

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
FATEC SANTO ANDRÉ**

Tecnologia em Mecatrônica Industrial

**Otávio Luiz do Prado Paes
Fernando Moraes Veloso de Matos**

SISTEMA DE PALETIZAÇÃO AUTÔNOMO

SANTO ANDRÉ

2020

**CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
FATEC SANTO ANDRÉ**

Tecnologia em Mecatrônica Industrial

**Otávio Luiz do Prado Paes
Fernando Moraes Veloso de Matos**

SISTEMA DE PALETIZAÇÃO AUTÔNOMO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à FATEC Santo André, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, sob orientação do professor Paulo Tetsuo Hoashi.

SANTO ANDRÉ

2020

Ficha Catalográfica

P126s

Paes, Otávio Luiz do Prado
Sistema de paletização autônomo / Otávio Luiz do Prado Paes,
Fernando Morais Veloso de Matos. - Santo André, 2020. – 79f:
il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, 2020.

Orientador: Prof. Paulo Tetsuo Hoashi

1. Mecatrônica. 2. Robô empilhadeira. 3. Sensores. 4.
Programação. 5. Modelagem 3D. 6. Ferramenta fusion. 7.
Protocolos tipo HTTP. 8. Tecnologia. I. Matos, Fernando Morais
Veloso de. II. Sistema de paletização autônomo.

629.892

Otávio Luiz do Prado Paes
Fernando Morais Veloso de Matos

SISTEMA DE PALETIZAÇÃO AUTÔNOMO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à FATEC Santo André, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, sob orientação do professor Paulo Tetsuo Hoashi.

BANCA EXAMINADORA

Local: Fatec Santo André

Horário: 15:00

Data: 17/07/2020

Prof. Me. Paulo Tetsuo Hoashi
Presidente da Banca
Fatec Santo André

Prof. Me. Murilo Zanini de Carvalho
Primeiro membro da Banca
Fatec Santo André

Prof. Msc. Fernando Garup Dalbo
Segundo Membro da Banca
Fatec Santo André

SANTO ANDRÉ
2020

AGRADECIMENTOS

Eu, Otávio, dedico este trabalho ao meu orientador Paulo Tetsuo Hoashi e a minha família, que me iniciou no caminho do conhecimento, do lazer, e em diversos outros caminhos, e se não fosse por isso, não seria hoje quem sou, e tampouco chegaria perto de onde cheguei. Por isso sou eternamente grato a todo carinho, amor, atenção e dedicação fornecido constantemente por eles.

Agradeço ao professor Fernando Garup que me incentivou a persistir nesse trabalho e a nunca desistir, me dando conselhos e acima de tudo me apoiando em cada ideia que eu tive.

Dedico este trabalho também ao meu amigo Marcus Ceará que me ajudou no desenvolvimento desse trabalho e graças a todos aqui citados não teria chegado tão longe no meu trabalho de conclusão de curso.

Eu, Fernando, dedico a principal parte dos meus agradecimentos a meu colega Otávio e ao professor Fernando Garup, que me motivaram a finalizar as tarefas deste projeto.

Aos meus pais que sempre me influenciaram a buscar conhecimento e sempre dar o meu melhor em tudo que estou envolvido, fornecendo uma base sólida financeira e de apoio.

Sou grato também ao professor Paulo Tetsuo Hoashi que estipulou metas altas, porém, alcançáveis para meu projeto, sempre orientando que em cada etapa do projeto aplicássemos métodos primordiais como fluxogramas, para assim, termos êxito em estágios mais avançados do trabalho de conclusão de curso.

Epígrafe

"As letras e a ciência só tomarão o seu verdadeiro lugar na obra do desenvolvimento humano, no dia em que, livres de toda a servidão mercenária, forem exclusivamente cultivadas pelos que as amam e para os que as amam"

Piotr Kropotkin

Resumo

O projeto tem como proposta a construção de um robô empilhadeira que será capaz de pegar e despachar objetos. O principal objetivo desse projeto é fazer com que as entregas e o recolhimento desses objetos sejam feitos dentro do prazo estipulado e por conta do forte crescimento da tecnologia é primordial que a empresa esteja na mesma velocidade que a demanda da sociedade. O funcionamento dele se deve ao uso de programas tipo HTTP que utiliza o modelo “cliente servidor”, onde um solicita a informação e o outro é o responsável por fornecer e, além disso, foi optado utilizá-lo por causa de ele ser responsável por criptografar a comunicação, garantindo segurança. Além disso para melhorar mais ainda a página onde será feito o site foi utilizado programas PHP, JavaScript, SQL e MQTT, que irão comunicar com o Raspberry e o NodeMCU. Por conta da Covid19 não foi possível fazer os testes, porém fizemos a modelagem 3D pela ferramenta Fusion para simular as movimentações da empilhadeira.

Palavra-chave: HTTP; Rapberry; NodeMCU; Fusion; Empilhadeira; Sensores.

Abstract

The Project proposes the construction of a stacking robot that will be able to capture and dispatch objects. The main objective of this project is to ensure that the deliveries and receipt of these objects are made within the stipulated period and due to the Strong growth of technology, it is essential for the company to be at the same speed that Society requires. Its operation should be used as the type of HTTP server that uses the “client server” model, where one request for information and another is responsible for providing and, in addition, it was chosen for use because of being responsible for encrypting communication, safe security. In addition, to further improve the page on which the site was created, the programs were used PHP, JavaScript, JSON and MQTT, which communicate with Raspberry and NodeMCU. Due to the Corona virus (Covid-19), it was not possible to carry out the tests, but a fork-lift.

Keyword: HTTP; Raspberry, NodeMCU; Fork-lift; Sensors.

Lista de Ilustrações

FIGURA 1 - ESQUEMA DO PROJETO.....	13
FIGURA 2 – ESTOQUE DO FORD T	17
FIGURA 3– O PRIMEIRO MÍSSIL DE CRUZEIRO DO MUNDO	18
FIGURA 4 – IMIGRANTES ITALIANOS CHEGANDO AO ESPÍRITO SANTO	19
FIGURA 5 – FÁBRICA NA ÉPOCA DA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	20
FIGURA 6 - LINHA DE PRODUÇÃO DO FORD T	21
FIGURA 7 – 9 PILARES DO AVANÇO TECNOLÓGICO.....	22
FIGURA 8– SOFTWARE E HARDWARE.....	24
FIGURA 9– WEB SERVER	25
FIGURA 10– EXEMPLO DE HTML.....	26
FIGURA 11 – EXEMPLOS DE CÓDIGO XML E JSON.....	29
FIGURA 12 – TROCA DE DADOS POR MQTT	30
FIGURA 13 - COMANDOS DE CONSULTA COM O USO DO SQL.....	30
FIGURA 14 - INTERFACE INICIAL DO MYSQL WORKBENCH	31
FIGURA 15- NODEMCU	33
FIGURA 16 - RASPBERRY PI 3.....	34
FIGURA 17 - MOTOR DC 3 A 6V EM L 200RPM COM CAIXA DE REDUÇÃO.....	35
FIGURA 18 – SENSOR ULTRASSÔNICO	35
FIGURA 19 – SENSOR INFRAVERMELHO TCRT5000 A.....	36
FIGURA 20 – PONTE H	37
FIGURA 21 - EMPILHADEIRA.....	38
FIGURA 22 - CENTRO DE EQUILÍBRIO DA EMPILHADEIRA	38
FIGURA 23 - ELEVADOR DA EMPILHADEIRA	41
FIGURA 24 - BOMBA HIDRÁULICA UTILIZADA.....	41
FIGURA 25 - SENSORES DE FAIXA	42
FIGURA 26 - MAPEAMENTO DO AMBIENTE	43
FIGURA 27 – HOME DO SITE	46
FIGURA 28 – SOBRE O PROJETO.....	46
FIGURA 29 – CONTATO DOS INTEGRANTES DO SITE.	47
FIGURA 30 - SITE OFICIAL DA FATEC SANTO ANDRÉ.....	48
FIGURA 31 - ACESSO AO ACOMPANHAMENTO DO PRODUTO	48
FIGURA 32 - USUÁRIO NÃO AUTORIZADO	48
FIGURA 33 – PEDIDO REALIZADO NO SITE	49
FIGURA 34 - EMPILHADEIRA EM USO	50
FIGURA 35 – FUNCIONAMENTO DO ESP32	50
FIGURA 36 – PROTÓTIPO	51

Lista de abreviaturas e siglas

HTTP	HyperText Transfer Protocol
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Security
HTML	HyperText Markup Language
PHP	Hypertext Preprocessor
PDO	PHP Data Objects
XML	Extensible Markup Language
JSON	JavaScript Object Notation
MQTT	message queue telemetry transport
GPIO	General Purpose Input/ Output
LAMP	Linux Apache MySql PHP
AJAX	Asynchronous JavaScript And XML
SQL	Structured Query Language
RDBMS	Relational Database Management Systems
GNU	General Public Licenseand
API	Application Programming Interface
DBMS	Data Base Management System
CSS	Cascading Style Sheets

Sumário

1. Introdução	13
1.1. Motivação	14
1.2. Objetivo	14
1.3. Metas	15
2. História da indústria	16
2.1. Indústria no Brasil	18
2.2. Indústria 1.0 até a 4.0	19
3. Fundamentação teórica	24
3.1. Servidor Web (Web Server)	24
3.1.1. HTTP (HyperText Transfer Protocol)	25
3.1.2. HTML (HyperText Markup Language)	26
3.1.3. PHP (Hypertext Preprocessor)	26
3.1.3.1. PDO (PHP Data Object)	27
3.1.4. JavaScript	27
3.1.5. XML (Extensible Markup Language)	28
3.1.6. JSON (JavaScript Object Notation)	28
3.1.7. MQTT (message queue telemetry transport)	29
3.1.8. SQL (Structured Query Language)	30
3.1.8.1. MySQL	31
3.1.9 CSS (Cascading Style Sheets)	32
3.2. NodeMCU	33
3.3. Raspberry	33
3.4. Motor de redução	34
3.5. Sensor ultrassônico	35
3.6. Sensor infravermelho	36
3.7. Ponte H	37
3.8. Empilhadeira	37
4. Metodologia	40
4.1. Escolha do tema	40
4.2. Etapas	40
4.2.1. Empilhadeira	41
4.2.2. Mapeamento	42
4.2.3. Interface do cliente	44
4.2.4. Comunicação entre as partes	45

5. Desenvolvimento.....	45
5.1. Funcionamento	45
5.2. Projeto do Protótipo da empilhadeira.....	51
6. Resultados obtidos.....	52
7. Conclusão.....	53
8. Proposta de projetos futuros.....	53
Referências.....	54
Apêndice.....	59

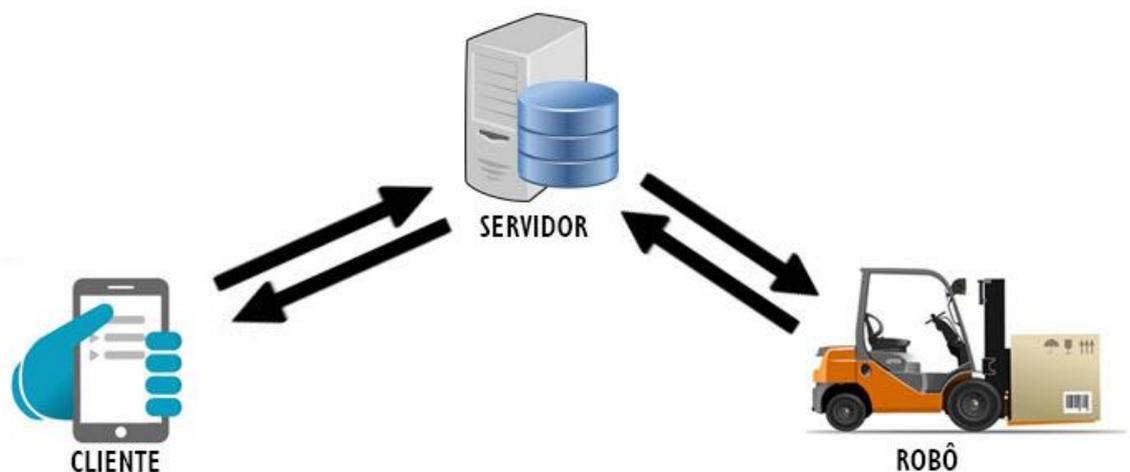
1. Introdução

Tendo em vista o crescimento de conceitos como IoT (Internet of Things) e indústria 4.0, foram desenvolvidas estratégias para otimização e personalização de processos já consolidados nas tarefas industriais, tendo em vista que, estes processos só iniciaram por conta da revolução que a internet trouxe tanto ao ramo pessoal quanto o ramo industrial.

Com o avanço exponencial destas tecnologias, novas ideias foram sendo criadas como soluções criativas para problemas que sempre foram decorrentes. Uma dessas soluções é a questão dos carros autônomos, que dá a possibilidade de o motorista de um veículo passar a ser somente o controlador das instruções de trajeto, o que garante uma queda drástica nos índices de acidentes, já que a grande maioria é causada por falhas humanas. Vários estudos têm sido feitos em cima deste tema, e um desses estudos é a implementação do conceito no meio industrial, no setor de paletização em armazéns e galpões.

A implementação de veículos autônomos no âmbito industrial já está sendo feita em diversos lugares do mundo e, com a chegada da indústria 4.0, é de muita utilidade que esses robôs industriais estejam bem dissolvidos, não só na área industrial como em quaisquer áreas onde o processo de carga e descarga de grandes volumes seja um serviço crítico. E esse controle otimizado também possibilita que possa ocorrer troca de dados em tempo real com toda a linha de robôs operantes no mesmo lugar. E através desses dados pode-se construir um banco de dados para se fazer uma interface homem-máquina em qualquer plataforma remota, onde não só o dono dos recursos terá acesso às informações, como um cliente também pode usufruir delas, podendo realizar um controle de forma remota de acordo com a fila de solicitações. E esse trabalho é focado justamente nessa interação entre homem e máquina, mediada por um servidor, conforme a figura 1.

Figura 1 - Esquema do projeto



Fonte: Autoria própria, 2019

1.1. Motivação

No decorrer da história vimos que a tecnologia foi se adaptando as necessidades das pessoas. Nos dias de hoje, temos cada vez mais a necessidade de ter controle sobre as coisas, e essa é uma das motivações desse trabalho. Segundo os conceitos da indústria 4.0, teremos possibilidades de um só operador ter controle sobre um imenso setor de uma fábrica, ou de qualquer cenário industrial. Essa supervisão poderia ser feita de qualquer lugar, através de um aplicativo para smartphone.

A indústria por sua vez, tem dedicado cada vez mais a automatização baseando-se em conceitos com IoT, indústria 4.0 e similares, assim priorizando a redução de colaboradores que trabalham nas indústrias e priorizando a customização constante dos ciclos de trabalho.

Essa monitorização só é possível graças à troca de dados em tempo real, que são captados por robôs implantados em todos os setores e enviados para um banco de dados. E com base nesses dados, os robôs otimizariam seus processos, e as pessoas se organizariam melhor para realizar suas tarefas.

Através desses sistemas de troca de dados, o responsável pelo setor conseguirá estar a par de toda a rotina que será realizada no ambiente, e se necessário, conseguirá editar essa rotina da forma que desejar.

E da mesma forma, usuários que tem contato direto com esse setor conseguiriam usufruir de seus serviços com maior flexibilidade e menos burocracia.

1.2. Objetivo

Este trabalho teve como objetivo implementar um modelo de armazém inteligente, onde o processo de armazenamento e retirada de cargas seria feito por um robô empilhadeira. A rotina do robô seria monitorada remotamente e em tempo real pelo administrador do armazém, através de um aplicativo em seu smartphone, onde também estaria disponível as informações sobre os horários de carga e descarga realizados agendados pelos clientes, assim como os horários vagos e de manutenção do robô.

O administrador, por sua vez, forneceria um login para cada um de seus clientes utilizarem o aplicativo, onde os mesmos teriam acesso aos horários vagos do robô, e poderiam agendar horários para buscar ou deixar mercadorias no armazém, assim como também poderiam visualizar e editar seus compromissos já agendados, tendo assim, uma flexibilidade confortável para utilizar os recursos do armazém.

Todos esses dados, tanto dos clientes quanto do robô, estariam armazenados em um servidor local, do qual não trocaria dados somente com o aplicativo, mas também com o robô. Dessa forma, o sistema disponibilizando mais segurança para seu administrador e garantindo que as solicitações já em processo de conclusão sejam finalizadas antes que uma nova requisição seja atendida.

1.3. Metas

As metas para esse trabalho são:

- ✓ Construção de um site que irá se comunicar com a empilhadeira
- ✓ Criar um protótipo 3D via Fusion para simular o projeto devido a Covid19
- ✓ Criação de sistemas de LED e sensores para uma resposta rápida e precisa.
- ✓ Solucionar acidentes que possam ocorrer na área de trabalho, com um sistema de fila nas requisições.

2. História da indústria

A industrialização se tornou tão presente na nossa vida que é praticamente impossível de se imaginar que alguma comida ou utensílio não foi feito por algum processo industrial. A sua definição é: Conjunto de atividades realizadas pelo homem, de modo organizada, utilizando máquinas ou ferramentas.

Sua história se baseia por uma cadeia de desenvolvimento no decorrer do tempo, desde a utilização do sílex nos tempos pré-históricos até a utilização de máquinas nos dias de hoje. Com o avanço da sociedade, o mundo deu espaço aos artesãos que conheciam o processo de fabricação desde o começo até o final e ficaram encarregados de fabricar o que cada um necessitava, para atender as suas necessidades. Esses mesmos artesãos foram se agrupando, criando as categorias de mestres, oficiais e aprendizes e transmitindo seu conhecimento de pai para filho. Por causa do trabalho ser manual, a sua produtividade era baixa e em poucas vezes se utilizava o auxílio de animais ou quedas da água.

Em 1698 tudo mudou com a invenção da máquina a vapor por James Watt (1736 – 1819) que serviu de fundamento para as indústrias ferroviária e naval. Essas invenções foram o ponto de partida para que vários processos acontecessem no mundo todo, como por exemplo a Revolução Industrial que ocorreu na Grã-Bretanha. O que motivava o surgimento dessas novas máquinas era a valorização da ciência, o que ela é capaz de fazer, a crença no progresso e a competição com outros para conseguir maior lucro, nesse caso a ambição por melhores condições.

O trabalho de artesão foi colocado em segundo plano, deixando em destaque os meios de produção mais rápidos e tecnológicos. Foi graças a essa Revolução Industrial que a Inglaterra conseguiu comercializar com o mundo inteiro e fabricar os seus produtos com muito mais rapidez. Frases como “Tempo é dinheiro” começaram a ser frequentemente usadas, o tempo começou a ser importante para terminar o mais breve possível que o outro. O pensador escocês Adam Smith mostra que o individualismo é importante para o desenvolvimento de toda a sociedade, que o Estado deveria intervir o mínimo possível e que cada trabalhador deveria se especializar apenas em uma área.

Na imagem 2 é possível ver que o estoque do “Ford T”, que foi o primeiro automóvel produzido em massa, e foi um marco para a era industrial, porque foi a partir dele que se criou o conceito de linha de produção, que é utilizado de forma similar até hoje.

Figura 2 – Estoque do Ford T



Fonte: <https://www.coladaweb.com/historia/historia-da-industria>

Momentos da história como a Primeira e Segunda Guerra mundial (1914-1918 e 1939 – 1945 respectivamente), influenciaram para o crescimento da Indústria de armas e essas guerras provocaram a renovação de toda infraestrutura devido à enorme produção. Após essa forte produção da Indústria, muitos começaram a questionar o impacto que esse desenvolvimento estava causando. Deste momento em diante entrou em destaque a ideia de produção de formas mais sustentáveis e inteligentes, ainda mantendo a larga escala de confecção, mas, reduzindo o impacto ambiental.

Durante os períodos de guerra surgiram várias tecnologias voltadas para o ramo militar, essas inovações se mantêm nos tempos atuais agora empregadas com outros propósitos, como por exemplo, sistema de mapeamento e controle de mísseis, que hoje pode ser integrado em localização e controle remoto de drones. Na imagem 3 vemos uma foto do V-1, que foi o pai dos mísseis de cruzeiro, pois foi o primeiro míssil que pode sua trajetória controlada durante o voo, e não somente apenas no seu disparo.

Figura 3– O primeiro míssil de cruzeiro do mundo



Fonte: http://obviousmag.org/archives/2009/05/armas_extraordinarias_da_alemanha_nazi_-_avancos_t.html

Muitas denominam esse desenvolvimento de “crescimento zero”, porque por mais que tenha trazido benefícios, eles só ajudam uma pequena parte da população e o meio ambiente é fortemente afetado. A industrialização possibilitou a especialização do trabalhador e a substituição constante de homens por máquinas, pois as indústrias procuram cada vez mais formas de produzir mais e gastar menos. Enquanto trabalhadores tem que ter os seus direitos, as máquinas não têm intervalo de pausa e possibilitam uma maior produção, com maior rapidez. O elemento fundamental desse processo é o Robô industrial que vai possibilitar um trabalho bem feito e o dono da empresa só irá se preocupar com a vigilância e segurança. (ANTUNES; JUNIOR; BEZERRA; SOUZA; FREITAS; GIORDANI, 2016)

2.1. Indústria no Brasil

A atividade Industrial só teve início no período colonial, pois o país começou muito tarde a se industrializar. Uma das primeiras mudanças que ocorreu no país foi a renumeração do trabalho, abolição da escravidão e expansão do emprego no mercado de trabalho. Com isso atraiu vários estrangeiros para o país que buscavam melhores condições de vida e povoaram especialmente a região Sul e Sudeste. Na figura 4, vimos uma foto de imigrantes italianos desembarcando em algum porto do Espírito Santo.

Figura 4 – Imigrantes italianos chegando ao Espírito Santo



Imigrantes italianos chegando ao Espírito Santo

Fonte: <http://migritalia.blogspot.com/2011/05/regioes-onde-se-estabeleceram.html>

Através da história foi possível concluir que o Brasil passou por 4 etapas para a Industrialização. Primeiramente não era aceito o livre-comércio, por causa de o Brasil ser apenas uma colônia, mas todo esse conceito mudou com a chegada da família real ao Brasil que implantou indústrias, mas com alguns requisitos a fim de garantir a soberania de Portugal, como por exemplo a implantação da Tarifas Alves Branco.

Os anos foram se passando e as ferrovias passaram a ser usadas para transportar e servir interesses industriais ao invés de apenas transportar café. Na última etapa da industrialização foi marcada pela ação do ex-presidente Juscelino Kubitschek que promoveu a abertura da economia, permitindo a entrada de multinacionais no país, promovendo maior investimento e maior circulação no mercado. Ao mesmo tempo teve pontos negativos em relação a criação da interdependência do Brasil com outras empresas estrangeiras.

Esse atraso na industrialização no passado teve consequências nos dias atuais, mas mesmo com esse atraso é possível perceber que o País se desenvolve a cada década consideravelmente. Novas ideias vão surgindo para melhorar a qualidade nos produtos e melhorar a qualidade de vida. (BEZERRA; LOUREIRO, 2008; FREITAS;)

2.2. Indústria 1.0 até a 4.0

É chamada de 1.0, 2.0, 3.0 e 4.0 por causa das revoluções industriais que foram ocorrendo no decorrer dos tempos.

A indústria 1.0 é marcada pela forte mudança na forma que o homem começou a trabalhar. Seu trabalho começou a ser mais rápido, eficiente e cada fábrica começou a competir mais e mais, fazendo com que o desenvolvimento do sistema capitalista se acelerasse. As primeiras invenções que permitiram tal acontecimento foi a criação da máquina a vapor que através do uso delas permitiu a criação de navios movidos a vapor.

Esses navios poderiam cruzar grandes distancias, otimizando o tempo de confecção e entrega do produto final. Foi nesse momento que o campo perdeu espaço para as cidades que apresentavam uma maior oportunidade na mudança de vida dessas pessoas.

Um dos maiores impactos que ocorreram na indústria foi no ramo têxtil, onde o trabalho manual foi substituído quase que completamente por máquinas que trabalhavam de forma mais eficiente. Na figura 5, é possível ver como era a indústria têxtil dessa época.

Figura 5 – Fábrica na época da revolução industrial

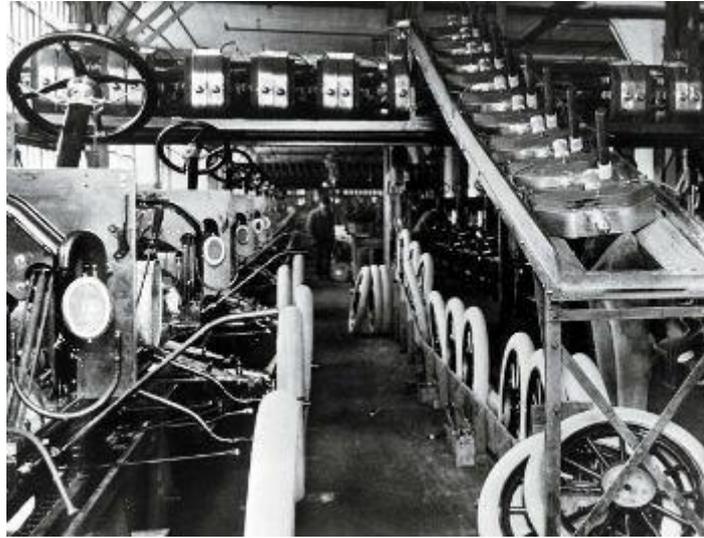


Fonte: <https://www.todamateria.com.br/primeira-revolucao-industrial/>

A indústria 2.0 foi marcada pela descoberta da eletricidade e pela ação de Henry Ford (1863- 1947) dentro das empresas que mostrou que se cada um fizer apenas uma etapa do processo de produção iria ser mais rápido e iria apresentar um menor custo do que simplesmente os trabalhadores fazerem todo o processo. Caracterizando assim, o conceito da linha de produção, como mostra a figura 6.

Como citado anteriormente foi criado o Fordismo em 1914 pelo Henry Ford que modernizou as empresas e a competição se tornou cada vez mais crescente entre as empresas. Essa Revolução não só mudou nas indústrias, mas também na área médica. Por causa do desenvolvimento da Ciência surgiram a criação de antibióticos e vacinas para as pessoas, prolongando assim vida da população.

Figura 6 - Linha de produção do Ford T



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/segunda-revolucao-industrial/>

Como citado por Nelson Mandela “Quando a água começa a ferver é uma estupidez tentar desligar o calor” e essa segunda era da indústria mostra que o desenvolvimento não pode parar e por mais que alguns tentam parar ou “apagar essa chama” elas não vão obter êxito. Por isso não é preciso parar o desenvolvimento e sim se adaptar a ele e as fortes mudanças.

O desenvolvimento da indústria 3.0 parou de ser focado apenas na indústria e passou a focar nas residências, através da criação de computadores que especialmente na indústria permitiu com que os robôs efetuassem determinadas atividades sem a assistência humana. A indústria 4.0 é uma continuação do desenvolvimento tecnológico, a fim de melhorar a inteligência artificial, minimizando a presença humana no ambiente industrial e aumentando a necessidade de mão de obra inteligente para a programação. Hoje é possível perceber que a comunicação entre cada ser está cada vez mais avançada, permitindo com que a fábrica seja autônoma, ou seja, apenas com uso de máquinas conseguir fazer todos os processos.

Essa economia vai envolver o uso de menos fontes de energia, redução na manutenção das máquinas, esse avanço tem consequência no Brasil que essa nova era representa uma maior recuperação da economia do país. Ao decorrer desses avanços foi criado os 9 pilares do avanço tecnológico, que estão exemplificados na figura 7.

Figura 7 – 9 pilares do avanço tecnológico



Fonte: <https://www.pollux.com.br/blog/resumo-sobre-industria-4-0-entenda-rapidamente-os-conceitos-e-beneficios/>

1. Análise dos dados e Bigdata: A análise de dados serve para ter um menor consumo na energia e analisar na maior performance na otimização.
2. Robótica: Objetivo de reduzir os custos e aumentar a produção. As empresas têm o objetivo de utilizar os conceitos das Revoluções industriais passadas para melhorar os Robôs e sua funcionalidades.
3. Simulação: Através da simulação é possível avaliar a eficiência, a flexibilidade de determinada máquina e analisar os possíveis erros que podem acontecer em determinadas etapas do desenvolvimento do projeto.
4. Sistemas de integração Vertical e Horizontal: O objetivo da indústria 4.0 é interligar a empresa com o cliente, ou seja, propõe uma harmonia entre eles para atender as necessidades interna e externa.
5. Internet das coisas: as empresas buscam permitir a comunicação de uma rede para outra, para não ter barreiras entre um serviço e outro. A comunicação é importante para o desenvolvimento da 4.0, pois é por meio dela que um robô pode dar determinada tarefa ao outro.
6. Cibersegurança: Por causa do alto desenvolvimento tecnológico algumas máquinas podem apresentar falhas no seu desenvolvimento, podendo afetar negativamente na produção e por isso é feita uma medida de segurança para prevenir possíveis falhas no sistema, estudando e analisando para solucionar esses problemas.
7. Cloud Computing: A criação de aplicativos permite a comunicação fácil e rápida entre os dispositivos, apresentando uma redução nos custos, tempo e maior eficiência em seus serviços.
8. Manufatura Aditiva: Conhecido como impressão 3D, é usada para se obter vantagens em sua construção que muitas vezes são muito complexas.

9. Realidade aumentada: O uso de realidade aumentada não se baseia apenas no entretenimento e sim em melhorar a eficiência no manuseio das máquinas e no auxílio para determinadas operações médicas que necessita de uma maior precisão, salvando assim várias vidas. (SPRICIGO, 2018; BOETTCHER, 2015; BEZERRA; SOUZA; FREITAS;)

3. Fundamentação teórica

Neste tópico abordaremos tecnologias, técnicas e conceitos que foram chaves para o desenvolvimento desse trabalho.

3.1. Servidor Web (Web Server)

Os servidores web são o coração de toda a internet. São eles que fornecem os dados para sites, aplicativos de smartphone, softwares locais, e tudo o que está conectado à internet. Sem eles, a internet como conhecemos hoje é impossível de ser concebida.

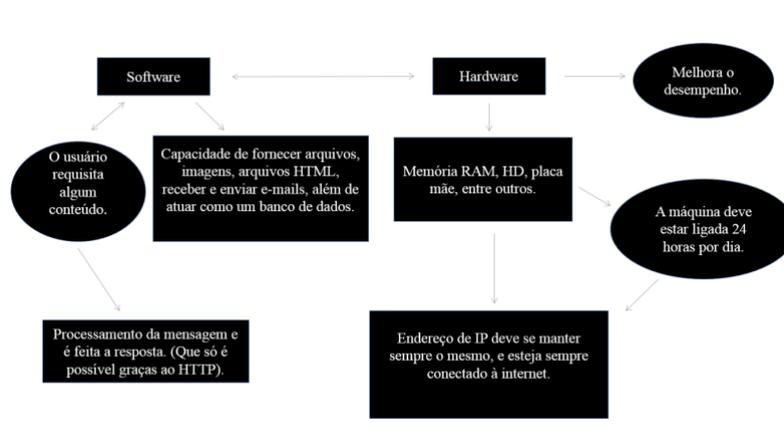
Os servidores são compostos por software e hardware. O hardware é um computador, com memória RAM, HD, placa mãe, etc., como um computador normal. Porém ele é adaptado para melhorar o seu desempenho como servidor. É nesse hardware que os arquivos do site ou o serviço usufrui do server. Esse computador necessita de cuidados especiais, pois deve estar sempre de prontidão, e devido a isso, cuidados devem ser tomados para que a máquina esteja ligada 24 horas por dia, seu endereço de IP se mantenha sempre o mesmo, e esteja sempre conectado à rede.

Um servidor (físico) também possui um sistema operacional, assim como um computador pessoal, e dentro desse sistema operacional também são instalados softwares que possuem a capacidade de fornecer arquivos, imagens, arquivos HTML, receber e enviar e-mails e atuar como um banco de dados.

Quando o cliente, o usuário que utiliza os recursos do server, requisita algum conteúdo, ele manda uma mensagem ao seu servidor hospedeiro. Quando a mensagem chega ao servidor, o software contido nele processa a mensagem, e o responde da devida maneira.

Essa comunicação é toda feita por HTTP, que é o protocolo padrão para troca de dados entre cliente e servidor pela web. (TUDOSOBREHOSPEDAGEMDESITES; MOZILLA)

Figura 8– Software e Hardware



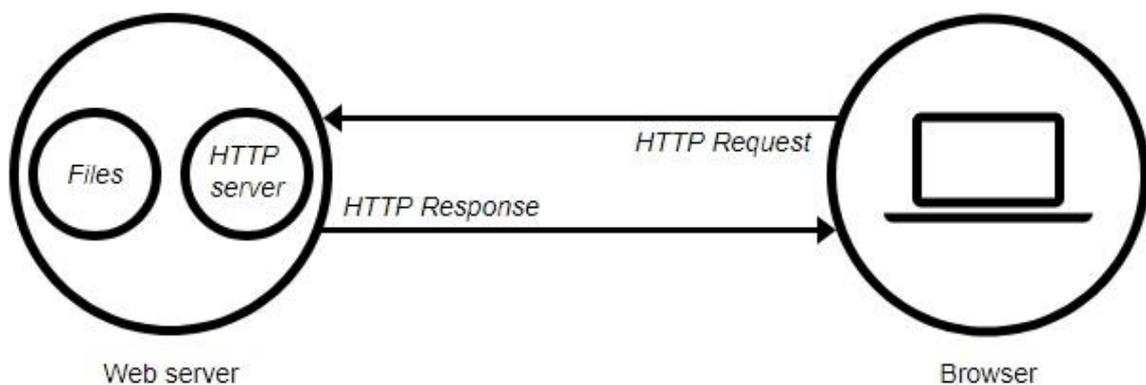
Fonte: Autoria própria

3.1.1. HTTP (HyperText Transfer Protocol)

O HTTP é um protocolo para transferência de dados via web. Ele envia esses dados em formato HTML, que é uma linguagem de marcação utilizada para criação de sites.

Este protocolo trabalha com o modelo “cliente-servidor”, onde um dispositivo solicita alguma informação e o outro ponta fica responsável por fornecê-la. Desse modo, o cliente se conecta com o servidor e o manda uma mensagem de solicitação, contendo dados sobre o cliente e a função a ser executada. Então o servidor responde com uma mensagem, contendo um código de operação, para saber se está tudo ok ou se houve algum erro, seguido por informações do servidor sobre o pedido do cliente, e se permitido, os dados solicitados, e assim que o cliente é satisfeito, a comunicação é cortada. Na figura 9, temos uma ilustração desse esquema.

Figura 9– web server



Fonte: Mozilla, 2018

Este protocolo trabalha através de “métodos”, que são funções que tem como intuito realizar e solicitar serviços do servidor. Os métodos principais são GET e POST, onde, se solicita algum dado, e se envia algum dado, respectivamente. Essas duas funções são os principais mecanismos para troca de dados entre o cliente e o servidor, porém existem um total de 9 métodos, com utilidades mais específicas e que também são de suma importância para o funcionamento do protocolo.

Quando falamos de HTTP também não podemos deixar de citar o HTTPS, que tem os mesmos princípios que o HTTP, porém, conta com uma camada extra, que é a camada de segurança. Essa camada é responsável por criptografar a comunicação, aumentando consideravelmente a proteção da comunicação estabelecida.

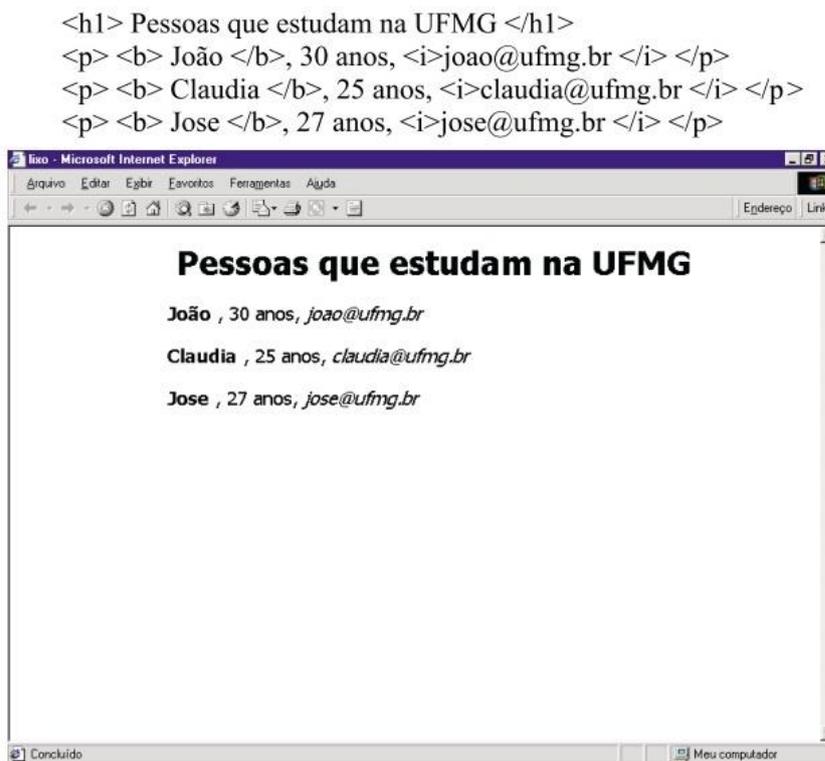
3.1.2. HTML (HyperText Markup Language)

Atualmente o HTML é um padrão na internet, sendo usado para dar vida a diversos web sites.

O HTML é uma linguagem de marcação, isto é, um protocolo usado para codificação de dados, como formatos de textos, imagens vetorizadas e planos com cores, diferente das linguagens tradicionais, que são usadas para resolver problemas lógicos calculáveis. Esses dados são transportados e lidos com a ajuda de “marcas”, que são símbolos chaves predefinidos usados para determinar o que é cada parte da página, como seu cabeçalho, seus parágrafos, títulos, etc., garantindo que os dados codificados, quando recebidos por alguém, sejam lidos do mesmo jeito que o autor escreveu. (ALMEIDA, 2002)

Na figura 10 temos um exemplo de código em HTML e sua página correspondente.

Figura 10– exemplo de HTML



Fonte: Maurício Barcellos Almeida (2002)

3.1.3. PHP (Hypertext Preprocessor)

O PHP é uma linguagem de script usada em conjunto com o HTML. A função do PHP é “dar vida” ao HTML, fazendo processos, como gerar arquivos PDF ou XML, imagens, animações em flash, e executando funções que seriam feitas de forma manual de forma

automática. Por exemplo, uma página tem um espaço onde se troca um anúncio a cada minuto, uma página feita com HTML puro teria que mandar uma solicitação ao servidor a cada minuto para essa troca acontecer, já com a ajuda do PHP, essa troca de anúncios é feita de forma automática, sem precisar de permissões.

Os códigos em PHP são considerados mais seguros quando comparados com outras linguagens de script, como JavaScript. O código é executado pelo servidor, e gera um HTML que é enviado ao cliente, não permitindo que quem receba os dados não consiga saber o seu real código fonte. (PHP, 2018)

3.1.3.1. PDO (PHP Data Object)

O seu principal objetivo é efetivar uma padronização na comunicação entre o PHP e o banco de dados relacional, portanto ele é uma interface que permite um conjunto de assinaturas e classes de comunicação com uma base de dados, mas deve utilizar um driver PDO específico do banco de dados para acessar um servidor. Por possuir uma camada de operações de acesso a dados, é utilizado as mesmas funções para emitir consultas e buscar dados.

Ao contrário do que algumas pessoas pensam, PDO não é uma camada de abstração de SQL. Cada SGBD relacional possui uma sintaxe própria para construção de SQL. Embora muitos deles se aproximem da especificação da SQL-92, algumas diferenças existem. Portanto, usar PDO não significa que seu sistema será portátil entre diferentes SGBDs. Significa apenas que você se comunicará com uma base de dados através de um conjunto determinado de métodos e classes. (Rubens, 2009)

3.1.4. JavaScript

O JavaScript, assim como o PHP, é uma das ferramentas de desenvolvimento web que pode se chamar de linguagem de programação propriamente dita, pois diferente do HTML, é usado para solucionar problemas lógicos.

O uso do JavaScript é voltado a dinamicidade da página, onde se pode criar objetos animados, implementar menus e diversas outras aplicações que, sem o JavaScript, seria necessário recarregar a página diversas vezes. O que não é preciso, pois o conteúdo do utilizado é processado pelo cliente. Ou seja, tudo o que é utilizado é baixado e é executado diretamente na máquina do usuário. Essa característica possibilita que esse conteúdo seja explorado usufruído sem ser necessário o acesso à rede, sendo acessado de forma local. Graças a essa versatilidade, existem diversas outras aplicações de JavaScript fora de web sites, como softwares para uso local e aplicativos para smartphones. (ANDREI, 2018)

3.1.5. XML (Extensible Markup Language)

Segundo Almeida (2002), assim como o HTML, o XML é uma linguagem de marcação, isto é, uma linguagem de programação feita com o intuito de codificar dados para serem enviados a algum destino, seja esse destino outro software ou outro hardware. E esse código é organizado através de tags, que são reconhecidas pelos softwares.

Mas diferente das linguagens de marcação convencionais, o XML não possui marcas predefinidas, dando liberdade para se criar seus próprios metadados, e utilizá-los da maneira mais conveniente, podendo definir como os dados serão interpretados e permitindo a criação de um protocolo próprio dentro de seus códigos, fazendo com que os mesmos possam ser lidos por qualquer software ou hardware em que for adaptado, permitindo a leitura do mesmo arquivo em plataformas distintas.

3.1.6. JSON (JavaScript Object Notation)

Segundo Medeiros (2012), o JSON é um protocolo de exibição de dados do JavaScript muito utilizado em páginas web. De forma similar ao XML, ele organiza os dados para que possam ser transportados de um servidor à uma página web, e vice-versa.

Comparado ao XML, o JSON possui uma sintaxe mais simples, de tal forma que sua leitura e escrita pode ser feita com facilidade tanto por homens quanto por máquinas. Sua estrutura é extremamente simples, formada basicamente por um formato de “objeto/valor”, onde é declarado o objeto, e logo em seguida é dado o seu valor.

Muitos softwares possuem suporte para JSON, podendo facilmente trabalhar com esse tipo de estrutura de dados através de bibliotecas das quais podem ser facilmente encontradas.

Na figura 11 vemos um exemplo de código em XML e em JSON.

Figura 11 – Exemplos de código XML e JSON

XML	JSON
<pre><empinfo> <employees> <employee> <name>James Kirk</name> <age>40</age> </employee> <employee> <name>Jean-Luc Picard</name> <age>45</age> </employee> <employee> <name>Wesley Crusher</name> <age>27</age> </employee> </employees> </empinfo></pre>	<pre>{ "empinfo" : { "employees" : [{ "name" : "James Kirk", "age" : 40, }, { "name" : "Jean-Luc Picard", "age" : 45, }, { "name" : "Wesley Crusher", "age" : 27, }] } }</pre>

Fonte: Sunny Hoi (2017)

3.1.7. MQTT (message queue telemetry transport)

O protocolo de rede MQTT trabalha com o conceito de “publish/subscribe”, onde um dispositivo publica a informação e outro recebe. Essas informações são todas armazenadas em um banco de dados responsável por armazenar e enviar dados específicos, chamado “broker”. Esse esquema é ilustrado na figura 12.

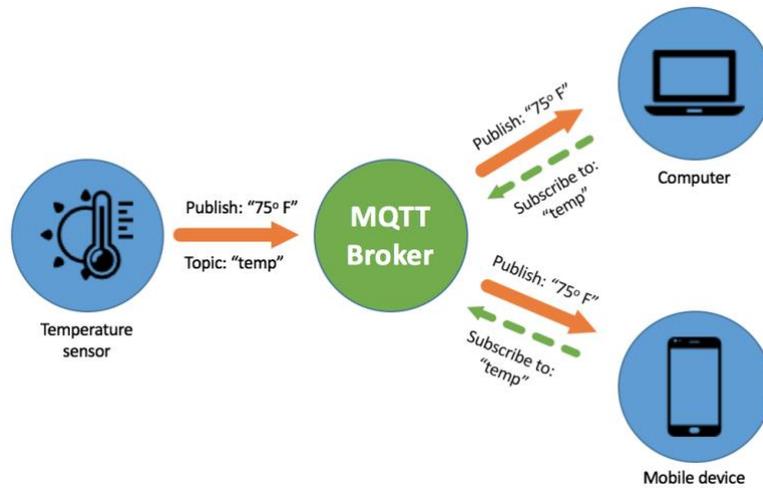
O publish é a parte que gera os dados, como sensores ou até mesmo dados prontos e elaborados como uma mensagem, enviada por um robô ou por uma pessoa, cujo objetivo é alterar algum comportamento do sistema.

O subscribe é quem recebe os dados. Ele trabalha sempre solicitando informações, ou seja, o subscribe nunca tem acesso direto às mensagens, sempre que necessita de alguma informação ele requisita ao broker, e então o broker o envia o que foi solicitado.

Diferente das outras duas partes atuantes do protocolo, o broker não está diretamente conectado a algum dispositivo. Ele atua como um banco de dados que intermedia a comunicação entre o publish e o subscribe. Guardando os dados gerados pelo publish em tópicos, e enviando as informações requisitadas pelo subscribe. Desta forma, o broker faz com que nunca tenha um contato direto entre quem escreve e quem pede a informação.

Esse protocolo é simples, leve e fácil de ser implantado, o que o torna perfeito para ser usado em ambientes industriais, onde as mensagens são curtas e a largura de banda é bastante limitada. Além dessas características, a capacidade de possibilitar o uso de múltiplos dispositivos e os manter enviando informações ao banco de dados com constância, faz com que a coleta de dados seja bem maior do que outros tipos de protocolo, o que torna o MQTT ainda mais atrativo, visto que dessa forma se pode ter um banco de dados completo de todo o sistema. (CORREA, CUNHA, ALMEIDA E MORAES, 2016)

Figura 12 – Troca de dados por MQTT



Fonte: Leor Brenman (2018)

3.1.8. SQL (Structured Query Language)

Utilizado para lidar com banco de dados baseado na utilização de tabelas e tem por objetivo disponibilizar o uso dele para vários desenvolvedores de forma que, de maneira simultânea, eles consigam acessar e modificar os dados. Através do uso de comandos do tipo inserir ('insert'), excluir ('delete') e atualizar ('update') pode-se ser analisado ou executado as tarefas em tabelas, além disso ele pode fazer comandos de consulta (queries) com múltiplas informações, como pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 - Comandos de consulta com o uso do SQL

customer_id	first_name	last_name	phone	email	street	city	state	zip_code
1	Debra	Burks	NULL	debra.burks@yahoo.com	9273 Thome Ave.	Orchard Park	NY	14127
2	Kasha	Todd	NULL	kasha.todd@yahoo.com	910 Vine Street	Campbell	CA	95008
3	Tameka	Fisher	NULL	tameka.fisher@aol.com	769C Honey Creek St.	Redondo Beach	CA	90278
4	Daryl	Spence	NULL	daryl.spence@aol.com	988 Pearl Lane	Uniondale	NY	11553
5	Charolette	Rice	(916) 381-6003	charolette.rice@msn.com	107 River Dr.	Sacramento	CA	95820
6	Lyndsey	Bean	NULL	lyndsey.bean@hotmail.com	769 West Road	Fairport	NY	14450
7	Latasha	Hays	(716) 986-3359	latasha.hays@hotmail.com	7014 Manor Station Rd.	Buffalo	NY	14215
8	Jacqueline	Duncan	NULL	jacqueline.duncan@yahoo.com	15 Brown St.	Jackson Heights	NY	11372
9	Genoveva	Baldwin	NULL	genoveva.baldwin@msn.com	8550 Spruce Drive	Port Washington	NY	11050
10	Pamela	Newman	NULL	pamela.newman@gmail.com	476 Chestnut Ave.	Monroe	NY	10950

Fonte: SQL Server Tutorial/Reprodução

Foi escolhido a utilização dele por dois motivos:

- ✓ É utilizado em qualquer lugar, como por exemplo: Big Data, programação, Tecnologia da informação, engenharia de software, entre outros.

- ✓ Mesmo que tenha outras alternativas (Ex: Phyton) essa linguagem sempre vai ser relevante.

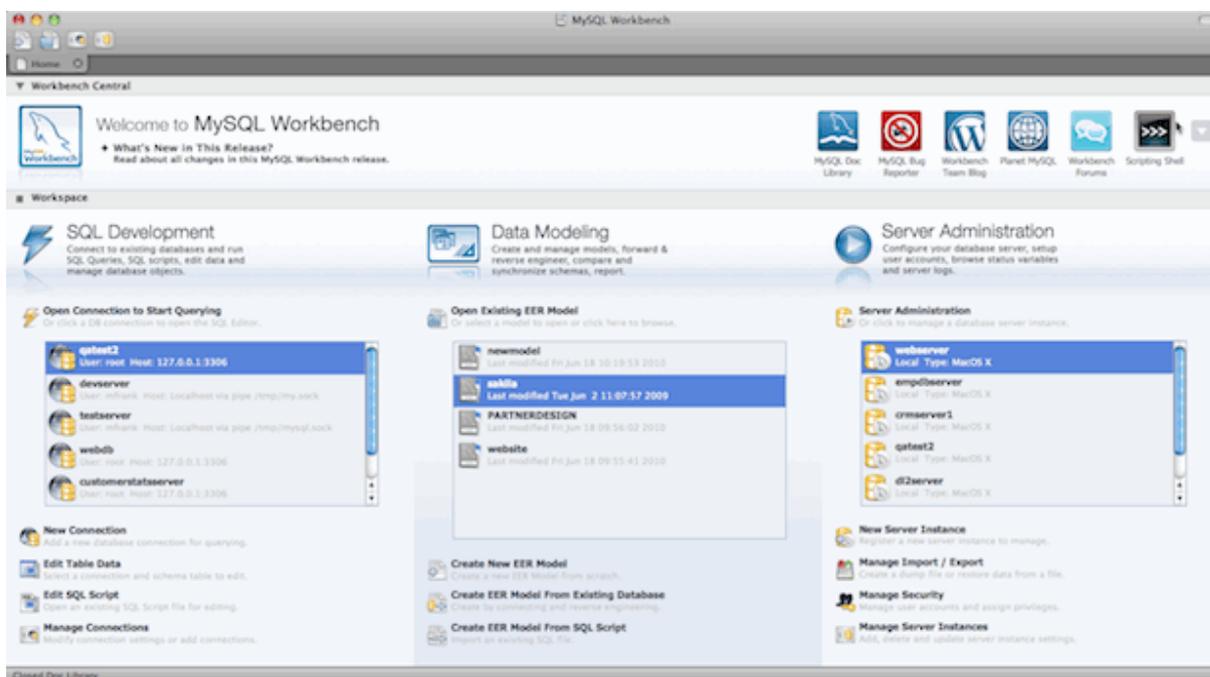
Além disso, ela é simples de ser compreendida, ou seja, a pessoa não precisa ser programador. Nesse caso a linguagem se torna mais fluida e fácil na comunicação entre seus usuários.

3.1.8.1. MySQL

Fundado na Suécia e publicado em 1995 pela MYSQL AB, ele possui como definição um banco de dados Relacional (RDBMS - Relational Database Management Systems) usando o modelo cliente-servidor, mas para se comunicar com o banco de dados é usado a linguagem SQL.

“O servidor é o responsável por armazenar os dados, responder às requisições, controlar a consistência dos dados, bem como a execução de transações concomitantes entre outras. O cliente se comunica com o servidor através da SQL. A versão gratuita do MySQL é chamada de Edição da Comunidade e possui o servidor e uma interface gráfica cliente.” (PISA, 2012).

Figura 14 - Interface Inicial do MySQL Workbench



Fonte: <https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/04/o-que-e-e-como-usar-o-mysql.html>

O principal cliente é a interface gráfica denominada MySQL Workbench que pode consultar o SQL, criar e manter a base de dados através de um ambiente integrado, então empresas como Banco Bradesco, Nokia, Sony e Google utilizam o banco de dados do MySQL. Mas assim como todo banco de dados ele possui vantagens e desvantagens

Vantagens

- ✓ Open Source : Uma das principais razões pela sua escolha é a natureza de código aberto, sendo assim, o desenvolvedor pode usar sem precisar de licença ou autorização e, de acordo com o GNU (General Public License) o código ficará disponível sob domínio, em outras palavras, é possível mudar o código-fonte e o banco de dados de acordo com as necessidades de uso.
- ✓ Fácil, rápido e de alto desempenho: Por ser uma versão modificada do SQL, um conhecimento geral sobre essa linguagem é suficiente para se trabalhar com o MySQL.
- ✓ Cruz: A compatibilidade cruzada é uma das principais vantagens, então, nesse caso, pode ser instalado em sistemas operacionais diversos, como por exemplo: Linux, Windows e Unix sem apresentar perda de desempenho. Graças ao API (Application Programming Interface) que é integrado ele trabalha também com Perl, Python, PHP, entre outros.
- ✓ Segurança de dados: Há uma maior segurança nos dados armazenados, permitindo assim maior confiabilidade e asserção para casos como Microsoft Azure que utiliza a nuvem. Por possuir um sistema criptografado os acessos são extremamente protegidos. E caso os arquivos sejam danificados ou perdidos é garantido a restauração dos dados.

Desvantagens

- ✓ Em comparação com os bancos de dados pagos, não possui um bom desenvolvimento e nem depuração de ferramenta.
- ✓ Há restrições de verificação que são feitas no SQL que não são suportadas no MySQL, cujo objetivo dessas restrições são para definir um limite para os valores dentro de uma coluna.
- ✓ Devido ao tamanho da base de dados o MySQL não pode trabalhar eficientemente.

3.1.9 CSS (Cascading Style Sheets)

O CSS (Cascading Style Sheet) foi criado para deixar as páginas da internet diferente umas das outras, em outras palavras, deixar a página mais atrativa para os usuários. Inicialmente foram criadas novas tags para o HTML, então ele passou a executar tanto o conteúdo quanto apresentar para o usuário, mas problemas foram surgindo, pois não havia uma forma de definir os conteúdos e cabeçalhos para todas as páginas. Dessa forma, todas as modificações teriam que ser manualmente.

Graças a isso foi fundado o CSS que primeiramente a sua criação se devia a separação de formato e conteúdo de um documento, assim como formatos, layout e cores. Por conta disso ele proporcionou flexibilidade e deu a liberdade de compartilhamento de formato, além de

reduzir a repetição de conteúdo de estrutura de uma página. Menus em cascata, rodapés de páginas e estilos de cabeçalho são exemplos de desenvolvimento por CSS atualmente.

CSS é uma linguagem baseada em regras. — Você define regras especificando grupos de estilo que devem ser aplicados para elementos particulares ou grupos de elementos na sua página web. Por exemplo, "Quero que o título principal, na minha página, seja mostrado como um texto grande e de cor vermelha.". (MDN, 2019)

3.2. NodeMCU

O uso do NodeMCU (figura 12) é um microcontrolador que tem se tornado cada vez mais popular, devido ao seu baixo custo e seu diferencial, que é sua integração à rede Wi-fi, através do ESP8266 que está presente em seu hardware. O NodeMCU funciona de forma semelhante ao Arduino, sendo programado em C++ e usando o formado com “void setup” e “void loop”, além de poder ser programado pela interface do Arduino.

Figura 15- NodeMCU



Fonte: Amazon (2018)

A proposta do ESP8266 é ser usado na área da automação e da robótica para conectá-las a rede. Seu processamento é maior que o do Arduino, porém é importante ressaltar que possui desvantagens como por exemplo ela possui apenas 4 GPIOs (General Purpose Input/ Output). Como tentativa para combater esse problema foram criadas outras versões a fim de possuir mais entradas ou saídas. O NodeMCU é uma dessas versões, e conta com 11 GPIOs, uma entrada analógica e saídas de tensão. (MORAIS, 2017)

3.3. Raspberry

O Raspberry pi é um minicomputador que se conecta em Televisões e em monitores e possui o seu próprio mouse e teclado. Sendo muito usado para a educação básica em várias

escolas. Ele permite o aprendizado de várias linguagens, independentemente da idade, como por exemplo a Python e usado constantemente para saber o funcionamento de um computador e assim como todo computador ele é capaz de rodar vídeos, navegar na internet e até mesmo fazer planilhas.

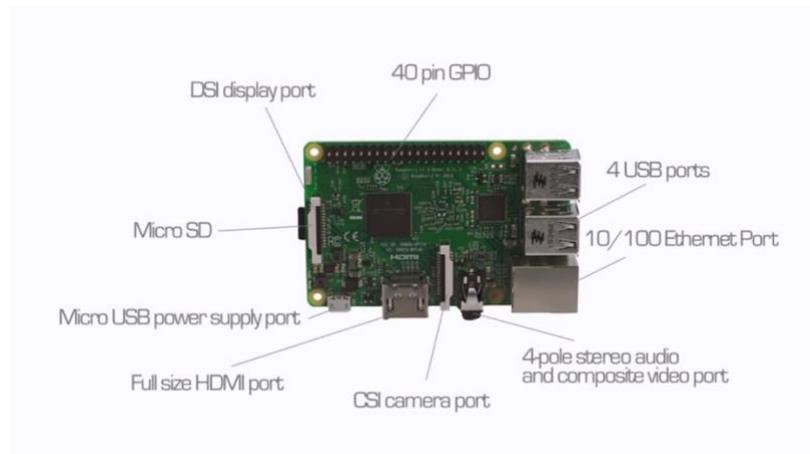
Para aprender a funcionalidade do Raspberry foram criados cinco sistemas operacionais a fim de facilitar no aprendizado e facilitar na busca de apenas uma função que a pessoa quer que ela exerça. Um desses exemplos é o OSMC que ao contrário do Ubuntu e do Raspbian, que são de uso geral, é usado para transformar em um medial center.

Ele passou por várias mudanças no decorrer dos tempos e atualmente está no pi 3 que possui Wi-fi e bluetooth, o que antes não possuía essas características e que pesava muito na sua utilização. Por mais que os outros fosse possível a implantação dessas tais características, ocupava muito espaço, o custo era maior e fazia com que não valesse a pena tal procedimento.

Além disso o pi3 (figura 13) apresenta características como 4 núcleos de 1,2 GHz, suporte para 64 bits, processador atualizado do Broadcom e arquitetura ARM Cortex A53.

(FIGUEIRÊDO, 2017; VENTURA, 2016; CIRIACO; GARRETT, 2016)

Figura 16 - Raspberry pi 3



Fonte: Felipe Ventura (2016)

3.4. Motor de redução

O motor de corrente contínua (DC) de 3 a 6V se diferencia dos demais por causa da sua caixa de redução que se localiza no ângulo de 90°. Devido a isso, ele se torna num produto de extrema funcionalidade, sendo utilizado por projetistas para o desenvolvimento de projetos no campo da robótica.

Figura 17 - Motor DC 3 a 6V em L 200RPM com Caixa de Redução



Fonte: <https://www.tecnotronics.com.br/motor-dc-3-a-6v-em-l-200rpm.html>

3.5. Sensor ultrassônico

O sensor ultrassônico se deve na utilização de alta frequência do som para poder medir a distância entre itens determinados, podendo operar de forma semelhante ao sonar e sendo comum na utilização em meios industriais e médicos.

Devido a sua unidade de transceptor único ele é capaz de emitir e detectar o som, através de pulsos sonoros que estão além da faixa de audição humana e graças a utilização de um temporizador ele é capaz de determinar com precisão o tempo que um pulso ultrassônico leva para “ultrapassar” em um objeto, retornando assim á unidade.

Figura 18 – Sensor ultrassônico



Fonte: <https://www.mecanicaindustrial.com.br/598-o-que-e-um-sensor-ultrassonico/>

Não é necessário o contato físico com o objeto, pois ele não detecta apenas a presença, mas também recursos para poder determinar assim qual a distância que ele se encontra. O seu princípio de funcionamento está baseado na projeção de uma onda sonora de alta frequência,

além da medição do tempo que é levado para receber o eco produzido quando o som entra em contato com algum objeto que é capaz de refletir o som.

Além disso, ele possui como funções:

- Realizar a medição de distância ou o registro de meios sólidos, em pó ou líquido
- Medir níveis
- Contar objetos
- Medir o diâmetro de bobinas

Vale ressaltar que, é apresentado uma detecção confiável independentemente da cor, textura ou formato do objeto, além de itens transparentes. Outros fatores como poeira ou sujeira não influenciam no resultado de detecção.

3.6. Sensor infravermelho

Possuem duas maneiras de aplicação em circuitos: Detecção por reflexão ou interrupção. A detecção por reflexão emite um sinal e o objeto reflete para um receptor, devido a isso quanto mais próximo o objeto está, maior será intensidade do sinal.

A detecção por interrupção tanto o emissor de sinal infravermelho quanto o receptor são instalados na mesma direção, mas com sentidos opostos. Através disso os atuadores somente irão atuar quando o sinal infravermelho for interrompido por algum objeto, devido a isso é necessário proteger ao máximo o receptor para que não ocorra nenhuma interferência indesejada.

Figura 19 – Sensor Infravermelho Tcrt5000 A



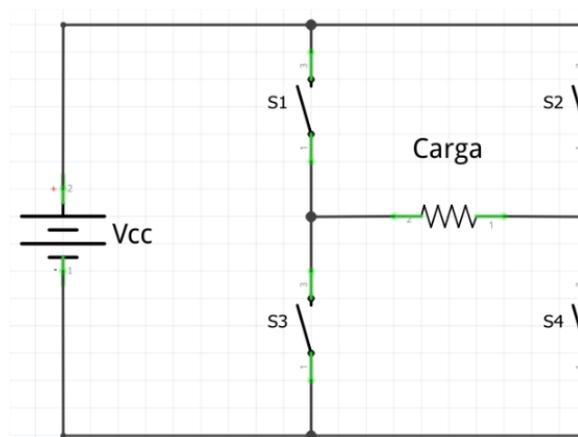
Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-973111925-sensor-infravermelho-tcrt5000-arduino-191201-_JM?matt_tool=79246729&matt_word&gclid=Cj0KCQjwudb3BRC9ARIsAEa-vUvOfzx8qUgeVo5mhJx5z4O1MLWSWpnNCyZ8y6rS7oo7iecJxY8tE3MaAvveEALw_wcB&quantity=1

Existem dois tipos: Sensor infravermelho ativo e passivo. O sensor ativo possui como propriedade a emissão de radiação infravermelha e a recepção dessa luz. O sensor passivo não emite luz, mas em consequência disso ele possui a recepção de sinal, sendo utilizado principalmente em residências para poderem acender a luz através do calor emitido do corpo do indivíduo.

3.7. Ponte H

Possui como função a variação do sentido da corrente a uma determinada carga, podendo controlar os sentidos e velocidades dos motores DC (corrente contínua). Ao acionar a chave S1 e S4 a corrente irá em um sentido, mas se acionar a chave S2 e S3 a corrente irá no sentido oposto. Vale ressaltar que se acionar qualquer combinação diferente destas nada irá ocorrer. A representação se encontra na figura 20.

Figura 20 – Ponte H



Fonte: <http://mundoprojetado.com.br/ponte-h-o-que-e-e-como-funciona/>

3.8. Empilhadeira

As Empilhadeiras (figura 21) servem para carregar grandes volumes de um determinado local até o outro que estão sobre uns pallets. Para usá-la precisa ter um conhecimento técnico sobre o assunto e funcional, para que caso haja algum problema ela possa solucioná-lo. Por isso ela se torna responsável pela segurança. Além de transportar a empilhadeira também é responsável por posicionar o material em determinado local.

Seu elevador funciona a partir de um mecanismo formado por um sistema composto por corrente, polia fixa e um atuador hidráulico, onde, ao cilindro levantar, a polia sobe a corrente, que por sua vez levanta o garfo da empilhadeira. O movimento do garfo é limitado por uma barra deslizando, que permite apenas movimentos verticais. Esse sistema consegue ser mais efetivo do que se fosse apenas o atuador hidráulico pois, com o sistema de polia e corrente, a carga é dividida entre o ponto de fixação da corrente e a polia, e a altura que o elevador consegue subir se torna maior, tanto que a cada distância que o atuador se movimenta, o garfo se movimenta duas vezes. Além disso, a corrente também serve como sistema de segurança para caso a carga for maior do que o atuador consegue levantar, fazendo com que a corrente rompa e não danifique elementos mais críticos do sistema.

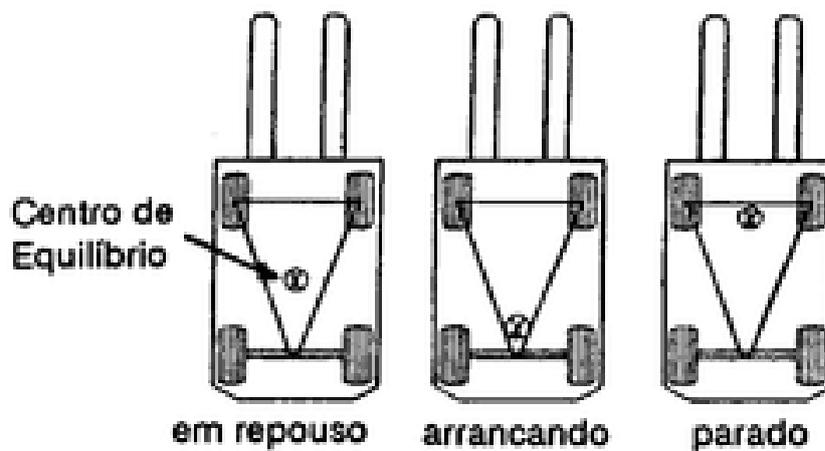
Figura 21 - Empilhadeira



Fonte: variemaq (2018)

A empilhadeira precisa usar um contrapeso que é formado pela bateria ou estrutura do veículo assim sendo necessário criar um triângulo de estabilidade, que é a área formado pelos 3 pontos de suspensão da máquina.

Figura 22 - Centro de equilíbrio da empilhadeira



Fonte: Suellen Silva de Melo Mesquita

Ela funciona da seguinte forma: usa o princípio de gangorra para criar um peso e contrapeso, e o centro de apoio da gangorra será as rodas dianteiras. O ponto de equilíbrio deve estar sempre dentro do triângulo, conforme a figura 22. Caso esteja, fora ele irá capotar naquele sentido e uma das ações que ajudam para que o ponto fique fora é fazer uma virada rápida e brusca.

Ao mesmo tempo que o uso da empilhadeira apresenta muitas vantagens ela possui muitas limitações, como por exemplo ela não pode percorrer grandes distâncias, requer espaços para poder fazer curvas e o custo de manutenção é alto, além de precisar de um operador especializado.

Atualmente foi criada a empilhadeira elétrica, que muitas vezes se torna mais viável o seu uso do que a empilhadeira mecânica e isso se deve por ela carregar cargas em distâncias curtas. A sua vantagem é que não precisa usar motor de combustão, permitindo o seu uso em lugares estreitos ou armazéns pequenos.

Por não apresentar motor de combustão ela pode ser usada em lugares que tem risco de explosão, já que por ser elétrica esse risco é evitado. Por ela ser elétrica a sua precisão é ainda maior e se torna vantajoso o seu uso com objetos que contenham líquido, já que em determinadas situações o líquido irá agir com uma força contrária a empilhadeira, que se não tomar os devidos cuidados a empilhadeira pode tombar e danificar o produto, causando prejuízo para a empresa ou para o dono do armazém.

Além dessas vantagens, por não possuir motor de combustão contribui para o meio ambiente que ano após ano sofre com a intervenção humana, seja pela fumaça dos carros ou das fábricas. Elas são de custo inferior, e por serem resistentes a altas temperaturas ela não sofre por superaquecimento. Uma de suas desvantagens é que seu uso deve ser destinado para ambientes fechados por causa das chuvas que danificam o equipamento e não pode ser usada enquanto estiver carregando as baterias. (AMARAL, 2016; RAMEP, 2017; TECSPACE, 2008)

4. Metodologia

Iremos apresentar todas as etapas do desenvolvimento do projeto, os problemas que apareceram e as conclusões chegadas através de diversas pesquisas a fim de fazer com que nosso projeto apresente os menores erros.

4.1. Escolha do tema

Através das pesquisas, vimos o decorrer da história, desde o desenvolvimento da indústria 1.0 até a 4.0 e foi possível perceber o quanto a tecnologia vem crescendo de uma forma anormal e que para isso é preciso se adaptar a esse tempo moderno. Para isso tivemos a ideia de fazer um armazém automatizado.

A cada dia novas máquinas são feitas para facilitar o trabalho humano a fim de proporcionar uma maior produtividade e um maior lucro. Ao mesmo tempo em que trabalhadores são substituídos pelas máquinas, abre espaço para a manutenção das mesmas.

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças.” (DARWIN, 1963)

Uma das coisas que mais nos motivou a insistir em tal projeto é na melhoria da qualidade das empresas. Então a partir disso foi estabelecido um objetivo, que é de fazer uma empilhadeira inteligente, onde um usuário determina a rotina de trabalho do robô, para que ele realize a tarefa programada em determinada hora e dia.

4.2. Etapas

Para transformar esse objetivo em realidade foi pesquisado sobre o funcionamento das empilhadeiras. Além disso foi pesquisado o que deve ser implantado na empilhadeira para que ela funcione sem a intervenção humana em seus mecanismos.

O robô terá a função de guardar ou buscar palets no galpão, sempre que um horário é agendado para isso. Quando o robô está em repouso, ele fica em seu “ponto 0”, que é próximo a área de carga e descarga do galpão. Ao chegar o momento em que foi marcado para o cliente despachar a carga para o armazém, a empilhadeira se direcionará ao local de carga, apanhará o que foi deixado no local e o levará a um local vago na prateleira. E quando o cliente agendar a retirada de algum palet, o robô irá ao local onde a carga se encontra e a levará ao local de descarga.

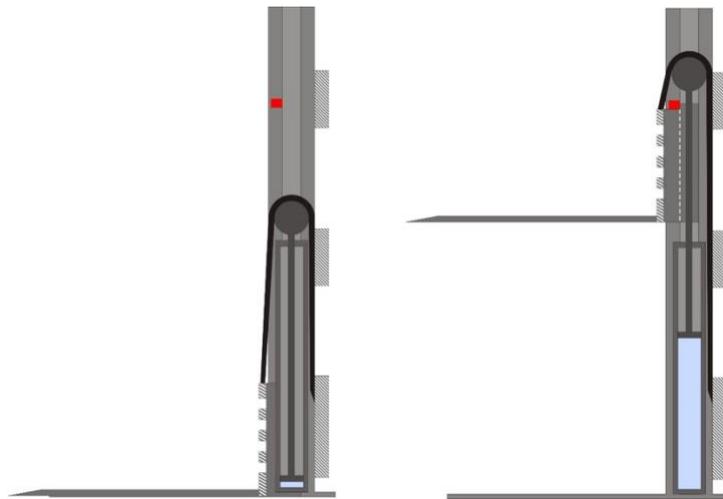
O projeto foi repartido em quatro partes, sendo elas a empilhadeira, que é o robô principal, o mapeamento do local, a interface do cliente, e a comunicação entre os meios. A seguir explicaremos mais detalhadamente essas etapas.

4.2.1. Empilhadeira

Para fazer o robô usaremos motores com *encoder* para sua locomoção. Essa escolha foi feita pois os *encoders* disparam pulsos a cada rotação do eixo do motor, possibilitando o monitoramento de sua rotação e um maior controle sobre o mesmo. Esses motores serão controlados através de um driver ponte H e um micro controlador arduíno.

O elevador da empilhadeira será feito com um dispositivo feito de um cilindro hidráulico e polia fixa, onde a polia é acoplada na ponta móvel do cilindro e, ao cilindro subir, a corrente conectada à polia também sobe, levantando o garfo onde está presa. O garfo por sua vez, fará somente movimentos verticais, devido a estar conectado em um trilho deslizante, que limita seu movimento. E assim que o elevador atinge a altura da prateleira, será acionado um fim de curso para indicar ao robô quando foi atingida a altura necessária. Na figura 23 é ilustrado o funcionamento do mecanismo com o fim de curso em vermelho.

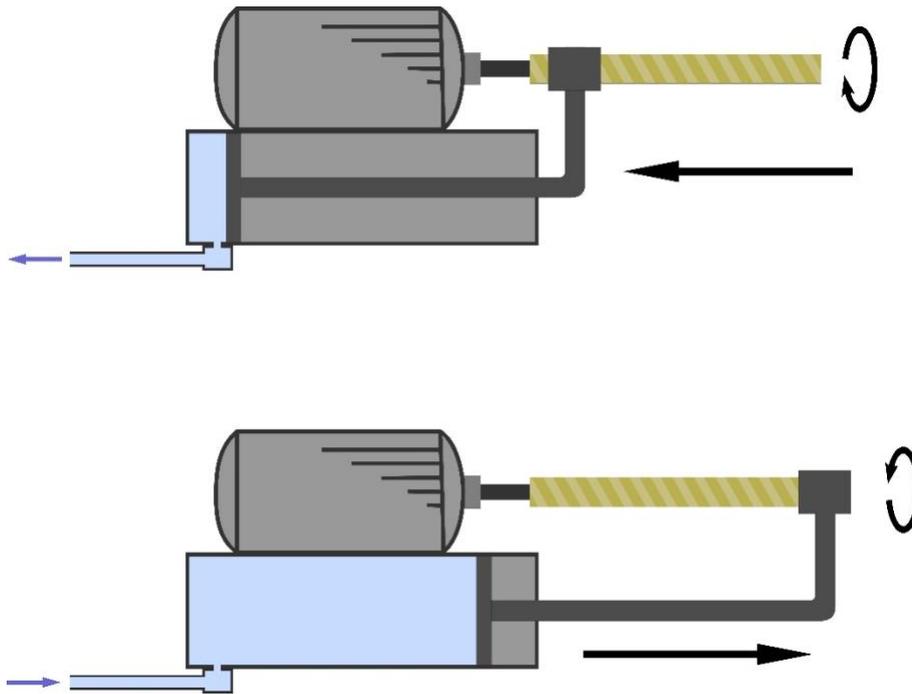
Figura 23 - Elevador da empilhadeira



Fonte: Autoria própria

A bomba hidráulica utilizada para fornecer fluido ao atuador hidráulico será feita com um parafuso sem fim, um motor e um reservatório de tamanho variável. Conforme o motor girar o parafuso sem fim, que terá um lado acoplado no motor e o outro em uma rosca localizada na parte móvel do reservatório, o mesmo se movimentará, podendo se comprimir ou expandir, fornecendo ou sugando o líquido do sistema, conforme ilustrado na figura 24.

Figura 24 - Bomba hidráulica utilizada



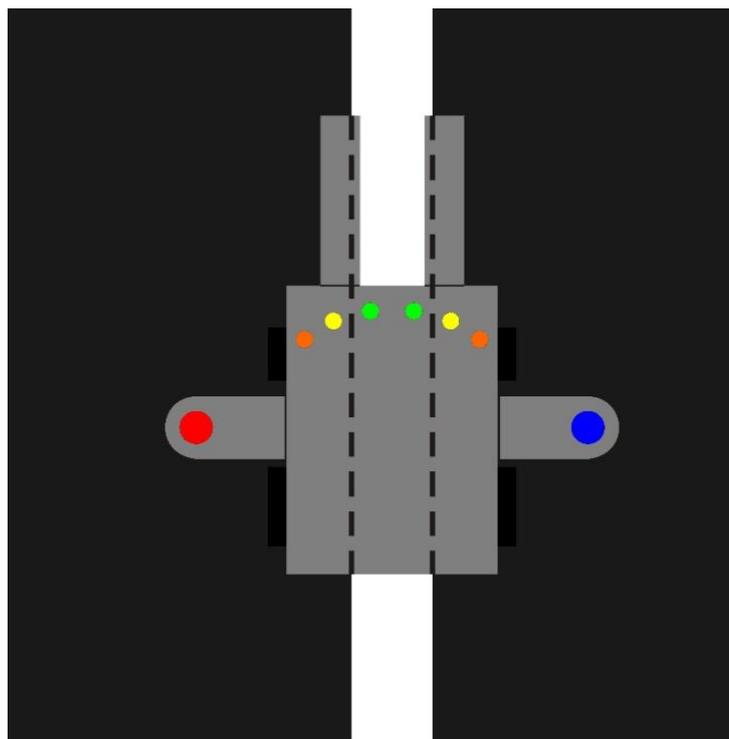
Fonte: Autoria própria

O corpo da empilhadeira será confeccionado pelo software Fusion360, e impresso em impressora 3D. Desta forma conseguiremos um corpo mais leve e feito sob medida, possibilitando que todos os encaixes possam ser feitos sem uma usinagem posterior.

4.2.2. Mapeamento

O robô irá se locomover pelo plano do galpão com um sistema de mapeamento com faixas no chão. Essas faixas serão percebidas pela empilhadeira com o auxílio de sensores infravermelho Tcrt5000, localizados na parte inferior do robô. Serão seis sensores na parte frontal. Desses sensores, os dois mais próximos ao meio estarão dentro das dependências da faixa, beirando seus limites, e os outros quatro estarão fora. Os sensores fora da faixa servirão para que o robô saiba quando está se desviando muito do percurso e corrija sua rota, quanto mais para periferia for o sensor ativado, mais crítica ele será a correção. Na figura 25 é apresentado o modelo da disposição dos sensores de faixa e seus níveis críticos de acordo com a cor, sendo amarelo para crítico e laranja para muito crítico, e o verde representa o sensor que deverá estar sempre em cima da faixa.

Figura 25 - Sensores de faixa

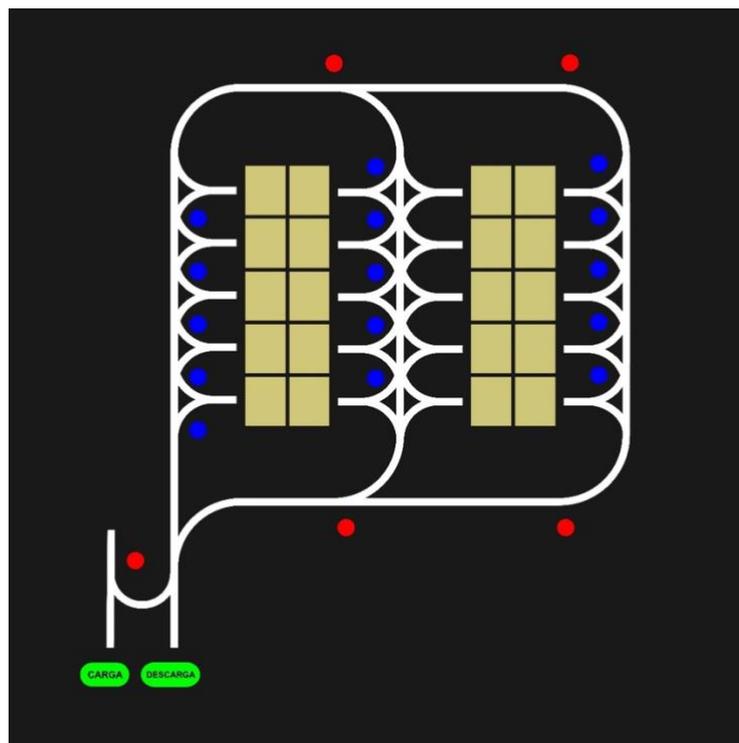


Fonte: Autoria própria

Cada corredor terá uma faixa paralela às prateleiras, e dessas faixas sairão ramificações que seguirão para as vagas. E todas as faixas principais dos corredores serão interligadas, para que o robô tenha acesso a todos os corredores.

Nos corredores, terá um marcador do lado direito da faixa, na altura de cada vaga. Na faixa de interligação também haverá um marcador, do lado esquerdo, na altura de alguns corredores. Essas marcas também serão captadas por sensores infravermelhos, localizados nas partes esquerda e direita do robô, mostrado na figura 25 como os sensores vermelho e azul. Essas marcas serão interpretadas para que o mesmo saiba em qual local do galpão está, com base na quantidade de marcas captadas e o sentido do deslocamento da empilhadeira. Com base nessas informações percebidas pelo robô, o mesmo enviará, em tempo real, ao banco de dados sua posição, para que se monitore o comportamento do robô. O esquema do mapeamento com as marcas e faixas pode ser visualizado na figura 26.

Figura 26 - Mapeamento do ambiente



Fonte: Autoria própria

4.2.3. Interface do cliente

Para fazer a interface em que o cliente interage com o robô, decidimos criar um site, por poder ser acessado em uma alta variedade de dispositivos, sendo eles remotos ou não. Devido a essas múltiplas plataformas, o site terá um layout responsivo, que é um layout que se adapta ao tamanho da tela do usuário. Esse site será feito pelo Laravel, um framework para desenvolvimento de sites em PHP completamente gratuito, e terá elementos em JavaScript e AJAX (Asynchronous JavaScript And XML).

AJAX é um método para atualizar partes isoladas de uma página web sem a necessidade de recarregá-la por inteiro. Esse método usufrui de recursos do JavaScript. Ele troca arquivos XML com o servidor de forma assíncrona ao site, não necessitando que o mesmo seja reiniciado para que aja a atualização, e o arquivo XML é inserido em algum script, fazendo com que o elemento seja atualizado de forma dinâmica.

Na página principal estará em evidência a área de login, e abaixo alguns dados sobre a empresa, como seu contato e informações sobre os serviços prestados, e após ser feito o login, o usuário será direcionado a página principal do usuário.

Haverá dois tipos de conta, a conta de cliente e a de administrador. As contas de clientes terão uma página principal com uma lista dos horários agendados para entrega ou retirada de cargas, e um menu com dois botões. Um desses botões é um link que direcionará o usuário a uma página onde ele poderá ver os horários vagos na rotina do armazém e agendar novos horários. Caso for agendar algum depósito, o cliente deve fazer uma breve descrição da carga e especificar a quantidade de palets, para que o script do site mostre os horários que atendam a

necessidade do cliente. Já o outro link, levará o usuário a uma lista onde o mesmo poderá ver os serviços prestados anteriormente. E ambos terão em seus menus botões para que possam transitar entre as 3 páginas.

Já na conta do administrador, em sua página principal terá informações dos horários marcados para o dia e seus status, do local onde o robô se encontra e de seu estado de funcionamento, se está guardando ou retirando algum palet, se está se dirigindo a prateleira ou a área de carga e descarga, se está guardando ou retirando o palet na estante, se está em período de manutenção, ou se está em estado de anormalidade. Também haverá um menu ao lado da página, onde estarão links para as páginas de controle de clientes e de controle de horários. Na página de controle de clientes, o administrador poderá criar, editar e excluir logins de clientes. Na página de controle de horários, terá uma lista de todos os horários da rotina do robô, vagos ou preenchidos, e quais clientes os agendaram, tendo também a opção de ver somente os horários de determinados clientes, ou os horários vagos. Haverá também uma opção de editar os horários, podendo alterar horários agendados para horários vagos e vice-versa.

4.2.4. Comunicação entre as partes

Para se comunicar com o baco de dados, o site precisa de um servidor. Foi escolhido o servidor LAMP, pelo fato de ser um modelo de servidor completamente gratuito e com ferramentas consolidadas. LAMP é um acrônimo para “Linux Apache MySQL PHP”, que são as partes que constituem o modelo de servidor, onde Linux é o sistema operacional, Apache é gerenciador de sites, MySQL é software de gerenciamento banco de dados, e PHP a linguagem em que o site será desenvolvido. Essa comunicação entre cliente e servidor será feita através do protocolo HTTP, com métodos GET e POST. Toda essa parte virtual ficará hospedada em um hardware, que neste projeto será um raspberry pi 3.

O banco de dados também será atualizado pelo robô, por meio do protocolo MQTT. As informações sobre a carga ou descarga realizadas pelo robô serão enviadas ao mesmo, minutos antes da hora marcada, para que fique de prontidão para operar assim que o palet for alocado em seu local de carga, ou para que já deixe o palet no local de descarga assim que o cliente vier para busca-lo. As mensagens enviadas do broker para empilhadeira serão recebidas por um nodeMCU, que estará conectado nas portas seriais do arduíno, exercendo a função de receptor de mensagens, as recebendo e decodificando para o microcontrolador principal.

5. Desenvolvimento

Neste tópico será feito o desenvolvimento do trabalho. Foram desenvolvidos um site de acompanhamento do produto e o projeto da empilhadeira.

5.1. Funcionamento

Para a criação do site foi utilizado o AwardSpace que é um servidor totalmente gratuito e que permite a criação sem limite de tempo, mas por conta de ele ser gratuito possui algumas desvantagens como por exemplo, o limite de armazenamento que é de 1 Gigabyte (GB) e banda mensal de 5 GB, então problemas foram surgindo em relação ao agendamento. Por meio dele foi utilizado o banco de dados SQL na plataforma phpmyadmin que utiliza a linguagem SQL graficamente. Sem o uso dela seria feito por linha de comando, mas com o uso do phpmyadmin ela apresenta uma plataforma gráfica mais “amigável”.

A tela inicial do site (<http://tccfatec.scienceontheweb.net>) irá apresentar o título do TCC e com uma breve ilustração mostrando o que o site irá fornecer. Como é observado na Figura 27.

Figura 27 – Home do site



Fonte: Autoria própria

Na parte sobre o projeto irá falar sobre o que o trabalho se trata, mostrando a motivação de todo esse processo, como pode ser visto na Figura 28.

Figura 28 – Sobre o projeto

Sobre

Imagine que sua fábrica não é apenas automatizada, mas todas as suas máquinas estão interconectadas digitalmente dentro de um único sistema. Essa “fábrica inteligente” permite monitorar todos os processos físicos em tempo real e tomar decisões descentralizadas efetivas. Originalmente, a Indústria 4.0 foi concebida no contexto da manufatura, mas isso mudou nos últimos anos e saiu dos processos de produção, passando pela tecnologia e suas áreas relacionadas. Com o rápido crescimento da IoT (Internet das Coisas Industrial), torna-se claro quando se olha para a expansão da Indústria 4.0. Em essência, podemos dizer que a quarta revolução industrial e as tecnologias digitais é a Internet das Coisas aplicada à manufatura. Os sistemas físicos se comunicam e cooperam uns com os outros e trazem novas possibilidades, como o trabalho remoto, que se tornou possível graças à internet.

Fonte: Autoria própria

Em caso de dúvidas ou caso queiram entrar em contato, na janela de contatos irá apresentar o nome e o e-mail dos responsáveis pelo site, para conseguir dessa maneira uma comunicação melhor para resolver além de dúvidas, possíveis problemas que podem ocorrer meio ao processo. Como pode ser observado na Figura 29.

Figura 29 – Contato dos integrantes do site.

OTAVIO E FERNANDO

Para maiores informações , entrem em contato com a gente

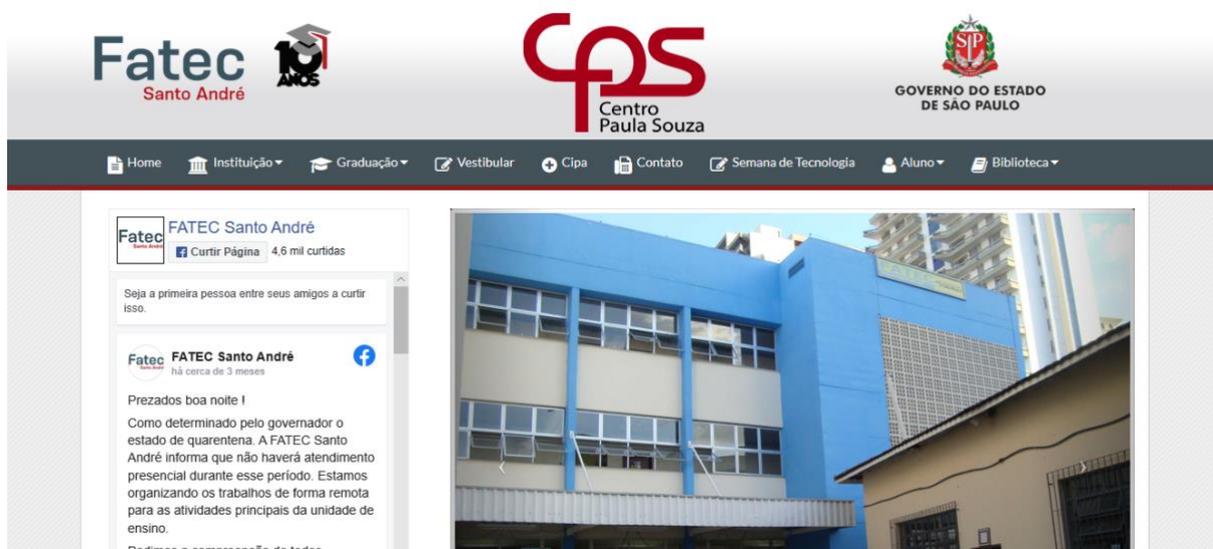
otavio.paes@fatec.sp.gov.br

fernando.matos@fatec.sp.gov.br

Fonte: Autoria própria

Foi criado o link para acessar diretamente para o site da Fatec, que está localizado com o nome FATEC - SA, a fim de que caso queiram saber mais sobre o trabalho e para que, em caso de dúvidas, saibam em que instituição foi feito esse trabalho. Como pode ser visto na Figura 30.

Figura 30 - Site oficial da Fatec Santo André



Fonte: <http://fatecsantoandre.edu.br/>

Na figura 31, apresenta o acesso ao sistema, através de um número de Matrícula e Senha, cujas informações serão divulgadas apenas para os desenvolvedores e os clientes, que irão acompanhar em tempo real a posição da empilhadeira. Caso mudem de ideia é possível ir para o menu clicando na opção voltar ao início e se a senha ou a matrícula não forem as corretas irá apresentar uma frase dizendo “usuário não autorizado” (Figura 32).

Figura 31 - Acesso ao acompanhamento do produto



Fonte: Autoria própria

Figura 32 - Usuário não autorizado

usuário não autorizado

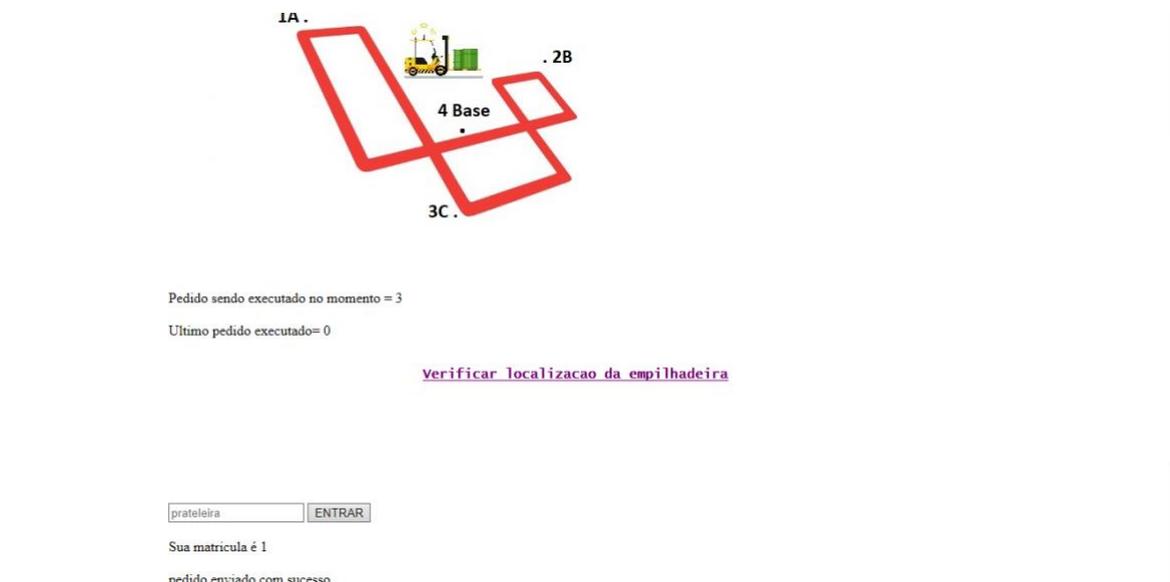
[Voltar Ao inicio](#)

Fonte: Autoria própria

Após entrar com o login e senha corretos irá mostrar uma imagem com a posição atual da empilhadeira que será a posição 4 que é a Base. No site também irá mostrar o último pedido que foi executado pela empilhadeira, o pedido sendo executado naquele momento e terá a verificação da localização da empilhadeira que será feita em tempo real.

Nessa posição (Base) será possível realizar o pedido para que a empilhadeira se locomova, após fazer a solicitação irá mostrar uma mensagem na tela dizendo “pedido enviado com sucesso” como pode ser observado na Figura 33.

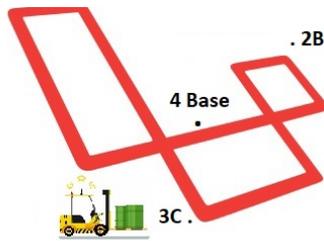
Figura 33 – Pedido realizado no site



Fonte: Autoria própria

Quando a empilhadeira estiver operando não será possível realizar um pedido, então o site irá mostrar uma mensagem dizendo que a empilhadeira está efetuando um serviço que foi solicitado anteriormente. Como pode ser analisado na Figura 34.

Figura 34 - Empilhadeira em uso



Pedido sendo executado no momento = 3

Último pedido executado= 0

[Verificar localizacao da empilhadeira](#)

Sua matricula é 1

Empilhadeira executando o pedido da prateleira 3C

Fonte: Autoria própria

Através do uso do esp32 que utiliza o protocolo HTTP é possível saber a posição da empilhadeira, como pode ser observado na Figura 35. No quadro irá ter:

- ✓ O id, ou seja, o número de matrícula.
- ✓ A hora e a Data em relação ao último pedido feito.
- ✓ Status = Posição da empilhadeira.
- ✓ Pedido que está sendo executado no momento.
- ✓ Executado que é a última tarefa que a empilhadeira executou.

Figura 35 – Funcionamento do esp32

UPDATE 3095320_tccfatec.status SET status =4, executado =0 WHERE id = 1salvo com sucesso

id	Hora	status	pedido	executado
1	2020-06-15 18:55:57	4	yy3y	0

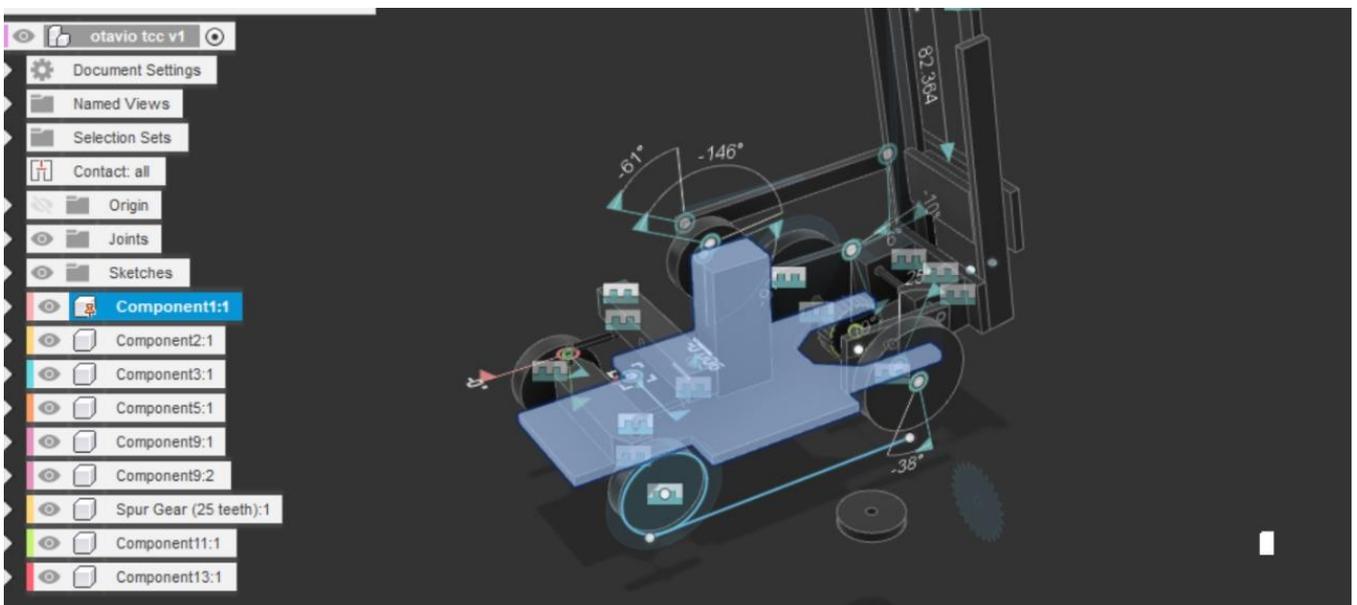
Fonte: Autoria própria

5.2. Projeto do Protótipo da empilhadeira

Foi realizado a montagem de um protótipo utilizando o Autodesk Fusion 360, que é um programa onde o usuário pode criar modelações 3D CAD/CAM para poder além de simular, dar vida ao projeto.

Para as dimensões do protótipo foram feitas estipulações com base em projeto modelo X, onde ele funcionará da seguinte forma: a base (Component1:1) irá conter os três motores do projeto junto a bateria e NodeMCU em conjunto ao esp32 que irão receber as informações vindas do site para realização do controle da empilhadeira. A partir do site será possível acompanhar a empilhadeira em tempo real, tendo em vista o sistema de sensoriamento proposto contendo sensor ultrassônico e sensor infravermelho.

Figura 36 – Protótipo



Fonte: Autoria própria

6. Resultados obtidos

Inicialmente foi feito um teste apenas fazendo uso do raspberry pi, como microcomputador em conjunto com o site lendo os dados do sensor ultrassônico, com esse parâmetro de distância postado no site, fomos ao próximo passo de teste, estipulamos um valor de distância do sensor ultrassônico para que esse valor fosse determinante para interromper a rotação do motor de teste, nesta segunda etapa também simulamos que ao chegar nesta distância mínima captada pelo sensor além de pararmos o motor o site reconheceria como ponto final do trajeto “4-base” até “2B”, e para simularmos curvas fizemos uso do sensor infravermelho, que ao sentir um objeto branco a sua frente invertia o chaveamento da ponte H que controlava o motor de teste.

Posteriormente, os 2 motores que controlam aceleração e direção do projeto foram substituídos. Neste caso foi adotado apenas um único motor que realizasse ambas as funções para simulação.

7. Conclusão

Foi desenvolvido um site utilizando o AwardSpace que é um servidor totalmente gratuito e um banco de dados SQL. O site possui um login de acesso para o usuário para acompanhamento do produto. Contendo a localização da empilhadeira em tempo real e acima de tudo informar quando ela está operando e o horário que foi feito o último pedido.

Foi projetado um protótipo de uma empilhadeira, que irá buscar os produtos. Nesta empilhadeira terá um nodemcu que controlará o mesmo, e que se comunicará com um servidor de controle, sua posição e o produto.

8. Proposta de projetos futuros

Para implementações futuras a proposta é efetivar o projeto em seu formado físico, levando em consideração o projeto já realizado no fusion, php, python etc. A utilização de mais uma empilhadeira no processo, sendo calculado o tempo de cada uma para operar para que não ocorra acidentes entre elas, também como adicionais possíveis o aprimoramento do o agendamento no site, onde os clientes possam reservar os seus serviços no prazo de até um mês ou mais.

Caso o desenvolvedor prefira focar em otimização e redução dos custos a longo prazo, a proposta é gerar um sistema inteligente, onde ao final de cada processo sem nenhuma sequência, haja uma plataforma de recarga do sistema do robô.

Além disso foi pensado em utilizar mais de uma empilhadeira no processo, sendo calculado o tempo de cada uma para operar para que não ocorra acidentes entre elas.

A segunda proposta é de desenvolver o agendamento no site, onde os clientes possam reservar o seu serviço no prazo de até um mês ou até mais se o desenvolvedor preferir e que os motores sejam substituídos por baterias mais sustentáveis e que recarregassem quando a(s) empilhadeira(as) não estivessem operando.

A terceira proposta é de melhorar o código do esp32 da empilhadeira para que ele responda de forma mais limpa e fácil.

Referências

ALMEIDA, M. **Uma introdução ao XML, sua utilização na Internet e alguns conceitos complementares.** Agosto 2002. <http://www.scielo.br/pdf/ci/v31n2/12903> (20/10/18)

CORREA, R.; CUNHA, M.; ALMEIDA, M; MORAES, J. **Simulação de aplicações utilizando o protocolo de comunicação mqtt com aplicações em ambientes industriais** https://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2016/ceel2016_artigo108_r01.pdf (20/10/18)

REDAÇÃO OFICINA. **O protocolo HTTP.** Setembro de 2017. https://www.oficinadanet.com.br/artigo/459/o_protocolo_http (20/10/18)

MEDEIROS, H. **Conhecendo JSON.** <http://www.linhadecodigo.com.br/artigo/3623/conhecendo-json.aspx> (20/10/18)

PHP. **O que o PHP pode fazer?** https://secure.php.net/manual/pt_BR/intro-whatcando.php (20/10/18)

PHP. **O que é o PHP?** https://secure.php.net/manual/pt_BR/intro-whatis.php (20/10/18)

ANDREI, L. **O que é JavaScript? Conheça essa linguagem de programação.** Abril 2018. <https://www.weblink.com.br/blog/programacao/o-que-e-javascript/> (20/10/18)

REDAÇÃO. **O que é um servidor web (webserver).** Setembro 2018. <https://tudosobrehospedagemdesites.com.br/servidor-web/> (20/10/18)

MARQUES, T. **O que é um servidor web (webserver).** Agosto 2018. https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Learn/Common_questions/o_que_e_um_web_server (24/10/18)

FIGUEIREDO, R. **Saiba o que é um Raspberry Pi e para que ele serve.** Junho 2017. <https://tudosobreraspberry.info/2017/03/saiba-o-que-e-um-raspberry-pi-e-para-que-ele-serve/> (30/10/18)

GARRET, F. **Cinco sistemas operacionais para usar no Raspberry Pi.** Setembro 2016. <https://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2016/09/cinco-sistemas-operacionais-para-usar-no-raspberry-pi.html> (30/10/18)

CIRIACO, D. **O que é Raspberry Pi?** <https://canaltech.com.br/hardware/o-que-e-raspberry-pi/> (30/10/18)

VENTURA, F. **Raspberry Pi 3 traz WI-Fi embutido e um processador mais rápido por US\$ 35.** Fevereiro 2016. <https://gizmodo.uol.com.br/raspberry-pi-3-oficial/> (30/10/18)

MORAIS, J. **O que é ESP8266 – A família ESP e o NodeMCU.** Junho 2017. <https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-esp8266-nodemcu/> (30/10/18)

ANTUNES, C. **História da Indústria.** <https://www.coladaweb.com/historia/historia-da-industria> (30/10/18)

POLANYI, K. **Industrialização.** <https://www.infoescola.com/historia/industrializacao/> (30/10/18)

BEZERRA, J. **Terceira Revolução Industrial.** <https://www.todamateria.com.br/terceira-revolucao-industrial/> (30/10/18)

BEZERRA, J. **Segunda Revolução Industrial.** <https://www.todamateria.com.br/segunda-revolucao-industrial/> (30/10/18)

BEZERRA, J. **Primeira Revolução Industrial.** <https://www.todamateria.com.br/primeira-revolucao-industrial/> (30/10/18)

GIORDANI. **Alguns fatos interessantes sobre as bombas voadoras V-1.** Setembro 2016. <http://www.cavok.com.br/blog/alguns-dados-fascinantes-sobre-as-bombas-voadoras-v1-vergeltungswaffe-1/> (30/10/18)

GONÇALVES, R. **Segunda Revolução Industrial.** Outubro 2018. <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/segunda-revolucao-industrial.htm> (30/10/18)

FREITAS, E. **Terceira Revolução Industrial.** <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/terceira-revolucao-industrial.htm> (30/10/18)

BEZERRA, J. **Industrialização no Brasil.** <https://www.todamateria.com.br/industrializacao-no-brasil/> (30/10/18)

LOUREIRO F. **A industrialização no Brasil.** 2008. https://www.suapesquisa.com/historiadobrasil/industrializacao_brasil.htm (30/10/18)

FREITAS, E. **A industrialização brasileira.** <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/a-industrializacao-brasileira.htm> (30/10/18)

SPRICIGO, B. **Resumo sobre Indústria 4.0: entenda rapidamente os conceitos e benefícios.** Março 2018. <https://www.pollux.com.br/blog/resumo-sobre-industria-4-0-entenda-rapidamente-os-conceitos-e-beneficios/> (30/10/18)

BOETTCHER. M. **Revolução Industrial – Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Industria 4.0.** Novembro 2015. <https://www.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-de-hist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher> (30/10/18)

AMARAL, R. **Dimensionamento mecânico de uma empilhadeira com mecanismo de nivelamento.** Setembro 2016. <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10018981.pdf> (30/10/18)

RAMEP. **Empilhadeira elétrica: como são e para que servem?** Setembro 2017. <http://ramep.com.br/empilhadeira-eletrica-como-sao-e-para-que-servem/> (30/10/18)

TECSPACE. **Aula 2 sobre empilhadeiras.** Abril 2008. <http://tecspace.com.br/paginas/aula/set/set-aula02.pdf> (30/10/18)

TECMUNDO. **O que é SQL e para que ele serve?** Outubro 2019 <https://www.tecmundo.com.br/software/146482-sql-que-ele-serve.htm> (09/06/20)

FURTADO, G. **Você precisa saber o que é SQL!** 2018 <https://dicasdeprogramacao.com.br/o-que-e-sql/> (09/06/20)

PISA, P. **O que é e como usar o MySQL?** Abril 2012
<https://www.techtudo.com.br/artigos/noticia/2012/04/o-que-e-e-como-usar-o-mysql.html> (10/06/20)

LONGEN, A. **O Que É MySQL? Guia Para Iniciantes.** Janeiro 2019
<https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-mysql/> (10/06/20)

ABCARTICULOS. **Vantagens e desvantagens do MySQL.** Abril 2016
<http://pt.abcarticulos.info/article/vantagens-e-desvantagens-do-mysql> (10/06/20)

PHP. **Desmistificando o PDO - PHP Data Object.** Dezembro 2009
<http://www.phpbrasil.com/artigo/1hFjYMsDEjW8/desmistificando-o-pdo--php-data-object>
(12/06/20)

PHP. **PHP Data Objects.** https://www.php.net/manual/pt_BR/book.pdo.php
(16/06/20)

Tecmundo. **O que é CSS?** Setembro 2009
<https://www.tecmundo.com.br/programacao/2705-o-que-e-css-.htm> (16/06/20)

Ariane, G. **O que é CSS? Guia Básico para Iniciantes.** Agosto 2019
<https://www.hostinger.com.br/tutoriais/o-que-e-css-guia-basico-de-css/> (16/06/20)

MDN. **O que é CSS?** Setembro 2019 https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Learn/CSS/First_steps/O_que_e_CSS (16/06/20)

Tecnotronics. **Motor DC 3 a 6V em L 200RPM com Caixa de Redução.**
<https://www.tecnotronics.com.br/motor-dc-3-a-6v-em-l-200rpm.html> (05/07/20)

Mecânica Industrial. **O que é um sensor ultrassônico.**
<https://www.mecanicaindustrial.com.br/598-o-que-e-um-sensor-ultrassonico/> (05/07/20)

Balluff. **Sensor ultrassônico: como ele funciona e de que modo pode ajudar a sua indústria?**

<https://balluffbrasil.com.br/sensor-ultrassonico-como-ele-funciona-e-de-que-modo-pode-ajudar-a-sua-industria/> (05/07/20)

Saber elétrica. **Sensor infravermelho – Funcionamento, Características e Aplicações**

<https://www.sabereletrica.com.br/sensor-infravermelho-funcionamento/> (05/07/20)

Fábio. **Ponte H – O que é e como funciona.** Abril 2018

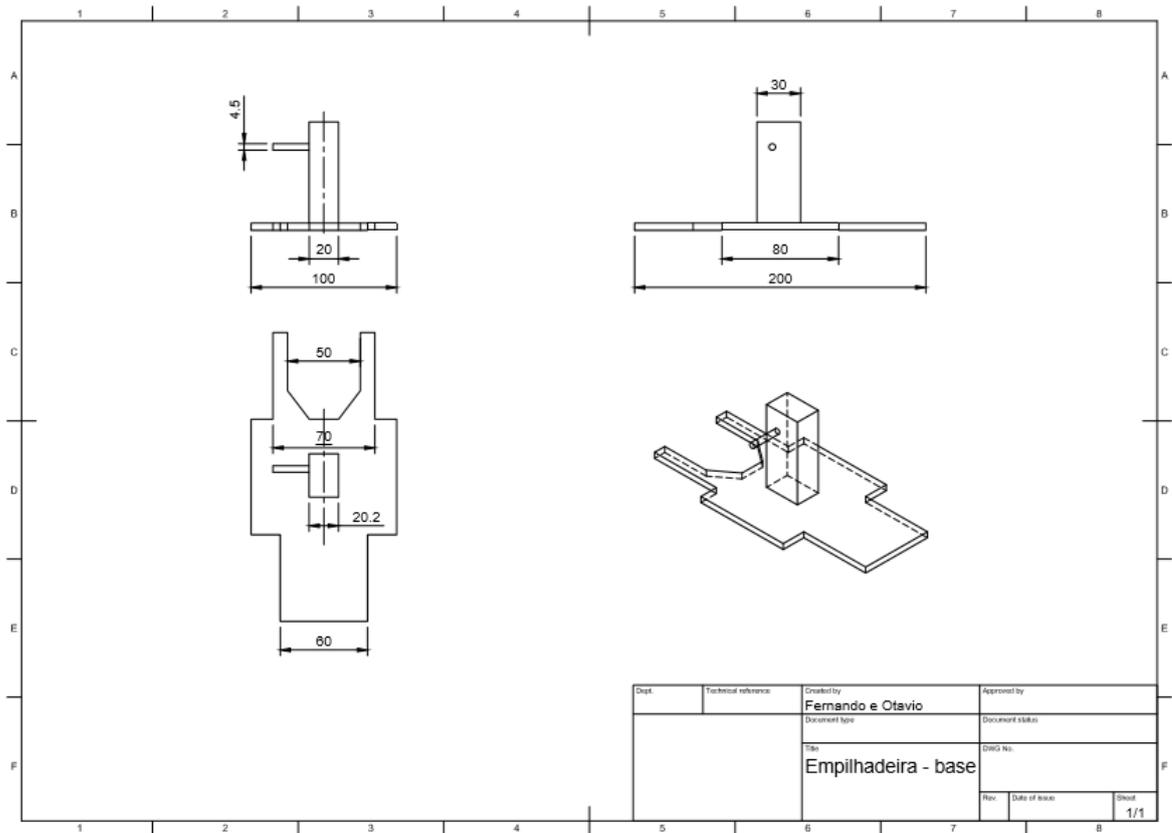
<http://mundoprojetado.com.br/ponte-h-o-que-e-e-como-funciona/> (05/07/20)

Apêndice

APÊNDICE A – Tabela entidade relacionamento.

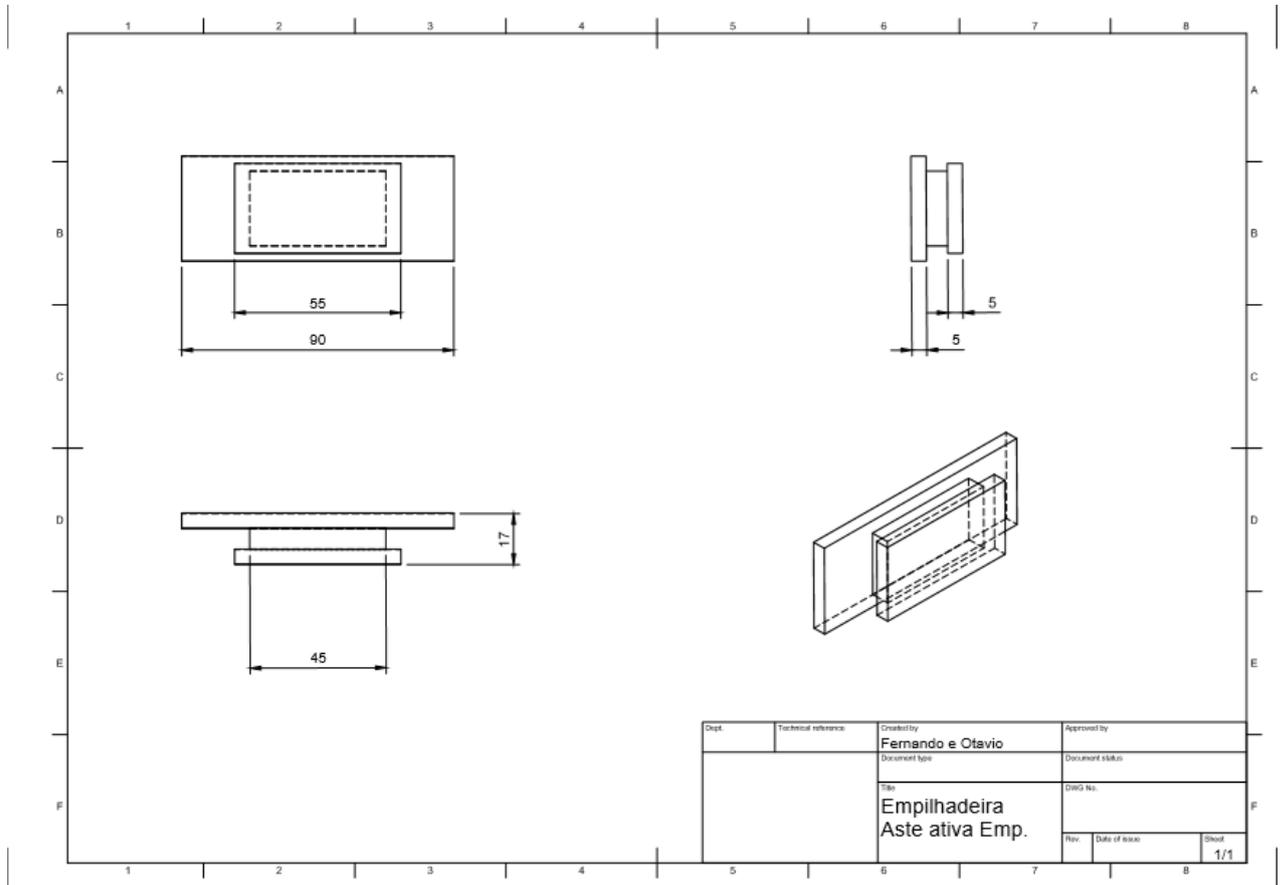


APÊNDICE B – Base



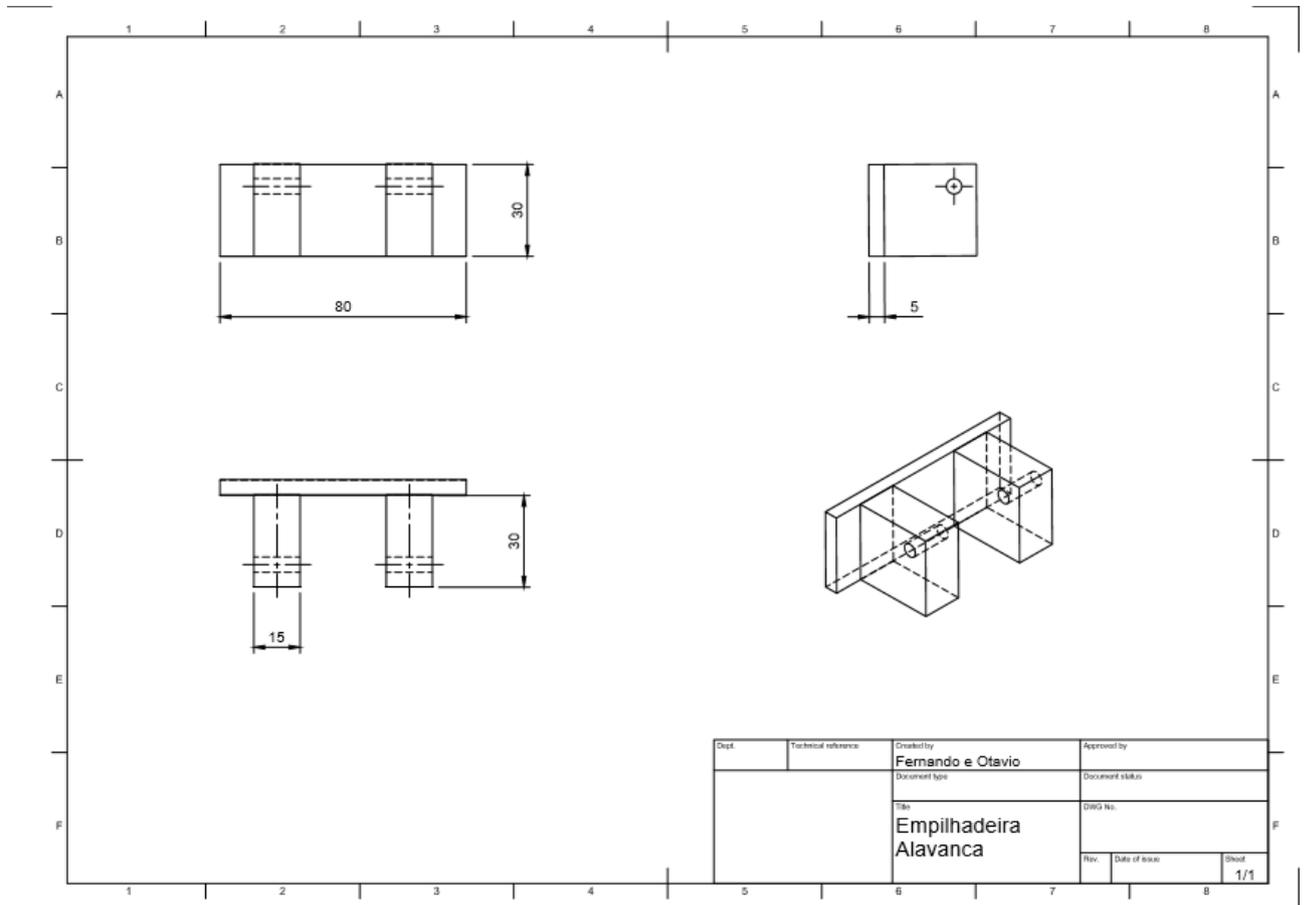
Nesta imagem a torre central deve ser substituída pelo sistema do motor em conjunto com a redução, sendo a torre central apenas um exemplo de posicionamento do motor.

APÊNDICE C – Haste ativa



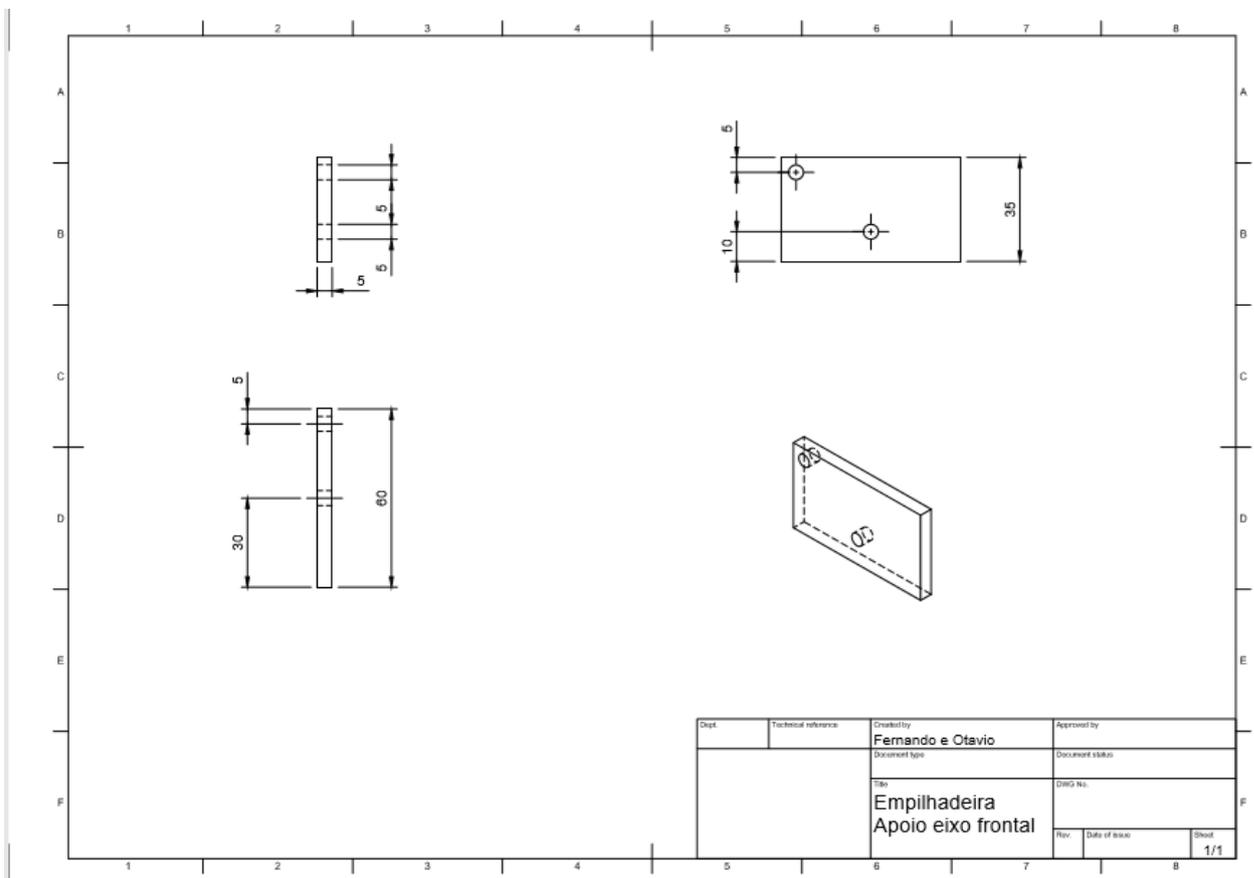
Dept.	Technical reference:	Created by Fernando e Otavio	Approved by
		Document type	Document status
		Title Empilhadeira Aste ativa Emp.	DWG No.
		Rev.	Date of issue
			Sheet 1/1

APÊNDICE D – Alavanca

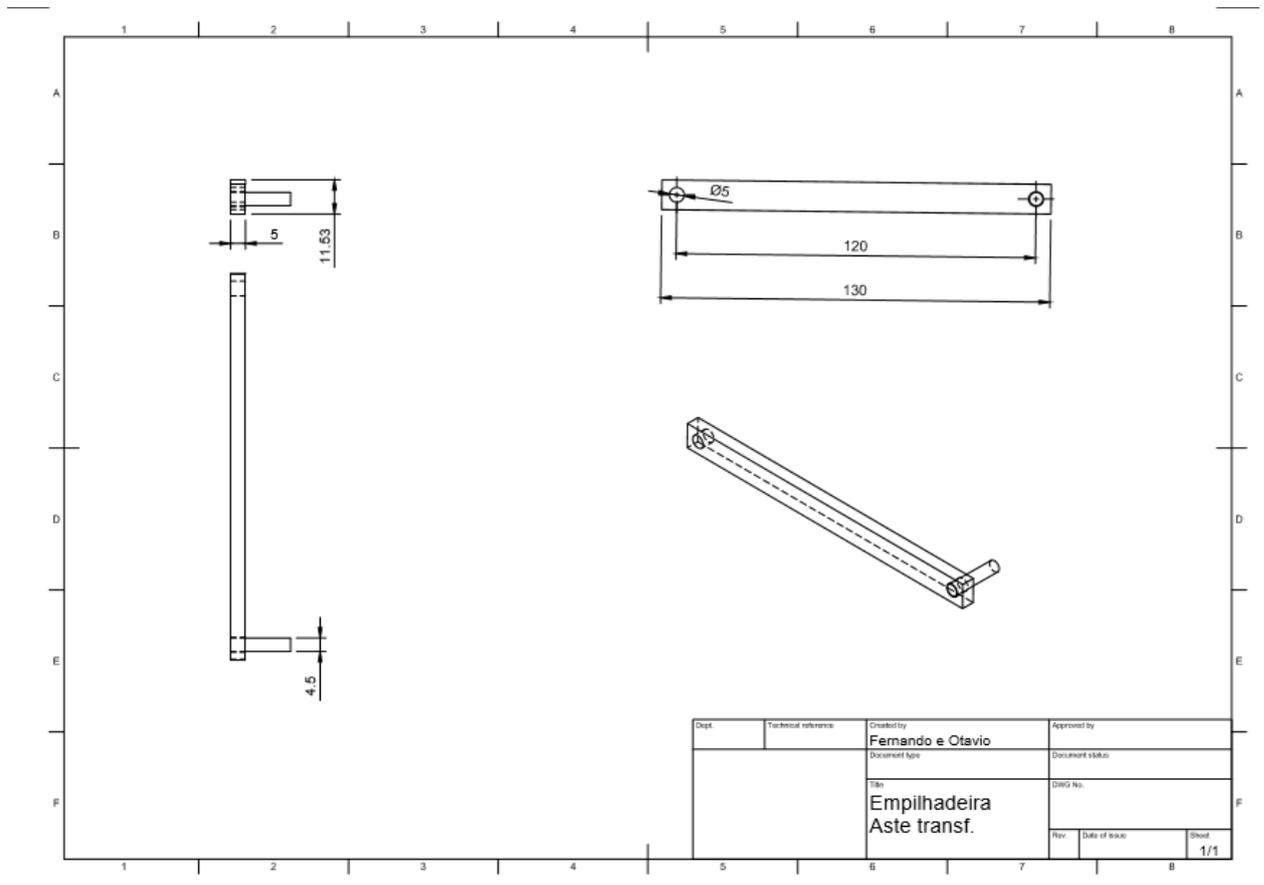


Dept.	Technical reference	Created by Fernando e Otavio	Approved by
		Document type	Document status
		Title Empilhadeira Alavanca	DWG No.
		Rev.	Date of issue
			Sheet 1/1

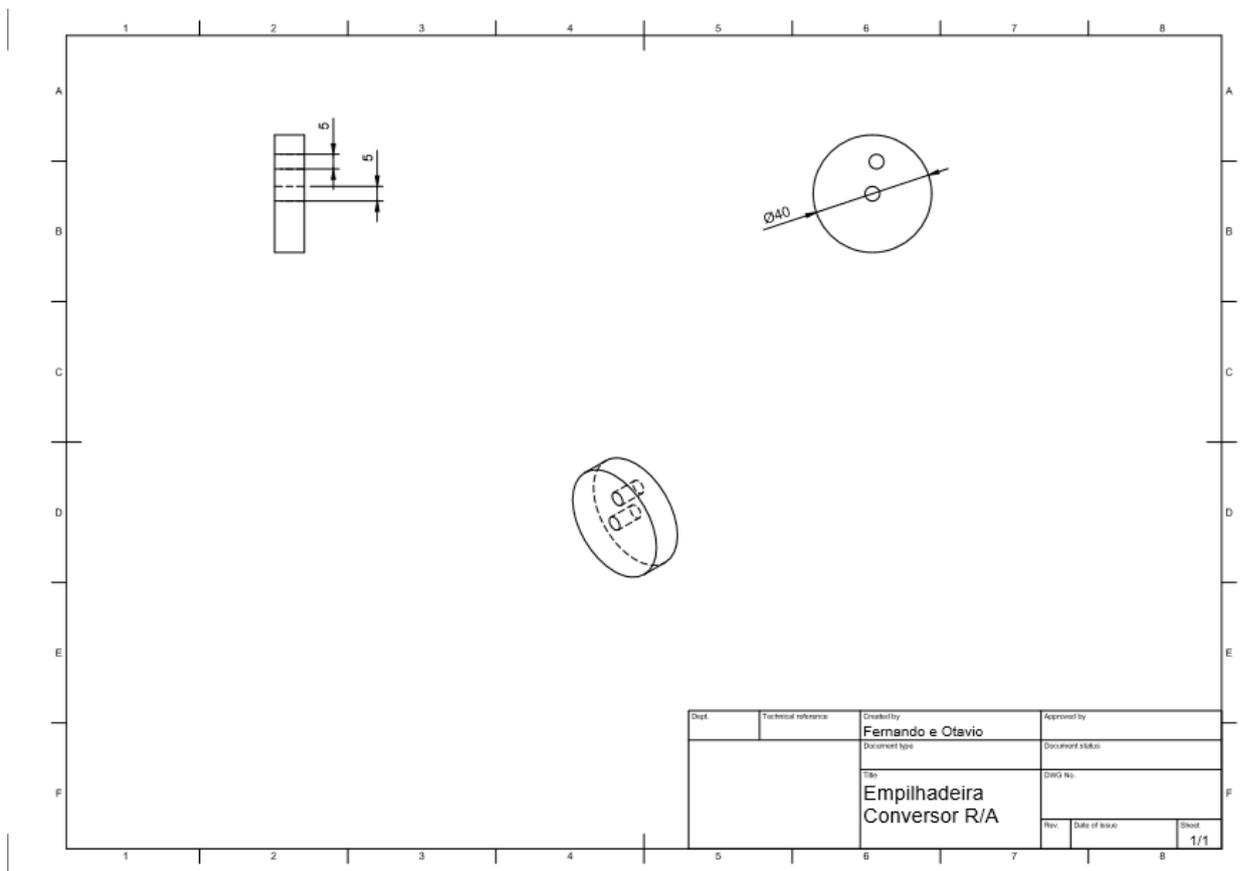
APÊNDICE E – Apoio eixo frontal



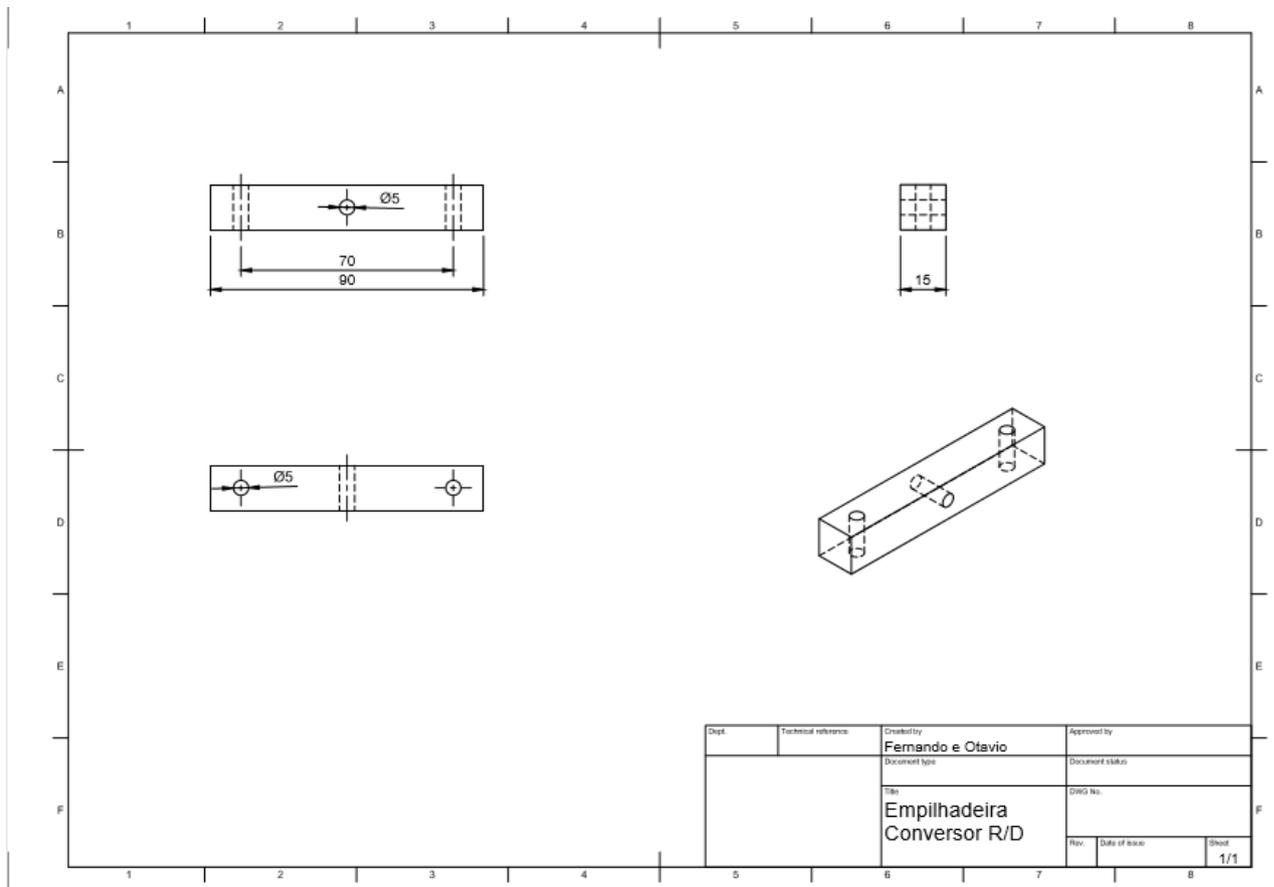
APÊNDICE F – Haste de transferência.



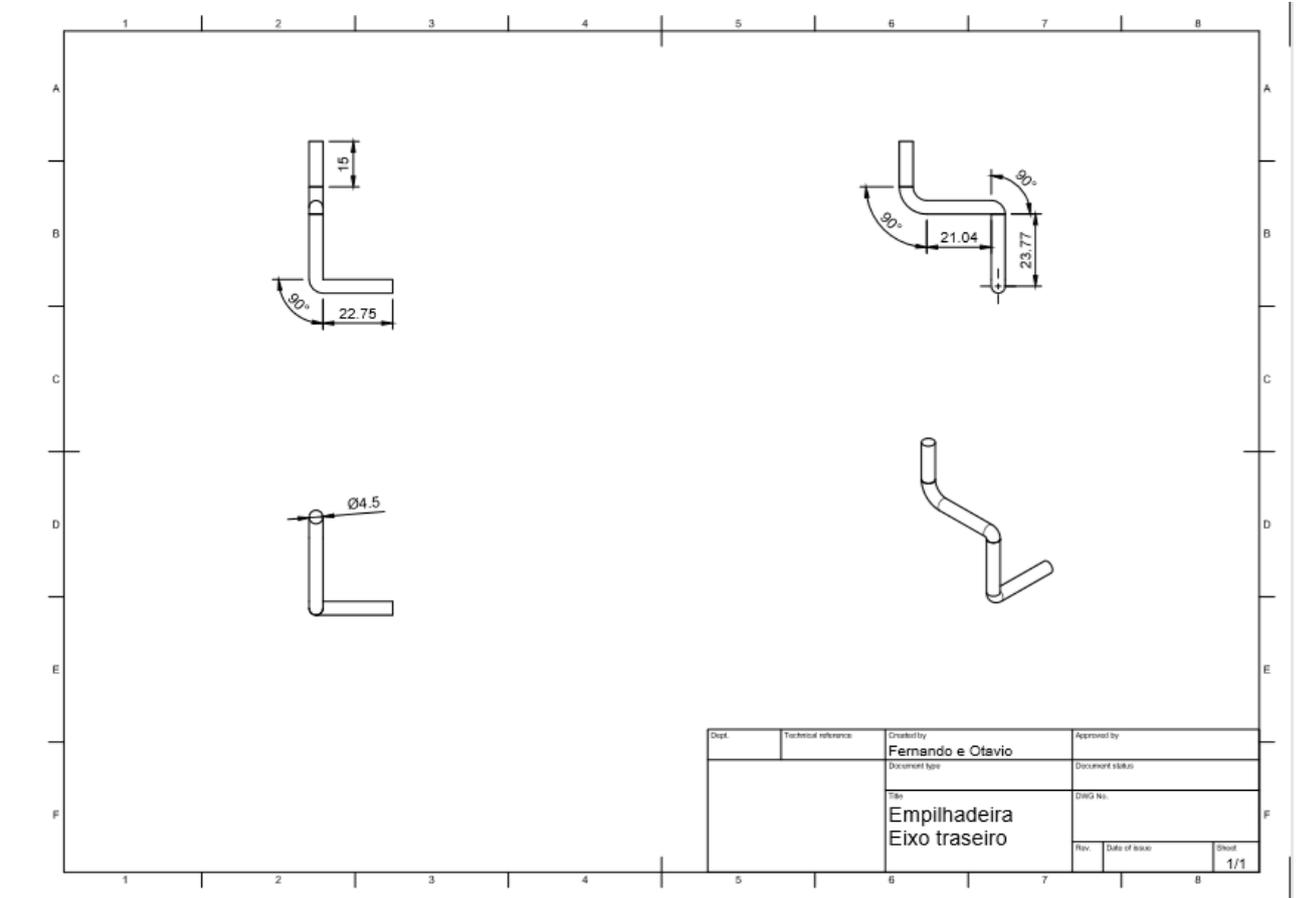
APÊNDICE G – Conversor R/A



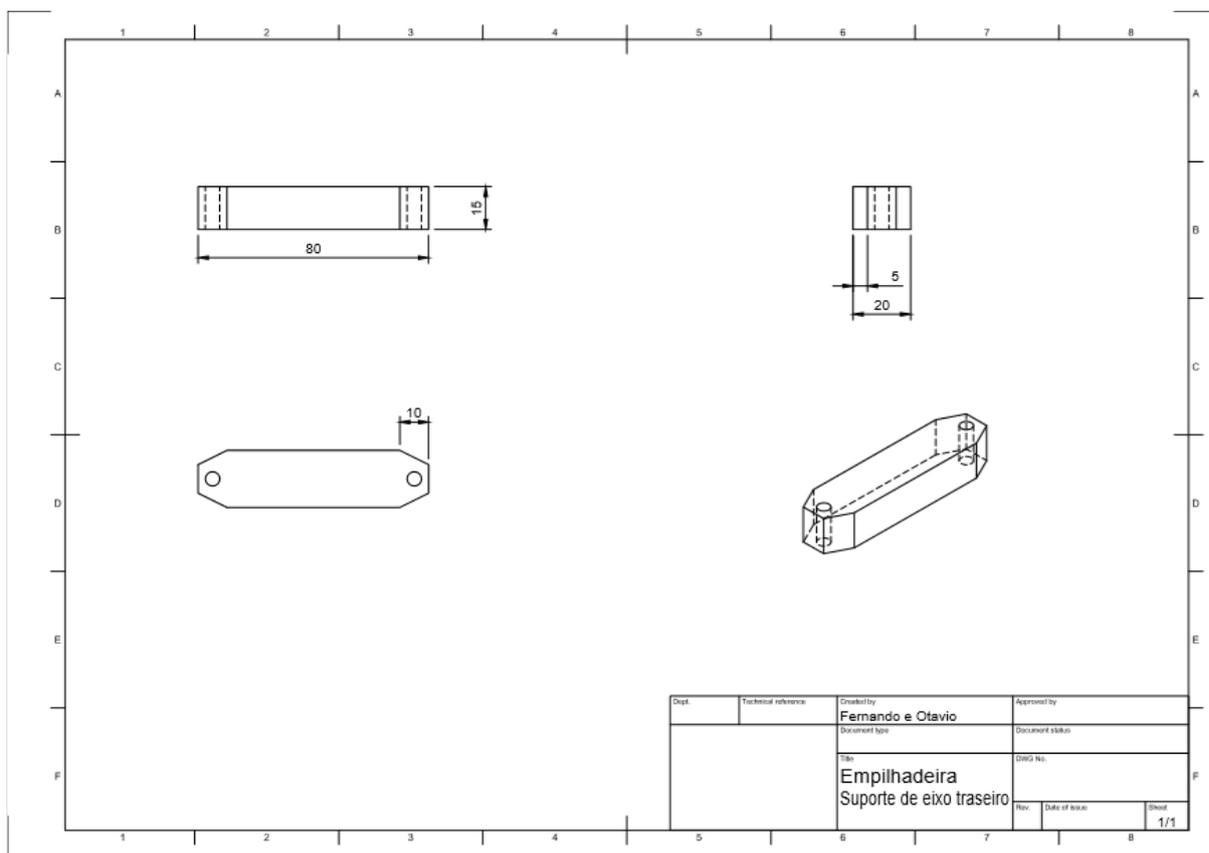
APÊNDICE H – Conversor R/D



APÊNDICE I – Eixo traseiro

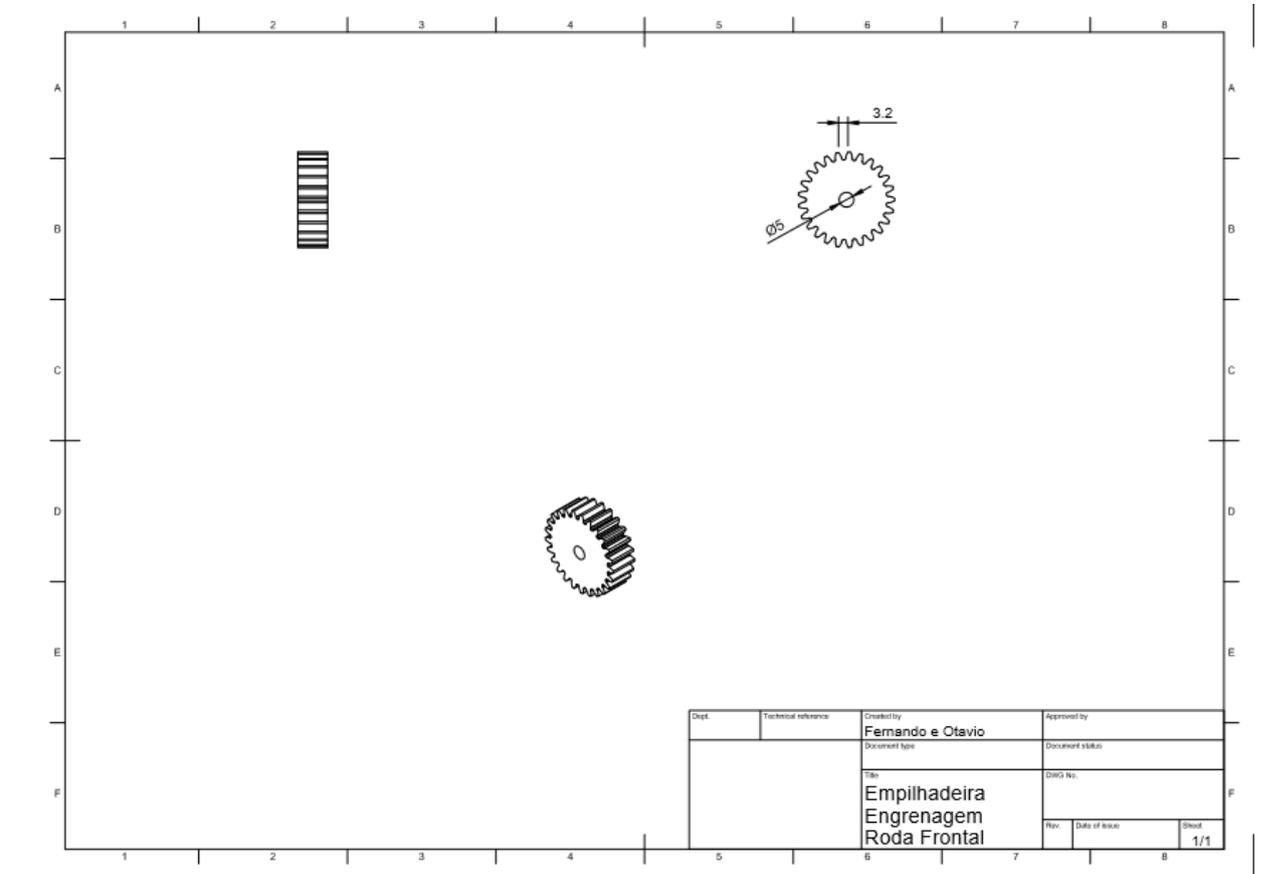


APÊNDICE J – Suporte eixo traseiro

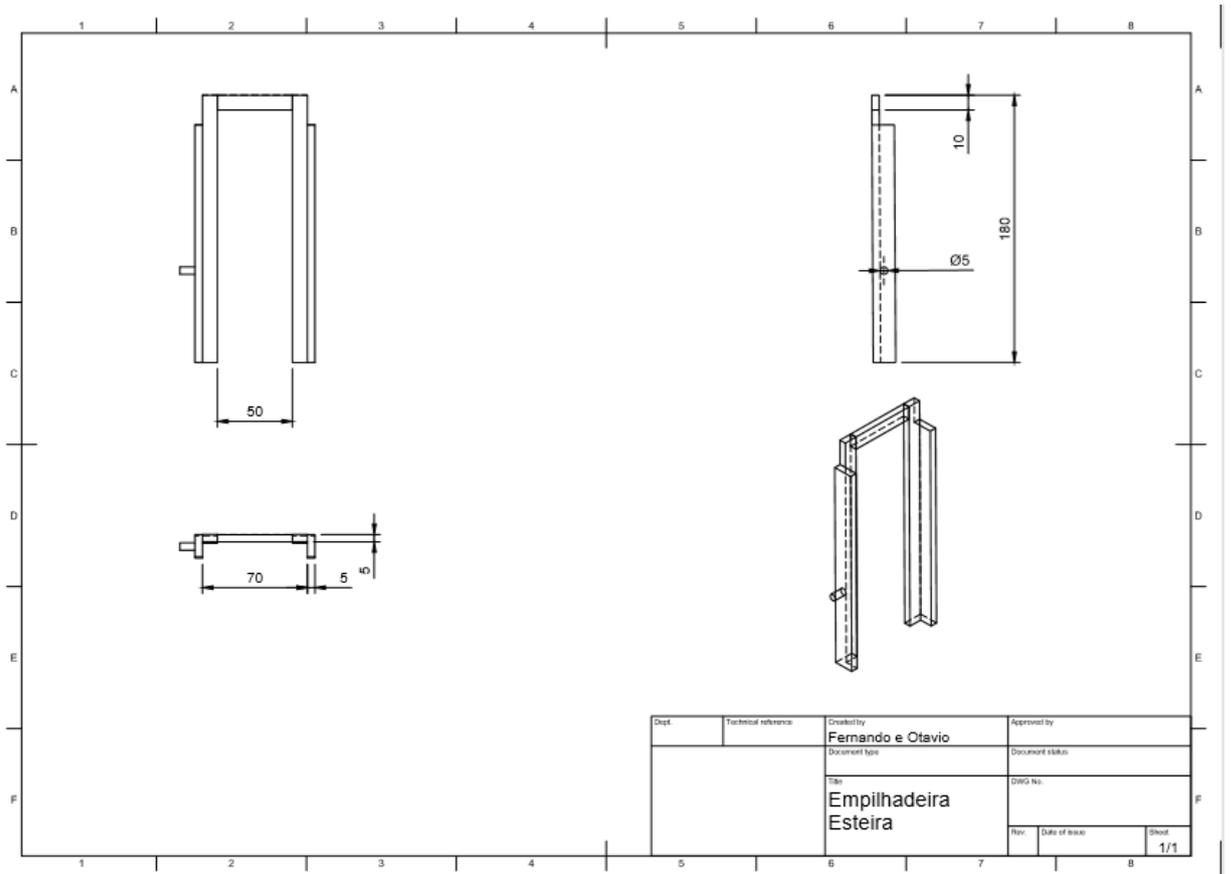


Dept.	Technical reference	Created by Fernando e Otavio	Approved by
		Document type	Document status
		Title Empilhadeira Suporte de eixo traseiro	DWG No.
		Rev.	Date of issue
			Sheet 1/1

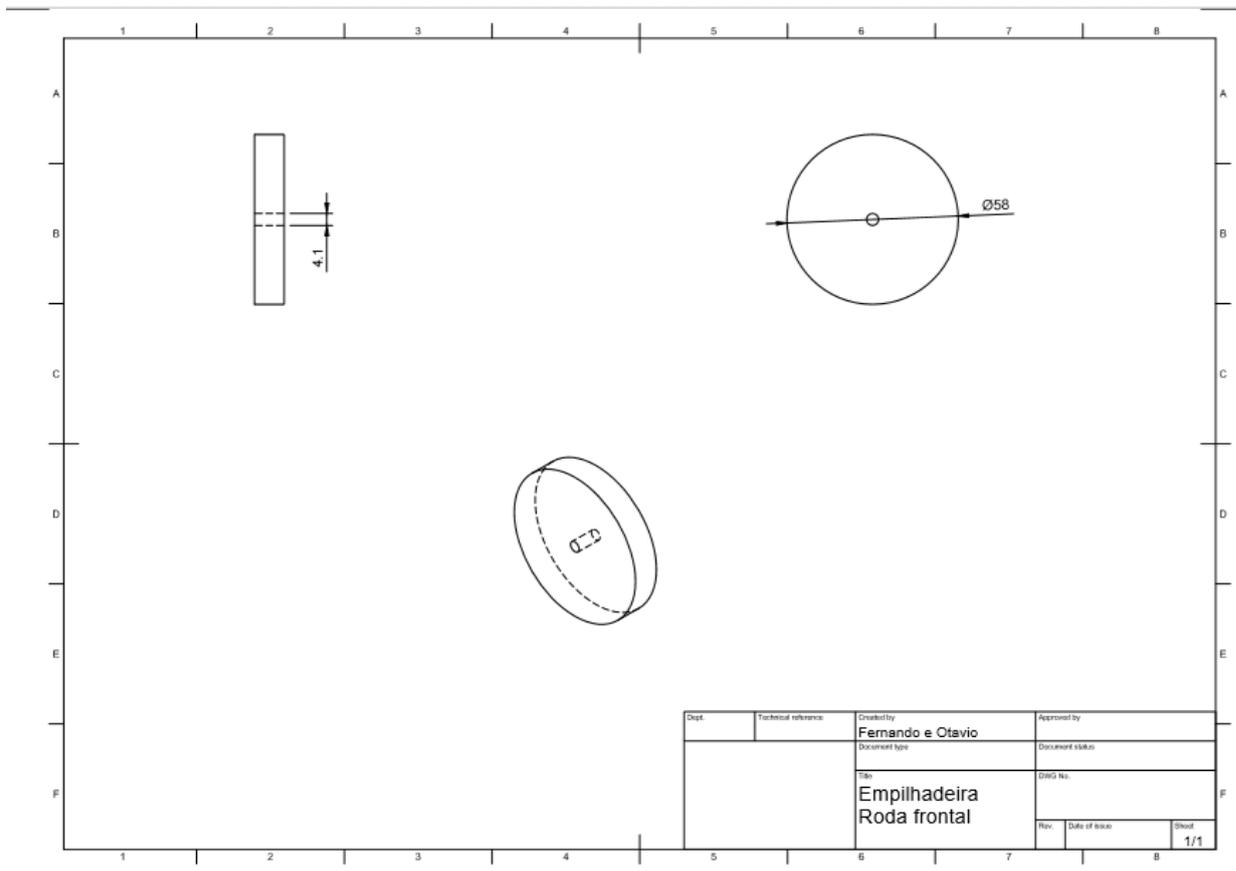
APÊNDICE K – Engrenagem Roda Frontal



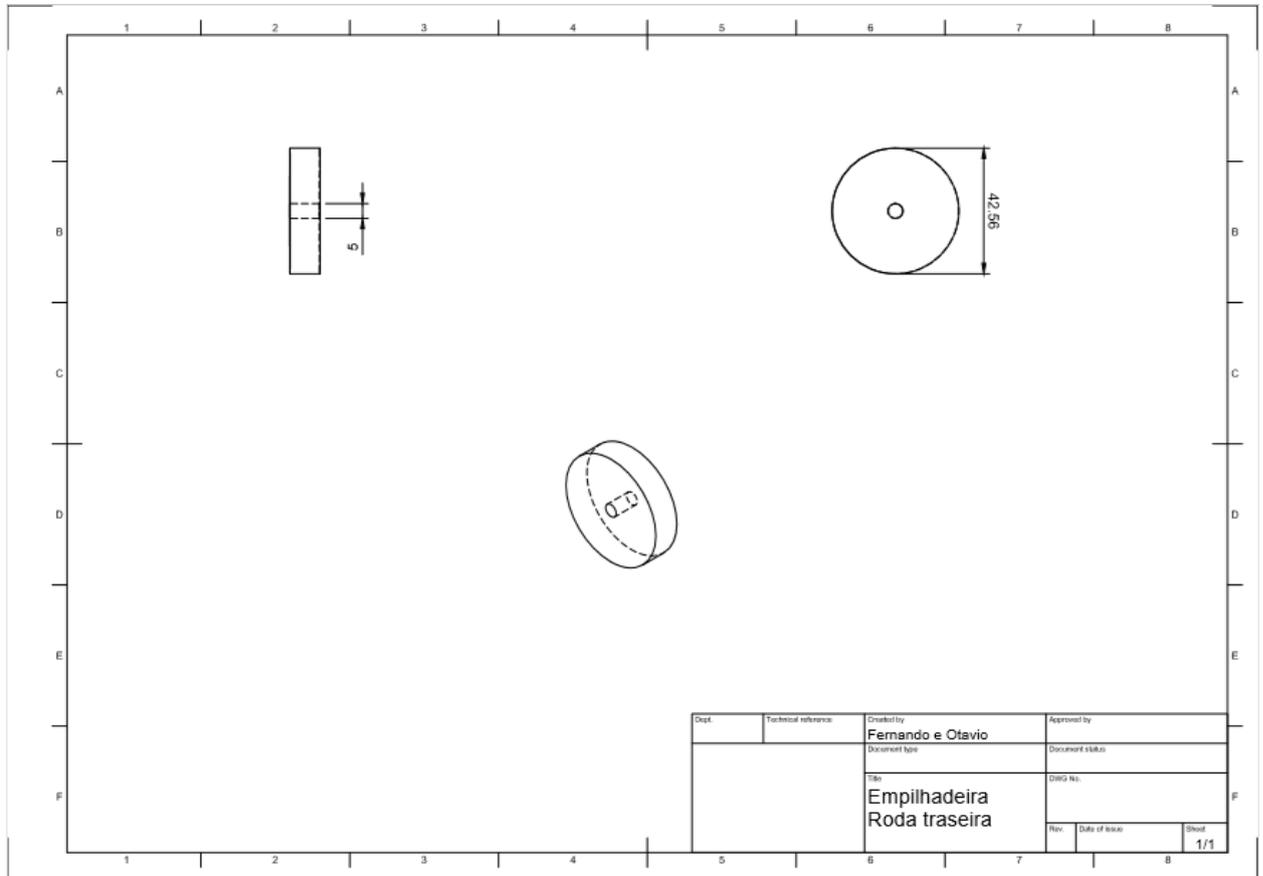
APÊNDICE L - Esteira



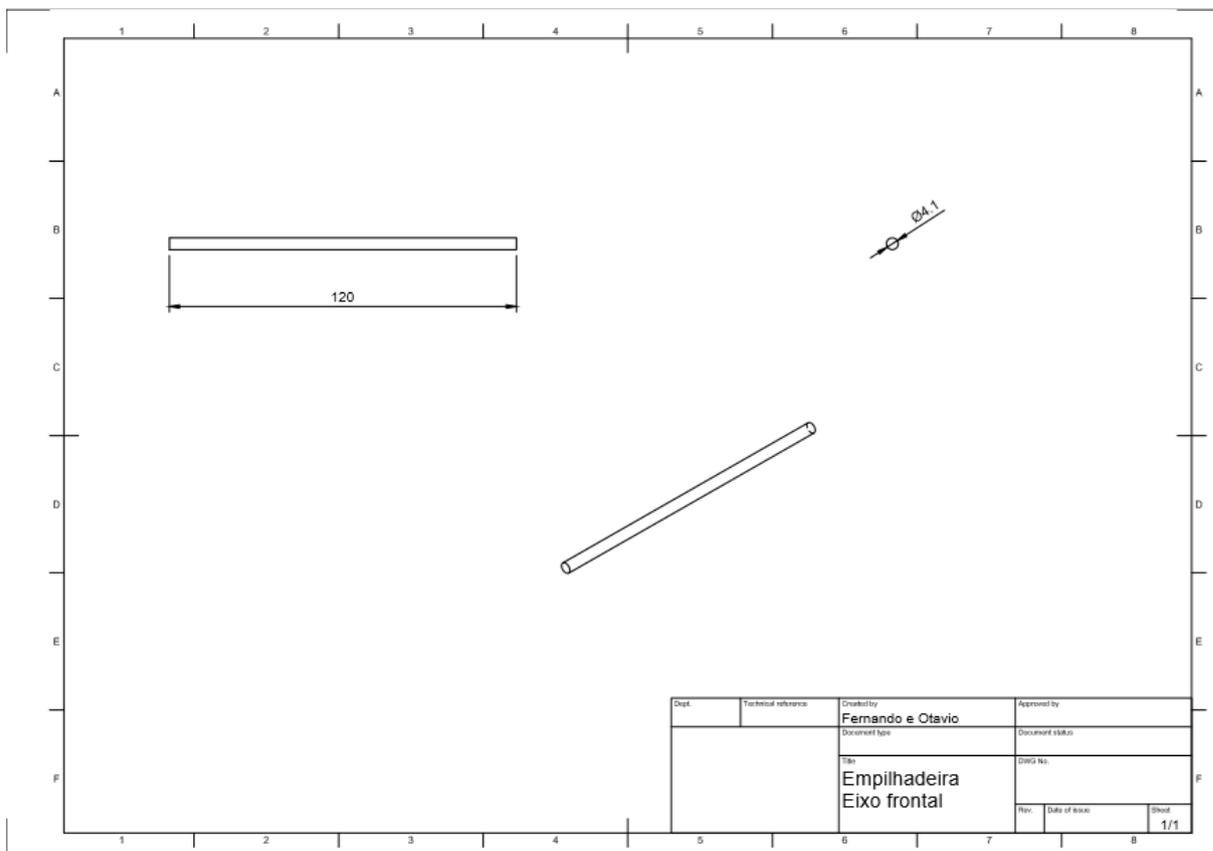
APÊNDICE M – Roda frontal



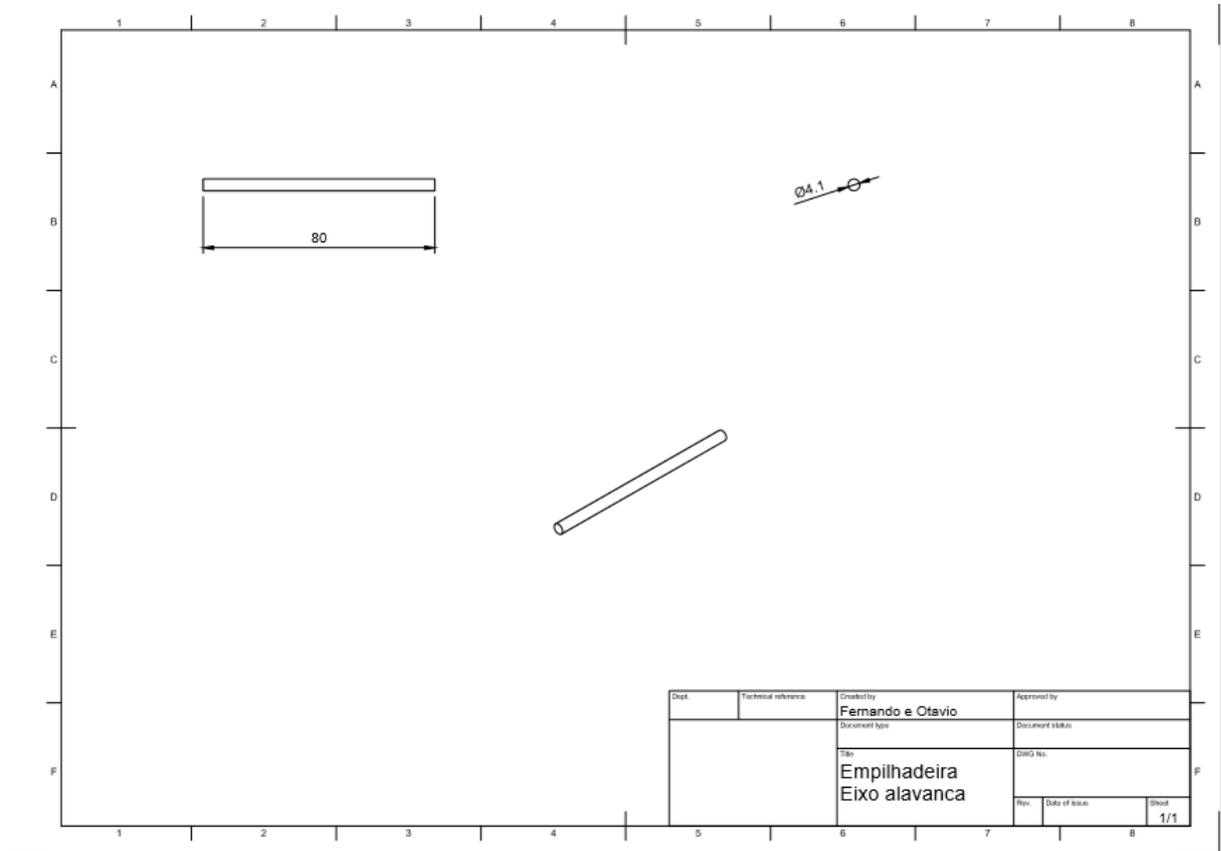
APÊNDICE N – Roda traseira



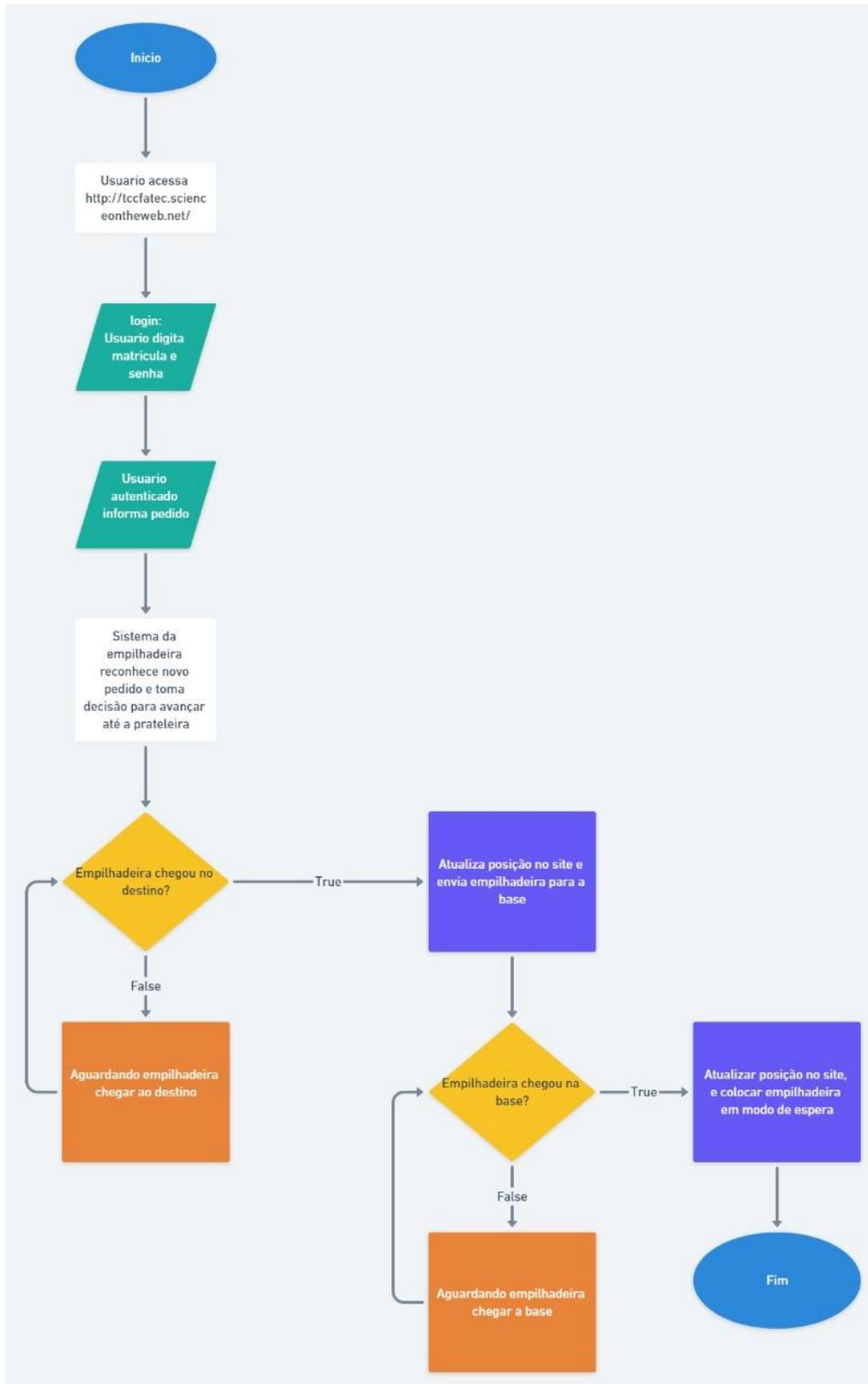
APÊNDICE O – Eixo Frontal



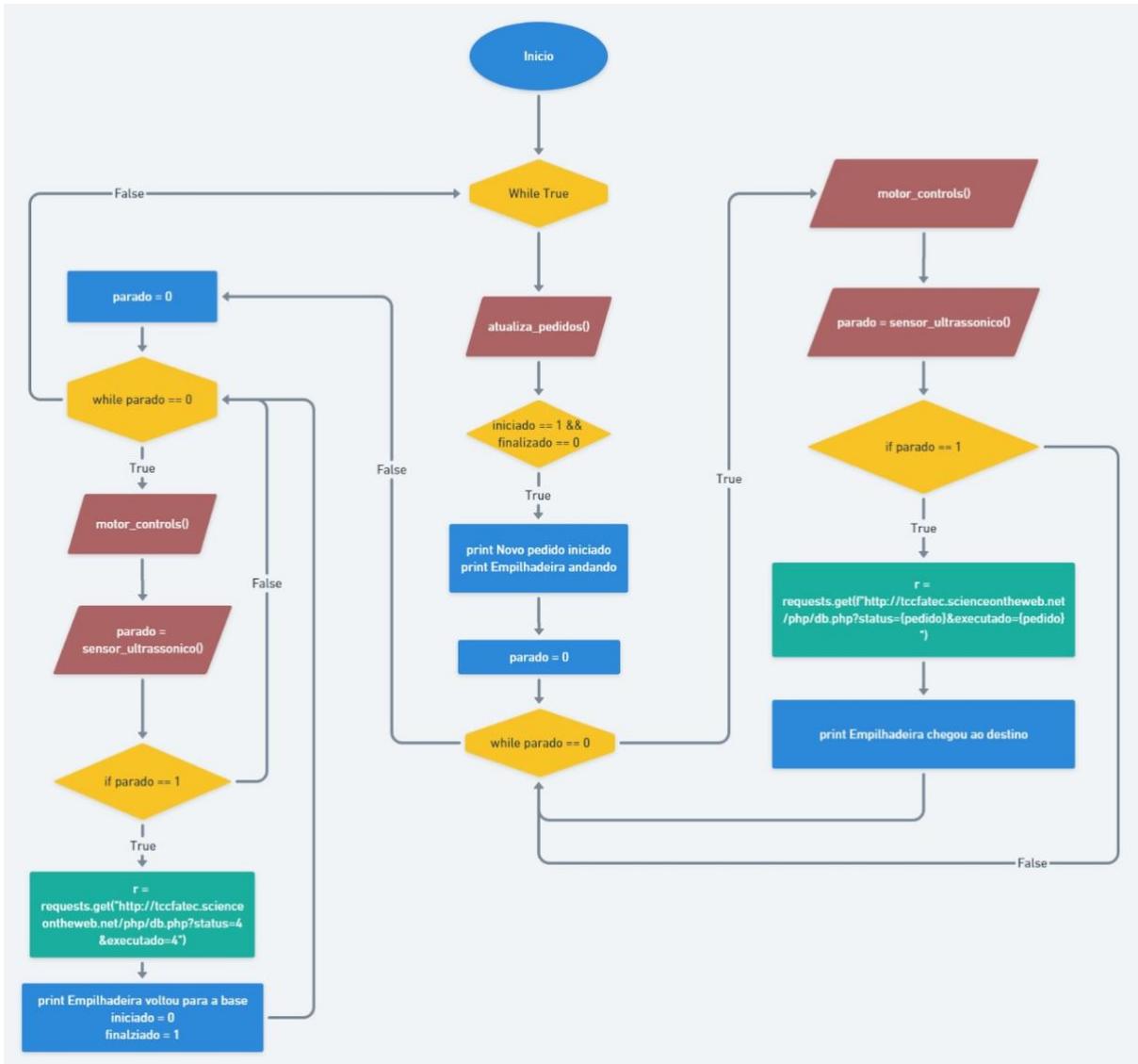
APÊNDICE P – Eixo alavanca



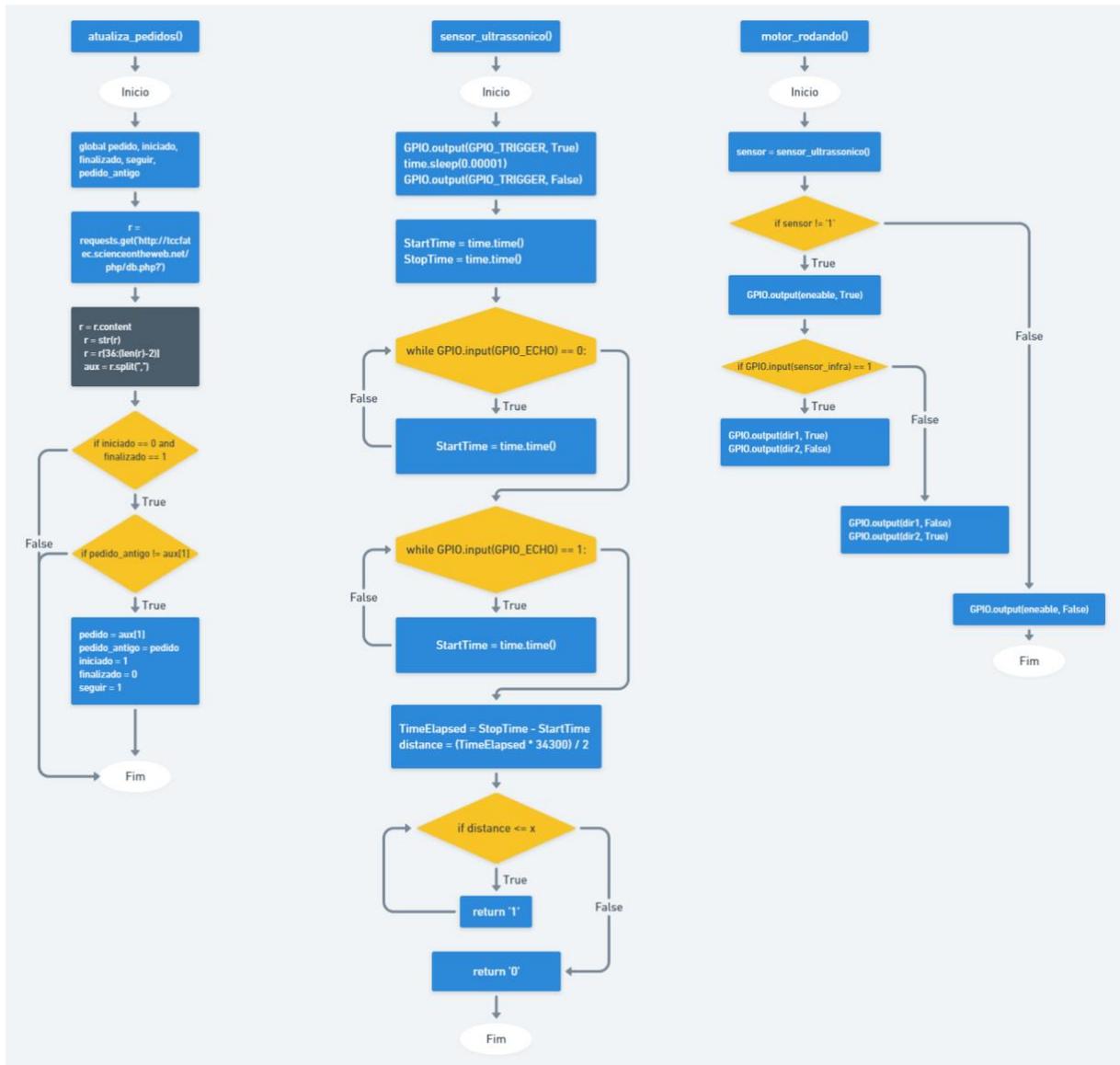
APÊNDICE Q – Fluxograma da empilhadeira



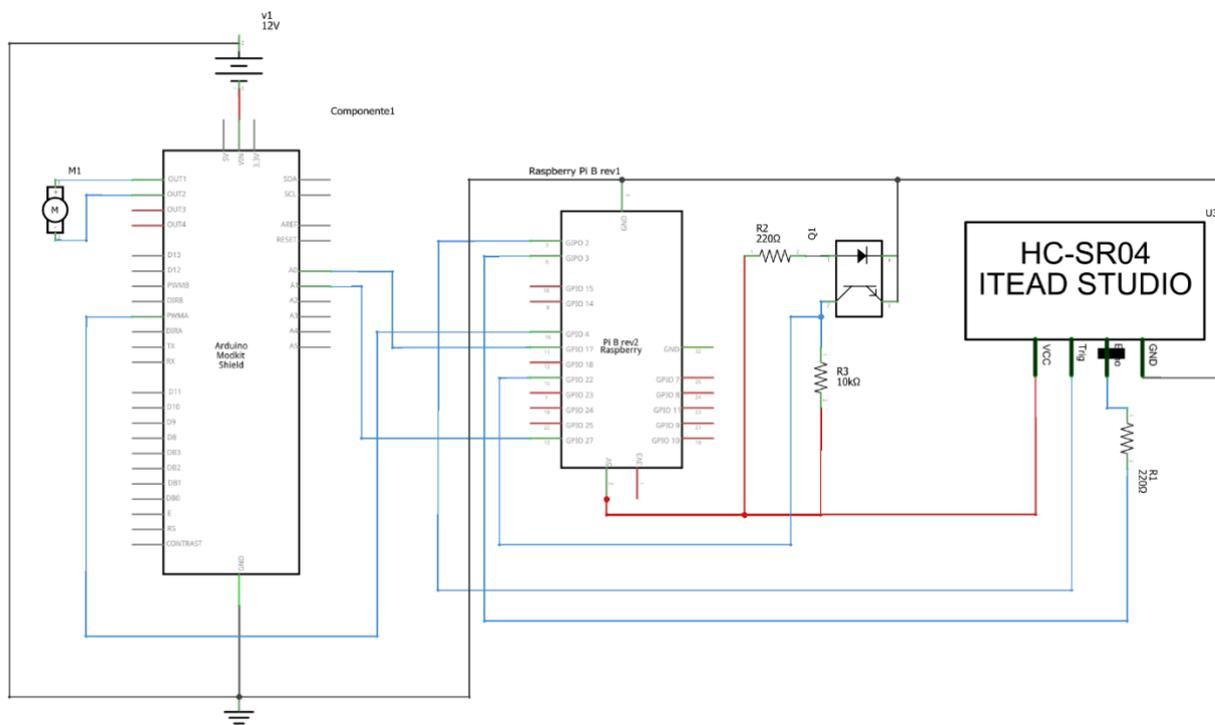
APÊNDICE R – Fluxograma do sistema de recebimento/ envio



APÊNDICE S – Fluxograma dos códigos



APÊNDICE T – Circuito elétrico



fritzing

APÊNDICE U – Dropbox

Os códigos referentes a esse projeto podem ser encontrados nos links a seguir:

Site:

https://www.dropbox.com/s/hj5z6qb6f8rtpu7/fdb21_awardspace_net.sql?dl=0

Esp32:

<https://www.dropbox.com/s/h9irlr5ai7xk3lc/C%C3%B3digo%20main%20%281%29.txt?dl=0>

Sensor Ultrassônico:

<https://www.dropbox.com/s/att38keddeeele2/sensor%20ultrass%C3%B4nico.txt?dl=0>