



**CENTRO ESTADUAL DE ENSINO TECNOLÓGICO PAULA SOUZA**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM MECÂNICA**

**Etec “Jorge Street”**

**MOEDOR COMPACTO CERVEJEIRO HOMEBREW**

**DIEGO DUARTE TAVARES**

**KAUE FORTINI BATISTA**

**VICTOR HUGO DOS SANTOS LIMA**

**VINICIUS BERNAL ANDRADE**

**SÃO CAETANO DO SUL - SP 2016**

# **MOEDOR COMPACTO CERVEJEIRO HOMEBREW**

**SÃO CAETANO DO SUL – SP 2016**

## **DEDICATÓRIA**

Dedicamos nosso projeto a todos os nossos familiares que nos incentivaram durante a realização do mesmo. E com foco em nossa dedicação para melhor realização do mesmo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à nossa família, que nos ajudaram tanto financeiramente quanto emocionalmente, aos amigos que nos apoiaram e nos deram forças para a conclusão desse projeto e a natureza que nos fornecem o malte, a água e o lúpulo. Aos orientadores de TCC Ivo de Castro e Francisco Chagas pelo apoio. E como melhor forma de agradecer, concluindo o projeto e o transformando num produto de qualidade.

## **RESUMO**

O MCC - Homebrew é um moedor que leva o conceito de um aparelho compacto para os fabricantes de cerveja artesanal caseira, projetado com rolos que fazem uma moagem precisa de malte, deixando os grãos na melhor qualidade, para o bom andamento do processo de fabricação.

## **PALAVRA CHAVE**

MCC – Homebrew, moedor compacto e cerveja caseira.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
1.1. CAPTAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA RESIDENCIAL.....	09
1.2. SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA REUSO.....	09
1.3. MOEDOR DE MALTE.....	09
1.4. TEMA E DELIMITAÇÃO. MCC – HOMEBREW.....	09
1.5. OBJETIVO GERAL.....	09
1.6. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	10
1.7. JUSTIFICATIVA.....	10
1.8. METODOLOGIA.....	10
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>10</b>
2.1. O QUE É CERVEJA E COMO CLASSIFICÁ-LAS.....	10
2.2. LEI DE PUREZA ALEMÃ.....	10/11/12
2.2.1 AGUA.....	12
2.2.2 LEVEDURA OU FERMENTO.....	13
2.2.3 LÚPULO.....	13
2.2.4 MALTE DE CEVADA.....	13/14
2.3. PROCESSO CERVEJEIRO.....	14/15
2.4. MOAGEM DO MALTE.....	15
2.5. TIPOS DE CERVEJAS.....	15
2.6. MOEDOR MANUAL.....	15/16
2.7. MOEDOR COM FURADEIRA.....	16
2.8. MOEDOR ELÉTRICO (EXISTENTE NO MERCADO).....	16
2.9. PRIMEIRO PROTÓTIPO.....	16
<b>3. PLANEJAMENTO.....</b>	<b>16</b>
3.1. ENTRADAS E SAÍDAS.....	16
3.2. EXPLICAÇÃO AÇO INOX 304.....	17
3.3. PRINCIPAIS ATRIBUTOS.....	17
3.4. TERMOS MAIS USADOS.....	17
3.4.1 ALE.....	17
3.4.2 ALTA FERMENTAÇÃO.....	18
3.4.3 AMARGO.....	18

3.4.4 BAIXA FERMENTAÇÃO.....	18
3.4.5 BRASSAGEM.....	18
3.4.6 CERVEJA.....	18
3.4.7 CEVADA.....	18
3.4.8 CEREAIS NÃO MALTEADOS.....	18
3.4.9 CHOPP.....	18
3.4.10 ENCORPADA.....	19
3.4.11 EQUILÍBRIO.....	19
3.4.12 ESPUMA.....	19
3.4.13 ESTRUTURADA.....	19
3.4.14 EVANESCENTE.....	19
3.4.15 FERMENTAÇÃO.....	19
3.4.16 FERMENTAÇÃO SECUNDARIA.....	19
3.4.17 FRACA.....	19
3.4.18 FRESCA.....	20
3.4.19 GÁS.....	20
3.4.20 LAGER.....	20
3.4.21 LEVE.....	20
3.4.22 LEVEDURA.....	20
3.4.23 LÚPULO.....	20
3.4.24 MATURAÇÃO.....	20
3.4.25 QUENTE.....	20
3.4.26 REDONDA.....	21
3.4.27 TURVA.....	21
3.4.28 SACARIFICAÇÃO.....	21
3.4.29 PASTEURIZAÇÃO.....	21
3.4.30 PRODUÇÃO DE CERVEJA.....	21
3.4.31 WEISS E WEIZEN.....	21
3.4.32 WEISS.....	21
4. DESENVOLVIMENTO.....	22
4.1 BASE CAIXA.....	22
4.2 APOIO DO MOTOR.....	22
4.3 ROLO.....	22
4.4 CAIXA.....	23

<b>4.5 SISTEMA DE GAVETA NYLON.....</b>	<b>23</b>
<b>4.6 POLIAS.....</b>	<b>24</b>
<b>4.7 CAIDA DO MALTE.....</b>	<b>24</b>
<b>4.8 BICA.....</b>	<b>24</b>
<b>4.9 TAMPA DO SILO.....</b>	<b>25</b>
<b>4.10 SILO.....</b>	<b>25</b>
<b>4.11 TAMPA TRASEIRA.....</b>	<b>25</b>
<b>4.12 BASE POLIA MAIOR.....</b>	<b>26</b>
<b>4.13 CHAPA TRASEIRA.....</b>	<b>26</b>
<b>4.14 APOIO DOS ROLOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4.15 TAMPA LATERAL.....</b>	<b>27</b>
<b>4.16 MOTOR.....</b>	<b>27</b>
<b>5 REFERENCIAS.....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>28/61</b>
<b>CALCULOS.....</b>	<b>62</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 CAPTAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA RESIDENCIAL**

- Foi inviável, devido ao alto custo de implantação do projeto em residência.
- Alto custo de manutenção.
- Grandeza do equipamento.

### **1.2 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA REUSO**

Projeto inviabilizado devido ao custo de mão de obra bem como de material para a aplicação, ficando assim fora dos parâmetros pré-estipulados de orçamento máximo.

### **1.3 MOEDOR DE MALTE**

Foi decidido dar o andamento do projeto MCC – Homebrew devido:

- Um dos membros do grupo que fabrica cerveja artesanal, já tinha um protótipo.
- Custo de projeto baixo.
- Facilidade ao acesso do material de maior custo (aço inox 304).
- Produto de tamanho inexistente no mercado.

### **1.4 TEMA E DELIMITAÇÃO. MCC – HOMEBREW**

O MCC - Homebrew é um produto destinado para os produtores de cerveja artesanal caseira, que produzem até 200 litros por dia, ou seja, esse aparelho é para atender pessoas que possuem pouco ou mais espaço para fabricar e armazenar sua cerveja.

### **1.5 OBJETIVO GERAL**

Temos como o objetivo geral a conclusão do curso de mecânica industrial e a exposição do projeto na (Excute).

## **1.6 OBJETIVO ESPECÍFICO**

A comercialização do produto.

## **1.7 JUSTIFICATIVA**

O cansativo processo de moagem manual que faz parte do primeiro processo da fabricação de cerveja caseira foi a principal inspiração para a criação do projeto MCC – Homebrew, que traz a ideia de um equipamento compacto, automatizado e que fizesse ganhar tempo, melhorando a qualidade da moagem dos grãos e conseqüentemente melhorando a qualidade da cerveja. Além disso, O MCC – Homebrew leva o perfil de um aparelho eletrodoméstico, fácil de limpar e bonito, inexistente atualmente no mercado.

## **1.8 METODOLOGIA**

Foram realizadas pela internet pesquisas sobre outros moedores no mercado, os métodos de utilização convencional para termos ideias de como poderia ser fabricado. Foram realizadas também pesquisas de mercado através das redes sociais e foi feito testes em protótipo na oficina da ETEC.

Com todas as informações coletadas, utilizamos métodos de engenharia que possibilitou estudos sobre os materiais adequados a serem utilizados. Utilizamos também cálculos necessários para definir a força de trabalho do equipamento e dimensão do mesmo, levando em consideração o design inovador do projeto.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 O QUE É CERVEJA E COMO CLASSIFICÁ-LAS**

Tradicionalmente se diz cerveja toda bebida fermentada a partir de cereais. Entretanto, por força de lei, no Brasil, entende-se cerveja como uma bebida obtida pela Fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, oriundo este do malte de Cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Para maiores detalhes procure pela lei federal nº 8.918/94, regulamentada pelo Decreto 2.314/97.

### **2.2 LEI DE PUREZA ALEMÃ**

#### **REINHEITSGEBOT**

Imagine-se curtindo uma ressaca de matar. Dor de cabeça, choro e ranger de dentes. E você tem absoluta certeza de que essa ressaca veio de uma cerveja sabidamente muito ruim que você tomou na véspera.

Foi exatamente o mal que acometeu Guilherme IV, duque da Baviera (região alemã onde está Munique), no dia 23 de abril do longínquo ano de 1516, quando assinou a Reinheitsgebot, ou, para os íntimos, a Lei de Pureza da Cerveja, a qual determinava que a cerveja local só poderia, dali em diante, ser produzida utilizando-se apenas água pura, malte e lúpulo. O fermento, por sua vez, foi incluído nesta lei algum tempo mais tarde, uma vez que ainda não era conhecido.

Guilherme tinha ótimos motivos para radicalizar. Até então, os cervejeiros da Baviera, na tentativa de “inovar” suas receitas, incluíam ingredientes bizarros na cerveja, como fuligem e cal, o que, provavelmente, teria causado a ressaca ducal.

Hoje, muitas cervejarias ainda seguem à risca Reinheitsgebot, principalmente as alemãs e belgas, o que explica a excelência das cervejas produzidas nesses países. No Brasil, várias cervejarias artesanais também compartilham do mesmo ideal de Guilherme, como a Eisenbahn e a Falke, produzindo cervejas de qualidade indiscutível.



"Como a cerveja deve ser elaborada e vendida neste país, no verão e no inverno: Decretamos, firmamos e estabelecemos, baseados no Conselho Regional, que daqui em diante, no principado da Baviera, tanto nos campos como nas cidades

e feiras, de São Miguel até São Jorge, uma caneca de 1 litro (1) ou uma cabeça (2) de cerveja sejam vendidos por não mais que 1 Pfennig da moeda de Munique, e de São Jorge até São Miguel a caneca de 1 litro por não mais que 2 Pfennig da mesma moeda, e a cabeça por não mais que 3 Heller (3), sob as penas da lei. Se alguém fabricar ou tiver cerveja diferente da Märzen, não pode de forma alguma vendê-la por preço superior a 1 Pfennig por caneca de 1 litro . Em especial, desejamos que daqui em diante, em todas as nossas cidades, nas feiras, no campo, nenhuma cerveja contenha outra coisa além de cevada, lúpulo e água. Quem, conhecendo esta ordem, a transgredir e não respeitar, terá seu barril de cerveja confiscado pela autoridade judicial competente, por castigo e sem apelo, tantas vezes quantas acontecer. No entanto, se um taberneiro comprar de um fabricante um, dois ou três baldes (4) de cerveja para servir ao povo comum, a ele somente, e a mais ninguém, será permitido e não proibido vender e servir a caneca de 1 litro ou a cabeça de cerveja por 1 Heller a mais que o estabelecido anteriormente.”

Guilherme IV, duque da Baviera, no dia de São Jorge (23 de abril), no ano de 1516, em Ingolstadt”

### **2.2.1 AGUA**

A água cervejeira deve ser livre de impurezas, filtrada, sem cloro, sabor e cheiro. é possível tratarmos as águas de forma a deixá-las da maneira como queremos, seja retirando o cloro, sólidos indesejáveis ou ajustando os sais. As águas com composições de sais diferentes fazem cervejas também diferentes, e que alguns tipos de água são mais adequados pra determinados estilos de cervejas.

Fazendo cerveja em casa, preferencialmente use uma água mineral, pois a mesma, em sua maioria, contém poucos sais, permitindo-lhe assim ajustá-la de acordo com o tipo de cerveja pretendido, sem falar que já é isenta de cloro.



### 2.2.2 LEVEDURA OU FERMENTO

A levedura é o micro-organismo responsável pela fermentação em cerveja. A levedura metaboliza os açúcares extraídos a partir de grãos, o que produz o álcool e dióxido de carbono, e, assim, se transforma o mosto em cerveja. Além de fermentar a cerveja, a levedura influencia o caráter e sabor.



### 2.2.3 LÚPULO

O lúpulo que é utilizado na fabricação de cervejas na verdade é a flor da espécie vegetal *Humulus lupulus*. A planta é dioica, ou seja, possui os sexos separados, mas somente as flores da planta fêmea são utilizadas como ingredientes da bebida. Nessas flores, existem glândulas amareladas entre as pétalas, chamadas lupulinas, que produzem resinas e óleos que são responsáveis pelo aroma e amargor que é conferido à cerveja.



### 2.2.4 MALTE DE CEVADA

A fonte de amido em uma cerveja fornece o material fermentável e é um fator determinante no sabor da cerveja. A fonte de amido mais comum usada na cerveja é

a cevada maltada. A cevada é maltada por imersão em água, permitindo que ele comece a germinação e em seguida seca-se o grão parcialmente germinado em um forno. O grão maltado produz enzimas que convertem o amido nos grãos em açúcares fermentáveis, diferentes tempos e temperaturas são utilizados para produzir cores diferentes de malte a partir do mesmo grão. Maltes escuros produzirão cervejas mais escuras.

Outros grãos maltados e não maltados (incluindo o milho, arroz, trigo, aveia, e centeio, e menos frequentemente, sorgo) podem ser utilizados.



### **2.3 PROCESSO CERVEJEIRO**

O processo cervejeiro consiste num encadeamento de uma série de etapas, cada qual com suas especificidades e algumas variáveis, que devem ser compreendidas para uma melhor adequação ao equipamento, com o qual faremos a receita, e ao estilo buscado para cerveja.

Basicamente, o processo pode ser dividido da seguinte forma:

- Moagem
- Preparo da água
- Brassagem, mistura ou cozimento
- Lavagem, filtragem e clarificação do mosto

- Medição da densidade
- Ativação do fermento
- Decantação e resfriamento do mosto
- Trásfega para o fermentador
- Aeração
- Inoculação do fermento
- fermentação
- maturação
- Engarrafamento ou embarrilhamento.

#### **2.4 MOAGEM DO MALTE**

A moagem ideal visa quebrar o grão, expondo seu endosperma à ação das enzimas, mantendo a casca o quanto mais intacta possível, a fim de formar com o próprio malte uma tina filtro.

Não deve ela ser muito fina, esfarelar muito o grão, pois prejudicará a filtragem do mosto (a recirculação), bem como não deve ser grossa, dificultando a ação das enzimas sobre o endosperma.

#### **2.5 TIPOS DE CERVEJAS**

A maioria dos Brasileiros desconhecem a variedade de estilos de cervejas que existem no mundo. No Brasil é muito comum as pessoas conhecerem somente o estilo de cerveja que é encontrado com facilidade como, as cervejas industriais que por sua vez, devido ao crescimento do mercado das cervejas importadas e artesanais, estão adotando a fabricação de diferentes tipos como: Weiss, Red Ale, Stout, entre outras.

#### **2.6 MOEDOR MANUAL**

Fabricado em ferro fundido, funcionamento unicamente manual, moedor deve ser fixado através de sua morsa em superfície plana para a devida utilização do mesmo.

Processo desgastante, demanda esforço físico, risco de LER (lesão por esforço repetitivo) no usuário do equipamento, moagem irregular dos grãos, má qualidade do produto final. Imagens em Anexos E.

## **2.7 MOEDOR COM FURADEIRA**

Moedor improvisado fabricado utilizando madeira em sua base e para fixação dos rolos de moagem, recipiente de armazenamento de plástico, moagem realizada através da utilização de furadeira (qualquer furadeira a disposição), garante uma moagem uniforme dos grãos, necessário sempre mais de uma pessoa para realizar o processo de moagem. Imagens em Anexos E.

## **2.8 MOEDOR ELÉTRICO DO MERCADO (EXISTENTE NO MERCADO)**

Moedor motorizado 3 rolos eixo de 5/8" e polia de 180mm motor de 1/4 de hp, estrutura em aço tubular, bivolt (vem com chave para selecionar a voltagem, sai de fábrica com a chave em 220v), garante uma moagem rápida e uniforme, porém não é pronta entrega, alto custo do produto e ocupa uma grande área para armazenamento. Imagens em Anexos E.

## **2.9 PRIMEIRO PROTÓTIPO**

Protótipo feito em MDF revestido com uma formica que possui uma película de inox.

O equipamento foi feito para ser usado com os rolos recartilhados junto com a furadeira, semelhante ao processo do moedor com furadeira. Imagens em Anexos E.

# **3. PLANEJAMENTO**

## **3.1 ENTRADAS E SAÍDAS**

Moedor manual de grãos: Moagem de 5 kg por hora.

MCC: Moagem de 5 kg por 1/12 hora (5 minutos).

### **3.2 EXPLICAÇÃO AÇO INOX 304**

Tanto indústrias alimentícia quanto na utilidade doméstica, o Inox oferece uma série de vantagens, principalmente por permitir um alto grau de higiene e possibilitar a preservação das características dos produtos como cor, sabor e cheiro.

A baixa rugosidade do material permite ainda que a limpeza de tanques e outros reservatórios seja mais eficiente, acessível e de baixo custo.

### **3.3 PRINCIPAIS ATRIBUTOS**

- Alta resistência à corrosão.
- Resistência a temperaturas elevadas.
- Grande capacidade de conformação: o aço inox é flexível, pode ser facilmente moldado.
- Resistência mecânica elevada.
- Versatilidade e forte apelo estético.
- Limpeza de rotina simples.
- 100% reciclável: não agride o meio ambiente.
- Material inerte, ou seja, não deixa gosto, não tem cheiro e não desprende metais.
- Durabilidade: o que é feito em inox é feito para durar por muito tempo.
- Baixo custo de manutenção.

### **3.4 TERMOS MAIS USADOS**

#### **3.4.1 ALE**

Cerveja de alta fermentação, com sabores complexos. As Ales são as cervejas mais saborosas.

### **3.4.2 ALTA FERMENTAÇÃO**

Cerveja Fermentada entre 14°C a 28°C chamadas de cervejas quente, algumas tem a 2ª fermentação dentro da garrafa. O mesmo processo utilizado nas Champagnes mais caras do mundo.

### **3.4.3 AMARGO**

Um dos quatro sabores elementares percebidos pela língua. É provocado por substâncias fenólicas, como o tanino.

### **3.4.4 BAIXA FERMENTAÇÃO**

Cerveja fermentada entre 0°C a 12°C (Lager), chamadas de cervejas fria. As mais comuns são as Pilsen...originária da cidade de Pilsen, na República Tcheca.

### **3.4.5 BRASSAGEM**

Processo de cozimento do mosto com temperatura controlada e específica para cada tipo de cerveja.

### **3.4.6 CERVEJA**

É o resultado de uma infusão do malte com o lúpulo. Este processo também chamado de mosto ou mostura é colocado para fermentar durante alguns dias até transformar-se em cerveja.

### **3.4.7 CEVADA**

A cevada cervejeira pertence à família das Gramíneas, sendo um cereal muito resistente. A cevada é a matéria prima principal para fabricação da cerveja.

### **3.4.8 CEREAIS NÃO MALTEADOS**

São os chamados adjuntos, normalmente são utilizados cereais não malteados como; arroz, milho, sorgo etc.

### **3.4.9 CHOPP**

Cerveja sem pasteurização (Fresca).

### **3.4.10 ENCORPADA**

Cerveja rica em dextrinas.

### **3.4.11 EQUILÍBRIO**

Relação harmoniosa entre levedura, lúpulo, malte e outros elementos utilizados na produção de cerveja.

### **3.4.12 ESPUMA**

A espuma é muito importante para a qualidade da cerveja, ela colabora em manter a cerveja afastada do oxigênio, que oxida a cerveja e a deixa com gosto ruim que lembra papelão. Além disso é um excelente protetor térmico mantendo a sua temperatura.

Outra importância é a de liberar com mais facilidade o buquê da bebida.

### **3.4.13 ESTRUTURADA**

Cerveja com boa presença de álcool, ácidos e taninos. É a "arquitetura" do sabor.

### **3.4.14 EVANESCENTE**

Cervejas que a espuma desaparece rapidamente.

### **3.4.15 FERMENTAÇÃO**

É a ação das leveduras, que desdobram as moléculas de açúcar do mosto em álcool, gás carbônico e outros.

### **3.4.16 FERMENTAÇÃO SECUNDARIA**

Método de elaboração das cervejas ( Ales) que consiste em fermentar novamente a cerveja na própria garrafa. Tradicional das ilhas da Bélgica e Inglaterra, nas cervejas artesanais e caseiras.

### **3.4.17 FRACA**

Cerveja sem corpo, muito diluída.

### **3.4.18 FRESCA**

Cerveja sem pasteurizar, com consumo rápido...Chopp.

### **3.4.19 GÁS**

É o estado da matéria, no qual as moléculas se acham muito separadas. O gás da cerveja é o CO<sub>2</sub>, responsável pela espuma e borbulhas que se formam ao abrir a garrafa.

### **3.4.20 LAGER**

Cervejas obtidas através da baixa fermentação. ( A frio)

### **3.4.21 LEVE**

Cerveja que tem teores baixos de álcool e de corpo.

### **3.4.22 Levedura**

Um microrganismo unicelular, responsável pela fermentação alcoólica.

### **3.4.23 LÚPULO**

É uma planta trepadeira que produz talos anuais à partir de rizomas perenes. São espécies dióicas, isto é, produzem flores masculinas e femininas em plantas separadas, sendo que somente as flores femininas são utilizadas na presença da cerveja.

O Lúpulo é quem dá ao buque da cerveja o sabor amargo característico, sendo assim, se você desejar uma cerveja mais amarga, é só aumentar a quantidade de Lúpulo.

### **3.4.24 MATURAÇÃO**

Envelhecimento, tempo necessário para que todos os elementos que compõem se integrem totalmente, tornando-se de sabor agradável.

### **3.4.25 QUENTE**

Cerveja justamente alcoólica, que provoca uma ótima sensação de calor (Ales, Stout ou Porter).

#### **3.4.26 REDONDA**

Cerveja muito harmônica (perfeita).

#### **3.4.27 TURVA**

Cerveja com limpidez alterada (grande quantidade de substâncias sólidas em suspensão). Comum nas cervejas (Ales) de trigo, artesanais e caseiras.

#### **3.4.28 SACARIFICAÇÃO**

Transformação do amido em maltose.

#### **3.4.29 PASTEURIZAÇÃO**

Método pelo qual os microrganismos são inativados através do calor, consequentemente a estabilização do produto.

#### **3.4.30 PRODUÇÃO DE CERVEJA**

Arte, ciência, dedicação, persistência, charme, estilo, alquimia e bom gosto.

#### **3.4.31 WEISS E WEIZEN**

Weizen significa trigo e weiss significa branco. Na Alemanha, eles utilizam as duas formas quando se referem às cervejas de trigo. Tanto Weissbier quanto Weizenbier são utilizados.

É que a cerveja de trigo também é conhecida como cerveja branca.

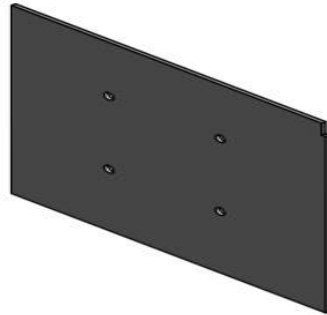
#### **3.4.32 WEISS**

Cerveja cujo malte é feito a partir do trigo (ao invés da tradicional cevada), com espuma mais cremosa, estável e pronunciada. Pouco amarga e bastante refrescante, é ideal para o verão. É clara e apresenta turbidez natural, pelo fato de não ser filtrada, ou seja, possui um residual de fermento remanescente do processo de fermentação (Hefe). Principais características: aroma de especiarias (cravo) e Frutal (banana). (Ex: Bohemia Weiss - Cerveja de Trigo).

## 4 – DESENVOLVIMENTO

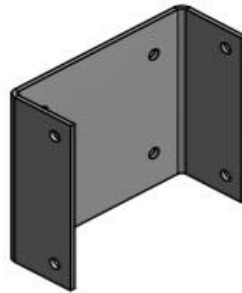
### 4.1 BASE CAIXA

Feita em aço inox 304 de 2,5mm de espessura com 155x197,50mm. Sua função é ser a base de fixação do apoio do motor. Anexo B.



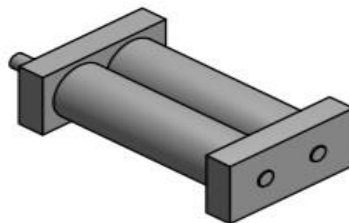
### 4.2 APOIO DO MOTOR

Feita em aço inox 304 com 2,5mm de espessura e com frente de 100x100mm, sua função é a fixação do motor na base da caixa. Anexo B.



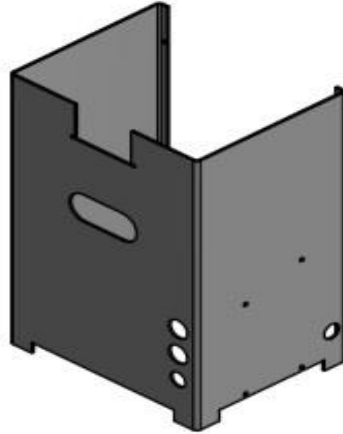
### 4.3 ROLO

Moedor de malte de 2 rolos em aço com base, fabricado no Brasil, rolos em aço 4140 galvanizado de 1.1/2" x 140mm, alta resistência ao desgaste, embuchamento em bronze, buchas auto lubrificadas, regulagem de zero a 3mm. Anexo B.



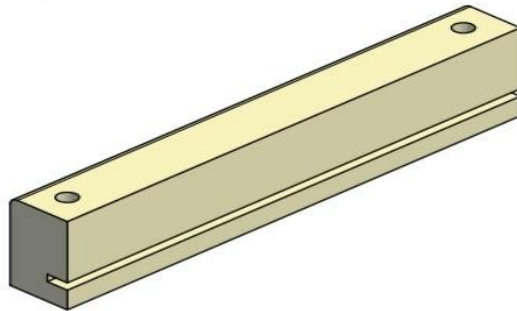
#### 4.4 CAIXA

Foi utilizado chapa de aço inox 304 de 2,5mm de espessura com frente de 250x375mm, laterais de 200x375mm e parte traseira com duas abas de 10x375mm para a fixação da tampa. Sua função é manter o motor e componentes elétricos dentro da mesma bem como se trata do alicerce de todo o equipamento. Anexo B.



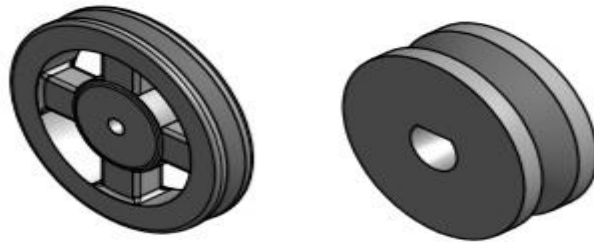
#### 4.5 SISTEMA DE GAVETA NYLON

Foi utilizado cilindro de nylon com diâmetro de 90mm onde o mesmo foi esquadrejado para 38x20mm com 160mm de comprimento, para realizar o esquadrejamento foi utilizada fresadora ferramenta com bailarina. Anexo B.



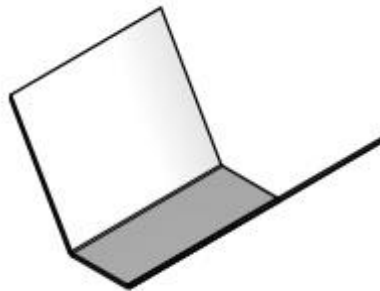
#### 4.6 POLIAS

Polia menor em V lisa fabricada em alumínio diâmetro maior de 50mm e diâmetro menor de 6,50mm, polia maior em V lisa diâmetro maior de 115mm, diâmetro interno de 85mm e diâmetro menor de 9mm. Anexo B.



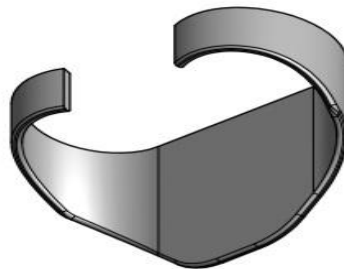
#### 4.7 CAÍDA MALTE

Fabricado em aço inox 304 com 2,5mm de espessura com 316x165mm utilizado dobradeira para fazer duas abas nas extremidades com 128mm de comprimento em ângulo de 45°, utilizada para direcionar os grãos moídos para recipiente de coleta. Anexo B.



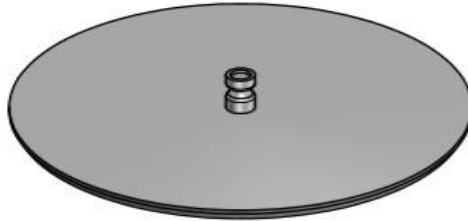
#### 4.8 BICA

Feita em aço inox 304 com 2,5mm de espessura, parte externa da caída de grãos serve como extensão da mesma e direciona os grãos moídos para o recipiente de coleta. Anexo B.



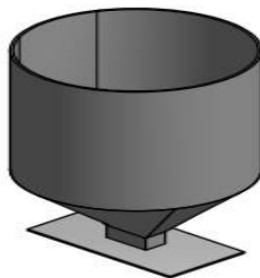
#### 4.9 TAMPA DO SILO

Fabricada utilizando chapa de aço inox 304 de 2,5mm, foi traçado um círculo de 200mm de diâmetro e cortado com lixadeira, foi fabricada uma aba de 10mm também em aço inox 304 e a mesma foi soldada no centro da tampa para manuseio da mesma. Anexo B.



#### 4.10 SILO

Foi fabricado em aço inox 304 2,5mm de espessura com 200mm de diâmetro e 200mm de altura terminando no funil que possui 200mm de diâmetro por 100mm de altura, o mesmo foi cortado utilizando lixadeira e o funil foi dobrado na dobradeira e soldado no tubo, silo foi fabricado para ser utilizado no armazenamento e direcionamento do malte até os rolos recartilhados. Anexo B.



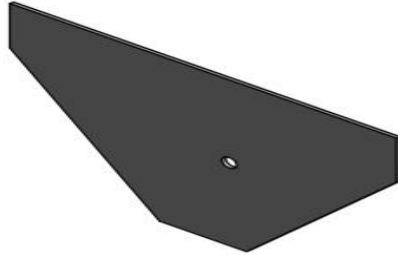
#### 4.11 TAMPA TRASEIRA

Feita em aço inox 304 com 2,5mm de espessura com 245x38,33mm. Sua função é a vedação da tampa superior do moedor. Anexo B.



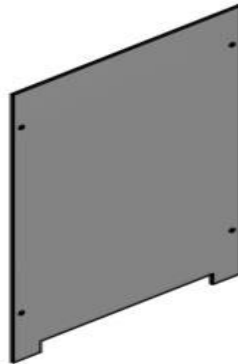
#### 4.12 BASE POLIA MAIOR

Cortar com lixadeira nas medidas especificadas e depois fazer furo com furadeira, função de fixar a polia. Anexo B.



#### 4.13 CHAPA TRASEIRA

Cortada com lixadeira conforme especificações dos desenhos, utilizada para ocultação do motor e dos componentes elétricos. Anexo B.



#### 4.14 APOIO DOS ROLOS

Fabricado em aço inox 304 com espessura de 2,5mm com frente de 159,17x40mm, sua função é a sustentação e a regulação dos rolos de moagem. Anexo B.



#### 4.15 TAMPA LATERAL

Feita em aço inox 304 com 2,5mm de espessura e frente de 159,17x85mm, sua função é a proteção e a fixação das laterais do equipamento. Anexo B.



#### 4.16 MOTOR

Motor Weg, CV ¼, RPM 1650, ISOL,B, CAP 12uF, 350V, V 220, A 1.90, Hz 60, com proteção térmica.

### 5. REFERENCIAS

[http://www.acesita.com.br/port/arquivos/ACE\\_PresentationINOX.pdf](http://www.acesita.com.br/port/arquivos/ACE_PresentationINOX.pdf)

<http://www.indupropil.com.br/>

[http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/110\\_20142111\\_01-48-48\\_3575.pdf](http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/110_20142111_01-48-48_3575.pdf)

[http://www.acervacarioca.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13:manual-basico-ervejeiro&catid=1:processo&Itemid=2](http://www.acervacarioca.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13:manual-basico-ervejeiro&catid=1:processo&Itemid=2)

<http://www.brejas.com.br/reinheitsgebot.shtml>

<http://www.tabeladacerveja.com.br/>

<http://www.nucleoinox.com.br/upfiles/arquivos/downloads/apresentacoes/Selecao-dos-Acos-inoxidaveis-para-a-industria-de-alimentos.pdf>

ABNT NBR 5410 Instalações elétricas de baixa tensão.

NR 10 Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

NR 12 Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

**“O catecismo da Cerveja”, de Conrad Seidl - Editora Senac**





## ANEXO A

EMPRESA: Jorge Street		FMEA - Análise do Modo e Efeito de Falha					Data: 09/05/2016									
Local: São caetano do sul		Setor: Planta de desenvolvimento			Sistema:			Equipamento: MCC Homebrew								
Componente/ Processo	Função do componente	Possíveis Falhas			Controle Atual	Índices			NPR	Ações Preventivas			Índices Melhorados			NPR
		Modo(s)	Efeito(s)	Causa(s)		F	G	D		Recomendada	Adotada	F	G	D		
Parte Elétrica	Ligar e Desligar o motor e sistema de segurança	Não acionar o motor.	Rolos não funcionam	Cabo de Energia Contado ou Quebrado.	Nenhum	2	5	2	20	Fazer análise no cabo de energia.		2	6	1	12	
		Não acionar sistema de segurança	Equipamento não liga	Verificar componentes	Nenhum	2	5	2	20	Fazer análise nos componentes	Realizar manutenção necessária		2	6	1	12
Estrutura	Fixar componentes elétricos e mecânicos	Vibração	Excesso de vibração	Elementos de fixação soltos	Nenhum	3	6	3	54	Fazer Análise na estrutura interna, elementos de fixação e solda.	Análise dos elementos de fixação periódicas	2	4	3	24	
Motor	Mover componentes mecânicos: polias, e rolo de moagem	Não aciona rolos	Travamento do sistema de moagem, impedindo o funcionamento	Rolos travados excesso de carga	Nenhum	6	4	3	72	Verificar se há obstrução nos rolos de moagem de grão	Limpeza e verificação do sistema mecânico	3	5	3	45	
Correias	Transferir energia sinética da polia A para B	Desgaste por trabalho	Interrupção da moagem	desgaste por excesso de trabalho(mal uso)	Nenhum	5	5	6	150	Não lubrificar, e efetuar a troca do mesmo quando apresentar resecamento	Fazer vistoria antes do uso e troca periódica	4	4	5	80	

Tabela de custos					
Descrição	Empresa		Contato	Quantidade	Preço
Chapa aço inox ANSI 304 2mm 1x1m	Elinox		2065-1400	1	R\$ 332,00
Chapa aço inox 304 150mm 1,24x3m	Metalcenter Dominik		(48) 3381-3333	1	R\$ 311,25
Tubo de inox 8"x300mm	Elinox		2065-1400	1	R\$ 59,00
Tela de inox 304 1x1m	Una fibras		renato.silveira@unnabr.com	1	R\$ 30,00
Tela de inox 304 1 metro por 500mm	Una fibras		renato.silveira@unnabr.com	1	R\$ 60,00
Rolos inox 304	indupropil	site	indupropil.com.br	1	R\$ 350,00
Motor/0.25cv/1650rpm/Ha60/bivolt	caza dos tanquinhos	site	cazadostanquinho.com.br	1	R\$ 135,00
	representante WEG	site	3246-4600		R\$ 420,00
Polia/115mm-A/alumínio	mark flex	loja	4475-2324	1	R\$ 10,65
	air cyclo	tel	4555-5047		R\$ 16,00
	bbc rolamentos	tel	4513-3756		R\$ 20,00
Polia/50mm-A/alumínio	mark flex	loja	4475-2324	1	R\$ 6,20
	air cyclo	tel	4555-5047		R\$ 6,50
	bbc rolamentos	tel	4513-3756		R\$ 10,00
Correia/25cm-A	mark flex	loja	4475-2324	1	R\$ 4,00
	air cyclo	tel	4555-5047		R\$ 6,40
	bbc rolamentos	tel	4513-3756		R\$ 7,00
Dijuntor duplo 10A	ABC Componentes Eletrônicos	tel	(11) 4436-7194	2	R\$ 10,00
	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	2	R\$ 33,00
	Chip Center	tel	(11) 2379-6020	2	R\$ 25,00
Botão de emergência	ABC Componentes Eletrônicos	tel	(11) 4436-7194	1	R\$ 7,75
	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	1	R\$ 10,00
	Chip Center	tel	(11) 2379-6020	1	R\$ 5,99
Botão liga e desliga	ABC Componentes Eletrônicos	tel	(11) 4436-7194	1	R\$ 5,99
	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	1	R\$ 9,75
	Chip Center	tel	(11) 2379-6020	1	R\$ 5,67
Micro switch	ABC Componentes Eletrônicos	tel	(11) 4436-7194	2	R\$ 5,00
	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	2	R\$ 15,00
	Chip Center	tel	(11) 2379-6020	2	R\$ 20,00
Cotators	ABC Componentes Eletrônicos	tel	(11) 4436-7194	1	R\$ 38,00
	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	1	R\$ 33,00
	Chip Center	tel	(11) 2379-6020	1	R\$ 20,00
Sinaleira	ABC Componentes Eletrônicos	tel	(11) 4436-7194	1	R\$ 17,00
	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	1	R\$ 15,00
	Chip Center	tel	(11) 2379-6020	1	R\$ 39,00
Cabo 2,5m	Copafer			1	R\$ 15,00
Fonte Transformador 220v Para 24v 15a 350w	ABC Componentes Eletrônicos	tel	(11) 4436-7194	1	R\$ 99,99
Fonte Transformador 220v Para 24v 5a 120w	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	1	R\$ 47,90
Fonte Transformador 220v Para 24v 10a 240w (sem Cooler)	Chip Center		(11) 2379-6020	1	R\$ 69,50
Relé de Segurança	schmersal	site	<a href="http://www.schmersal.com.br/">http://www.schmersal.com.br/</a>	1	R\$ 27,50
Relé de Segurança	ABC Componentes Eletrônicos	tel	(11) 4436-7194	1	R\$ 25,00
Relé de Segurança	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	1	R\$ 29,00
Micro Botão Pulsador	Chip Center	tel	(11) 2379-6020	1	R\$ 5,00
Micro Botão Pulsador	schmersal	site	<a href="http://www.schmersal.com.br/">http://www.schmersal.com.br/</a>	1	R\$ 7,00
Micro Botão Pulsador	Eletrotel	tel	(11) 4427-3304	1	R\$ 7,50
Soldas p/hora					
Soldas p/hora					
Soldas p/hora					
<b>Total</b>					<b>R\$ 1.470,09</b>

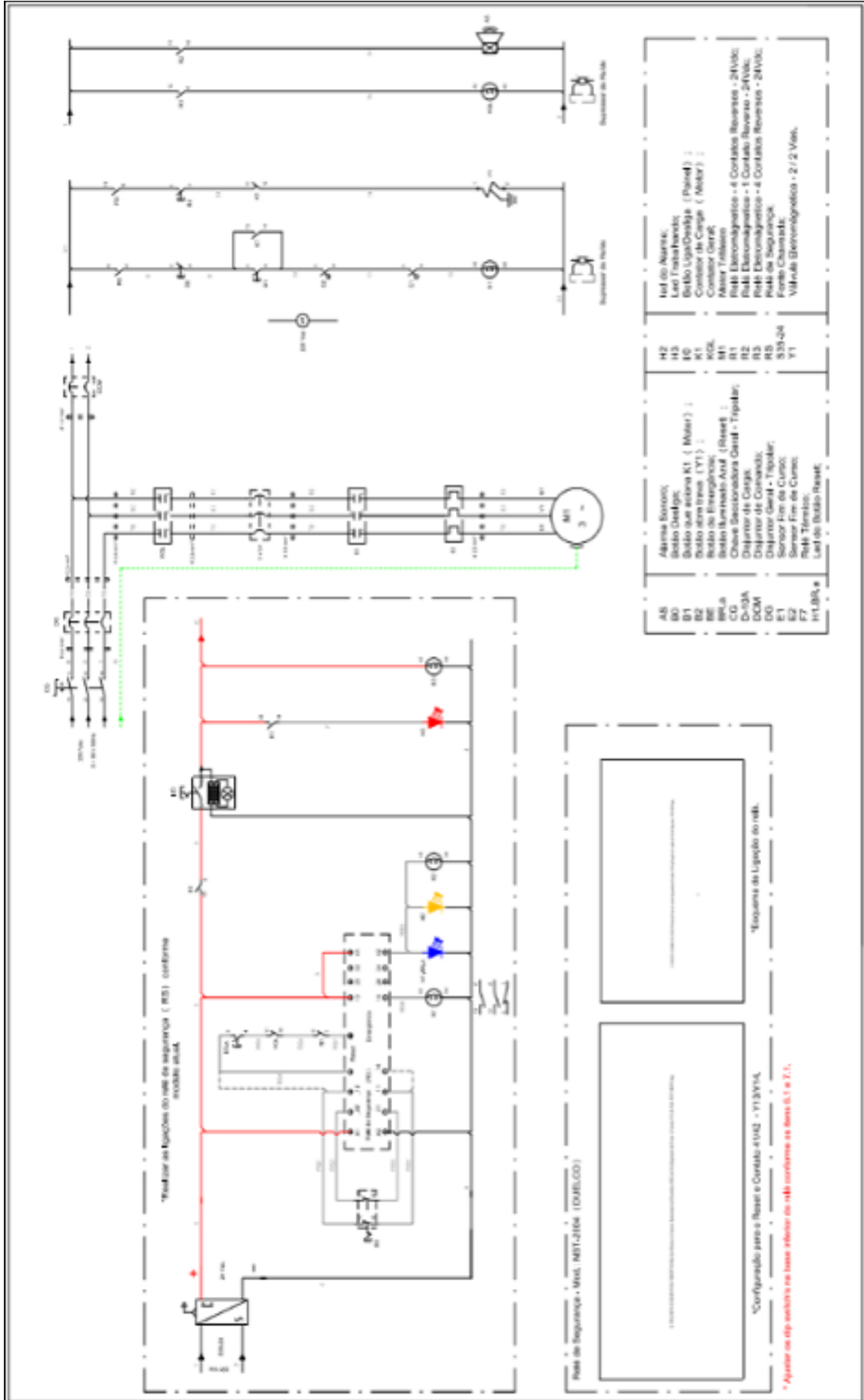
Cronograma TCC																				
Projeto MCC - Homebrew																				
Lista de atividades		Semanas																responsável		
		19/fev	26/fev	05/mar	11/mar	18/mar	25/mar	01/abr	08/abr	15/abr	22/abr	29/abr	06/mai	13/mai	20/mai	27/mai	03/jun		10/jun	17/jun
1	Reunião de Grupo para definições de tarefas	P																		Victor
	Rateio para compra de materiais	R																		
2	Fabricação da caixa (MCC)	P																		Diego
	R																			
3	Fabricação da base e compartimento do motor	P																		Diego
	R																			
4	Fabricação do Silo	P																		Diego
	R																			
5	Jateamento	P																		Diego
	R																			
6	Montagem de polia /estrutura de segurança/parte elétrica	P																		Diego
	R																			
7	Testes	P																		Grupo
	R																			
8	Tempo para reparos e remanejamentos e novos testes (se necessário)	P																		Grupo
	R																			
9	Revisão do projeto e ajustes finais	P																		Grupo
	R																			
10	Apresentação prof Chagas	P																		Grupo
	R																			
11	Apresentação para a BANCA	P																		Grupo
	R																			
12	Excute	P																		Grupo
	R																			

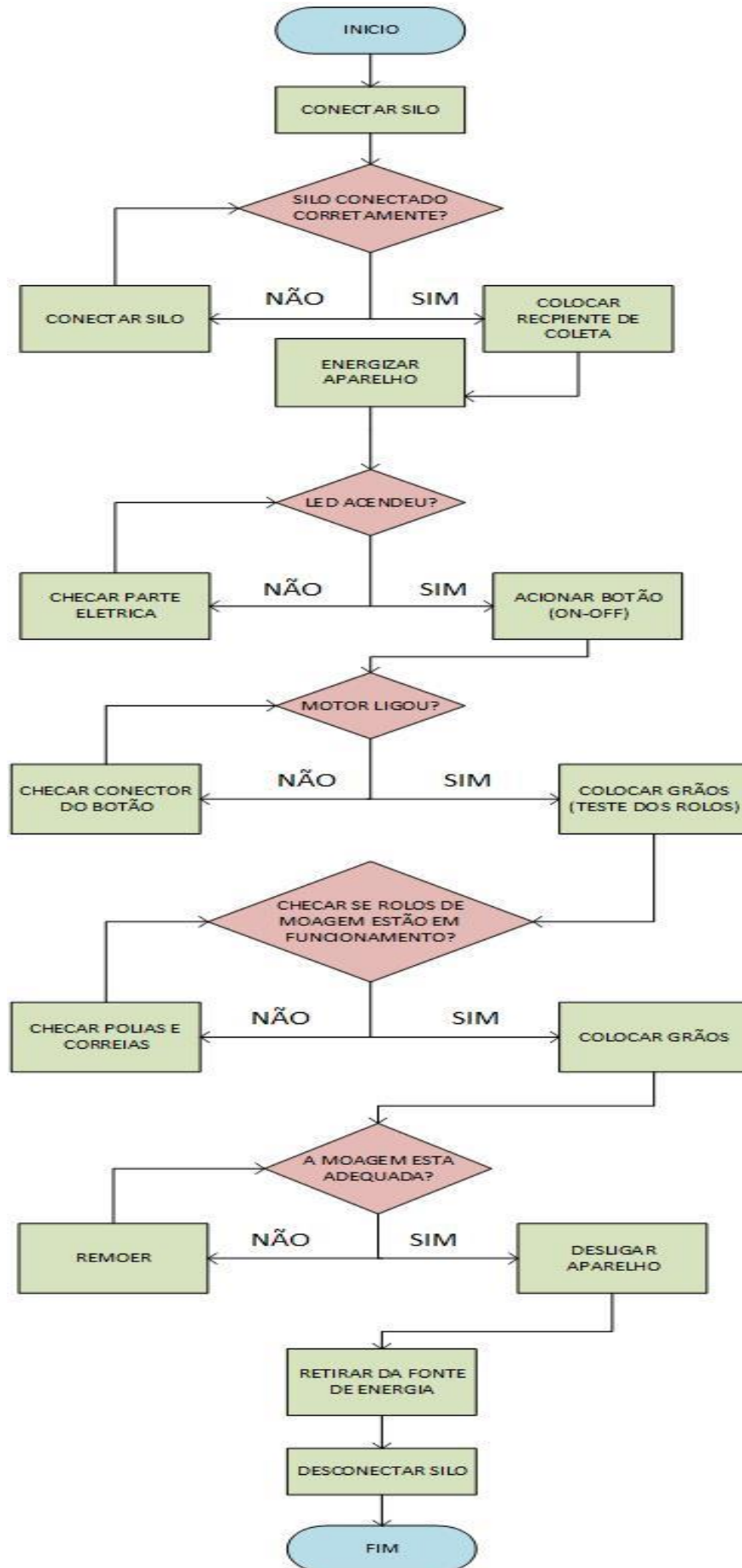
  

	previsão
	realizado
	atrazo
	apresentação

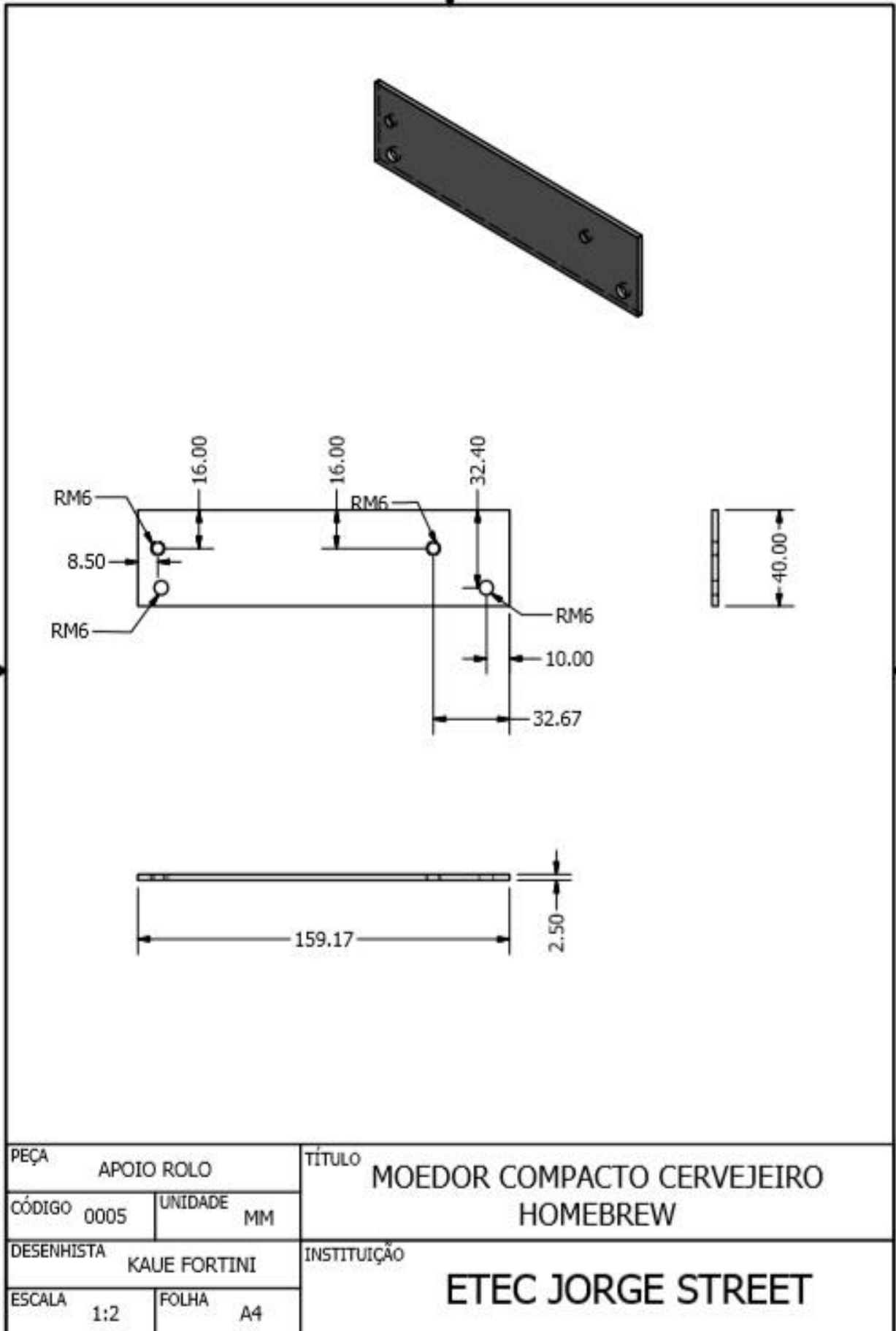


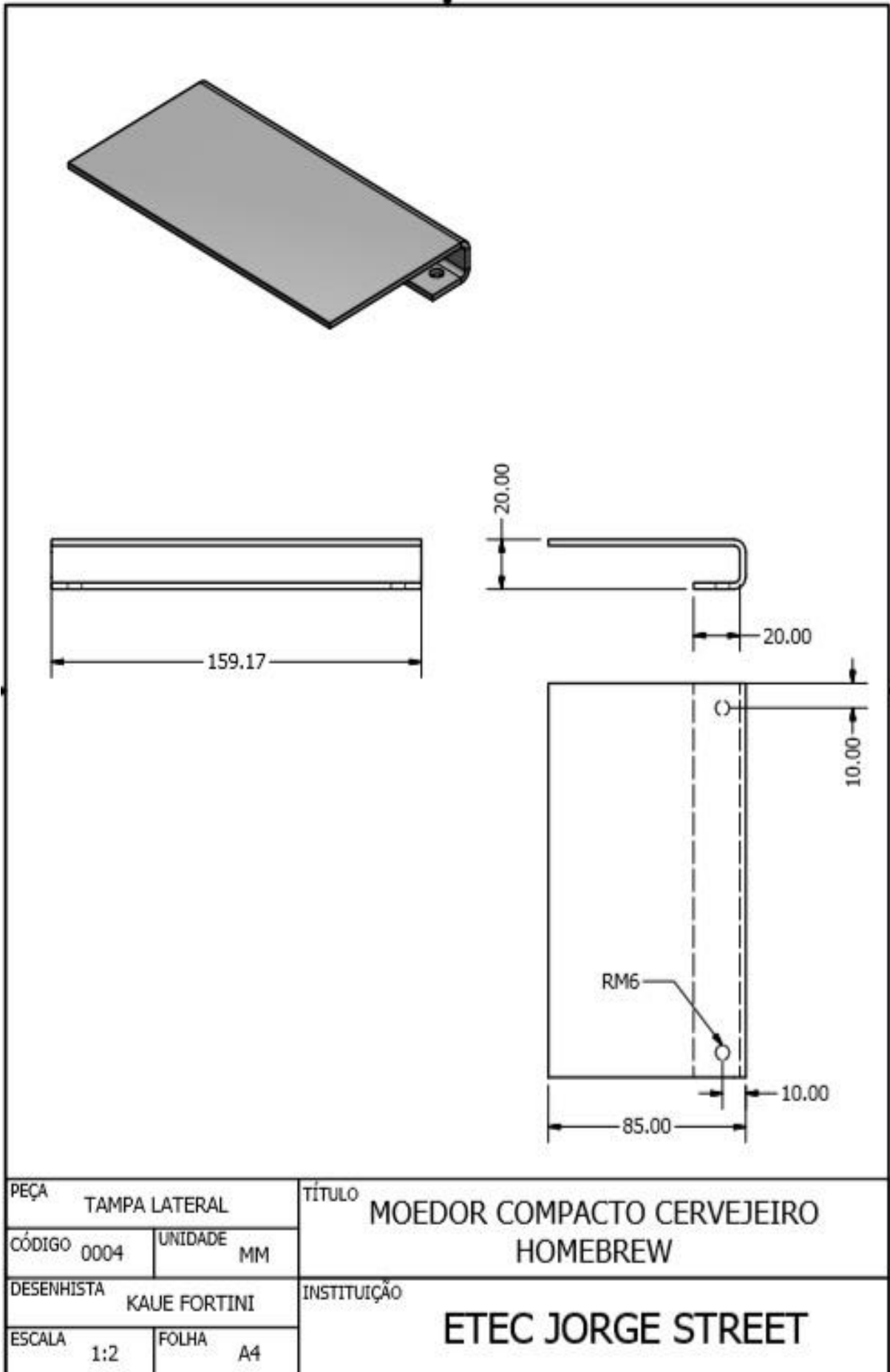


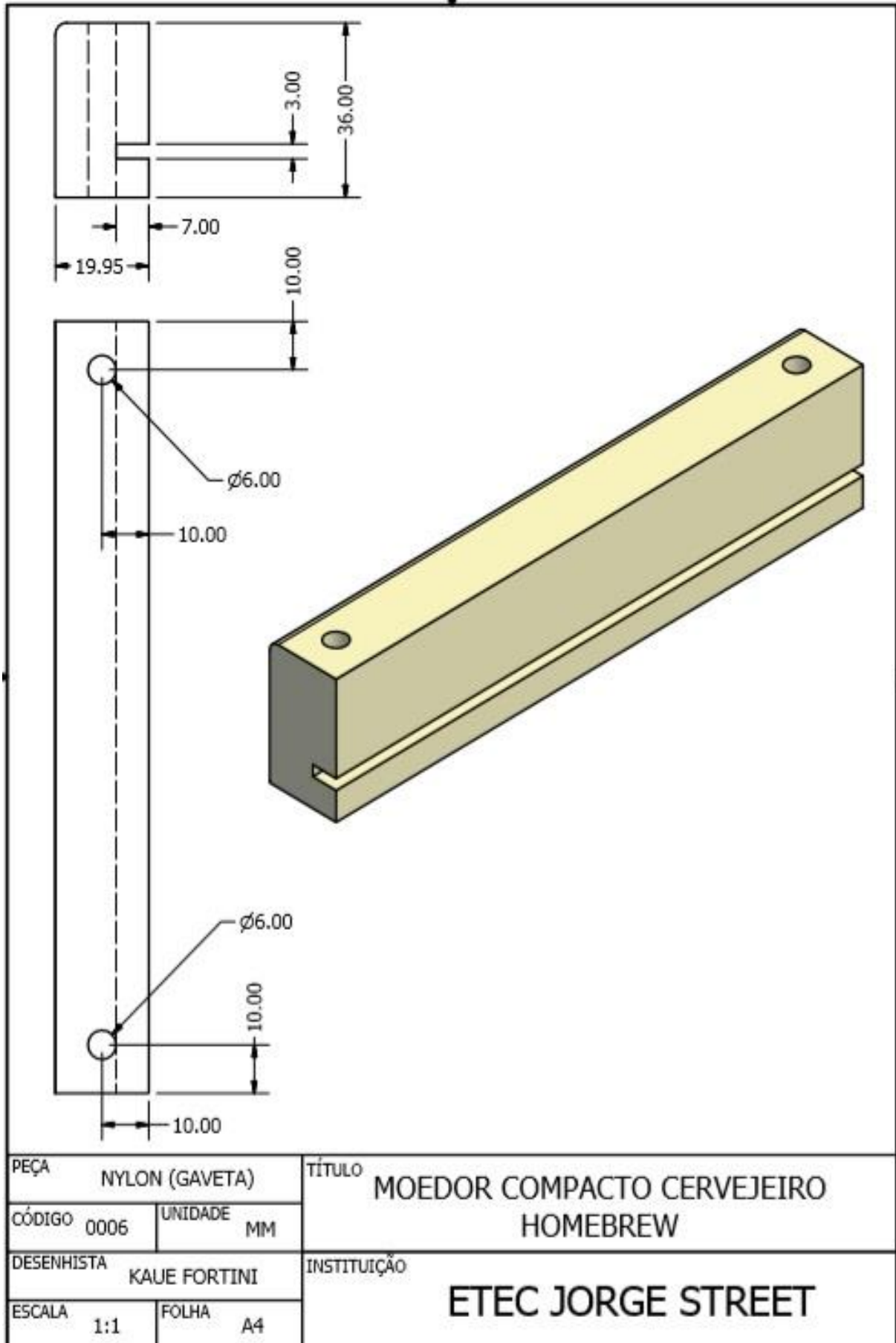


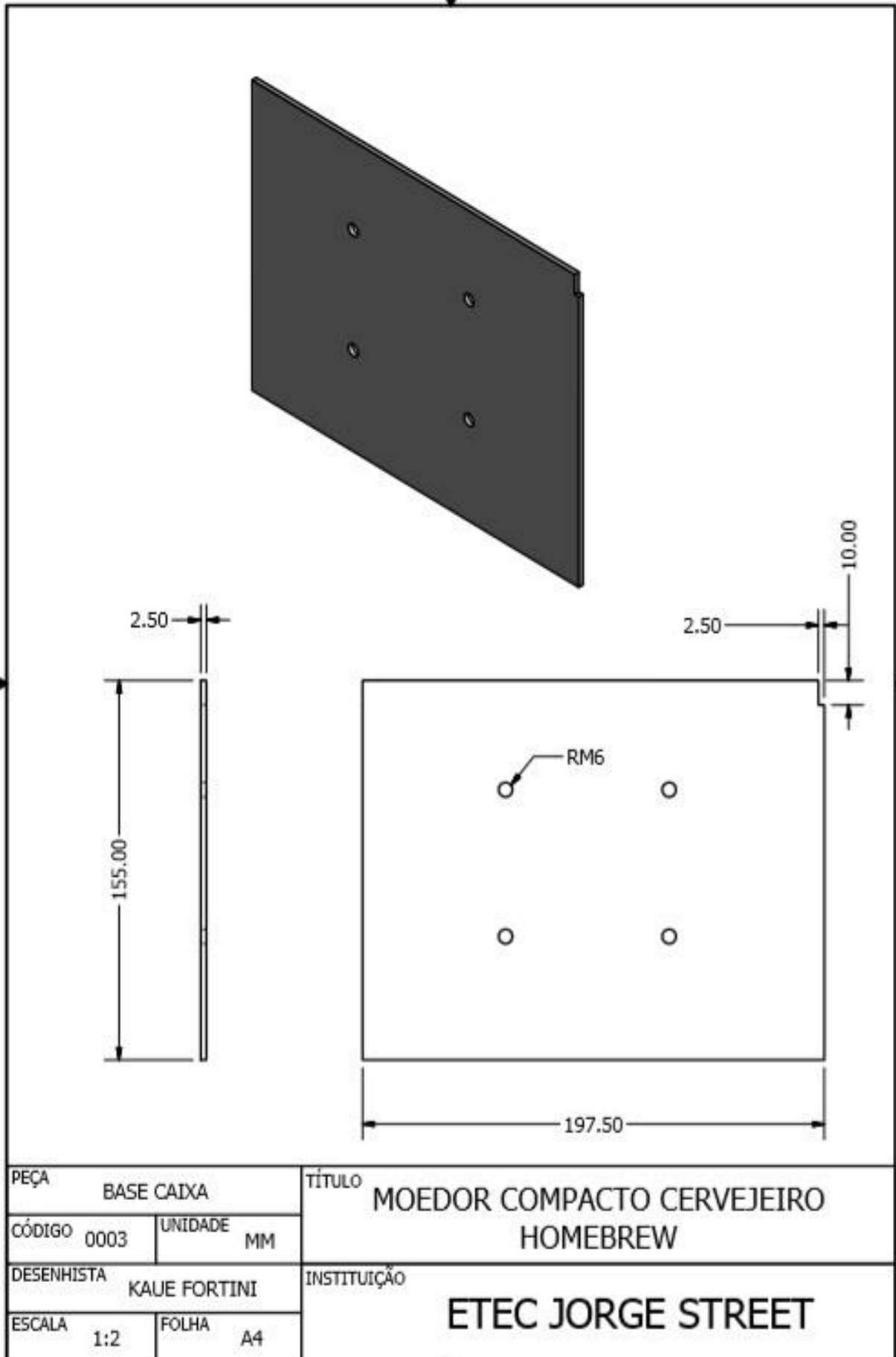


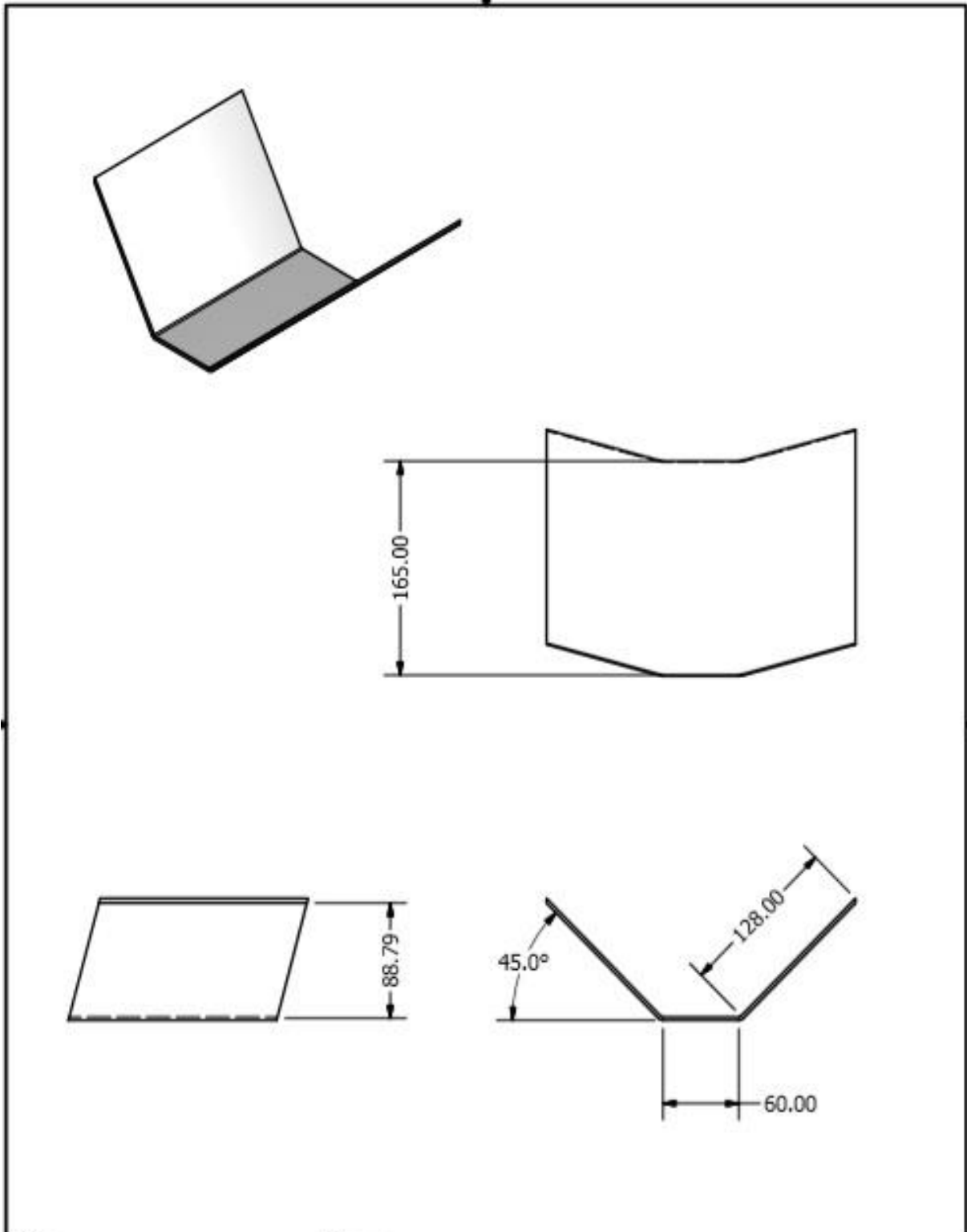
## ANEXO B



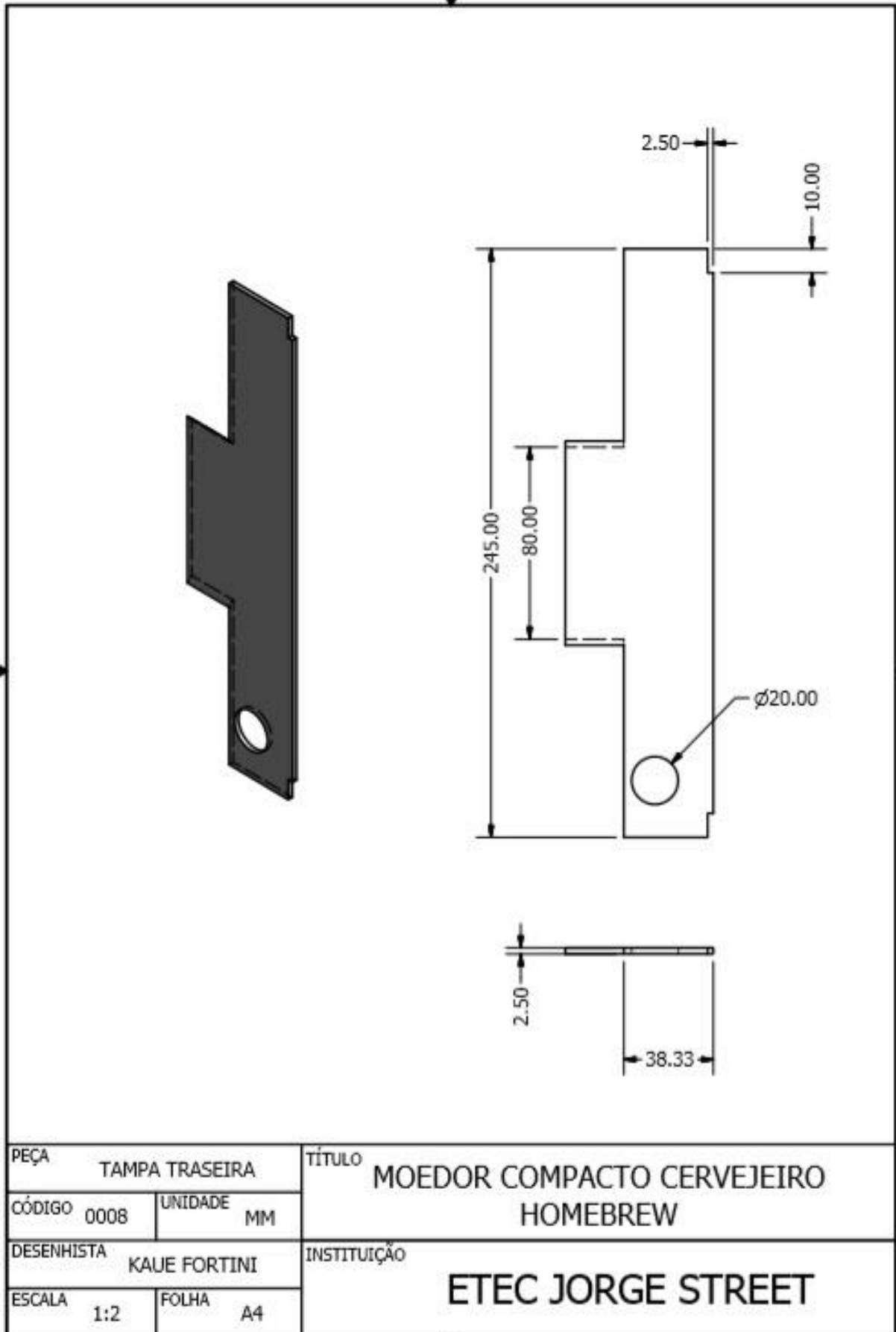


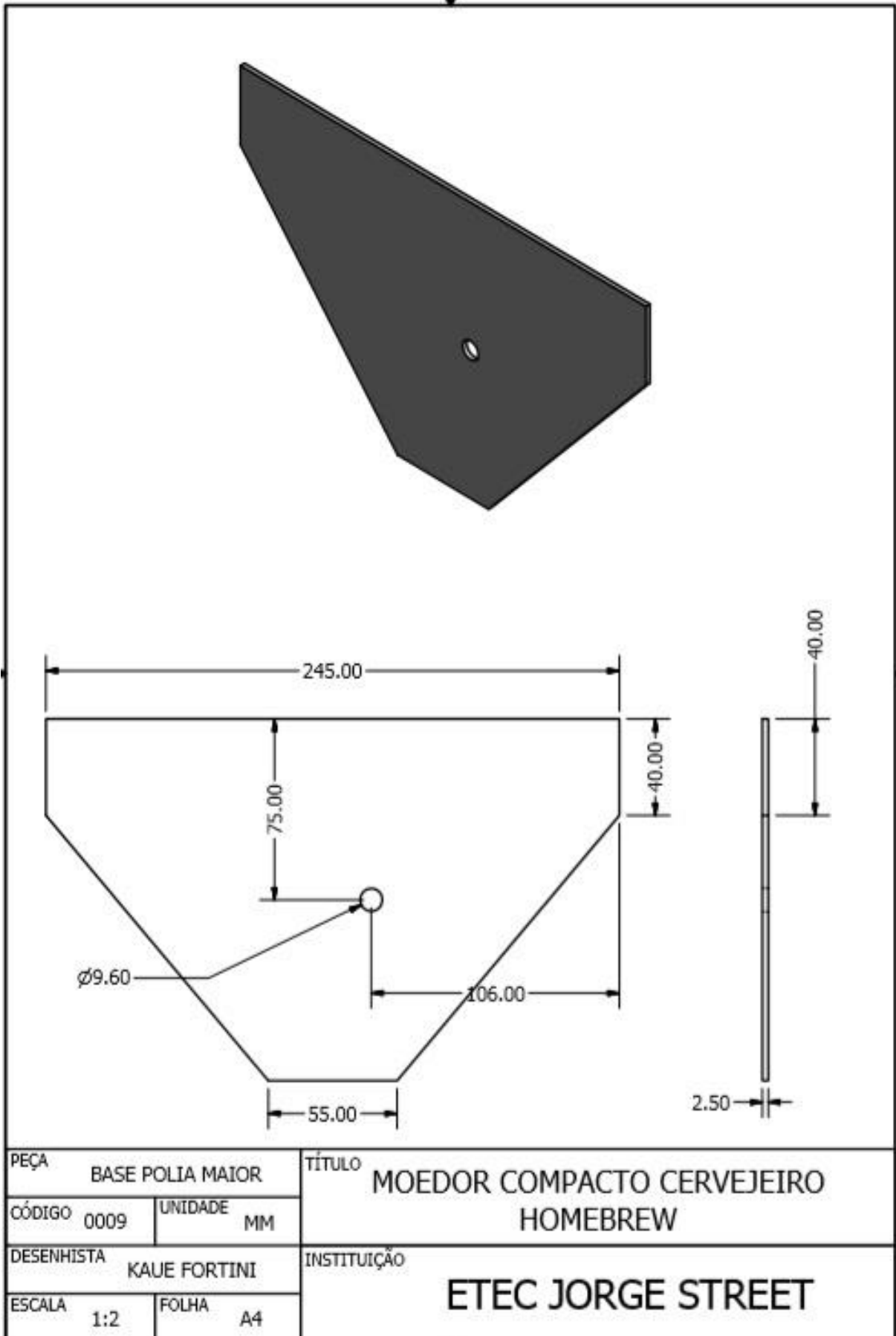


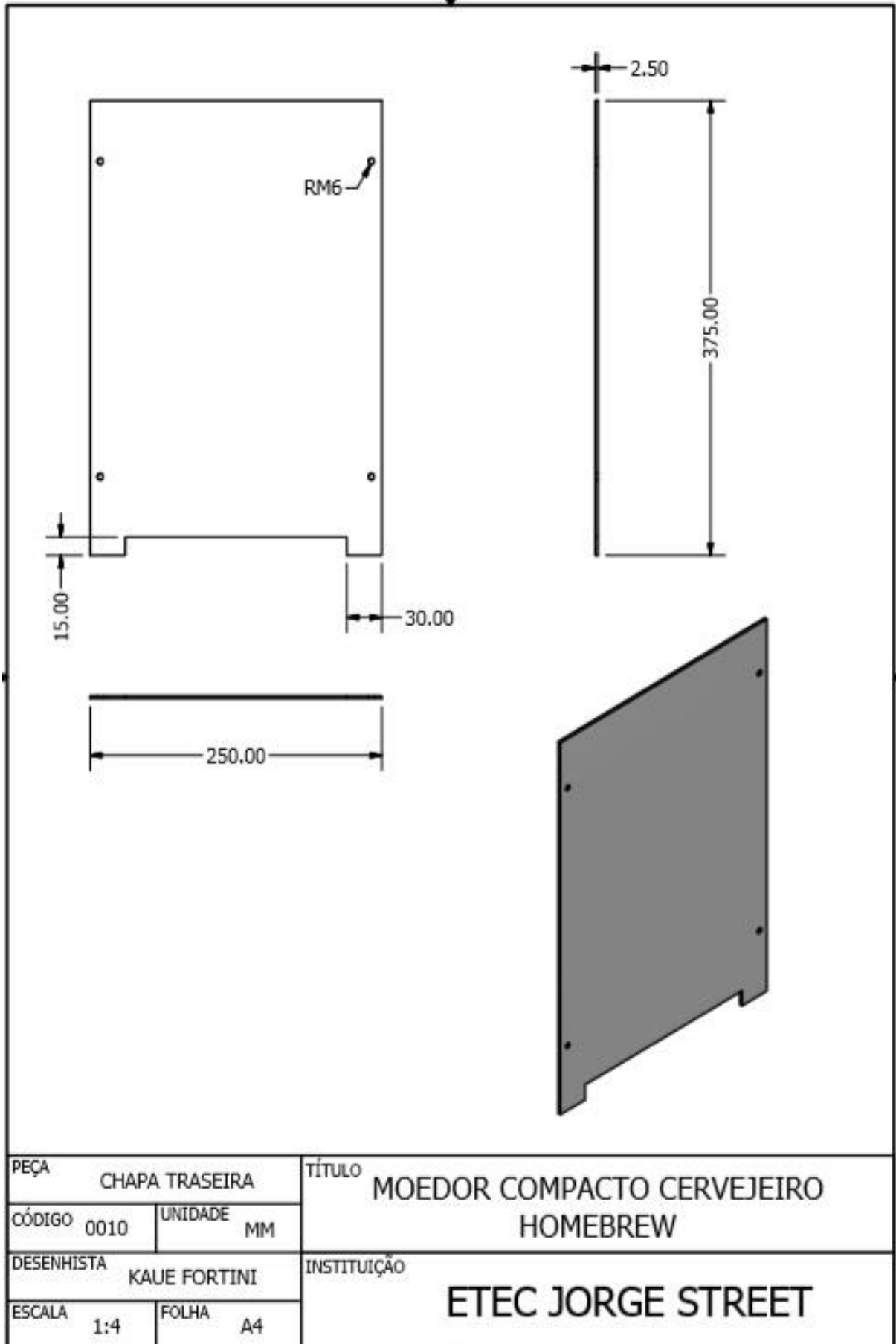


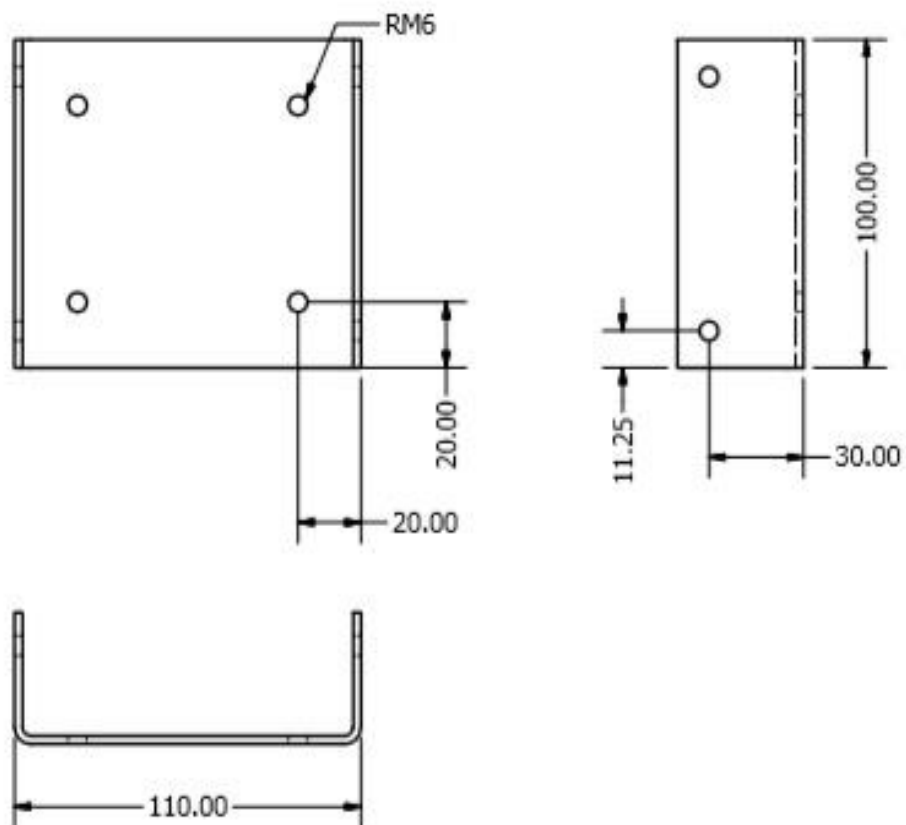
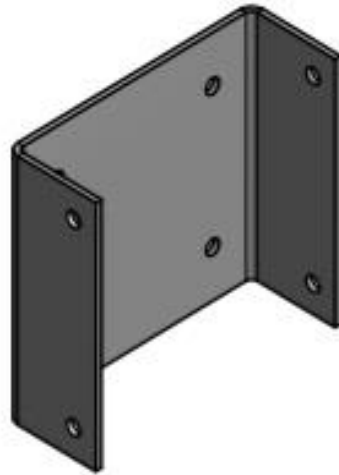


PEÇA	RAMPA (CAIDA MALTE)	TÍTULO	MOEDOR COMPACTO CERVEJEIRO HOMEBREW
CÓDIGO	0007	UNIDADE	MM
DESENHISTA	KAUE FORTINI	INSTITUIÇÃO	ETEC JORGE STREET
ESCALA	1:4	FOLHA	A4

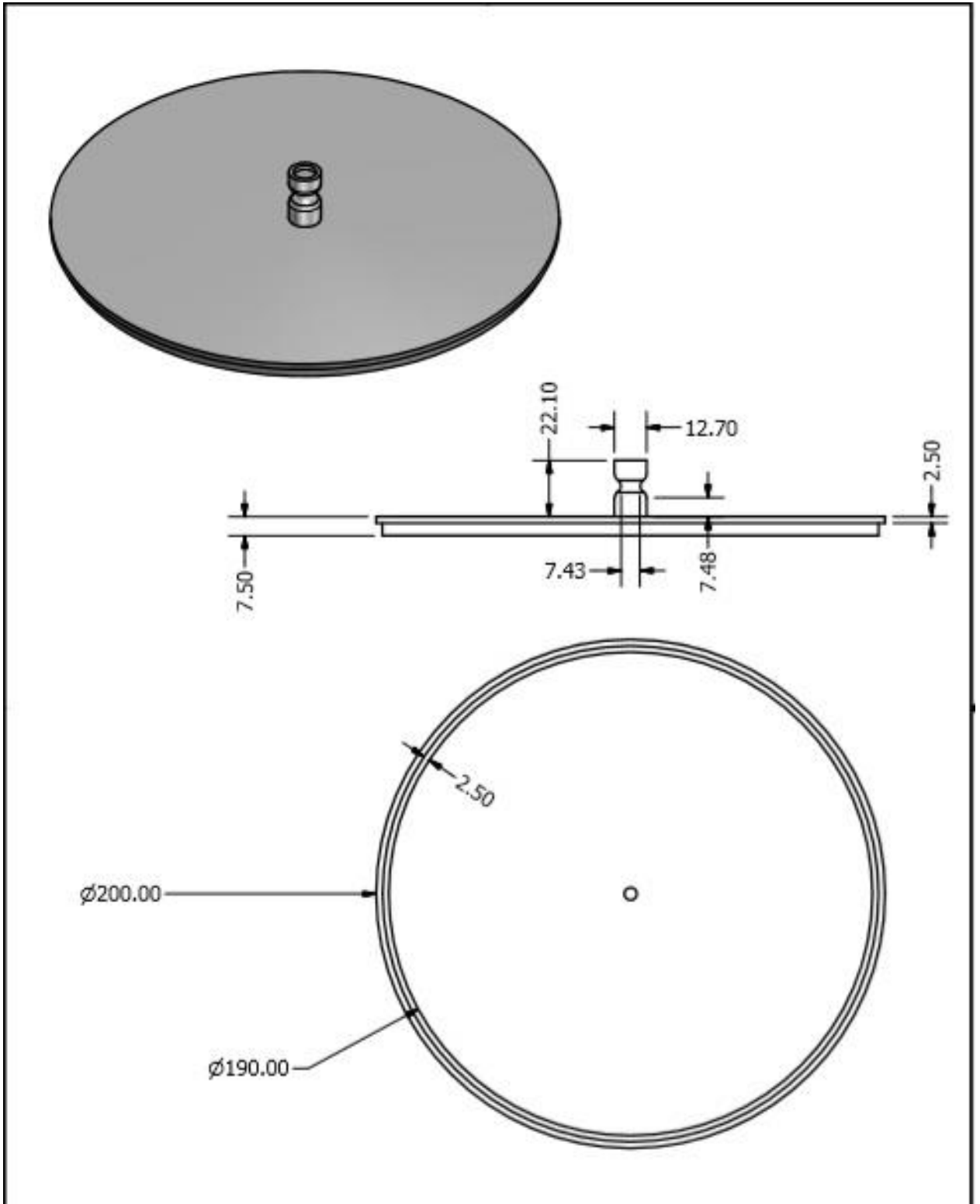




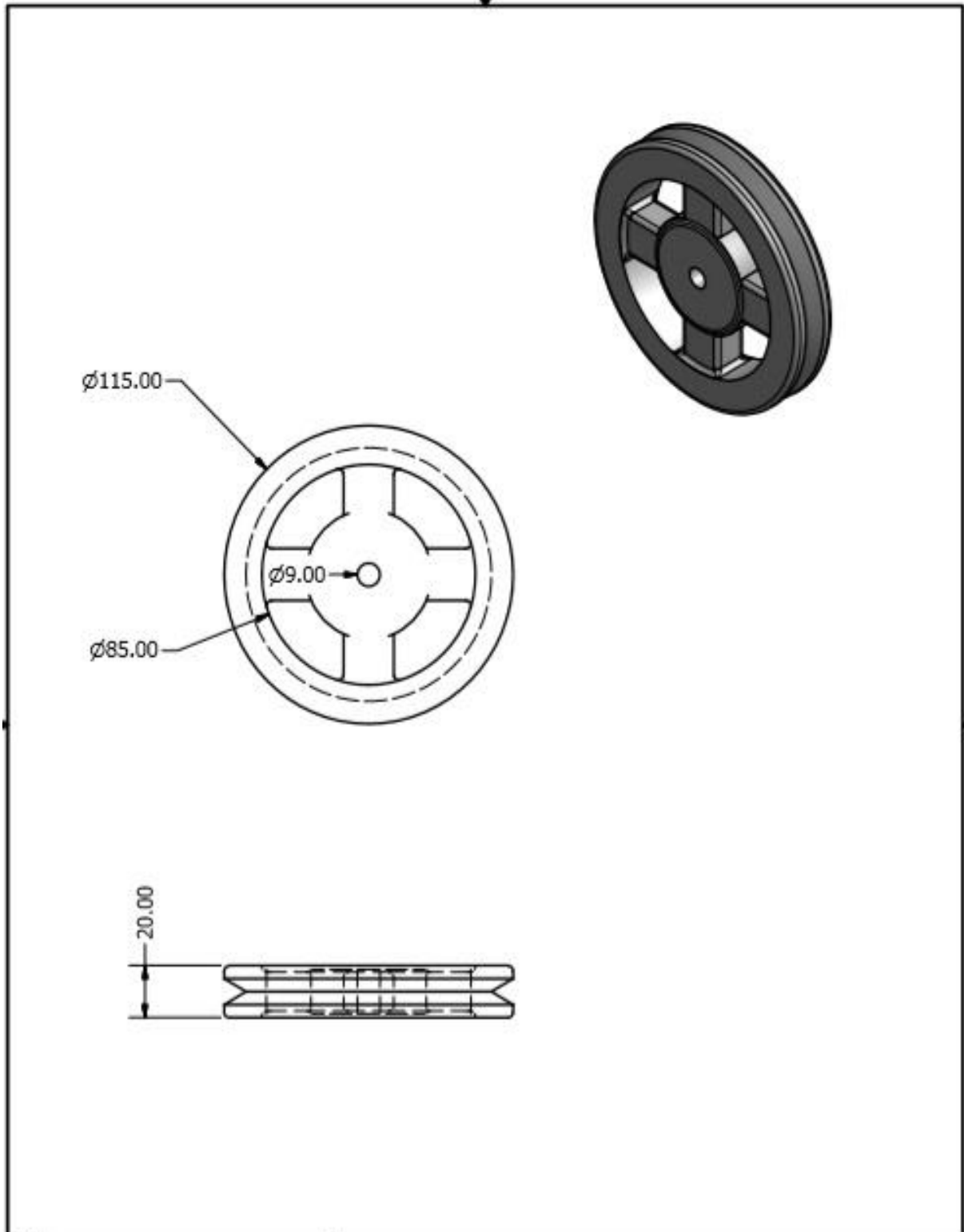




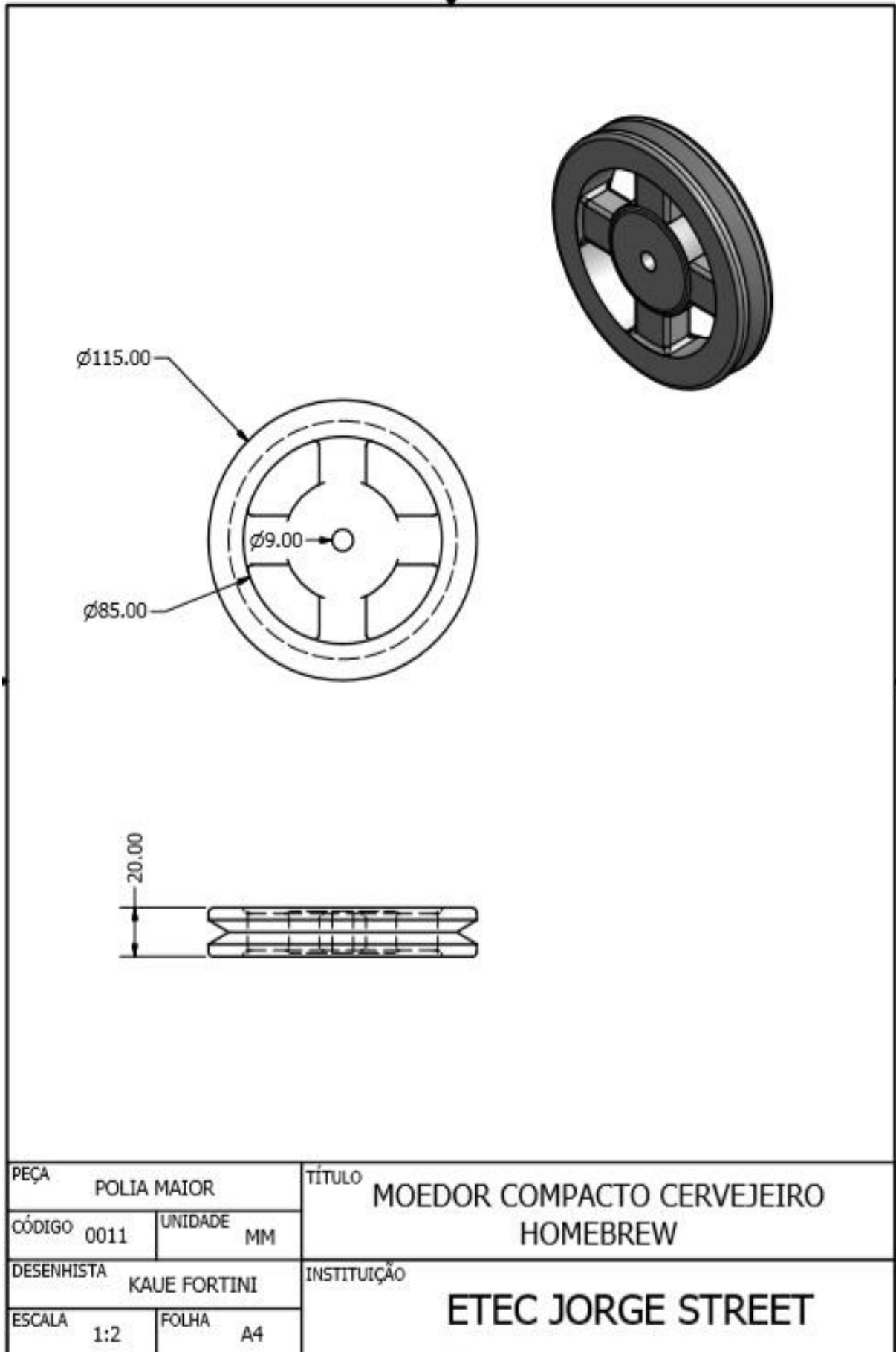
PEÇA		APOIO MOTOR		TÍTULO		MOEDOR COMPACTO CERVEJEIRO HOMEBREW	
CÓDIGO	0011	UNIDADE	MM				
DESENHISTA		KAUE FORTINI		INSTITUIÇÃO			
ESCALA		1:2		ETEC JORGE STREET			
		FOLHA		A4			

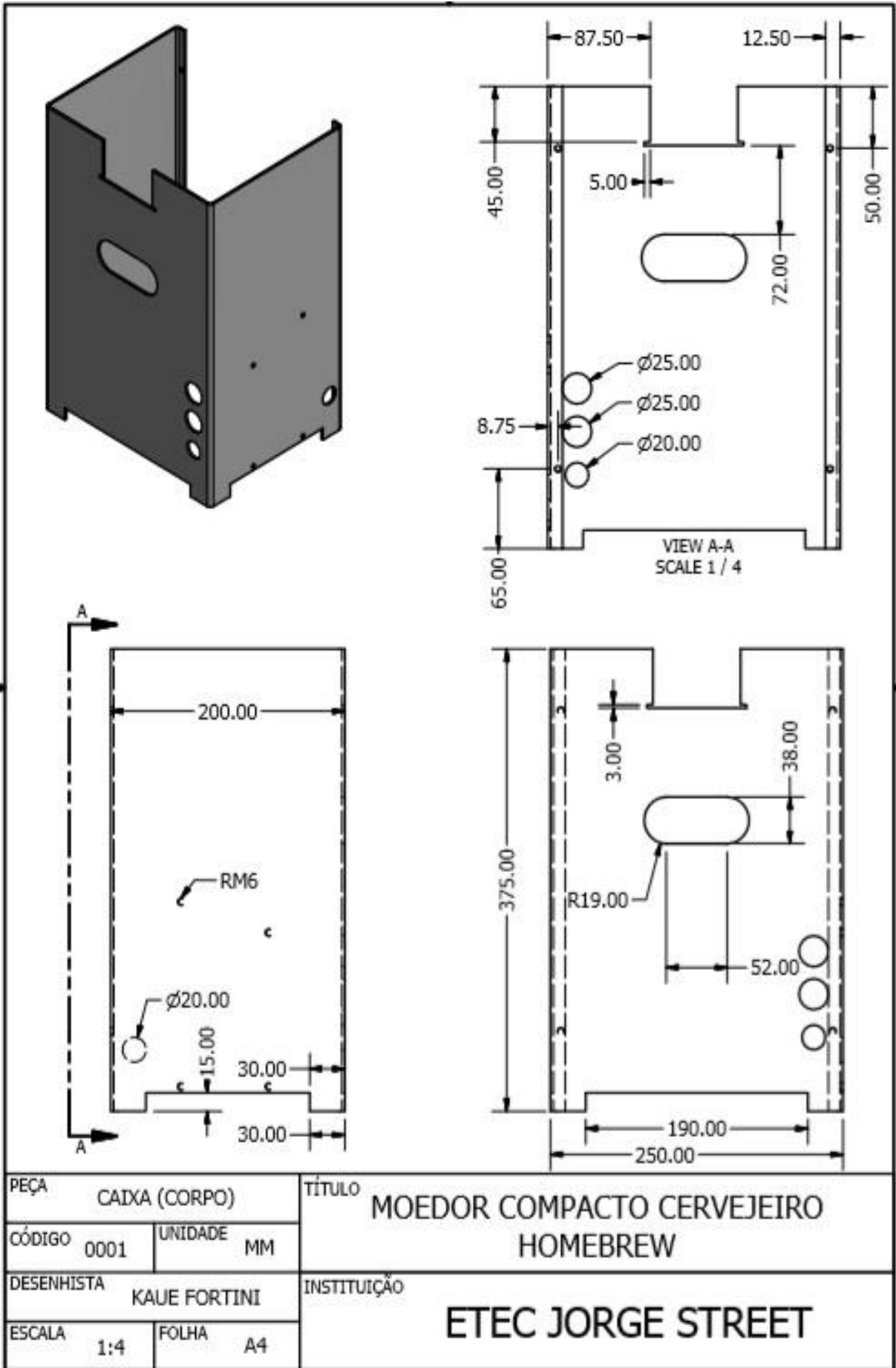


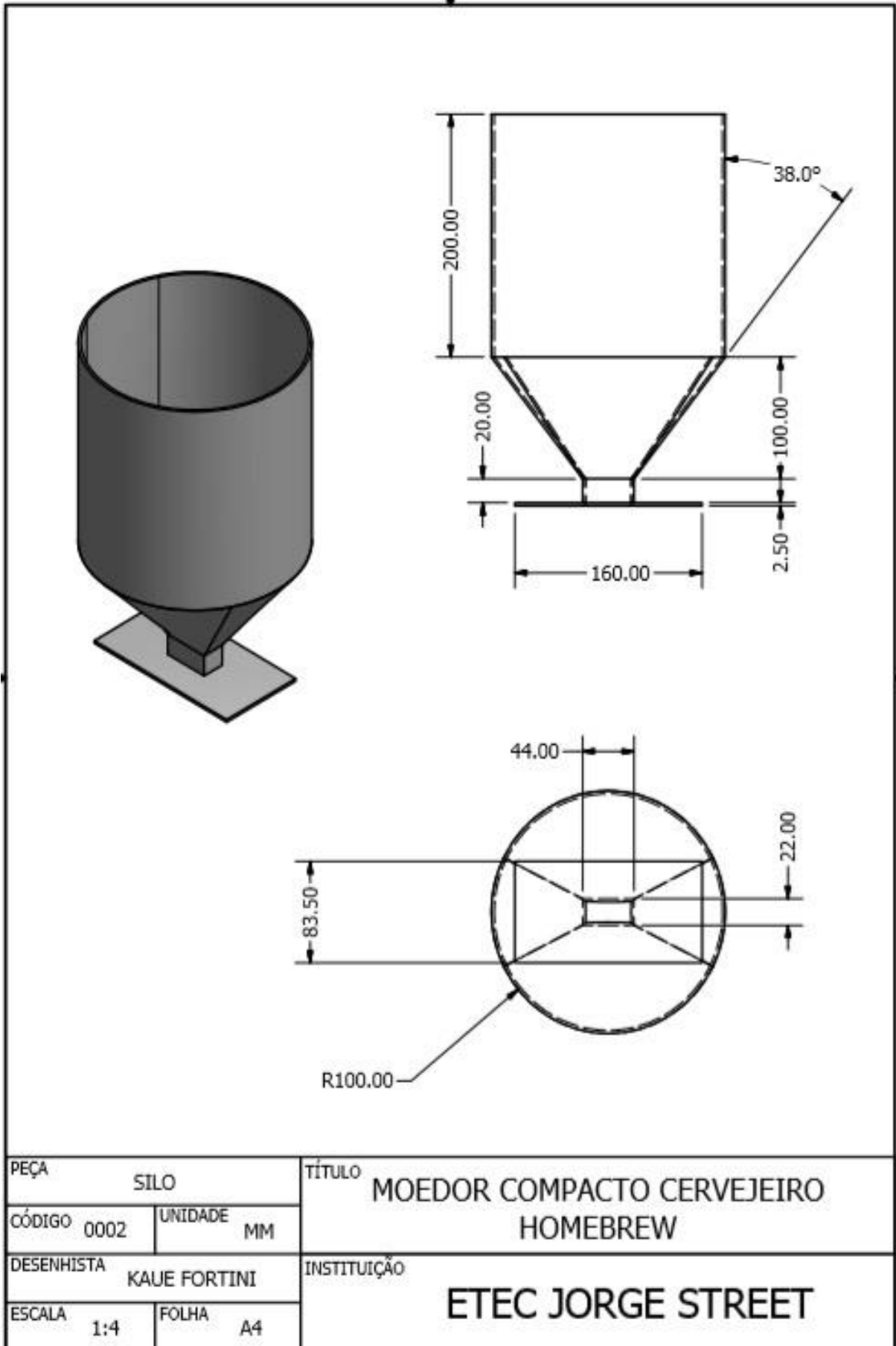
PEÇA	TAMPA SILO		TÍTULO	MOEDOR COMPACTO CERVEJEIRO HOMEBREW	
CÓDIGO	0012	UNIDADE	MM		
DESENHISTA	KAUE FORTINI		INSTITUIÇÃO	ETEC JORGE STREET	
ESCALA	1:2	FOLHA	A4		

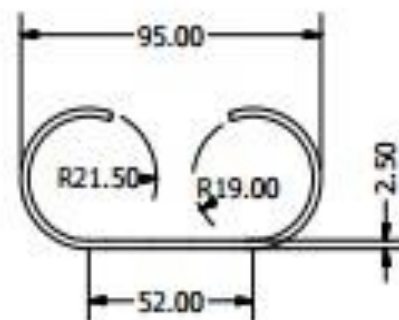
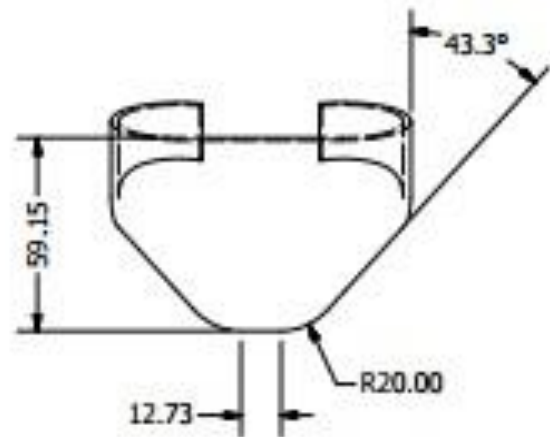
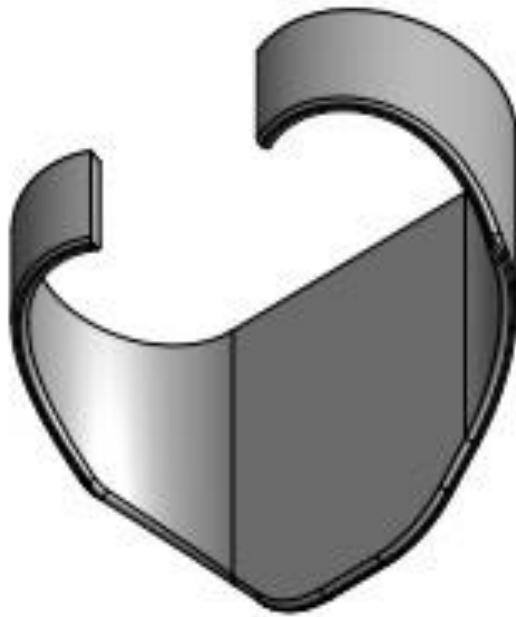


PEÇA	POLIA MAIOR		TÍTULO	MOEDOR COMPACTO CERVEJEIRO HOMEBREW	
CÓDIGO	0011	UNIDADE	MM		
DESENHISTA	KAUE FORTINI		INSTITUIÇÃO	ETEC JORGE STREET	
ESCALA	1:2	FOLHA	A4		





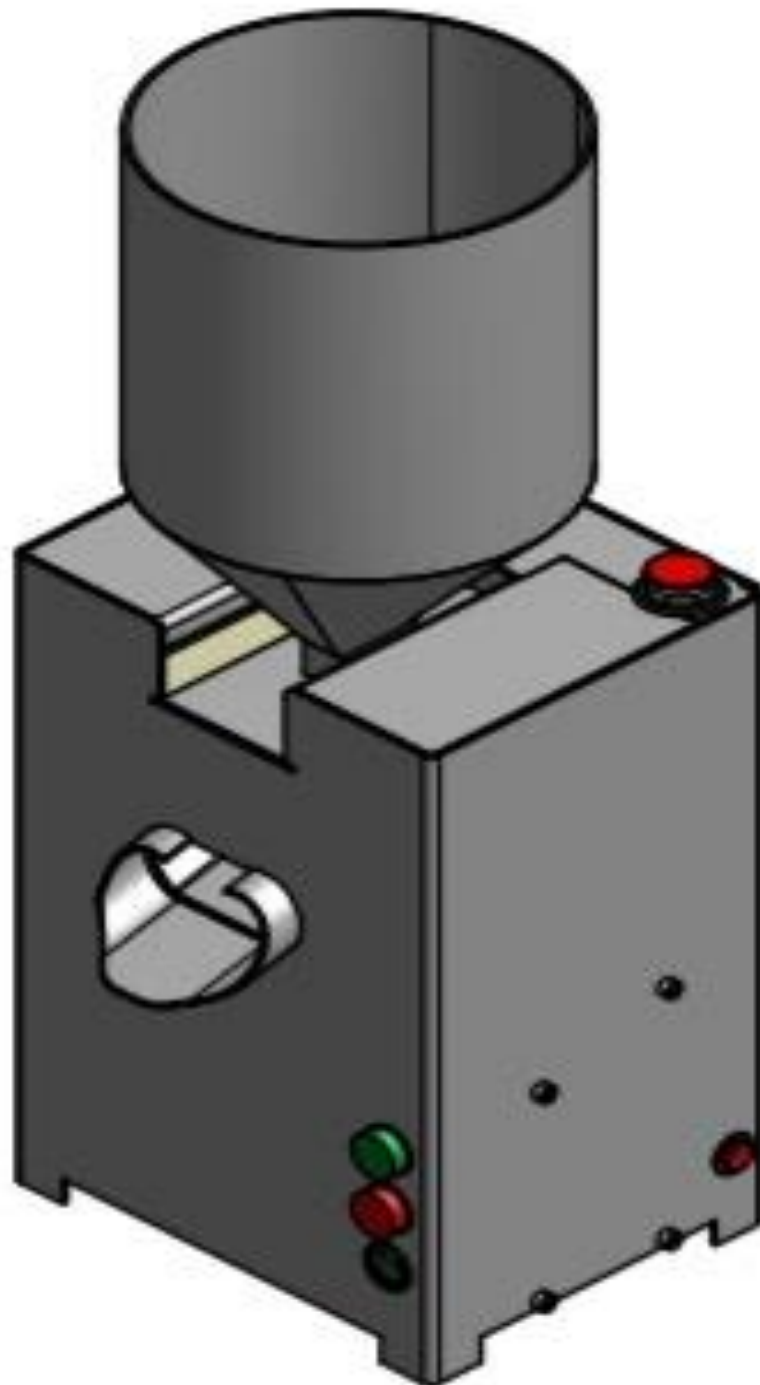




PEÇA	BICA	TÍTULO	MOEDOR COMPACTO CERVEJEIRO HOMEBREW
CÓDIGO 0013	UNIDADE MM		
DESENHISTA	KAUJE FORTINI	INSTITUIÇÃO	ETEC JORGE STREET
ESCALA 1:2	FOLHA A4		

## ANEXO C

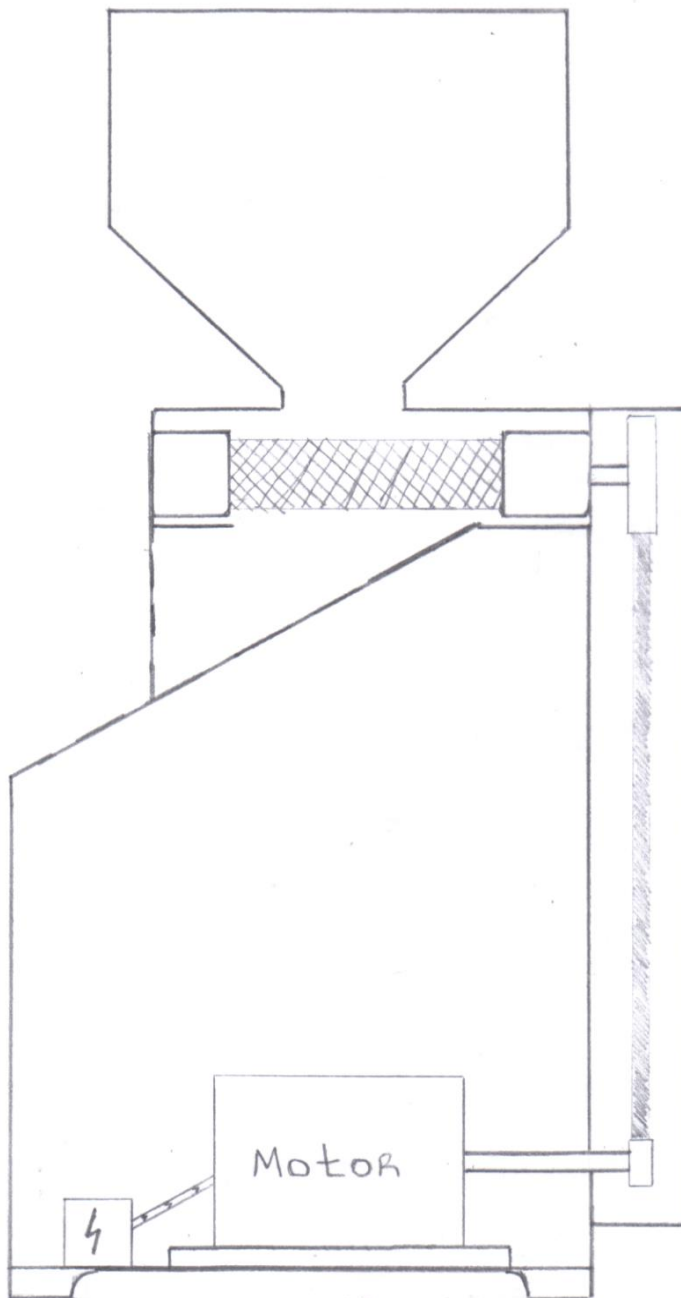
## DESENHO CONCEITUAL

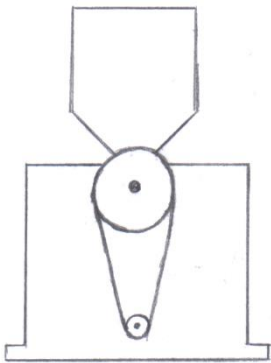
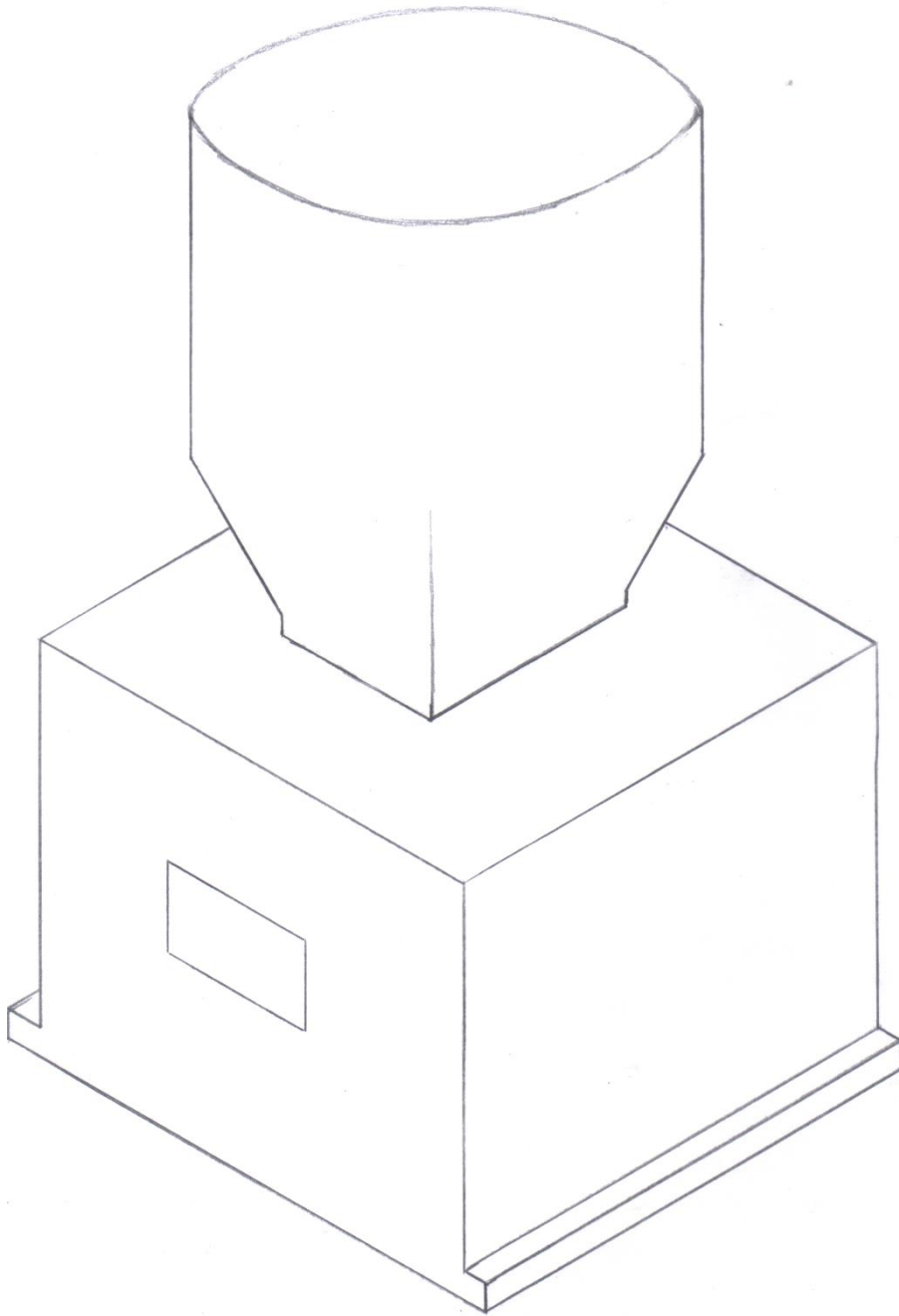


## ANEXO D

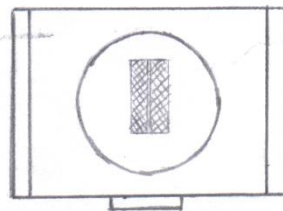
## CROQUIS

Vista Lateral em corte.



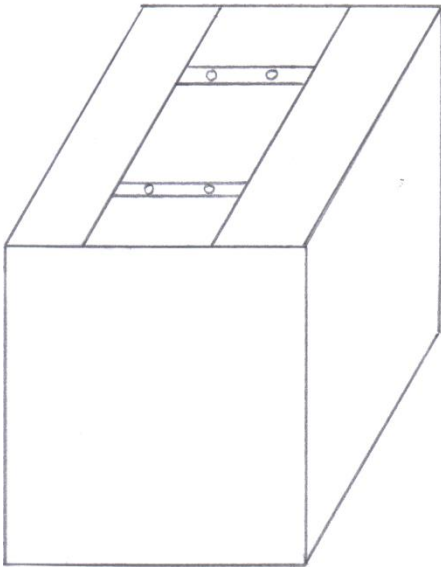


Posterior

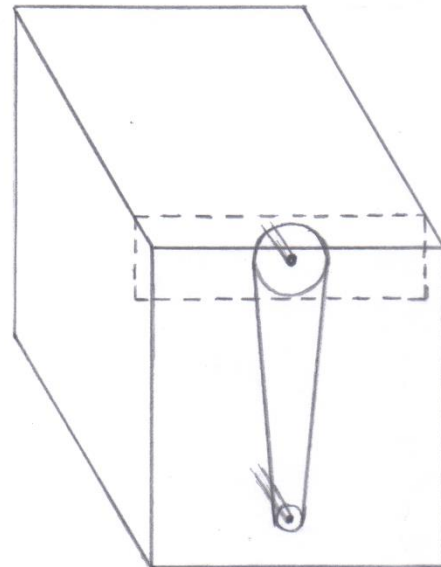


PLANTA

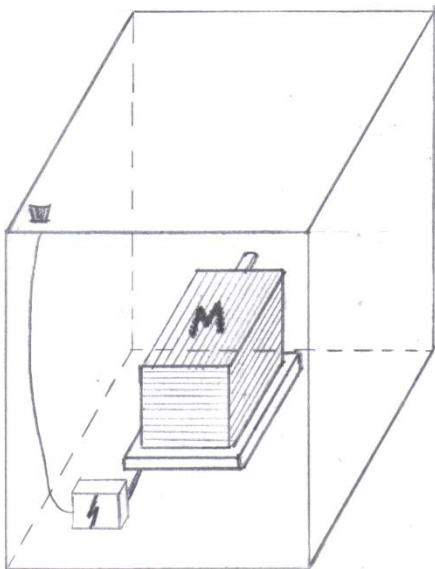
Fixação do  
ROLO



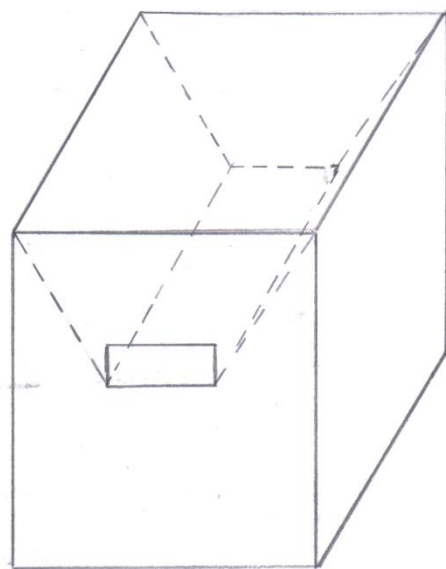
Alojamento das  
POLIAS



Fixação do  
MOTOR



Caída do  
MALTE



## ANEXO E

## MOEDOR MANUAL



## MOEDOR COM FURADEIRA



**MOEDOR ELÉTRICO DO MERCADO (EXISTENTE NO MERCADO)**

## PRIMEIRO PROTÓTIPO



## CÁLCULOS

### CÁLCULOS DO PROJETO MCC HOMEBREW

$$Tat = \frac{Mt}{Wp}$$

$$MT = 71620 \times \frac{CV}{RPM} \quad MT = 71620 \times \frac{0,25}{1650} \quad MT = 10,85Kgf.cm$$

$$Wp = \frac{\pi \times d^3}{16} \quad Wp = \frac{\pi \times 9^3}{16} \quad Wp = 0,143cm^3$$

PORTANTO  $Tat = \frac{10,85}{0,143} \quad Tat = 74Kgf/cm^2 \quad Tadm = 600 Kgf/cm^2$  para aço inox ANSI 304

PORTANTO  $74Kgf/cm^2$  ESTA DE ACORDO COM TENÇÃO ADMICIVEL DE  $600Kgf/cm^2$

### CÁLCULO DO CONE

$$V = \frac{\pi \times d^2 \times h}{3} \quad V = \frac{3,14 \times 10^2 \times 10}{3} \quad V = \frac{3,14 \times 100 \times 10}{3} \quad V = \frac{3140}{3} \quad V^1 = 1046,66 cm^3$$

### CÁLCULO DO CILINDRO

$$V = \pi \times d^2 \times h \quad V = 3,14 \times 10^2 \times 10 \quad V = 3,14 \times 100 \times 10 \quad V^2 = 3140 cm^3$$

$$V^1 + V^2 = 4186,66 cm^3$$