



**Douglas Claudionei Grellmann**

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA PARA MELHORIA NO  
PROCESSO DE CORTE DE VIGOTE EM UMA EMPRESA DE ARTEFATOS DE  
CIMENTO**

Horizontina - RS

2020

**Douglas Claudionei Grellmann**

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA PARA MELHORIA NO  
PROCESSO DE CORTE DE VIGOTE EM UMA EMPRESA DE ARTEFATOS DE  
CIMENTO**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Prof. Me. Francine Centenaro Gomes.

Horizontina - RS

2020

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso**

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA PARA MELHORIA NO  
PROCESSO DE CORTE DE VIGOTE EM UMA EMPRESA DE ARTEFATOS DE  
CIMENTO**

**Elaborado por:  
Douglas Claudionei Grellmann**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 03/12/2020  
Pela Comissão Examinadora

---

Titulação. Me. Francine Centenaro Gomes  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientadora

---

Titulação. Dr.a Janice Zulma Francesquett  
FAHOR – Faculdade Horizontalina

---

Titulação. Me. Paulo Augusto Soliman  
FAHOR – Faculdade Horizontalina

**Horizontalina - RS  
2020**

À minha esposa que sempre me incentivou a me dedicar em meus estudos, e teve compreensão nos momentos que estive dedicado aos estudos. E a Deus por me guiar no caminho certo durante esta longa jornada de estudos.

“Quase todos os homens são capazes de suportar adversidades, mas se quiser pôr à prova o caráter de um homem, dê-lhe poder”. (Abraham Lincoln).

## RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de projeto para fabricação de uma máquina para corte de vigotes de concreto, utilizando a metodologia adaptada de Amaral como base principal para o desenvolvimento. Diante da importância do projeto, que teve como objetivo a fabricação de uma máquina de corte de vigotes de concreto que possibilite a movimentação da máquina até as pilhas de vigotes para realizar o corte dos mesmos. Seguindo as etapas de acordo com a metodologia escolhida foi possível atingir os objetivos propostos; diminuir o risco de acidente no processo de corte de vigotes; diminuir risco de acidente na movimentação de vigotes até a máquina de corte; diminuir movimentação desnecessária ter um ganho de produtividade de 70%; desenvolver uma máquina que possa ser movimentada até as pilhas de vigote para realizar o corte. Foi possível perceber o impacto que a utilização de uma metodologia coerente possui, fazendo com que todas as etapas de desenvolvimento do produto fluam de forma assertiva, o que reduz a chance de imprevistos no decorrer do processo e diminui a chance de acontecer possíveis falhas.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento. Projeto. Máquina.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Custos por etapa .....	17
Figura 2 – Etapas de desenvolvimento .....	28
Figura 3 – Evolução financeira do projeto/produto .....	29
Figura 4 – Funções do produto .....	31
Figura 5 – Diagrama de Mudge .....	38
Figura 6 – Matriz da Qualidade .....	39
Figura 7 – Função Global do sistema.....	42
Figura 8 – Estrutura funcional simplificada.....	42
Figura 9 – Concepção 1 .....	45
Figura 10 – Concepção 2 .....	46
Figura 11 – Esboço da concepção final do projeto.....	48
Figura 12 – Leiaute preliminar e portadores de efeito físico.....	49
Figura 13 – Teste protótipo .....	54
Figura 14 – Sistema de comando.....	55
Figura 15 – Máquina de corte de vigotes .....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de desperdícios .....	22
Quadro 2 – Ciclo de vida do produto .....	35
Quadro 3 – Necessidade dos clientes .....	36
Quadro 4 – Requisitos do Projeto .....	37
Quadro 5 – Classificação do Diagrama de Mudge .....	38
Quadro 6 – Terço Superior .....	40
Quadro 7 – Terço Médio.....	40
Quadro 8 – Terço Inferior .....	41
Quadro 9 – Matriz Morfológica .....	43
Quadro 10 – Combinação dos princípios de solução .....	44
Quadro 11 – Matriz de decisão .....	47
Quadro 12 – Lista de verificação.....	50
Quadro 13 – Tempo de corte .....	52
Quadro 14 – Ganho de produtividade .....	53

## **LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS**

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

NR12 – Norma Regulamentadora

PDP – Processo de Desenvolvimento do Produto

STP – Sistema Toyota de Produção

QFD – *Quality Function Deployment* – Desdobramento da Função Qualidade

VC – Valor do cliente

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 TEMA .....	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.4 HIPÓTESES .....	12
1.5 JUSTIFICATIVA .....	13
1.6 OBJETIVOS .....	13
<b>1.6.1 Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.6.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS .....	15
<b>2.1.1 Características do processo de desenvolvimento do produto .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2 A importância da gestão do PDP .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3 Abordagens para gestão do PDP.....</b>	<b>19</b>
2.2 DESPERDÍCIOS .....	21
2.3 NR12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS .....	23
2.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CONCRETO.....	24
<b>2.4.1 Seleção e caracterização dos materiais .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.2 Dosagem .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.3 Mistura.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.4 Transporte.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.5 Adensamento.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.6 Cura .....</b>	<b>25</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	26
<b>3.1.1 Método de pesquisa adotado .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2 Quanto a abordagem.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.3 Quanto aos objetivos .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.4 Etapas de desenvolvimento .....</b>	<b>28</b>
3.2 METODOLOGIA DE PROJETO DO PRODUTO.....	28
<b>3.2.1 Projeto informacional.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.2 Projeto conceitual .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.3 Projeto detalhado .....</b>	<b>32</b>
3.3 PROTOTIPAGEM.....	33
3.4 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS .....	34
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
4.1 PROJETO INFORMACIONAL.....	35
<b>4.1.1 Detalhar ciclo de vida do Produto.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.2 Identificar as necessidades dos Clientes.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.3 Definir os Requisitos do Projeto .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.4 Hierarquizar Requisitos do Cliente e Produto .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.5 Definir especificações-meta do produto .....</b>	<b>39</b>
4.2 PROJETO CONCEITUAL .....	41
<b>4.2.1 Modelar funcionalmente o produto.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2.2 Desenvolver princípios de solução para as funções .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2.3 Desenvolver as alternativas de solução para o produto .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2.4 Selecionar a Concepção do Produto .....</b>	<b>46</b>
4.3 PROJETO DETALHADO.....	48

<b>4.3.1</b>	<b>Leiautes preliminares e desenhos de forma .....</b>	<b>48</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Revisão do projeto .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Cálculo de ganho de produtividade.....</b>	<b>52</b>
<b>4.4</b>	<b>PROTOTIPAGEM.....</b>	<b>53</b>
	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>
	<b>APÊNDICE – DESENHOS DETALHADOS.....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido a grandes investimentos feitos recentemente no Brasil, a indústria de artefatos de cimento vem cada vez mais ganhando destaque no cenário da construção, os projetos como Minha Casa Minha Vida, os investimentos do Programa de aceleração do Crescimento (PAC), são exemplos de investimentos que nos últimos anos vem aquecendo o setor da construção civil (PLANEJAMENTO.GOV, 2018).

As fábricas de artefatos de cimento que querem se destacar nesse seguimento e num mercado tão concorrido, devem se comprometer com a qualidade dos serviços prestados. Seguir normas técnicas, respeitar o meio ambiente, usar matéria prima de qualidade, garantir desempenho dos produtos e reciclar os processos industriais, todos esses procedimentos influenciarão na qualidade final dos produtos, e, por fim, na geração de lucros (PLANEJAMENTO.GOV, 2018).

Diante do atual cenário do mercado brasileiro, alguns questionamentos devem ser levantados em conta, a respeito da gestão da fabricação dos artefatos de cimento: o que os fabricantes devem ter como prioridade tendo em vista este novo cenário? Buscar novas tecnologias para se diferenciar? Investir em equipamentos que prometam aumentar a produtividade e se concentrar na melhoria dos processos de fabricação?

Com o aumento da oferta de produtos no mercado, empresas precisam investir em novas formas de realizar seus processos de produção, objetivando obter ganho de produtividade, qualidade e segurança em seus processos produtivos.

O processo de corte de vigotes de concreto pode ser automatizado, conforme indústrias modernas, manual como no processo utilizado por artesãos, e ainda mecanizado, quando há a necessidade de um operador interagindo juntamente com a máquina. Na empresa em questão o corte é realizado por um operador interagindo com uma máquina, onde este processo é demorado e improdutivo oferecendo um alto risco de acidente devido à alta movimentação do material até a máquina de corte.

Diante do exposto, este projeto tem por finalidade aplicar a metodologia de projeto de produto para desenvolver um equipamento que aprimore o processo de corte de vigotes, com o desenvolvimento de um produto com conceito otimizado, focado especificamente no processo em questão possibilitando uma melhor

utilização do tempo dos operadores e minimizando o risco de acidente, maximizando os resultados produtivos e podendo ser executado com segurança.

### 1.1 TEMA

Construção de uma máquina para melhorar o processo de corte de vigotes para pré lages.

### 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se ao projeto de uma máquina de corte de vigotes de concreto, para reduzir tempo de corte e o tempo em movimentação desnecessária e diminuir o risco de acidentes nesta operação em uma empresa de artefatos de concreto da região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema encontrado na empresa é a dificuldade de realizar o processo de corte em vigotes, onde o processo atual de corte é realizado por uma policorte, os mesmos precisam ser movimentados até a máquina onde são cortados, esta operação é demorada e oferece risco de acidente e não está adequada a Norma Regulamentadora de Segurança, oferecendo risco tanto na movimentação como no corte.

Outro problema encontrado na empresa é o desperdício de tempo para realizar esta operação, onde são cortadas apenas um vigote por vez, e estes precisam ser movimentados até a máquina, esta movimentação necessita ser realizada entre dois operadores.

Tendo em vista estas premissas, faz-se o seguinte questionamento: seria possível desenvolver um método de corte mais adequado para redução de risco de acidente e de perdas de tempo no processo de corte de vigotes na empresa em questão?

### 1.4 HIPÓTESES

Uma máquina de corte que atenda aos requisitos:

- Segurança ao realizar o corte;
- Aumento de vigotes cortadas por ciclo;

- Aumento de produtividade no processo de corte.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

Diante da oportunidade de desenvolver uma máquina de corte para uma empresa do ramo de fabricação de produtos de concreto, tem-se como benefício aplicar o conhecimento adquirido durante a faculdade de Engenharia Mecânica nas diversas áreas de dimensionamento e desenvolvimento. Seguindo a metodologia de projeto de produto, tenta-se solucionar o problema no corte de vigotes.

Além da possibilidade de aplicar a teoria na prática, este trabalho também possibilita um ganho de produtividade no corte de vigotes, e uma diminuição no risco de acidentes durante o processo de corte e movimentação dos vigotes.

Reduzir os custos no processo de fabricação é muito importante, pois empresas com processos defasados tem um custo elevado de produção consequentemente precisam repassar este valor em seus produtos ocasionando a perda de mercado. Além disso, leva-se em conta o quesito segurança, pois nenhuma empresa deseja que seus funcionários se acidentem em suas atividades. Porém quando não existem máquinas no mercado, ou as existentes são de alto custo, tem-se a necessidade de desenvolver projetos e máquinas específicas para determinados processos.

Diante desta oportunidade, o presente trabalho busca atender a necessidade de ter um aumento na produtividade e uma diminuição nos riscos de acidentes durante o corte de vigotes em uma empresa fabricante de produtos de concreto.

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 Objetivo geral

Desenvolver um equipamento de corte de vigotes de concreto para otimização do processo.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um equipamento que diminua o risco de acidente no processo de corte de vigotes;

- Desenvolver um equipamento que diminua risco de acidente na movimentação de vigotes até a máquina de corte;
- Desenvolver um equipamento que diminua movimentações desnecessária, e ter ganho de produtividade;
- Desenvolver uma máquina que possa ser movimentada até as pilhas de vigote para realizar o corte.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Conforme Amaral (2006), desenvolvimento de produtos consiste em buscar a partir de necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, uma solução para estas necessidades com as especificações de projeto de produto e de seu processo de produção, onde a manufatura seja capaz de produzi-lo. Para Amaral (2006), o desenvolvimento de produtos também envolve as atividades de acompanhar o produto após o lançamento, e assim realizar eventuais mudanças nas especificações, planejar a descontinuidade do produto no mercado e incorporar no processo de desenvolvimento as lições aprendidas ao longo do ciclo de vida do produto.

Conforme Amaral (2006), o desenvolvimento de produtos é visto como um processo de negócios para a competitividade das empresas, com o aumento da internacionalização de mercado, com o acréscimo da diversidade e variedade de produtos e com a diminuição da vida útil dos produtos. Conforme frisa Amaral (2006), novos produtos são demandados e desenvolvidos para atender a segmentos específicos de mercado, incorporar tecnologias diversas, se integrar a outros produtos e usos e se adequar a novos padrões e restrições legais. É por meio deste processo que a empresa pode desenvolver novos produtos com uma maior competitividade em um menor tempo, para atender a evolução no mercado.

Conforme Amaral (2006), com maior possibilidade de escolha os clientes estão cada vez mais exigentes, empresas globais lançam com frequência novos produtos para atender as mudanças nas necessidades dos clientes, com maiores funcionalidades fazendo com que o cliente substitua o seu produto atual pelo lançamento.

Segundo Amaral (2006), o processo de desenvolvimento de produto (PDP), situa-se na interface entre a empresa e o mercado, cabendo a ele identificar as necessidades do mercado e propor soluções que atendam a tais necessidades, sua importância e ainda assegurar a manufaturabilidade do produto desenvolvido, atendendo às restrições de custo e de qualidade na produção.

Conforma Baxter (2011), o lançamento satisfatório de novos produtos e a melhoria da qualidade em produtos existentes fazem parte do escopo do processo de desenvolvimento do produto, estes são de grande relevância para a

competitividade das empresas. Para Baxter (2011), ao lançar um novo produto no mercado, deve-se estabelecer metas, verificar se o produto satisfaz aos objetivos propostos, se é aceito pelos clientes, e se o custo do projeto é aceitável, assim, considerando estes fatores, é possível minimizar os riscos de fracasso do novo produto.

### **2.1.1 Características do processo de desenvolvimento do produto**

O PDP tem diversas especificidades que o diferenciam de outros processos de negócios, conforma podem ser observadas nas características descritas por Amaral (2006):

- Elevado grau de incertezas e riscos das atividades e resultados;
- Decisões importantes devem ser tomadas no início do processo, quando as incertezas são ainda maiores;
- Dificuldade de mudar as decisões iniciais;
- As atividades básicas seguem um ciclo iterativo do tipo: Projetar- Construir- Testar- Otimizar;
- Manipulação e geração de alto volume de informações;
- As informações e atividades provêm de diversas fontes e áreas da empresa e da cadeia de suprimentos;
- Multiplicidade de requisitos a serem atendidos pelo processo, considerando todas as fases do ciclo de vida do produto e seus clientes.

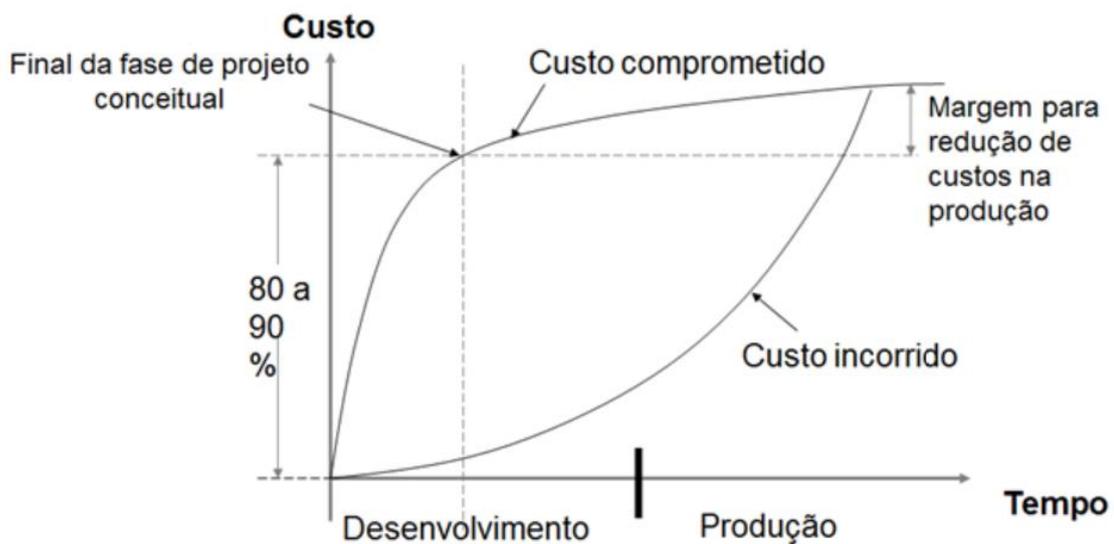
Conforme Amaral (2006), quando as empresas lançam um produto novo no mercado, não é uma atividade de rotina, e sim um resultado de muito estudo e trabalho que envolve todos os departamentos da mesma, podendo ocorrer implicações nas vendas e até na sobrevivência da empresa. Uma necessidade que se tem no PDP é de integração de informações e decisões com muitas áreas da empresa, aumentando a importância da coordenação e da comunicação entre as etapas e atividades.

Nas fases iniciais do PDP é quando são tomadas as principais decisões construtivas e as especificações do produto, neste momento são determinados os materiais e as tecnologias utilizadas, os processos de fabricação, também como a forma de construção entre outros. Nesta fase também se define grande parte do custo do produto (AMARAL, 2006).

Nesta fase se toma a maior parte das decisões que são significativas para a determinação do custo final do produto, é o momento que se tem o maior grau de incerteza sobre o produto e suas especificações. Na fase inicial tem-se 85% do custo total do produto definido, os outros 15% do custo são definidos na parte final do projeto, onde define-se as tolerâncias, construir e testar o protótipo, definir os fornecedores, marketing e assistência pós lançamento (AMARAL, 2006).

Conforme mostra a figura 1, para alguns produtos na fase de desenvolvimento os custos já decorridos são baixos perante o custo total do projeto, mas as fases iniciais são críticas porque nelas é definido as especificações técnicas do produto.

Figura 1 – Custos por etapa



Fonte: Adaptado de Amaral, 2006

Para Amaral (2006), nas fases iniciais onde se toma a maior parte das decisões é onde se tem um elevado grau de dúvidas e incerteza sobre o produto e suas especificações, sobre o processo de fabricação e até se o mesmo vai ser um sucesso no mercado. Com o tempo as incertezas vão diminuindo, de acordo com que as definições vão sendo tomadas. Mas o fato é que é necessário tomar decisões importantes quando ainda há muitas incertezas.

### 2.1.2 A importância da gestão do PDP

Para Amaral (2006), devido à alta demanda por mudanças nos produtos, nas suas aplicações e usos, tem-se uma preocupação maior com a eficiência e a

eficácia do desenvolvimento de produtos, para ter um bom desempenho é necessário um gerenciamento eficaz do PDP. Obtém-se grandes vantagens competitivas onde tem-se um processo de PDP bem estruturado e gerenciado.

São requisitos desejáveis para a competitividade: a qualidade do produto no atendimento aos diferentes requisitos dos clientes; colocação do produto no mercado o mais rápido possível, para aproveitamento adequado da janela de oportunidades, antecipando-se em relação à concorrência; e, ainda, a manufaturabilidade (facilidade de produzir e montar) do produto e a criação e o fortalecimento, a cada projeto, das capacitações requeridas para o desenvolvimento de produto no futuro (AMARAL, 2006).

É possível obter uma redução de até 50% no tempo de lançamento de um produto, quando este tem os problemas identificados e resolvidos o mais breve possível, reduzindo o número de alterações quando o produto está na fase de produção. É importante evitar o aumento de custo com alterações, mudança durante os estágios de desenvolvimento entende-se que o atraso na detecção e correção de problemas, à medida que o produto avança da fase de projeto para a produção e para o consumo, representa um aumento do custo de alteração na proporção da razão de 10 a cada fase (AMARAL, 2006).

Para obter qualidade no produto e no processo, o PDP tem uma forte influência sobre outros fatores de vantagem competitiva, como custo, velocidade e confiabilidade de entrega e flexibilidade, a velocidade de entrega obtém-se com o projeto mais simples de produzir e montar. A confiabilidade de entrega é obtida pelo projeto de processos de fabricação mais estáveis, mais fáceis de executar e de controlar. A vantagem de flexibilidade tem-se com grande quantidade de componentes e pelo projeto de processos, onde favorece o compartilhamento dos equipamentos (AMARAL, 2006).

Para Amaral (2006), o processo de desenvolvimento de produto basicamente tem seu desempenho avaliado por meio de indicadores associados à qualidade total do produto desenvolvido, aos custos e à produtividade desse processo e ao tempo total de desenvolvimento, e de sua contribuição para a competitividade da empresa em termos de rentabilidade, crescimento, fortalecimento da imagem e participação no mercado.

Conforme Amaral (2006), a forma como a empresa desenvolve produtos, e como ela organiza e gerencia o desenvolvimento, é que vai determinar como será o

desempenho do produto no mercado e a velocidade de entrega, qualidade e a eficiência do processo de desenvolvimento, o desempenho do PDP depende da gestão, estratégias, organização e gerenciamento.

### **2.1.3 Abordagens para gestão do PDP**

Conforme Amaral (2006), a evolução da visão sobre o modo de gerenciamento do processo de desenvolvimento de produto está relacionada à evolução de gestão geral adotado pelas empresas.

Com o passar dos anos os sistemas de produção industrial evoluíram da produção artesanal, onde se tinha elevados custos de produção e deficiência de consistência e confiabilidade nos produtos e processos, para um novo sistema de produção em massa, baseado nas técnicas de Henry Ford (AMARAL, 2006).

O objetivo da administração científica, de divisão d tarefas, busca pela maneira ótima e das pessoas certas, bem como a estruturação funcional das organizações, com isso teve o surgimento da função de desenvolvimento de produtos nas organizações, como resultado criou-se a Engenharia Tradicional ou Desenvolvimentos de Produtos Sequencial, aonde as tarefas relacionadas ao projeto eram atribuídas a um número exagerado de áreas funcionais excessivamente especializadas e constituídas por técnicos com domínio específico na área funcional (AMARAL, 2006).

Esse método de desenvolvimento era chamado de sequencial porque as informações sobre o produto eram definidas em uma ordem funcional para outra, primeiro Marketing, depois Design, Engenharia, Produção etc. O projeto andava entre as áreas, e cada uma se limitava a receber uma determinada informação, realizar o trabalho e produzir o resultado que dela se esperava. As áreas não tinham uma interação forte entre elas durante e depois da realização das atividades. As atividades e procedimentos para o gerenciamento eram informais, baseado nas experiências das pessoas, onde se tinha padrões de trabalho próprio (AMARAL, 2006).

Com este processo de desenvolvimento havia uma grande dificuldade de compressão mútua entre as áreas, e a coordenação do projeto era prejudicada. Quando se tinha problemas era comum os embates entre as áreas funcionais, aonde se aumentava a turbulência e não contribuíam para a solução. Foi quando começou a surgir o papel do gerente de projeto, onde seu papel deveria ser o de se

preocupar com o projeto como um todo e servir como facilitador na transição do projeto pelas áreas (AMARAL, 2006).

No final dos anos 80, teve o surgimento de diversas propostas de mudança a grande maioria na visão de como desenvolver produtos, as quais resultaram em uma transformação significativa na gestão do PDP. Essa abordagem ficou conhecida como o movimento da Engenharia Simultânea (AMARAL, 2006).

Existem muitas inovações neste movimento, umas das principais diz respeito à estrutura organizacional, deu-se início à utilização de times multifuncionais de projeto, encabeçados por um gerente de projeto de grande capacidade, este gerente tem maior autonomia do que os gerentes funcionais. Com esta abordagem ampliou a integração, propondo a participação de clientes e fornecedores no processo de desenvolvimento de produtos, e principalmente apresentando a vantagem da realização das atividades simultâneas. Este tipo de estratégia só é possível com uma integração maior entre as áreas funcionais, promovia a diminuição do tempo de desenvolvimento, de custo e, ainda aumentava a qualidade (AMARAL, 2006).

Conforme Amaral, (2006), no final dos anos 90, deu-se início a era do Desenvolvimento Integrado do Produto, as abordagens deste novo conceito de desenvolvimento do produto apresentam as seguintes características:

- O desenvolvimento de produtos é visto como um processo;
- A pesquisa e o desenvolvimento do produto são inseridos na estratégia geral da empresa e de sua cultura;
- O uso de projetor plataforma e modularizados para criar grande variedade de produtos, atendendo aos diferentes segmentos, com baixo investimento;
- O desenvolvimento de tecnologias e de produtos é visto como fundamental para a estratégia e a capacitação competitiva da empresa, e faz parte das preocupações maiores da alta administração;
- Há simultaneidade e superposição de informações e atividades;
- Há maior capacidade e intensidade de comunicação entre os setores e os departamentos, possibilitando formas de trabalho em grupo;
- Os projetos são conduzidos por meio de times de desenvolvimento multifuncionais;

- Os recursos aplicados no desenvolvimento do produto devem ser justificados pelas necessidades e são controlados e avaliados constantemente.

Um dos grandes desafios para a excelência em desenvolvimento de produtos é a efetiva utilização das melhores práticas consolidadas na era do Desenvolvimento Integrado de Produtos (AMARAL, 2006).

## 2.2 DESPERDÍCIOS

Segundo Tubino (2015), os desperdícios são assim chamados por não agregarem valor ao produto, ou seja, são as operações que não transformam a matéria prima em produto acabado. Segundo Slack, Jones, Johnston (2018), um dos pontos mais fortes da produção enxuta é eliminação de desperdícios, ou seja, extinguir todas as atividades que não agregam valor. As três principais causas dos desperdícios provêm de três palavras japonesas: muda, mura e muri. As mesmas são definidas como:

- Muda: são as atividades desperdiçadas por não agregar valor;
- Mura: é a falta de coerência que acarreta na sobrecarga de pessoas ou equipamentos;
- Muri: é a falta adequada de condução e planejamento das tarefas.

Conforme frisa Ohno (1997), quando pensar em eliminar totalmente os desperdícios, objetivo básico do STP, deve-se ter em mente dois principais pontos: eficiência está relacionada com redução de custos, ou seja, é preciso produzir somente no necessário com o mínimo de mão de obra; levar em consideração primeiro a eficiência de cada operador e depois como um todo, pois a eficiência deve ser melhorada gradativamente. Os primeiros passos para a aplicação do STP é identificar todos os desperdícios presentes no processo. São eles: superprodução, tempo disponível (espera), transporte, processamento, estoque, movimento, produtos defeituosos (OHNO, 1997). Já Liker e Meier (2007) classificam os desperdícios em oito tipos, os quais estão descritos no quadro 1:

Quadro 1 – Tipos de desperdícios

<b>Tipos de desperdícios</b>	<b>Descrição</b>
Super Produção	Produzir antecipadamente e em maior quantidade do que o cliente necessita. Isso acarreta ainda em custos desnecessários com mão de obra, estocagem, logística interna.
Espera	Mão de obra apenas servindo de vigia para um equipamento automatizado, ou tendo que esperar pela próxima operação, ou ainda, parado por falta de estoque, máquina em manutenção, gargalos, entre outros.
Transporte	Movimentação de um ponto para o outro, podendo ser de materiais, peças ou produtos acabados, por exemplo.
Superprocessamento	Realização de operações irrelevantes para o processamento das peças.
Excesso de Estoque	Excesso de matéria prima, ou de produtos em processos e prontos, causando custos extras com transporte e armazenagem, por exemplo.
Deslocamentos desnecessários	Movimentos feitos pela mão de obra que não agrega valor aos produtos, como por exemplo procurar peças.
Defeitos	Produção ou conserto de peças com anomalia, o que acarreta em desperdício de tempo, mão de obra, entre outros.
Não utilização da criatividade dos funcionários	Desperdício de ideias, competências, avanços, oportunidade de conhecimento, por não envolver as pessoas.

**Fonte:** Adaptado de Liker e Meier, 2007

Conforme descrito no quadro 1, Liker e Meier (2007) classificam os desperdícios em superprodução, espera, transporte, superprocessamento, excesso de estoque, deslocamento desnecessários, defeitos e não utilização da criatividade dos funcionários. Ainda complementam que Ohno (1997) considera os sete primeiros os mais críticos, visto que tem impacto imediato na oitava perda. Porque por exemplo, os estoques, superproduções, entre outros, ocultam os problemas fazendo com que os colaboradores não necessitam pensar em soluções. Já a busca

pela redução das perdas, faz com que os funcionários precisem refletir em como resolvê-los.

### 2.3 NR12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Conforme Moraes (2014), a décima segunda Norma Regulamentadora do Trabalho, definida como Segurança em Máquinas e Equipamentos, estabelece requisitos mínimos de segurança buscando a prevenção de acidentes, a utilização de máquinas antigas torna a operação mais perigosa e menos produtiva, comprometendo as práticas preventivistas que são de responsabilidade do empresário.

A NR12 é a Norma Regulamentadora que busca definir as proteções necessárias, visando à saúde e a integridade física dos trabalhadores (BRASIL, 2019).

A NR 12, por sua vez, foi introduzida no ordenamento jurídico pela Portaria GM nº 3.214 de 8 de junho de 1978, tratando exclusivamente de Máquinas e Equipamentos, com atualização em 17 de dezembro de 2010, pela portaria SIT nº 197. (SCHNEIDER, 2011).

A Norma estabelece os requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e de doenças provenientes de máquinas e equipamentos na sua operação, manutenção ou em qualquer outra atividade em que haja interação humana com a máquina ou equipamento. A NR12 é dividida em vários aspectos. Essa Norma mostra que toda e qualquer responsabilidade por sua aplicação é do empregador. As medidas de proteção são definidas segundo a NR12 (BRASIL, 2019).

- Medidas de proteção coletiva;
- Medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- Medidas de proteção individual.

As medidas possuem suas respectivas divisões para cada tipo de acionamento: mecânico elétrico, pneumático, hidráulico, e para cada um destes possuem suas formas de segurança (BRASIL, 2019):

- Arranjo físico;
- Dispositivos de partida, acionamento e parada;
- Componentes pressurizados;
- Aspectos ergonômicos;
- Riscos adicionais;

- Procedimentos de trabalho.

## 2.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CONCRETO

### 2.4.1 Seleção e caracterização dos materiais

Para a obtenção de um concreto de qualidade é necessário conhecer as características dos seus materiais. Nesta etapa do processo de produção do concreto deve-se seguir as recomendações preconizadas pelas normas da ABNT, que caracterizam e regulamentam os requisitos de desempenho do produto (TUTIKIAN & HELENE, 2011).

### 2.4.2 Dosagem

São os procedimentos necessários para obter a proporção adequada dos materiais constitutivos do concreto como cimento, água, ferro, agregados, e eventualmente os aditivos. O produto final deve atender os requisitos necessários tanto no estado fresco como no estado endurecido (TUTIKIAN & HELENE, 2011).

### 2.4.3 Mistura

O processo de mistura tem como objetivo o contato íntimo entre os materiais componentes do concreto, garantindo o recobrimento do cimento sobre todos os componentes da mistura. Um dos principais requisitos de qualidade da mistura é a homogeneidade (FIORATTI, 2013).

Recomenda-se que a ordem de colocação dos materiais seja feita da seguinte forma; primeiramente adiciona-se parte do agregado graúdo e parte da água do amassamento; logo depois é colocado o cimento, o restante da água e a areia; e por fim o restante do agregado graúdo (FIORATTI, 2013).

### 2.4.4 Transporte

O transporte do concreto deve ser feito o mais rápido possível, mantendo a homogeneidade, a fim de evitar a segregação dos materiais. O transporte pode ser na direção horizontal, vertical e oblíqua. Na direção horizontal é geralmente feito com vagonetes, carrinhos, caminhões. Na direção vertical pode ser realizado por

caçambas, guinchos e também por bombas. E o oblíquo pode ser feito com correias transportadoras e calhas (FIORATTI, 2013).

Conforme FIORATTI (2013), o transporte do concreto pode também ser classificado em contínuo e descontínuo. O transporte na forma contínua acontece nas calhas, correias transportadoras e bombas. Na forma descontínua acontece em vagonetes, carrinhos de mão, caçambas, caminhões que interrompem o fluxo de fornecimento do material.

#### **2.4.5 Adensamento**

Conforme FIORATTI (2013), o principal objetivo do adensamento é deslocar os componentes do concreto, e orientá-los para se obter maior massa em um determinado volume, obrigando as partículas a ocupar os vazios e desalojar o ar aprisionado na massa.

Conforme FIORATTI (2013), existem vários processos de adensamento do concreto, o adensamento manual e o mecânico. O adensamento manual consiste socamento e apiloamento do concreto visando à diminuição dos vazios. O mecânico utiliza vibração e centrifugação através de máquinas aumentando a produtividade e a eficiência do processo.

#### **2.4.6 Cura**

Segundo FIORATTI (2013), cura é o nome dado ao conjunto de medidas com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento que controla o processo de pega e endurecimento.

Segundo FIORATTI (2013), os artefatos de concreto são curados pelos processos convencionais de molhagem com mangueira, aspersão de água através de irrigação de jardim, cobertura com lona plástica, saturação da umidade por meio de bicos do tipo sprinklers ou ventiladores pressurizados.

### **3 METODOLOGIA**

Nesta etapa do projeto serão estabelecidos os métodos e técnicas utilizados para o desenvolvimento do projeto.

#### **3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS**

A elaboração deste projeto será baseada na metodologia de projeto de produto de Amaral (2006) e Reis (2003), passando pelas fases de planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e por fim projeto detalhado, o qual traz todas as características construtivas e especificações do produto desenvolvido.

##### **3.1.1 Método de pesquisa adotado**

Conforme Gil (2018), a pesquisa ação é entendida como um método que converge os interesses acadêmicos com os organizacionais, na busca por soluções de problemas complexos. Assim colocando em prática as teorias sob as situações que exigem planejamento, observação e ação de forma organizada entre acadêmico e representante da empresa.

Conforme Gil (2018), este estudo caracterizou-se como uma pesquisa ação, este tipo de estudo vem evoluindo como uma metodologia voltada a identificar, desenvolver e aplicar mudanças de forma planejada e organizada sob os problemas identificados que se deseja desenvolver, proporcionando chegar em algum resultado prático.

Foram realizadas reuniões com o empresário buscando conhecer de forma mais detalhada uma parte do processo de fabricação de vigotes de concreto. Dentro deste processo buscou-se qual era o problema, em seguida foi analisado o processo, coletando dados e informações durante a execução do corte dos vigotes, permitindo assim uma maior assertividade nas sugestões de melhoria, embasadas no conhecimento técnico e teórico adquirido.

Com base nas informações coletadas, foram verificadas as possíveis causas e alternativas de soluções que se traduziram em resultados sobre o problema, considerando a produtividade e segurança dos colaboradores.

### **3.1.2 Quanto a abordagem**

A pesquisa qualitativa busca considerar a visão daqueles que participam junto do que está sendo estudado, permitindo interpretar os fatos apontados durante o estudo. Esta interpretação é necessária devido aos dados identificados na pesquisa não serem entregues com medidas diretas, como opiniões e sensações, (BERNARDES, JUNIOR; NAKANO, 2019).

Segundo Miguel (2010), a abordagem qualitativa toma forma e pode atingir um alto grau de relevância no desenvolvimento da pesquisa, a qual fica condicionada a participação efetiva dos indivíduos envolvidos no caso. Diante de todos os pontos observados e mencionados neste modelo de abordagem, exigem ao pesquisador coletar, classificar e encaixar no estudo as informações relevantes que se alinham com os resultados que são buscados.

### **3.1.3 Quanto aos objetivos**

Segundo Miguel (2010), o objetivo principal possibilita e direciona a ocorrência de três variações em uma pesquisa:

- Exploratória - Ocorre nas fases iniciais da pesquisa, objetivando a percepção e posicionamento inicial de fatos que possibilitem embasar um estudo mais direcionado sobre a situação observada;
- Descritiva – Conforme o próprio nome já sugere, esta variação permite o fato de redigir os principais acontecimentos observados que servirão de embasamento para elaboração das possíveis soluções;
- Explanatória – Caracteriza-se por testar a teoria e proposições de modelos teóricos já desenvolvidos, criando possibilidade de confirmação das hipóteses.

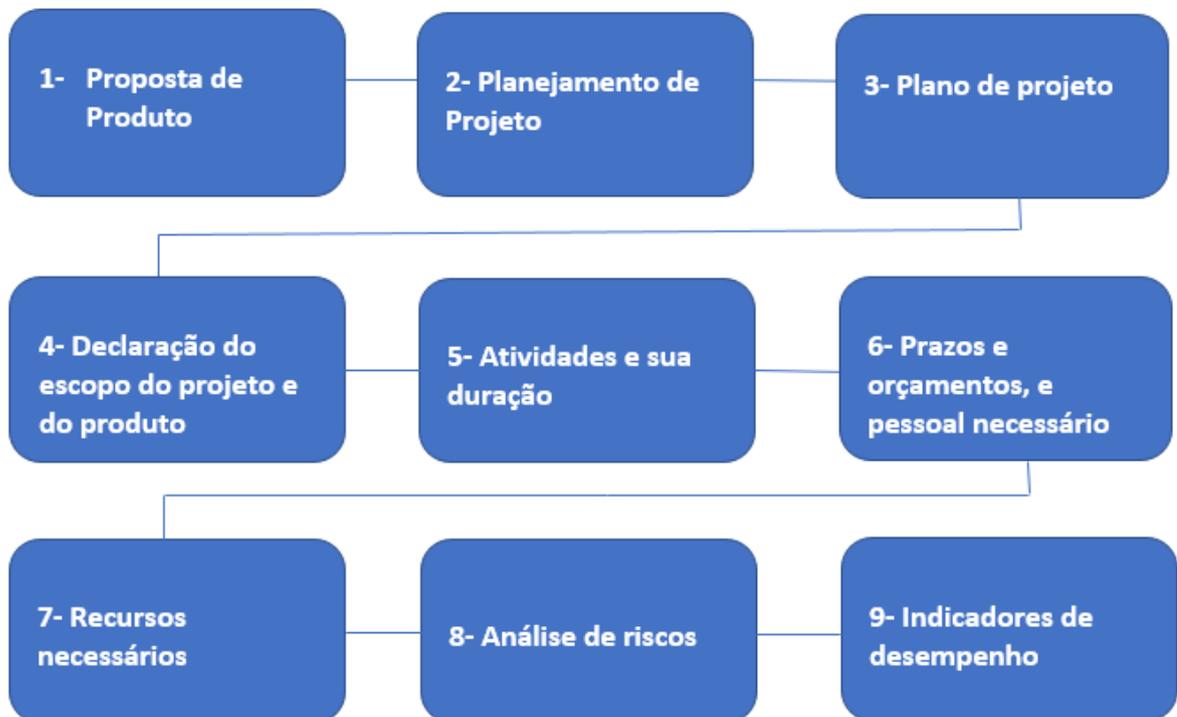
Este trabalho caracteriza-se pela predominância por exploratório e descritivo. Exploratório devido a utilização a percepção e observação para capturar as atividades com potencial problema de produtividade e de segurança. E descritiva, devido a coleta e registros de informações obtidas com o empresário e os colaboradores durante as abordagens exploratórias.

### 3.1.4 Etapas de desenvolvimento

Nesta etapa do projeto, realizou-se o planejamento do projeto, com base no objetivo específico, identificando todas as atividades e recursos para que o projeto possa seguir em frente tendo por resultado final o Plano de Projeto de Produto, este que é um documento utilizados nas fases seguintes com todas as informações relevantes para se executar o projeto (AMARAL, 2006).

Na etapa de desenvolvimento do projeto são definidas as atividades a serem executadas conforme mostra a figura 2.

Figura 2 – Etapas de desenvolvimento



**Fonte:** Adaptado de Amaral, 2006

## 3.2 METODOLOGIA DE PROJETO DO PRODUTO

### 3.2.1 Projeto informacional

Conforme Amaral (2006), nesta fase utilizaram-se as informações da etapa de planejamento para formular o documento de especificações-meta do produto, essas informações suportam a identificação da solução e retornam como serão montados os critérios de avaliação e suportam na tomada de decisões durante o desenvolvimento. No projeto informacional deve-se revisar o escopo do produto,

detalhado o ciclo de vida do produto e definido seus clientes, identificado os requisitos dos clientes do produto, definido os requisitos do produto, as especificações-meta do produto e monitorado a viabilidade econômico-financeira (AMARAL, 2006).

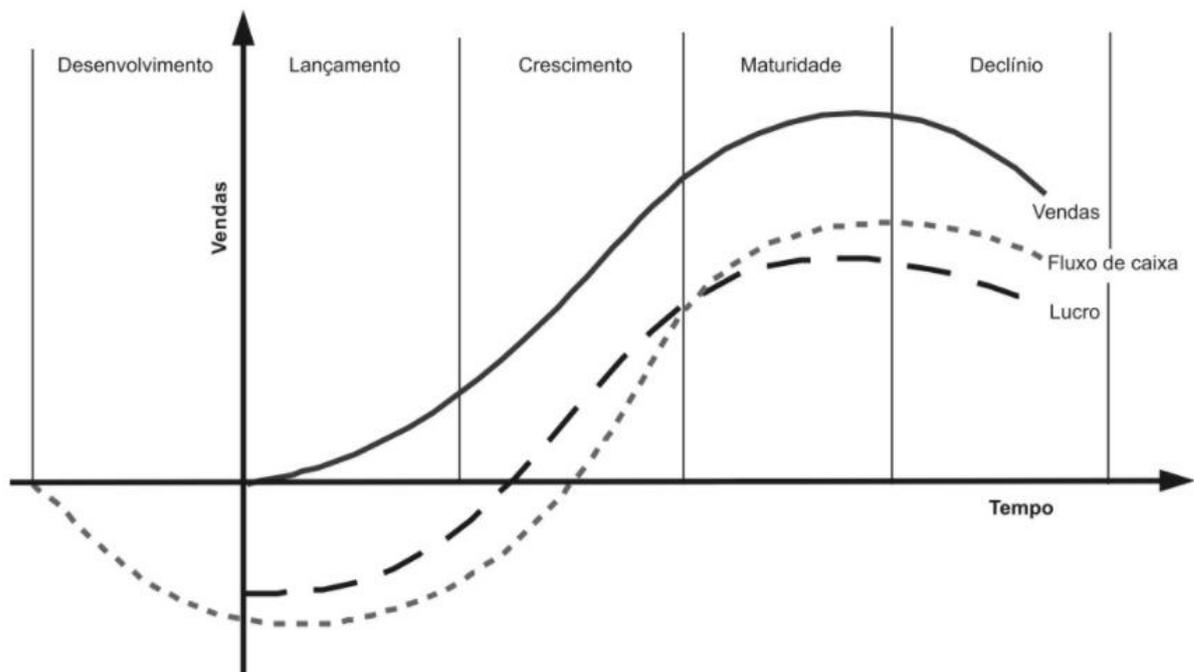
### 3.2.1.1 Detalhar ciclo de vida do Produto

Segundo Amaral, (2006), deve-se definir o ciclo de vida do produto que é o produto ao longo do tempo, desenvolvimento, lançamento, crescimento, maturidade e o declínio.

No desenvolvimento, obtém-se o planejamento, projeto e produção, que tem crescente investimento até o produto ser lançado no mercado, já no lançamento e crescimento, os lucros ainda são baixos ou até negativos, isso deve-se aos custos de pesquisa e desenvolvimento, além de custos de inserção no mercado, porém os lucros aparecem no crescimento e chegam a seu pico na fase de maturidade, e começam a cair na fase de declínio, é quando se começa o processo de obsolescência dos itens, (AMARAL, 2006).

A figura 3 mostra a evolução do projeto/produto em termos dos recursos financeiros associados com as diferentes fases ou estágios do ciclo.

Figura 3 – Evolução financeira do projeto/produto



Fonte: Amaral, 2006

### 3.2.1.2 Identificar os Requisitos dos clientes

Nesta etapa inicialmente buscou-se levantar as necessidades dos clientes de cada fase do ciclo de vida. Foi necessário realizar o levantamento das necessidades dos clientes, que foram obtidas através de entrevistas realizadas com o dono da empresa, acompanhando na prática o processo de corte, em conversa com os colaboradores, as necessidades obtidas devem ser agrupadas e classificadas e ordenadas.

### 3.2.1.3 Definir os Requisitos do Projeto

Nesta etapa foram obtidos os requisitos do projeto a partir dos requisitos dos clientes, constitui-se a primeira decisão física do produto que será projetado. Nesta ação foram definidos os parâmetros mensuráveis, associados às características definitivas do produto, pela qual essa etapa se constitui muito importante para o processo do projeto. A obtenção desses requisitos foi realizada utilizando diferentes meios de pesquisa: brainstorming checklist e informações de outros projetos.

### 3.2.1.4 Hierarquizar Requisitos do Cliente e Produto

Nesta etapa de hierarquização foram considerados e utilizados os dados obtidos nas fases anteriores, onde foram identificados as necessidades do cliente e requisitos do projeto que para posteriormente serem classificados de acordo com sua prioridade, Amaral (2006), para fazer esta hierarquização foram utilizadas as ferramentas, Diagrama de Mudge e QFD (*Quality Function Deployment – Desdobramento da Função Qualidade*).

### 3.2.1.5 Definir especificações-meta do produto

As especificações-meta do produto são valores quantitativos que devem existir no produto, segundo Amaral (2006), também deve-se estabelecer valores meta, como qual o desempenho necessário. Estas especificações são usadas como base na montagem de critérios de avaliação.

Nesta etapa é necessário avaliar a correlação entre os requisitos de produto, pois pode haver uma correlação positiva ou negativa no atendimento dos requisitos dos clientes. Os valores de um requisito do produto têm de ser aumentados para

atender a alguns requisitos dos clientes, ao mesmo tempo, isso pode causar efeitos negativos em outro.

### 3.2.2 Projeto conceitual

Nesta etapa as informações adquiridas no projeto informacional relacionam-se com a busca criação, representação e seleção para o problema de projeto. A busca por soluções já existentes pode ser feita pela observação de produtos existentes. A representação da solução pode ser feita por meio de esquemas, croquis e desenhos que podem ser manuais ou métodos computacionais, e muitas vezes é realizada em conjunto com a criação. A seleção de soluções é feita com base em métodos apropriados que se apoiam nas necessidades e requisitos dos clientes.

#### 3.2.2.1 Modelar funcionalmente o produto

Para Amaral (2006), a modelagem funcional auxilia o Time de Projeto a descrever os produtos em um nível abstrato, isso é uma maneira de abrir caminho na obtenção de melhores soluções, ignorar as particularidades e se deter no que é essencial elimina a possibilidade de ocorrer preconceitos.

Conforme Amaral (2006), as funções descrevem as capacidades desejadas ou necessárias que tornarão um projeto capaz de desempenhar seus objetivos, necessidades e especificações. As funções de um produto podem ser classificadas como mostra a figura 4.

Figura 4 – Funções do produto



Fonte: Amaral, 2006

As funções técnicas são compatíveis com o conceito de função estrutural, as funções operacionais estão relacionadas com as funções de transformação. As funções interativas são compatíveis com o conceito de função. As funções

comunicativas estão relacionadas com a transmissão de sinais ou informações do produto para o consumidor.

#### 3.2.2.2 Desenvolver princípios de solução para as funções

Nesta etapa, dá-se início a passagem do abstrato ao concreto, da função à forma. Para cada uma das funções escolhidas na etapa anterior podem ser atribuídos um ou mais princípios de solução, para isso ser possível, é necessário, a partir do correto entendimento da função, a busca de um efeito físico e de um portador de efeito físico que por meio de determinados comportamentos, realizam o objetivo de função em questão. Neste momento ainda não se especificam os materiais a ser utilizados, apenas as características necessárias (AMARAL, 2006).

#### 3.2.2.3 Desenvolver as alternativas de solução para o produto

Segundo Amaral (2006), com as alternativas de solução para as funções que constituem a estrutura de funções desenvolvidas e selecionadas para o sistema. O próximo passo em direção a elaboração de modelos de concepção é a combinação dos princípios de solução individuais para formar os princípios de solução para o produto.

#### 3.2.2.4 Selecionar a Concepção do Produto

A concepção do estudo deu-se através do Método da Matriz de Decisão, onde foram estabelecidos os critérios de aceitação do produto com base nos requisitos necessários.

Para Amaral (2006), neste método uma das opções de concepção é tomada como referência e as demais são comparadas a esta, podem ser usados os critérios como melhor, igual ou pior que a referência.

### **3.2.3 Projeto detalhado**

Nesta etapa deve-se finalizar as especificações do produto para então continuar a fabricação, esta fase está diretamente relacionada com a anterior do projeto conceitual, nesta etapa foi decidido se os itens seriam comprados ou manufaturados.

Para Amaral (2006), nesta etapa deve ser elaborado todos os modelos e desenhos dos itens que constituem o produto, contendo as especificações das tolerâncias permitidas e quais as configurações existentes. Será também decidido se as peças serão peças já existentes ou componentes que precisam ser desenvolvidos.

O presente trabalho teve o desenvolvimento do modelo de *software SOLIDWORKS*.

#### 3.2.3.1 Elaborar leiautes detalhados e desenhos de forma

Nesta etapa foram realizados os cálculos dos parâmetros envolvidos, também foram observadas as normas pertinentes ao domínio do produto e as normas gerais do projeto e da produção.

A atividade de configurar e finalizar a estrutura, para Amaral (2006), já vem acontecendo desde o detalhamento do projeto, neste momento deve ser finalizada a estrutura, de cada sistema, subsistema e componente criado, e ainda buscar soluções já conhecidas como peças padronizadas ou de catálogos.

#### 3.2.3.2 Revisar o projeto

Nesta etapa foi necessário realizar a verificação do projeto, para verificar se o mesmo atende as especificações e as normas estabelecidas as quais foram propostas durante a fase de projeto informacional, e também se o projeto atende as funções estabelecidas.

### 3.3 PROTOTIPAGEM

Nesta etapa foi transferida a ideia do âmbito conceitual para a realidade, utilizando todo e qualquer objeto físico ou virtual que simula uma interação para validar uma ideia. A prototipagem é um método utilizado para visualizar como seu produto funcionará, além de validação do usuário final.

Neste projeto a prototipagem será realizada no objeto físico, com dimensões reais.

### 3.4 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

O presente projeto utilizou softwares para execução do projeto, como: SolidWorks para dimensionamento e desenvolvimento das peças, dos conceitos bem como na concepção final do produto. Também se realizou tomadas de tempo para verificar o tempo gasto com o processo atual de corte.

Para executar o projeto foi necessário o uso de eixos, polias, motores, rolamentos existentes no mercado, chapas de aço SAE1020, serra, aparelho de solda, moto redutores, entre outras peças.

Também foram utilizados materiais didáticos, como dissertações, artigos e livros para estudo e embasamento teórico.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta etapa do projeto são apresentados os resultados obtidos durante a pesquisa, apresentando a metodologia usada para o desenvolvimento do mesmo até chegar no projeto final.

### 4.1 PROJETO INFORMACIONAL

Nesta fase do projeto buscou-se informações para que se tenha uma base para a elaboração dos futuros conceitos.

#### 4.1.1 Detalhar ciclo de vida do Produto

A primeira fase do projeto informacional foi detalhar o ciclo de vida do produto pretendido, conforme pode ser visualizado no quadro 2, onde podem ser verificados os clientes de cada etapa do desenvolvimento do produto.

Quadro 2 – Ciclo de vida do produto

Fases do Ciclo de vida	Clientes		
	Internos	Intermediários	Externos
Projeto	Acadêmico	Orientadora	Artefatos de Cimento Segatto
Testes	Acadêmico		Artefatos de Cimento Segatto
Produção	Acadêmico		
Comercialização	Não se aplica		
Utilização			Artefatos de Cimento Segatto
Descarte			Artefatos de Cimento Segatto/Empresas especializadas em descarte de resíduos

Fonte: Autor, 2020

Para a elaboração do ciclo de vida do produto foram relacionadas as fases do ciclo de vida com os clientes, de acordo com a metodologia utilizada, o produto passa por seis fases. Para cada fase foram definidos os respectivos clientes que foram divididos em três partes, sendo internos, intermediários e externos.

No ciclo de vida do produto os clientes são: os acadêmicos, a orientadora e a empresa Artefatos de Cimento Segatto estes estarão envolvidos no desenvolvimento do projeto. Na etapa de testes, o acadêmico e a empresa serão os responsáveis pelos testes, a próxima etapa que é a de produção, será executada pelo acadêmico.

O produto não será comercializado visto que o mesmo no momento é uma necessidade exclusiva da empresa, a qual, após o fim da vida útil do mesmo, fará seu descarte conforme normas vigentes naquele momento.

#### 4.1.2 Identificar as necessidades dos Clientes

Foram identificadas as necessidades dos clientes através de conversas juntamente com a empresa, que expôs as necessidades apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 – Necessidade dos clientes

Clientes	Requisitos
Projeto	Utilizar itens de prateleira quando possível
Testes	Usar componentes de qualidade
Produção	Simple fabricação Simple montagem
Comercialização	Ter baixo custo de produção
Utilização	Ter um aumento na produtividade Diminuir risco de acidentes Possuir proteção em partes giratórias, conforme NR12 Possuir bom acabamento Ser de fácil manuseio Possuir material de alta durabilidade Ter peças de reposição Ser possível movimentar a mesma até as pilhas de vigotes
Descarte	Possuir material reciclável

Fonte: Autor, 2020

Para os requisitos dos clientes foram identificados os principais requisitos desejados, para que o projeto tenha uma boa performance na atividade afim, seja ergonômico, seguro, entre outros fatores que impactam diretamente nas atividades relacionada ao produto, no total foram estabelecidos quatorze requisitos para serem atendidos no projeto.

#### 4.1.3 Definir os Requisitos do Projeto

Nesta fase de definição dos requisitos do projeto, foram identificadas as maneiras de atender aos requisitos de cliente, onde cada necessidade será analisada individualmente, conforme mostra o quadro 4.

Quadro 4 – Requisitos do Projeto

		Categoria	Requisito
Atributos Gerais	Básicos	Funcionamento	Garantir o corte dos vigotes com qualidade
			Agilidade no corte
		Pouca interação homem/máquina	
		Ergonômico	Facilidade na movimentação da máquina
		Econômico	Custo baixo dos componentes
			Não aumentar o número de operações no processo
	Segurança	Projeto simplificado	
	Legal	Evitar cantos vivos	
	Ciclo de vida	Fabricabilidade	Atender as normas regulamentadoras
Não necessitar dispositivos de solda			
Não necessitar ferramentas especiais			
Montabilidade	Avaliar método de montagem através de modelo 3D		
	Fixação através de parafusos		
Usabilidade	Possuir painel de operação de fácil manuseio		
Atributos Específicos	Materiais	Geométricos	Atender limites dimensionais das pilhas de vigotes
		Material, Peso	Peças do corte devem possuir alta durabilidade
			Estrutura fabricada em Aço Carbono

Fonte: Autor, 2020

Com os requisitos de clientes identificados, foram analisados e levantados dezessete requisitos de projeto que precisam ser considerados no desenvolvimento do produto. Estes requisitos foram divididos em requisitos de funcionamento, ergonômico, econômico, segurança, legal, fabricabilidade, montabilidade, usabilidade, geométricos, material e peso.

#### 4.1.4 Hierarquizar Requisitos do Cliente e Produto

Nesta fase, foram hierarquizados os requisitos de acordo com o grau de importância, na figura 5, pode-se visualizar o Diagrama de Mudge, que compara os requisitos do cliente entre eles, trazendo como resultado uma pontuação para cada requisito identificado, apontando o quão importante um requisito é quando comparado com outro podendo este ser muito mais importante, medianamente ou pouco mais importante.

Figura 5 – Diagrama de Mudge

Números de Requisitos														Soma	%	VC		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14					
1	2C	3C	1C	5B	6A	7A	8B	1C	10A	11B	12C	13A	1C	3	1,0%	11		
	2	2B	2C	5B	6A	7A	8C	2B	10B	2B	2C	13A	2C	12	4,2%	8		
		3	3C	5B	6A	7A	8B	3B	10A	11A	12B	13A	3C	6	2,1%	10		
			4	5A	6A	7A	8B	4C	10A	11B	12B	13A	4C	2	0,7%	12		
				5	6B	7B	8C	5A	10B	5B	5A	13B	5A	32	11,1%	4		
					6	6B	6B	6A	6B	6A	6A	13B	6A	52	18,1%	2		
						7	7B	7A	7B	7A	7A	13C	7A	26	9,1%	6		
							8	8A	10B	8B	8A	13A	8A	29	10,1%	5		
								9	10A	11B	12C	13A	9C	0	0,0%	13		
									10	10A	10B	13B	10A	42	14,6%	3		
A=	5	Muito mais importante									11	11B	13A	11B	20	7,0%	7	
B=	3	Medianamente mais importante										12	13A	12C	8	2,8%	9	
C=	1	Pouco mais importante												13	13A	55	19,2%	1
													14	0	0,0%	14		
														287	100%			

Fonte: Autor, 2020

No quadro 5, podem ser visualizados os resultados obtidos no Diagrama de Mudge, estes são os requisitos do cliente classificados conforme seu grau de importância.

Quadro 5 – Classificação do Diagrama de Mudge

Classificação por importância		
Nº	Requisito	Pontuação
13	Ser possível movimentar a mesma até as pilhas de vigotes	55
6	Ter um aumento na produtividade	52
10	Ser de fácil manuseio	42
5	Ter baixo custo de produção	32
8	Possuir proteção em partes giratórias, conforme NR12	29
7	Diminuir risco de acidentes	26
11	Possuir material de alta durabilidade	20
2	Usar componentes de qualidade	12
12	Ter peças de reposição	8
3	Simple fabricação	6
1	Utilizar itens de prateleira quando possível	3
4	Simple montagem	2
9	Possuir bom acabamento	0
14	Possuir material reciclável	0

Fonte: Autor, 2020



sequência pode ser visualizado o terço médio e o terço inferior, quadro 7, e quadro 8, respectivamente.

Quadro 6 – Terço Superior

	Requisito	Valor meta	Forma de avaliação	Aspectos indesejados
1	Ser possível movimentar a máquina até as pilhas de vigotes	100% dos cortes precisam ser realizados nas pilhas	Verificação no processo	Não ser possível realizar o corte nas pilhas
2	Ter um aumento na produtividade	70% de ganho de produtividade	Tomadas de tempo	Aumento no tempo de corte
3	Ser de fácil manuseio	< 5 comandos	Avaliação do projeto	Dificultar usabilidade do projeto
4	Ter baixo custo de produção	<R\$20000,00	Avaliação do custo dos itens	Incremento de custo
5	Possuir proteção em partes giratórias	Partes giratórias protegidas	Avaliação do projeto	Partes giratórias desprotegidas

Fonte: Autor, 2020

Quadro 7 – Terço Médio

	Requisito	Valor meta	Forma de avaliação	Aspectos indesejados
6	Diminuir risco de acidentes	Minimizar risco de acidentes	Realizar observação no físico dos riscos	Aumentar acidentes
7	Possuir material de alta qualidade	Garantir duração dos componentes	Avaliação durante operações	Quebra de componentes
8	Usar componentes de qualidade	Garantir duração dos componentes	Avaliação durante operações	Quebra de componentes
9	Ter peças de reposição	20% dos itens de prateleira	Verificar catálogos	Produzir peças
10	Simple fabricação	Não necessitar de dispositivo para fabricação	Avaliação do projeto	Aumentar custo de fabricação

Fonte: Autor, 2020

Quadro 8 – Terço Inferior

	Requisito	Valor meta	Forma de avaliação	Aspectos indesejados
11	Utilizar itens de prateleira quando possível	20% dos itens de prateleira	Verificar catálogos	Produzir peças
12	Simples montagem	Não necessitar de dispositivo para fabricação	Avaliação do projeto	Aumentar custo de fabricação
13	Possuir bom acabamento	Boa aparência	Verificação do projeto	Uma má aparência
14	Possuir material reciclável	50% material utilizado precisa ser reciclável ou poder ser usado em outros projetos	Avaliação do projeto	Não haver possibilidade de reutilizar

Fonte: Autor, 2020

Entre os requisitos de projeto evidenciados nos quadros anteriores, destacam os requisitos do terço superior, estes requisitos avaliados através das ferramentas de Mudge e QFD, como os requisitos mais importantes, e serão utilizados como base para auxiliar no desenvolvimento do projeto.

## 4.2 PROJETO CONCEITUAL

Nesta etapa do projeto foram definidas e desenvolvidas soluções conceituais para dar ao produto uma forma para atender os requisitos mencionados na etapa do projeto informacional. O processo de desenvolvimento de conceitos vai ser apresentado nas etapas a seguir.

### 4.2.1 Modelar funcionalmente o produto

Para uma melhor compreensão das funções básicas do produto, se desenvolveu uma função global do sistema, para que assim seja possível demonstrar de maneira simples qual será a função do produto. A figura 7 vai demonstrar esta definição.

Figura 7 – Função Global do sistema

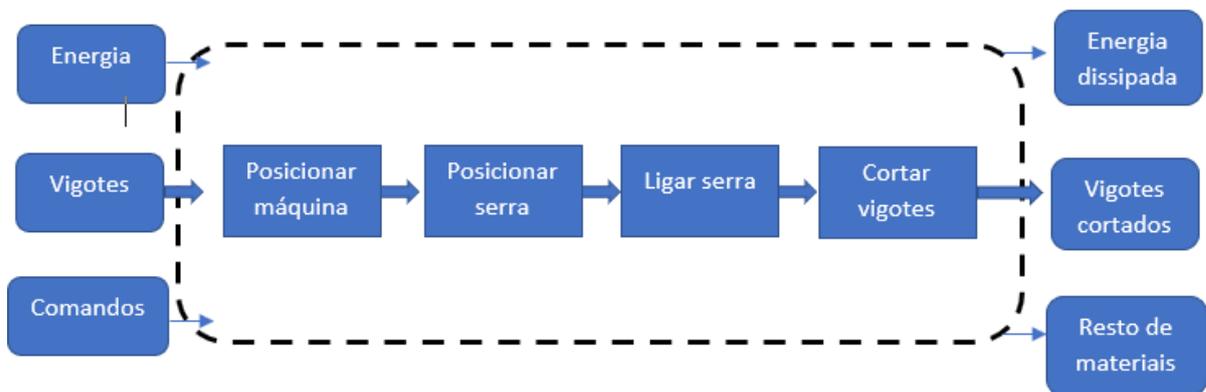


Fonte: Autor, 2020

Na figura 7 consegue-se observar a função global do sistema, também é possível verificar as entradas e saídas do sistema.

Com a função global definida, foi possível realizar a abertura da mesma, onde pode-se visualizar funções mais específicas do sistema, que se tornam base para elaborar os conceitos. Na figura 8, é possível verificar a estrutura funcional simplificada.

Figura 8 – Estrutura funcional simplificada



Fonte: Autor, 2020

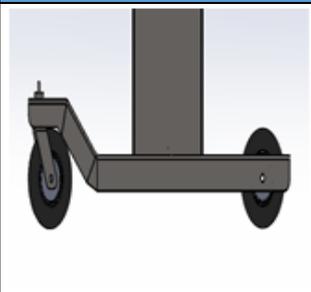
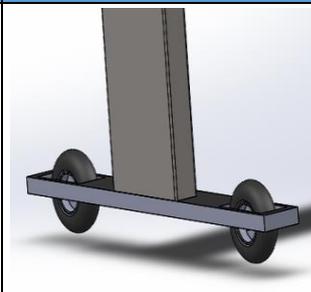
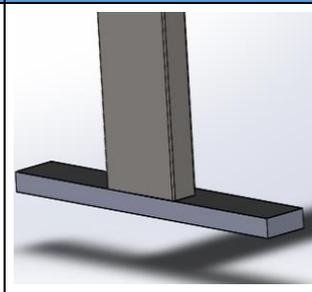
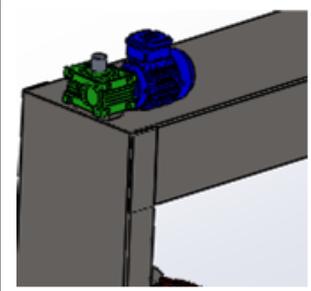
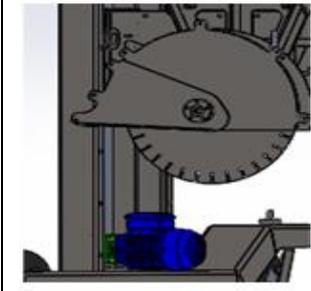
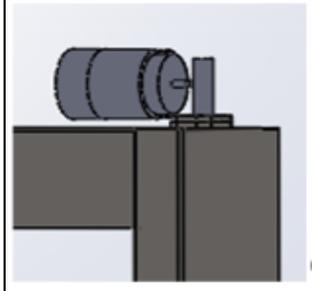
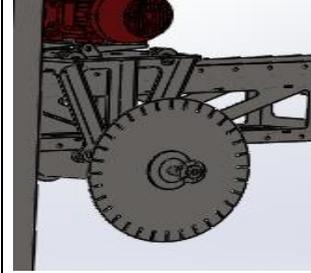
Na figura 8 é possível visualizar a abertura da função global em outras quatro funções, que trata do processo em que a máquina é posicionada na pilha de vigotes e realizado o corte dos mesmos, assim obtendo-se o produto final.

#### 4.2.2 Desenvolver princípios de solução para as funções

Esta etapa vai dar forma ao projeto, para cada uma das funções citadas na estrutura funcional simplificada, foram definidas três formas que melhor definem a função, onde cada função possui características diferentes, para obter a criação de conceitos com características particulares.

Seguindo a metodologia usada, no quadro 9, podemos visualizar a matriz morfológica com as diferentes formas para cada função.

Quadro 9 – Matriz Morfológica

Função	1	2	3
Posicionar máquina			
Posicionar serra			
Ligar serra			
Cortar vigotes			

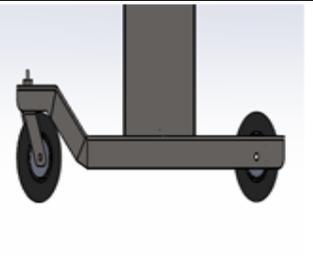
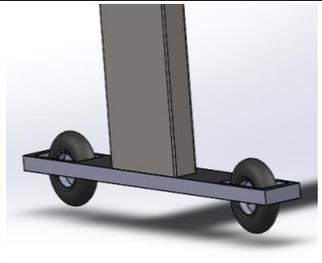
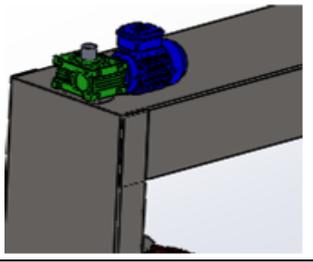
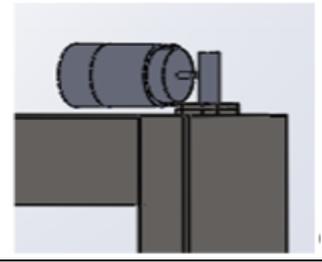
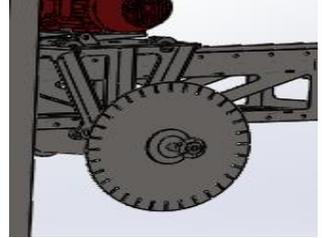
Fonte: Autor, 2020

No quadro 9, podemos visualizar cada uma das formas propostas para as funções do sistema, onde é facilitado o entendimento e melhor visualização e seleção das formas que melhor atendem as funções citadas.

#### 4.2.3 Desenvolver as alternativas de solução para o produto

Para atender os requisitos de cliente e projeto, entre as alternativas demonstradas na matriz morfológica, foram elaboradas duas combinações de conceitos, que podem ser visualizados no quadro 10.

Quadro 10 – Combinação dos princípios de solução

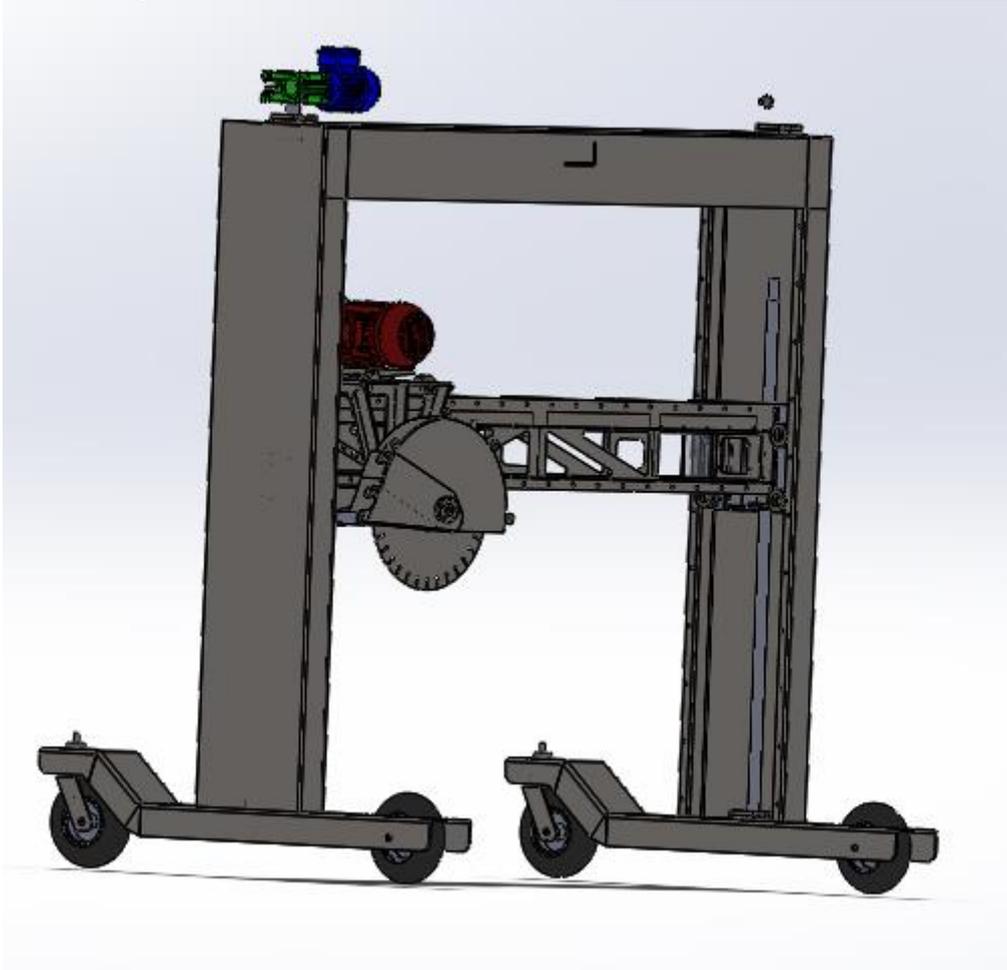
Função	1	2
Posicionar máquina		
Posicionar serra		
Ligar serra		
Cortar vigotes		

Fonte: Autor, 2020

No quadro 10, podemos visualizar a melhor combinação dos conceitos, cada coluna representa um conceito, e para cada definição de conceito foram avaliados os requisitos de projeto, dando mais importância para os requisitos do primeiro terço.

A partir das combinações demonstradas no quadro 10, foram elaborados dois conceitos, sendo estes que possuem maior probabilidade de serem escolhidas para a concepção final do projeto, conforme figuras 9 e 10.

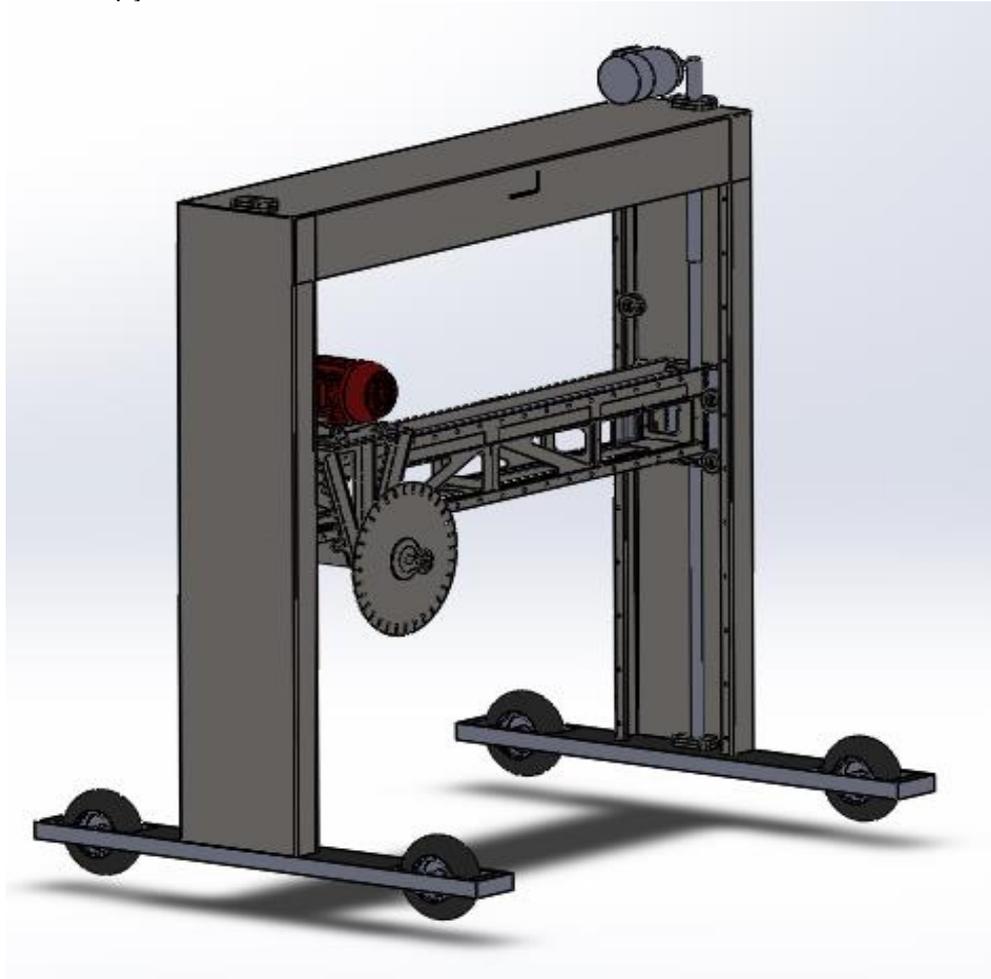
Figura 9 – Concepção 1



**Fonte:** Autor, 2020

Na figura 9, é possível verificar uma máquina de corte de vigotes com um motor com moto redutor para ajuste de altura do carro de corte, também dois jogos de rodizio que facilitam a movimentação da máquina até as pilhas de vigotes.

Figura 10 – Concepção 2



Fonte: Autor, 2020

Na figura 10, é possível verificar uma máquina de corte de vigotes com um motor para ajuste de altura do carro de corte sem moto redutor, os rodízios são fixos e não permitem ser movimentados com facilidade, o sistema de corte está desprotegido podendo ocasionar acidentes.

#### 4.2.4 Selecionar a Concepção do Produto

Visto que as duas concepções anteriores possuem características para atender a concepção final, seguindo a metodologia, foi elaborada a matriz de decisão, que pode ser visualizada no quadro 11.

Quadro 11 – Matriz de decisão

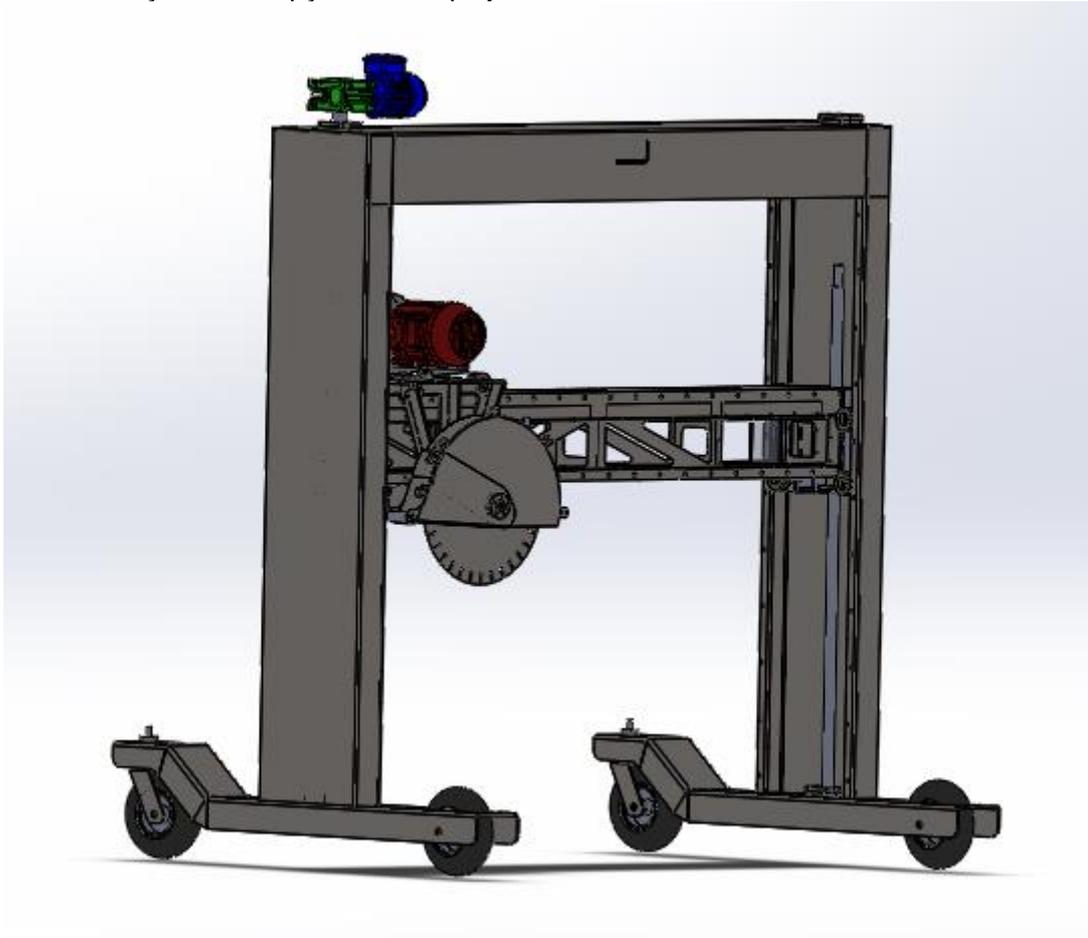
Requisito	VC	Concepção			
		1		2	
Utilizar itens de prateleira quando possível	11	1	11	1	11
Usar componentes de qualidade	8	1	8	0	0
Simple fabricação	10	1	10	1	10
Simple montagem	12	1	12	0	0
Ter baixo custo de produção	4	1	4	1	4
Ter um aumento na produtividade	2	1	2	0	0
Diminuir risco de acidentes	6	1	6	0	0
Possuir proteção em partes giratórias, conforme NR12	5	1	5	1	5
Possuir bom acabamento	13	1	13	1	13
Ser de fácil manuseio	3	1	3	0	0
Possuir material de alta durabilidade	7	1	7	1	7
Ter peças de reposição	9	1	9	1	9
Ser possível movimentar a mesma até as pilhas de vigotes	1	1	1	1	1
Possuir material reciclável	14	1	14	1	14
Peso da concepção		119		83	

Fonte: Autor, 2020

Na matriz de decisão, utilizou-se os requisitos de cliente, juntamente com o valor do cliente (VC), onde cada concepção foi avaliada com os valores de 1, se atende o requisito, 0 se é neutro, onde estes valores foram multiplicados pelo (VC). Desta forma pode-se afirmar que a concepção 1, foi a que melhor ficou avaliada na matriz de decisão, assim sendo definida como a concepção que melhor atende os requisitos do cliente.

Através dos passos adotados na metodologia, tem-se a definição da concepção final do projeto, onde seu esboço pode ser visualizado na figura 11.

Figura 11 – Esboço da concepção final do projeto



**Fonte:** Autor, 2020

Conforme pode ser visualizado na figura 11, a concepção final ficou definida como uma serra de corte de vigotes, constituída de um motor com moto redutor para regulagem de altura do carro de corte, dois pares de rodizio sendo um par móvel, para facilitar o posicionamento da máquina na pilha de vigotes, partes móveis protegidas para evitar acidentes.

### 4.3 PROJETO DETALHADO

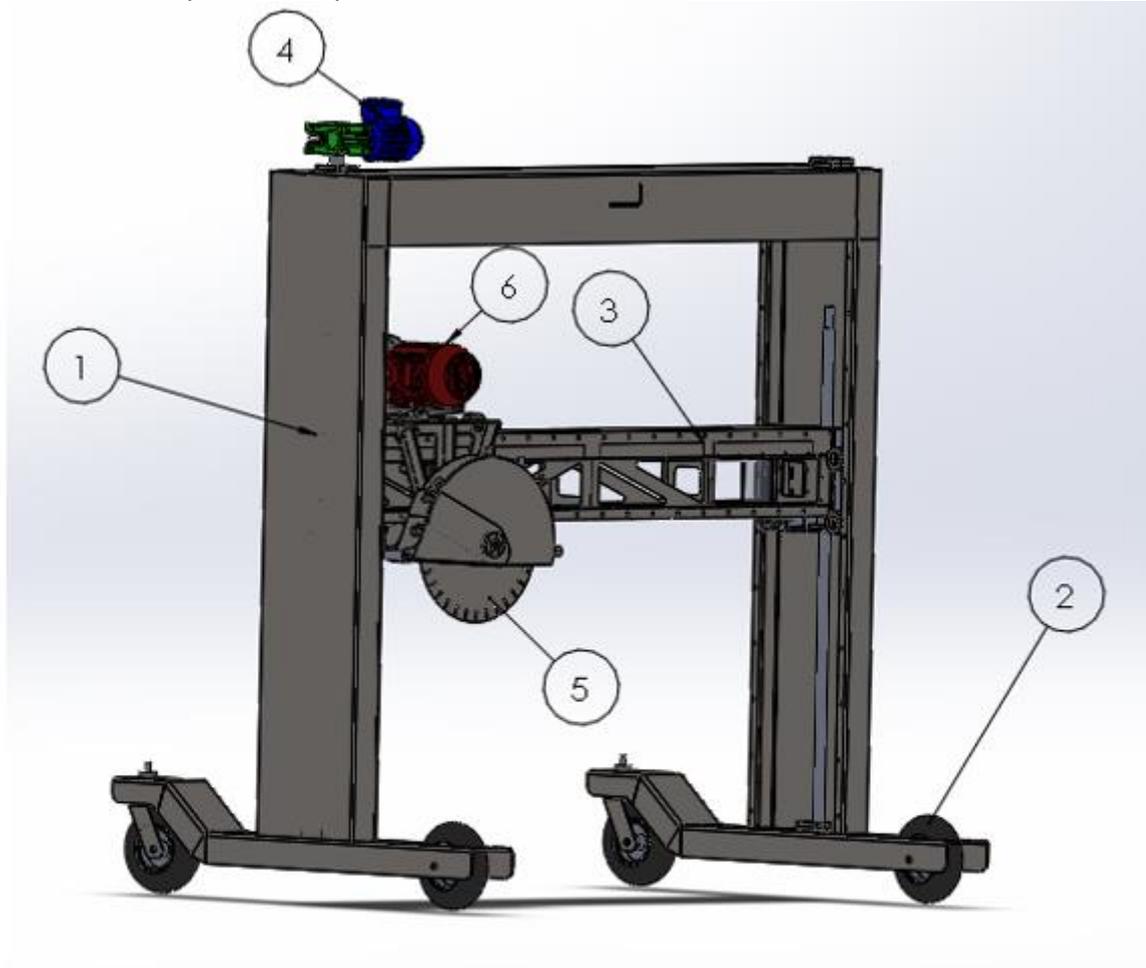
Nesta fase do projeto, a partir do esboço definido, realizou-se a definição dos materiais, das formas e das dimensões do modelo, para realizar esta etapa tornou-se necessário o uso de ferramentas de CAD para modelamento.

#### 4.3.1 Leiautes preliminares e desenhos de forma

Com a concepção definida, foi feita a identificação dos principais portadores de efeito físico, identificando os principais componentes que desempenharão a

função principal da máquina. A figura 12, mostra o leiaute preliminar da máquina e os portadores de efeito físico.

Figura 12 – Leiaute preliminar e portadores de efeito físico



N° do item	Descrição
1	Estrutura
2	Rodízio
3	Carro de elevação
4	Motor para elevação do carro de corte
5	Sistema de corte
6	Motor

**Fonte:** Autor, 2020

Na figura 12, é possível visualizar o leiaute preliminar, juntamente com os principais componentes, estrutura, rodízio, carro de elevação, motor para elevação do carro de corte, sistema de corte e motor.

Para executar o projeto será necessário o uso de eixos específicos para este projeto, polias correia V, um motor de alto rotação 5CV para obter a rotação necessária para efetuar o corte, dois motores de baixa rotação 1/2 CV para realizar

posicionamento e avanço da serra, um moto redutor, rolamentos de prateleira para diminuir custos, disco de corte diamantado de 18”, chapas de AÇO SAE1020, parafusos diversos, rodízios, aparelhos de solda, corte laser entre outros itens.

#### **4.3.2 Revisão do projeto**

Nesta etapa do projeto, verifica-se se o projeto atendeu às especificações listadas na fase do projeto informacional. A lista de especificações é muito importante, pois é nela que é verificado se o projeto atendeu as especificações das quais foram propostas. No quadro 12 pode-se verificar a lista de verificações.

Quadro 12 – Lista de verificação

	Requisito	Valor meta	Valor atendido	Atende
1	Ser possível movimentar a maquina até as pilhas de vigotes	100% dos cortes precisam ser realizados nas pilhas	100% dos cortes são realizados nas pilhas	Sim
2	Ter um aumento na produtividade	70% de ganho de produtividade	73,2% de ganho de produtividade	Sim
3	Ser de fácil manuseio	< 5 comandos	4 comandos	Sim
4	Ter baixo custo de produção	<R\$20000,00	R\$ 19.730,00	Sim
5	Possuir proteção em partes giratórias	Partes giratórias protegidas	Quando possível foi protegido as partes giratórias buscando atender a NR12	Sim
6	Diminuir risco de acidentes	Minimizar risco de acidentes	Risco de acidente diminuído	Sim
7	Possuir material de alta qualidade	Garantir duração dos componentes	Componentes de alta qualidade utilizados como: disco diamantado, AÇO SAE1020, rolamentos de boa qualidade	Sim
8	Usar componentes de qualidade	Garantir duração dos componentes	Componentes de alta qualidade utilizados como: disco diamantado, AÇO SAE1020, rolamentos de boa qualidade	Sim
9	Ter peças de reposição	20% dos itens de prateleira	25% dos itens de prateleira	Sim
10	Simples fabricação	Não necessitar de dispositivo para fabricação	Não foi necessario o uso de dispositivo para fabricação	Sim
11	Utilizar itens de prateleira quando possível	20% dos itens de prateleira	25% dos itens de prateleira	Sim
12	Simples montagem	Não necessitar de dispositivo para fabricação	Não foi necessario o uso de dispositivo para fabricação	Sim
13	Possuir bom acabamento	Boa aparência	OK	Sim
14	Possuir material reciclável	50% material utilizado precisa ser reciclável ou poder ser usado em outros projetos	50% do material utilizado pode ser usado em outros projetos como: motores, comando elétrico entre outros.	Sim

Fonte: Autor, 2020

Conforme mostrado no quadro 12, foram alcançadas todas as metas de requisito de cliente.

### 4.3.3 Cálculo de ganho de produtividade

Conforme OHNO (1997), a produtividade basicamente, diz respeito à relação entre o que foi produzido e os recursos utilizados para sua confecção. Para cálculo de ganho de produtividade foram coletados tempos do processo antigo e do novo processo de corte, conforme mostrado no quadro 13.

Quadro 13 – Tempo de corte

Processo antigo		
Atividade	Tempo	Quantidade
Movimentar vigotes até a policorte	01:16	1
Movimentar vigotes até a policorte	01:11	1
Movimentar vigotes até a policorte	01:13	1
Movimentar vigotes até a policorte	01:15	1
Movimentar vigotes até a policorte	01:12	1
Movimentar vigotes até a policorte	01:05	1
Movimentar vigotes até a policorte	01:10	1
Movimentar vigotes até a policorte	01:15	1
Movimentar vigotes até a policorte	01:10	1
Realizar corte vigote	01:13	1
Realizar corte vigote	01:16	1
Realizar corte vigote	01:20	1
Realizar corte vigote	01:25	1
Realizar corte vigote	01:23	1
Realizar corte vigote	01:26	1
Realizar corte vigote	01:19	1
Realizar corte vigote	01:20	1
Realizar corte vigote	01:23	1
Realizar corte vigote	01:18	1
<b>Média</b>	<b>02:31</b>	

Novo processo		
Atividade	Tempo	Quantidade
Posicionar máquina	05:25	10
Realizar corte vigote	02:02	10
Posicionar máquina	05:20	10
Realizar corte vigote	02:07	10
Posicionar máquina	05:30	10
Realizar corte vigote	01:57	10
Posicionar máquina	05:25	10
Realizar corte vigote	02:02	10
Posicionar máquina	05:31	10
Realizar corte vigote	01:56	10
<b>Média</b>	<b>00:40</b>	

Fonte: Autor, 2020

Conforme mostrado no quadro 13, obteve-se um ganho de produtividade onde no processo antigo tinha-se um tempo médio de processo de quatro minutos e cinquenta e dois segundos, com o novo processo obteve-se um tempo médio de quarenta segundos por vigote cortado.

O ganho de produtividade pode ser visualizado conforme mostra o quadro 14.

Quadro 14 – Ganho de produtividade

Processo antigo	Novo processo
$\text{Produtividade} = \frac{\text{Tempo}}{\text{Quantidade}}$	$\text{Produtividade} = \frac{\text{Tempo}}{\text{Quantidade}}$
$\text{Produtividade} = \frac{02:31}{10}$	$\text{Produtividade} = \frac{00:40}{10}$
$\text{Produtividade} = 0,25 \text{ min/peça}$	$\text{Produtividade} = 0,067 \text{ min/peça}$
$\frac{0,067}{0,25} =$	$0,268-1$
	$73,20\% \text{ de ganho de produtividade}$

Fonte: Autor, 2020

Conforme mostrado no quadro 14, obteve-se um ganho de produtividade de 73% no processo de corte com a implantação do projeto.

#### 4.4 PROTOTIPAGEM

Nesta etapa do trabalho são apresentadas algumas imagens do protótipo, e testes realizados durante a fabricação. Na figura 13, pode-se visualizar o protótipo em teste.

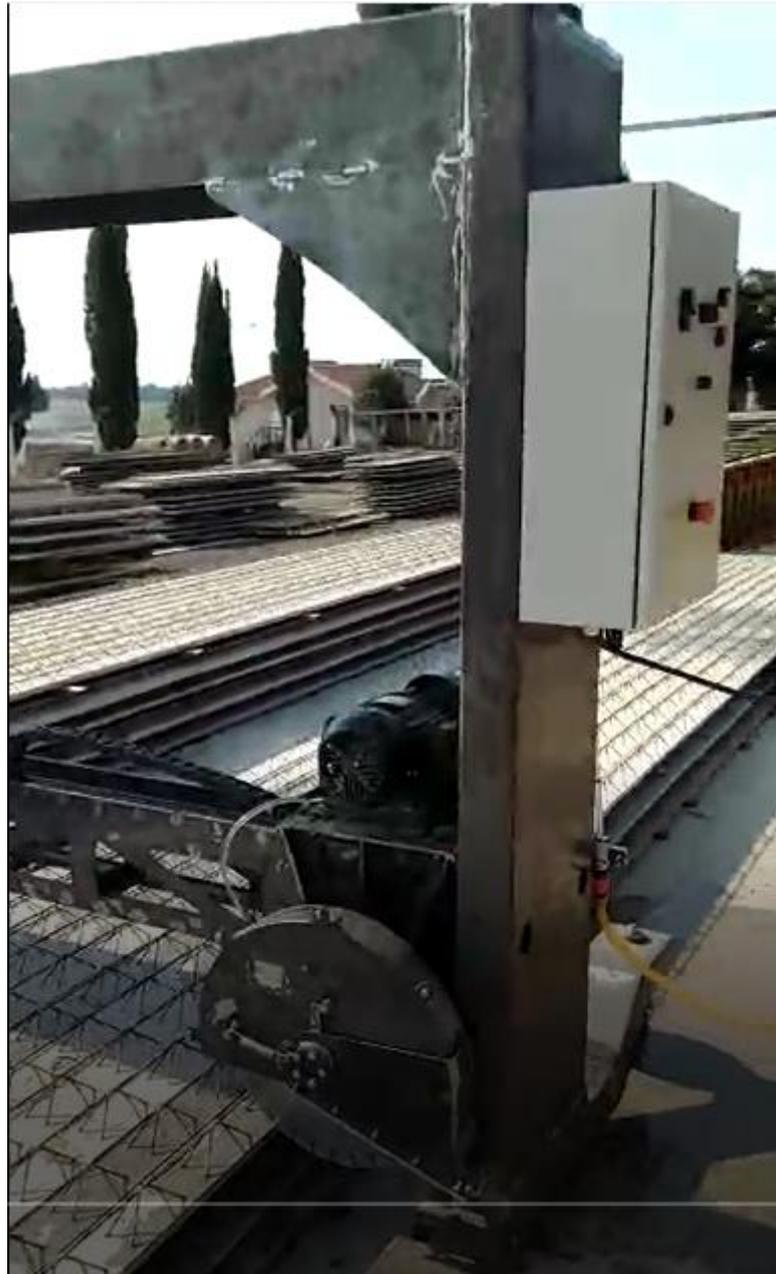
Figura 13 – Teste protótipo



Fonte: Autor, 2020

Na figura 14, pode ser visualizado o painel elétrico.

Figura 14 – Sistema de comando



Fonte: Autor, 2020

Na figura 15, pode ser visualizado o protótipo já com acabamento de pintura, e pronto para uso da empresa.

Figura 15 – Máquina de corte de vigotes



Fonte: Autor, 2020

## CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho, foi a definição do projeto detalhado de uma máquina de corte de vigotes que permitisse um ganho de produtividade e uma diminuição do risco de acidentes no processo de corte de vigotes, podendo ter o processo alterado drasticamente.

Em relação ao primeiro objetivo específico, desenvolver uma máquina que possibilite ser movimentada até as pilhas de vigote para realizar o corte, foi totalmente atendido, com o projeto tem-se a possibilidade de movimentar a máquina de corte até a pilha de vigotes e realizar o corte, no processo antigo os vigotes eram movimentados até uma policorte para realizar o corte.

No que se refere ao segundo objetivo específico, diminuir o risco de acidente no processo de corte de vigotes, foi totalmente atendido pois a máquina tem um sistema de corte seguro e avanço automático evitando risco de acidente.

O terceiro objetivo específico, diminuir risco de acidentes na movimentação de vigotes até a máquina de corte, foi atendido com sucesso pois a máquina de corte é movimentada até as pilhas de vigote e é realizado o corte dos mesmos, não necessitando mais a movimentação dos vigotes até uma policorte.

Sobre o quarto objetivo específico, diminuir movimentações desnecessárias e ter ganho de produtividade foi atendido, pois com o projeto obteve-se um ganho de produtividade em torno de 73%, para a empresa este ganho de produtividade é de grande importância, pelo fato de poder usar o tempo gasto em movimentação desnecessária em outras atividades dentro da empresa.

Desta forma, o trabalho desenvolvido permite concluir que é de suma importância para a boa execução de um projeto, que este seja desenvolvido de acordo com uma metodologia bem estruturada, clara e coerente, garantindo a qualidade do produto de acordo com os objetivos estabelecidos inicialmente. Também proporcionou um aprimoramento dos conhecimentos na área de projeto do produto bem como um melhor entendimento sobre processos de corte de vigotes, demonstrando como a engenharia mecânica é importante para os vários setores de produção.

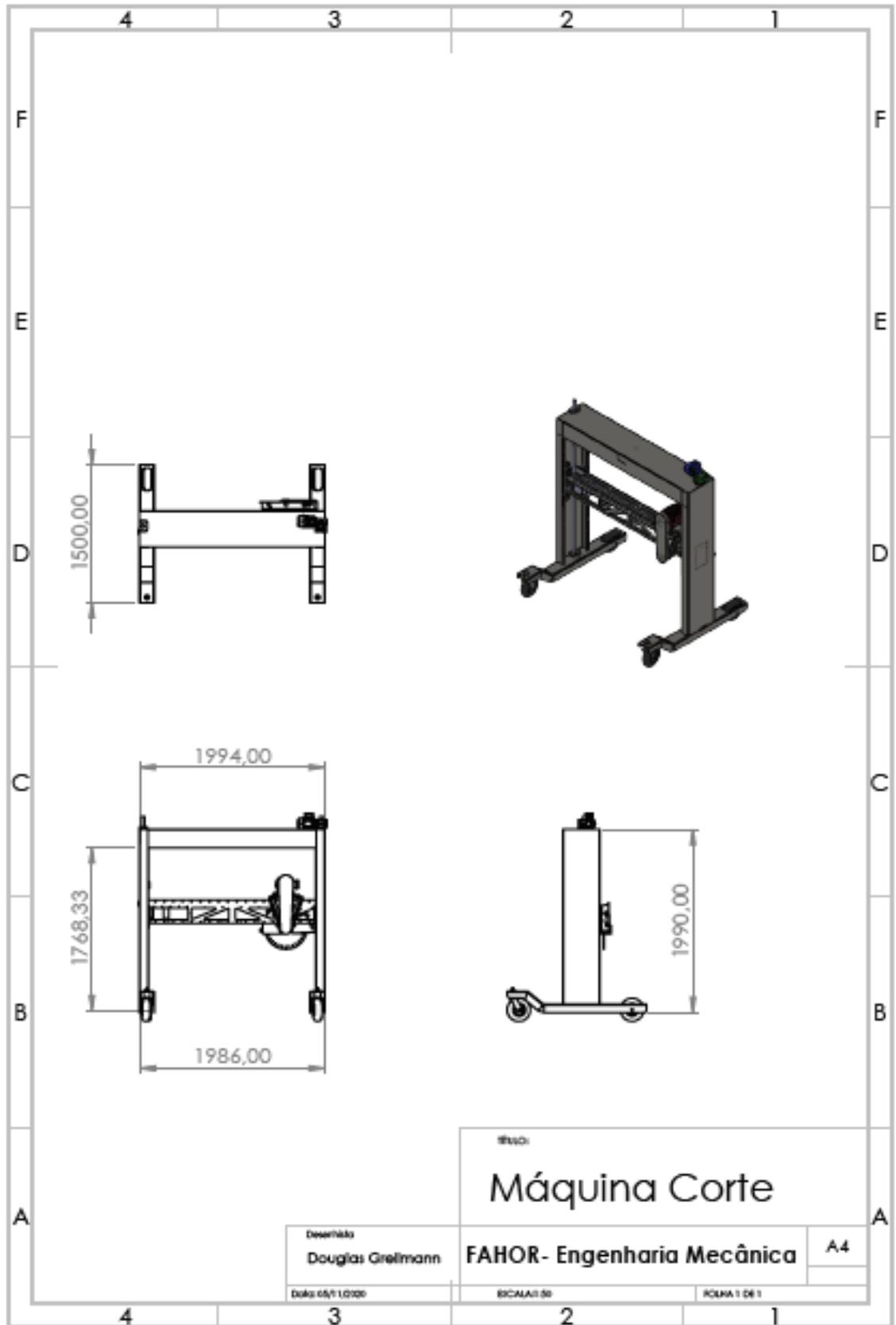
## REFERÊNCIAS

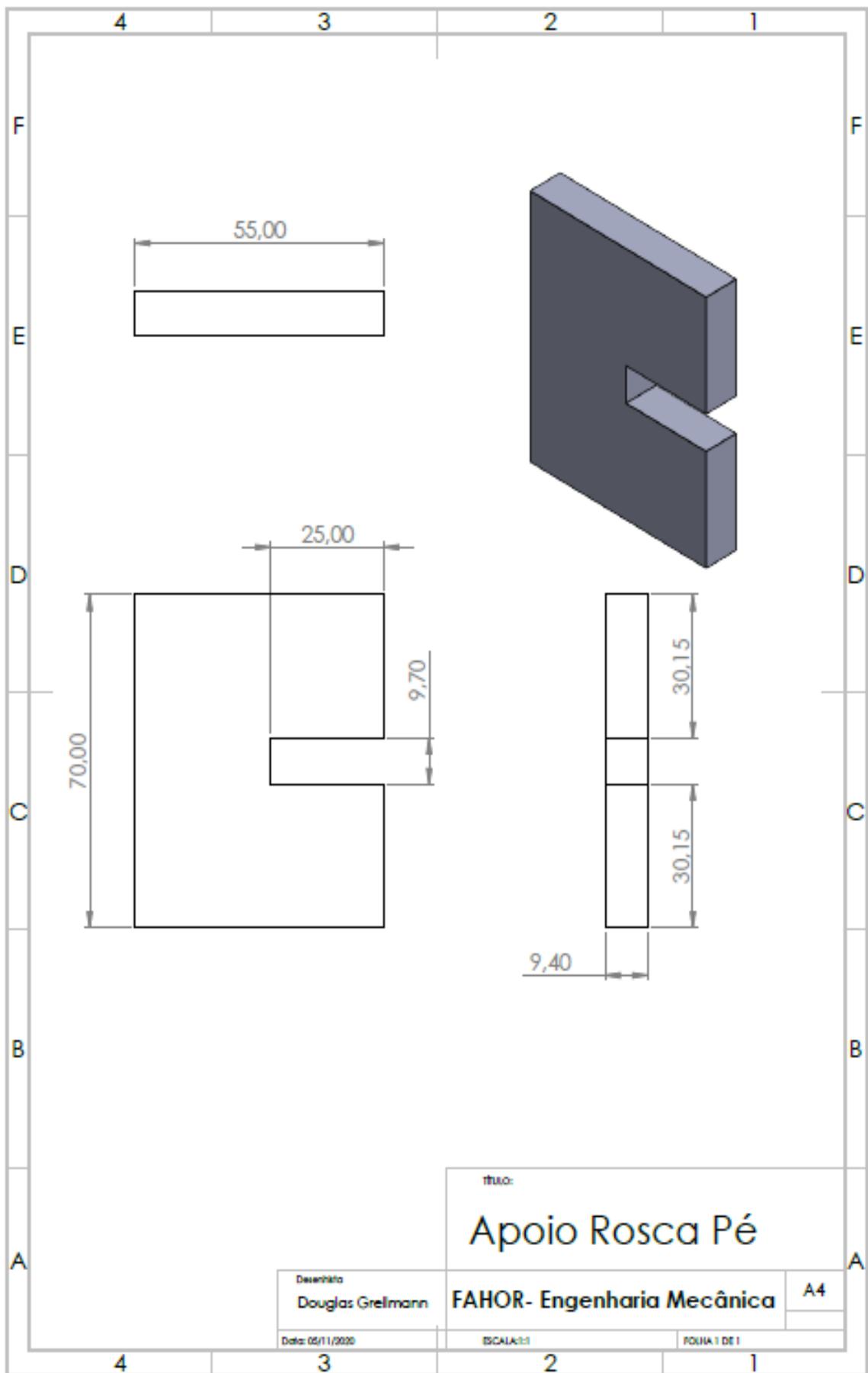
- AMARAL, D. C. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência Para a Melhoria de Processo.** Editora Saraiva, São Paulo, 2006.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto: Guia prático para design de novos produtos.** 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BERNARDES, E.; JUNIOR, J. M.; NAKANO, D. N. **Pesquisa qualitativa em engenharia de produção e gestão de operações.** São Paulo: Atlas, 2019.
- BRASIL. MINISTERIO DO TRABALHO. **NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.** 2019. Disponível em: <[https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-12.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-12.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2020.
- BRASIL. MINISTERIO DA ECONOMIA. **Planejamento.** 2018. Disponível em: <<http://www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/programa-de-aceleracao-do-crescimento-pac>>. Acesso em: 19 ago. 2020.
- FIORATTI A. Netúlio. **Processo de Produção do concreto:.** Ficha Complementar – texto para Orientação. Disponível em: [http://netulio.weebly.com/uploads/9/0/6/6/9066781/processo\\_de\\_produo\\_do\\_concret\\_o.pdf](http://netulio.weebly.com/uploads/9/0/6/6/9066781/processo_de_produo_do_concret_o.pdf). Acesso em: 10 out. 2020.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.
- MIGUEL, P. A. C.; et. al. **Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MORAES, Giovanni. **Normas regulamentadoras comentadas e ilustradas.** 8. ed. Rio de Janeiro: Livraria Virtual, 2014.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Trad. de C. Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- REIS, A. V. **Desenvolvimento de concepção para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas.** Florianópolis. 2003. Tese – PPGEM – UFSC, 2003.
- SCHNEIDER, Elmo Ebanês. **Instalações de dispositivos de segurança para máquinas operatrizes conforme a norma regulamentadora nº 12 com ênfase em dispositivos elétricos.** 2011. Monografia (Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí-RS, 2011.
- LIKER, Jeffrey. K.; MEIER, David. **O modelo Toyota: manual de aplicação.** Porto Alegre: Bookman, 2007.
- SLACK, Nigel; JONES, Alistair Brandon; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

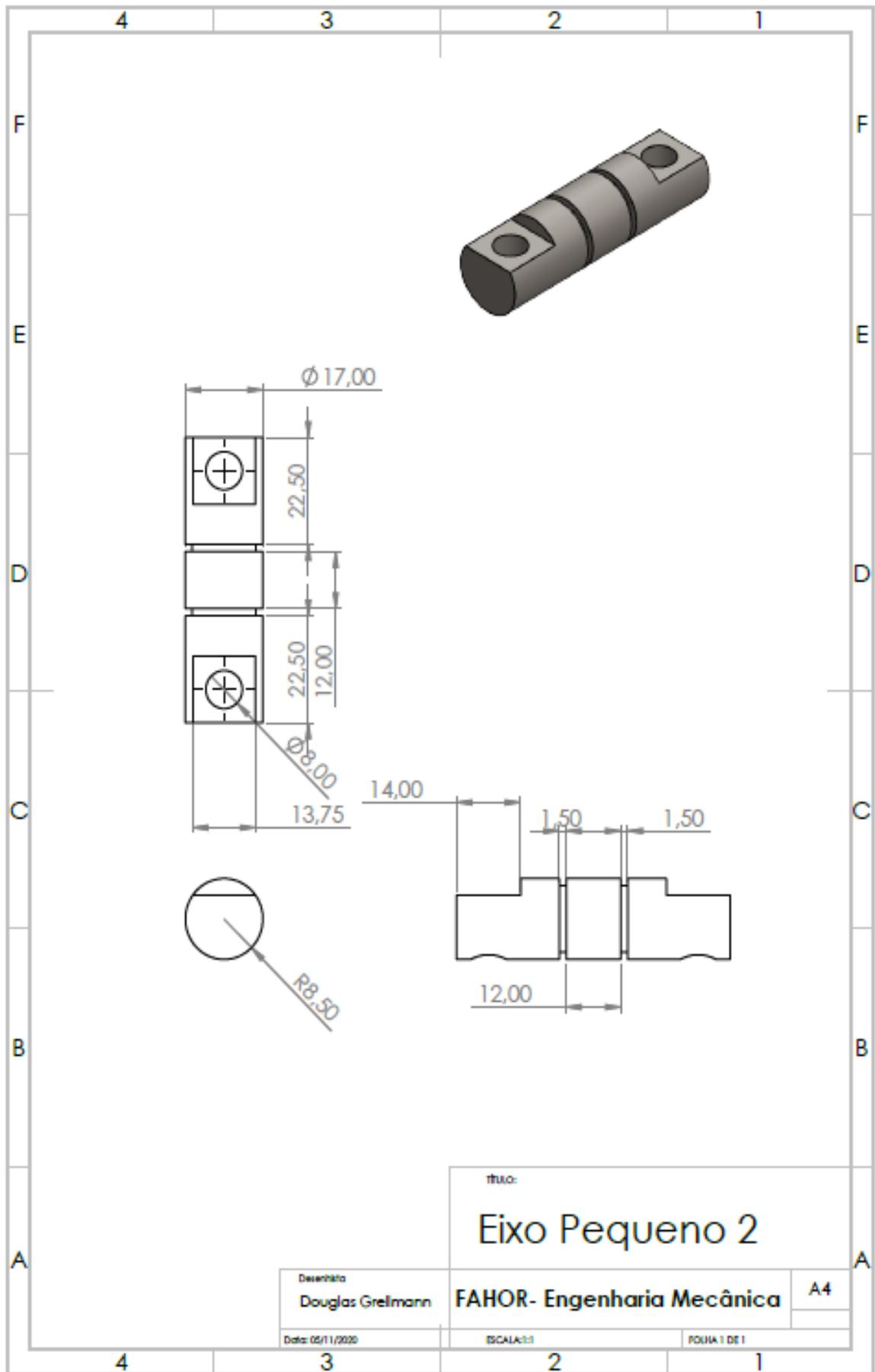
TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manufatura Enxuta como Estratégia de Produção: a chave para a produtividade industrial.** São Paulo: Atlas, 2015.

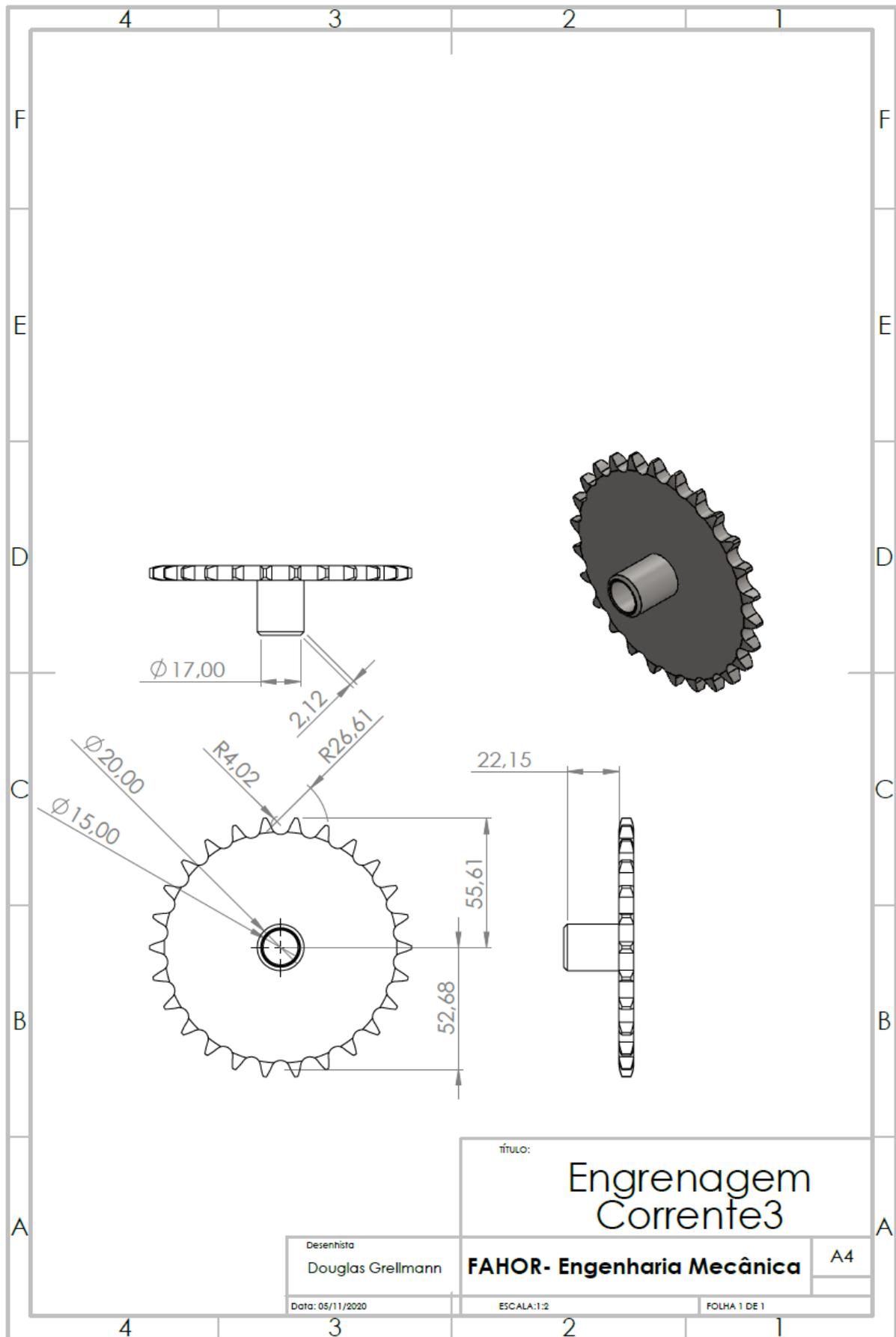
TUTIKIAN, B. F; HELENE, P. Dosagem dos concretos de cimento Portland. In: **Concreto Ciência e Tecnologia** – Cap. 12 - IBRACON, 2011. Disponível em: <<https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc56.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2020.

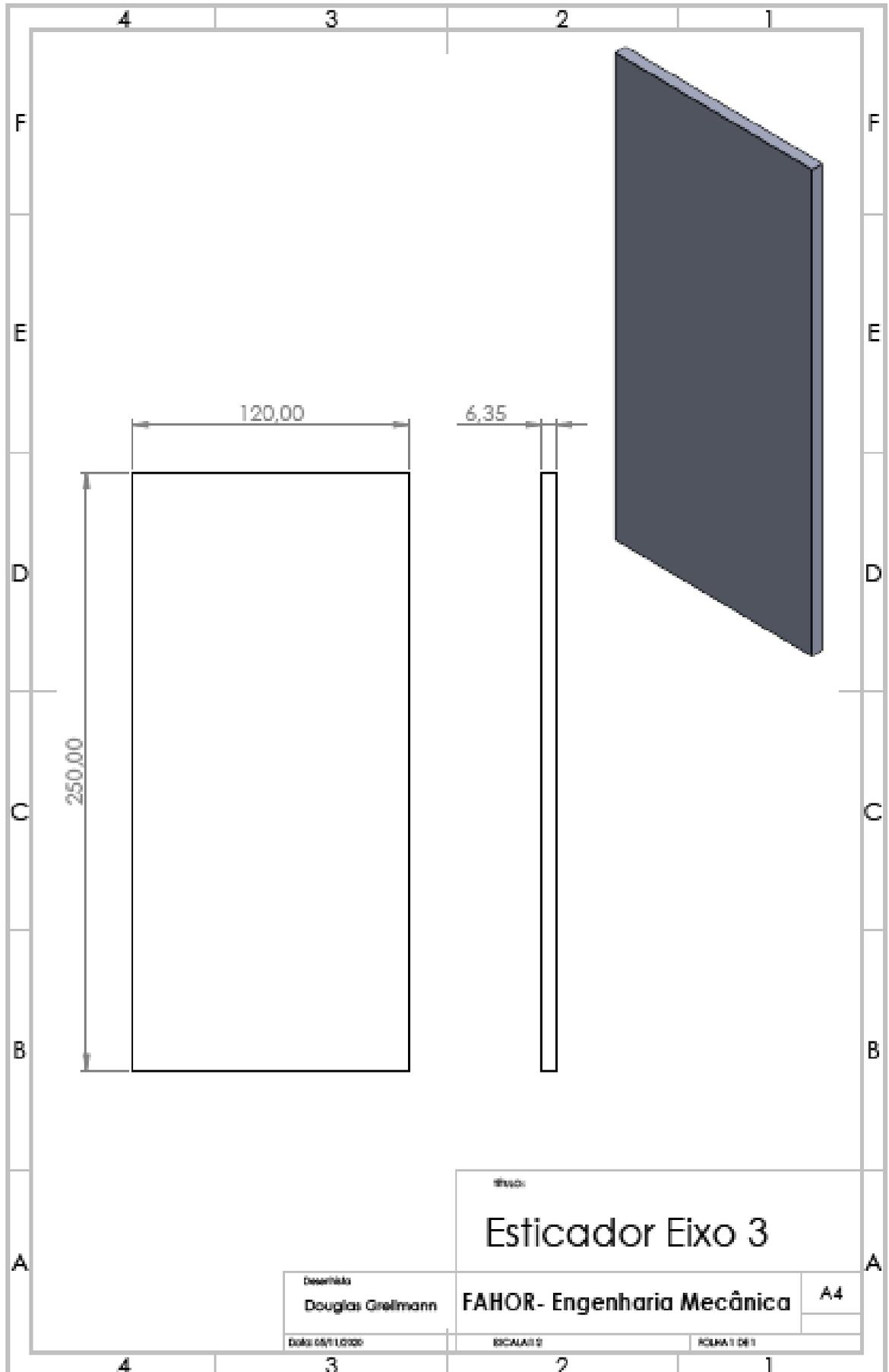
## APÊNDICE – DESENHOS DETALHADOS

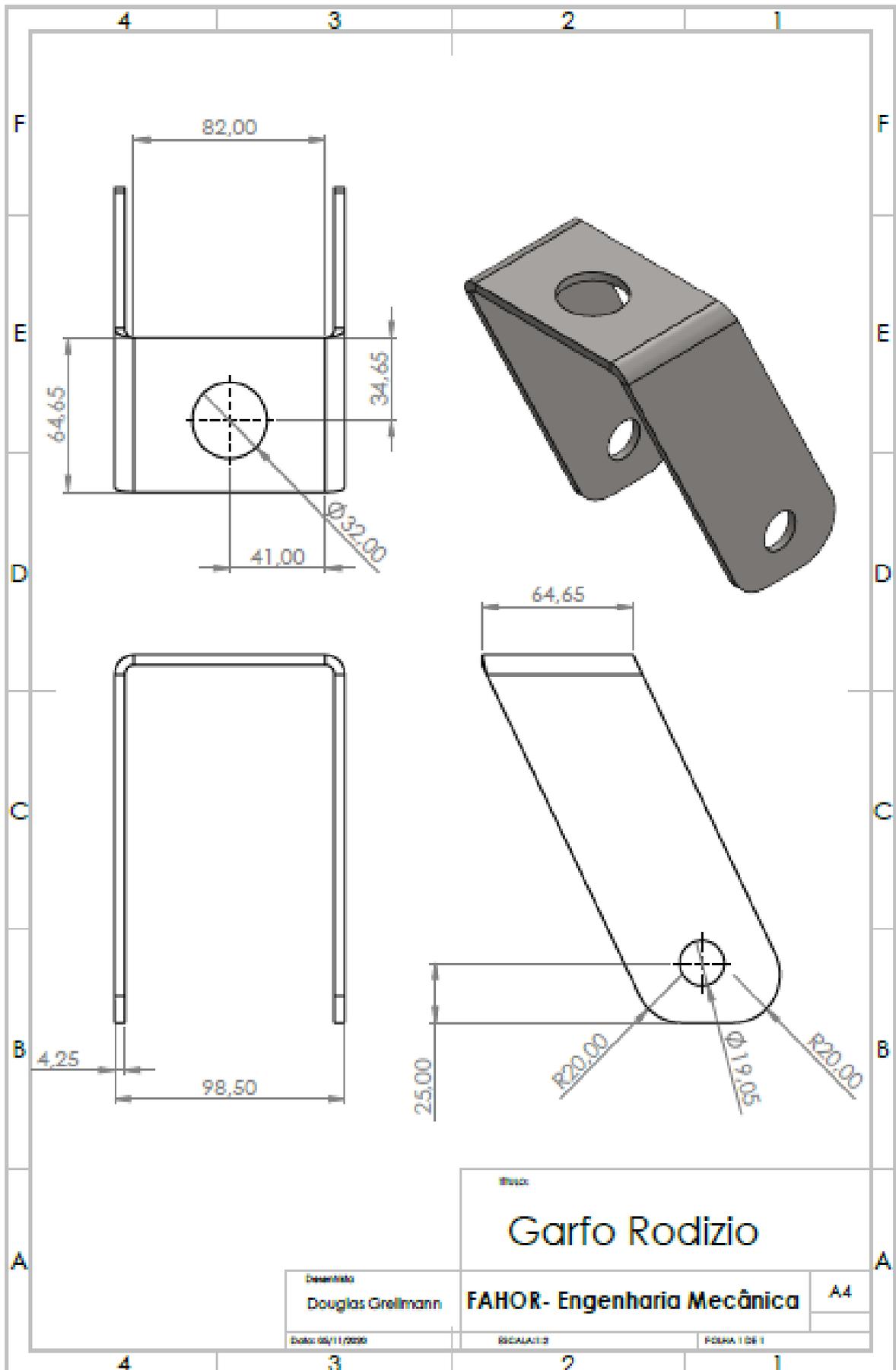


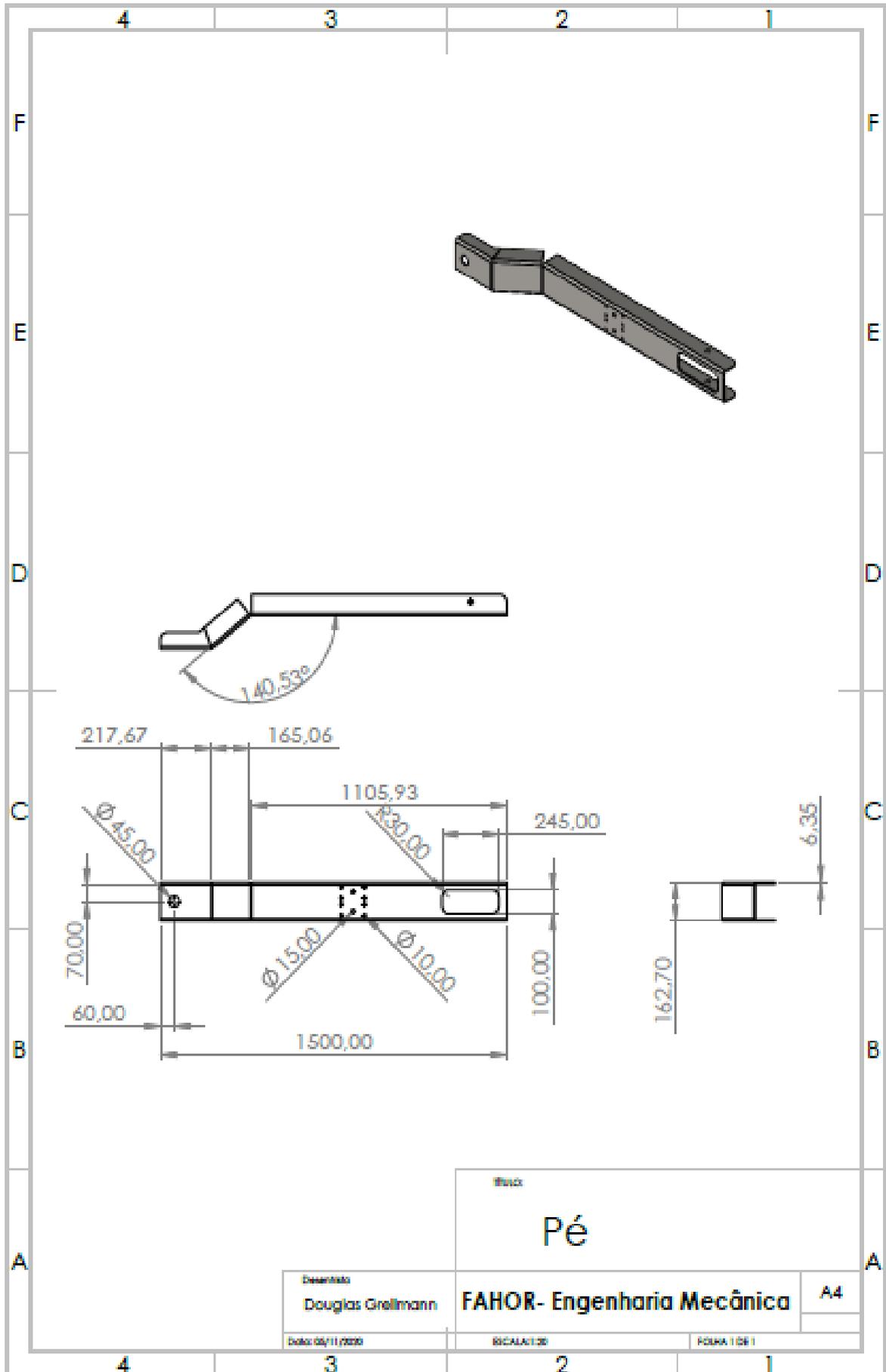


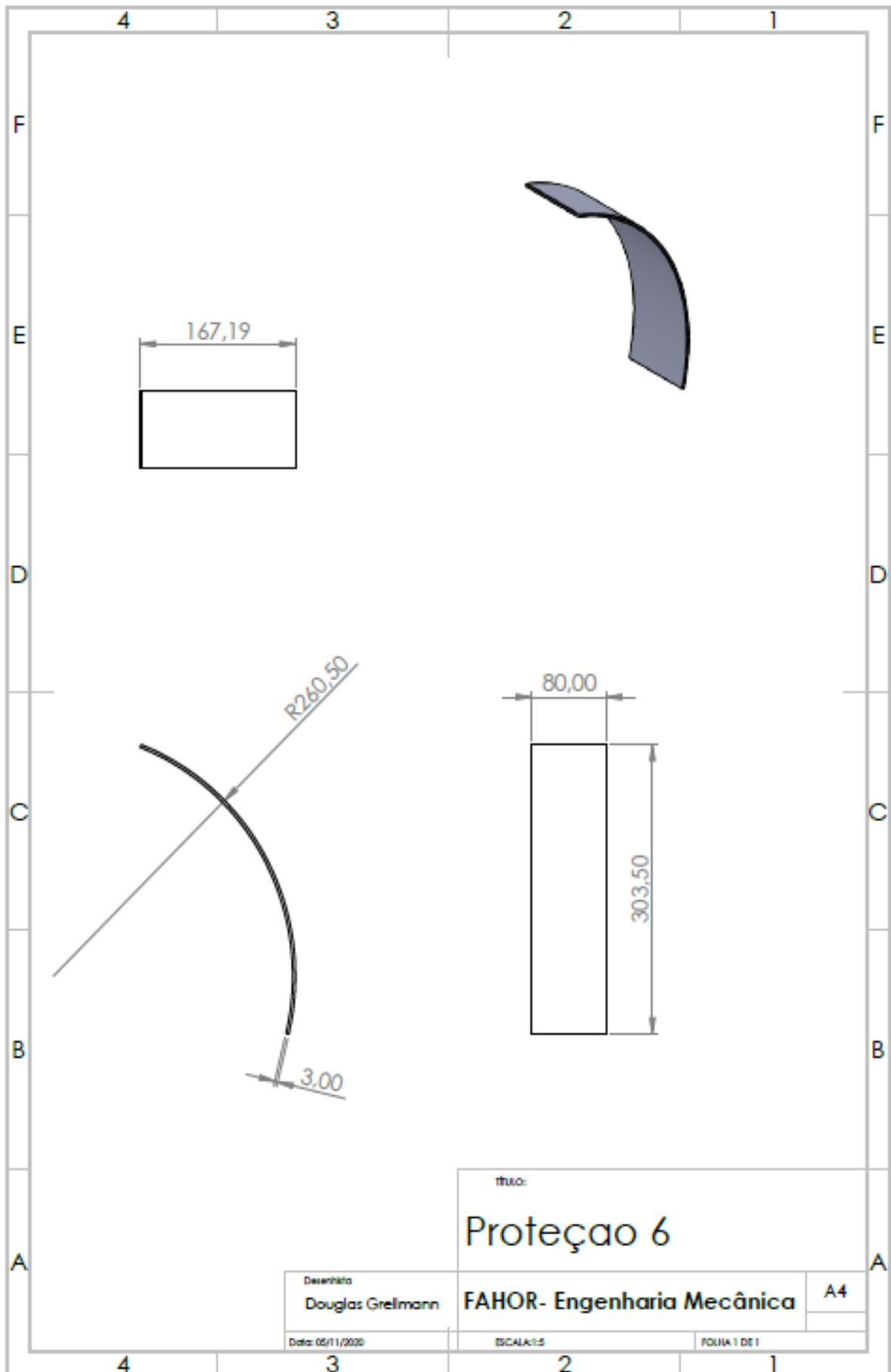


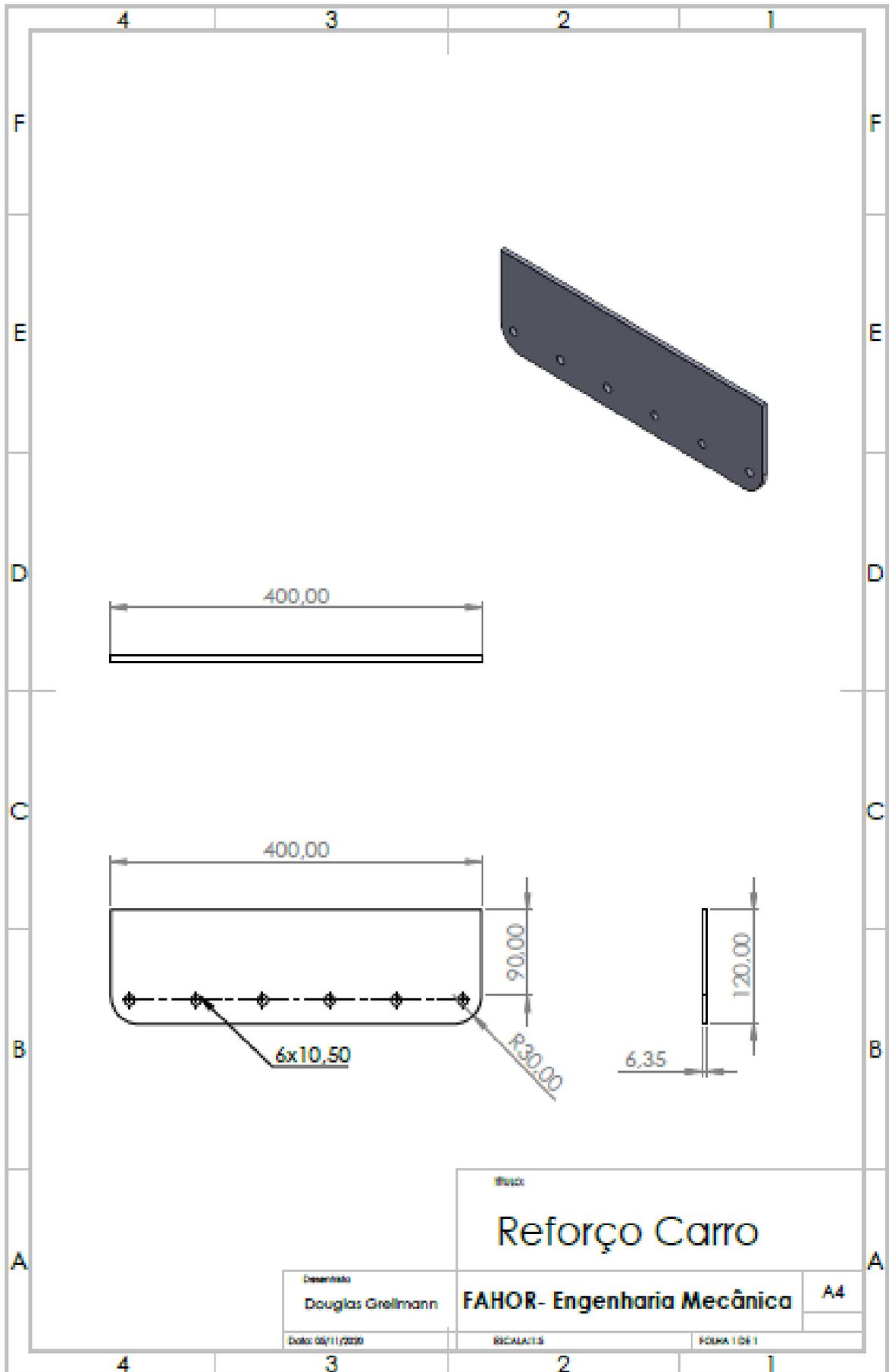


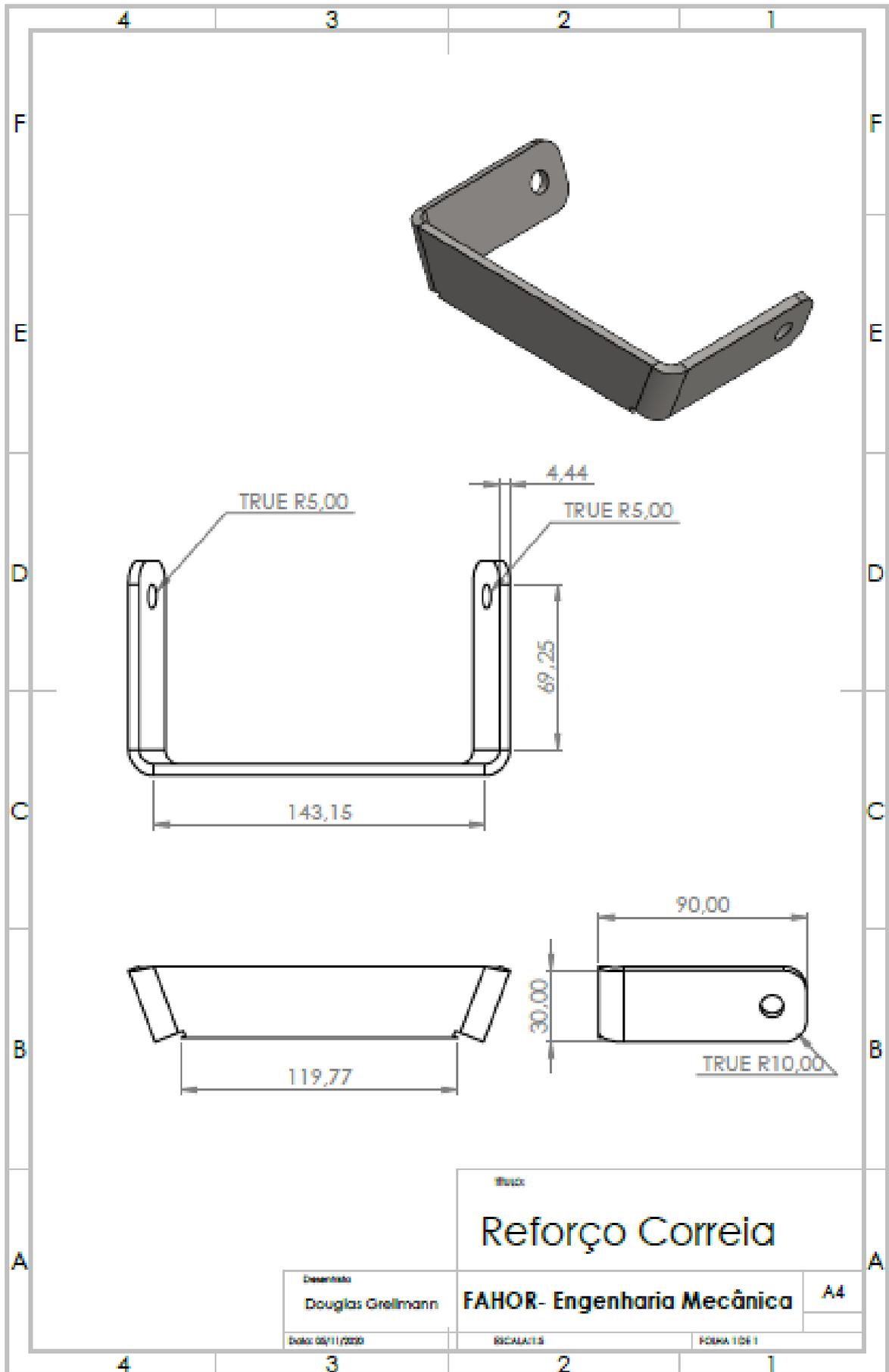


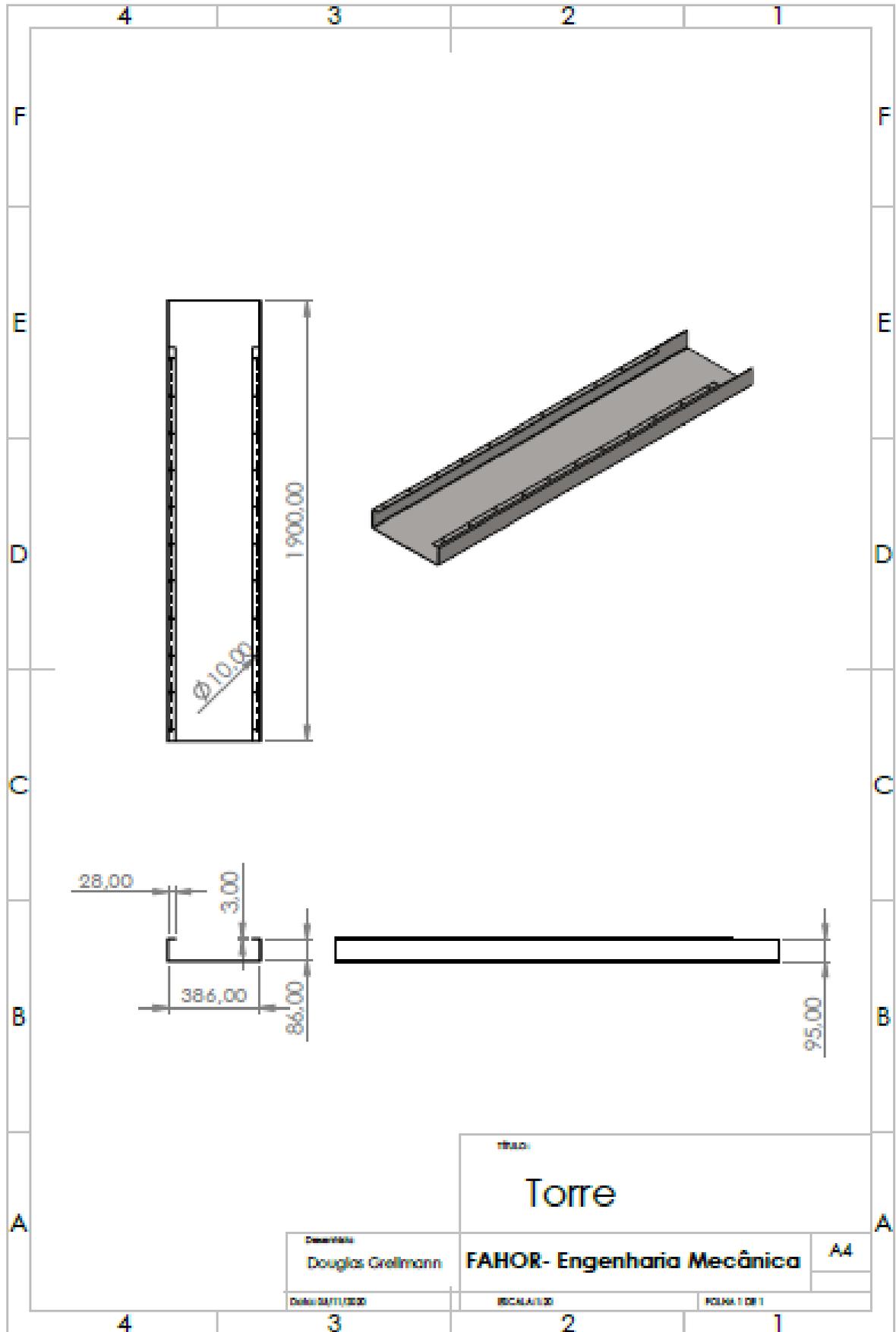


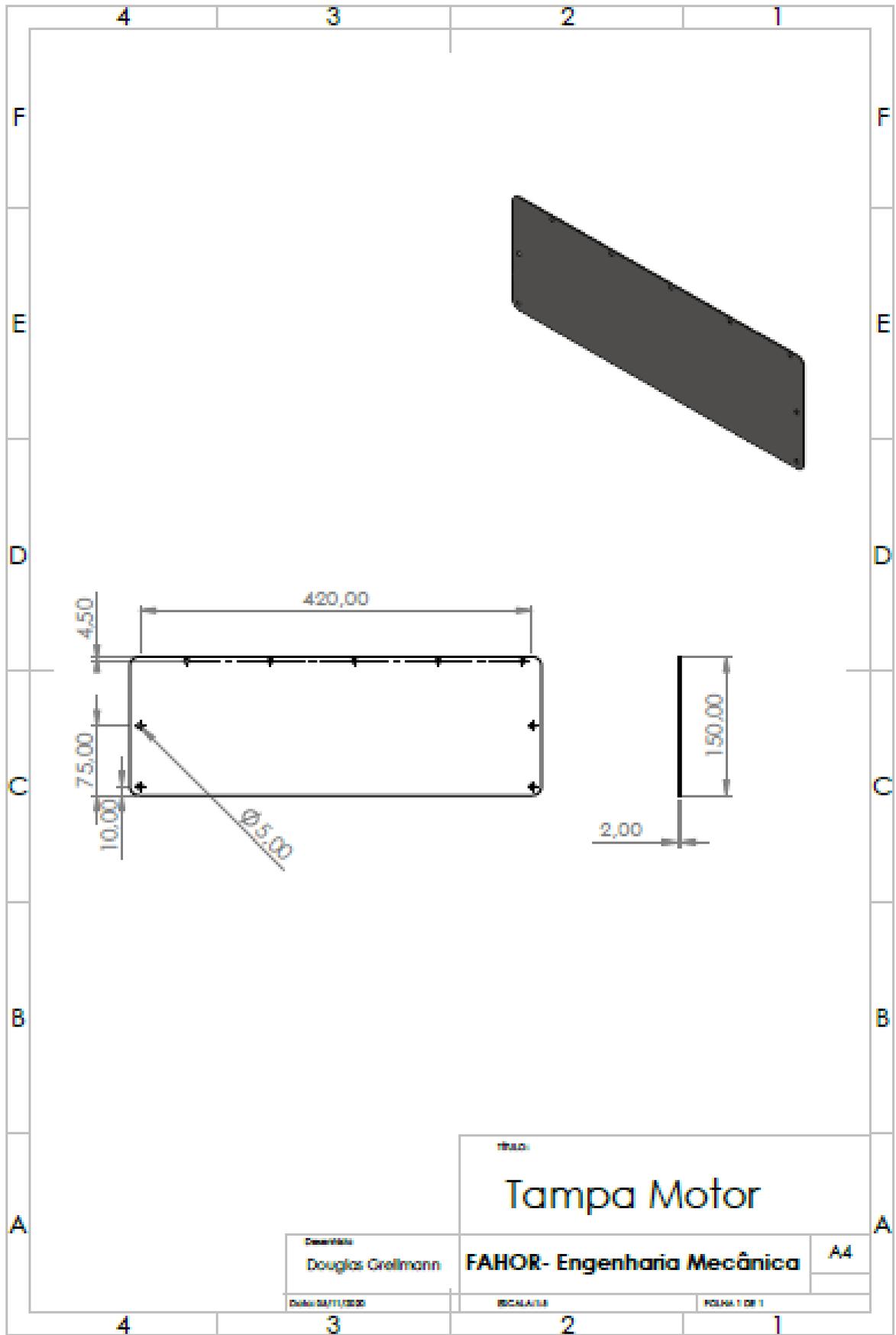












TRABO

# Tampa Motor

Desenhista Douglas Grellmann	FAHOR- Engenharia Mecânica	A4
Data: 08/11/2020	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1

