

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

ANDRÉ MARDEGAM
ERICK DA COSTA CRUZ
MARCELO MARQUES OLIVEIRA
RAFAEL PAULA DOS SANTOS

ROBÔ HOTELEIRO

São Bernardo do Campo – SP
Novembro/2022

Sumário

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | OBJETIVO GERAL | 5 |
| 2 | DEFINIÇÕES / SIGLAS | 5 |
| 3 | LISTA DE FIGURAS | 6 |
| 4 | LISTA DE TABELAS | 10 |
| 5 | MODELAGEM DO PROCESSO – ROBÔ HOTELEIRO | 11 |
| 5.1 | Detalhe DIP II - MQTT..... | 12 |
| 6 | SISTEMAS MECÂNICOS..... | 13 |
| 6.1 | OBJETIVO DA DISCIPLINA..... | 13 |
| 6.2 | FUNDAMENTAÇÃO TEORICA | 13 |
| 6.3 | METODOLOGIA..... | 14 |
| 6.3.1 | DIMENSIONAMENTO DA MASSA A SER TRANSPORTADA | 14 |
| 6.3.2 | DIMENSIONAMENTO DA MASSA DO ROBÔ | 15 |
| 6.3.3 | CARGA DO SISTEMA | 17 |
| 6.3.4 | DESLOCAMENTO DO ROBÔ | 18 |
| 6.4 | RESULTADO | 19 |
| 6.5 | CONCLUSÃO | 19 |
| 7 | ELEMENTOS DE MÁQUINAS | 20 |
| 7.1 | OBJETIVO DA DISCIPLINA..... | 20 |
| 7.2 | FUNDAMENTAÇÃO TEORICA E METODOLOGIA | 20 |
| 7.2.1 | EIXO | 20 |
| 7.2.2 | POLIA | 25 |
| 7.2.3 | CORREIA..... | 25 |
| 7.2.4 | MANCAL | 26 |
| 7.2.5 | ROLAMENTO | 26 |
| 7.2.6 | RODIZIO | 27 |
| 7.2.7 | MOTOR ELÉTRICO | 27 |

| | |
|--|----|
| 7.2.8 CHAVETA | 28 |
| 7.2.9 PARAFUSOS | 28 |
| 7.2.10 ARRUELAS | 29 |
| 7.2.11 PORCAS | 29 |
| 7.3 RESULTADO | 30 |
| 7.4 CONCLUSÃO | 31 |
| 8 TÉCNOLOGIA DOS MATERIAIS | 32 |
| 8.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA..... | 32 |
| 8.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA | 32 |
| 8.3 TRATAMENTO TÉRMICO | 33 |
| 8.4 TEMPERATURA DE AQUECIMENTO | 33 |
| 8.5 VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO | 35 |
| 8.5.1 MICROESTRUTURA - BAINITA | 36 |
| 8.6 RESULTADO | 37 |
| 8.1 CONCLUSÃO | 39 |
| 9 DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR..... | 40 |
| 9.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA..... | 40 |
| 9.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA | 40 |
| 9.2.1 INVENTOR PROFESSIONAL..... | 40 |
| 9.3 METODOLOGIA..... | 41 |
| 9.4 CONCLUSÃO | 49 |
| 10 MANUFATURA ADITIVA..... | 50 |
| 10.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA..... | 50 |
| 10.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA | 50 |
| 10.2.1 FOTOPOLIMERIZAÇÃO EM CUBA (ESTEREOLITOGRÁFIA – SLA) | 50 |
| 10.2.2 EXTRUSÃO DE MATERIAL | 51 |

| | |
|--|----|
| 10.2.3 JATEAMENTO DE MATERIAL | 51 |
| 10.2.4 JATEAMENTO AGLUTINANTE | 51 |
| 10.2.5 FUSÃO DE LEITO DE PÓ | 52 |
| 10.2.6 ADIÇÃO DE LÂMINAS | 52 |
| 10.3 METODOLOGIA..... | 52 |
| 10.3.1 PROJETO DO PRODUTO | 52 |
| 10.3.2 DETALHAMENTO DO PRODUTO..... | 53 |
| 10.3.3 INDICAÇÃO DE ATRIBUTOS DO PRODUTO..... | 55 |
| 10.3.4 GERAÇÃO DO ARQUIVO STL | 55 |
| 10.4 PROJETO POR MANUFATURA ADITIVA | 57 |
| 10.4.1 PLANEJAMENTO DO PROCESSO | 57 |
| 10.4.2 CONFIGURAÇÃO DOS PARÂMETROS DE IMPRESSÃO..... | 60 |
| 10.4.1 PRECIFICAÇÃO DO PRODUTO | 64 |
| 10.4.2 PROCESSO DE MANUFATURA | 65 |
| 10.5 CONCLUSÃO | 70 |
| 11 INSTRUMENTAÇÃO E MEDIDAS ELÉTRICAS | 71 |
| 11.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA..... | 71 |
| 11.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA | 71 |
| 11.2.1 PLACA DE PROTOTIPAGEM ELETRÔNICA | 71 |
| 11.2.2 PLACA WEMOS D1 | 73 |
| 11.2.3 BÚSSOLA DIGITAL..... | 73 |
| 11.2.4 SENSOR ULTRASSÔNICO | 74 |
| 11.2.5 SENSOR DE UMIDADE E TEMPERATURA – DHT11 | 75 |
| 11.2.6 BATERIA | 75 |
| 11.3 METODOLOGIA..... | 76 |
| 11.4 CONCLUSÃO | 76 |
| 12 BIG DATA | 78 |

| | |
|---|----|
| 12.1 OBJETIVOS DA DISCIPLINA | 78 |
| 12.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA | 79 |
| 12.3 METODOLOGIA..... | 80 |
| 12.3.1 MODELAGEM DE BANCO DE DADOS | 80 |
| 12.3.2 PROGRAMAÇÃO DO BANCO DE DADOS | 80 |
| 12.4 CONCLUSÃO | 82 |
| 13 INGLES II..... | 83 |
| 13.1.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA..... | 83 |
| 13.2 METODOLOGIA..... | 83 |
| 13.3 CONCLUSÃO | 87 |
| 14 DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DO PRODUTO II | 88 |
| 14.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA..... | 88 |
| 14.2 METODOLOGIA..... | 88 |
| 14.2.1 DESENVOLVIMENTO 1° SEMESTRE: ALGORITMOS..... | 88 |
| 14.2.2 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO | 89 |
| 14.2.3 SISTEMA DO PLANEJADOR E DECODIFICADOR..... | 89 |
| 14.2.4 PROGRAMAÇÃO DO PLANEJADOR E DECODIFICADOR..... | 90 |
| 14.2.5 SUPERVISÃO DOS ROBÔS..... | 90 |
| 14.2.1 INTERNET DAS COISAS (IOT) | 92 |
| 14.3 CONCLUSÃO | 94 |
| 15 REFERÊNCIAS bIBLIOGRÁFICAS..... | 96 |
| 16 ANEXO | 99 |

1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver novas tecnologias para o ramo de hotelaria, auxiliando no conforto e segurança dos seus clientes.

2 DEFINIÇÕES / SIGLAS

- **DAC** – Desenho Assistido por Computador.
- **MQTT** – Siga de “Message Queuing Telemetry Transport”, é um protocolo de mensagens leve para sensores e pequenos dispositivos móveis otimizados para redes TCP/ IP.
- **ID**: É a sigla para “identity”, palavra inglesa que significa “identidade” na tradução literal para a língua portuguesa.
- **SQL**: “Structured Query Language”, ou Linguagem de Consulta Estruturada ou SQL, é a linguagem de pesquisa declarativa padrão para banco de dados relacional.
- **DIP** – Desenvolvimento Integrado de Produto.
- **URL**: O “Uniform Resource Locator”, é um termo técnico que foi traduzido para a língua portuguesa como "localizador uniforme de recursos". Um URL se refere ao endereço de rede no qual se encontra algum recurso informático, como por exemplo um arquivo de computador ou um dispositivo periférico
- **Wi-fi**: ou “wireless” é uma tecnologia de comunicação que não faz uso de cabos,
- **Broker**: É o servidor intermediário da informação.
- **IoT**: Significa em inglês, “Internet of Things” ou a Internet das Coisas. descreve a rede de objetos físicos incorporados a sensores, software e outras tecnologias com o objetivo de conectar e trocar dados com outros dispositivos e sistemas pela internet.

3 LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1- Tamanho médio da família do Brasil – 2002 até 2017/2018..... | 14 |
| Figura 2 - Modelo esquemático das forças atuantes..... | 15 |
| Figura 3 - Dimensões da Mesa..... | 16 |
| Figura 4 - Dimensões básicas da estrutura | 16 |
| Figura 5 - Exemplo do componente de transmissão | 18 |
| Figura 6 - Formula para referência | 18 |
| Figura 7 - Ilustração componente de transmissão | 19 |
| Figura 8 – Exemplo de Eixo | 20 |
| Figura 9 - Desenho ilustrativo esquemático polias e motores | 21 |
| Figura 10 - Esforço nas correias e no eixos | 22 |
| Figura 11 – Analise dos esforços nos rolamentos | 24 |
| Figura 12 - Montagem do eixo com os mancais | 25 |
| Figura 13 - Exemplo de polia..... | 25 |
| Figura 14 - Exemplo de Correia..... | 25 |
| Figura 15 - Exemplo de Mancal..... | 26 |
| Figura 16 - Exemplo de Rolamento..... | 26 |
| Figura 17 - Exemplo de rodizio..... | 27 |
| Figura 18 - Exemplo de motor 24Vdc..... | 27 |
| Figura 19 - Exemplo de Chaveta | 28 |
| Figura 20 - Exemplo de Parafusos..... | 28 |
| Figura 21 - Exemplo de Arruelas | 29 |
| Figura 22 - Exemplo de Porcas | 29 |
| Figura 23 - Anel Elástico | 32 |
| Figura 24 - Diagrama Fe- C..... | 34 |
| Figura 25 - Estrutura Cristalina CCC | 34 |
| Figura 26 - Estrutura cristalina CFC | 35 |
| Figura 27 - Diagrama TTT – Tempo Temperatura e Transformação | 36 |
| Figura 28 - Microscópio com 400x, ataque nital 2% | 36 |
| Figura 29 - Exemplo projeto desenvolvido | 40 |
| Figura 30 - Sketch criado no Inventor | 41 |
| Figura 31 - Esboço para manufatura aditiva..... | 41 |
| Figura 32 - Revisão do projeto | 42 |

| | |
|--|----|
| Figura 33 - Inclusão de dois furos | 42 |
| Figura 34 - Eliminando cantos vivos | 43 |
| Figura 35 - Imagem do modelo finalizado | 43 |
| Figura 36 - Imagem para suporte do arduíno | 44 |
| Figura 37 - Suporte para arduíno (parte fêmea) | 44 |
| Figura 38 - exemplo da montagem do suporte do arduíno | 44 |
| Figura 39 - Imagem o isolante magnético | 45 |
| Figura 40 - Bandeja para alimentos (suporte) | 45 |
| Figura 41 - sistema de transmissão | 45 |
| Figura 42 - Carenagem parte dianteira | 46 |
| Figura 43 - Projeto da parte inferior | 46 |
| Figura 44 – Vista ortogonal do robô R7 Robot | 47 |
| Figura 45 - Vista frontal do robô R7 Robot..... | 47 |
| Figura 46 - Vista lateral do robô R7 Robot..... | 48 |
| Figura 47 - Vista superior do robô R7 Robot..... | 48 |
| Figura 48 - Exemplo do Desenho do conjunto | 49 |
| Figura 49 - Suporte da bússola magnética..... | 53 |
| Figura 50 - Vista frontal do componente R7-0011 | 53 |
| Figura 51 - Vista lateral do componente R7-0011 | 54 |
| Figura 52 - Vista superior do componente R7-0011..... | 54 |
| Figura 53 - Vista ortogonal do componente R7-0011..... | 54 |
| Figura 54 - Procedimento para gerar arquivo STL_1 | 55 |
| Figura 55 - Procedimento para gerar arquivo STL_2 | 56 |
| Figura 56 - Procedimento para gerar arquivo STL_3 | 56 |
| Figura 57 - Procedimento para gerar arquivo STL_4 | 56 |
| Figura 58 - Procedimento para gerar arquivo STL_5 | 57 |
| Figura 59 - Procedimento para gerar arquivo STL_6 | 57 |
| Figura 60 - Ícone de abertura de arquivos | 58 |
| Figura 61 - Interface do software Ultimaker Cura_1 | 58 |
| Figura 62 - Descrição do menu de posicionamento do modelo | 59 |
| Figura 63 - Vista frontal (Posicionamento do modelo na mesa de impressão)..... | 59 |
| Figura 64 - Vista lateral (Posicionamento do modelo na mesa de impressão)..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Figura 65 - Vista superior (Posicionamento do modelo na mesa de impressão)..... | 60 |
| Figura 66 - Interface do software Ultimaker Cura_2 | 60 |
| Figura 67 - Descrição do menu de parâmetros..... | 61 |
| Figura 68 - Descrição do menu de parâmetros..... | 61 |
| Figura 69 - Impressão R7-0011_1 | 65 |
| Figura 70 - Impressão R7-0011_2 | 65 |
| Figura 71 - Impressão R7-0011_3 | 66 |
| Figura 72 - Impressão R7-0011_4 | 66 |
| Figura 73 - Impressão R7-0011_5 | 67 |
| Figura 74 - Impressão R7-0011_6 | 67 |
| Figura 75 - Impressão R7-0011_7 | 67 |
| Figura 76 - Impressão R7-0011_8 | 68 |
| Figura 77 - Impressão R7-0011_9 | 68 |
| Figura 78 - Impressão R7-0011_10 | 68 |
| Figura 79 - Impressão R7-0011_10 | 69 |
| Figura 80 - Impressão R7-0011_10 | 69 |
| Figura 81 - Impressão R7-0011_13 | 69 |
| Figura 82 - Impressão R7-0011_14 | 69 |
| Figura 83 - Impressão R7-0011_15 | 70 |
| Figura 84 - Placa Vespa..... | 72 |
| Figura 85 - Esquema de Montagem da placa | 72 |
| Figura 86 - Imagem placa Wemos D1 | 73 |
| Figura 87 - Imagem da Bússola Digital | 73 |
| Figura 88 - Diagrama elétrico da bússola..... | 74 |
| Figura 89 - Sensor Ultrassônico | 74 |
| Figura 90 – Sensor de Umidade e Temperatura | 75 |
| Figura 91 - Exemplo de Bateria de lipo | 75 |
| Figura 92 - Esquema dos 5V's do BIG DATA..... | 78 |
| Figura 93 - Modelagem do Banco de Dados | 80 |
| Figura 94 - criando o banco de dados..... | 80 |
| Figura 95 - criando a tabela robô..... | 81 |
| Figura 96 - Inserindo dados | 81 |
| Figura 97 - chave estrangeira..... | 81 |

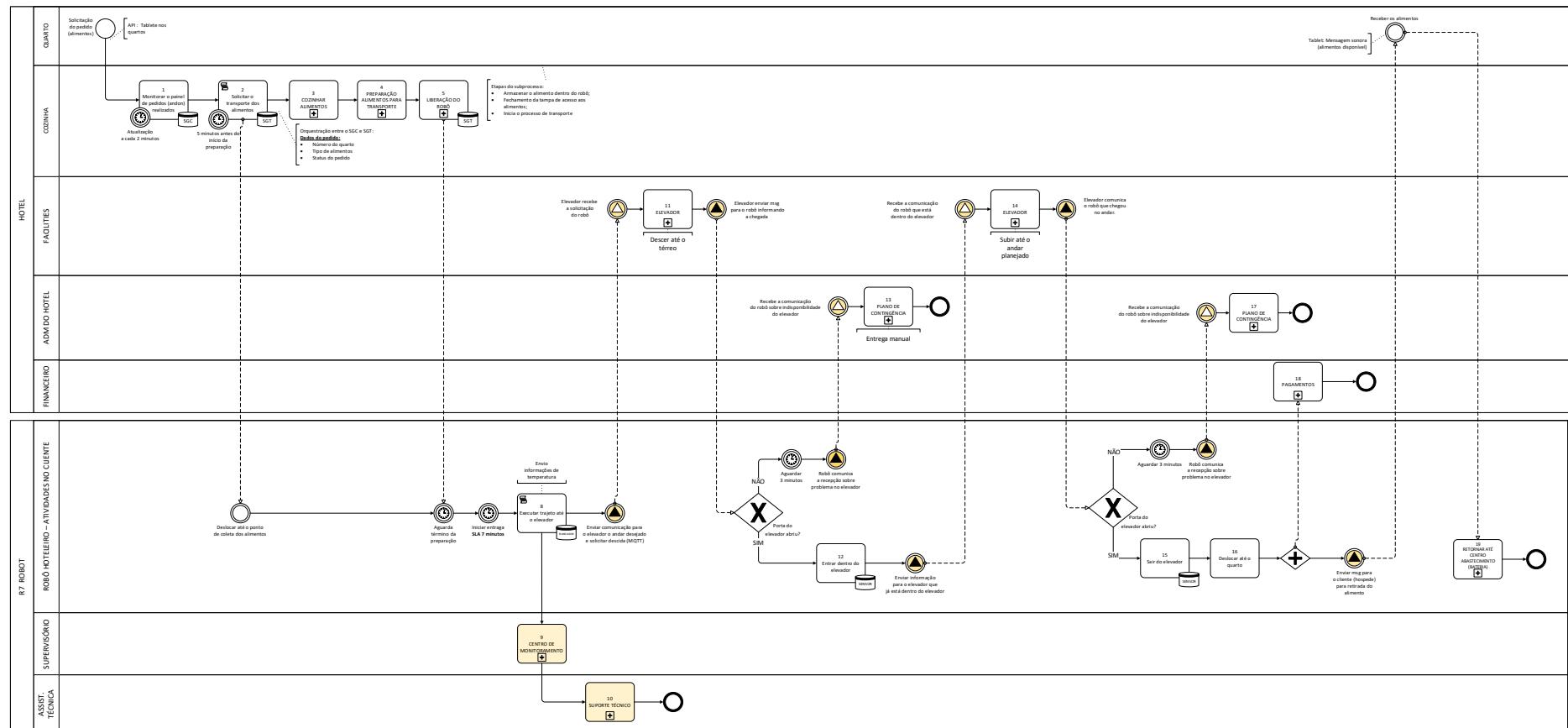
| | |
|--|-----|
| Figura 98 - Unindo as tabelas | 82 |
| Figura 99 - Interligação das tabelas | 82 |
| Figura 100 -Apresentação da empresa | 83 |
| Figura 101 - Apresentação pessoal | 83 |
| Figura 102 - App provided at check-in | 84 |
| Figura 103 - System and checks | 84 |
| Figura 104 - chef in the kitchen | 84 |
| Figura 105 - prepares the food | 85 |
| Figura 106 - robot tray | 85 |
| Figura 107 - delivery | 85 |
| Figura 108 - delivery | 86 |
| Figura 109 - guest´s room | 86 |
| Figura 110 - sends a message | 86 |
| Figura 111 - delivery | 87 |
| Figura 112 - what we also did this semester | 87 |
| Figura 113 - Algoritmo do sistema | 88 |
| Figura 114 - Diagrama de blocos do sistema | 89 |
| Figura 115 - Planejador do sistema | 90 |
| Figura 116 - conexão com o phpMyAdmin | 91 |
| Figura 117 - Indicação de temperatura | 92 |
| Figura 118 - Quadro Elevador e Robô | 93 |
| Figura 119 - Tipo de mensagens | 93 |
| Figura 120 - MQTT Boxe | 94 |
| Figura 121 - Plataforma de teste | 94 |
| Figura 122 - Algoritmo do sistema planejador | 100 |

4 LISTA DE TABELAS

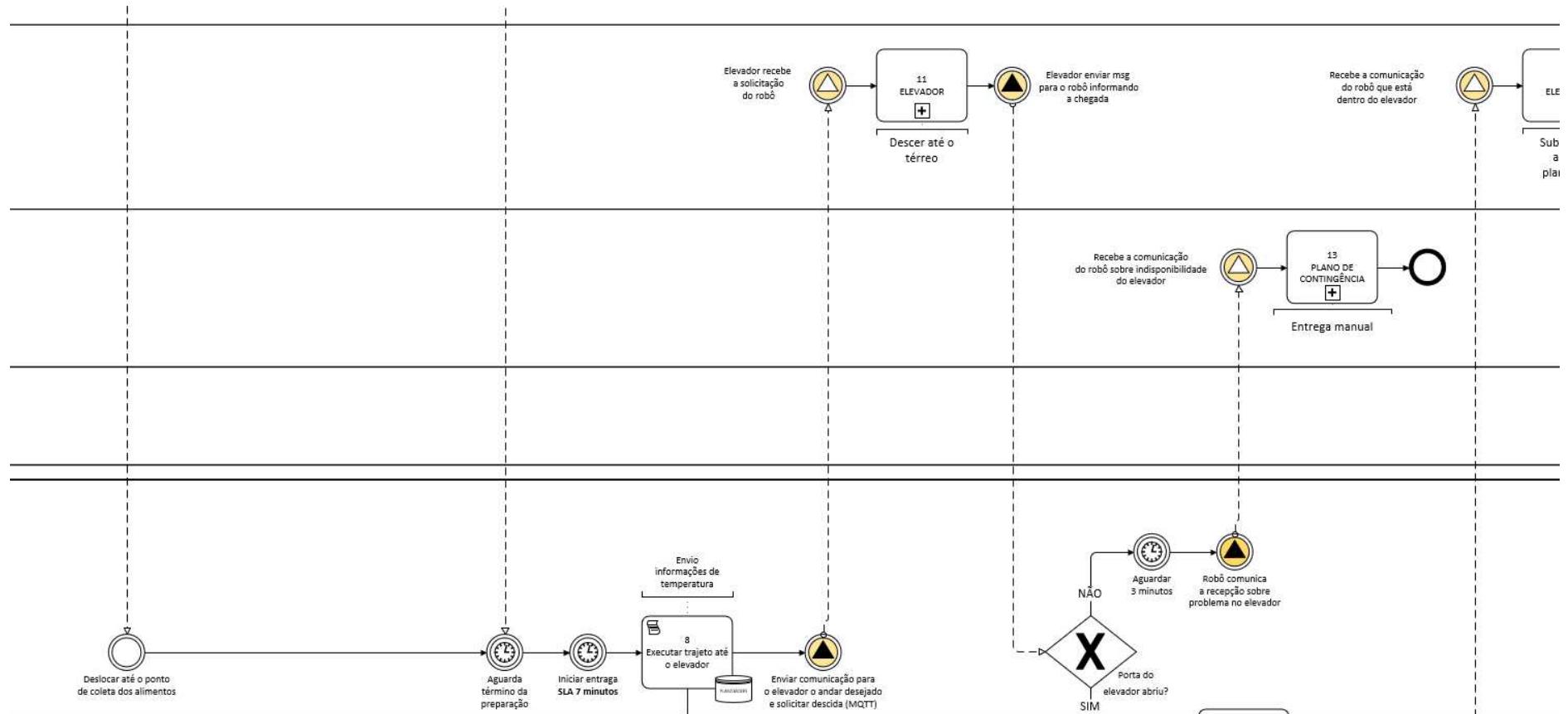
| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Rigizes torcional em função da flexão | 23 |
| Tabela 2 - Lista dos elementos de máquina | 30 |
| Tabela 3 - lista com o tipo de material utilizado | 38 |
| Tabela 4 - Parâmetros de impressão do modelo R7-0011 | 63 |
| Tabela 5 - Tabela de custos de impressão 3D | 64 |

5 MODELAGEM DO PROCESSO – ROBÔ HOTELEIRO

ROBÔ - HOTELEIRO



5.1 DETALHE DIP II - MQTT



6 SISTEMAS MECÂNICOS

Sistema mecânico pode ser entendido como um conjunto interdependente, corpos materiais, rígidos e/ou elásticos, e elementos fluidos, unidos entre si através de engastes, rótulas, elementos elásticos e outros. Este sistema pode ainda estar ligado ao exterior por uma ou várias das maneiras citadas anteriormente¹.

6.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA

O objetivo geral da disciplina foi oferecer um suporte através de conceitos de física aplicada para a solução de problemas no desenvolvimento do DIPII, o que nos possibilitou o dimensionamento do motor principal do nosso robô hoteleiro.

6.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

Para o dimensionamento do motor utilizaremos diversos conceitos vistos em aula, tais como:

- Movimento: É um ramo da física mecânica que estuda os movimentos, divididas em três etapas: Cinemática (Estudo que descreve o movimento); Dinâmica (Estudo da causa do movimento), e Estática (estudo do corpo em equilíbrio);
- Dinâmica: É uma parte da física que estuda as Forças. Força é uma grandeza vetorial, resultado da interação entre corpos, causando equilíbrio, movimento e deformação;
- Energia: É apresentada em diversas forma na natureza, isto é: Na forma de energia química, mecânica, hidráulica, cinética, potencial elástica, elétrica, nuclear, potencial gravitacional, entre outras. Observamos na natureza que a energia está em constante transformação.

6.3 METODOLOGIA

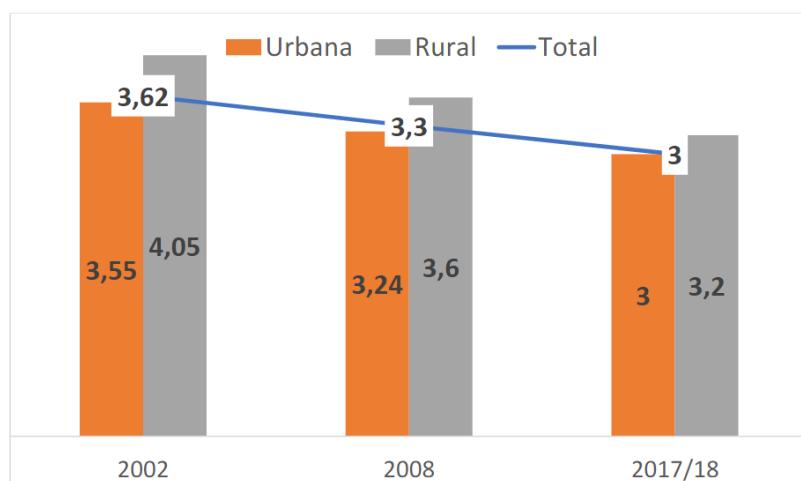
Para o dimensionamento do motor serão necessários os seguintes passos:

- Dimensionamento da massa a ser transportada pelo robô;
- Dimensionamento da massa da estrutura física do robô;
- Carga do sistema;
- Deslocamento do Robô.

6.3.1 DIMENSIONAMENTO DA MASSA A SER TRANSPORTADA

Contexto dados histórico: Conforme estudo realizado em 2018 pelo IBGE, percebemos uma queda do tamanho da família do Brasil (Figura 1-Tamanho médio da família do Brasil – 2002 até 2017/2018), este mesmo estudo projeta que em 2050 chegará a 1 filho por família. O estudo apontou diversas causas para esta diminuição, tais como: A diminuição do desejo de ter mais filhos, a continuada queda da fecundidade da mulher e aumento do grau de instrução das mulheres. Este estudo comparou a quantidade de família urbana com as rurais, representada na imagem abaixo na cor laranja o tamanho médio das famílias urbanas em cinza as rurais. Observa-se uma tendência de declínio da quantidade média das duas classes e que em 2018 o tamanho médio das famílias no Brasil é de 3,07 pessoas.

Figura 1- Tamanho médio da família do Brasil – 2002 até 2017/2018



Fonte: Elaborado a partir de dados do IBGE. Pesquisa de orçamento familiar

Em seguida, este mesmo estudo apontou que a quantidade média de alimentos consumidos por uma pessoa adulta são de 0,344kg.

A partir desta informação, foi possível calcular a massa de alimentos a ser transportada pelo robô, na qual será o resultado da multiplicação da quantidade de consumo médio de alimentos por pessoa (0,344kg), pelo o tamanho médio de família (3,07 pessoas), obtemos uma carga de alimentos a ser transportado de 1,561kg.

Por fim, aplicaremos, como medida de segurança, um coeficiente de 4,5. Logo, nosso robô deverá transportar uma quantidade máxima de (1,561kg x 4,5) 4,752kg de alimentos por viagem/ pedido.

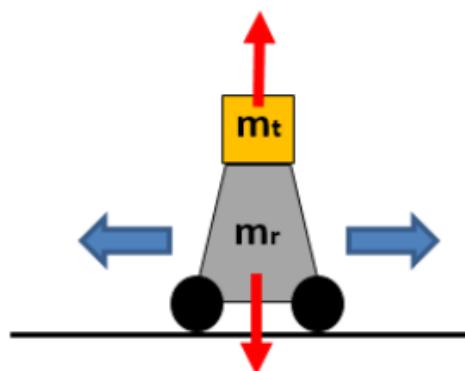
6.3.2 DIMENSIONAMENTO DA MASSA DO ROBÔ

A segunda etapa é o dimensionamento da massa do robô, e para este dimensionamento será importante os seguintes dados:

Dados gerais:

- Gravidade = 9,8m/ s²
- Densidade do aço = 7860 kg/ m³
- Densidade do alumínio laminado = 2750 kg/ m³

Figura 2 - Modelo esquemático das forças atuantes



Fonte: os autores

Para o dimensionamento das dimensões, e velocidade do nosso robô, utilizaremos como benchmark o Robô LD-250 OMRON. Iniciaremos com as dimensões da mesa, (Figura 3 - Dimensões da Mesa) terá 420mm ou 0,42m de comprimento, 380mm ou 0,38m de largura e 6,35mm ou 0,0635m de espessura. Com isto é possível calcular a área da mesa, ficando com $0,0002\text{m}^2$, o volume em $0,0010\text{m}^3$ e a massa da mesa $0,0010\text{m}^3$ multiplicado pelo peso específico do aço 7860kg/ m³ = 7,861kg.

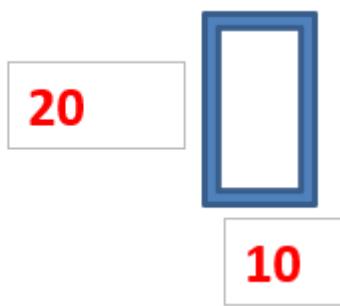
Figura 3 - Dimensões da Mesa



Fonte: os autores

Em seguida iremos calcular a massa da estrutura (Figura 4 - Dimensões básicas da estrutura) tubulação de reforço da base, possui as seguintes dimensões: 20mm ou 0,20m, 10mm ou 0,010m e espessura de 0,002m, ficando com área de tudo $0,0002\text{m}^2$ (estrutura da mesa) e área vazada do tubo de $0,00012\text{m}^2$, área real da tubulação de $0,00008\text{m}^2$. Estrutura de reforço da carenagem: comprimento da estrutura tubular de (2peças) 0,42m, largura da estrutura (2peças) 0,375m e altura de (4 peças) 0,855m, total de 5,010m, volume de $0,000\text{m}^3$ e massa de 3,190kg.

Figura 4 - Dimensões básicas da estrutura



Fonte: os autores

Para definição da massa da carenagem utilizamos como referência o estudo realizado pelo jornal BBC, no qual indicou que o homem brasileiro tem em média, 1,73m, e a mulher, 1,60m, a partir disto dimensionamos a altura do nosso robô, a carenagem ficou com 1,748m, largura de 0,855m e espessura da chapa 0,001m, resultando num volume (tubulação - Ltotal) de 0,002m³, massa (tubulação -Ltotal) 15,267kg.

Após esta definição foi possível definir o total de massa do robô, ficando:

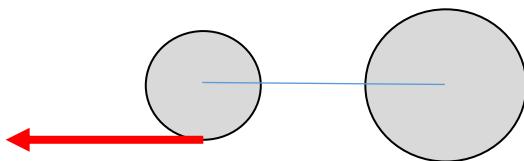
- Massa da base = 7,861kg
- Massa da estrutura tubular = 3,190kg
- Massa da carenagem (tubulação – L-total) = 15,267kg
- Somatória da massa do robô= 26,32kg

Logo, a massa total do robô carregado (com os alimentos) será de 26,32kg + 4,752kg = 31,070kg. Para efeito de dimensionamento, aplicaremos um fator de segurança de 1,75, ficando total de 54,37kg.

6.3.3 CARGA DO SISTEMA

Para definição da carga do sistema, faremos a conversão da massa para peso (54,37kg multiplicado por 9,8 m/s²), ficando com 533,21N, e iremos considerar como fator de coeficiente de atrito estático 0,8 e dinâmico de 0,5. Dividindo para as duas rodas (533,21 multiplicado por 0,8 e dividido por 2), encontramos o fator de atrito em cada uma das rodas, de 213,28N.

Figura 5 - Exemplo do componente de transmissão



Fonte: os autores

6.3.4 DESLOCAMENTO DO ROBÔ

Para o deslocamento dados de deslocamento, adotamos como benchmark o modelo robô LD-130CT Mobile OMRON. O fabricante indica velocidade de velocidade de 1,2m/s, aceleração de 0,9m/s², diâmetro da polia (roda) D-1 de 130mm, e calculamos a rotação $(1,2 \times 60) / (2 \times \pi) \times (\text{diâmetro da polia} \times 2000) = 175,295\text{rpm}$.

Em seguida calculamos a relação de transmissão, serão duas rodas. considerando que diâmetro da polia do motor D2 de (130mm dividido por 2) 65mm, rotação da polia do motor rpm n2 de $(2 \times 175,295 \text{ rpm}) 352,59 \text{ rpm}$ e cálculo da potência do motor com base na rotação $(2 \times \pi) \times ((65 \times 10/1) / 2) \times 352,59 / 6000 = 1,2\text{cv}$.

Figura 6 - Formula para referência

POTÊNCIA

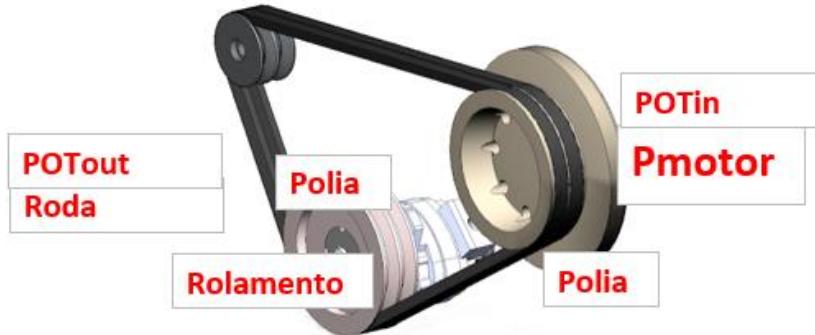
$$N = \frac{T}{\tau} = F v \text{ (kgm/seg)} = \frac{F v}{75} \text{ (CV)}$$

Fonte: página 95 – Projetista Mecânico (PRONATEC)

E para finalizar, faremos o cálculo da potência comercial, e para isto realizamos o cálculo em watts dividindo a Fat (estático) pela velocidade de 1.2 m/s = 255,941w e em seguida faremos a conversão de watts para cv, basta multiplicar 255,941w por 735,5 = 0,34798cv. Em seguida, iremos dividirmos o 0,34798 pelo resultado da multiplicação de 0,99 (n rolamento) x 0,96 (n

correia), chegamos a conclusão que serão necessários 2 motores de 0,37cv (por roda).

Figura 7 - Ilustração componente de transmissão



Fonte: os autores

6.4 RESULTADO

Para nosso robô, serão necessários dois motores de 0,37cv. Um em cada eixo.

6.5 CONCLUSÃO

A matéria foi extremamente importante e serviu de base para dimensionar os elementos de máquina do nosso projeto. Vimos durante o semestre fundamentos sobre o Movimento, Dinâmica e Energia. Com base nas aulas realizamos o dimensionamento do motor elétrico a ser utilizado, eixo, polias e correias. Vimos o conceito e a aplicação das Leis de Newton, trabalho de uma força e conservação de energia mecânica.

7 ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Será utilizado para realizar o dimensionamento dos componentes do robô através de cálculos e normas, a realização do detalhamento de cada elemento e a montagem final do robô com auxílio da matéria de DAC.

7.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA

Compreender as classificações dos elementos de máquinas, efetuar cálculos de dimensionamento, analisar catálogos e manuais, além de identificar e analisar os elementos que compõem o projeto.

7.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA E METODOLOGIA

7.2.1 EIXO

São elementos que tem como função ligar uma ou mais partes de um sistema mecânico¹.

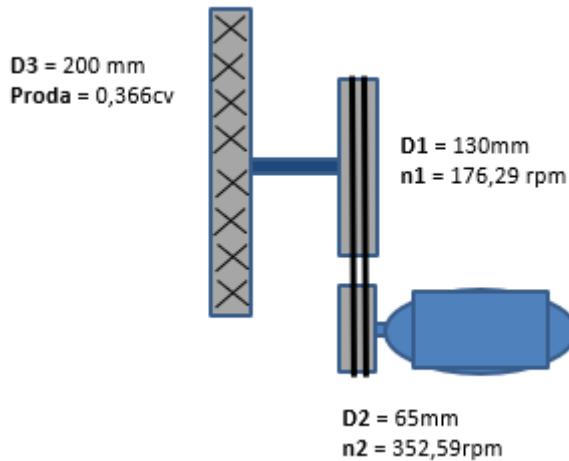
Figura 8 – Exemplo de Eixo



Fonte: <https://www.tractortem.com.br/produtos/eixos/acionamento-eixos/eixo-19-dentes-3603219/>

Para dimensionamento do eixo, foram levados em consideração a potência necessária para deslocamento do robô e o diâmetro das polias, conforme imagem esquemática a seguir:

Figura 9 - Desenho ilustrativo esquemático polias e motores



Fonte: os autores

Para a transmissão do sistema, foram utilizadas correias trapezoidais e por não termos especificado a distância entre polias, seguiu-se a recomendação do fabricante, calculando a distância entre centros (dc) e posteriormente o ângulo de abraçamento, conforme fórmulas

$$dc = \frac{3d + D}{2}$$

e

$$\theta = \pi - \frac{D - d}{dc}$$

Assim temos,

$$dc = \frac{3 * 65 + 130}{2} = 162,5 \text{ mm}$$

E

$$\theta = \pi - \frac{130 - 65}{162,5} = 2,908 \text{ rad}$$

Para um ângulo de canal de polia de 33° , o ângulo de abraçamento corrigido é:

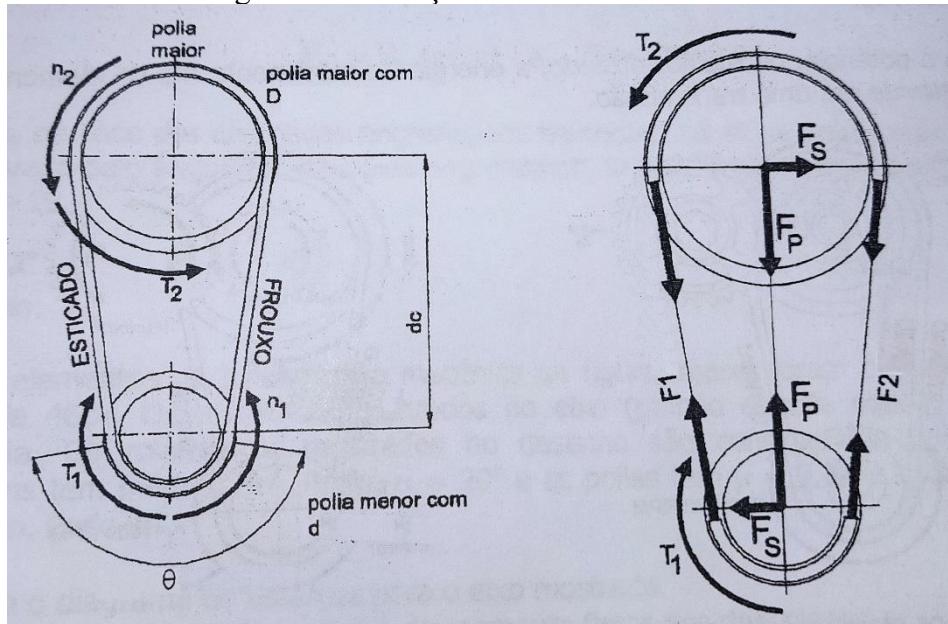
$$\theta_c = \frac{\theta}{\operatorname{sen}\left(\frac{a}{2}\right)} = \frac{2,908}{\operatorname{sen}\left(\frac{33}{2}\right)} = 9,947 \text{ rad}$$

Sabendo que a potência do motor é de 500W e a rotação é de 2500rpm, tem-se o torque T1:

$$T1 = \frac{P}{2\pi * n} = \frac{500}{2\pi * 60 * 2500} = 1,909 \text{ N.m}$$

Os esforços nas correias e no eixo são demonstrados conforme imagem a seguir:

Figura 10 - Esforço nas correias e no eixos



Fonte:<https://www.abecom.com.br/correias/#:~:text=A%20Abecom%20%C3%A9%20um%20dos,correias%20das%20principais%20marcas%20mundiais>

$$F1 = \frac{2T}{d(1 - e^{-\mu\theta c})} = \frac{2 * 1909,86}{65 * (1 - e^{-0,32 * 9,946})} = 61,307 \text{ N}$$

$$F2 = \frac{2T}{d(e^{\mu\theta c} - 1)} = \frac{2 * 1909,86}{65 * (e^{0,32 * 9,946} - 1)} = 2,438 \text{ N}$$

$$Fp = (F1 + F2)\cos\left(\frac{\pi - \theta}{2}\right) = (61,307 + 2,438)\cos\left(\frac{\pi - 2,908}{2}\right) = 63,31 \text{ N}$$

$$Fs = (F1 - F2)\sin\left(\frac{\pi - \theta}{2}\right) = (61,307 - 2,438)\sin\left(\frac{\pi - 2,908}{2}\right) = 6,858 \text{ N}$$

Após definição das forças atuantes no sistema, foi calculado o diâmetro provisório (pré-projeto) pelo critério de rigidez a torção, conforme equações:

$$d_{pré-projeto} = \sqrt{\frac{32T}{\pi GRt}}$$

Onde,

J = momento polar de inércia

G = modulo de elasticidade:

Θ / L = rigidez a torção

Para o projeto, foi considerado um momento fletor em condições leve.

Tabela 1 - Rigizes torcional em função da flexão

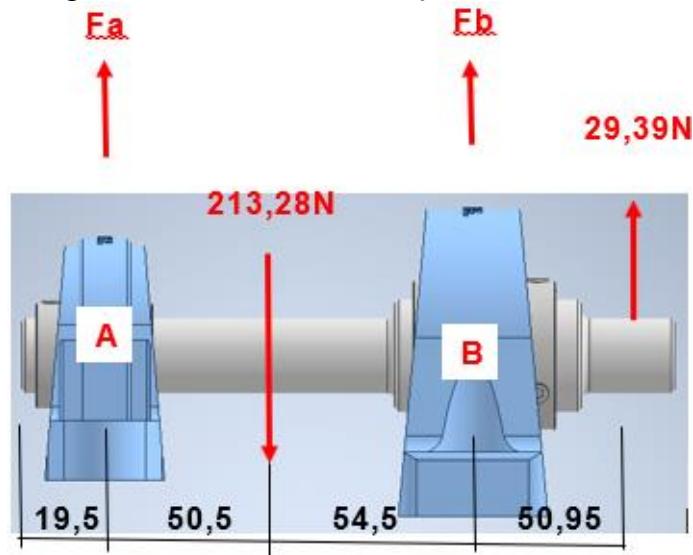
| Condições do momento fletor | muito severo | severo | normal | leve | muito leve | inexistente |
|-----------------------------|--------------|--------|--------|-------|------------|-----------------------------|
| R_T (°/m) | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 |
| R_T (rad/mm) | 4,363 | 8,727 | 17,453 | 26,18 | 34,907 | 43,633 $\times 10^{-6}$ °/m |

Fonte: os autores

$$d_{pré-projeto} = \sqrt{\frac{32 * 1,909}{\pi * 75000 * 2,62 * 10^{-5}}} = 9,975 \text{ mm}$$

Com base na informação de pré-projeto, foram analisados os esforços nas seções mais críticas do eixo.

Figura 11 – Analise dos esforços nos rolamentos



Fonte: os autores

$$Fa - Fr + Fp + Fb = 0$$

$$Fa - 213,28 + 29,39 + Fb = 0$$

$$-50,5 * Fr + (50,5 + 54,05) * Fb + 155,5 * Fp = 0$$

$$-50,5 * Fr + 104,55 * Fb + 155,5 * Fp = 0$$

$$-50,5 * 213,28 + 104,55 * Fb + 155,5 * 29,39 = 0$$

$$Fb = 59,31N$$

Voltando para equação:

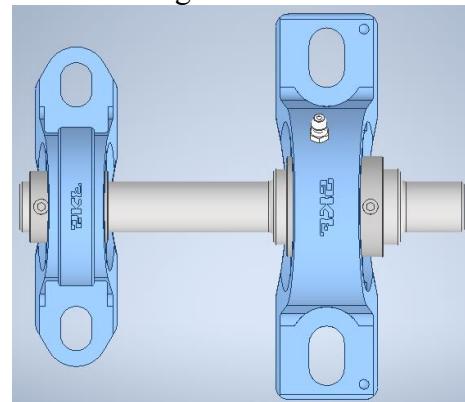
$$Fa - 213,28 + 29,39 + Fb = 0$$

Tem-se

$$Fa - 213,28 + 29,39 + 59,31 = 0$$

$$Fa = 124,58 N$$

Figura 12 - Montagem do eixo com os mancais



Fonte: Os autores

7.2.2 POLIA

Elemento de transmissão utilizado para transmitir a força e o movimento gerado no motor elétrico através de correias.

Figura 13 - Exemplo de polia



Fonte: <https://floripaprinter.com.br/produto/polia-com-rolamento-para-correia-gt2-6mm/>

7.2.3 CORREIA

Elemento de transmissão utilizado para transmitir força e movimento de uma polia para outra.

Figura 14 - Exemplo de Correia



Fonte: <https://www.ventilador.com.br/pecas-e-acessorios/pecas-para-exaustores/correia-rexon>

7.2.4 MANCAL

Mancal é um elemento que serve como apoio fixo para a transmissão mecânica em elementos girantes como eixos e rolamentos. São fabricados normalmente em ferro fundido ou aço. Seus tipos podem ser de rolamentos, deslizante, bucha ou rotativo.

Figura 15 - Exemplo de Mancal



Fonte: Cj0KCQiA1ZGcBhCoARIsAGQ0kkqgxTjOrQQpFDWzefHwzYVmIh6oEyj5khPg6wsjE94OdEZBJDfeWIUaArryEALw_wcB

7.2.5 ROLAMENTO

Rolamento é um componente que permite o movimento rotativo controlado ou não entre dois ou mais elementos. Serve para diminuir o atrito ou fricção de deslizamento entre superfícies de contato, como eixos, polias ou mancais de rolamento. Consiste basicamente em um anel interno, um anel externo com vários corpos rolantes (esferas ou rolos) e um envoltório. Existem diversos tipos, como por exemplo: Rolamentos axiais, radiais, de esferas, de rolos e autocompensadores de rolos ou esferas.

Figura 16 - Exemplo de Rolamento



<https://www.abecom.com.br/o-que-e-rolamento/>

7.2.6 RODIZIO

É um elemento que possui rodas, e são utilizados para a movimentação de equipamentos, objetos e etc.

Figura 17 - Exemplo de rodizio



Fonte: <https://www.lojadomecanico.com.br/produto/139318/42/492/Rodizio-Giratorio-PU-150mm-para-ate-300Kg>

7.2.7 MOTOR ELÉTRICO

Elemento que transforma energia elétrica em mecânica. Existem motores de corrente continua e corrente alternada, para o projeto utilizamos corrente continua pois serão alimentados por baterias Vdc.

Utilizamos 2 motores de 24Vdc, os cálculos do dimensionamento estão na metodologia de Sistemas mecânicos.

Figura 18 - Exemplo de motor 24Vdc



Fonte: <https://pt.aliexpress.com/item/32895998184.html>

7.2.8 CHAVETA

Chaveta é um componente fabricado normalmente em aço que é utilizada para ligar dois elementos mecânicos, exemplo engrenagens ou polias em um eixo.

Figura 19 - Exemplo de Chaveta

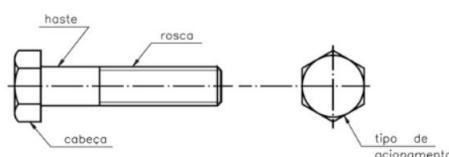


Fonte: Adaptado pelo autor

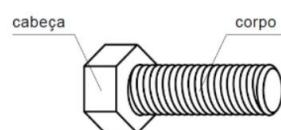
7.2.9 PARAFUSOS

São elementos de fixação, utilizados na união não permanente de peças, podendo ser montadas e desmontadas facilmente, apertando ou desapertando os parafusos que as mantêm unidas. Os parafusos se diferenciam pela forma da cabeça, haste e rosca.

Figura 20 - Exemplo de Parafusos



Em geral, o parafuso é composto de duas partes: cabeça e corpo.



Fonte: <https://realparafusosmaquinas.com/index.php/2018/05/09/parafusos-definicao-e-tipos/>

7.2.10 ARRUELAS

São essenciais para unir peças ou um conjunto de peças, possuem um formato de círculo com um furo no centro do qual serve para passar o parafuso. Sua função é proteger a superfície da peça evitando o contato direto com a porca, além de garantir a fixação em locais com vibração e distribuir a força em que os parafusos e porcas são submetidos.

Figura 21 - Exemplo de Arruelas



Fonte: <https://autoind.com.br/2021/09/23/arruelas-para-que-servem/>

7.2.11 PORCAS

Elemento com o objetivo de fixação, associadas a roscas e parafusos. Sua principal função é travar a rosca de um parafuso e evitar que o elemento afrouxe.

Figura 22 - Exemplo de Porcas



Fonte: <https://www.eutox.com.br/loja/ferramentas/porcas/?v=9a5a5f39f4c7>

7.3 RESULTADO

Tabela 2 - Lista dos elementos de máquina

| ITEM | VISUALIZAÇÃO DO ITEM | DESCRIÇÃO | CLASSIFICAÇÃO | MATERIAL | QTD | TIPO DE ATIVIDADE | JUSTIFICATIVA |
|------|----------------------|---|---------------|-----------------------------------|---|-------------------|--|
| 10 | | Anel de Elástico | Mecânico | ABNT 1080 (austemperado) | 2 | Fixação | DIN 472 |
| 20 | | Estrutura base / carenagem | Mecânico | Aço inox 1.4301 | 3 - Chapa de 600mm x 2000mm espessura 2mm | Estrutura | Optamos na utilização do INOX em nossas bandejas e parte interna nas quais os alimentos serão armazenados devido a facilidade de esterilização e por não estar sujeito a corrosão |
| 30 | | Polia | Mecânico | Alumínio | 2 | Transmissão | Principal justificativa para a escolha em utilizar o material Alumínio nas polias é a leveza. |
| 40 | | Correias PowerBand Hi-Power II perfil "A" | Mecânico | Nylon impregnado de borracha | 6 | Transmissão | Obtamos em utilizar correias para a transmissão movimento devido ao baixo custo e facilidade de manutenção. |
| 50 | | Chaveta retangular | Mecânico | ABNT 1045 (temperado e revenido) | 2 | Fixação | DIN 6885 |
| 60 | | Rolamentos | Mecânico | ABNT 4340 (temperado e revenido) | 2 | Transmissão | ISO 113 |
| 70 | | Parafuso de fixação | Mecânico | ABNT 1050 (temperado e revenido) | 50 | Fixação | DIN 7984 |
| 80 | | Arruelas | Mecânico | ABNT 1070 (austemperado) | 50 | Fixação | DIN 125 |
| 90 | | Porcas | Mecânico | ABNT- 1050 (temperado e revenido) | 50 | Fixação | DIN 934 |
| 100 | | Eixo | Mecânico | ABNT 8620 (cementado) | 2 | Transmissão | Optamos em utilizar o aço ABNT 8620 cementado com profundidade de camada de 0,5 até 1mm e com dureza superficial de 41 a 54HRC. Objetivos de obter resistência superficial mantendo tenacidade do nucleo |
| 110 | | Carenagem | Mecânico | Poliéster , Fiberglass | 1 - Chapa 2,500mm x 2,500mm e espessura 2mm | Estrutura | Optamos pela utilização material Poliéster com Fiberglass devido a resistência e leveza. |

Fonte: os autores

7.4 CONCLUSÃO

Em elementos de máquinas pudemos desenvolver conhecimentos em elementos classificados de transmissão, fixação, apoio, elásticos, vedação e lubrificação. Ao decorrer das aulas aprendemos sobre juntas apafusadas, pinos, anéis elástico, molas, mancal, rolamento, eixo, chaveta, engrenagens e polias. Em cada conteúdo vimos suas definições, onde são utilizados e como são dimensionados ou escolhidos segundo normas/tabelas. Essa matéria foi importante pois dela saiu todo o projeto mecânico e físico do nosso robô, a partir dessa disciplina dimensionamos cada componente, com a matéria de tecnologia dos materiais escolhemos seu determinado material, e junto a disciplina de DAC pudemos montar e desenvolver em 3D todas as partes que compõem nosso robô.

8 TÉCNOLOGIA DOS MATERIAIS

8.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA

O objetivo da disciplina foi oferecer um conjunto de conhecimento para a especificação, seleção e aplicação de materiais metálico utilizados na fabricação de peça estrutural e de elementos de máquinas, além dos tipos de tratamento térmico e suas principais aplicações, o que nos permitiu especificar, selecionar os materiais a serem utilizados nos componentes do nosso projeto integrado de produto.

8.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

Para um breve desritivo sobre a seleção do material utilizado e tratamento térmico empregado nos elementos de máquinas utilizados, o Anel de elástico.

Figura 23 - Anel Elástico



Fonte: Adaptado pelos autores

O anel de retenção faz parte da família de elementos de máquina, também conhecido como anel elástico, anel de trava ou anel de segurança, possui forma de um anel incorporado ou semicircular, é um tipo de elemento de fixação utilizado em eixos e furos e suas principais funções são: evitar o deslocamento axial de peças com componentes, limitar ou posicionar o curso de uma peça ou conjunto deslizante sobre eixo.

São diversos os tipos de anel elásticos, com diferentes características adequadas a cada tipo de instalação e/ou aplicação, sendo o anel elástico de

padrão DIN472 normalmente utilizado para furo, e o anel elástico padrão DIN471 normalmente utilizado para eixos.

A DIN471 faz referência a utilização de aços ABNT 1070 para a fabricação dos anéis, e posteriormente a sua construção a aplicação tratamento térmico Austempera visando o desenvolvimento de uma microestrutura chamada de Bainita o que trará benefícios mecânicos apropriados conforme veremos a seguir.

O material ABNT1070 é um aço hipereutetóide e possui 0,70% de Carbono.

8.3 TRATAMENTO TÉRMICO

É o conjunto de operações de aquecimento a que são submetidos os aços, sob condições controladas de temperatura, tempo, atmosfera e velocidade de esfriamento.

O objetivo é de provocar mudanças nas propriedades mecânicas do aço. E as mudanças dependem de:

- Temperatura de aquecimento;
- Velocidade de resfriamento;
- Composição química do aço.

8.4 TEMPERATURA DE AQUECIMENTO

O aquecimento é a primeira etapa do processo de tratamento térmico, realizada em forno industrial. Esta etapa é realizada em duas fases, o Pré-Aquecimento e o Aquecimento.

O pré-aquecimento tem por objetivo aquecer o aço gradualmente evitando distorções e deformações das peças. Após a fase de pré-aquecimento inicia-se a fase de aquecimento, e nesta etapa deve-se observar as seguintes condições.

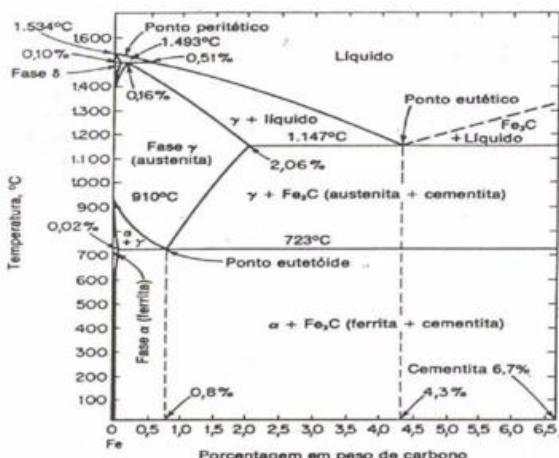
- Ambiente (área interna forno) controlado: A atmosfera interna do forno deverá ser controlada.

- Tempo de permanência: Garantindo a homogeneidade da Austenita (Fe γ).

Conforme o Diagrama de Equilíbrio, ou Diagrama de Fe-C o aço ABNT1080 em temperatura ambiente possui uma estrutura com componentes denominados perlita, ferrita e cementita.

Ferrita (Fe α) modificação estrutural do Fe puro em temperatura ambiente. É mole, dúctil. Na pureza comercialmente, tem $\sigma_R \sim 280\text{ MPa}$. É ferro magnética em temperatura menor que 766°C . Tem estrutura cristalina CCC (Cubico de Corpo Centrado) e dureza $\sim 90\text{ HB}$.

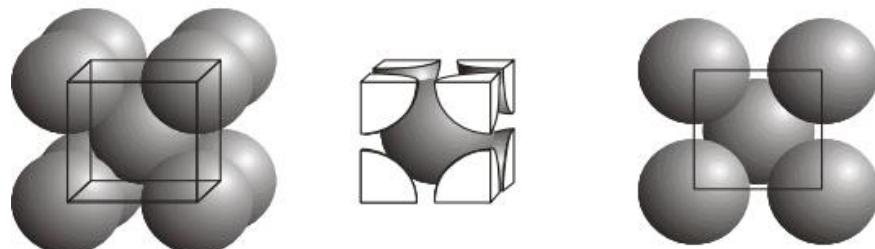
Figura 24 - Diagrama Fe- C



Fonte: Adaptado pelos autores

Este é um modelo clássico da estrutura cristalina do aço de um aço em temperatura ambiente.

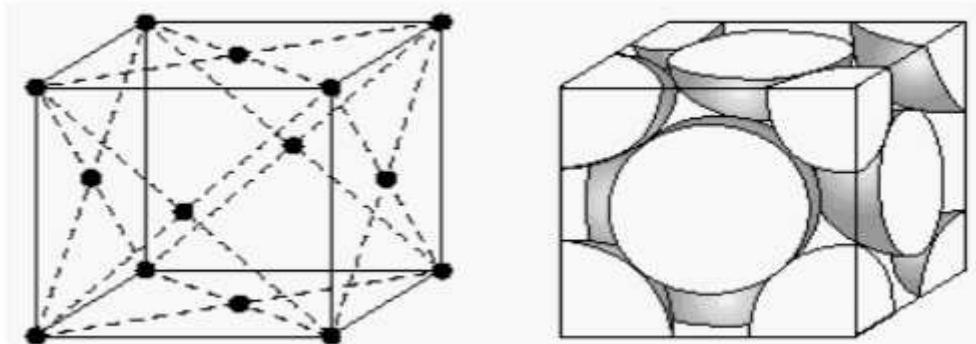
Figura 25 - Estrutura Cristalina CCC



Fonte: Adaptado pelos autores

As peças devem ser aquecidas até a temperatura de Austenização (Fe_γ), que conforme o Diagrama de Equilíbrio deve ser temperatura acima de 723°C, nesta fase, o metal se torna instável passando da estrutura cristalinas de CCC para CFC (Cubico de Fase Centrada), criando um plano de deslizamento. Esta é a fase do metal sólido de menor dureza.

Figura 26 - Estrutura cristalina CFC



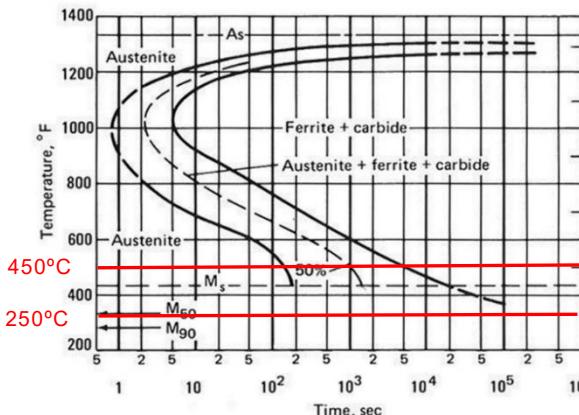
Fonte: Adaptado pelos autores

8.5 VELOCIDADE DE RESFRIAMENTO

A segunda etapa é o resfriamento. No processo de tratamento térmico de Austêmpora o aço é mergulhado em um banho constituído de uma mistura de sais fundidos. A temperatura deste banho deve variar de 250 a 450°C, a temperatura do banho irá variar de acordo com a dureza desejada. O resfriamento feito em banho de sais visa evitar a formação de ferrita e perlita e induzir a formação de Bainita nas peças, e para completar a transformações deve-se adotar alguns cuidados, tais como:

- O banho de sal deve possuir mecanismos de agitação para combater a formação de gases proveniente da troca de calor entre as peças e banho.
- O tempo de permanência da peça deverá ser no mínimo de 60 minutos para garantir a transformação da microestrutura.

Figura 27 - Diagrama TTT – Tempo Temperatura e Transformação

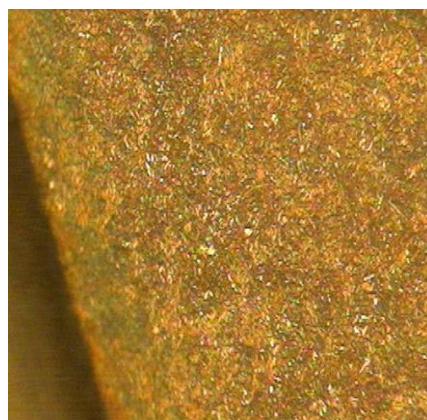


Fonte: Adaptado pelos autores

8.5.1 MICROESTRUTURA - BAINITA

A Bainita é um produto de decomposição isotérmica que se forma quando um aço é resfriado em uma faixa de temperatura intermediária entre a de formação da perlita e da martensita. Do mesmo modo que a perlita, a bainita forma-se quando a austenita $\text{Fe}-\gamma$ se transforma em ferrita δ e cementita Fe_3C . Sua principal característica é absorção de energia.

Figura 28 - Microscópio com 400x, ataque nital 2%



Fonte: Adaptado pelos autores

8.6 RESULTADO

Com base neste conjunto de conhecimento realizamos o dimensionamento de todos os materiais utilizados em nosso projeto.

Abaixo a imagem da tabela com os principais elementos de máquina utilizados, além das especificações dos materiais e a justificativa para escolha no nosso projeto de DIPII.

Tabela 3 - lista com o tipo de material utilizado

| ITEM | VISUALIZAÇÃO DO ITEM | DESCRIÇÃO | CLASSIFICAÇÃO | MATERIAL | QTD | TIPO DE ATIVIDADE | JUSTIFICATIVA |
|------|---|---|---------------|--|---|-------------------|--|
| 10 |  | Anel de Elástico | Mecânico | ABNT 1080 (austemperado) | 2 | Fixação | DIN 472 |
| 20 |  | Estrutura base / carenagem | Mecânico | Aço inox 1.4301 3 - Chapa de 800mm x 2000mm espessura 2mm | | Estrutura | Optamos na utilização do INOX em nossas bandejas e parte interna nas quais os alimentos serão armazenados devido a facilidade de esterilização e por não estar sujeito a corrosão |
| 30 |  | Polia | Mecânico | Alumínio | 2 | Transmissão | Principal justificativa para a escolha em utilizar o material Alumínio nas polias é a leveza. |
| 40 |  | Correias PowerBand Hi-Power II perfil "A" | Mecânico | Nylon impregnado de borracha | 6 | Transmissão | Obtamos em utilizar correias para a transmissão movimento devido ao baixo custo e facilidade de manutenção. |
| 50 |  | Chaveta retangular | Mecânico | ABNT 1045 (temperado e revenido) | 2 | Fixação | DIN 6885 |
| 60 |  | Rolamentos | Mecânico | ABNT 4340 (temperado e revenido) | 2 | Transmissão | ISO 113 |
| 70 |  | Parafuso de fixação | Mecânico | ABNT 1050 (temperado e revenido) | 50 | Fixação | DIN 7984 |
| 80 |  | Arruelas | Mecânico | ABNT 1070 (austemperado) | 50 | Fixação | DIN 125 |
| 90 |  | Porcas | Mecânico | ABNT- 1050 (temperado e revenido) | 50 | Fixação | DIN 934 |
| 100 |  | Eixo | Mecânico | ABNT 8620 (cementado) | 2 | Transmissão | Optamos em utilizar o aço ABNT 8620 cementado com profundidade de camada de 0,5 até 1mm e com dureza superficial de 41 a 54HRC. Objetivos de obter resistência superficial mantendo tenacidade do núcleo |
| 110 |  | Carenagem | Mecânico | Poliéster , Fiberglass | 1 - Chapa 2,500mm x 2,500mm e espessura 2mm | Estrutura | Optamos pela utilização material Poliéster com Fiberglass devido a resistência e leveza. |

Fonte: Os autores

8.1 CONCLUSÃO

Essa disciplina serviu como base para Elementos de Maquina, na qual dimensionamos todos os componentes do robô, e a partir daí escolhemos os materiais que seriam utilizados no projeto. Desde o início do semestre vimos sobre as diferenças dos materiais e suas aplicações, como era formado o aço, suas categorias e classificações segundo as normas regulamentadoras. Vimos sobre as propriedades mecânica dos metais, estrutura dos sólidos cristalinos, irregularidades nas estruturas, deformação elástica e plástica dos metais, propriedades térmicas e elétricas dos materiais e tratamento térmico.

Aprendemos sobre os ensaios de dureza e tração, como Dureza Brinell, Rockwell, Vickers entre outros e vimos suas análises e resultados. Como aula extra, tivemos um conteúdo sobre polímeros, definição, tipos, propriedades e aplicações que serviram como inspiração para definirmos o material da carenagem do nosso robô.

9 DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

9.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA

A partir das aulas de DAC foi possível desenvolver o desenho em 3D das peças que selecionamos para desenvolver para impressão na aula de Manufatura Aditiva, e também elaboramos realizar o modelamento do nosso robô, e posteriormente realizamos o detalhamento dos desenhos das peças e dos conjuntos. Para apoio a disciplina utilizamos o software Inventor Professional.

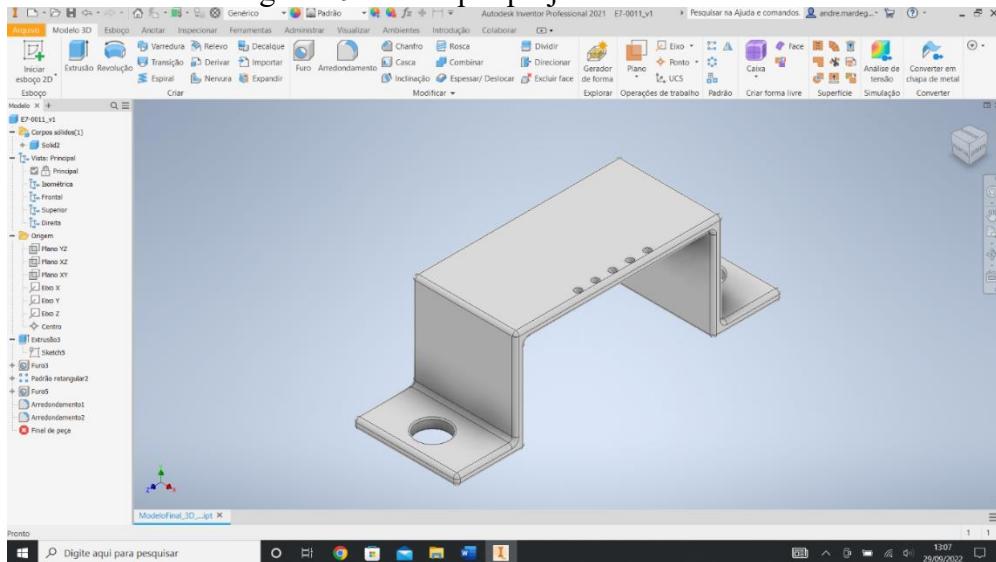
9.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

9.2.1 INVENTOR PROFESSIONAL

Inventor é um software da Autodesk para projeto mecânico, documentação e simulação de produtos. Para o desenvolvimento dos desenhos dos componentes, utilizamos o software da Autodesk “Inventor Professional” versão 2021.

Abaixo imagem do suporte da bússola magnética da nossa aplicação desenvolvida no Inventor.

Figura 29 - Exemplo projeto desenvolvido

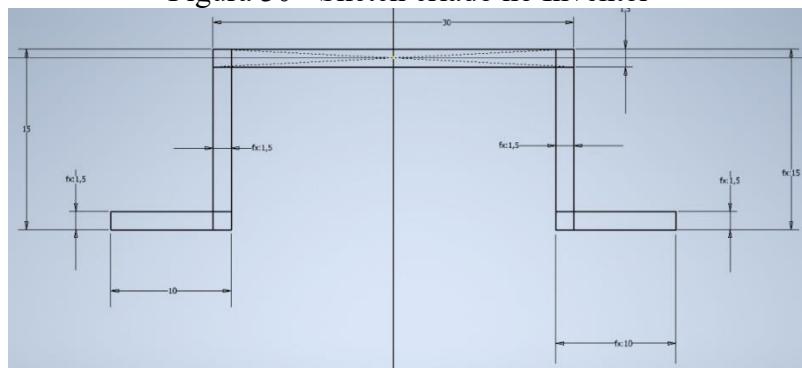


Fonte: Os autores

9.3 METODOLOGIA

Para a realizar os desenhos em três dimensões (3D), foi necessário criar um Sketch conforme a figura a seguir, adicionar o material e realizar o detalhamento das peças. O exemplo utilizado se refere a uma peça que será aplicada na parte interna do robô, para suporte e instalação de uma bussola magnética. O modelo também será utilizado para a matéria de Manufatura Aditiva onde será feito a impressão 3D.

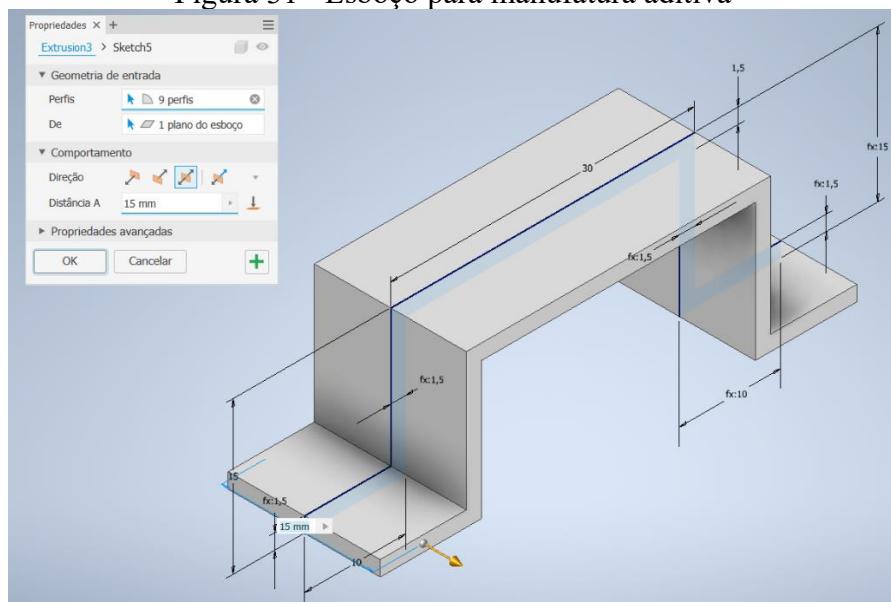
Figura 30 - Sketch criado no Inventor



Fonte: Os autores

Após a realização do esboço é feito a extrusão da peça, de acordo com cada cota dimensionada.

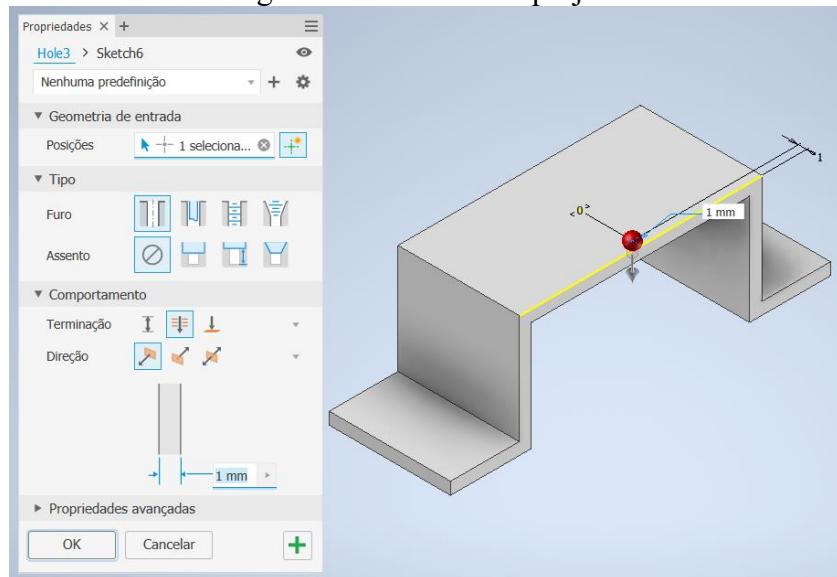
Figura 31 - Esboço para manufatura aditiva



Fonte: Os autores

Feito a extrusão o próximo passo é a realização dos detalhes da peça, como chanfros, raios eliminando os cantos vivos. Nesse caso foi utilizado o comando para realizar os furos na parte superior da peça.

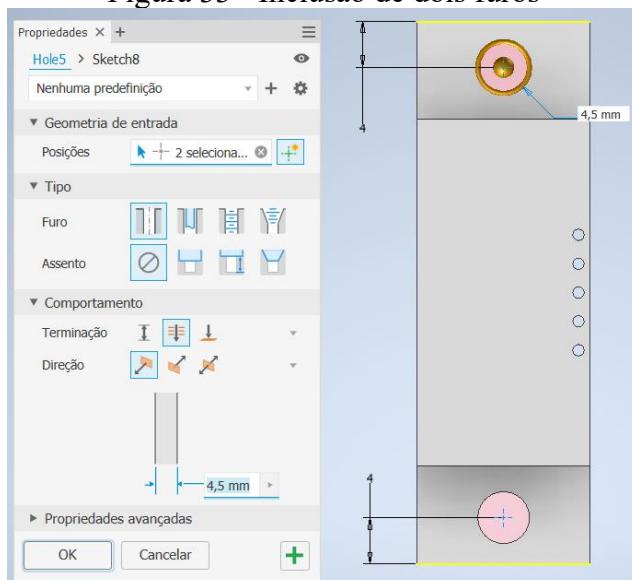
Figura 32 - Revisão do projeto



Fonte: Os autores

Feito os furos na parte superior, foi realizado dois furos na parte lateral da peça, com diâmetro de 4,5mm.

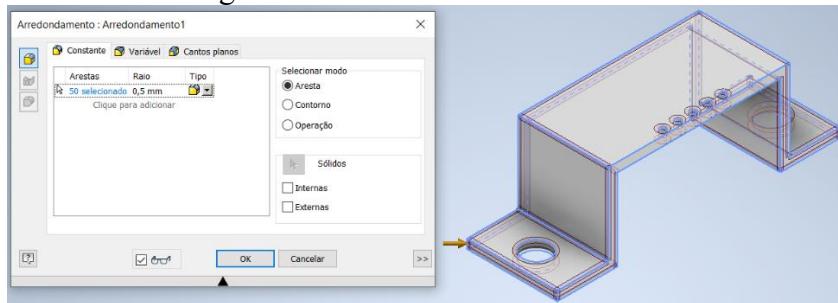
Figura 33 - Inclusão de dois furos



Fonte: Os autores

Feito todas as furações necessárias para fixação na base do Robô, por fim, realizado alguns detalhes de arredondamento na peça.

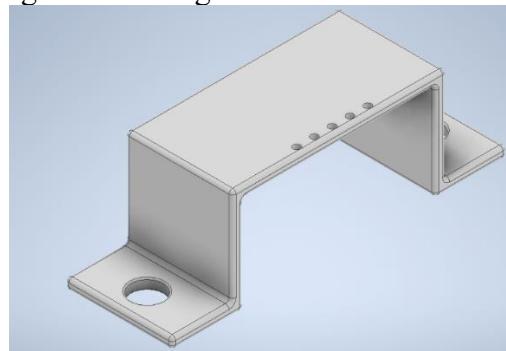
Figura 34 - Eliminando cantos vivos



Fonte: Os autores

Após todas as etapas citadas, obtivemos um modelo finalizado em 3D na qual foi realizado os comandos de esboço, extrusão, furo e arredondamento.

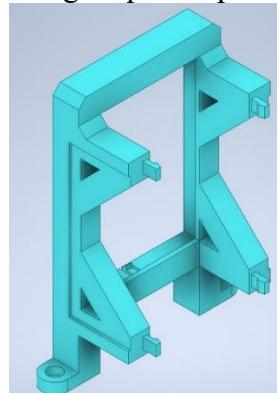
Figura 35 - Imagem do modelo finalizado



Fonte: Os autores

Além do suporte para a bússola, desenvolvemos os desenhos de outras peças e realizamos as montagens dos conjuntos. Na figura 36 está o modelo do suporte da placa Arduino que será instalado na parte interna do robô (peça macho).

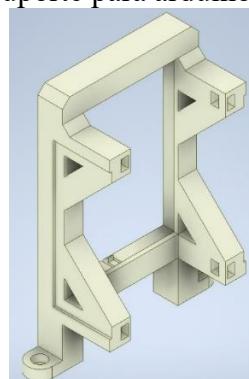
Figura 36 - Imagem para suporte do arduíno



Fonte: Os autores

Na figura 37 está a outra parte do suporte (parte fêmea).

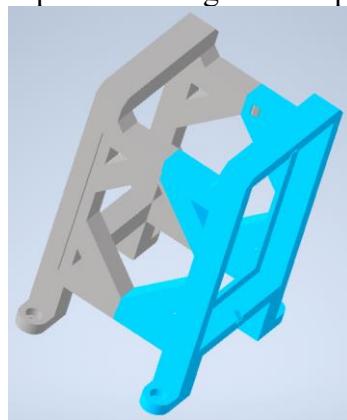
Figura 37 - Suporte para arduíno (parte fêmea)



Fonte: Os autores

Após o desenvolvimento das duas partes, foi feito a montagem final da peça.

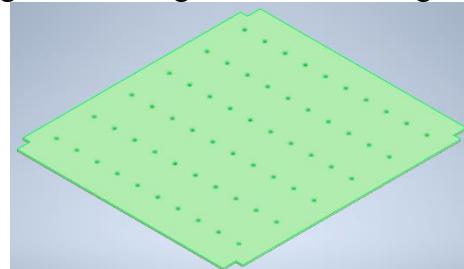
Figura 38 - exemplo da montagem do suporte do arduíno



Fonte: Os autores

Para evitar o campo magnético de queimar os componentes eletrônicos, será instalado uma placa de acrílico com pequenos furos na parte interna do robô onde ficará as baterias e placas.

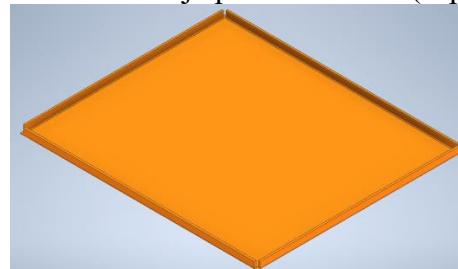
Figura 39 - Imagem o isolante magnético



Fonte: Os autores

Em seguida mostra-se a bandeja na qual os alimentos serão colocados dentro do robô.

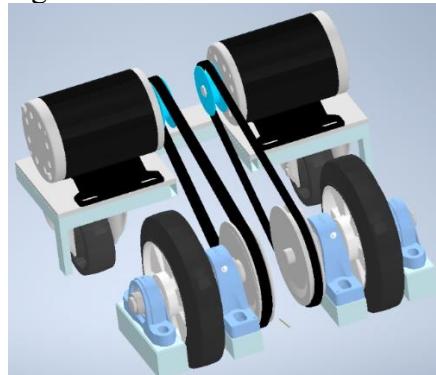
Figura 40 - Bandeja para alimentos (suporte)



Fonte: Os autores

Para o sistema de transmissão temos os itens montados abaixo:

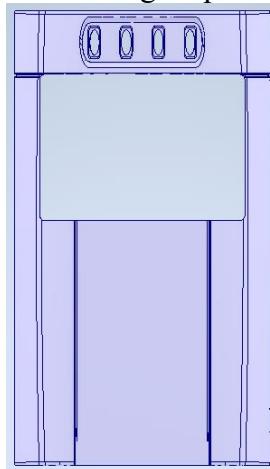
Figura 41 - sistema de transmissão



Fonte: Os autores

Em seguida segue o desenvolvimento da parte dianteira da carenagem.

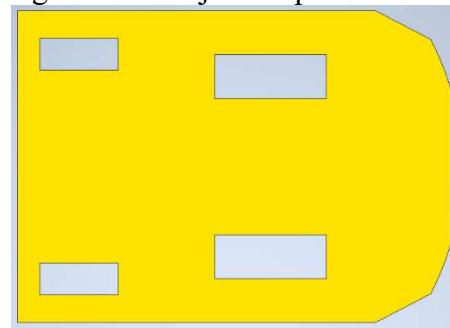
Figura 42 - Carenagem parte dianteira



Fonte: Os autores

A imagem abaixo se refere ao desenvolvimento da peça inferior do robô.

Figura 43 - Projeto da parte inferior



Fonte: Os autores

Após conclusão do modelamento dos componentes, o grupo concluiu a montagem do robô R7 Robot, conforme imagens a seguir. Onde tem-se exemplificado as vistas ortogonal, frontal, lateral e superior respectivamente.

Figura 44 – Vista ortogonal do robô R7 Robot



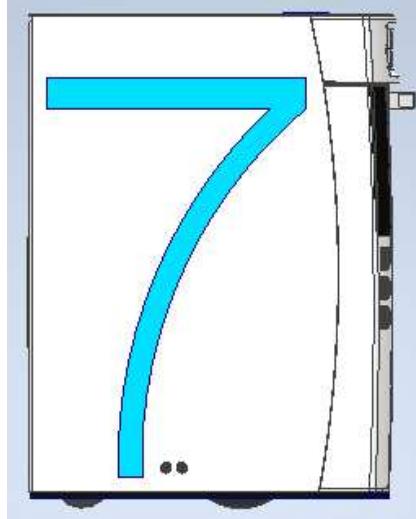
Fonte: Os autores

Figura 45 - Vista frontal do robô R7 Robot



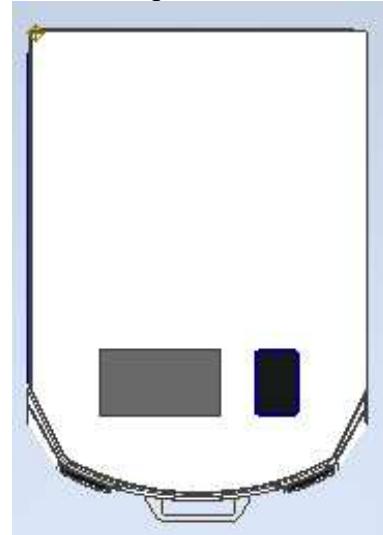
Fonte: Os autores

Figura 46 - Vista lateral do robô R7 Robot



Fonte: Os autores

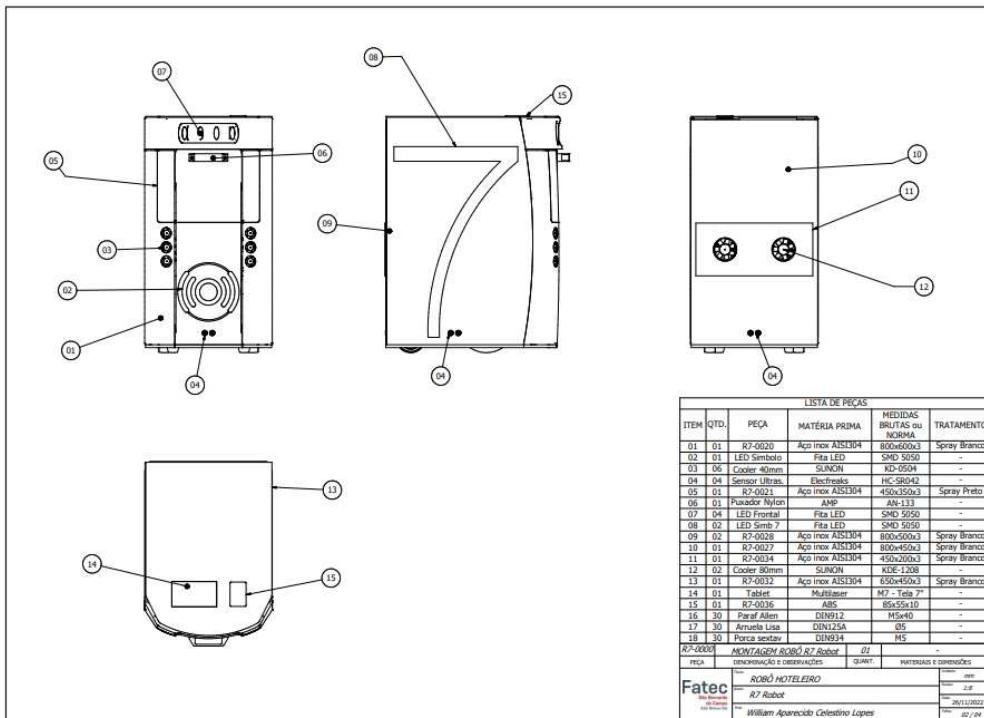
Figura 47 - Vista superior do robô R7 Robot



Fonte: Os autores

Os desenhos com o detalhamento dos conjuntos estão disponíveis no Anexo II.

Figura 48 - Exemplo do Desenho do conjunto



Fonte: os autores

9.4 CONCLUSÃO

Nessa disciplina nós pudemos desenvolver habilidades para a criação de um desenho em três dimensões no software Inventor Profissional desde o sketch, passando pelas etapas de extrusão e remoção de material, acrescentamos furos, raios e chanfros na peça até deixar nas dimensões e detalhes corretos. Após a realização do desenho, nós desenvolvemos conhecimentos na parte de montagem, onde utilizamos duas ou mais peças para realizar essa etapa que consiste basicamente em montar um conjunto de componentes.

Feito o desenho e montagem dos componentes, nós aprendemos a realizar o detalhamento de todas as partes do conjunto mecânico, na qual é feito a perspectiva na vista superior, vista frontal e lateral esquerda e também é feito a cotagem de todos os componentes seguindo a norma de desenho técnico.

10 MANUFATURA ADITIVA

10.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA

Conhecer e especificar materiais e tecnologias de Manufatura Aditiva na fabricação de peças e montagens.

10.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

TECNOLOGIAS DE MANUFATURA ADITIVA

Nos últimos anos, houve um aumento na utilização e popularização do uso da manufatura aditiva na fabricação de componentes comerciais, e com isso, o número de técnicas para adição desses materiais. Dentre as principais técnicas de manufatura aditivas, pode-se destacar:

10.2.1 FOTOPOLIMERIZAÇÃO EM CUBA (ESTEREOOLITOGRÁFIA – SLA)

Criado em 1986 por Charles W. Hull se trata de um método em que a resina líquida se polimeriza ao ser exposta a um raio de luz UV. O modelo 3D é construído camada por camada em uma plataforma móvel que se desloca verticalmente, e através dos feixes de luz solidifica-se a resina, resultando no acabamento e a precisão dimensional como os pontos fortes desse processo.

Sequência de trabalho: 1. Design; 2. Impressão; 3. Limpeza (álcool isopropílico); 4. Pós-cura; 5. Remoção dos suportes; 6. Pós-processamentos adicionais.

Aplicações: Testes anatômicos, padrões de ferramental rápido, peças com muitos detalhes e modelos de apresentação para teste de mercado.

Vantagens: Precisão dimensional, muito bom acabamento externo, sendo está a superfície, durabilidade e a possibilidade de peças transparentes.

10.2.2 EXTRUSÃO DE MATERIAL

Conhecido popularmente como *Fused Deposition Modeling (FDM)*, tecnologia registrada pela *Stratasys* por volta de 1990. É um processo que consiste basicamente em um filamento polimérico que é depositado através de um cabeçote aquecido, fazendo a fundição do material, logo depositado sobre uma mesa de impressão em camadas. O cabeçote movimenta nos planos X e Y, e a mesa se movimenta verticalmente no eixo Z após finalizar cada camada da peça.

Tempos de fabricação: Tempo de preparação, tempo de aquecimento, tempo efetivo de fabricação, tempo de resfriamento e tempo de remoção da peça.

Aplicações: Projetos desenvolvidos com polímeros, sendo também possível a utilização de cerâmicas.

Vantagens: Simplicidade, variedade de materiais, resistência e custo benefício.

Desvantagens: Baixa precisão dimensional, necessidade suportes em certas regiões e acabamento com camadas visíveis.

10.2.3 JATEAMENTO DE MATERIAL

Deposição de material em forma líquida, formando o objeto através de camadas. Semelhante a uma impressora jato de tinta, o material é depositado em uma mesa por um cartucho móvel. Processo permite imprimir mais de um material num mesmo produto, impressão de peças coloridas, necessita de suportes e traz propriedades mecânicas baixas.

10.2.4 JATEAMENTO AGLUTINANTE

Determinado líquido ligante é jateado sobre uma cada de pó em áreas específicas fazendo a formação do sólido. O processo é semelhante ao jateamento de material, bem como das impressoras de tinta. Não precisa de suportes para a peça, pois são sustentadas pela própria camada de pó. É um processo relativamente rápido e possui um preço acessível.

10.2.5 FUSÃO DE LEITO DE PÓ

Processo em que torna possível a fabricação de produtos utilizando matéria prima em pó, desenvolvido por Carl Deckard e Beaman por volta de 1987. O material é depositado na superfície e através de um laser o material funde (sinteriza) e vai formando a peça sólida, à medida que cada camada é completada, o pó é despejado novamente, um rolo distribui o material sobre a superfície antes da próxima aplicação do laser para que a camada seguinte seja formada e fundida com a anterior. Esse processo é repetido até que seja formada a peça por inteiro. Existem os processos SLM, SLS e EBM.

Aplicações: Testes funcionais, peças com dobradiças vivas, aplicações de alta temperatura, prototipagem e produção em pequenas quantidades.

Vantagens: Produção de objetos sem necessidade de suporte, tempo reduzido de impressão em comparação a outros processos.

10.2.6 ADIÇÃO DE LÂMINAS

Nesse processo, camadas de lâmina são sobrepostas e coladas para formar o protótipo. As seções da peça são cortadas mecanicamente ou por laser. As lâminas são fornecidas em forma de chapas ou lâmina em bobina.

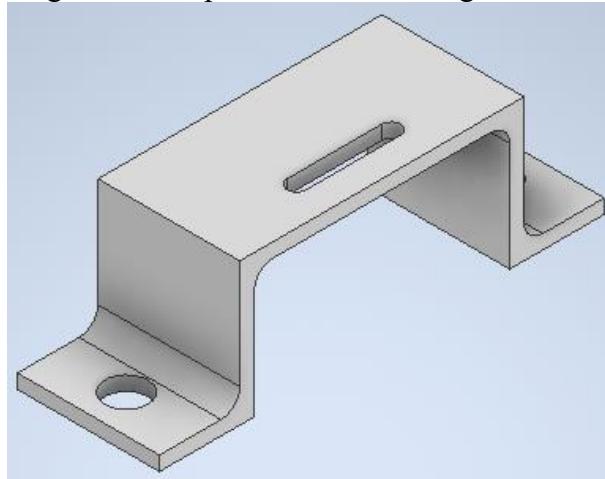
10.3 METODOLOGIA

10.3.1 PROJETO DO PRODUTO

No desenvolvimento do projeto do robô autônomo R7 Robot, entendeu-se que para melhor utilização da tecnologia de manufatura aditiva, o grupo deveria desenvolver peças que pudessem ser utilizadas como suportes para os componentes eletrônicos utilizados no projeto do equipamento, pois as mesmas não sofreriam elevados esforços mecânicos devido a massa dos componentes eletrônicos serem baixos.

A peça escolhida para impressão e detalhamento foi o componente R7-0011, componente desenvolvido para suporte da bússola magnética. A seguir, temos a figura do componente:

Figura 49 - Suporte da bússola magnética

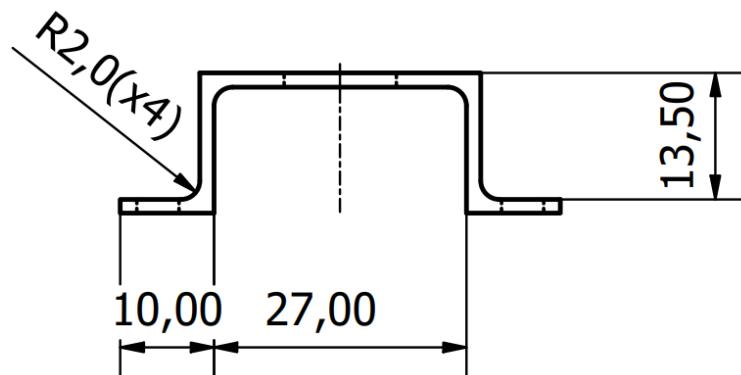


Fonte: os autores

10.3.2 DETALHAMENTO DO PRODUTO

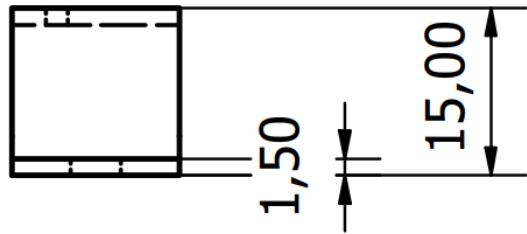
Após definição do componente a ser impresso, o grupo realizou o detalhamento do modelo, gerando as projeções ortogonais e a perspectiva isométrica respectivamente, conforme figuras abaixo:

Figura 50 - Vista frontal do componente R7-0011



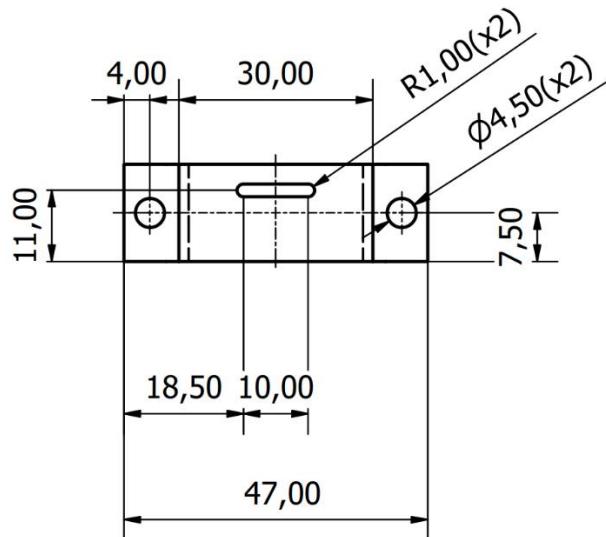
Fonte: os autores

Figura 51 - Vista lateral do componente R7-0011



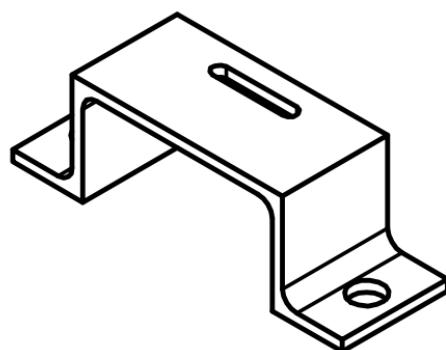
Fonte: os autores

Figura 52 - Vista superior do componente R7-0011



Fonte: os autores

Figura 53 - Vista ortogonal do componente R7-0011



Fonte: os autores

Outros detalhes técnicos, como: escala, tipo de material, revisão do desenho, legendas e notas em geral, podem ser encontrados em ANEXO II.

10.3.3 INDICAÇÃO DE ATRIBUTOS DO PRODUTO

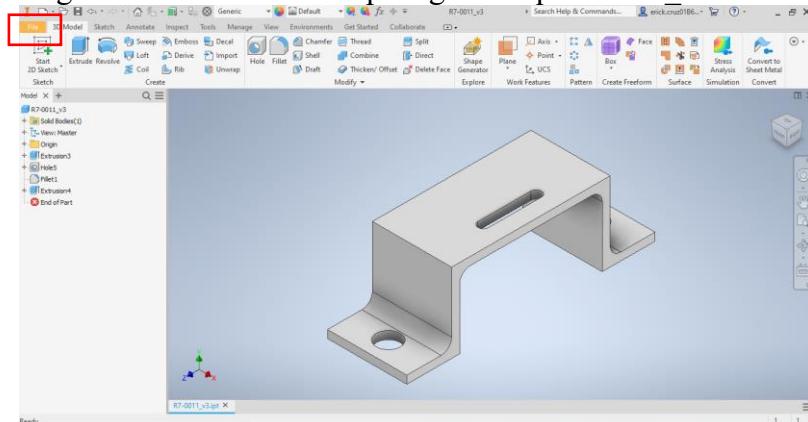
O componente R7-0011 é um suporte projetado para fixar a bússola magnética e não será submetido à elevados carregamentos mecânicos.

10.3.4 GERAÇÃO DO ARQUIVO STL

Após conclusão do modelamento matemático no software Inventor, foi necessário realizar a tesselação do modelo 3D para que o mesmo fosse reconhecido pelo software da impressora 3D. Para isso, foi necessário converter o modelo em extensão STL, conforme procedimento a seguir:

- 1) No *menu principal* do software Inventor, clique em “Arquivo”;

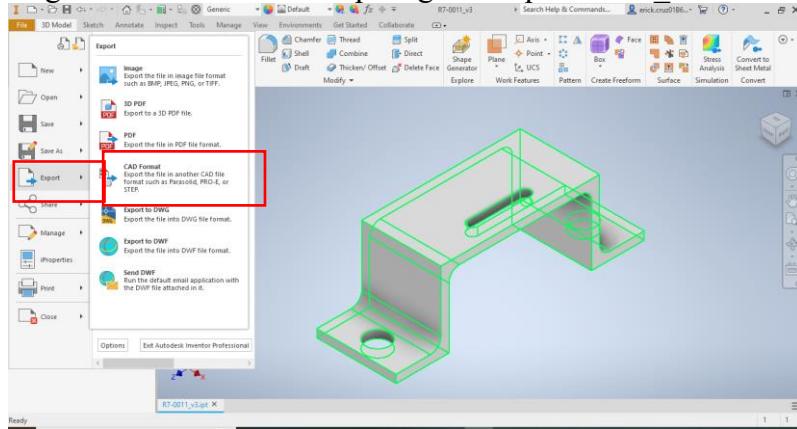
Figura 54 - Procedimento para gerar arquivo STL_1



Fonte: os autores

- 2) Selecione a opção “Salvar como” e posteriormente “Formato CAD”;

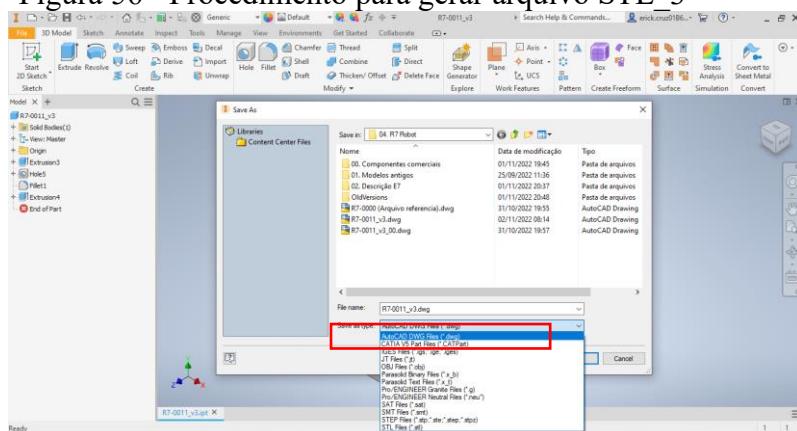
Figura 55 - Procedimento para gerar arquivo STL_2



Fonte: os autores

- 3) Nas opções de formato do arquivo, selecione a opção “Arquivo STL (*.stl);

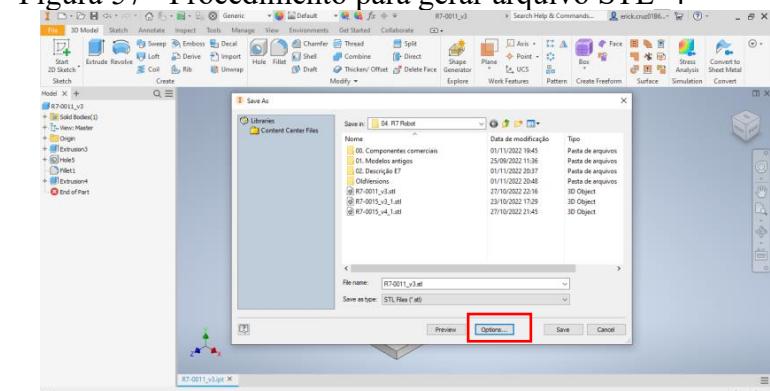
Figura 56 - Procedimento para gerar arquivo STL_3



Fonte: os autores

- 4) Clique em “Opções” para verificar os parâmetros antes de salvar em STL;

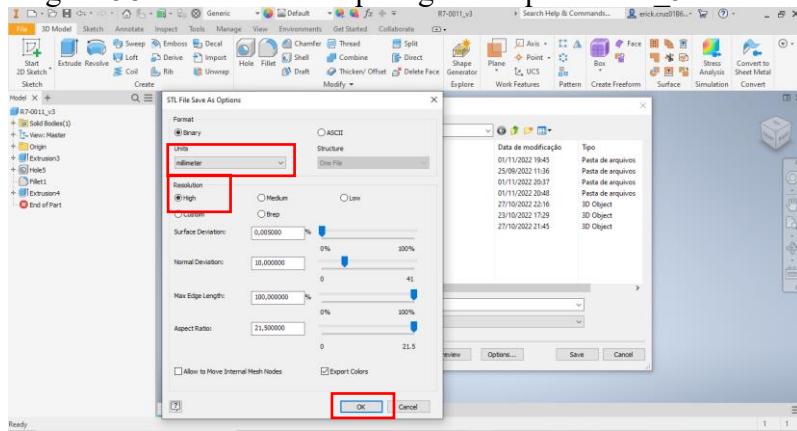
Figura 57 - Procedimento para gerar arquivo STL_4



Fonte: os autores

- 5) Confirme se a unidade de medida do modelo está em milímetros (mm) e se o refinamento da malha está com resolução alta, conforme figura abaixo:

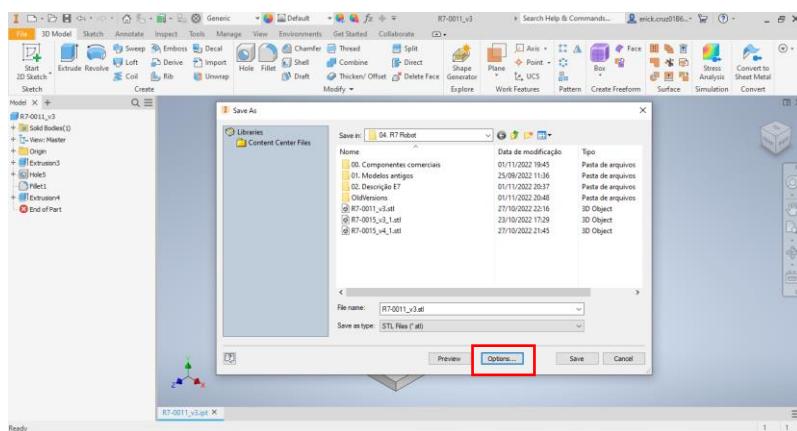
Figura 58 - Procedimento para gerar arquivo STL_5



Fonte: os autores

- 6) Clique em “Salvar” para concluir o procedimento;

Figura 59 - Procedimento para gerar arquivo STL_6



Fonte: os autores

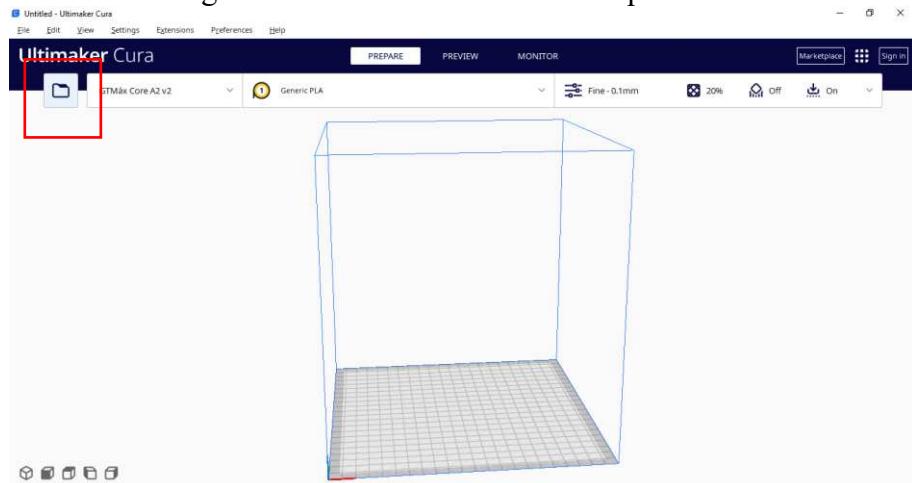
10.4 PROJETO POR MANUFATURA ADITIVA

10.4.1 PLANEJAMENTO DO PROCESSO

Para realizar o processo de impressão 3D do modelo R7-0011, o grupo utilizou o software *Ultimaker Cura* (Versão 5.2.1) para realizar o fatiamento do modelo e a impressora *GTMax Core A2 v2* para executar o processamento da peça.

Após realizar a conversão do modelo na extensão em STL, o arquivo foi aberto no software *Ultimaker Cura* e foi realizado o posicionamento do modelo, conforme figuras abaixo:

Figura 60 - Ícone de abertura de arquivos



Fonte: os autores

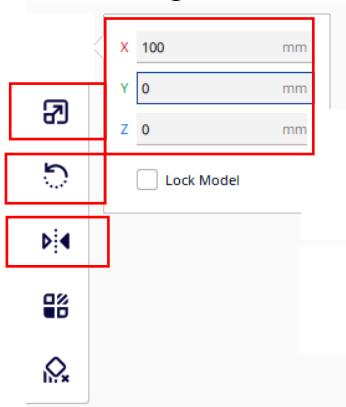
Ao selecionar o modelo, é possível visualizar ao lado esquerdo o *menu* para ajuste das coordenadas do elemento e para ajuste do posicionamento do modelo em relação a mesa de impressão.

Figura 61 - Interface do software Ultimaker Cura_1



Fonte: os autores

Figura 62 - Descrição do menu de posicionamento do modelo

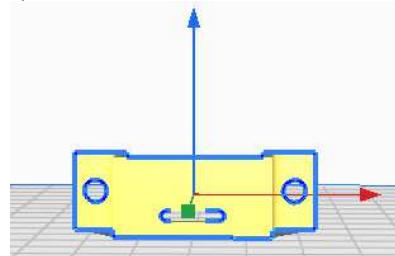


- 1. Ajuste da posição do modelo**
- 2. Ajuste da escala da peça a ser impressa**
- 3. Ajuste da rotação**
- 4. Espelhar o elemento**

Fonte: os autores

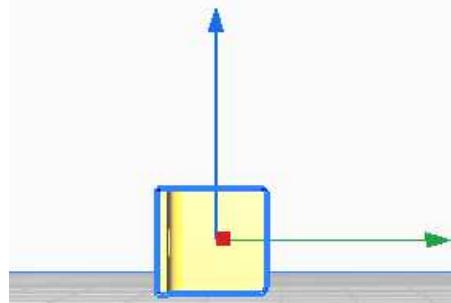
A seguir, têm-se as vistas: frontal, lateral e superior do modelo R7-0011 em relação à mesa da impressora *GTMax Core A2 v2*.

Figura 63 - Vista frontal (Posicionamento do modelo na mesa de impressão)



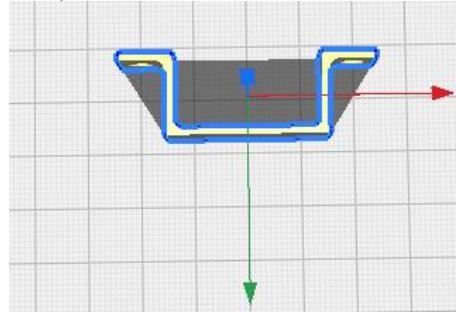
Fonte: os autores

Figura 64 - Vista lateral (Posicionamento do modelo na mesa de impressão)



Fonte: os autores

Figura 65 - Vista superior (Posicionamento do modelo na mesa de impressão)



Fonte: os autores

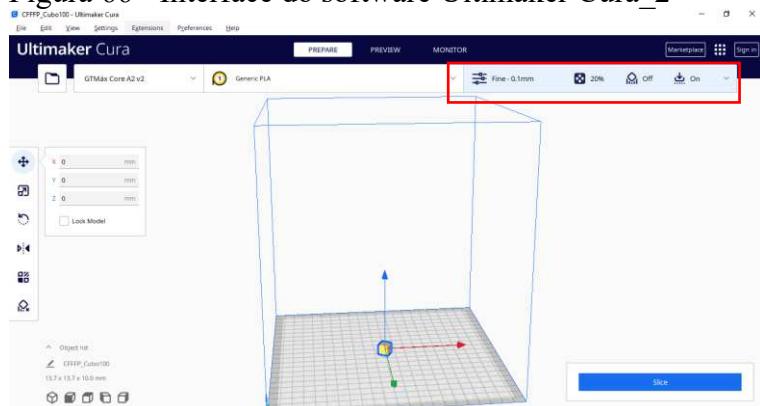
O grupo entendeu que a melhor orientação para o modelo na plataforma seria conforme imagens acima. Para isso, foram levados em consideração:

- A influência do posicionamento do modelo para reduzir a quantidade de suportes necessários durante o processo de impressão;
- As maiores dimensões da peça deveriam ficar compreendidas no plano XY da mesa de impressão, e com isso, a redução do tempo de processamento;
- E finalmente, os possíveis carregamentos mecânicos que o componente pudesse suportar para minimizar o efeito anisotrópico do material;

10.4.2 CONFIGURAÇÃO DOS PARÂMETROS DE IMPRESSÃO

No *menu* superior direito é possível visualizar o *submenu* para ajuste dos parâmetros de impressão.

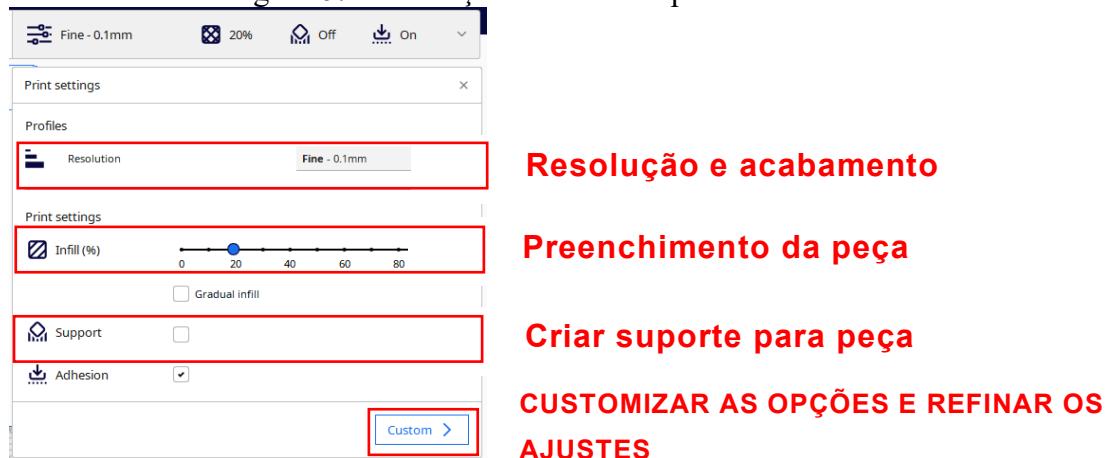
Figura 66 - Interface do software Ultimaker Cura_2



Fonte: os autores

É possível selecionar a qualidade de impressão, tipo de acabamento, preenchimento e criação de suportes.

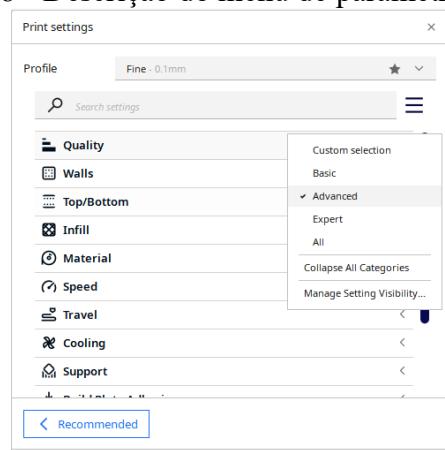
Figura 67 - Descrição do menu de parâmetros



Fonte: os autores

Ao clicar na opção “Customizar”, é possível refinar os parâmetros de impressão e definir valores para “Qualidade, Paredes, Base/Topo, Material, Velocidade, Refrigeração e Suporte”, conforme figura abaixo:

Figura 68 - Descrição do menu de parâmetros



Fonte: os autores

Os parâmetros de impressão para o modelo R7-0011 foram definidos com base na aplicação do material, na economia da matéria-prima e no tempo de processamento. Todos os parâmetros definidos para impressão do componente, o material selecionado para impressão e o equipamento, estão descritos no documento definido como Parâmetros de Processo – figura a seguir:

Tabela 4 - Parâmetros de impressão do modelo R7-0011

| PARÂMETROS DE PROCESSO | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|--|----------|---|----------------------------------|------------------|--|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| Produto: | | Número: | Revisão: | Qty peças: | DADOS DO EQUIPAMENTO / IMPRESSÃO | | | | | | | | |
| Suporte da bússola | | R7-0011 | 3 | 1 | Máquina: | GTMax Core A2 v2 | Temp. mesa de impressão: 110°C Tensão Elétrica: 127 / 220V | | | | | | |
| Material: ABS | | Filamento: Ø1,75 mm Bico: Ø 0,4 mm Peso: 2 g Adesivo: A.BOND | | | | | | | | | | | |
| Nº Op. 0010 | Descrição: Impressão 3D | Tempos [min] | | | | TOTAL: 40 | | | | | | | |
| | | PREP.: | 3 | AQUEC.: | 9 | FABRIC.: | 12 | | | | | | |
| | | | | RESF.: | 15 | REMOÇ.: | 1 | | | | | | |
| Peça na mesa de impressão Posicionamento: <table border="1"> <tr> <td>X = 0 mm</td> <td>X = 47 mm</td> </tr> <tr> <td>Y = 0 mm</td> <td>Y = 15 mm</td> </tr> <tr> <td>Z = 0 mm</td> <td>Z = 15 mm</td> </tr> </table> Exemplo de posicionamento: | | | | | | | | X = 0 mm | X = 47 mm | Y = 0 mm | Y = 15 mm | Z = 0 mm | Z = 15 mm |
| X = 0 mm | X = 47 mm | | | | | | | | | | | | |
| Y = 0 mm | Y = 15 mm | | | | | | | | | | | | |
| Z = 0 mm | Z = 15 mm | | | | | | | | | | | | |
| PARAMETROS DE IMPRESSÃO | | | | | | | | | | | | | |
| PERFIL: Cura ABC Qmedia | | | | MATERIAL: Temperatura de impressão: 240°C Temperatura de impressão da camada inicial: 240°C Temperatura inicial de impressão: 240°C Temperatura de impressão final: 240°C Temperatura da mesa de impressão: 110°C Temperatura da mesa de impressão da camada inicial: 110°C | | | | | | | | | |
| QUALIDADE: Altura de camada: 0,22mm Altura da primeira camada: 0,3mm Largura de extrusão: 0,4mm Largura de extrusão da parede: 0,4mm Largura de extrusão da parede externa: 0,4mm Largura de extrusão das paredes internas: 0,4mm Largura de extrusão superior / inferior: 0,4mm Largura de extrusão do preenchimento: 0,4mm Largura de extrusão do brim e skirt: 0,48mm Largura de extrusão da camada inicial: 130,0% | | | | VELOCIDADE: Velocidade de impressão: 100,0mm/s Velocidade de preenchimento: 90mm/s Velocidade da parede exterior: 30mm/s Velocidade da parede inferior: 90mm/s Velocidade superior/inferior: 50mm/s Velocidade do suporte: 100mm/s Velocidade percurso: 200,0mm/s Velocidade da camada inicial: 20,0mm/s Velocidade do skirt e brim: 20,0mm/s Habilitar controle de aceleração: Sim Habilitar controle de jerk: Sim | | | | | | | | | |
| PAREDES: Espessura de parede: 0,8mm Número de filetes da parede: 5 Optimizar ordem de impressão de paredes: Sim Expansão horizontal: 0,0mm | | | | SUPORTE: Gerar suporte: Sim Estrutura de suporte: Normal Colocação de suporte: Em todo lugar Ângulo para caracterizar seções pendentes: 60,0° Padrão do suporte: Ziguezague Contagem de linhas de parede de suporte: 0 Conectar os Ziguezagues do suporte: Sim Densidade do suporte: 15,0% Distância em Z do suporte: 0,1mm Distância X/Y do suporte: 0,7mm | | | | | | | | | |
| SUPERIOR / INFERIOR: Espessura superior/inferior: 1,0mm Espessura superior: 1,0mm Camadas superior: 3 Espessura inferior: 1,0mm Camadas inferiores: 3 Ordem monotônico superior/inferior: Sim Habilitar passar o ferro: Sim | | | | ADERÊNCIA À MESA: Tipo de aderência da mesa de impressão: Brim Largura do Brim: 3,0mm Contagem de linhas do Brim: 6 Brim somente para fora: Sim | | | | | | | | | |
| PREENCHIMENTO: Densidade do preenchimento: 50,0% Distância da linha de preenchimento: 1,92mm Padrão de preenchimento: Grade Multiplicador de filete de preenchimento: 1 Porcentagem de sobreposição do preenchimento: 15,0% Espessura da camada de preenchimento: 0,22mm Passos graduais de preenchimento: 0 | | | | Elaborado por: R7 Robot Data elaboração: 02/11/2022 Aprovado por: Daniel Tchernov Data elaboração: 03/11/2022 Ver. 00 Folha: 01 / 01 | | | | | | | | | |

Fonte: os autores

10.4.1 PRECIFICAÇÃO DO PRODUTO

Durante o processo de impressão do componente R7-0011, foi realizada a análise dos tempos de processo, nos quais foram considerados: os tempos de preparação, aquecimento da mesa, aquecimento do bico, processo de impressão, resfriamento e remoção. Adicional à análise dos tempos, foi considerado o consumo de matéria-prima, investimento para aquisição do equipamento e margem de lucro para precificar o valor de venda do produto – conforme imagem a seguir.

Tabela 5 - Tabela de custos de impressão 3D

| CALCULADORA DE CUSTOS DE IMPRESSAO 3D | | | N | Tipos | Valores |
|--|-----------------------------|------------------------|-------|---------------------------------|--------------|
| CALCULO SIMPLES | | | | | |
| Valores da peça (dado pelo fatiador) | | | | | |
| Comprimento utilizado | | 0,80 m | 1 | ABS Comum | R\$ 99,00 |
| Diâmetro do filamento | | 1,75 mm | 2 | ABS barato | R\$ 80,00 |
| Densidade | | 1,04 g/cm ³ | 3 | Nylon | R\$ 260,00 |
| Área do diâmetro do filamento | | 2,41 mm ² | 4 | Petg | R\$ 320,00 |
| Tempo de impressão | | 12,00 min | 5 | ABS Wood | R\$ 600,00 |
| Peso estimado | | 2,00 g | 6 | PLA | R\$ 140,00 |
| | | | | Densidades (g/cm ³) | |
| CALCULO DETALHADO | | | | ABS | 1,04 |
| Valores de produção | | | | PLA | 1,24 |
| Despesas de produção | Tipo de filamento | N | 1 | | |
| | Valor do quilo (filamento.) | R\$ | 99,00 | | |
| | Preço por KWh | R\$ | 0,6 | | |
| | Consumo da maquina (W) | | 360 | | |
| | Depreciação por hora | | 1% | | |
| | Média de falhas | | 10% | | |
| Custos Administrativos | | | | | |
| Modelagem 3D | - | | | | |
| Retorno de investimento | | | | | |
| Retorno do investimento na maquina (em quanto tempo quer pagar a maquina?) | Tempo desejado (mês) | | 12 | Valor da maquina | R\$ 3.000,00 |
| | Horas por dia | | 8 | Dias por mês | 25 |
| | Valor a adicionar por hora | R\$ | 1,25 | | |
| Custos de PRODUÇÃO | | | | | |
| Custo material | | R\$ | 0,20 | | |
| Custo energia | | R\$ | 0,04 | | |
| Custo de manutenção | | R\$ | 0,03 | | |
| Custo de falhas | | R\$ | 0,02 | | |
| Custo de acabamento (10%) | | R\$ | 0,02 | | |
| Custo de fixação (spray) | | R\$ | 0,20 | | |
| Custos diversos | | | | | |
| Retorno de investimento | | R\$ | 0,25 | | |
| Custo administrativo | | - | | | |
| Margem de lucro | | | | | |
| Porcentagem de lucro | | | 200% | | |
| RESULTADO | | | | | |
| Valor de produção | | R\$ | 0,76 | | |
| Valor de venda | | R\$ | 2,28 | | |

Fonte: os autores

O valor de produção e de venda do componente R7-0011 ficou estimado em R\$0,76 e R\$2,28 respectivamente.

10.4.2 PROCESSO DE MANUFATURA

Após fatiamento do modelo, o arquivo foi transferido para o cartão de memória SD e inserido na impressora 3D.

Figura 69 - Impressão R7-0011_1



Fonte: os autores

Após inserção do cartão, foi selecionado o arquivo com o fatiamento do modelo R7-0011.

Figura 70 - Impressão R7-0011_2



Fonte: os autores

Para garantir o processo de impressão, borrifou-se 04 gotas do adesivo para impressão *A.BOND* na mesa de impressão e após isso, o produto foi espalhado com um pano do tipo multiuso.

Figura 71 - Impressão R7-0011_3



Fonte: os autores

Após os primeiros passos, se deu início o processo de aquecimento da mesa e bico de impressão, antes do processo de fabricação.

Figura 72 - Impressão R7-0011_4



Fonte: os autores

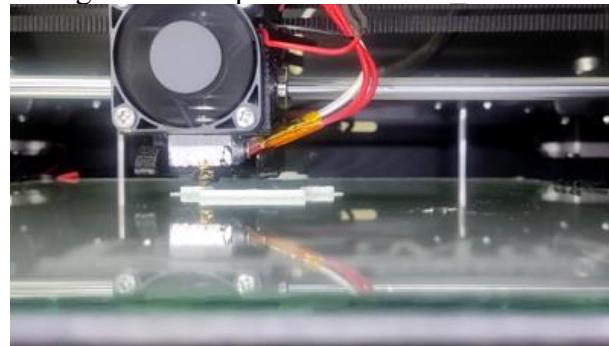
Como todos os parâmetros já definidos e configurados, iniciou-se o processo de impressão 3D do modelo R7-0011.

Figura 73 - Impressão R7-0011_5



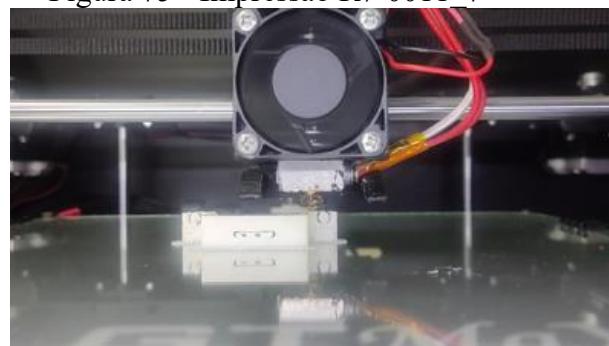
Fonte: os autores

Figura 74 - Impressão R7-0011_6



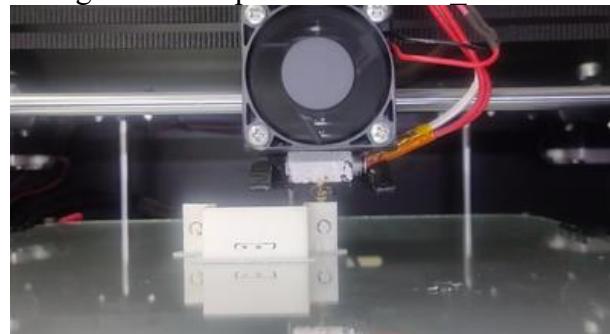
Fonte: os autores

Figura 75 - Impressão R7-0011_7



Fonte: os autores

Figura 76 - Impressão R7-0011_8



Fonte: os autores

Figura 77 - Impressão R7-0011_9



Fonte: os autores

Após conclusão do processo de impressão, o componente ficou na mesa de impressão aguardando resfriamento da mesma para que o modelo pudesse ser retirado sem sofrer nenhum dano/deformação.

Ao término do processo de resfriamento, o modelo foi retirado da impressora e foi possível realizar as etapas de acabamento do modelo, removendo as rebarbas e suportes de sustentação.

Figura 78 - Impressão R7-0011_10



Fonte: os autores

Figura 79 - Impressão R7-0011_10



Fonte: os autores

Figura 80 - Impressão R7-0011_10



Fonte: os autores

Após conclusão de todas as etapas, o modelo está disponível para acabamento superficial (pintura) e para utilização.

Figura 81 - Impressão R7-0011_13



Fonte: os autores

Figura 82 - Impressão R7-0011_14



Fonte: os autores

Figura 83 - Impressão R7-0011_15



Fonte: os autores

10.5 CONCLUSÃO

No decorrer do semestre pudemos aprender sobre diversos processos de manufatura aditiva, como fotopolimerização em cuba, extrusão de material, jateamento de material, jateamento aglutinante, entre outros.

Fizemos o desenvolvimento na matéria de DAC um suporte que seria para fixação da bussola eletrônica, e em seguida exportamos esse arquivo para a extensão STL. Para realizar o processo de impressão 3D utilizamos o software Ultimaker Cura (Versão 5.2.1) para realizar o fatiamento do modelo e a impressora GTMax Core A2 v2 para executar o processamento da peça. Realizamos também a precificação do produto, levando em consideração dimensões, material, lucro e etc. Finalizamos o semestre cumprindo todas as etapas de processo de uma impressão 3D, desde o desenvolvimento do produto, os ajustes de parâmetros, a impressão final da peça e o cálculo de precificação.

11 INSTRUMENTAÇÃO E MEDIDAS ELÉTRICAS

Tem como base auxiliar no dimensionamento de componentes eletrônicos que serão utilizados no robô, como baterias e motores. Além de desenvolver habilidades com instrumentos de medição elétricos.

11.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA

Fornecer conhecimentos em eletricidade para realizar o dimensionamento de baterias, análise de circuitos eletrônicos além de auxiliar no dimensionamento dos motores elétricos.

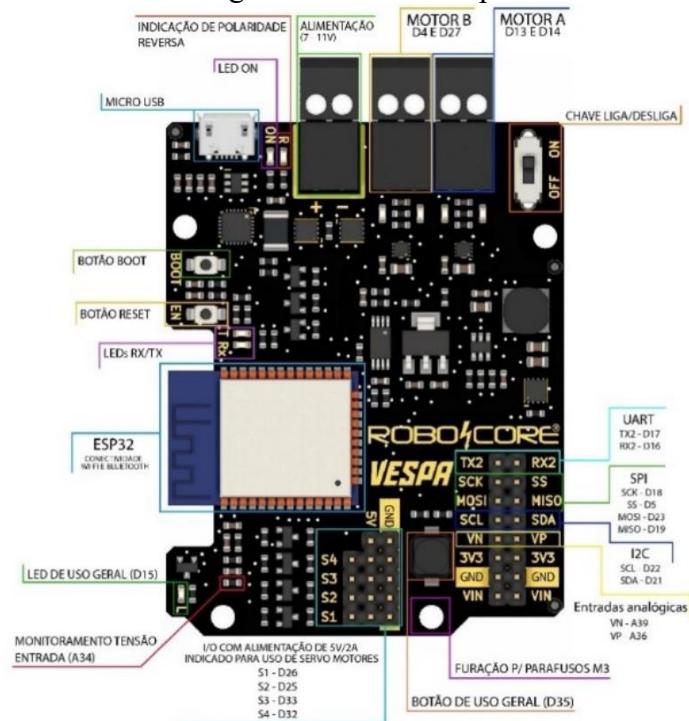
11.2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

11.2.1 PLACA DE PROTOTIPAGEM ELETRÔNICA

A placa utilizada no nosso trabalho foi a VESPA considerada a primeira placa da RoboCore, que possui nela o microprocessador ESP32. A placa é compatível para controlar novos projetos através das tecnologias WiFi e Bluetooth, e também pode ser utilizada para automação residencial.

A VESPA traz em seu corpo duas pontes-H no chip DVR8837 que fornece cerca de 800mA em CC de forma separada, devido os motores consumirem uma potência maior será adaptado uma ponte H externa que suporte a corrente do motor. Os pinos S1 e S2 foram utilizados para a ligação do sensor ultrassônico, na saída SCL e SDA utilizamos para a montagem da bússola eletrônica junto com os pinos de GND e 5v, para o sensor Lunix foram utilizadas as saídas VP e VN e foram alimentados com 3V3 e GND. Os motores da plataforma física utilizaram as saídas D4 e D27 para o motor B e para o motor A saídas D13 e D14.

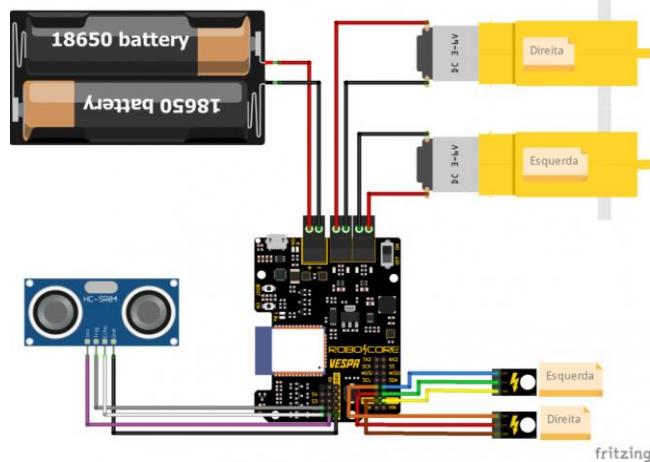
Figura 84 - Placa Vespa



Fonte: <https://www.robocore.net/kits/kit-robo-explorer>

Na figura abaixo, demonstramos o esquema de montagem da placa e exemplificamos os componentes que podem ser ligados em cada entrada.

Figura 85 - Esquema de Montagem da placa



Fonte: <https://www.robocore.net/kits/kit-robo-explorer>

11.2.2 PLACA WEMOS D1

A placa de desenvolvimento Wemos D1 possui a mesma estrutura de um Arduino Uno R3, ela possui um microcontrolador ESP32 podendo ser utilizada para projetos IoT devido a integração de Wifi e Bluetooth. Ela funciona com uma tensão de 12VDC e sua tensão de operação é 3,3VDC.

Figura 86 - Imagem placa Wemos D1

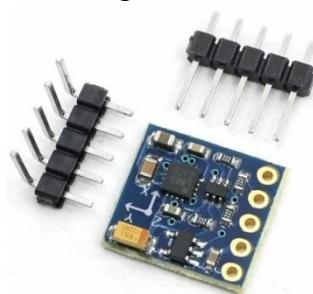


Fonte: <https://www.autocorerobotica.com.br/placa-de-desenvolvimento-wemos-d1-esp32-com-wifi-e-bluetooth>

11.2.3 BÚSSOLA DIGITAL

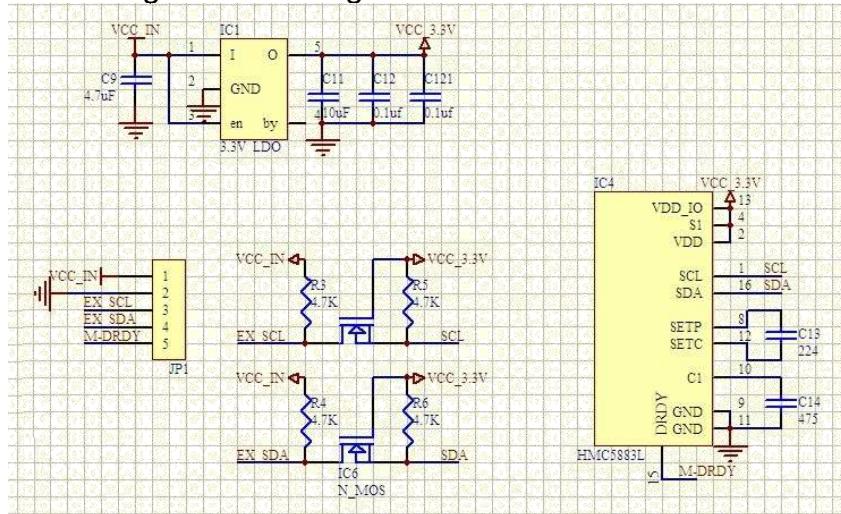
O Módulo Sensor Magnetômetro (bússola digital) GY-271 foi desenvolvido com a finalidade de ser utilizado como um sensor magnético. Este módulo é uma bússola eletrônica que possui três eixos (X / Y / Z) e utiliza comunicação I2C. Além disso, tem a capacidade de identificar em qual direção do globo terrestre está o polo norte magnético.

Figura 87 - Imagem da Bússola Digital



Fonte: <https://www.multipecas.curitiba.br/>

Figura 88 - Diagrama elétrico da bússola



Fonte: http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=GY-271_HMC5883L_3-Axis_Magnetic_Electronic_Compass_Module

11.2.4 SENSOR ULTRASSÔNICO

O funcionamento do HC-SR04 – figura 10.4, se baseia no envio de sinal ultrassônico pelo sensor, que aguarda o retorno (echo) do sinal, e com base no tempo entre envio e retorno, calcula a distância entre o sensor e o objeto detectado.

Esse método de determinação da distância de um objeto baseia-se no intervalo de tempo entre a emissão do sinal ultrassônico pelo emissor e o retorno do sinal refletido pelo objeto. Como a velocidade do som é conhecida, pode-se, então, calcular a distância do objeto a partir desse intervalo de tempo.

O ultrassom aplicado na medição de nível normalmente está na faixa de 40 a 200 kHz. O ultrassom detecta objetos pelo mesmo princípio do radar, ou seja, pulsos ultrassônicos são emitidos na direção do objeto e a distância é calculada pelo tempo que o som leva para ser refletido de volta.

Figura 89 - Sensor Ultrassônico

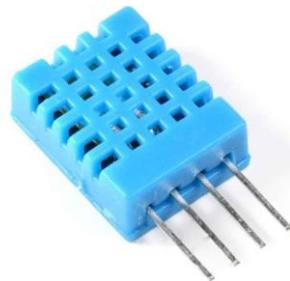


Fonte: <https://www.robocore.net/kits/kit-robo-explorer>

11.2.5 SENSOR DE UMIDADE E TEMPERATURA – DHT11

O sensor DHT11 é um sensor que tem um range de temperatura de 0 a 50°C, e umidade em torno de 20 a 90%. A faixa de precisão é de 2°C, e de umidade 5%. O datasheet do componente encontra-se no anexo III.

Figura 90 – Sensor de Umidade e Temperatura



Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11/>

11.2.6 BATERIA

Foi considerado para o projeto o uso de Baterias de lipo (íon de polímero) pois ela sofre menos dilatação ao aquecer e consegue armazenar uma quantidade de energia maior em um determinado tempo.

Figura 91 - Exemplo de Bateria de lipo



Fonte: <https://www.gensace.de/tattu-9000mah-25c-6s1p-lipo-battery-pack-with-ec5.html>

11.3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do robô utilizamos na parte de sensoriamento, 04 sensores ultrassónicos HC-SR04 que serão instalados em todos os lados do robô. Aplicamos 01 sensor DHT11 para fazer o controle de temperatura na parte do Hardware, essa temperatura será enviada e armazenada em um banco de dados.

Utilizamos 01 placa Vespa para fazer a programação da trajetória do robô, e para que haja comunicação do robô com o elevador utilizamos 02 placas Wemos D1 ESP32 na qual uma ficará acoplada na parte interna do robô e outra ficará no elevador.

Para a alimentação eletrônica utilizamos 4 baterias de Lipo que fornece cerca 9000mAh e sua tensão é de 24Vdc.

Devido a placa Vespa possuir uma ponte H que fornece apenas 800mA para os motores, e cada motor do robô tem uma potência de 367w, a uma tensão de 24Vdc a corrente fica em torno de 15A, com isso utilizaremos um componente eletrônico Mosfet YMP200N08Q, onde usa tensão é de 24Vdc e sua potência máxima é de 25A.

Serão utilizados 02 motores elétricos modelo MY1020, com especificações de 24Vdc, potência máxima de 500W e 2500rpm.

11.4 CONCLUSÃO

Nessa disciplina nós aprendemos sobre tensão alternada, tensão continua, tipos de onda (quadrada, senoidal, triangular), adquirimos conhecimentos em indutores e capacitores. Nas aulas de corrente continua vimos sobre definições de resistência elétrica, corrente, tensão e também analisar e calcular esses valores em circuitos montados a 1ºLei de Ohm, 1º e 2º Lei de Kirchhoff.

Ao decorrer das aulas vimos alguns instrumentos e seu funcionamento, como voltímetro, multímetro, amperímetro, ohmímetro e galvanômetro. Aprendemos a calcular a interferência dos instrumentos em um circuito elétrico.

Em ponte de Wheastone, vimos sua aplicação em instrumentação com sensores, e também realizamos pesquisas durante o semestre para toda a parte de sensoriamento, tipos e suas aplicações.

12 BIG DATA

Big Data é uma coleção de conjunto de dados, grandes e complexos, que não podem ser processados por bancos de dados ou aplicações de processamento tradicionais.

O Google estima que a humanidade criou nos últimos 300.000.000.000.000.000 (hexa) bytes de dados.

Conforme IBM o Big Data pode ser definido em 5 V's, sendo eles:

- Volume
- Variedade
- Velocidade
- Veracidade

Figura 92 - Esquema dos 5V's do BIG DATA



Fonte: <https://www.cortex-intelligence.com/blog/os-5-vs-do-big-data>

12.1 OBJETIVOS DA DISCIPLINA

A matéria de Big Data tem por objetivo o estudo de dados, sua extração, o desenvolvimento de arquitetura de dados, e análise de dados para tomada de decisão com base em tecnologias estudos estáticos. Aplicaremos estes conceitos para análise de nosso processo crítico de negócio, a manutenção de nosso Robô.

12.2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

Modelagem de banco de dados é um modelo de modo conceitual que define e comunicar as relações entre conceitos e entidades.

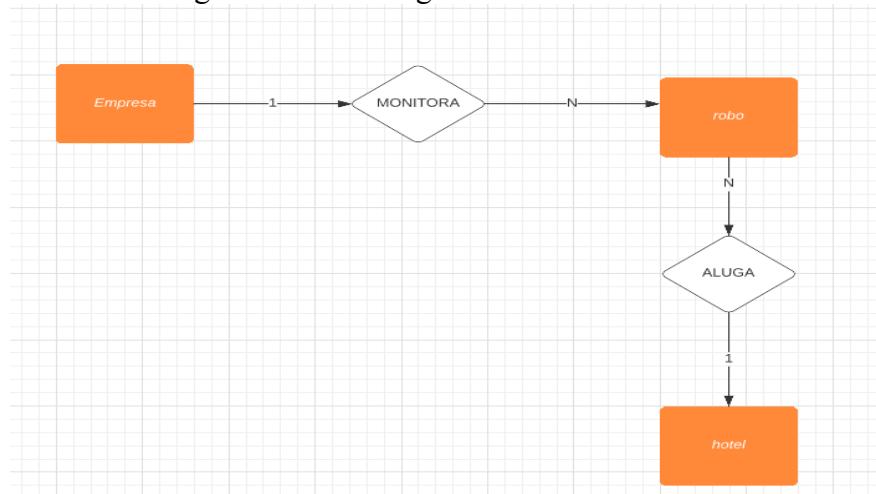
- Identificação de entidades, da mesma forma que identificação de classes;
- Atributos são associados aos tipos de entidades, da mesma forma que às classes;
- Formas de agrupamento por relacionamento, herança, composição e agregação se aplicam, da mesma forma que na modelagem de classes;
- Somente aspectos ligados a dados podem ser explorados, diferente dos aspectos de comportamento na modelagem de classes;
- O MySQL é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) muito utilizado, hoje em dia. Existem mais de 10 milhões de instalações do MySQL rodando no mundo inteiro;
- O MySQL relaciona os dados em linhas e colunas, e é ótimo para empresas de pequeno e médio portes com sistemas de compra online, já que é fácil e rápido associar um cliente a outros dados, como histórico de compras;
- O sistema também tem potencial para suportar uma quantidade muito grande de tráfego de dados, sem correr o risco de ficar fora do ar.

12.3 METODOLOGIA

12.3.1 MODELAGEM DE BANCO DE DADOS

Foi realizada a modelagem de dados, onde ficou relatado que as entidades serão Empresa, Robô e Hotel e suas cardinalidades de 1 para muitos.

Figura 93 - Modelagem do Banco de Dados



Fonte: Os autores

12.3.2 PROGRAMAÇÃO DO BANCO DE DADOS

Foi criado o banco de dados robofatec utilizando MYSQL.

Figura 94 - criando o banco de dados

```

create database robofatec
default character set utf8
default collate utf8_general_ci;
  
```

Fonte: Os autores

Na figura abaixo foi realizado a criação da tabela robô, as demais tabelas empresa e hotel será criada da mesma forma mais com atributos diferentes.

Figura 95 - criando a tabela robô

```
create table if not exists robo (
    idrobo int not null auto_increment,
    temperatura int,
    descricao text,
    fabricacao date
    primary key (idrobo)
) Default charset= utf8;
```

Fonte: Os autores

Na figura a seguir, inserindo os dados do robô nas demais tabelas usaremos o mesmo procedimento.

Figura 96 - Inserindo dados

```
insert into robo
values
('1','22','robo com sensor de temperatura','2022-10-21');
```

Fonte: Os autores

Foi criada a chave estrangeira que fará a ligação entre as tabelas robô e hotel a outra ligação da tabela robô e empresa será realizada da mesma forma.

Figura 97 - chave estrangeira

```
alter table robo
add foreign key (idhotel)
references hotel(idhotel);
```

Fonte: Os autores

Foi realizada a interligação entre a tabelas com a função join robô e hotel.

Figura 98 - Unindo as tabelas

```
select robo.idrobo, robo.temperatura, hotel.nome, hotel.endereco
from robo join hotel
on hotel.idhotel= robo.idhotel;
```

Fonte: Os autores

Na figura 95 percebe-se a integração entre as tabelas

Figura 99 - Interligação das tabelas

| | idrobo | temperatura | nome | endereco |
|---|--------|-------------|--------|-----------------|
| ▶ | 1 | 15 | maceio | avenida paraiso |

Fonte: Os autores

12.4 CONCLUSÃO

Nesse semestre conseguimos desenvolver habilidades e conhecimentos na matéria de Big Data, trazendo no projeto a utilização dos 5V's, criação de um banco de dados e utilização do MySQL. Como aplicação do banco de dados, instalamos dentro do robô um sensor de temperatura DHT11 para aferir a temperatura interna, e a cada medição de temperatura o valor é guardado no banco de dados para que possamos realizar uma análise do equipamento para efetuar a manutenção corretiva.

13 INGLES II

Utiliza-se ferramentas para melhor apresentação na parte escrita e oral do projeto e de forma pessoal.

13.1.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA

Tem como objetivo desenvolver a parte gramatical e oral na língua inglesa.

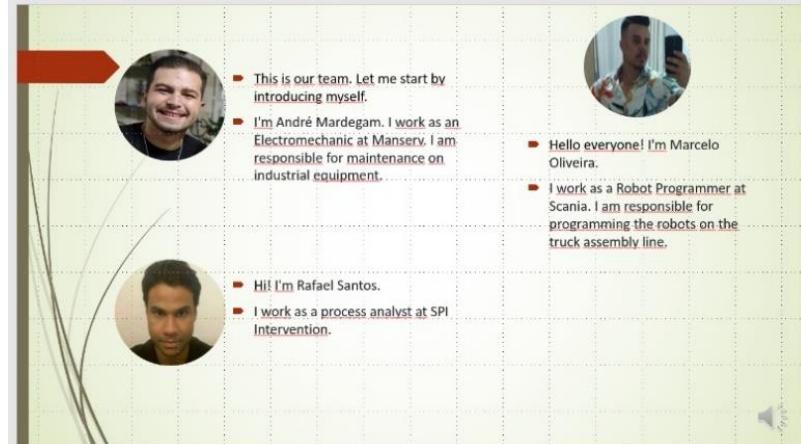
13.2 METODOLOGIA

Figura 100 -Apresentação da empresa



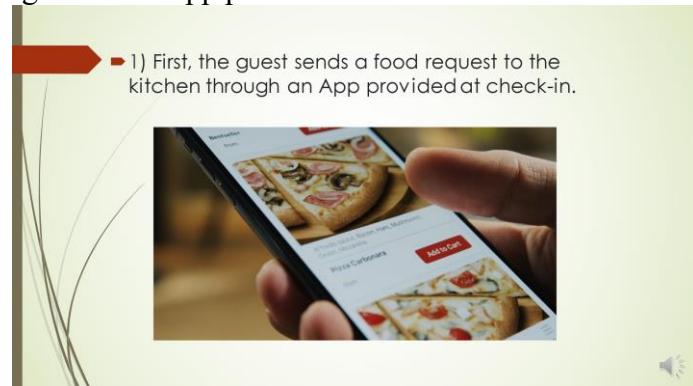
Fonte: Os autores

Figura 101 - Apresentação pessoal



Fonte: Os autores

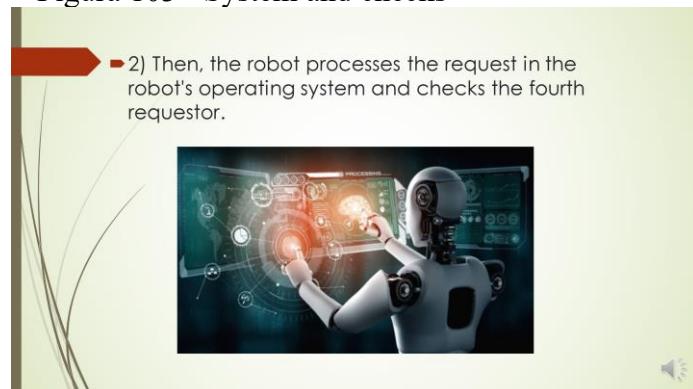
Figura 102 - App provided at check-in



Fonte: Os autores

Figura – 9.5

Figura 103 - System and checks



Fonte: Os autores

Figura 104 - chef in the kitchen



Fonte: Os autores

Figura 105 - prepares the food



Fonte: Os autores

Figura 106 - robot tray



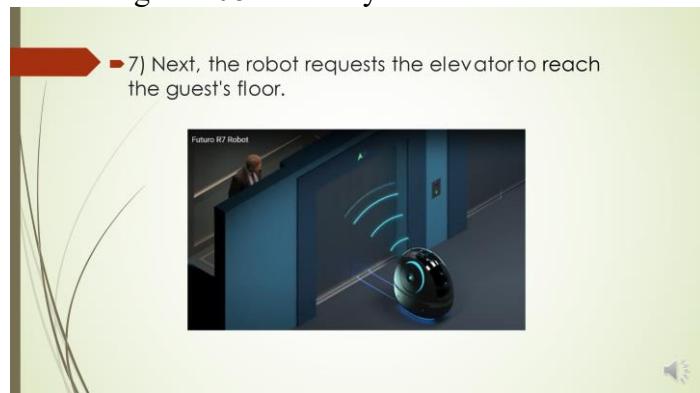
Fonte: Os autores

Figura 107 - delivery



Fonte: Os autores

Figura 108 - delivery



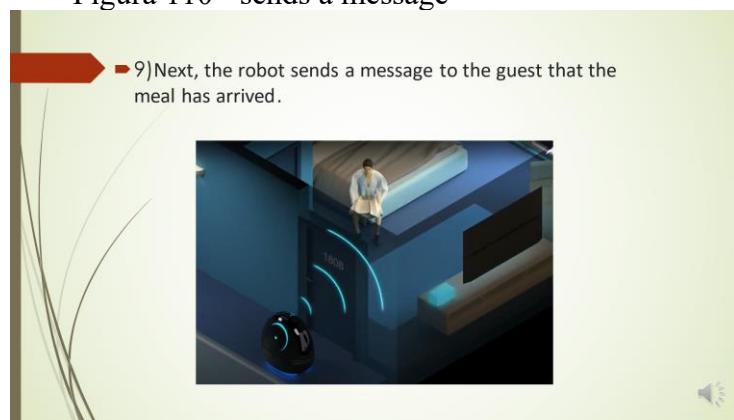
Fonte: Os autores

Figura 109 - guest's room



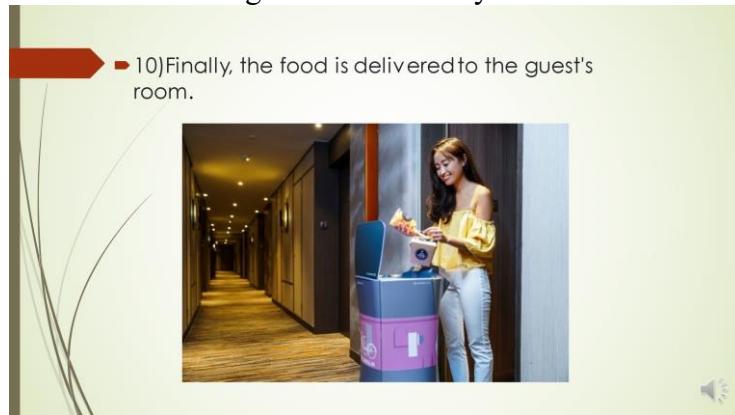
Fonte: Os autores

Figura 110 - sends a message



Fonte: Os autores

Figura 111 - delivery



Fonte: Os autores

Figura 112 - what we also did this semester



Fonte: Os autores

13.3 CONCLUSÃO

Podemos revisar no início do segundo ciclo, a matéria aplicada no semestre anterior trazendo o conteúdo there are e there is. ao de correr das aulas podemos aprender sobre os “places of work”, advérbios de frequência, simple past (be, regular e irregular), desenvolvemos a parte de vocabulário e conversação, e também aprendemos como descrever uma viagem, um passo a passo de projeto e a apresentar-nos em uma conversa.

14 DESENVOLVIMENTO INTEGRADO DO PRODUTO II

14.1 OBJETIVO DA DISCIPLINA

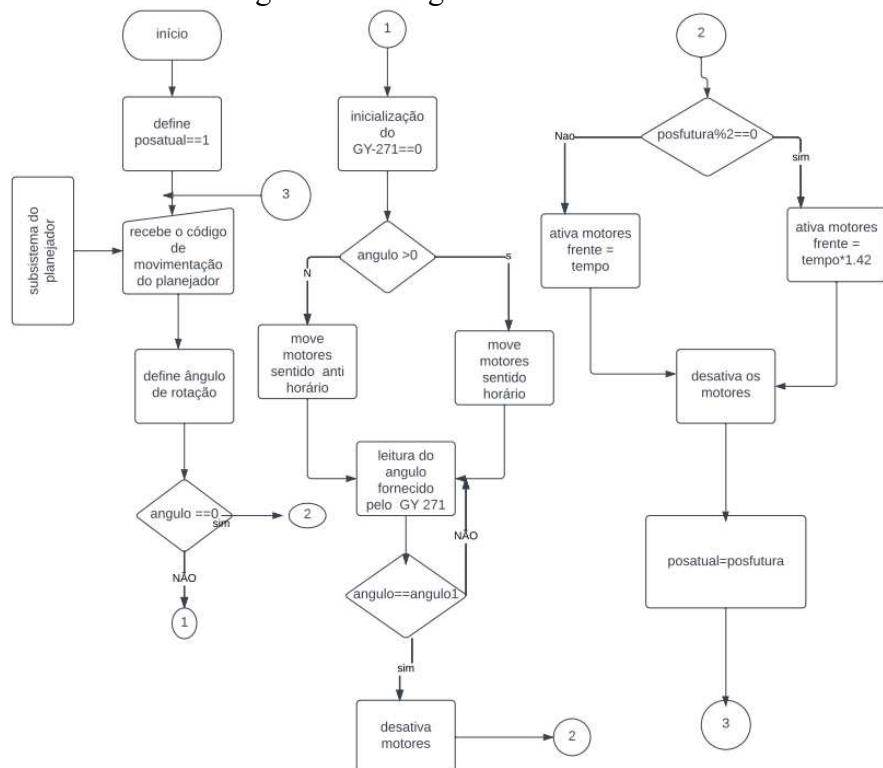
Tem como objetivo realizar a integração de todas as disciplinas envolvidas no semestre, afim de realizarmos o projeto de acordo com sua concepção.

14.2 METODOLOGIA

14.2.1 DESENVOLVIMENTO 1º SEMESTRE: ALGORITMOS

Foi desenvolvido um algoritmo - Figura 14.1, onde cada passo representa uma instrução que será fornecida a placa VESPA para que realize uma determinada tarefa. Para a montagem do algoritmo foi utilizado o modelo Diagrama de Blocos. Complementando a rotina de execução das atividades do robô foi utilizado também o algoritmo do sistema de planejamento, conforme Torres (2010) - Anexo I.

Figura 113 - Algoritmo do sistema



Fonte: Elaborado pelos autores

14.2.2 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

Para a execução do projeto foi utilizado a linguagem de alto nível denominada Linguagem C. O desenvolvimento da programação foi realizado no Arduino IDE, na qual este software traz consigo editor de texto, compilador, linker e debug.

O programa de movimentação do robô encontra-se detalhado Anexo I.

14.2.3 SISTEMA DO PLANEJADOR E DECODIFICADOR

O robô recebe as coordenadas X_i , X_d , Y_i e Y_d através de um sistema planejador, com essas coordenadas o robô executa um cálculo matemático e informa qual posição irá rotacionar e a quantidade de quadrantes que o mesmo vai percorrer em X,Y.

Entende-se X_i como posição X_{inicial} , Y_i como posição Y_{inicial} , X_d como posição X_{destino} , Y_d como posição Y_{destino} .

Na figura 14.2, foi elaborado um diagrama do funcionamento do sistema.

Figura 114 - Diagrama de blocos do sistema



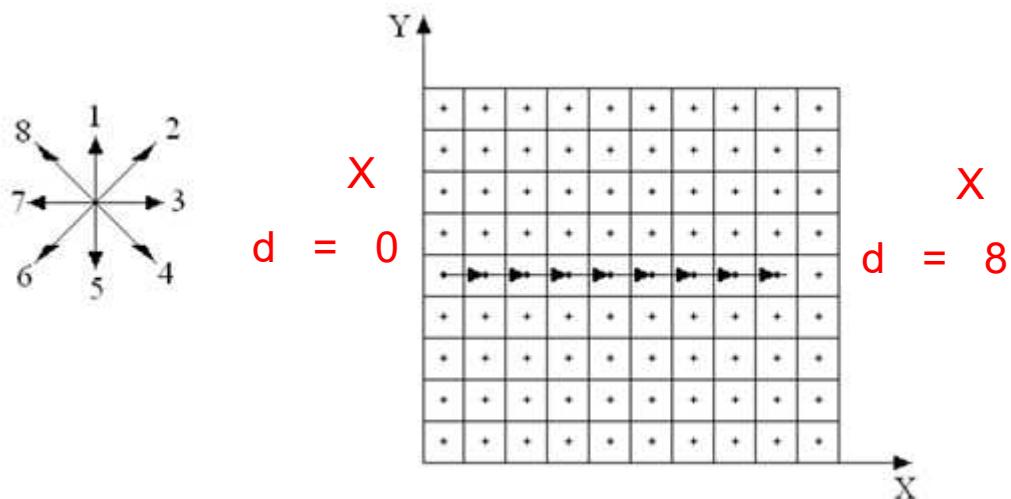
Fonte: Elaborado pelos autores

Para melhor exemplificar a movimentação do robô consideramos o planejador do sistema - figura 14.3, conforme Torres (2010). Neste modelo,

estamos considerando o caminho desobstruído, se deslocando da posição inicial ($X_i = 0, Y_i = 4$) para a posição destino ($X_d = 8, Y_d = 4$).

Com isso, tem-se um sequenciamento numérico determinado pelo subsistema planejador com o deslocamento 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3, 3.

Figura 115 - Planejador do sistema



Fonte: Adaptado de TORRES (2010)

14.2.4 PROGRAMAÇÃO DO PLANEJADOR E DECODIFICADOR

Toda a programação do sistema planejador e decodificador, está hospedada no repositório GITHUB, link está em anexo I.

No desenvolvimento do primeiro ciclo, desenvolvemos o passo a passo da manipulação do robô, o robô é conectado ao App Serial bluetooth terminal, o app envia os dados de coordenadas através do App, o robô recebe essas coordenadas e inicia a movimentação.

14.2.5 SUPERVISÃO DOS ROBÔS

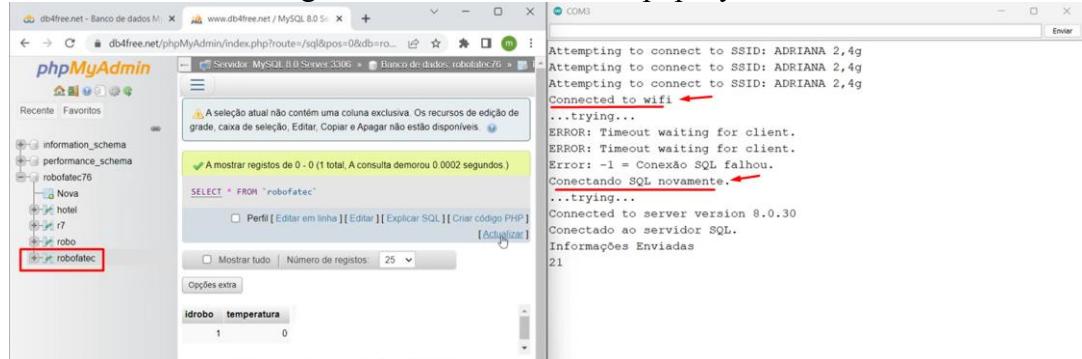
Neste segundo clico, desenvolvemos nosso banco de dados em SQL e para o gerenciamento deste banco de dados utilizamos a ferramenta PhpMyAdmin. Aplicamos 2 microcontroladores, um será responsável pela trajetória do robô e a outra será responsável em conectar com o banco de dados e comunicação com o elevador. A conexão entre os microcontroladores

é realizada via porta serial RX/TX. Realizamos a integração entre o PhpMyAdmin e o microcontrolador ESP32.

Através do gerenciamento do banco de dados, faremos o monitoramento dos dados críticos dos nossos robôs em operação, a exemplo a temperatura interna. Desta forma, poderemos planejar substituição dos robôs em operação para assistência técnica e/ ou manutenção preventiva, garantindo o atendimento aos nossos clientes.

Na imagem abaixo, observa-se o phpMyAdmin conectado ao wifi e ao nosso banco de dados SQL.

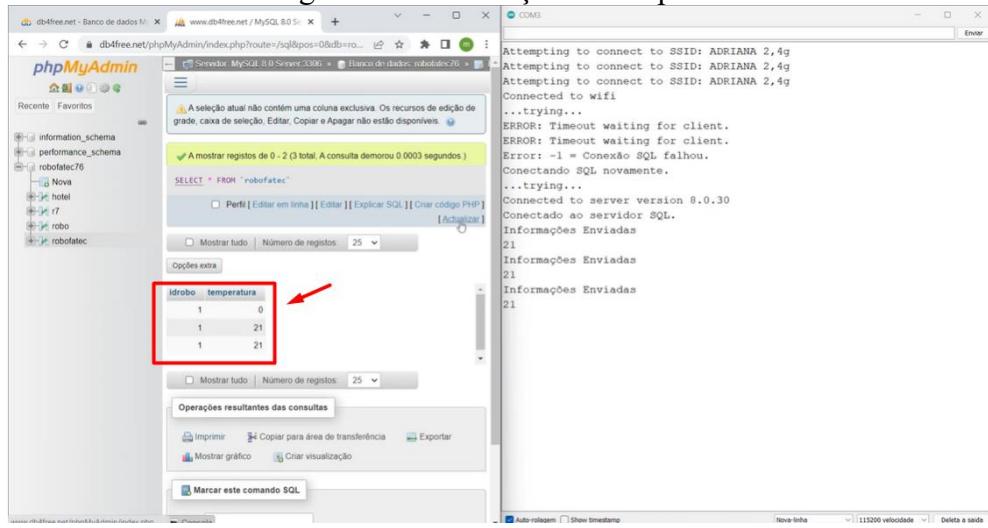
Figura 116 - conexão com o phpMyAdmin



Fonte: os autores

Em seguida, observa-se que o banco de dados identificou o robô em operação, e iniciou a coleta dos dados da temperatura interna através do sensor DHT 11, com atualização de 10 em 10 minutos. Estas informações são salvas no banco de dados robofatec.

Figura 117 - Indicação de temperatura



Fonte: os autores

14.2.1 INTERNET DAS COISAS (IOT)

A Internet das Coisas (IoT) descreve a rede de objetos físicos incorporados a sensores, software e outras tecnologias com o objetivo de conectar e trocar dados com outros dispositivos e sistemas pela Internet. No nosso robô, exploramos esta tecnologia utilizando a MQTT para comunicação entre o robô e o elevador.

Criamos o URL do broker MQTT, estamos utilizando o **Mosquito** e Porta do Broker MQTT **1883** por se tratar de uma porta gratuita, com isso não temos sistema de segurança de dados, em seguida, foi necessário informar um ID único, pois caso sejam usados IDs repetidos a última conexão irá sobrepor a anterior; informamos um Tópico único, pois caso sejam usados tópicos em duplicidade, o último irá eliminar o anterior.” TOPIC_PUBLISH”, PubSubClient; Criamos a instancia o Cliente MQTT passando o objeto espClient;

Na imagem a seguir temos os dois quadros, o quadro 01 refere-se aos dados do elevador e no quadro 02 os dados do elevador.

Figura 118 - Quadro Elevador e Robô

```

// WiFi
const char* SSID = "Adriana 2.4g"; // SSID / nome da rede WiFi que deseja se conectar
const char* PASSWORD = "familial0"; // Senha da rede WiFi que deseja se conectar
WiFiClient wifiClient;
unsigned long tempo = millis();
int cheguei;
//MQTT Server
const char* BROKER_MQTT = "test.mosquitto.org"; //URL do broker MQTT que irá receber as mensagens
int BROKER_PORT = 1883; //Porta do Broker MQTT

#define ID_MQTT "ELEVAFATEC" //Informe um ID unico e seu.
#define TOPIC_SUBSCRIBE "ROBO/CHEGO" //Informe um Tópico Único. Caso
#define ID_MQTT "ELEVADORFATEC" //Informe um ID unico e seu.
#define TOPIC_PUBLISH "ELEVA/CHEGO" //Informe um Tópico Único. Caso
PubSubClient MQTT(wifiClient); // Instancia o Cliente MQTT passando por parâmetro o cliente WiFi criado anteriormente

//Declaração das Funções
void mantemConexoes(); //Garante que as conexões com WiFi e MQTT Broker permanecem ativas
void conectaWiFi(); //Faz conexão com WiFi
void conectaMQTT(); //Faz conexão com Broker MQTT
void enviaValores(); //Envia os valores para o Broker MQTT
void recebePacote(char* topic, byte* payload, unsigned int length); //Recebe pacotes enviados pelo Broker MQTT

Carregado.

```

```

// WiFi
const char* SSID = "Adriana 2.4g"; // SSID / nome da rede WiFi que deseja se conectar
const char* PASSWORD = "familial0"; // Senha da rede WiFi que deseja se conectar
WiFiClient wifiClient;
unsigned long tempo = millis();
int cheguei;
//MQTT Server
const char* BROKER_MQTT = "test.mosquitto.org"; //URL do broker MQTT que irá receber as mensagens
int BROKER_PORT = 1883; //Porta do Broker MQTT

#define ID_MQTT "ROBOFATEC" //Informe um ID unico e seu.
#define TOPIC_SUBSCRIBE "ELEVA/CHEGO" //Informe um Tópico Único. Caso
#define ID_MQTT "ROBOFATEC" //Informe um ID unico e seu.
#define TOPIC_PUBLISH "ROBO/CHEGO" //Informe um Tópico Único. Caso
PubSubClient MQTT(wifiClient); // Instancia o Cliente MQTT passando por parâmetro o cliente WiFi criado anteriormente

//Declaração das Funções
void mantemConexoes(); //Garante que as conexões com WiFi e MQTT Broker permanecem ativas
void conectaWiFi(); //Faz conexão com WiFi
void conectaMQTT(); //Faz conexão com Broker MQTT
void enviaValores(); //Envia os valores para o Broker MQTT
void recebePacote(char* topic, byte* payload, unsigned int length); //Recebe pacotes enviados pelo Broker MQTT

Carregado.

```

Fonte: os autores

Abaixo em destaque as publicações que os equipamentos farão um para o outro. Publicação são mensagem padronizadas. Por exemplo, quando o Robô chegar em frente ao elevador irá publicar a mensagem “Robô Chegou”, o elevador irá receber a publicação (mensagem) e irá assinar “Robô Chegou”, e quando o elevador estiver em deslocamento irá publicar “Eleva/ Robô” e o robô irá receber a mensagem (assinando) “Eleva/ robô” e vice e versa.

Figura 119 - Tipo de mensagens

```

// WiFi
const char* SSID = "Adriana 2.4g"; // SSID / nome da rede WiFi que deseja se conectar
const char* PASSWORD = "familial0"; // Senha da rede WiFi que deseja se conectar
WiFiClient wifiClient;
unsigned long tempo = millis();
int cheguei;
//MQTT Server
const char* BROKER_MQTT = "test.mosquitto.org"; //URL do broker MQTT que irá receber as mensagens
int BROKER_PORT = 1883; //Porta do Broker MQTT

#define ID_MQTT "ELEVAFATEC" //Informe um ID unico e seu.
#define TOPIC_SUBSCRIBE "ROBO/CHEGO" //Informe um Tópico Único. Caso
#define ID_MQTT "ELEVADORFATEC" //Informe um ID unico e seu.
#define TOPIC_PUBLISH "ELEVA/CHEGO" //Informe um Tópico Único. Caso
PubSubClient MQTT(wifiClient); // Instancia o Cliente MQTT passando por parâmetro o cliente WiFi criado anteriormente

//Declaração das Funções
void mantemConexoes(); //Garante que as conexões com WiFi e MQTT Broker permanecem ativas
void conectaWiFi(); //Faz conexão com WiFi
void conectaMQTT(); //Faz conexão com Broker MQTT
void enviaValores(); //Envia os valores para o Broker MQTT
void recebePacote(char* topic, byte* payload, unsigned int length); //Recebe pacotes enviados pelo Broker MQTT

Carregado.

```

```

// WiFi
const char* SSID = "Adriana 2.4g"; // SSID / nome da rede WiFi que deseja se conectar
const char* PASSWORD = "familial0"; // Senha da rede WiFi que deseja se conectar
WiFiClient wifiClient;
unsigned long tempo = millis();
int cheguei;
//MQTT Server
const char* BROKER_MQTT = "test.mosquitto.org"; //URL do broker MQTT que irá receber as mensagens
int BROKER_PORT = 1883; //Porta do Broker MQTT

#define ID_MQTT "ROBOFATEC" //Informe um ID unico e seu.
#define TOPIC_SUBSCRIBE "ELEVA/CHEGO" //Informe um Tópico Único. Caso
#define ID_MQTT "ROBOFATEC" //Informe um ID unico e seu.
#define TOPIC_PUBLISH "ROBO/CHEGO" //Informe um Tópico Único. Caso
PubSubClient MQTT(wifiClient); // Instancia o Cliente MQTT passando por parâmetro o cliente WiFi criado anteriormente

//Declaração das Funções
void mantemConexoes(); //Garante que as conexões com WiFi e MQTT Broker permanecem ativas
void conectaWiFi(); //Faz conexão com WiFi
void conectaMQTT(); //Faz conexão com Broker MQTT
void enviaValores(); //Envia os valores para o Broker MQTT
void recebePacote(char* topic, byte* payload, unsigned int length); //Recebe pacotes enviados pelo Broker MQTT

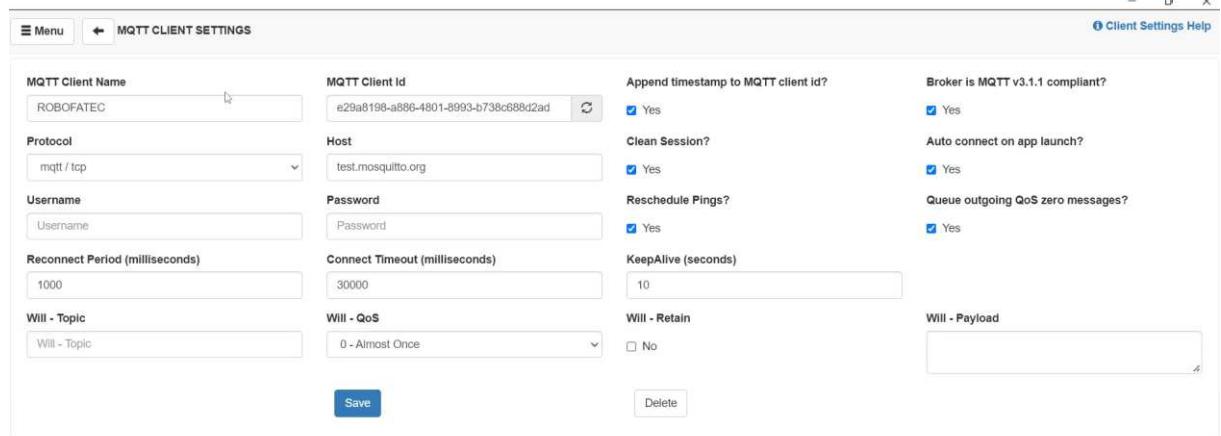
Carregado.

```

Fonte: os autores

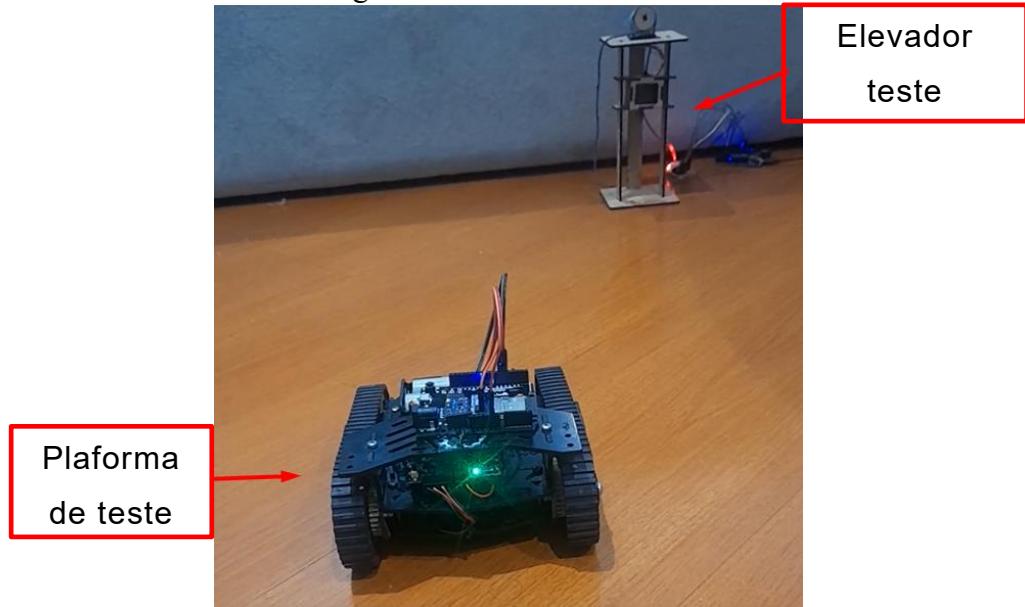
Utilizamos o MQTT Boxe para visualização das publicações e assinaturas.

Figura 120 - MQTT Boxe



Fonte: os autores

Figura 121 - Plataforma de teste



Fonte: os autores

14.3 CONCLUSÃO

Fizemos no nosso projeto integrador o desenvolvimento de um robô autônomo, voltado para o ramo hoteleiro trazendo mais conforto e segurança para os clientes. No primeiro semestre fizemos a programação para o robô girar e andar para frente, se livrando de obstáculos através dos sensores. Para o segundo semestre fizemos o desenvolvimento do robô em 3D no software

inventor, dimensionamos os elementos necessário como eixos, polias, motores e etc, definimos os materiais a serem utilizados em cada parte do robô e utilizamos a matéria de Manufatura Aditiva para a impressão de uma peça em 3D. Também utilizamos no nosso projeto o sistema de sensoriamento, tanto para evitar colisão com objetos e pessoas como dentro do robô possui um sensor de temperatura para monitorar o aquecimento do Hardware e essa temperatura será armazenada em um banco de dados que também foi criado pela equipe utilizando as aulas de Big Data, o robô também possui uma comunicação com o elevador que o torna ainda mais autônomo.

Concluímos nosso ciclo atingindo nosso objetivo, que era dar sequência no projeto do semestre anterior com muito mais conteúdo. Pudemos ao decorrer do segundo ciclo desenvolver habilidades em diversas áreas e todas as disciplinas foram importantes para que chegássemos até esse estágio do nosso robô.

15 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Polia industrial. Disponível em <<https://www.abecom.com.br/polia-industrial/>>. Acessado em: 30 de outubro de 2022.

Correias. Disponível em <<https://www.abecom.com.br/correias/#:~:text=A%20Abecom%20%C3%A9%20um%20dos,correias%2C%20das%20principais%20marcas%20mundiais>>. Acessado em: 30 de outubro de 2022.

Rolamento. Disponível em <<https://www.abecom.com.br/o-que-e-rolamento/>>. Acessado em 30 de outubro de 2022.

Motor elétrico. Disponível em <<https://www.abecom.com.br/tipos-de-motor-elettrico/>>. Acessado em 30 de outubro de 2022.

Parafusos. Disponível em <<https://realparafusosmaquinas.com/index.php/2018/05/09/parafusos-definicao-e-tipos>>. Acessado em 30 de outubro de 2022.

Arruelas. Disponível em <<https://autoind.com.br/2021/09/23/arruelas-para-que-servem/>>. Acessado em 30 de outubro de 2022.

Tipos de porcas e sua aplicação. Disponível em <<https://www.revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/mecanica/tipos-de-porcas-e-sua-aplicacao.html>> Acessado em 30 de outubro de 2022.

Porcas. Disponível em <<https://www.eutox.com.br/loja/ferramentas/porcas/?v=9a5a5f39f4c7>>. Acessado em 30 de outubro de 2022.

CALLISTER, W. D. Jr. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. RIO DE JANEIRO: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2000.

E., THOMAS, R., ROSA, J., TOUSSAINT, J.. Análise e Projeto de Circuitos Elétricos Lineares, 6^aEdição. Bookman.

7 Tipos de Impressão 3D segundo a ASTM. Disponível em:
<<https://afinkopolimeros.com.br/7-tipos-de-impressao-3d-astm/>>. Acessado em: 07 de novembro de 2022.

Coelho, Arthur Wilson Fonseca. Manufatura aditiva por jato de aglutinante (impressão 3d): fabricação e avaliação de compósitos de gesso com fibras de sisal. 2010. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/12156/1/ArthurWilsonFonsecaCoelho.pdf>>. Acessado em: 05 de novembro de 2022.

Jateamento do aglutinante. Disponível em:
<<https://www.malvernpanalytical.com.br/industries/advanced-manufacturing/additive-manufacturing/material-binder-jetting/>>. Acessado em: 01 de novembro de 2022.

Métodos de impressão 3D: mecanismos e características. Disponível em: <<https://via.ufsc.br/metodos-de-impressao-3d/>>. Acessado em: 09 de novembro de 2022.

Modelagem por Deposição Fundida. Disponível em: <<https://pt.3dilla.com/impressora-3d/fused-deposition-modeling/>>. Acessado em: 09 de novembro de 2022.

Sinterização Seletiva a Laser. Disponível em: <<https://pt.3dilla.com/impressora-3d/selective-laser-sintering/>>. Acessado em: 10 de novembro de 2022.

Sobre Manufatura Aditiva. Disponível em: <<https://lid.joinville.ufsc.br/prototipagem-rapida/impressao-3d/>>. Acessado em: 01 de novembro de 2022. TCHERNOV, D. P. Manufatura Aditiva, 2022. Notas

de aula. Tecnologias de impressão 3D – conheça as principais. Disponível em: < <https://3ddata.com.br/tecnologias-de-impressao-3d-conheca-as-principais/>>. Acessado em: 07 de novembro de 2022.

Tecnologias de Impressão 3D – Fusão em Leito de Pó. Disponível em: < <https://www.manufaturadigital.com/tecnologias-de-impressao-3d-fusao-emleito-de-po/>>. Acessado em: 09 de novembro de 2022.

16 ANEXO

ANEXO I – Algoritmo do Sistema Planejador

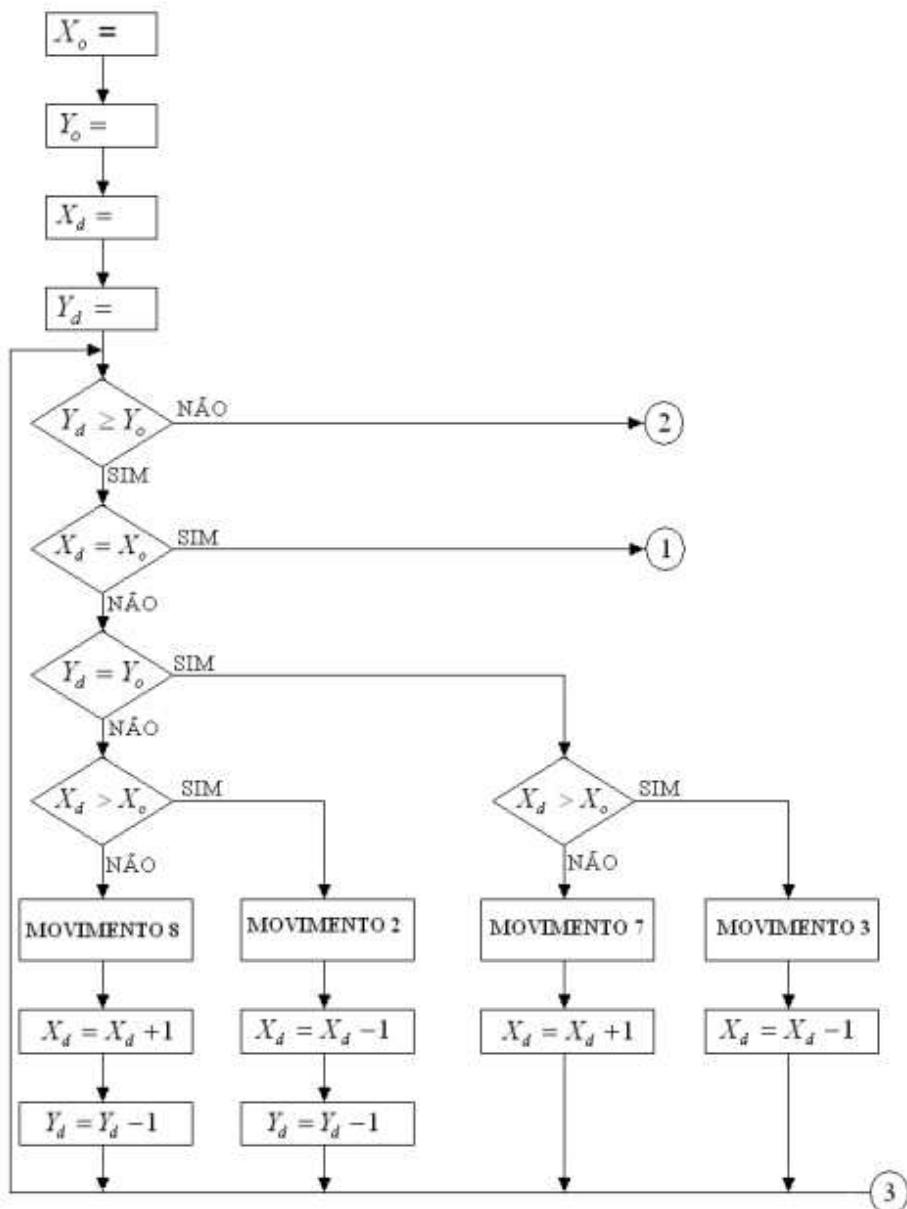
ANEXO II – Detalhamento do robô R7 Robot

ANEXO I – Algoritmo do Sistema Planejador

Toda programação, isto é: A programação do programador e do decodificador em C estão disponíveis no link abaixo do github, além da programação do bando de dados e MQTT.

https://github.com/marcelomarques76/Robo_autonomo

Figura 122 - Algoritmo do sistema planejador

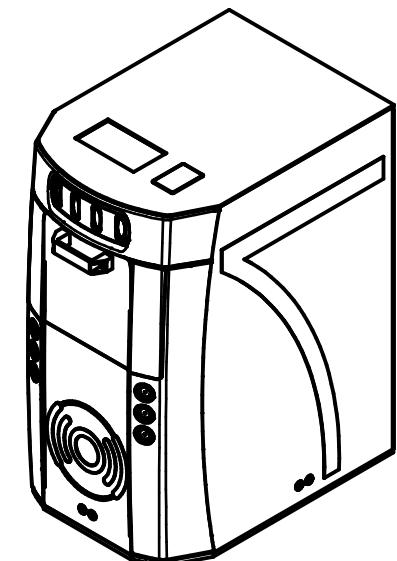
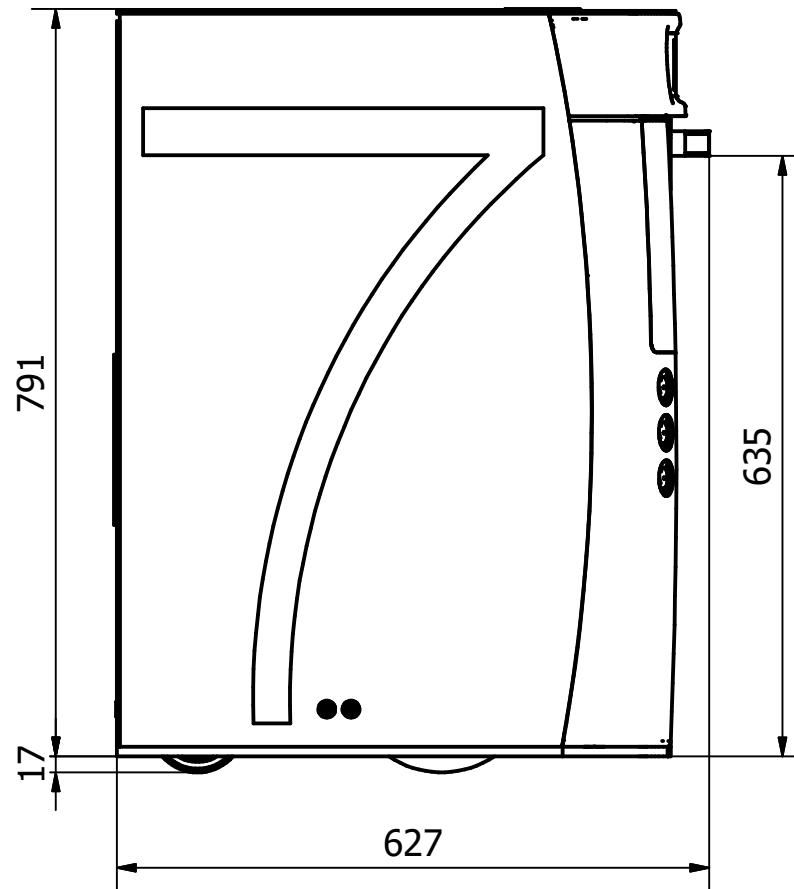
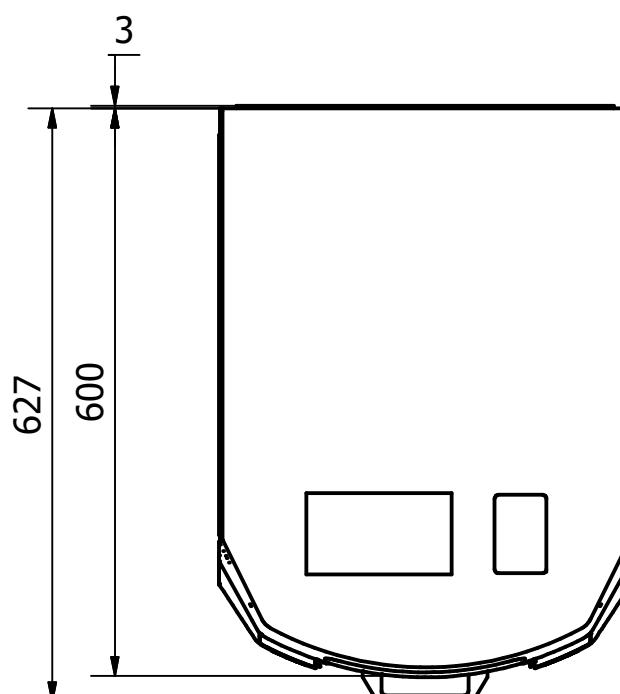
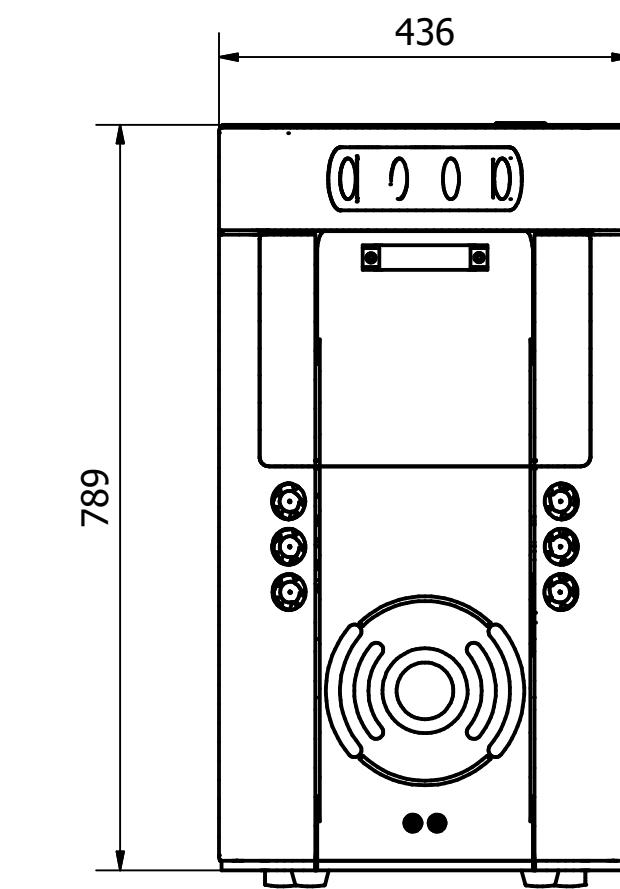


Fonte: TORRES (2010)

ANEXO II – Detalhamento do robô R7 Robot

TOLERÂNCIAS

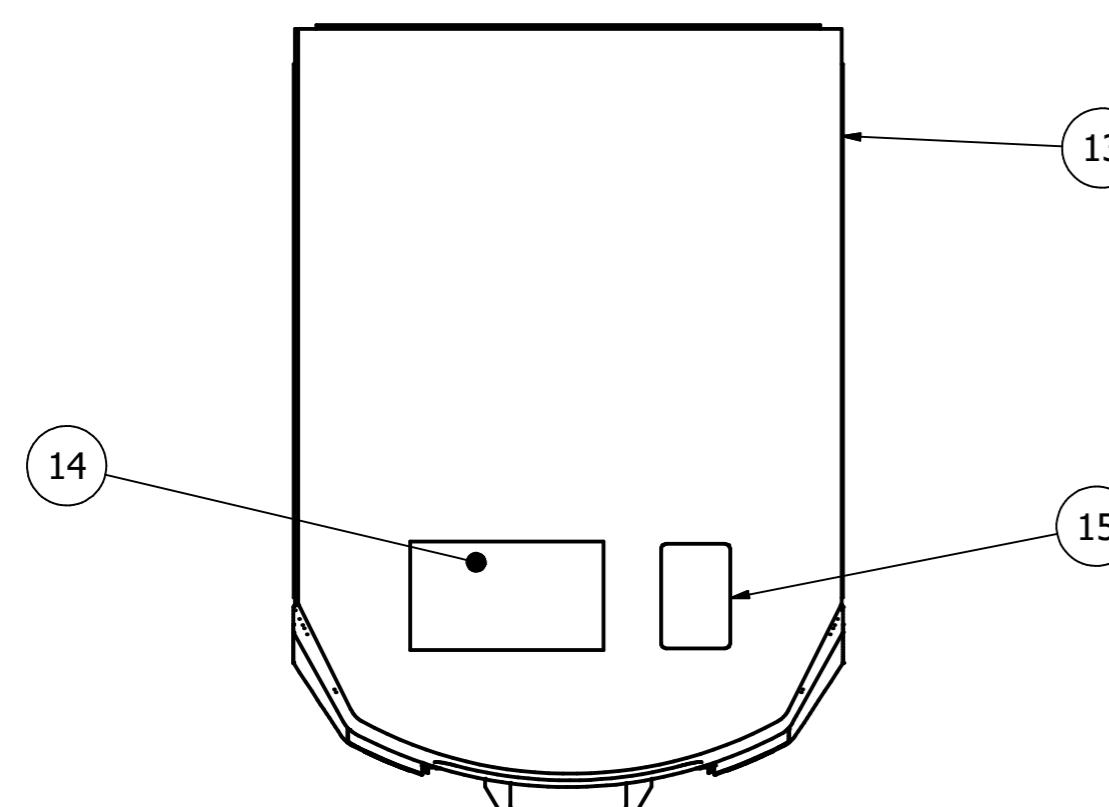
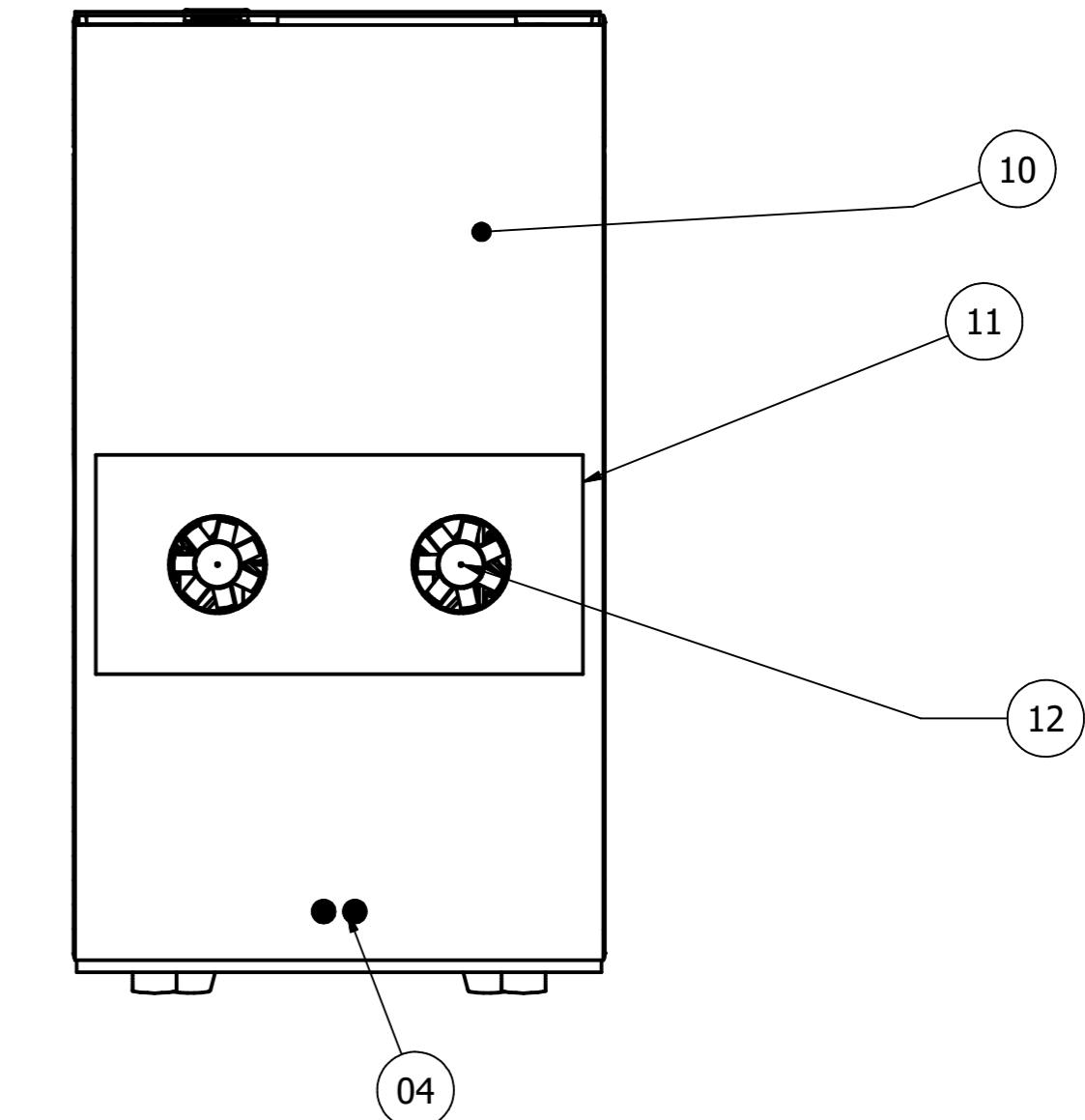
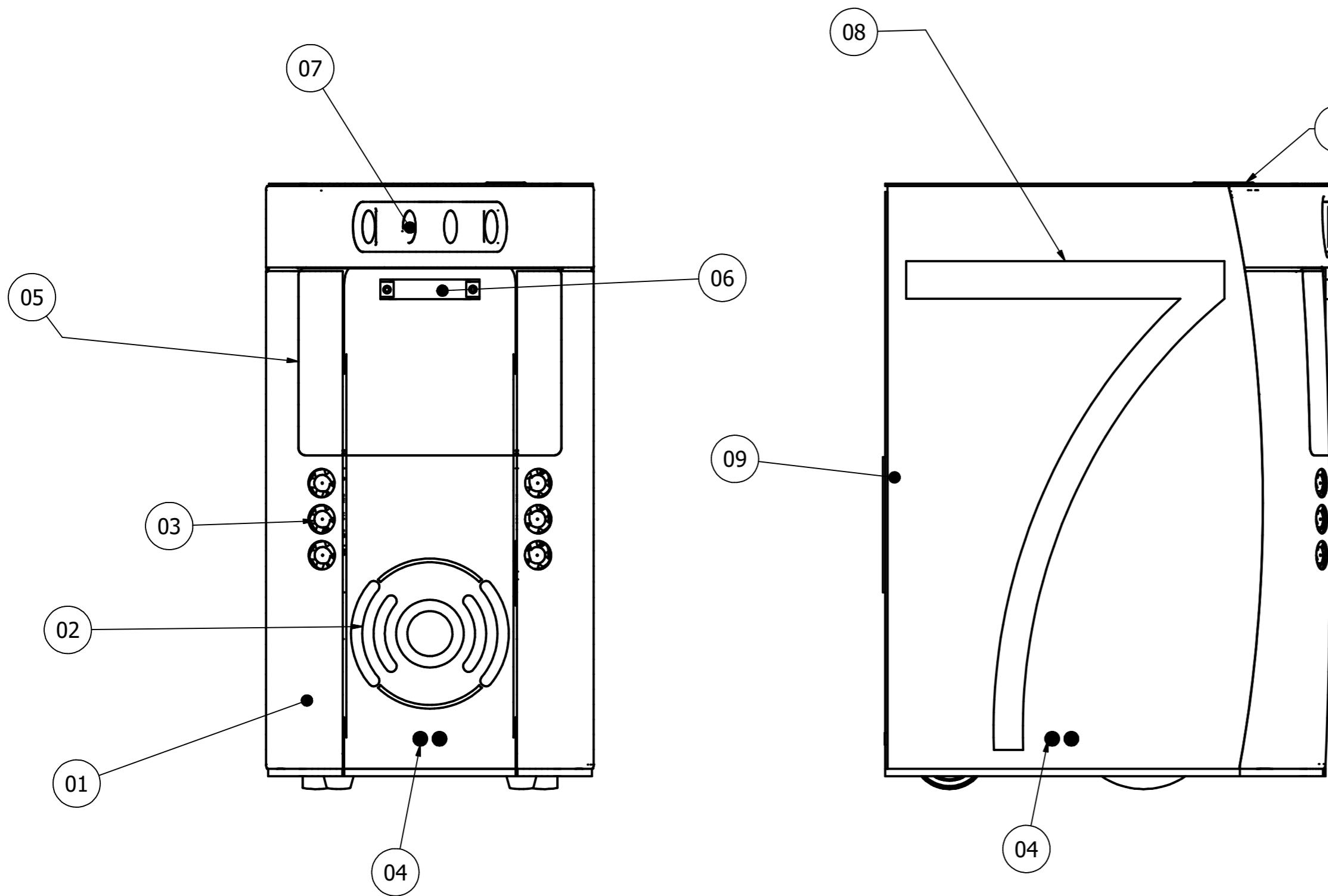
| | | |
|-------|---|-------------|
| 0 | = | ± 0.5 |
| 0.0 | = | ± 0.100 |
| 0.00 | = | ± 0.050 |
| 0.000 | = | ± 0.005 |



NOTAS:

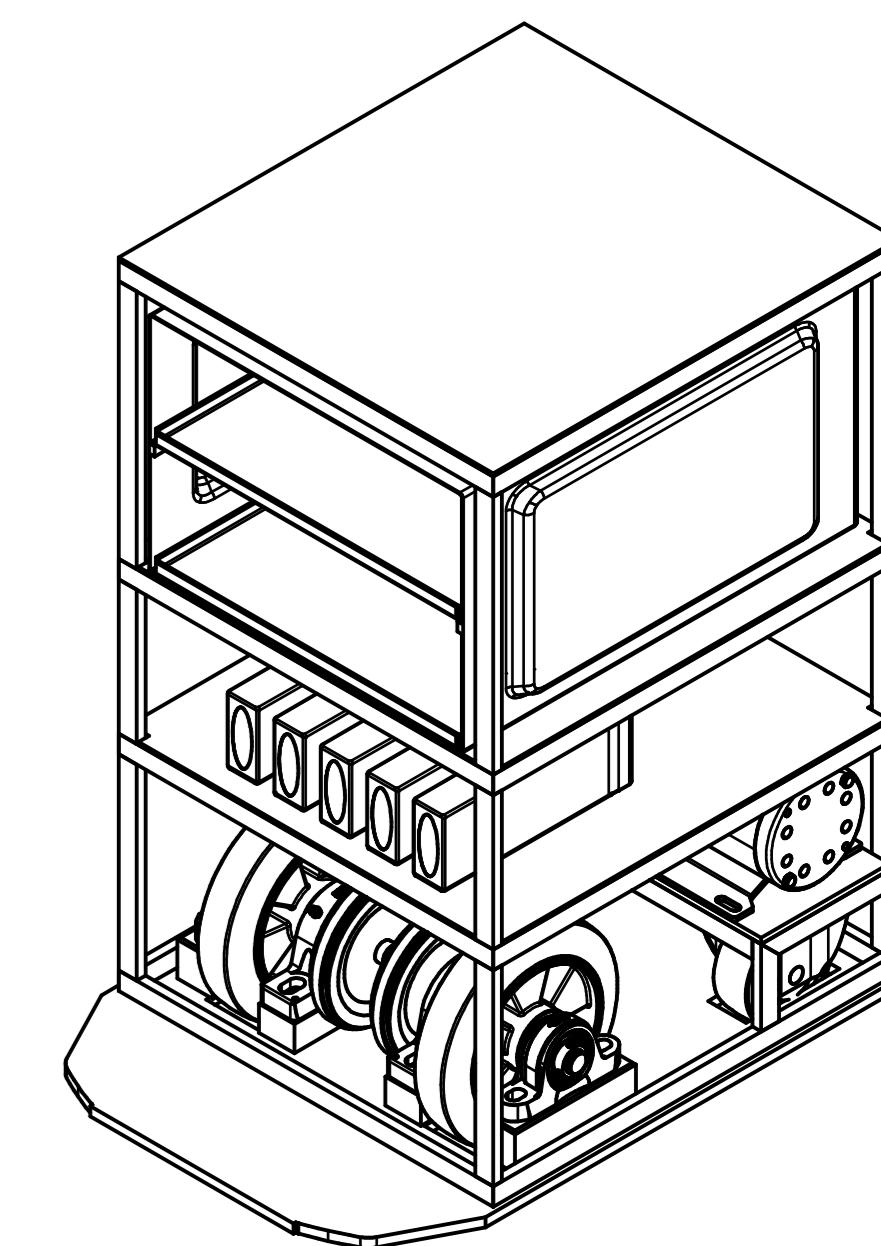
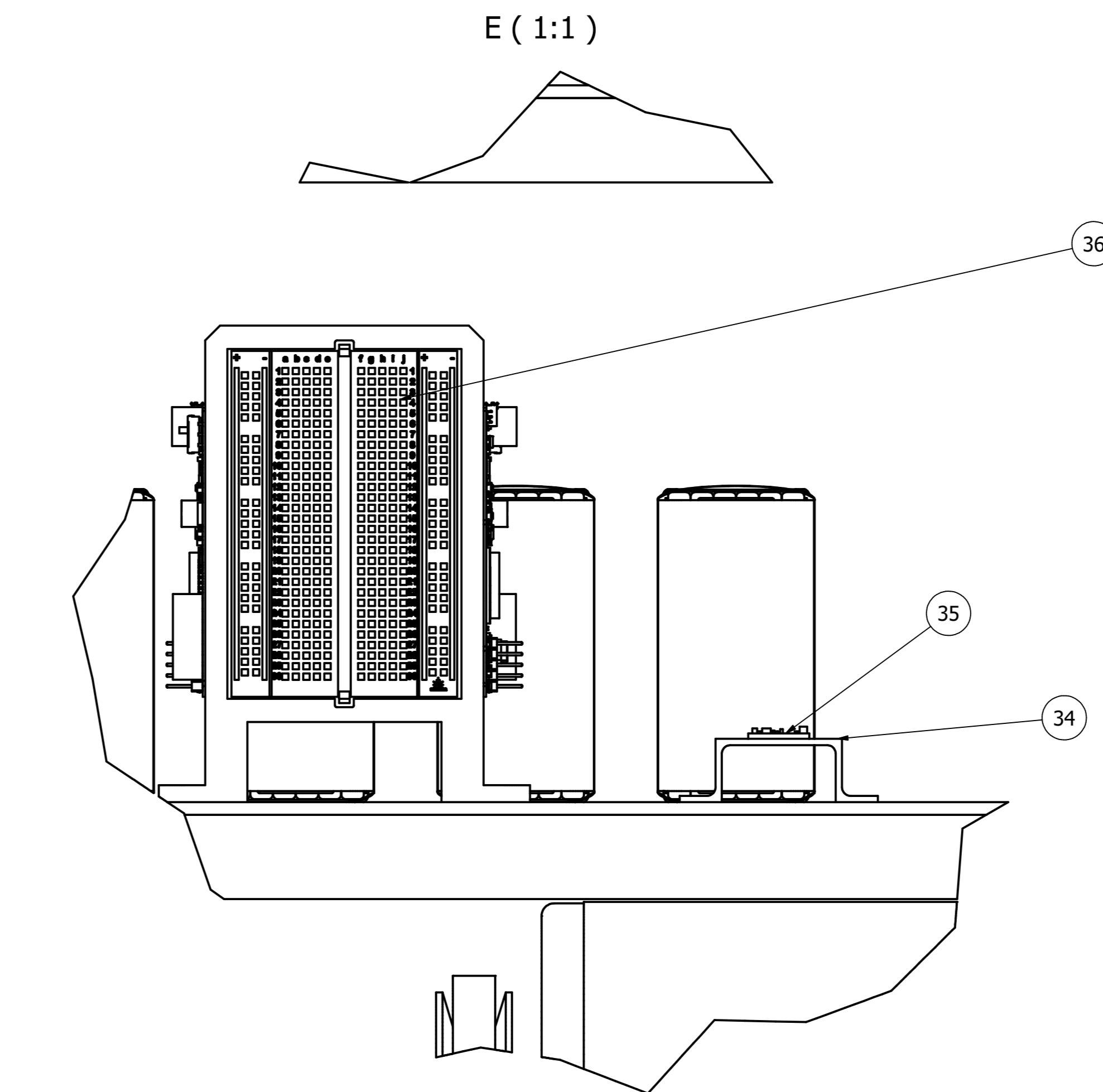
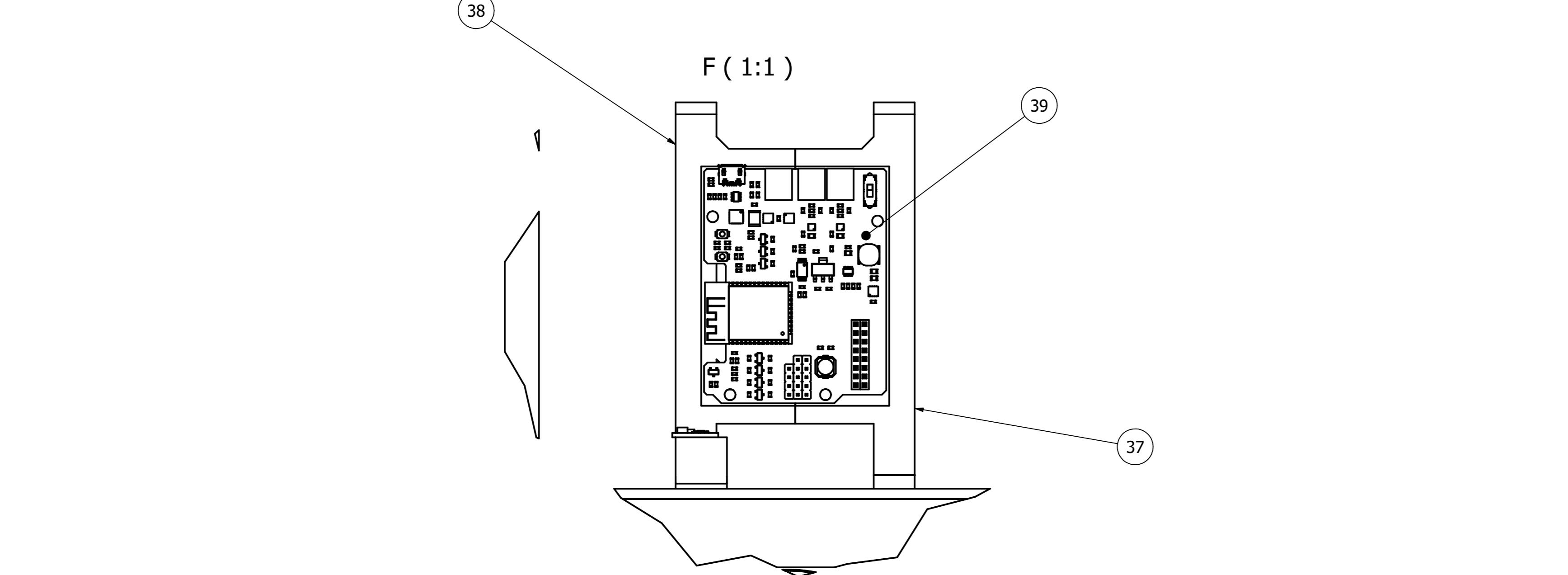
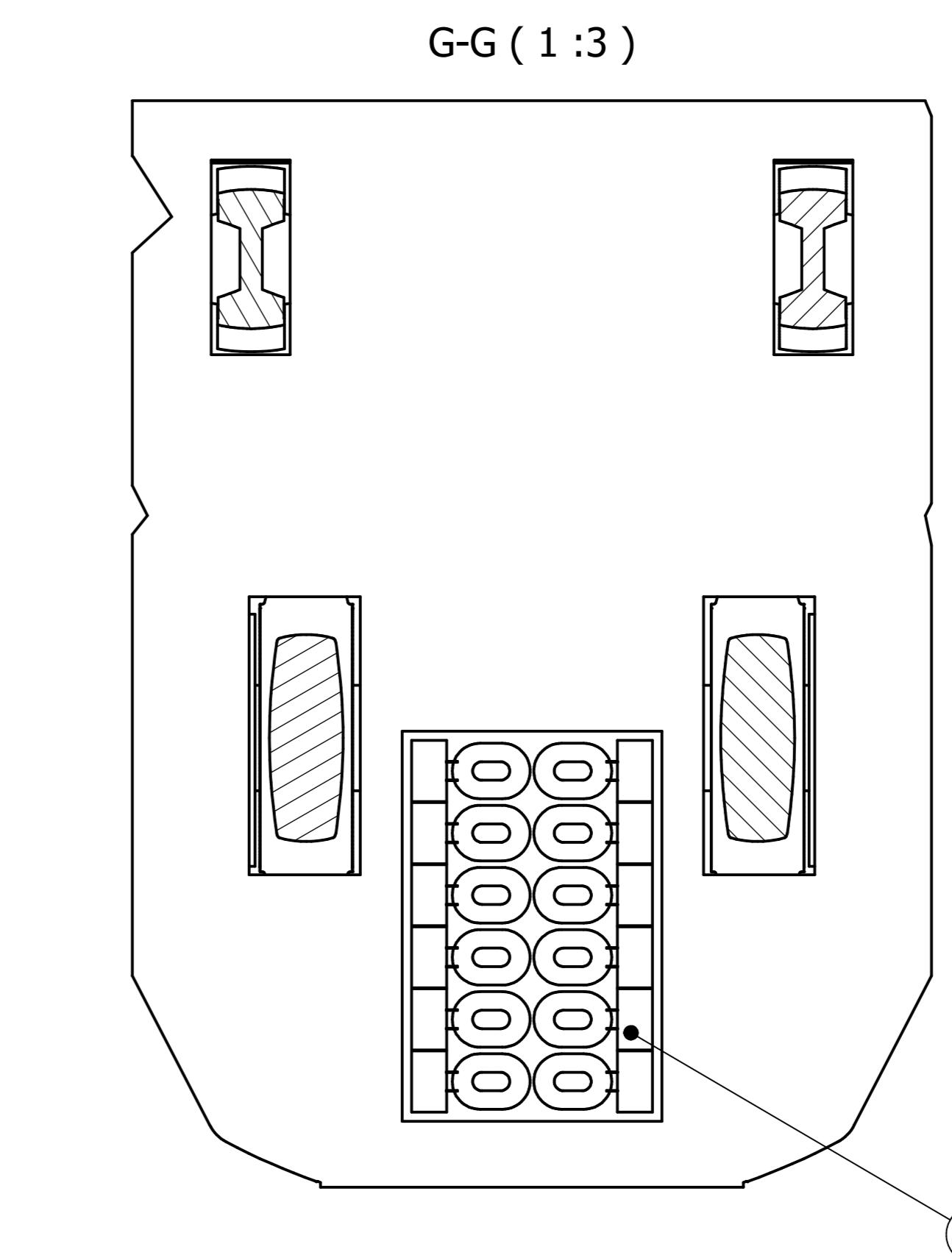
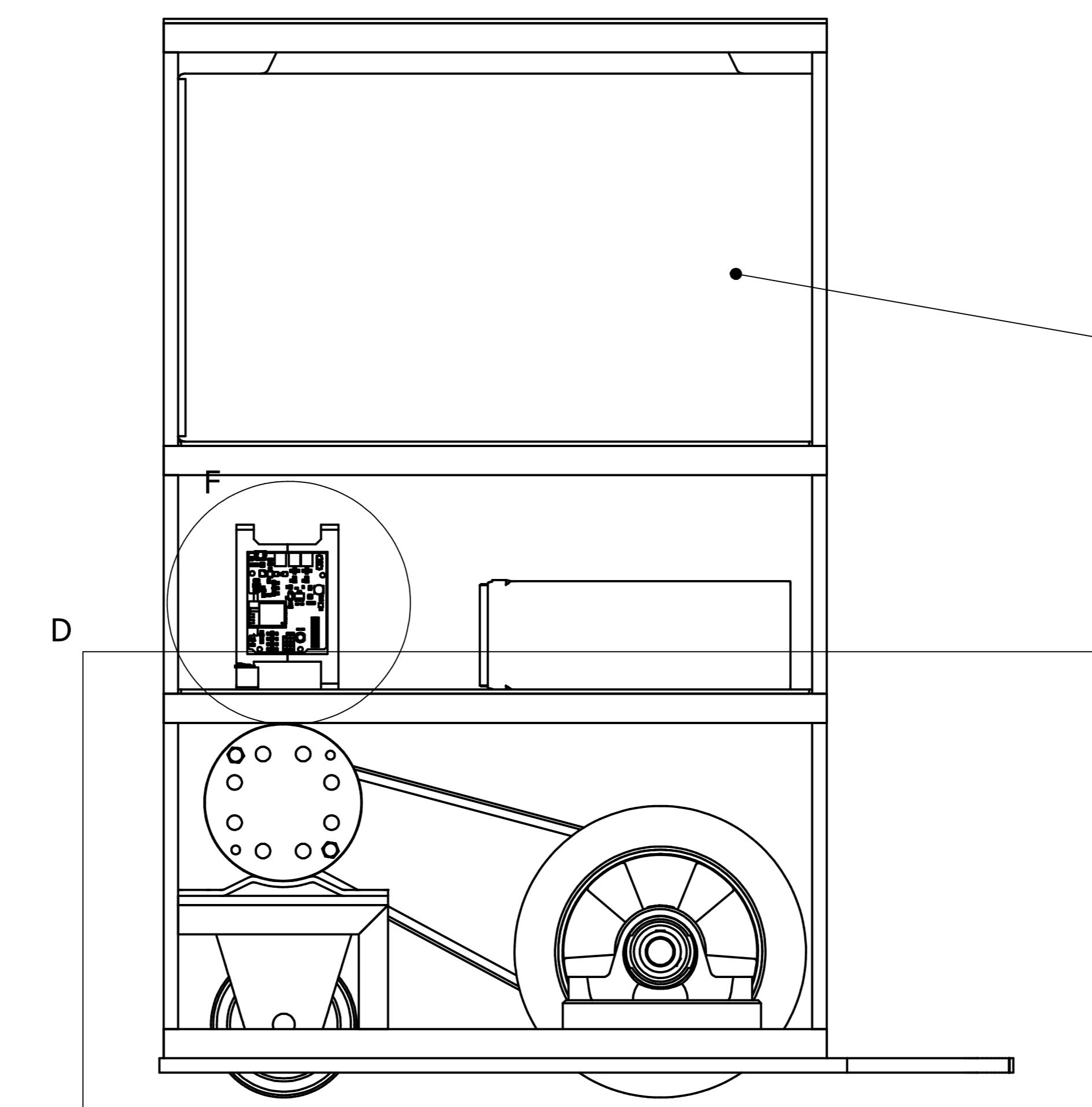
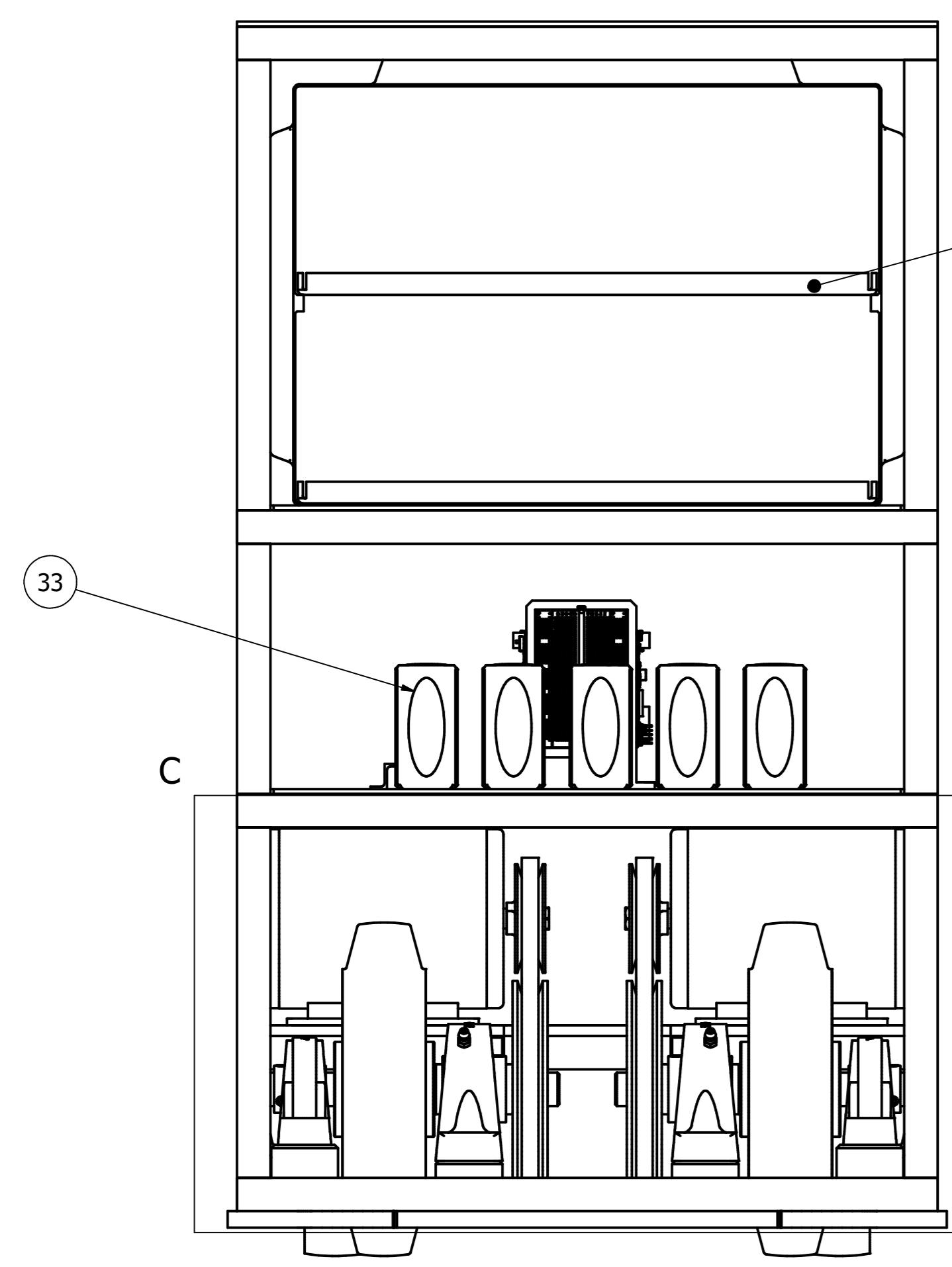
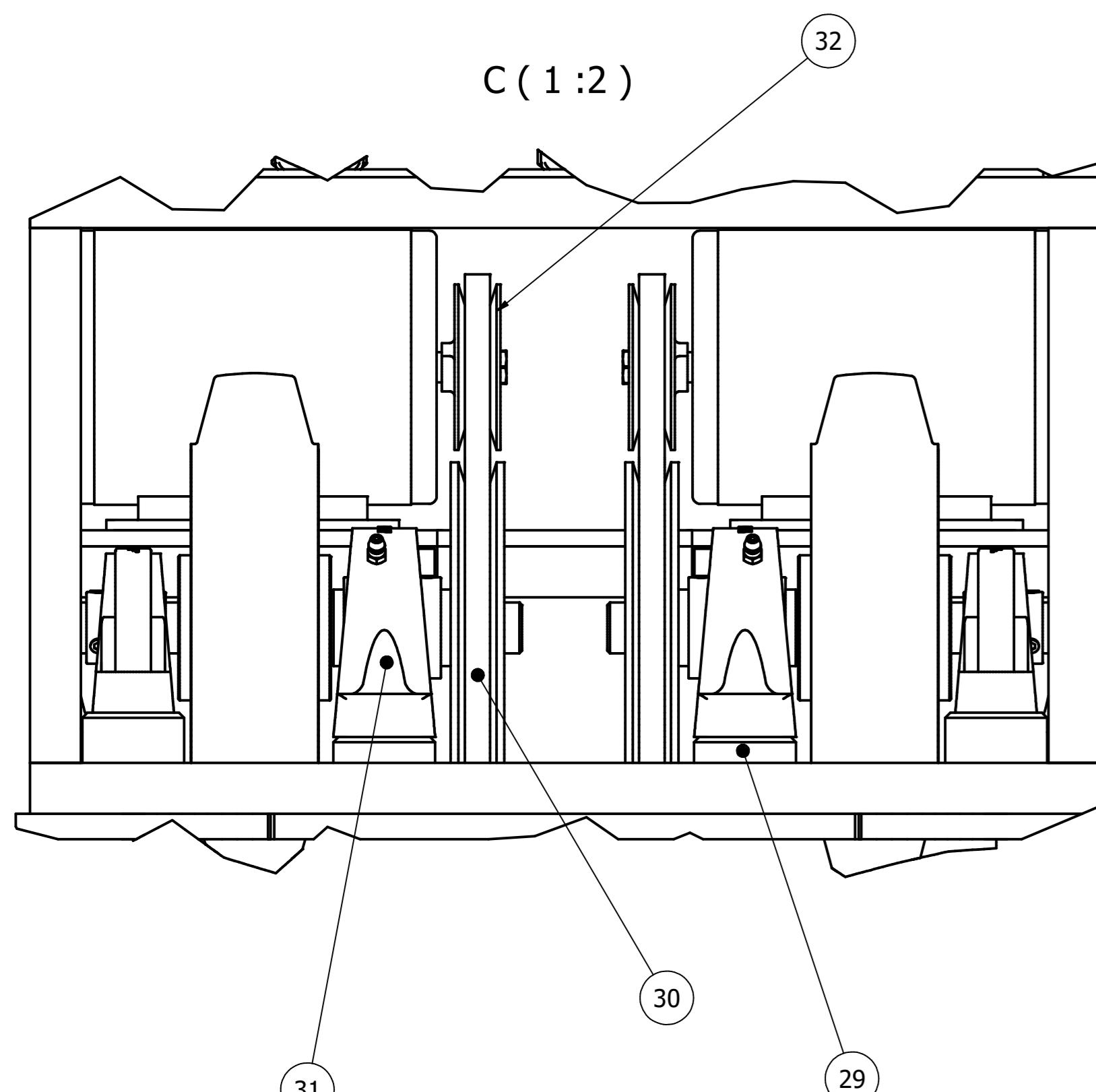
- 1 - ESTRUTURA SOLDADA;
- 2 - REMOVER CANTOS VIVOS COM Ch 0,5x45°
- 3 - REALIZAR AS FURAÇÕES E USINAGEM APÓS A ESTRUTURA ESTAR SOLDADA;
- 4 - CHANFROS NÃO COTADOS, CONSIDERAR Ch1x45°;
- 5 - RAIOS NÃO COTADOS, CONSIDERAR R1;

| R7-0000 | MONTAGEM ROBÔ R7 Robot | 01 | - |
|--|--|--------|--|
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAIS E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: ROBÔ HOTELEIRO Aluno: R7 Robot Prof. William Aparecido Celestino Lopes | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:8</i> Data: <i>26/11/2022</i> Folha: <i>01 / 03</i> |



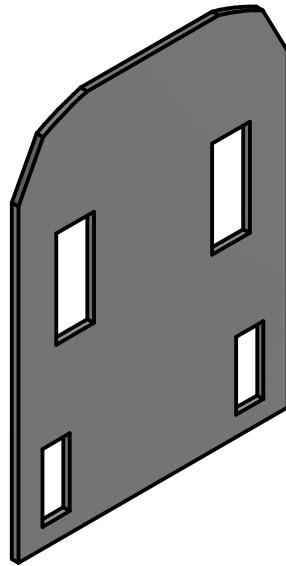
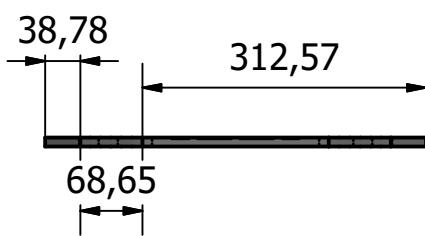
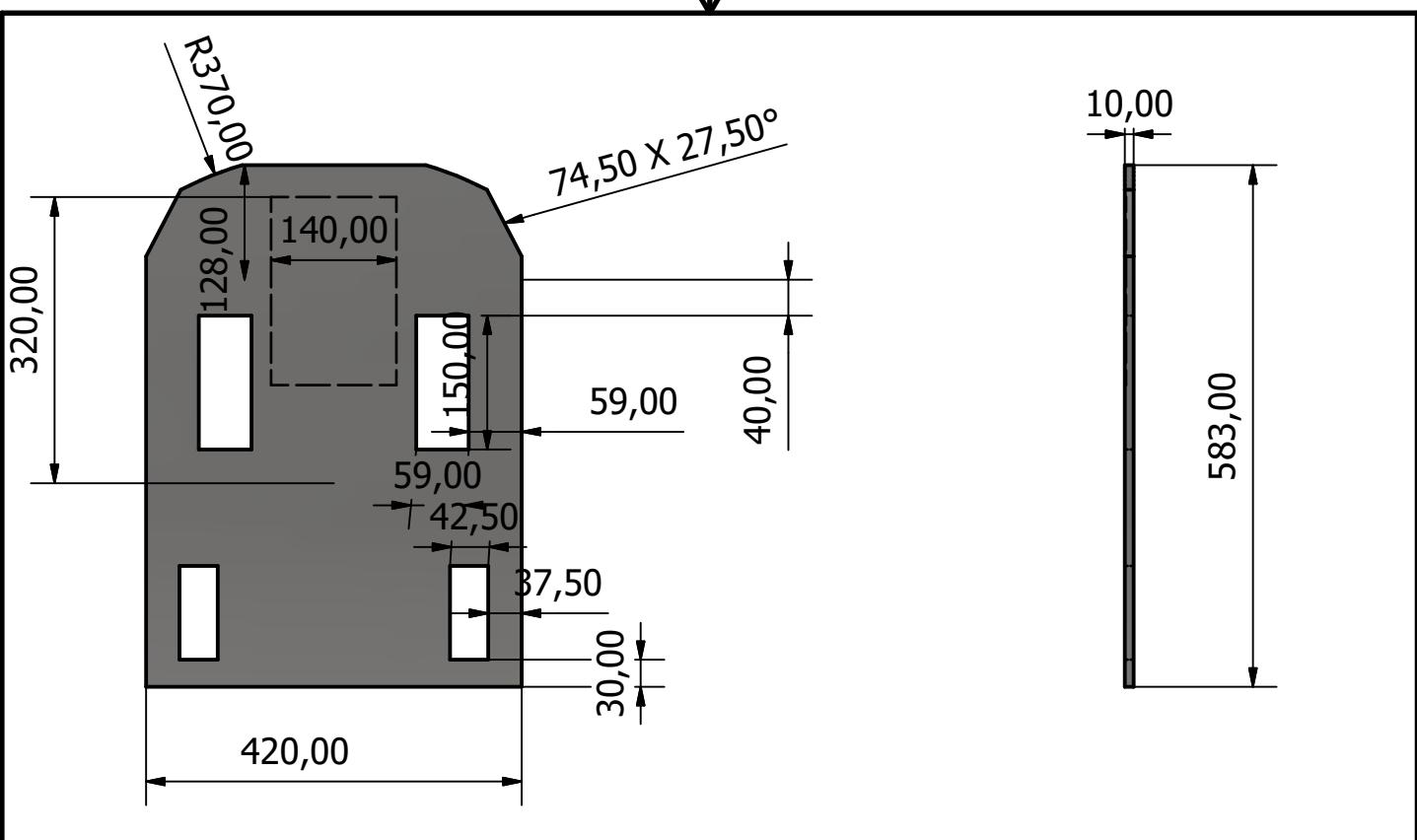
| LISTA DE PEÇAS | | | | | |
|----------------|------|----------------|------------------|-------------------------|--------------|
| ITEM | QTD. | PEÇA | MATÉRIA PRIMA | MEDIDAS BRUTAS ou NORMA | TRATAMENTO |
| 01 | 01 | R7-0020 | Aço inox AISI304 | 800x600x3 | Spray Branco |
| 02 | 01 | LED Simbolo | Fita LED | SMD 5050 | - |
| 03 | 06 | Cooler 40mm | SUNON | KD-0504 | - |
| 04 | 04 | Sensor Ultras. | Elecfreaks | HC-SR042 | - |
| 05 | 01 | R7-0021 | Aço inox AISI304 | 450x350x3 | Spray Preto |
| 06 | 01 | Puxador Nylon | AMP | AN-133 | - |
| 07 | 04 | LED Frontal | Fita LED | SMD 5050 | - |
| 08 | 02 | LED Simb 7 | Fita LED | SMD 5050 | - |
| 09 | 02 | R7-0028 | Aço inox AISI304 | 800x500x3 | Spray Branco |
| 10 | 01 | R7-0027 | Aço inox AISI304 | 800x450x3 | Spray Branco |
| 11 | 01 | R7-0034 | Aço inox AISI304 | 450x200x3 | Spray Branco |
| 12 | 02 | Cooler 80mm | SUNON | KDE-1208 | - |
| 13 | 01 | R7-0032 | Aço inox AISI304 | 650x450x3 | Spray Branco |
| 14 | 01 | Tablet | Multilaser | M7 - Tela 7" | - |
| 15 | 01 | R7-0036 | ABS | 85x55x10 | - |
| 16 | 30 | Paraf Allen | DIN912 | M5x40 | - |
| 17 | 30 | Arruela Lisa | DIN125A | Ø5 | - |
| 18 | 30 | Porca sextav | DIN934 | M5 | - |

| | | | |
|---|---------------------------|--------|-----------------------|
| R7-0000 | MONTAGEM ROBÔ R7 Robot | 01 | - |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAIS E DIMENSÕES |
| Título: ROBÔ HOTELEIRO | | | Unidade: mm |
| Aluno: R7 Robot | | | Escala: 1:6 |
| Prof. William Aparecido Celestino Lopes | | | Data: 26/11/2022 |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | | | Folha: 02 / 03 |

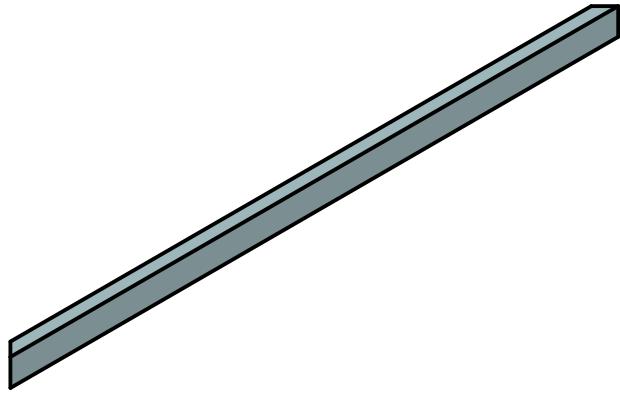
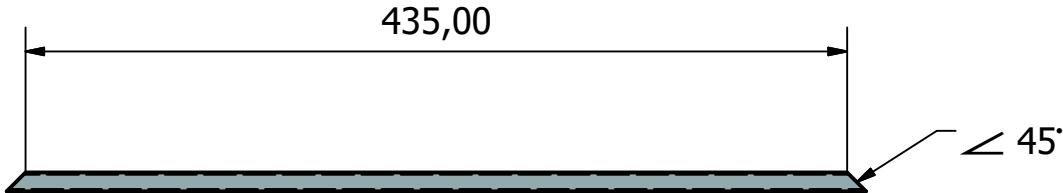
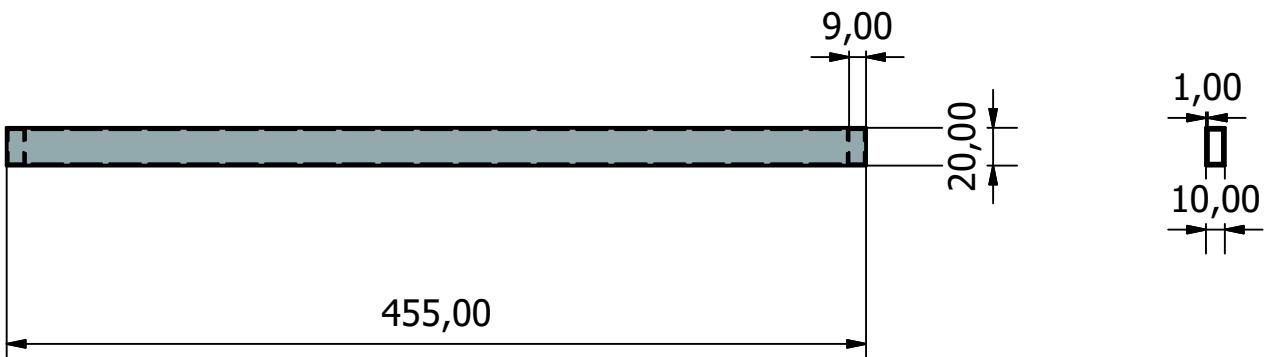


| LISTA DE PEÇAS | | | | |
|----------------|------|--------------------|------------------|--------------------------|
| ITEM | QTD. | PEÇA | MATÉRIA PRIMA | MEDIDAS BRUTAS ou NORMA |
| 19 | 01 | R7-1005 | Aço inox AISI304 | - |
| 20 | 01 | R7-0001 | Aço SAE 1045 | 600x450x15 |
| 21 | 02 | R7-0025 | Aço SAE 1045 | 145x45x45 |
| 22 | 02 | Rolamento | SKF | SYK20 |
| 23 | 02 | R7-0006 | Aço SAE 1045 | Ø35x145 |
| | | | | Temp e Rev (40 a 45 HRC) |
| 24 | 02 | Roda | Swede-Wheel | 3720050209S Z-ALU |
| 25 | 02 | Correia | Gates | 3V265 |
| 26 | 02 | Motor DC | Yalu | MY1020 500W 24V |
| 27 | 01 | R7-1004 | Aço inox AISI304 | - |
| 28 | 02 | Rodizios | Swede-Wheel | 5610660433G S |
| 29 | 02 | R7-0026 | Aço SAE 1045 | 160x45x35 |
| 30 | 02 | Polla Ø130mm | Ferro Fundido | |
| 31 | 02 | Rolamento | SKF | SY30TR |
| 32 | 02 | Polla Ø65mm | Ferro Fundido | - |
| 33 | 05 | Bateria | Tattu | TA-25C-9000-6S1P |
| 34 | 01 | R7-0011 | ABS | 50x20x15 |
| 35 | 01 | Bussola magnética | Elecfeaks | HMC5883L |
| 36 | 02 | Protoboard | - | 400 pontos |
| 37 | 01 | R7-0015_1 | ABS | 115x65x35 |
| 38 | 01 | R7-0015_2 | ABS | 115x65x35 |
| 39 | 02 | Placa Vespa | RoboCore | |
| 40 | 01 | R7-0031 | Aço inox AISI304 | 900x350x1,25 |
| 41 | 02 | R7-0030 | ABS | 400x350x15 |
| 42 | 30 | Paraf Alien | DIN912 | M5x30 |
| 43 | 30 | Arruela Lisa | DIN125A | Ø5 |
| 44 | 30 | Porca Lisa | DIN934 | M5 |
| 45 | 16 | Porca Sextav | DIN933 | M8x50 |
| 46 | 16 | Arruela Lisa | DIN125A | Ø8 |
| 47 | 08 | Porca Sextav | DIN934 | M8 |
| 48 | 12 | QI Standard Module | VEEAI | pcb-Receiver-B |

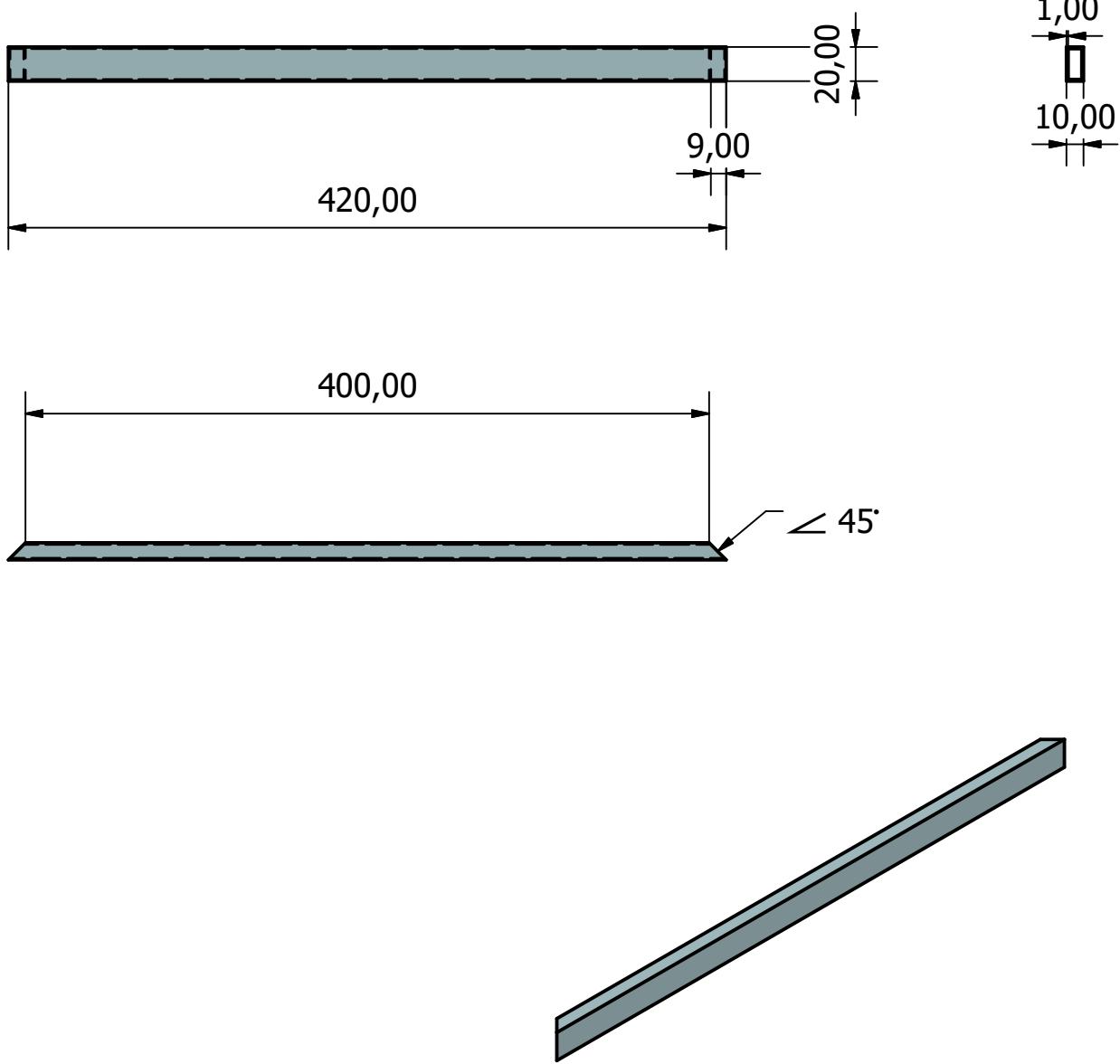
| PEÇA | MONTAGEM ROBÔ R7 Robot | 01 | - |
|------|---------------------------|--------|---|
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAIS E DIMENSÕES |
| | | | Unidade mm |
| | ROBÔ HÓTELEIRO | | |
| | | | Escola 1:3 |
| | | | Aluno: 26/11/2022 |
| | | | Prof: William Aparecido Celestino Lopes |
| | | | Foto: 03 / 03 |



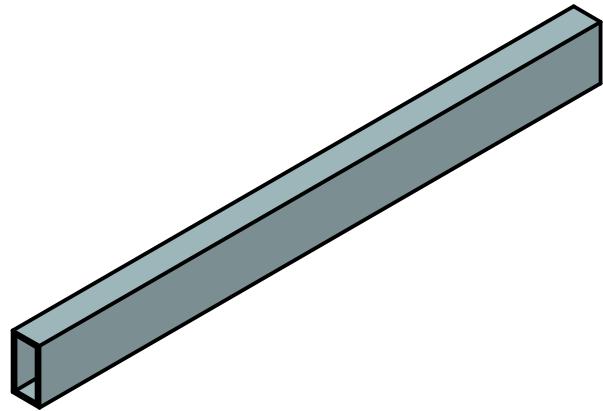
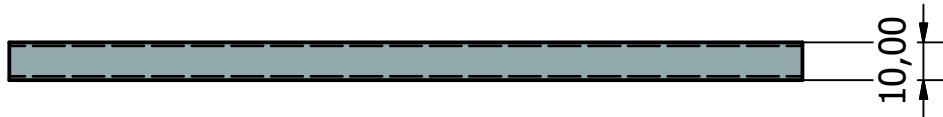
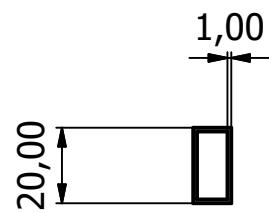
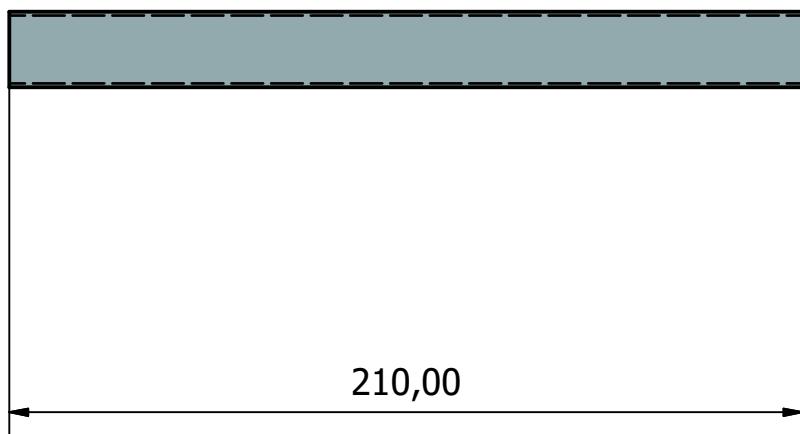
| | | | |
|--|--|--------|---|
| R7-0001 | BASE1 | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: ROBÔ -HOTELEIRO Aluno: R7ROBOT Prof. William Aparecido Celestino Lopes | | Unidade: mm Escala: 1:1 Data: 09/11/2021 Folha: 01 |



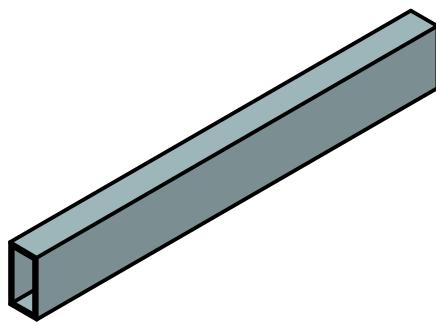
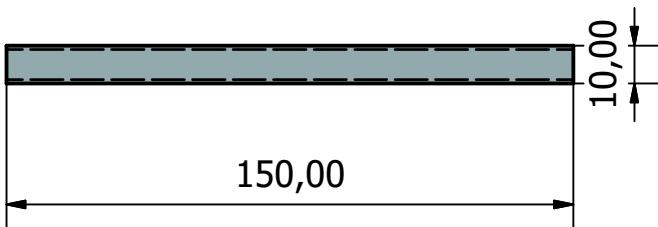
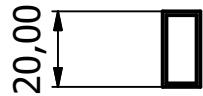
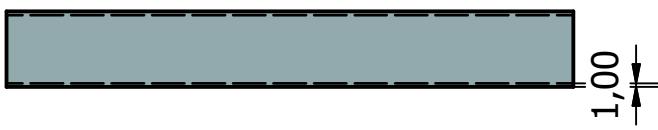
| R7-0002 | ESTRUTURA1 | 01 | Aço inox 1.4301 - 455x20 mm |
|--|---|--------|---|
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> |



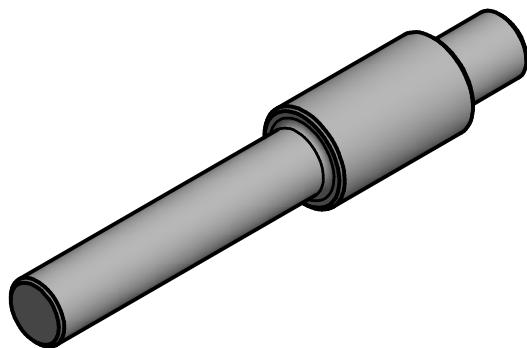
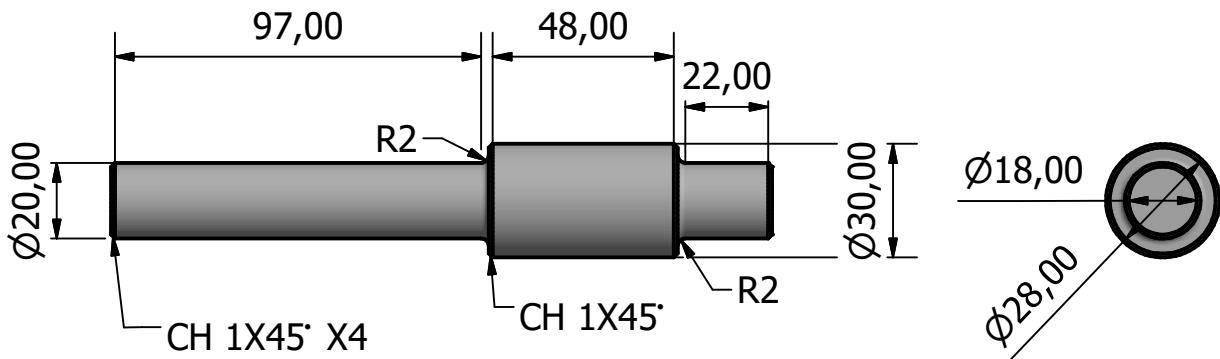
| | | | |
|--|------------------------------------|--|--|
| R7-0003 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: Aluno: Prof. | ROBÔ - HOTELEIRO R7ROBOT William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: Escala: Data: Folha: |
| | | | mm 1:1 09/11/2021 01 |



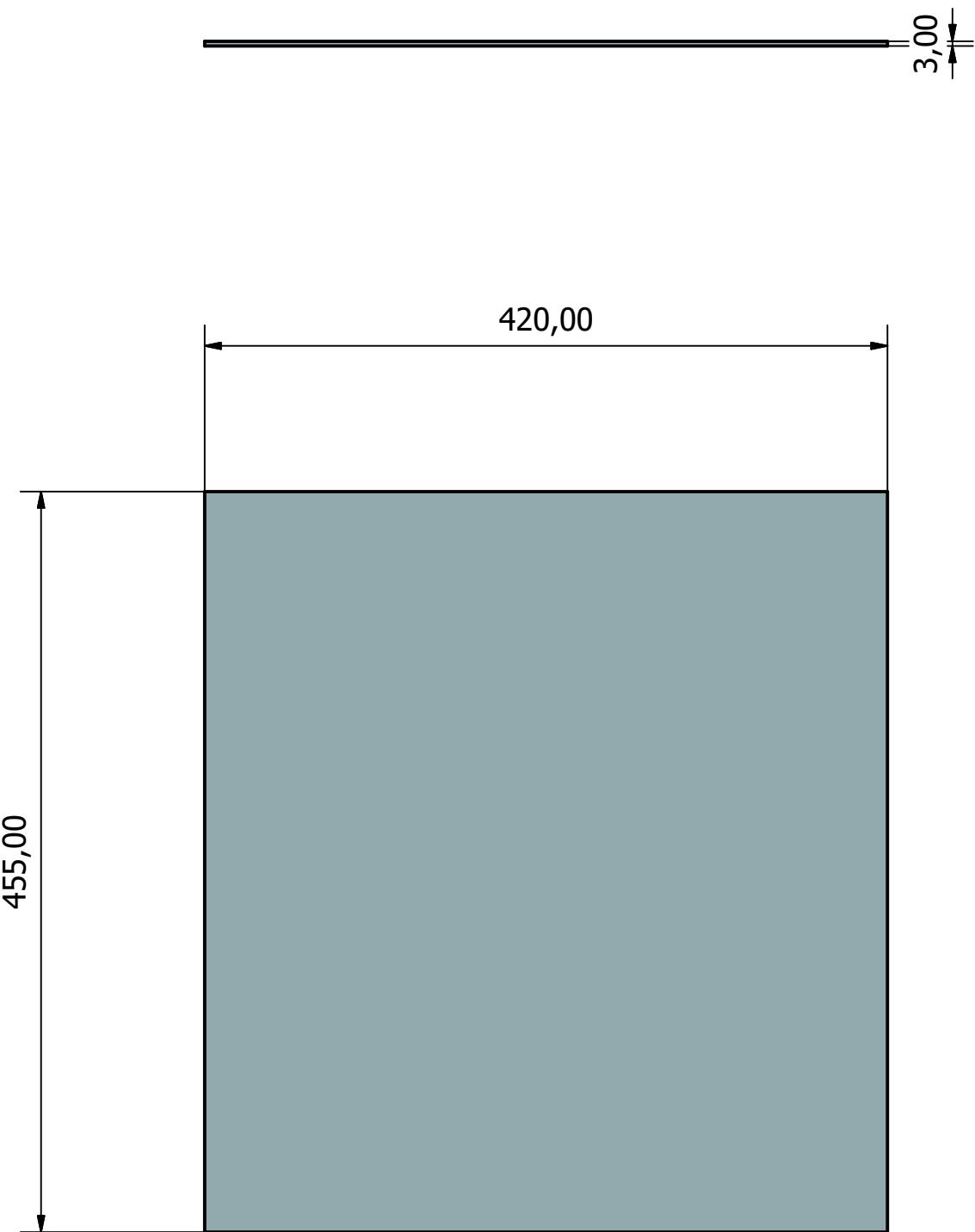
| | | | |
|--|------------------------------------|--|--|
| R7-0004 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: Aluno: Prof. | ROBÔ - HOTELEIRO R7ROBOT William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: Escala: Data: Folha: |
| | | | mm 1:1 09/11/2021 01 |



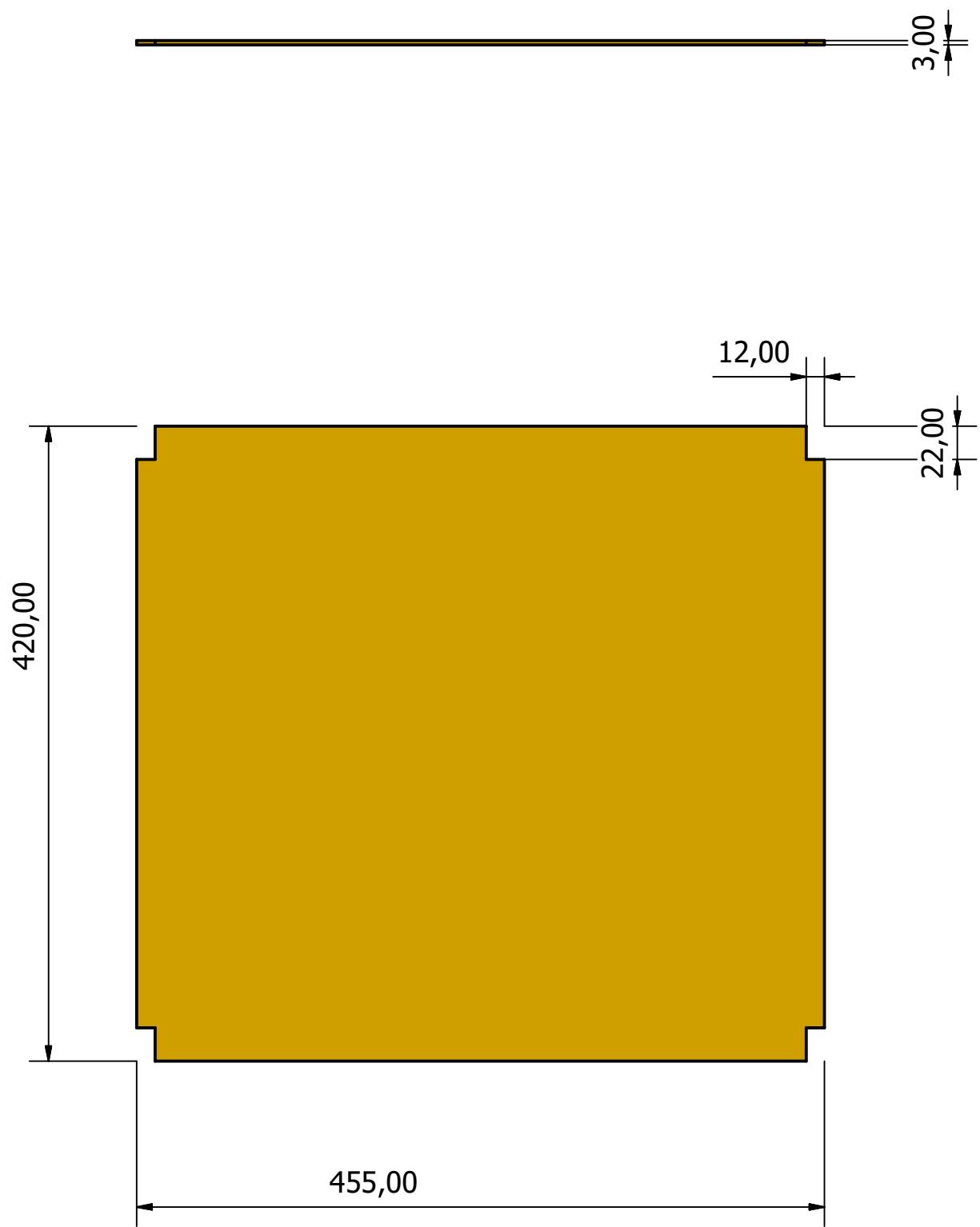
| | | | |
|--|---|--------|---|
| R7-0005 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> |



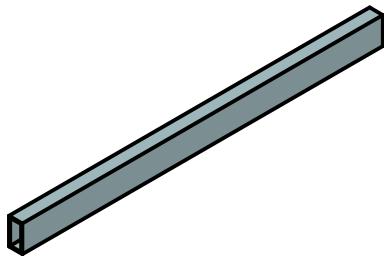
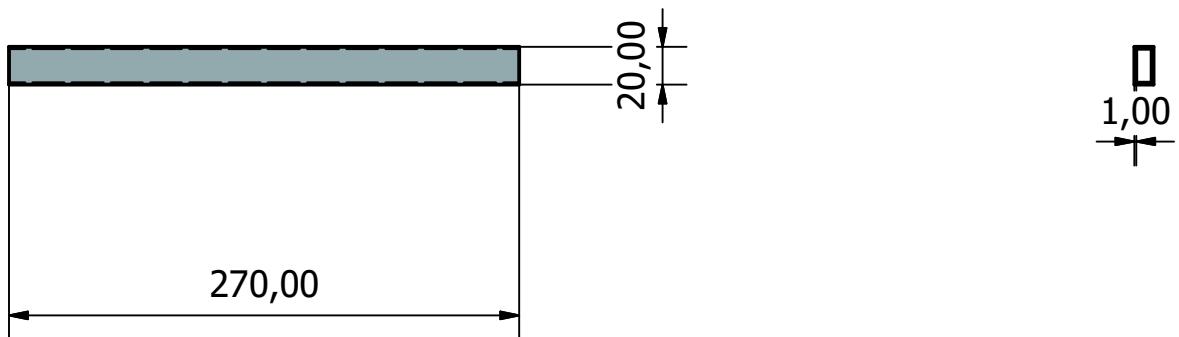
| | | | |
|--|---|---|-----------------------|
| R7-0006 | EIXO | 02 | ABNT 8620 (cementado) |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> | |



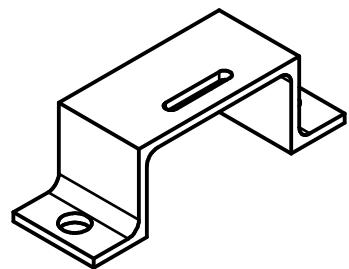
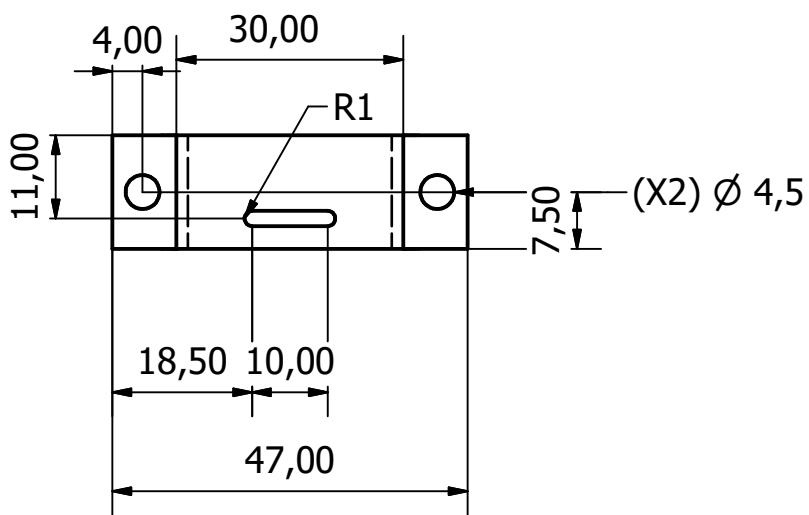
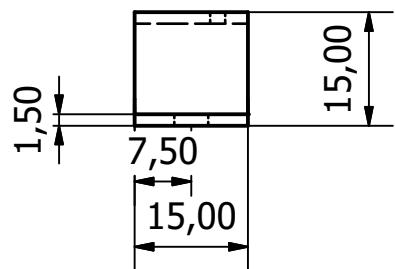
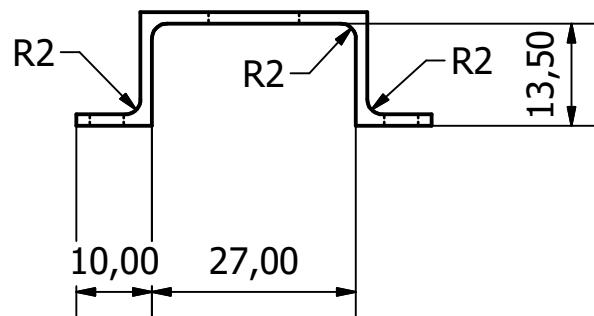
| | | | |
|--|---|--------|---|
| R7-0007 | BASE | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> |



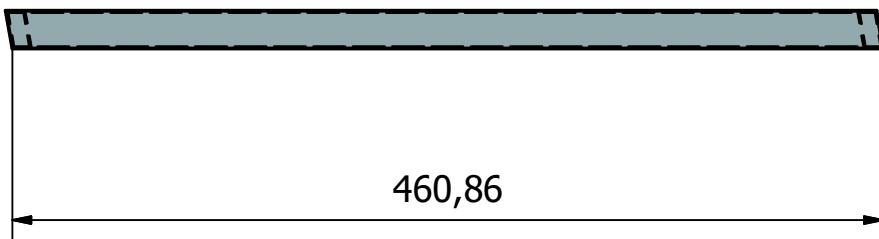
| R7-0008 | BASE | 01 | ACRÍLICO |
|--|---|--------|---|
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> |



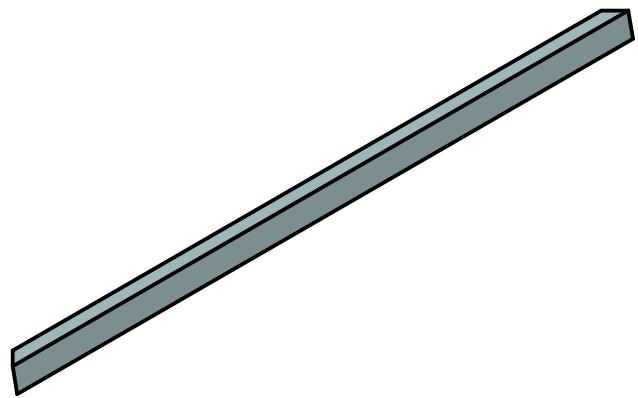
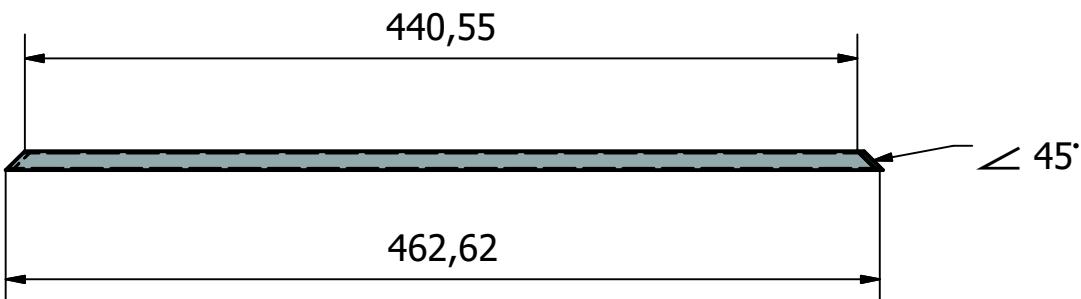
| | | | |
|--|------------------------------------|--|--|
| R7-0009 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: Aluno: Prof. | ROBÔ - HOTELEIRO R7ROBOT William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: Escala: Data: Folha: |
| | | | mm 1:1 09/11/2021 01 |



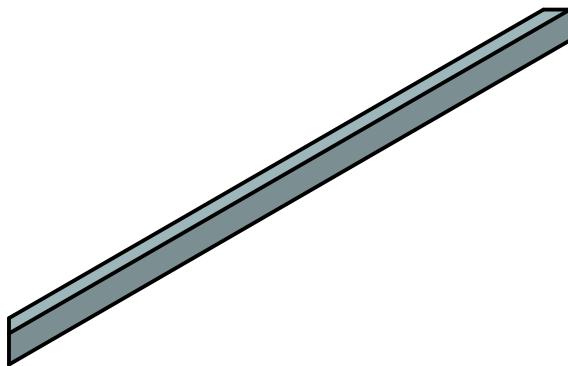
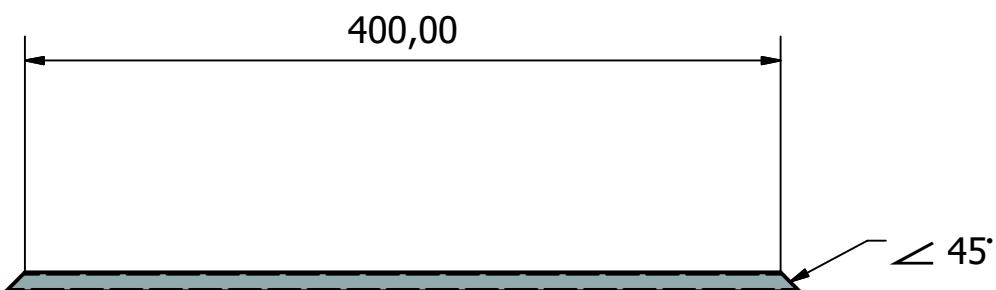
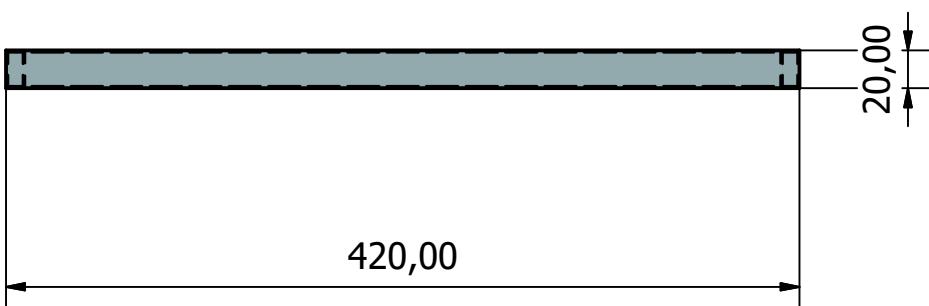
| | | | |
|--|--|--------|--|
| R7-0011 | <i>Suporte para bússola</i> | 01 | ABS |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - Autonomo- R7 Robot</i> Aluno: <i>R7 Robot_2 Semestre</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01 / 01</i> |



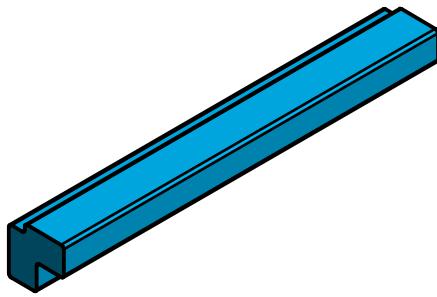
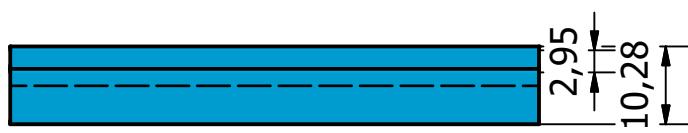
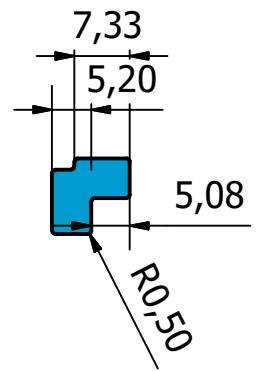
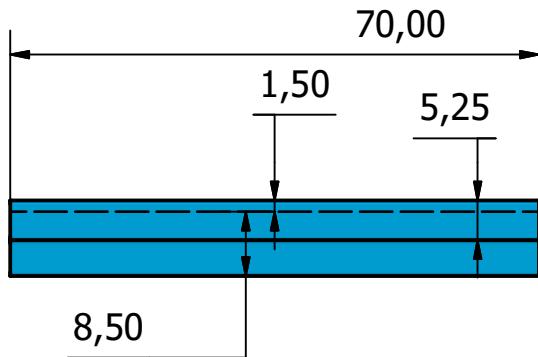
1,00
20,00
10,00



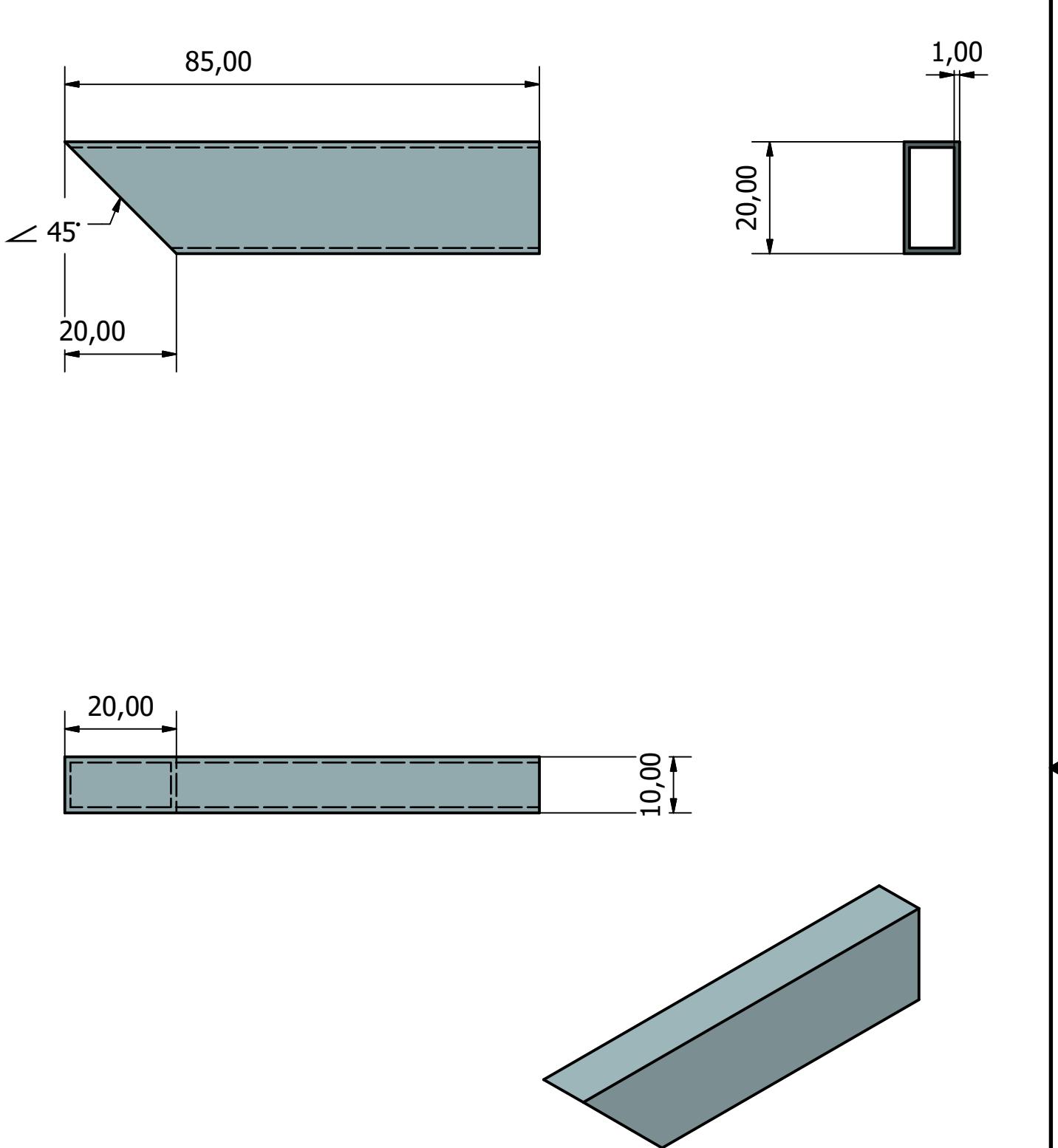
| | | | |
|--|------------------------------------|---|--|
| R7-0012 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: Aluno: Prof. | ROBÔ HOTELEIRO R7 ROBOT William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: Escala: Data: Folha: |
| | | | mm 1:1 09/11/2021 01 |



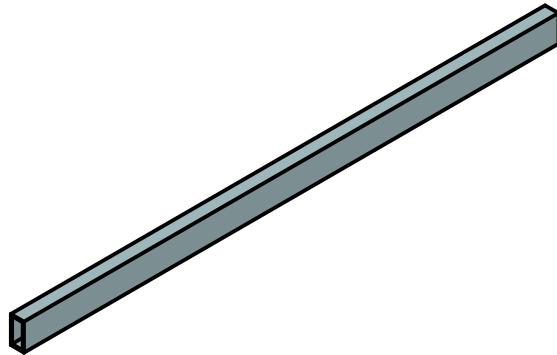
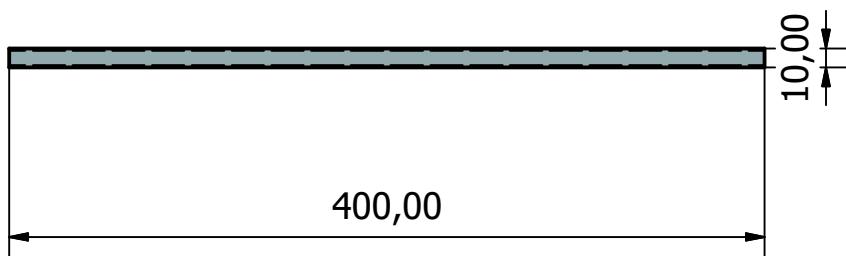
| | | | |
|--|------------------------------------|--|--|
| R7-0013 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: Aluno: Prof. | ROBÔ - HOTELEIRO R7ROBOT William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: Escala: Data: Folha: |
| | | | mm 1:1 09/11/2021 01 |



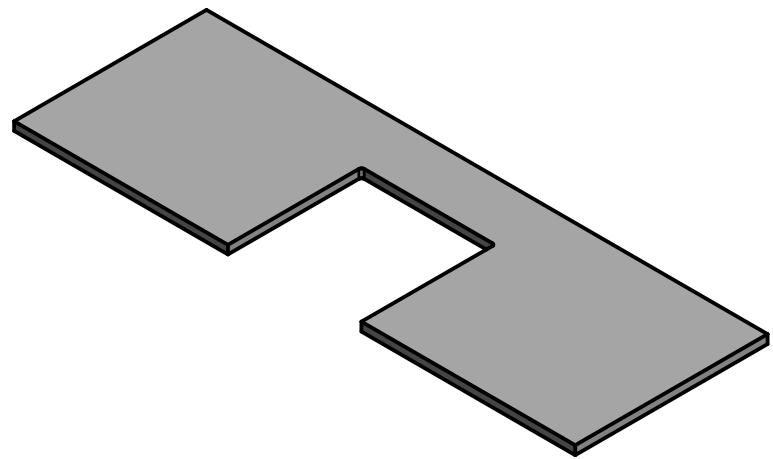
| | | | |
|--|------------------------------------|--|--|
| R7-0015 | GUIA | 01 | AÇO 1045 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: Aluno: Prof. | ROBÔ - HOTELARIA R7ROBOT William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: Escala: Data: Folha: |
| | | | mm 1:1 09/11/2021 01 |



| | | | |
|--|---|--------|---|
| R7-0016 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> |



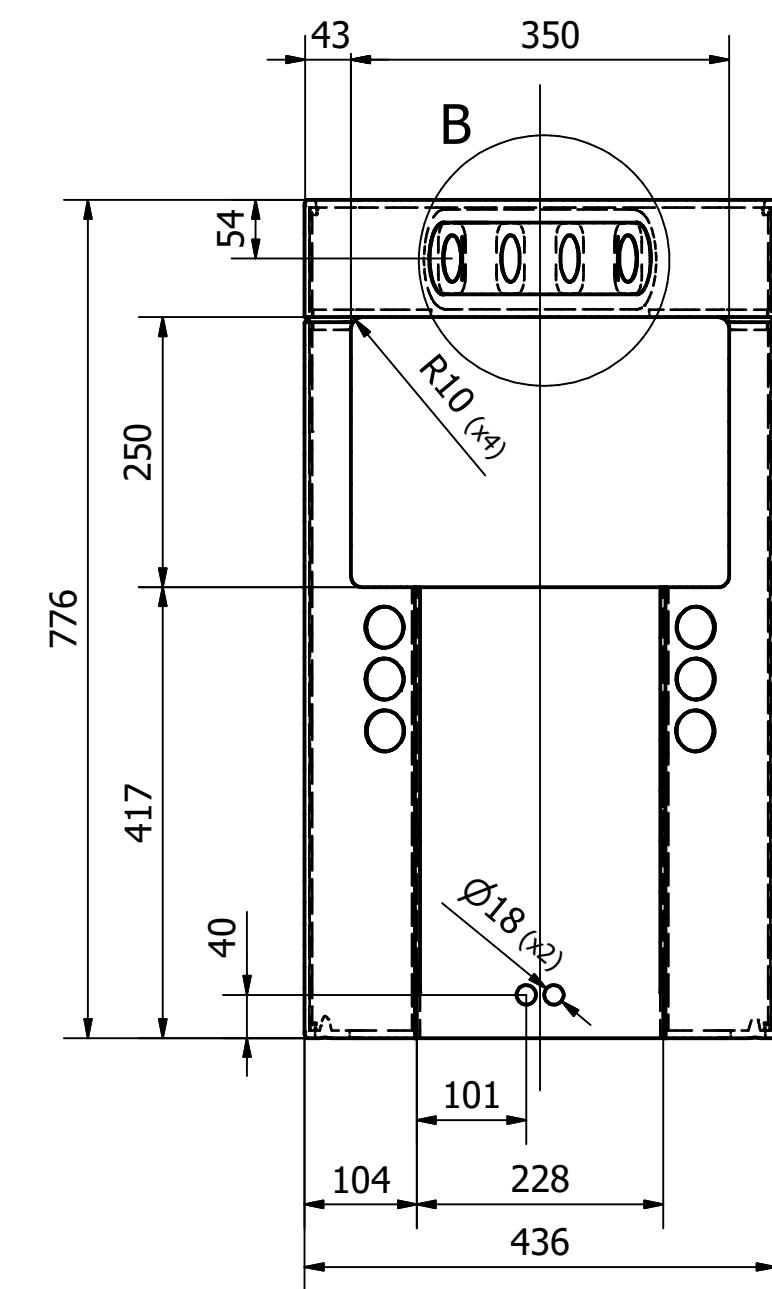
| | | | |
|--|---|--------|---|
| R7-0017 | Estrutura | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> |



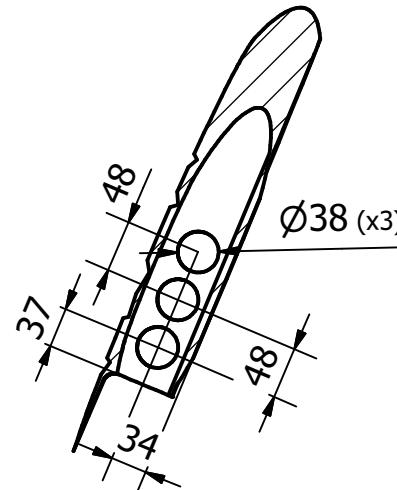
| | | | |
|--|---|--------|----------------------------|
| R7-0019 | BASE MOTOR | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ HOTELEIRO</i> | | Unidade: <i>mm</i> |
| | Aluno: <i>R7 ROBOT</i> | | Escala: <i>1:1</i> |
| | Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Data: <i>09/11/2021</i> |
| | | | Folha: <i>01</i> |

TOLERÂNCIAS

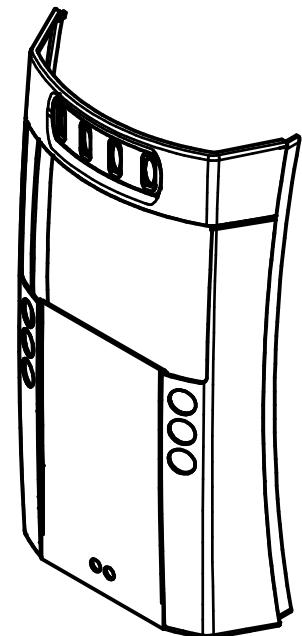
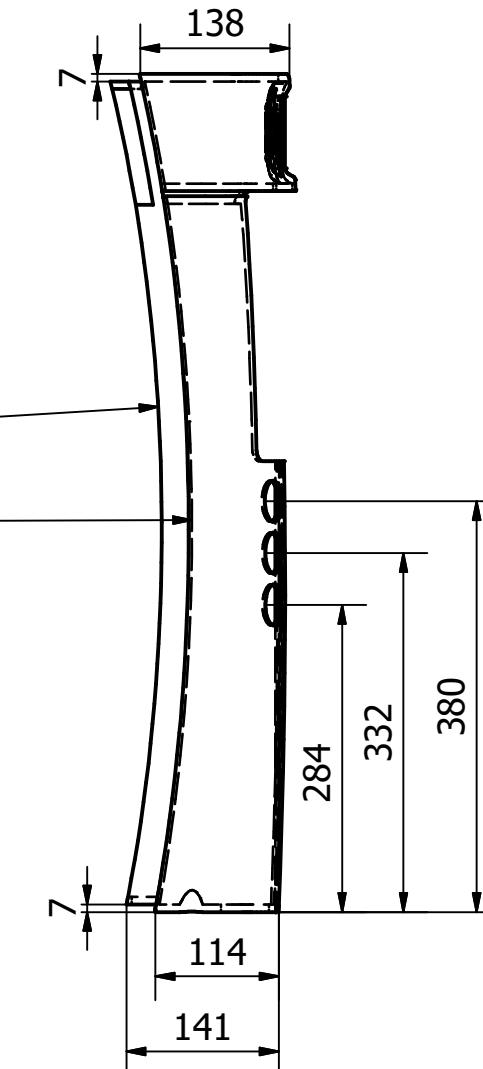
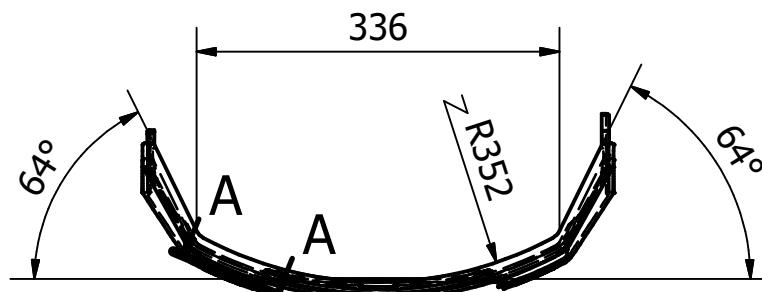
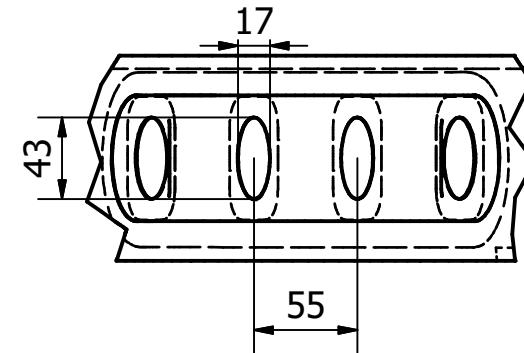
| | |
|-------|---------------|
| 0 | = ± 0.5 |
| 0.0 | = ± 0.100 |
| 0.00 | = ± 0.050 |
| 0.000 | = ± 0.005 |



A-A (1 : 7)



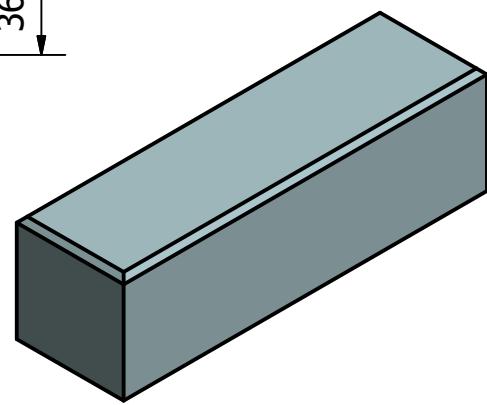
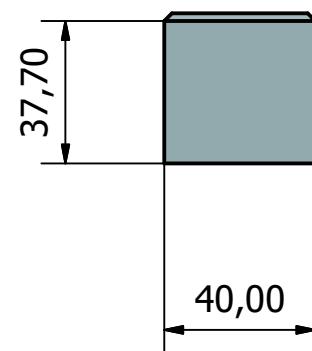
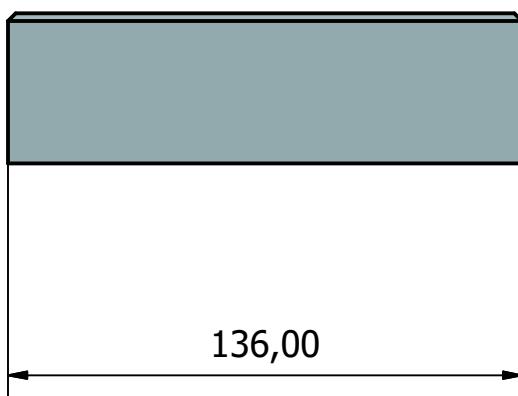
B (1 : 4)



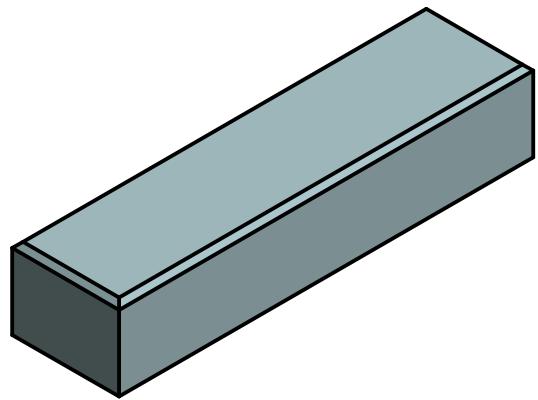
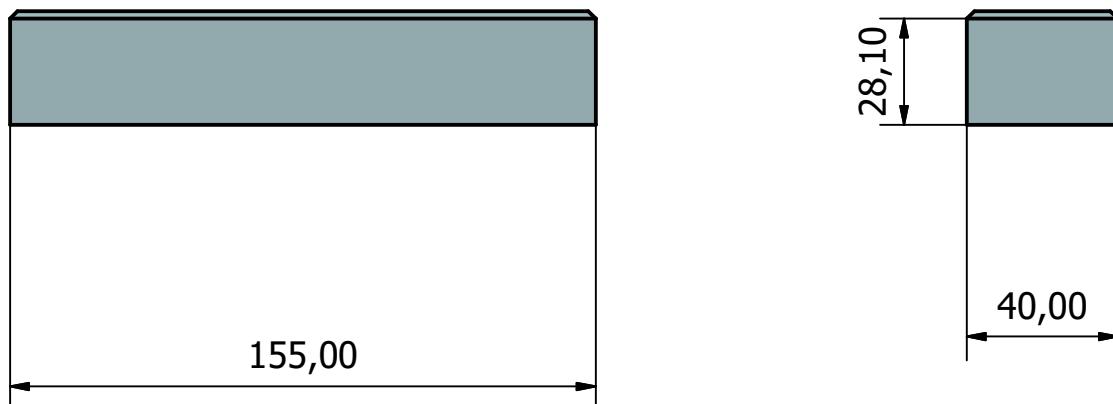
NOTAS:

- 1 - CHANFROS NÃO COTADOS, CONSIDERAR Ch1x45°;
- 2 - RAIOS NÃO COTADOS, CONSIDERAR R1;

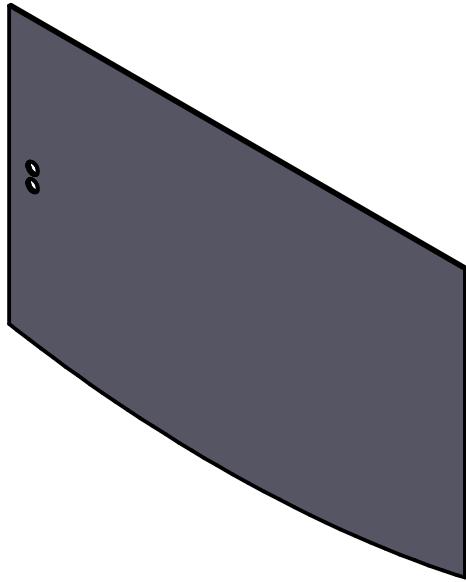
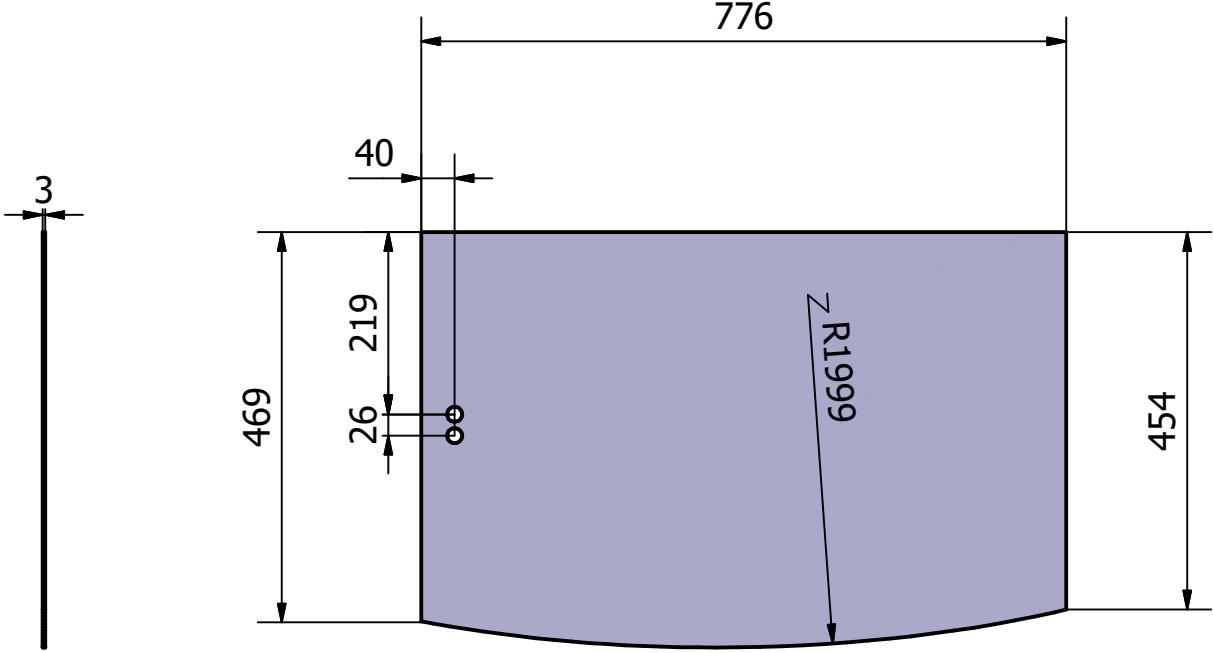
| R7-0020 | CARENAGEM FRONTAL | 01 | AÇO INOX - 500x800x3 mm |
|--|--|---|-------------------------|
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAIS E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: ROBÔ HOTELEIRO Aluno: R7 Robot Prof. William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: mm Escala: 1:7 Data: 26/11/2022 Folha: 01 | |



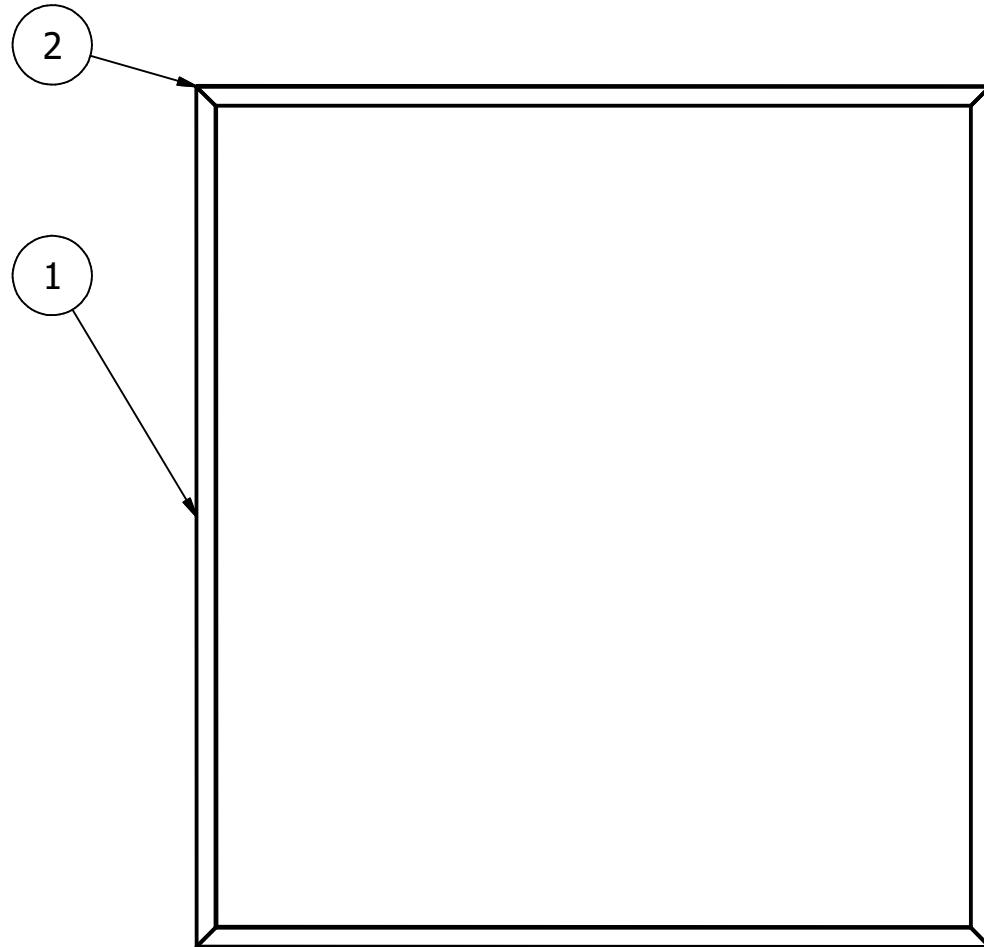
| | | | |
|--|------------------------------------|--|--|
| R7-0025 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: Aluno: Prof. | ROBÔ - HOTELEIRO R7ROBOT William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: Escala: Data: Folha: |
| | | | mm 1:1 09/11/2021 01 |



| | | | |
|--|------------------------------------|--|--|
| R7-0026 | ESTRUTURA | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: Aluno: Prof. | ROBÔ - HOTELEIRO R7ROBOT William Aparecido Celestino Lopes | Unidade: Escala: Data: Folha: |
| | | | mm 1:1 09/11/2021 01 |



| | | | |
|--|--|--------|---|
| R7-0028 | TAMPA LATERAL | 02 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ -HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> |



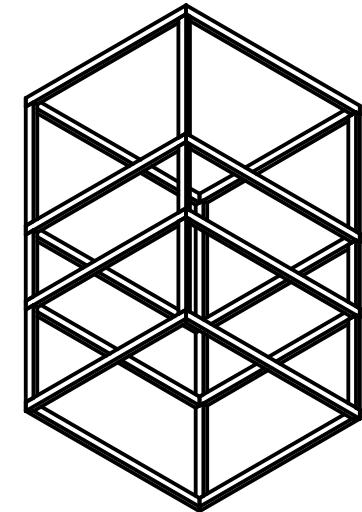
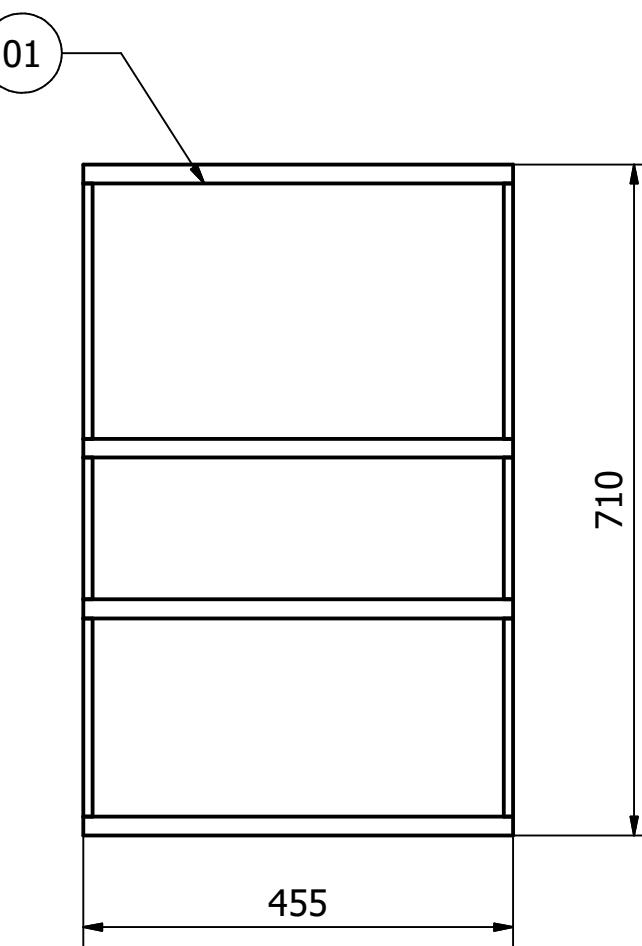
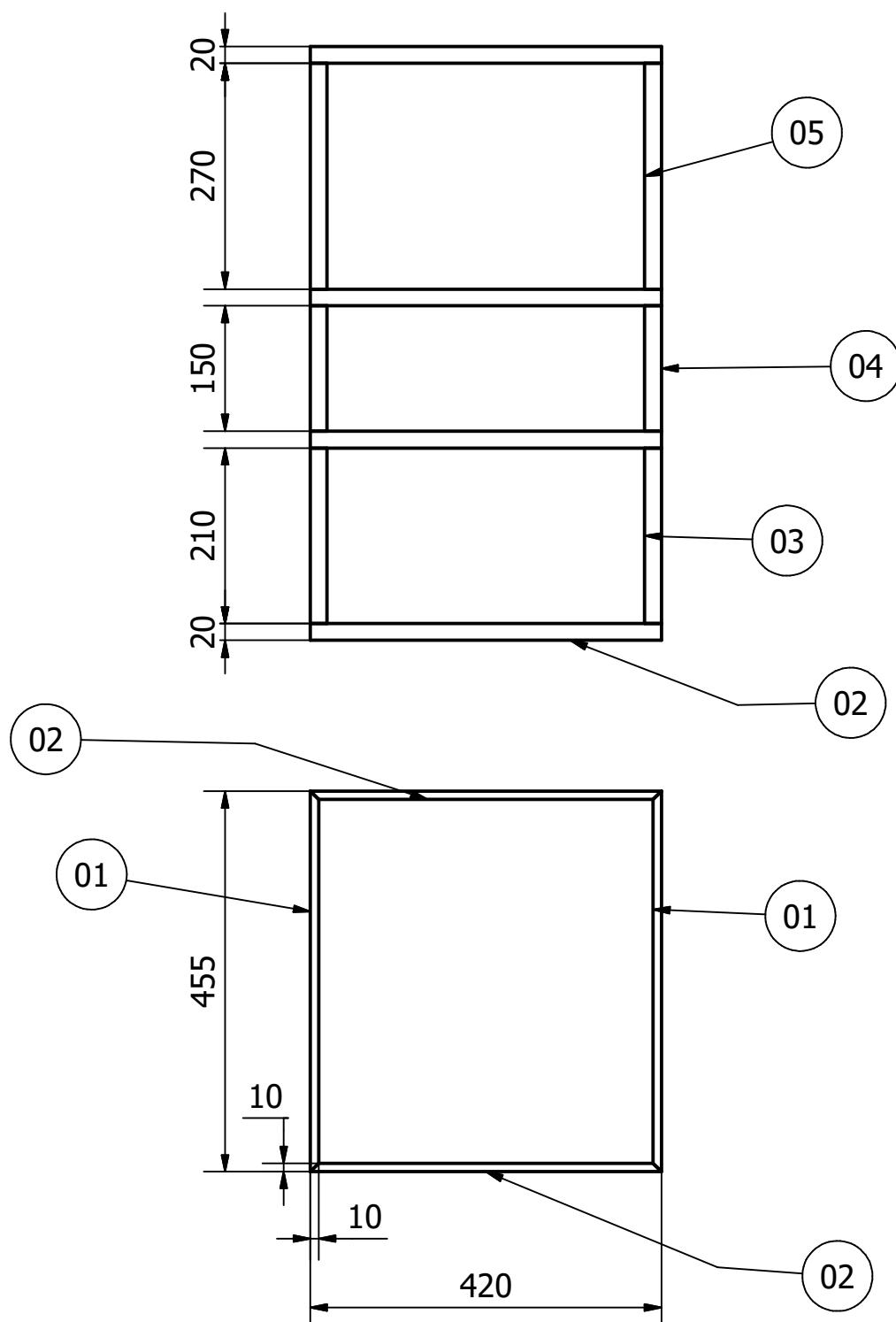
LISTA DE PEÇAS

| ITEM | QTDE | NÚMERO DA PEÇA | DESCRIÇÃO |
|------|------|----------------|-----------|
| 1 | 2 | R7-0002 | estrutura |
| 2 | 2 | R7-0003 | estrutura |

| | | | |
|--|---|--------|---|
| R7-1000 | conjunto estrutura | 01 | Aço inox 1.4301 |
| PEÇA | DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES | QUANT. | MATERIAL E DIMENSÕES |
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moises Dib | Título: <i>ROBÔ - HOTELEIRO</i> Aluno: <i>R7ROBOT</i> Prof. <i>William Aparecido Celestino Lopes</i> | | Unidade: <i>mm</i> Escala: <i>1:1</i> Data: <i>09/11/2021</i> Folha: <i>01</i> |

TOLERÂNCIAS

| | |
|-------|---------------|
| 0 | = ± 0.5 |
| 0.0 | = ± 0.100 |
| 0.00 | = ± 0.050 |
| 0.000 | = ± 0.005 |



LISTA DE PEÇAS

| ITEM | QTD. | PEÇA | MATÉRIA PRIMA | MEDIDAS BRUTAS ou NORMA | TRATAMENTO |
|------|------|---------|------------------|-------------------------|------------|
| 01 | 08 | R7-0002 | Aço inox AISI304 | 20x10x1 x 470 | - |
| 02 | 08 | R7-0003 | Aço inox AISI304 | 20x10x1 x 435 | - |
| 03 | 08 | R7-0004 | Aço inox AISI304 | 20x10x1 x 225 | - |
| 04 | 04 | R7-0005 | Aço inox AISI304 | 20x10x1 x 165 | - |
| 05 | 04 | R7-0009 | Aço inox AISI304 | 20x10x1 x 285 | - |

R7-1005 ESTRUTURA (ESQUELETO) 01 -

PEÇA DENOMINAÇÃO E OBSERVAÇÕES QUANT. MATERIAIS E DIMENSÕES

| | | | |
|--|---------|----------------|----------------|
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moisés Dib | Título: | ROBÔ HOTELEIRO | Unidade: mm |
| | Escala: | 1:8 | |
| | Data: | 26/11/2022 | |
| | Folha: | 01 | |

NOTAS:

- 1 - ESTRUTURA SOLDADA;
- 2 - REMOVER CANTOS VIVOS COM Ch 0,5x45°
- 3 - REALIZAR AS FURAÇÕES E USINAGEM APÓS A ESTRUTURA ESTAR SOLDADA;
- 4 - CHANFROS NÃO COTADOS, CONSIDERAR Ch1x45°;
- 5 - RAIOS NÃO COTADOS, CONSIDERAR R1;

| | | | |
|--|---------|----------------|----------------|
| Fatec São Bernardo do Campo Adib Moisés Dib | Título: | ROBÔ HOTELEIRO | Unidade: mm |
| | Escala: | 1:8 | |
| | Data: | 26/11/2022 | |
| | Folha: | 01 | |

William Aparecido Celestino Lopes