



Maiara Cristina Pimentel Rodrigues

**PROJETO DE UM AGITADOR PARA CAIXA CENTRAL DE ADUBO UTILIZADO
EM PLANTADEIRAS**

Horizontina - RS

2020

Maiara Cristina Pimentel Rodrigues

**PROJETO DE UM AGITADOR PARA CAIXA CENTRAL DE ADUBO UTILIZADO
EM PLANTADEIRAS**

Projeto do Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a o Trabalho Final de Curso na Engenharia de Mecânica da Faculdade Horizontina, sob orientação do professor Francisco Antonio Kraemer, Me e coorientação de Cristiano M. Domingues.

Horizontina - RS

2020

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

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

**"PROJETO DE UM AGITADOR PARA CAIXA CENTRAL DE ADUBO UTILIZADO
EM PLANTADEIRAS"**

Elaborada por:

Maiara Cristina Pimentel Rodrigues

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

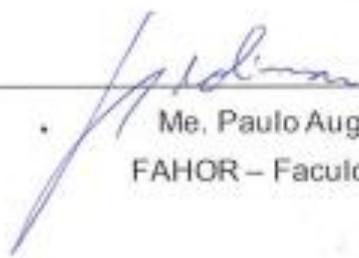
Aprovado em: 30/11/2020
Pela Comissão Examinadora



Me. Francisco Antonio Kraemer
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me. Francine Centenaro Gomes
FAHOR – Faculdade Horizontina



Me. Paulo Augusto Solimann
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2020

À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha trajetória acadêmica, por me incentivar nas realizações dos meus sonhos e por não medirem esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Sem vocês eu jamais teria conseguido.

“Todos os nossos sonhos podem se tornar realidade, se tivermos a coragem de persegui-los”.
(Walt Disney)

RESUMO

O setor agrícola vem investindo constantemente em tecnologias que possam expandir sua produtividade, tornando fator indispensável para fabricantes de implementos agrícolas a busca por atualização no mercado, considerando que a agricultura tem uma grande relevância no cenário econômico brasileiro. Desta forma, o trabalho em questão tem como objetivo desenvolver o projeto de um agitador para caixa central de adubo, afim de melhorar a uniformização do fertilizante na hora do plantio, evitando a necessidade de fazer a descompactação do adubo manualmente. Para a realização do projeto, foi utilizado a metodologia de projeto de produto, onde utiliza dados e informações para a concepção dos requisitos do cliente e dos requisitos de projeto, afim que garantir uma solução para o problema em estudo. Com a metodologia aplicada, foi possível realizar o esboço do agitador de adubo através do *software SolidWorks*, o esboço foi criado com as informações obtidas através da união dos requisitos do cliente e de projeto, o qual, demonstrou-se um projeto final satisfatório. Portanto, os resultados obtidos durante o projeto demonstraram atender as necessidades e expectativas relacionadas ao agitador para caixa central de adubo.

Palavras-chave: Agitador. Descompactação. Adubo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de projeto de desenvolvimento de produtos baseados na inovação	16
Figura 2 – Visão geral do modelo de referência.....	16
Figura 3 – Semeadora-adubadora	18
Figura 4 – a) Semeadora TD220 e b) TD300, da Semeato, adaptadas para o plantio direto	21
Figura 5 – Atividades genéricas das fases do modelo	22
Figura 6 – Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Planejamento do Projeto	23
Figura 7 – Fluxograma da fase de projeto informacional	24
Figura 8 – Diagrama de Mudge.....	26
Figura 9 – Fluxograma da fase de projeto conceitual.....	28
Figura 10 – Função global.....	28
Figura 11 – Diagrama de Mudge.....	32
Figura 12 – Desdobramento da função qualidade - QFD	33
Figura 13 – Função global.....	35
Figura 14 – Estrutura funcional	35
Figura 15 – Conceito do projeto	40
Figura 16 – Estrutura.....	41
Figura 17 – Caixa central	41
Figura 18 – Agitador.....	42
Figura 19 – Sistema hidráulico	43
Figura 20 – Comando hidráulico	43
Figura 21 – Grade de segurança.....	44
Figura 22 – Processo de soldagem.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Esboço matriz morfológica	29
Quadro 2 – Matriz morfológica	37
Quadro 3 – Matriz morfológica combinada.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fases do ciclo de vida	24
Tabela 2 – Requisitos do cliente	25
Tabela 3 – Requisitos do projeto.....	26
Tabela 4 – Estabelecimento dos requisitos do projeto	27
Tabela 5 – Fases do ciclo de vida	30
Tabela 6 – Requisitos dos clientes.....	31
Tabela 7 – Requisitos do projeto.....	32
Tabela 8 – Hierarquia dos requisitos do cliente.....	33
Tabela 9 – Estabelecimento dos requisitos do projeto	34
Tabela 10 – Funções básicas do produto	36
Tabela 11 – Matriz de decisão	39

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

EUA – Estados Unidos da América

NPK – Nitrogênio, Potássio, Fósforo

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubos

QFD – Desdobramento da Função Qualidade

TDP – Tomada de Potência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	TEMA	11
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	11
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4	HIPÓTESES.....	12
1.5	JUSTIFICATIVA	13
1.6	OBJETIVOS	14
1.6.1	Objetivo Geral	14
1.6.2	Objetivos Específicos	14
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	PROJETO DE PRODUTO.....	15
2.2	MÁQUINAS AGRÍCOLAS	17
2.3	FORMULAÇÃO DE ADUBOS	18
2.4	PLANTIO DIRETO	19
3	METODOLOGIA	22
3.1	PLANEJAMENTO DO PROJETO	23
3.2	PROJETO INFORMACIONAL.....	24
3.3	PROJETO CONCEITUAL	27
3.4	PROJETO DETALHADO.....	29
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	30
4.1	PROJETO INFORMACIONAL.....	30
4.1.1	Determinação do ciclo de vida do produto	30
4.1.2	Requisitos dos clientes	31
4.1.3	Requisitos do projeto	31
4.1.4	Hierarquização dos requisitos do cliente	32
4.1.5	Estabelecimento dos requisitos do projeto	34
4.2	PROJETO CONCEITUAL	34
4.2.1	Estabelecer estrutura funcional	34
4.2.2	Pesquisar por princípios de solução	36
4.2.3	Seleção das combinações	39
4.3	PROJETO DETALHADO.....	40
4.3.1	Estrutura	40
4.3.2	Caixa Central	41
4.3.3	Agitador	42
4.3.4	Alimentação	42
4.3.5	Acionamento	43
4.3.6	Segurança	44
4.3.7	Elemento de fixação	44
	CONCLUSÃO	46
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE	50

1 INTRODUÇÃO

As máquinas agrícolas vêm se desenvolvendo rapidamente nos últimos anos, devido à grande demanda de novas tecnologias, as empresas vem buscando aperfeiçoar-se com a incorporação de sensores e unidades de cálculos, afim de controlar e monitorar o plantio.

Com a constante busca por inovação no mercado, as empresas estão investindo em tecnologias de ponta, porém, como consequência de toda essa tecnologia o seu custo se torna alto. O desafio deste trabalho é projetar um mecanismo para descompactação visando a uniformidade de distribuição dos fertilizantes em linha. O projeto de desenvolvimento de um agitador para caixa central de adubo, surgiu devido ao esforço do agricultor em agitar o adubo manualmente, rompendo a compactação em todo o volume da caixa. Este problema, decorrente da compactação, ocasionará uma má distribuição ou até mesmo a interrupção da distribuição de adubo nas linhas de plantio, podendo ter perdas de produtividade se tratando da não uniformidade dos nutrientes dispostos para o desenvolvimento da cultura desejada.

Busca-se também, desenvolver um mecanismo que possa ser acionado sempre que o ambiente estiver úmido ou que o adubo estiver granulado, para que o depósito de fertilizantes não seja impactado. Será utilizado um rotor com aletas para ajudar no movimento do eixo, com materiais apropriados para suportar o peso e a corrosão do adubo e este sistema será alimentado por um motor hidráulico.

Este projeto permitirá facilitar o trabalho do operador durante o plantio, pois ele irá diminuir o tempo de parada para agitar o adubo dentro das caixas, agregando produtividade para o plantio e promovendo a uniformidade na distribuição de adubo nas linhas.

1.1 TEMA

O foco principal deste trabalho é o desenvolvimento do projeto de um agitador para caixa central de adubo utilizado em plantadeiras.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este projeto busca desenvolver um agitador para caixa central de adubo, utilizando a metodologia de projeto de produto contemplando o projeto informacional, projeto conceitual e parte do projeto detalhado. Delimitando-se na coleta de dados,

geração de informações e no esboço de um sistema de agitação, afim de cumprir as necessidades obtidas através dos requisitos do cliente.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Nas atividades do agronegócio o plantio é umas das técnicas mais importantes no desenvolvimento de diferentes culturas, com o crescimento constante da agricultura, novas tecnologias estão surgindo para melhorar o processo e ajudar na otimização da produtividade nas lavouras.

O problema encontrado em campo é o fato do agricultor precisar agitar o adubo manualmente devido a compactação causada pela umidade, o tempo em que o adubo fica estocado dentro da caixa, o tipo de adubo que é utilizado e o clima também podem influenciar na compactação do mesmo.

Fazendo assim, com que o adubo caia irregularmente no solo e também possa ocorrer o bloqueio total da dosagem, prejudicando o crescimento e a produtividade das culturas em determinadas áreas. Esta irregularidade ou bloqueio no depósito do adubo, gera a falta de nutrientes para a planta, pois para crescer saudável ela precisa de muitos elementos, na falta deles, poderá causar grandes prejuízos financeiros para o produtor.

Desta forma, o problema de pesquisa caracteriza-se com a seguinte pergunta:

Existe um conceito de projeto que seja adequado para garantir as necessidades do cliente, afim de solucionar o problema de compactação do adubo?

1.4 HIPÓTESES

Buscando validar o projeto do agitador de adubo, elencaram-se algumas hipóteses que irão facilitar o desenvolvimento do projeto entendendo os principais problemas e encontrando suas possíveis melhorias, para isso, podemos citar as seguintes hipóteses:

- a) O projeto do sistema de agitação de adubo poderá facilitar o manejo do agricultor, como também, a ergonomia do processo de plantio.
- b) O agitador poderá aumentar a produção e o rendimento das culturas através da uniformidade de distribuição do adubo.

1.5 JUSTIFICATIVA

A realização deste projeto justifica-se pela necessidade de projetar um agitador para caixa de adubo. Este projeto permitirá a distribuição uniforme do adubo e ganho de produtividade, pois o operador da máquina não irá necessitar agitar o adubo manualmente. Com isso, pode também evitar acidentes, devido ao risco que o operador corre ao subir na máquina.

O agitador permitirá a descompactação do adubo, o que facilitará a distribuição nas linhas. O depósito do adubo feito incorretamente ou a falta dele, irá prejudicar o crescimento adequado das plantas, ocasionando em falhas na preparação do solo.

A precisão no plantio se dá pelo uso eficiente do solo, pois todo processo produtivo depende de como é feita esta deposição de nutrientes. Deve-se levar em conta as falhas e desperdícios, pois isso influenciará financeiramente no retorno final do produtor.

Na etapa de plantio o produtor precisa administrar duas variáveis chave, custo e tempo, as janelas cada vez mais curtas e a competitividade cada vez mais acirrada fazem com que tudo seja pensado buscando produtividade e eficiência, hoje a metodologia aplicada pela maioria dos produtores é o plantio direto. Nesta metodologia não existe o trato do solo entre a colheita e o plantio da nova safra, aqui o objetivo é o ganho de produtividade e eficiência, fazendo com que os equipamentos trabalhem em seu máximo neste período.

Os equipamentos de plantio direto possuem uma particularidade, eles precisam se adaptar a condições de solo, o que faz com que tenham características especiais de acordo com as regiões tornando mais desafiadora a tomada de conceitos ou avanços aplicados. No caso do sistema de fertilização mais usado no Brasil estamos falando de sistema via granulação, que é diferente dos EUA onde usa-se um sistema líquido, ou seja, necessita-se buscar por soluções específicas de cada área.

Hoje grande parte dos implementos de plantio de precisão vem equipadas com sistemas de dosagem por gravidade, utilizando mecanismos para transferência do fertilizante. Com isso, podemos identificar avanços no sentido de caixas centrais de fertilizante, permitindo assim, um ganho de produtividade no momento da operação de carga de fertilizantes.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O projeto tem como objetivo geral desenvolver um agitador de adubo para uniformizar a distribuição do fertilizante na hora do plantio, evitando a necessidade de fazer a descompactação do adubo manualmente, buscando aumentar produtividade no processo.

1.6.2 Objetivos Específicos

Considerando o objetivo geral do projeto temos os seguintes objetivos específicos:

- a) Aplicar a metodologia de Projeto de Produto para desenvolver o agitador;
- b) Elaborar um Projeto Conceitual e analisar os possíveis benefícios que este produto pode trazer;
- c) Apresentar parcialmente o projeto detalhado do produto.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PROJETO DE PRODUTO

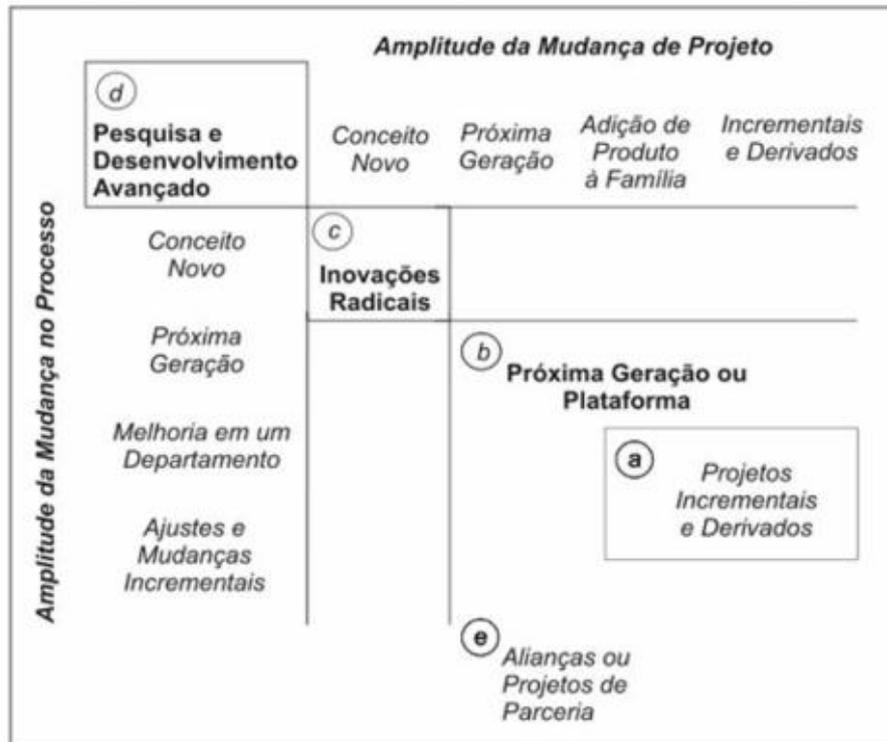
No desenvolvimento de novos produtos, a incerteza na fase inicial é muito alta, você não sabe se seu produto terá um bom resultado, não sabe como ele será feito, quanto irá custar e qual será o grau de aceitação dos consumidores. Como resultado, você precisa manter as suas apostas baixas. (BAXTER, 2011)

Segundo De Cicco; Fantazzini (1979) apud Carpes Jr. (2014) podemos analisar os produtos de duas formas, do ponto de vista do consumidor que seria receber o produto de acordo com a solicitação feita na hora da compra e do ponto de vista técnico, onde este produto faz parte de um conjunto de componentes com funções e propriedades diferentes.

Um produto é constituído de determinados materiais que podem ter diferenças em suas composições, o qual irá definir suas propriedades, qual a utilização e sua resistência. Podemos observar todas estas características em produtos que não foram concebidos ainda (CARPES JR., 2014).

Para Rozenfeld et al 2006, os projetos de desenvolvimento de produtos podem ser classificados de diversas formas, sua classificação mais comum e útil é através do grau de mudanças de que um projeto sofre ao longo da sua concepção, conforme figura 1. Essa classificação depende de cada tipo de setor, como por exemplo, entre o setor automobilístico e o setor alimentício há uma significativa diferenças nas classificações adotadas.

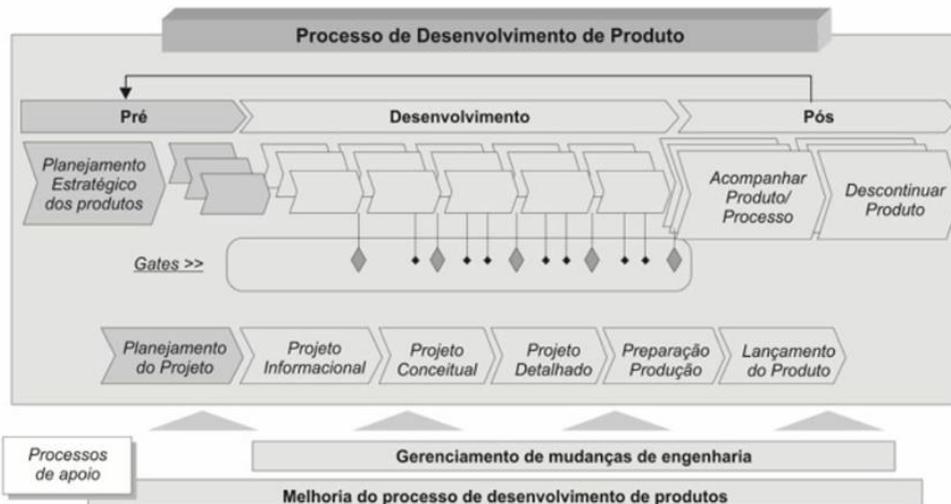
Figura 1 – Tipos de projeto de desenvolvimento de produtos baseados na inovação



Fonte: Rozenfeld; et. al. 2006

Modelos de referência surgiram para minimizar as limitações que as pessoas possuem em ter uma visão unificada, podendo perder a abrangência nos processos. Estes modelos de referência servem para que empresas e seus profissionais possam desenvolver produtos segundo um ponto de vista comum. Com um modelo de referência (figura 2), pode-se obter uma visão única do processo de desenvolvimento de produtos, passando a ser um linguajar único na empresa, é um mapa que serve de base para todos (ROZENFELD; ET. AL., 2006).

Figura 2 – Visão geral do modelo de referência



Fonte: Rozenfeld; et. al., 2006

2.2 MÁQUINAS AGRÍCOLAS

A mecanização da agricultura é o processo pelo qual máquinas e implementos agrícolas são introduzidos na produção dos bens agrícolas. Máquinas agrícolas são aquelas projetadas especificamente para realizar a produção agrícola, já os implementos agrícolas são todos aqueles que podem ser acoplados às máquinas. No Brasil, os implementos agrícolas, ainda que rudimentares, já eram utilizados desde a época do ciclo canavieiro do século 16, mas a modernização agrícola por meio do uso de máquinas, principalmente de tratores, teve início na década de 1920 com a importação de algumas unidades de tratores Fordson. Essa mecanização ampliou-se com o projeto industrializante de substituição das importações na segunda metade do século 20, quando as máquinas passaram a ser produzidas no Brasil. Foi durante essa fase de industrialização, especialmente de 1960 a 1980, que a produção interna de máquinas teve um grande salto (BARICELO; BACHA, 2015).

Segundo Fonseca (1990), sem dúvida, foi a partir da semeadeira que as mecanizações dos processos agrícolas tomaram um rumo diferente. No final no século XVIII, Thomas Coke mostrou que no cultivo de cereais a semeadeira para grãos economizava 54,5 litros de semente, o que acabava aumentando a produtividade da colheita em 10,5 hectolitros por hectares. Este processo não foi uniforme, pois em 1850, na Grã-Bretanha, havia mais arados de madeira do que ferro em uso, mas nas fazendas modelos inglesas, enormes galpões alojavam máquinas de vários tipos, todas movidas por transmissões que partiam de máquinas a vapor.

As semeadoras-adubadoras de plantio direto são máquinas que realizam o depósito de nutrientes, através da semeadura em terrenos com falta de preparo periódico e com a presença de cobertura vegetal. Utilizam os apenas os nutrientes necessários para o solo, depositados nas linhas de semeadura. Assim, é possível realizar a semeadura logo após a colheita da cultura anterior. Normalmente essas máquinas possuem unidades de semeadoras conjugadas com as unidades adubadoras, gerando então, o nome semeadora-adubadora (SIQUEIRA, 2008).

Na figura 3 tem-se a imagem de uma semeadora-adubadora que é utilizada nos dias atuais, esta máquina é comercializada pela empresa Kuhn, a qual possuiu uma caixa central de adubo e uma caixa central de semente, com um sistema pneumático para levar as sementes e fertilizantes até as linhas.

Figura 3 – Semeadora-adubadora



Fonte: Kuhn, 2016

2.3 FORMULAÇÃO DE ADUBOS

A adubação é fundamental para o desenvolvimento das plantas, as misturas de adubos são formuladas com objetivo de fornecer nutrientes e minerais para que as plantas cresçam de maneira adequada e saudável, deve-se levar em conta as quantidades e proporções adequadas aos diferentes tipos de solo e às necessidades particulares das culturas, nas diversas fases de seu desenvolvimento. Essas quantidades de nutrientes exigidas pelas culturas em suas diversas fases de desenvolvimento são determinadas através de experimentações, realizadas por instituições particulares e oficiais de pesquisa, em diversos tipos de solos (PADILHA, 2005).

Após a colheita há a possibilidade de ficar restos de plantas, as quais se decompõem e devolvem os nutrientes ao solo, quando isso não acontece de forma suficiente é preciso fazer o depósito de nutrientes manualmente. Segundo Padilha (2005), as quantidades de nutrientes existentes no solo são determinadas pela análise de amostras representativas do solo. Assim, nas fórmulas de adubo, além da quantidade de nitrogênio (N), potássio (P) e fósforo (K) que elas possam conter, é importante destacar a relação que existe entre esses três nutrientes, relação essa que é estabelecida em função de:

- a) Teor de nutrientes encontrados na análise de solos;
- b) Cultura a ser adubada;
- c) Época de adubação.

Os adubos podem ser divididos em orgânicos ou naturais e químicos ou inorgânicos, mas independentemente do tipo de adubação, o objetivo será sempre fornecer NPK para as plantas. A principal diferença entre os naturais e os químicos é o tempo de absorção dos nutrientes. Com a adubação orgânica, as plantas absorvem os minerais de maneira mais lenta, já com a adubação inorgânica essa absorção é mais rápida, porém, a atuação do adubo orgânico é mais duradoura. O adubo orgânico é composto de matéria de origem vegetal ou animal e melhora a qualidade da terra, privilegiando a oxigenação das raízes. Os adubos químicos são obtidos através da extração de minérios ou do petróleo e os seus nutrientes já começam a ser absorvidos pelas plantas no momento da adubação, o lado negativo desta opção é que ele não penetra na terra, fazendo assim, com que os nutrientes não absorvidos acabam sendo desperdiçados (ESTADÃO, 2020).

A Associação Nacional para Difusão de Adubos (Anda) divulgou que as entregas de fertilizantes agrícolas no mercado brasileiro em 2019 superaram em 2,1% o volume registrado em 2018. Foram entregues 36,2 milhões de toneladas, contra 35,5 milhões no ano anterior. Em dezembro, o volume entregue chegou a 2,632 milhões de toneladas, 11,1% acima do contabilizado em igual mês de 2018. Por outro lado, a produção de fertilizantes agrícolas nacional teve queda de 16,4%, com 6,8 milhões de toneladas. Em dezembro, foram produzidas 592,4 mil toneladas de adubos, redução de 18,3% na comparação anual. O país importou 7,3% mais fertilizantes intermediários no último ano, cerca de 29,5 milhões. Nas exportações de fertilizantes e formulações NPK, o total do ano teve queda de 17,1%, com 278 mil toneladas. Segundo a entidade, pelo Porto de Paranaguá, principal porta de entrada dos fertilizantes importados, foram movimentadas 8,5 mil toneladas, uma redução de 6,3% em relação ao ano anterior. O que surpreendeu foi dezembro, onde a exportação foi de 41,4 mil toneladas, uma alta de 105,6% na comparação com dezembro de 2018. Ao fim de 2019, os estoques de fertilizantes agrícolas no Brasil somavam 6,6 milhões de toneladas, 9,1% a mais do que o apurado um ano antes (ZENEDIN, 2020).

2.4 PLANTIO DIRETO

O produtor rural Huerbert Bartz, de Rolândia no Paraná, tornou-se personagem central desta revolução que transformou a agricultura brasileira nas últimas quatro décadas. Em 1972, ele importou equipamentos dos Estados Unidos e começa, experimentalmente, cultivos com base no sistema de plantio direto, pois sua lavoura havia sofrido com a força das águas da chuva. Foi após um temporal, que Bartz decide que chegara o momento de encontrar uma solução, com a ajuda de pesquisadores, Bartz descobre que os produtores da Inglaterra e Estados Unidos tinham experiência de plantio direto sobre a palha, sem a obrigação de revolvimento agressivo ao solo. A tecnologia que ele descobriu é capaz de eliminar as ações nocivas da erosão do solo,

mantém a qualidade da terra para futuros plantios, ajusta-se a qualquer bioma e garante a chance de introduzir novas culturas na mesma área, num processo rotativo de plantio utilizado para conservar a saúde e fertilidade da terra (VALLE, 2015).

O plantio direto é uma das técnicas de cultivo mais difundidas e com melhores resultados na minimização do processo de erosão do solo, este sistema é realizado com mobilização apenas na linha de plantio e que tenha uma cobertura de solo condizente com a necessidade de colocar a semente em contato com o solo. Segundo Cruz et al (2006) apud Reginato e Scheneider (2014) plantio direto é definido como um processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com a terra. Este sistema utiliza outras ferramentas que auxiliam no controle das enxurradas e conseqüentemente a diminuição da erosão do solo. Estas ferramentas são: a adequada cobertura do solo, plantio em nível, realização das operações com máquinas e implementos com o solo no estado friável, barreiras físicas de contenção como terraceamento.

Em 1975, a Embrapa iniciou pesquisas com máquinas de plantio direto e, no ano seguinte, passou a testar a Allis-Chalmers do agricultor Herbert Bartz, que também assessorou na orientação à importação de outras semeadoras. Em 1978, a Embrapa adquiriu uma semeadora dinamarquesa de cultivo mínimo, a Nordestern, e em seguida importou a Bettison3D, da Inglaterra, cuja concepção originou muitos modelos de semeadoras de plantio direto no Brasil, na busca por inovações, adaptaram um depósito de sementes da semeadora Jumil na PS6 da Semeato e semearam trigo com bons resultados, passando a divulgar a ideia às indústrias interessadas. A primeira semeadora de plantio direto com projeto desenvolvido no Brasil foi o modelo TD, da Semeato, com dosador do tipo fluxo contínuo, principalmente para trigo e outros cereais de inverno, e sulcadores do tipo triplo disco. Embora também robusta e com baixa exigência de manutenção, os rodados externos da TD eram inicialmente fixos ao chassi o que trazia problemas em terrenos irregulares e em áreas de várzea, daí o desenvolvimento posterior da TDA com rodados articulados, conforme figura 4.

Figura 4 – a) Semeadora TD220 e b) TD300, da Semeato, adaptadas para o plantio direto



Fonte: CASÃO JUNIOR, ARAÚJO; LLANILLO, 2012

O modelo TDA 300 foi lançado posteriormente e se tornou mais popular. Com o trabalho de divulgação do triplo disco e facão pelo Embrapa, outras indústrias como a Imasa e a Lavrale buscaram parceria com a Embrapa (CASÃO JUNIOR, ARAUJO, LLANILLO 2012).

3 METODOLOGIA

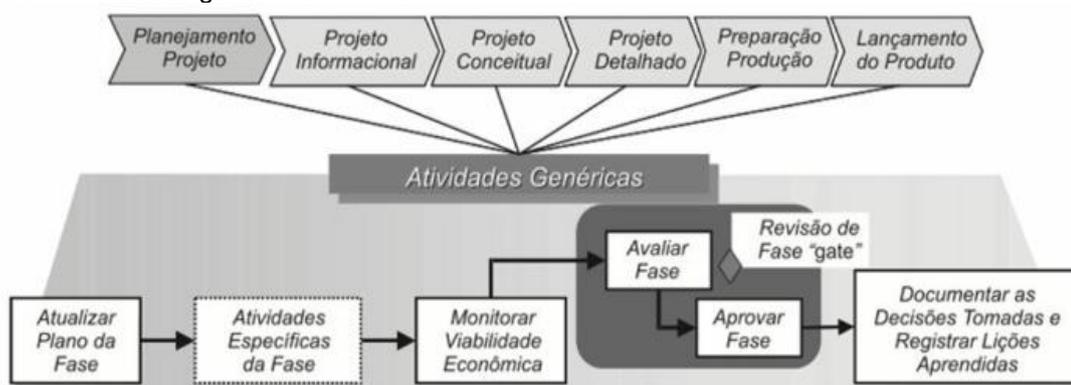
A Metodologia consiste em estudar, compreender e avaliar os vários métodos disponíveis para a realização de uma pesquisa acadêmica. Essa metodologia, examina, descreve e avalia os diferentes métodos e as técnicas de pesquisa, buscando a resolução de problemas (PRODANOV, 2013).

Para Nascimento (2012), metodologia da pesquisa diz respeito à aplicação do método para a aquisição de conhecimento, buscando novos caminhos, ferramentas e também novos procedimentos. A metodologia proporciona flexibilidade na resolução dos problemas, sendo necessário conhecer o que é ciência, como ela se desenvolve e o que ela nos permite perceber diante à evolução. Projeto de pesquisa é o ponto de partida para quaisquer estudos científicos e para verificar-se a correlação existente entre diferentes tipos de estudos com os passos do levantamento metodológico. É necessário conhecer a estrutura de um relatório de pesquisa e a variabilidade dos tipos de pesquisa, para assim, atingir os objetivos pretendidos.

O projeto será realizado utilizando a Metodologia de Projeto de Produto de Rozenfeld; et. al. (2006) e Romano (2003) e adaptado para algumas fases do seu modelo de referência, como planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado.

A Metodologia de Projeto de Produto é dividida em algumas fases, para cada uma dessas fases, ocorre a atualização do plano do projeto, e as tarefas relacionadas com a fase que se inicia são atualizadas e detalhadas. Ocorrem também, as atividades específicas de cada fase e por fim, todas as decisões tomadas durante a realização da fase e durante a revisão, assim como as lições aprendidas, são formalmente documentadas, conforme figura 5 (ROZENFELD; ET. AL. 2006).

Figura 5 – Atividades genéricas das fases do modelo

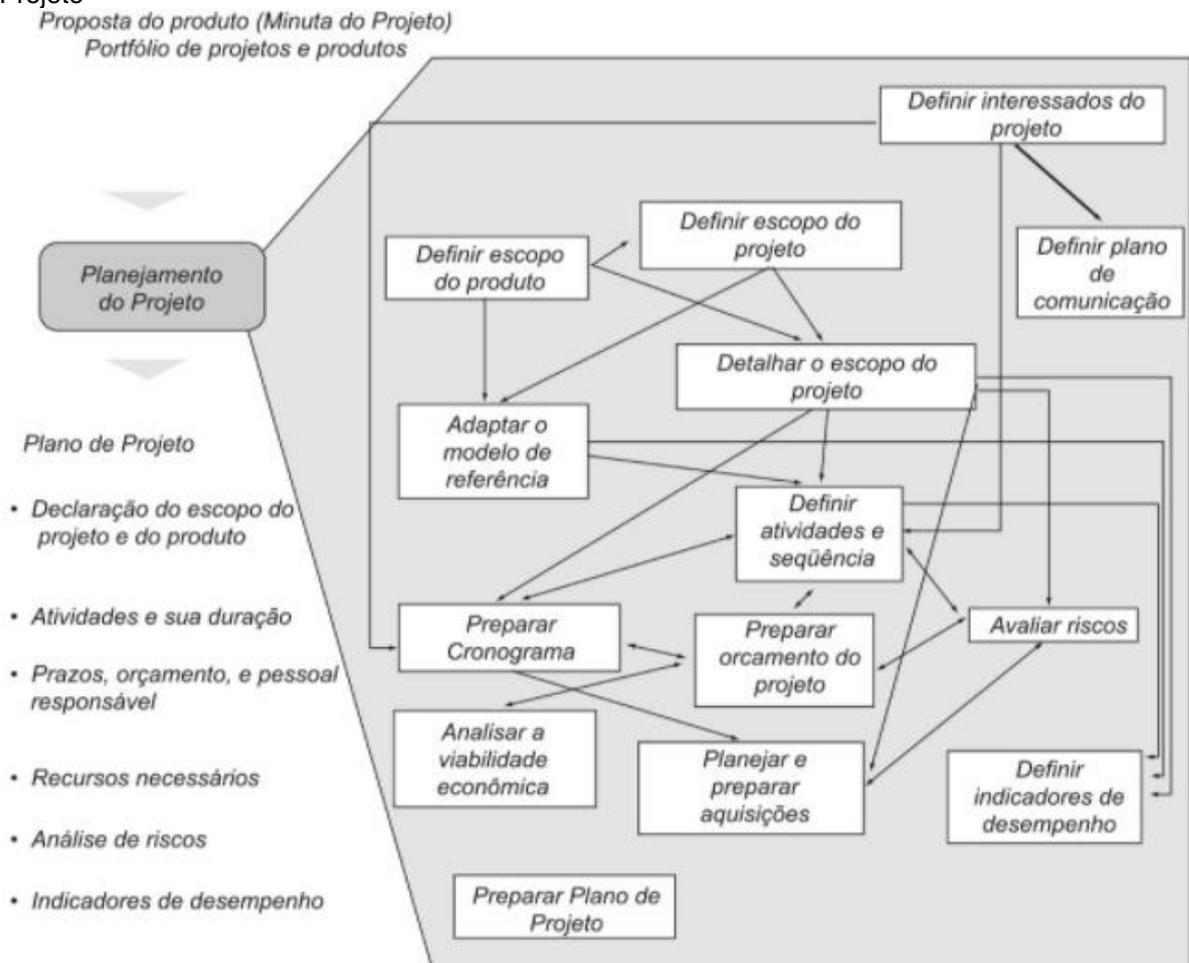


Fonte: Rozenfeld; et. al., 2006

3.1 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Esta é a primeira fase do projeto, onde deve-se considerar restrições de recursos, conhecimentos e também informações. Inicia-se com a identificação dos interessados dentro da empresa, analisando suas necessidades, limitações e potencial de envolvimento. Irá definir-se o escopo do projeto, as atividades e cronogramas, de acordo com os requisitos do cliente, conforme figura 6 (ROZENFELD; ET. AL., 2006).

Figura 6 – Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Planejamento do Projeto



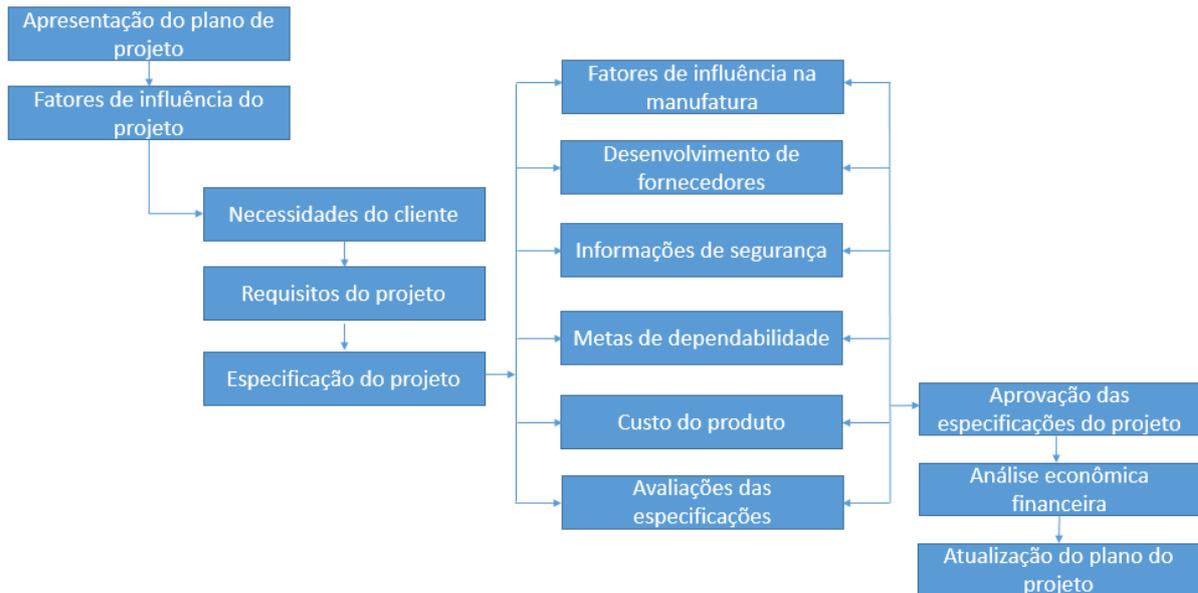
Fonte: Rozenfeld; et. al., 2006

Irá definir-se o escopo do projeto, as atividades e cronogramas, de acordo com os requisitos do cliente.

3.2 PROJETO INFORMACIONAL

Para Romano (2003), projeto informacional caracteriza-se pelas especificações de projeto (figura 7). É nesta fase que acontece a primeira reunião dos interessados pelo desenvolvimento do produto, para apresentação do plano do projeto a ser desenvolvido.

Figura 7 – Fluxograma da fase de projeto informacional



Fonte: Autor, 2020

Neste início de fase é definido o capital necessário para realizar as atividades, no início de cada projeto é previsto um orçamento para seu desenvolvimento. Esses recursos financeiros são liberados conforme o fluxo do projeto (Romano, 2003).

Inicialmente, serão definidos os clientes de acordo com as fases do ciclo de vida do projeto, classificando os envolvidos como clientes internos, intermediários ou externos, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Fases do ciclo de vida

FASES DO CICLO DE VIDA	CLIENTES		
	INTERNOS	INTERMEDIÁRIOS	EXTERNOS
PROJETO			
PRODUÇÃO			
UTILIZAÇÃO			
MANUTENÇÃO			
DESCARTE			

Fonte: Autor, 2020

Os clientes internos seriam os colaboradores do projeto, os intermediários fariam a ligação entre o cliente e o produto e os externos não possuem relação direta com o produto, mas que indiretamente se relacionam com o produto, tanto pela produção como pelo uso.

Os requisitos do cliente são pontos importantes para levantar as necessidades dos clientes e melhor atender suas expectativas com relação ao produto. Normalmente, esses requisitos são subjetivos, mudando conforme o interesse de cada cliente. Para atender a todos os pontos discutidos, serão definidos os requisitos do cliente, focando principalmente na estrutura do agitador, sua geometria, segurança e características do seu funcionamento. É conveniente que essas necessidades sejam agrupadas e classificadas de acordo com as fases do ciclo de vida do produto, como pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 – Requisitos do cliente

FASES DO CICLO DE VIDA	REQUISITOS	
PROJETO	1	
	2	
TESTES	3	
	4	
PRODUÇÃO	5	
	6	
UTILIZAÇÃO	7	
	8	
DESCARTE	9	
	10	

Fonte: Autor, 2020

Com os requisitos do cliente estabelecidos, serão analisados os requisitos do projeto, detalhando os atributos gerais e específicos, como visto na tabela 3.

Tabela 3 – Requisitos do projeto

		CATEGORIAS	REQUISITOS
Atributos gerais	Básico	Funcionamento	
		Ergonômico	
		Segurança	
		Legal	
		Impacto ambiental	
	Ciclo de vida	Fabricabilidade	
		Montabilidade	
		Usabilidade	
	Atributos específicos	Materiais	Geométricos
Material, cor e peso			
Controle		Controle	

Fonte: Autor, 2020

Com a intenção de comparar todos os requisitos dos clientes entre si e pontuá-los de acordo com sua respectiva importância, será utilizado o Diagrama de Mudge, conforme a figura 8.

Figura 8 – Diagrama de Mudge

Requisitos do cliente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Pesos	%
		1										
		2										
			3									
				4								
					5							
						6						
							7					
								8				
									9			
										10		
										Total		

A=	5	Muito mais importante
B=	3	Medianamente mais importante
C=	1	Moderadamente mais importante

Fonte: Autor, 2020

Determinada a importância de cada requisito, as informações serão comparadas com os requisitos do projeto para garantir que as características do

produto final atendam às necessidades do cliente. Para isto será utilizada a ferramenta de Desdobramento da Função Qualidade – QFD.

Em seguida, os requisitos de projeto serão relacionados entre si, estabelecendo um peso conforme seu grau de importância, que será obtido com a análise do Diagrama de Mudge.

Os requisitos do projeto serão então, divididos em três grupos, separados por ordem de importância de acordo com o que foi gerado pela ferramenta de Desdobramento da Função Qualidade - QFD, conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 4 – Estabelecimento dos requisitos do projeto

POSIÇÃO	GRUPO	PONTUAÇÃO	REQUISITOS
1º	A		
2º			
3º			
4º	B		
5º			
6º			
7º	C		
8º			
9º			

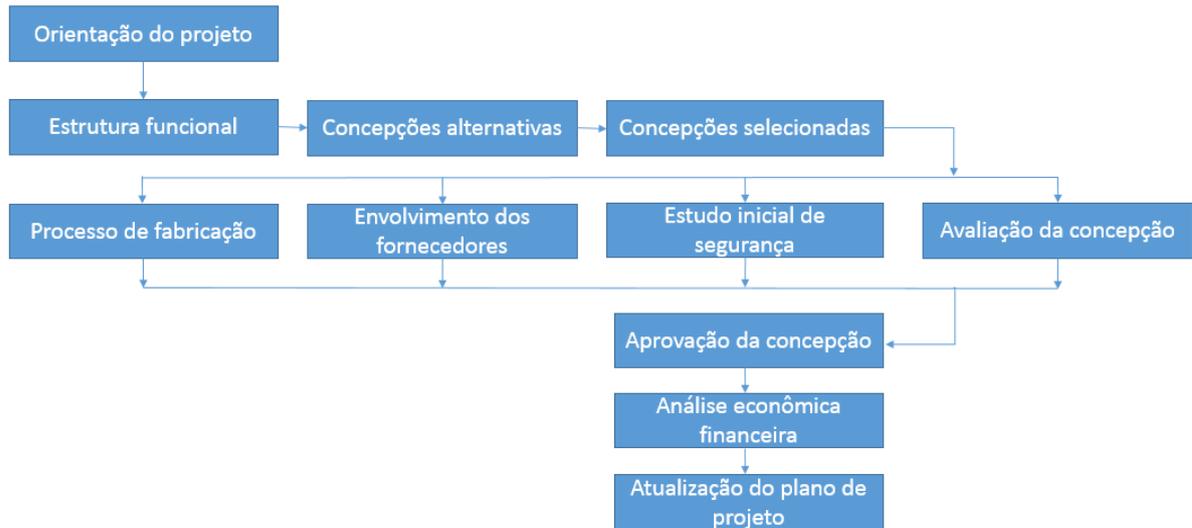
Fonte: Autor, 2020

Essa parte do projeto irá colaborar para a definição de pontos chave do agitador de adubo, juntamente com ferramentas como o Diagrama de Mudge e o Desdobramento da Função Qualidade, definindo de forma clara os requisitos mais importantes a serem trabalhados.

3.3 PROJETO CONCEITUAL

Esta fase destina-se ao desenvolvimento da concepção do produto, são realizadas diversas tarefas que buscam estabelecer a estrutura funcional do produto, envolvendo as definições das funções a serem executadas bem como suas subfunções, conforme figura 9. A partir das concepções, são definidas as especificações de projetos que relacionam custo, fornecedores, qualidade e processos de fabricação (Romano, 2003).

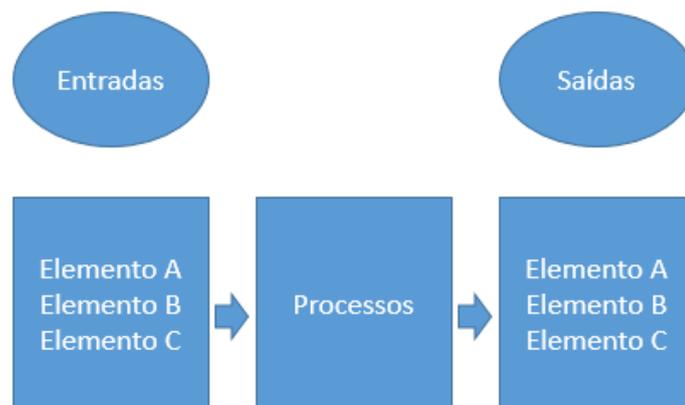
Figura 9 – Fluxograma da fase de projeto conceitual



Fonte: Autor, 2020

Para obter uma melhor compreensão dos sistemas necessários, será desenvolvida uma função global, como pode ser observar na figura 10.

Figura 10 – Função global



Fonte: Autor, 2020

Partindo da função global, será definida uma estrutura que delimitará as funções específicas de cada conjunto do agitador de adubo, a estrutura funcional.

A partir da estrutura funcional serão definidas as funções básicas do produto, onde serão delimitadas novas entradas e saídas de acordo com cada função estabelecida, obtendo assim um melhor entendimento de cada sistema do projeto.

A matriz morfológica é uma matriz onde suas colunas e suas linhas representam as opções mais variadas encontradas no mercado como solução de um

problema. Nesta matriz, é possível identificar características relevantes ao problema e as possibilidades para cada um desses parâmetros, conforme quadro 1.

Quadro 1 – Esboço matriz morfológica

FUNÇÃO	MATRIZ MORFOLÓGICA		
	1	2	3
ESTRUTURA	Opção 1	Opção 2	Opção 3

Fonte: Autor, 2020

Na matriz morfológica será possível determinar conceitos que direcionam às melhores combinações de sistemas. Depois de formadas as combinações de acordo com a matriz morfológica, serão definidas as concepções que mais se enquadram nos requisitos do projeto, se relacionando com as concepções estipuladas.

As opções selecionadas serão comparadas entre si, considerando qual melhor se relaciona com os requisitos do projeto.

3.4 PROJETO DETALHADO

Segundo Romano (2003) e Rozenfeld; et. al., (2006), a fase de elaboração do projeto detalhado destina-se a vários propósitos, tais como, aprovação do protótipo, finalização das especificações dos componentes, detalhamento do plano de manufatura e investimento do protótipo.

Porém, para este trabalho será apresentado somente o esboço do desenho detalhado do agitador, tendo como base todos os requisitos do cliente e as especificações do produto. Nesta etapa, será apresentado também todos os sistemas, conjuntos e elementos que irão compor o projeto.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nessa seção serão apresentados os resultados segundo a aplicação da metodologia descrita anteriormente, baseando-se nas necessidades encontradas e seguindo cada fase do projeto. Garantindo que os objetivos especificados sejam alcançados conforme planejado e considerando a análise dos seus resultados.

4.1 PROJETO INFORMACIONAL

4.1.1 Determinação do ciclo de vida do produto

Inicialmente, foram definidos os clientes de acordo com as fases do ciclo de vida do projeto, classificando os envolvidos como clientes internos, intermediários ou externos, conforme tabela 5.

Tabela 5 – Fases do ciclo de vida

FASES DO CICLO DE VIDA	CLIENTES		
	INTERNOS	INTERMEDIÁRIOS	EXTERNOS
PROJETO	Autor		
PRODUÇÃO		Empresa	Fornecedor
UTILIZAÇÃO			Agricultor
MANUTENÇÃO		Empresa	
DESCARTE		Empresa	

Fonte: Autor, 2020

A primeira fase do ciclo de vida iniciou com o projeto, onde o autor é o cliente interno, sendo responsável por iniciar o ciclo de vida do produto. Esta etapa incluiu a busca por informações, criação, análise e necessidades do desenvolvimento do produto.

Na segunda fase do ciclo de vida é avaliado a produção do produto, onde a empresa responde como cliente intermediário. Depois de confirmada a produção, entram os fornecedores como clientes externos, a fim de fornecer componentes e serviços terceirizados.

A terceira fase define-se o agricultor como cliente externo, fazendo o uso do equipamento projetado. Para fazer a manutenção do equipamento como quarta fase, fica responsável a empresa, em dar suporte ou garantia ao agricultor.

Na última fase tem-se o descarte do produto, onde, a empresa fica responsável por descartar de forma correta os componentes utilizados na fabricação do produto.

4.1.2 Requisitos dos clientes

Os requisitos dos clientes foram elaborados através de consultas feitas com empresas fabricantes de implementos agrícolas, que usam o sistema de distribuição de adubo, demonstrados na tabela 6. Estas empresas possuem programas de integração com os clientes avaliando performance, produtividade e custo. Esta integração direta com o cliente possibilita as empresas entenderem melhor as necessidades que os clientes encontram em campo, podendo assim, melhorar seus produtos e serviços para melhor atender ao mercado.

Tabela 6 – Requisitos dos clientes

FASES DO CICLO DE VIDA	REQUISITOS	
PROJETO	1 2 3	Evitar compactação do adubo Projeto simples Ergonômico
TESTES	4	Análise de conformidade e funcionamento do produto
PRODUÇÃO	5	Fácil fabricação
UTILIZAÇÃO	6 7 8	Adaptação para variado modelos de caixas centrais Aumento na uniformidade de distribuição de fertilizantes Aumento de produtividade
DESCARTE	9	Ter local definido para descarte

Fonte: Autor, 2020

As empresas consultadas disponibilizaram as informações, porém, as metodologias utilizadas para adquirir estas informações são de âmbito confidencial, tendo apenas acesso aos resultados obtidos nas pesquisas, com isso, constatou-se a necessidade deste sistema de agitação.

4.1.3 Requisitos do projeto

Com os requisitos do cliente estabelecidos, foram analisados e determinados os requisitos do projeto, detalhando atributos gerais e específicos.

Tabela 7 – Requisitos do projeto

		CATEGORIAS	REQUISITOS
Atributos gerais	Básico	Funcionamento	- Possuir fonte de alimentação hidráulica - Estrutura estável - Rotação do eixo dentro da caixa central
		Ergonômico	- Local de fácil acesso para manutenção
		Segurança	- Proteções de segurança operacional
		Confiabilidade	- Qualidade do produto
	Ciclo de vida	Fabricabilidade	- Materiais resistentes
		Montabilidade	- Fácil montagem
		Usabilidade	- Agitar o adubo - Distribuição uniforme
Atributos específicos	Materiais	Geométricos	- Eixo, aletas
		Material	- Aço inox, polímeros, componentes de fixação, adaptável ao projeto
	Controle	Controle	- Controle por sistema hidráulico

Fonte: Autor, 2020

Os aspectos de funcionamento, ergonomia, segurança, confiabilidade e usabilidade foram analisados, visto que são pontos muito importantes no desenvolvimento do projeto. As informações obtidas nesse processo podem ser observadas na tabela 7.

4.1.4 Hierarquização dos requisitos do cliente

Com o objetivo de comparar todos os requisitos dos clientes entre si e pontuá-los de acordo com sua respectiva importância, foi utilizado o Diagrama de Mudge, conforme figura 11.

Figura 11 – Diagrama de Mudge

Requisitos do cliente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pesos	%
	Evitar compactação do adubo	Projeto simples	Ergonômico	Análise de conformidade e funcionamento do produto	Fácil fabricação	Adaptação para variados modelos de caixas centrais	Aumento na uniformidade de distribuição de	Aumento de produtividade	Ter local definido para descarte		
Evitar compactação do adubo	1	1B	3C	1C	1A	1A	7B	8B	1A	19	17,92
Projeto simples		2	3C	4B	5C	6A	7A	8A	2C	1	0,94
Ergonômico			3	3C	3C	6C	7C	8C	3B	7	6,60
Análise de conformidade e funcionamento do produto				4	4C	4A	7B	8B	4A	14	13,21
Fácil fabricação					5	6C	7A	8A	5C	2	1,89
Adaptação para variados modelos de caixas centrais						6	7A	8A	6C	8	7,55
Aumento na uniformidade de distribuição de fertilizantes							7	8C	7A	27	25,47
Aumento de produtividade								8	8A	28	26,42
Ter local definido para descarte									9	0	0,00
									Total	106	100

Fonte: Autor, 2020

Os resultados obtidos na tabela 8 representam a relação de importância que os requisitos do cliente possuíam entre si. Alguns parâmetros foram seguidos para encontrar estes resultados, os requisitos foram enumerados e relacionados através dos valores apresentados também na tabela, A= 5 muito mais importante, B=3 mediamente mais importante e C=1 modernamente mais importante.

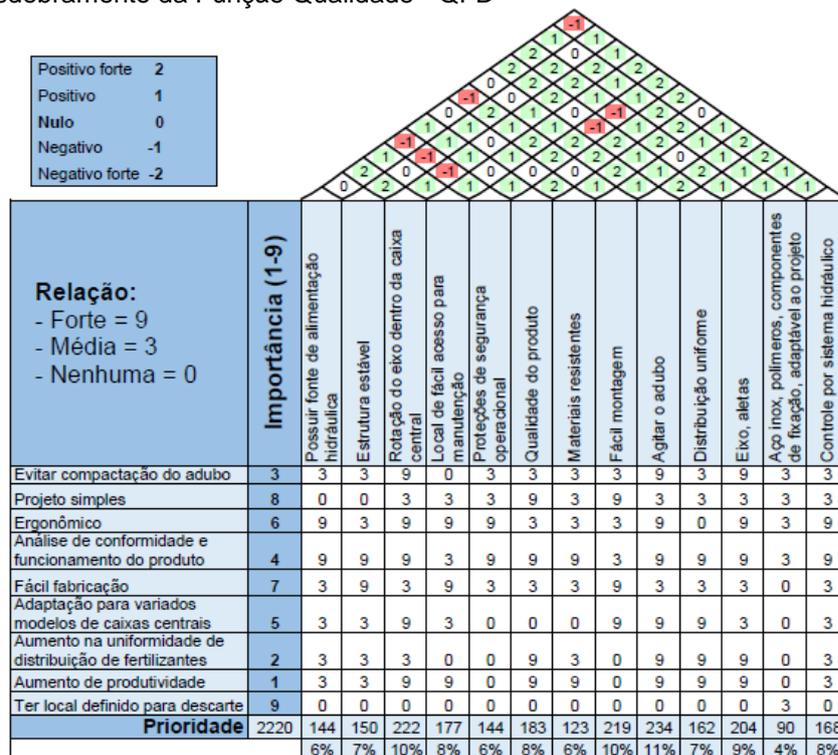
Tabela 8 – Hierarquia dos requisitos do cliente

IMPORTÂNCIA	PESO DO REQUISITO	DESCRIÇÃO DO REQUISITO
1º	28	Aumento de produtividade
2º	27	Aumento na uniformidade de distribuição de fertilizantes
3º	19	Evitar compactação do adubo
4º	14	Análise de conformidade e funcionamento do produto
5º	8	Adaptação para variados modelos de caixas centrais
6º	7	Ergonômico
7º	2	Fácil fabricação
8º	1	Projeto simples
9º	0	Ter local definido para descarte

Fonte: Autor, 2020

Determinada a importância de cada requisito, as informações foram comparadas com os requisitos do projeto para garantir que as características do produto final atendessem às necessidades do cliente. Para utilizou-se a ferramenta de Desdobramento da Função Qualidade – QFD, conforme figura 12.

Figura 12 – Desdobramento da Função Qualidade - QFD



Fonte: Autor, 2020

Foram relacionados os requisitos do cliente com os requisitos do projeto, classificando-os por graus de importância e sua relação entre forte, médio e nenhuma relação. Em seguida, no conhecido telhado da casa da qualidade, analisou-se os requisitos do projeto entre si, definindo pontuações de acordo com sua relação.

4.1.5 Estabelecimento dos requisitos do projeto

Os requisitos do projeto foram então divididos em três grupos, separados por ordem de importância de acordo com o que foi gerado pela ferramenta de Desdobramento da Função Qualidade - QFD, conforme apresentado na tabela 9.

Tabela 9 – Estabelecimento dos requisitos do projeto

POSIÇÃO	GRUPO	PONTUAÇÃO	REQUISITOS
1º	A	234	Agitar o adubo
2º		222	Rotação do eixo dentro da caixa central
3º		219	Fácil montagem
4º		204	Eixo, aletas
5º		183	Qualidade do produto
6º	B	177	Local de fácil acesso para manutenção
7º		168	Controle por sistema hidráulico
8º		162	Distribuição uniforme
9º		150	Estrutura estável
10º		144	Possuir fonte de alimentação hidráulica
11º	C	144	Proteções de segurança operacional
12º		123	Materiais resistentes
13º		90	Aço inox, polímeros, componentes de fixação, adaptável ao projeto

Fonte: Autor, 2020

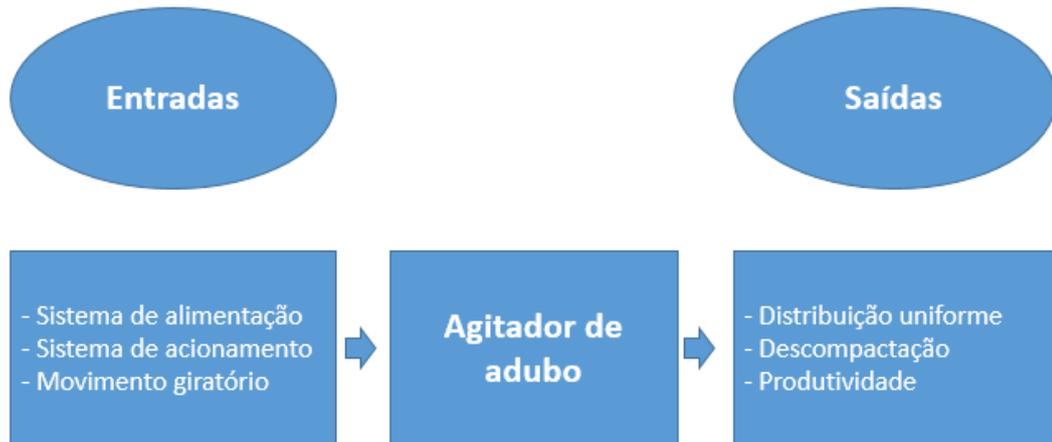
Com o estabelecimento dos requisitos do projeto, obteve-se os requisitos de maior prioridade como sendo o grupo A, os requisitos com média prioridade sendo o grupo B e de baixa prioridade como sendo os requisitos de grupo C.

4.2 PROJETO CONCEITUAL

4.2.1 Estabelecer estrutura funcional

Para obter uma melhor compreensão dos sistemas necessários foi desenvolvida uma função global na figura 13.

Figura 13 – Função global



Fonte: Autor, 2020

A partir da função global, delimitou-se outra estrutura, a qual serviu de base para um sistema que delimita as funções mais especificadas do agitador, conforme figura 14.

Figura 14 – Estrutura funcional



Fonte: Autor, 2020

Essas funções do agitador de adubo foram obtidas através das necessidades do projeto e serão detalhadas abaixo, conforme tabela 10.

Tabela 10 – Funções básicas do produto

Função	Descrição	Entradas	Saídas
Estrutura	Sustentar a caixa central	Soldagem	Estrutura resistente
Caixa Central	Armazenar o adubo	Comportar o peso do adubo e a rotação do eixo	Capacidade de armazenagem e funcionamento
Agitador	Movimentar o adubo	Descompactação	Uniformidade de distribuição
Alimentação	Movimentar o eixo giratório	Mecanismo de torque	Descompactação
Acionamento	Acionar o sistema através de uma alavanca	Mecanismo manual	Movimentação do eixo
Segurança	Impedir o contato com o agitador	Grade de proteção	Segurança para o operador
Elemento de fixação	Fixar os componentes do sistema	Manter componentes fixados	Qualidade do produto

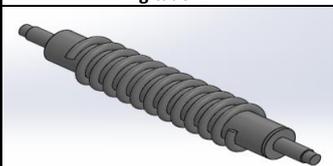
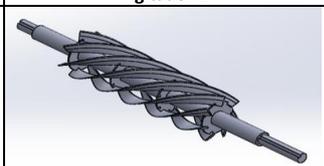
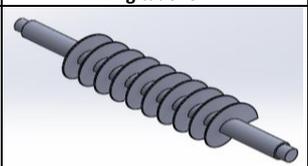
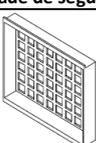
Fonte: Autor, 2020

A partir da estrutura funcional, foram encontradas as funções básicas do produto e identificadas as funções necessárias para a criação do sistema, juntamente com suas descrições, afim, de analisar quais as entradas e saídas que terão como resultado, conforme tabela 10.

4.2.2 Pesquisar por princípios de solução

Nesta fase do projeto pesquisou-se por possíveis soluções para as necessidades obtidas, baseando-se nas funções já criadas durante o desenvolvimento do projeto relacionou-se materiais e sistemas existentes, a fim de contemplar os requisitos, conforme quadro 2.

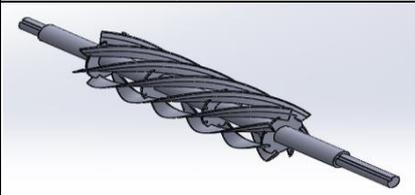
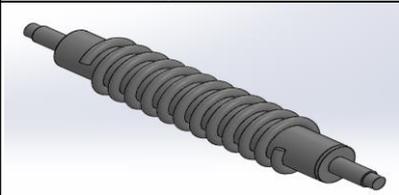
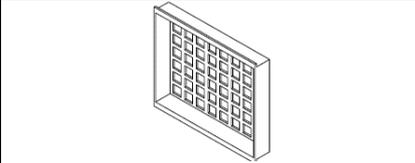
Quadro 2 – Matriz morfológica

FUNÇÃO	MATRIZ MORFOLÓGICA		
	1	2	3
ESTRUTURA			
CAIXA CENTRAL	Caixa central Quadra 	Caixa central Evo CS 	Caixa central Momentum 
AGITADOR	Agitador 1 	Agitador 2 	Agitador 3 
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO	Sistema Elétrico 	Sistema Pneumático 	Sistema Hidráulico 
ACIONAMENTO	Acionamento por botão 	Alavanca de acionamento 	Acionamento por seletor knob 
SEGURANÇA	Sensor de parada 	Sensor de travamento 	Grade de segurança 
ELEMENTO DE FIXAÇÃO	Soldagem 	Rebite 	Parafuso 

Fonte: Autor, 2020

Acima, na matriz morfológica foram encontradas três opções que melhor atenderiam aos requisitos do cliente, no quadro 3, foram apresentadas apenas as duas opções finais dos componentes do projeto.

Quadro 3 – Matriz morfológica combinada

FUNÇÃO	MATRIZ MORFOLÓGICA	
	1	2
ESTRUTURA		
CAIXA CENTRAL	Caixa central Quadra 	Caixa central Evo CS 
AGITADOR	Agitador 2 	Agitador 1 
SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO	Sistema Hidráulico 	Sistema Pneumático 
ACIONAMENTO	Alavanca de acionamento 	Acionamento por botão 
SEGURANÇA	Grade de segurança 	Sensor de parada 
ELEMENTO DE FIXAÇÃO	Soldagem 	Rebite 

Fonte: Autor, 2020

Após obtido as possíveis soluções para atender os requisitos do cliente, na matriz morfológica combinada separou-se as opções que seriam de maior relevância para o projeto e que melhor atenderiam os requisitos (quadro 3).

4.2.3 Seleção das combinações

Depois de formadas as combinações de acordo com a matriz morfológica combinada, foram definidas as concepções que mais atendem aos requisitos do cliente e seu grau de importância de acordo com o Diagrama de Mudge. A matriz implica em uma comparação e se a concepção será capaz de atender os requisitos dos clientes, onde cada comparação resulta num valor, conforme tabela 11.

- Valor +1: o requisito tem influência positiva em relação a concepção;
- Valor 0: o requisito não tem influência em relação a concepção;
- Valor -1: o requisito tem influência negativa em relação a concepção.

Tabela 11 – Matriz de decisão

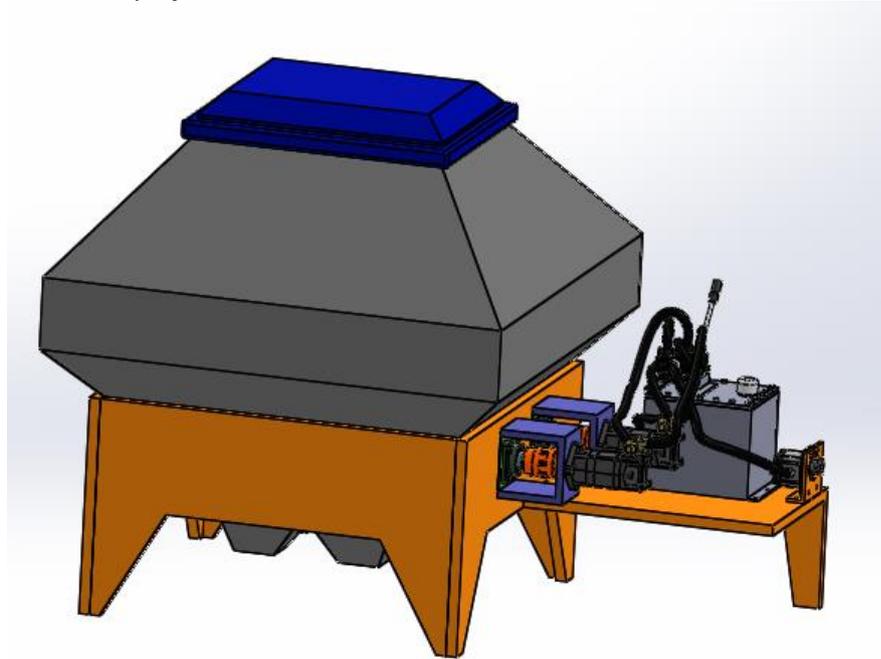
MATRIZ DE DECISÃO					
Requisitos do cliente	%	Opção 1	Pontuação 1	Opção 2	Pontuação 2
Aumento de produtividade	26,42	1	26,4	1	26,4
Aumento na uniformidade de distribuição de fertilizantes	25,47	1	25,5	1	25,5
Evitar compactação do adubo	17,92	1	17,9	1	17,9
Análise de conformidade e funcionamento do produto	13,21	1	13,2	1	13,2
Adaptação para variados modelos de caixas centrais	7,55	0	0	-1	-7,55
Ergonômico	6,60	1	6,6	1	6,6
Fácil fabricação	1,89	1	1,89	0	0
Projeto simples	0,94	1	0,94	0	0
Ter local definido para descarte	0	-1	0	-1	0
Total			92,5		82,1

Fonte: Autor, 2020

De acordo com as informações obtidas na tabela 11, concluiu-se que a opção 1 tem o valor de maior influência sobre os requisitos do cliente, obtendo assim, os componentes que serão utilizados para a concepção do projeto. A fase seguinte, seria a criação do modelo do agitador de adubo com o auxílio do software *SolidWorks*, o qual foi disponibilizado pela Fahor que é licenciada para a utilização do software.

Abaixo, na figura 15, obteve-se uma demonstração de como ficaria o resultado de todas as fases do projeto, a busca por informações e concepções. Importante lembrar que este pode não ser o produto final, mas sim um esboço do projeto de acordo com os resultados obtidos.

Figura 15 – Conceito do projeto



Fonte: Autor, 2020

Acima, a figura 15 representa o projeto conceitual da bancada que irá suportar o agitador de adubo, esta figura irá possibilitar o melhor entendimento de como será o produto final como um todo, juntamente com os seus componentes.

4.3 PROJETO DETALHADO

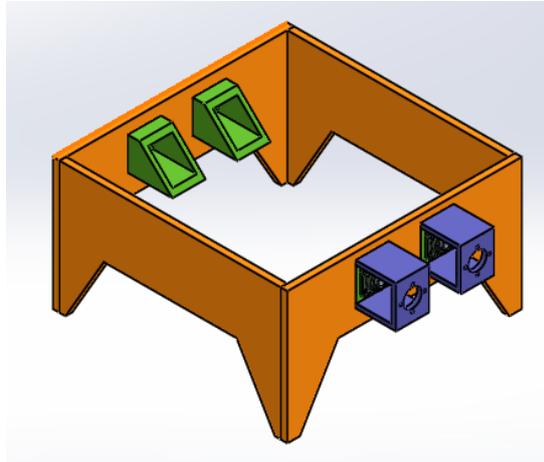
Nesta parte do trabalho, será elaborado o projeto detalhado baseado nas concepções e princípios definidos na etapa anterior, tendo uma concepção final que atende todas especificações de cliente e de projeto, juntamente com o desenho do agitador, seus componentes e seus sistemas. As informações mais detalhadas dos desenhos se encontram no apêndice.

4.3.1 Estrutura

A estrutura de sustentação servirá como apoio para todos os componentes do projeto, escolheu-se uma estrutura de fácil fabricação e foi projetada em Aço SAE 1020. Junto a estrutura, colocou-se de um lado dois mancais de deslizamento para

suportar os eixos do agitador e do outro lado colocou-se dois suportes para os motores, que farão a alimentação do eixo, como demonstra a figura 16.

Figura 16 – Estrutura



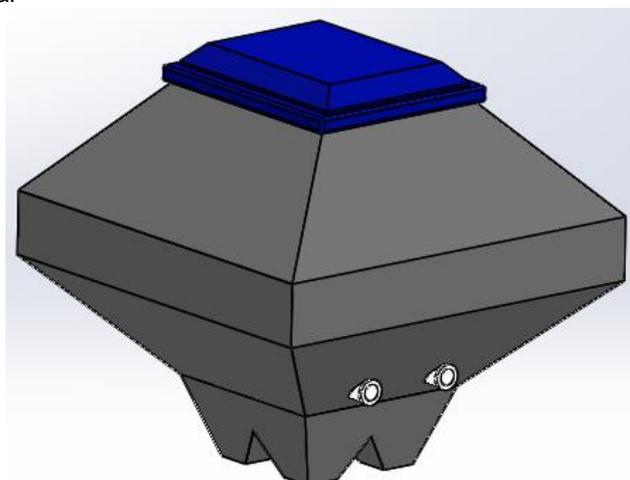
Fonte: Autor, 2020

Estas chapas metálicas em que a estrutura foi projetada, possuiu uma excelente conformidade, soldabilidade e boa usinalidade, o que o torna um dos aços mais comumente utilizados no mercado.

4.3.2 Caixa Central

Para o projeto da caixa central de adubo, baseou-se na caixa fabricada pela empresa Kuhn, este tipo de caixa possibilita uma maior capacidade de armazenamento do fertilizante, podendo assim, aumentar a produtividade durante o plantio, pois o operador terá menos paradas para o abastecimento do fertilizante, conforme figura 17.

Figura 17 – Caixa central



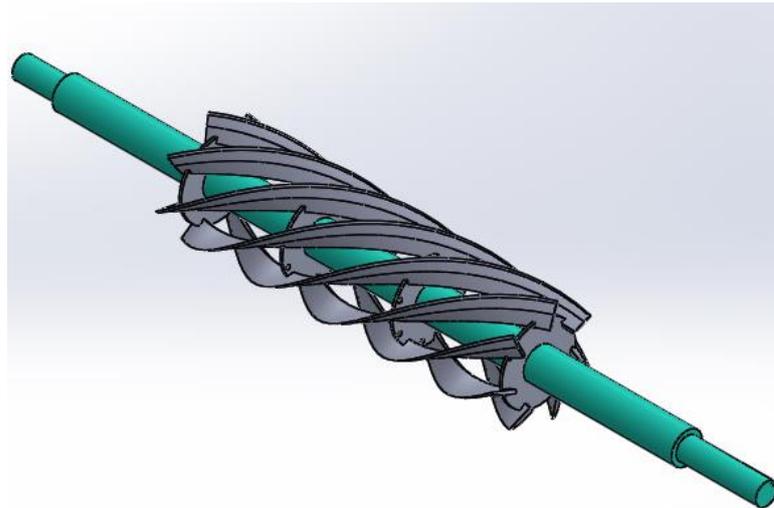
Fonte: Autor, 2020

O esboço da caixa representado na figura 17, apresenta quatro saídas de fertilizantes, esta distribuição do fertilizante é realizada através de um sistema pneumático o qual levará o produto até as linhas, aumentando assim, o fluxo na distribuição. Para a fabricação da caixa escolheu-se o material de polietileno, devido à sua boa resistência a corrosão.

4.3.3 Agitador

A partir da necessidade encontrada, projetou-se um agitador que exercerá um profundo desempenho operacional, afim de realizar a descompactação e melhorar a produtividade. Este sistema irá manter-se em movimento o tempo que o operador achar necessário, através de uma alavanca de comando hidráulico, conforme figura 18.

Figura 18 – Agitador



Fonte: Autor, 2020

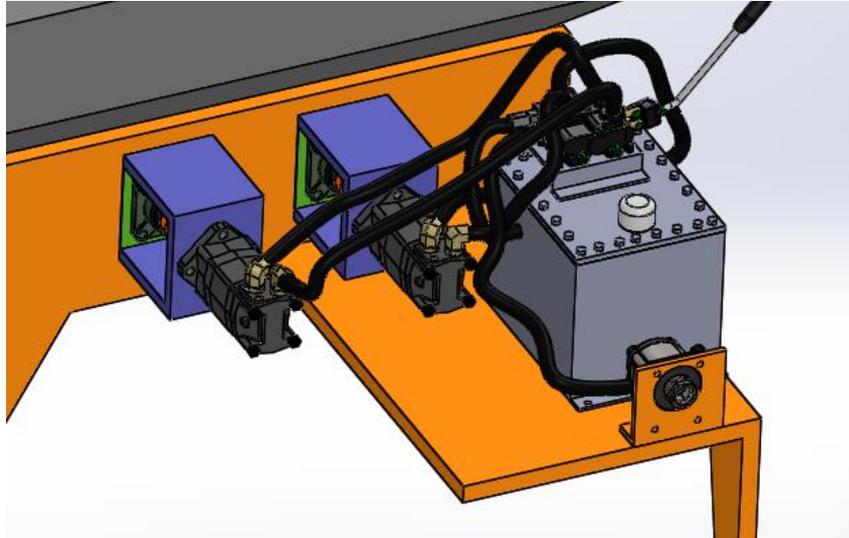
Projetou-se um sistema em Aço Inox, conhecido por ter uma boa resistência à corrosão, para este produto pensou-se em um design com aletas semelhante a um sem fim, capaz de fazer a movimentação e descompactação do adubo dentro da caixa.

4.3.4 Alimentação

Para fazer a alimentação do agitador optou-se por um sistema hidráulico (figura 19), o qual utilizará um fluido como forma de transferência de energia, permitindo a

transmissão e controle das forças de movimento, através de uma conexão TDP (tomada de potência).

Figura 19 – Sistema hidráulico



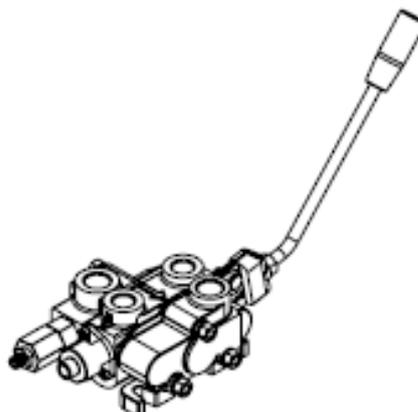
Fonte: Autor, 2020

Este sistema está composto por motores que farão o acionamento dos eixos, um reservatório de óleo, que irá fornecer o fluido, mangueiras que irão levar o óleo até a bomba, fazendo assim, a movimentação do sistema ou uma variação de pressão.

4.3.5 Acionamento

Para fazer o acionamento do sistema, utilizou-se um comando hidráulico, onde é possível que o operador da máquina faça o acionamento através de uma alavanca (figura 20). O comando hidráulico é responsável pelo controle e a segurança do sistema, que quando acionado transforma a energia hidráulica em mecânica.

Figura 20 – Comando hidráulico



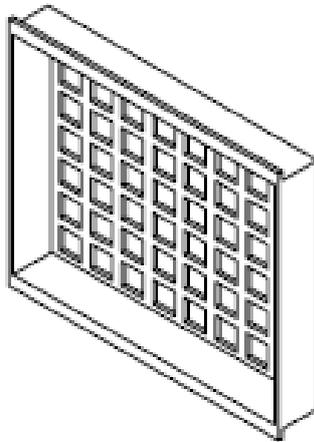
Fonte: Autor, 2020

Este comando irá direcionar o fluxo de óleo para os diversos componentes do projeto, o que possibilitará o movimento de rotação no eixo do motor hidráulico.

4.3.6 Segurança

Para garantir a segurança do operador, pensou-se em uma grade na parte superior da caixa, assim possibilitará que o operador tenha contato com a caixa sem que possa haver contato com o eixo do agitador (figura 21).

Figura 21 – Grade de segurança



Fonte: Autor, 2020

Este projeto teve sua concepção justamente pelo fato do operador não precisar fazer a descompactação manualmente do adubo, com isso, essa grade servirá como um segundo elemento de segurança.

4.3.7 Elemento de fixação

Para unir chapas de materiais metálicos, tem-se como a melhor opção o uso do processo de soldagem a qual varia de acordo com os métodos, espessuras, formas e geometria das peças, assim como diferentes tipos dos materiais. Como elemento de fixação da estrutura utilizou-se o processo de solda com eletrodo revestido, mais conhecida como soldagem manual a arco elétrico (figura 22).

Figura 22 – Processo de soldagem



Fonte: Cesar, 2018

São várias as vantagens do processo de soldagem por eletrodos revestidos, pois este processo é o mais simples disponível. Tudo o que se necessita é de uma fonte de energia de corrente constante, dois cabos elétricos e o eletrodo. É o processo de soldagem mais flexível no sentido que pode ser empregado em qualquer posição de soldagem para quase todas as espessuras dos aços carbono (ALMEIDA, 2018).

CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos mencionados no início do trabalho, realizou-se o desenvolvimento do projeto de um agitador de adubo, este desenvolvimento deu-se através de pesquisas de componentes existentes no mercado e também componentes desenvolvidos pelo autor, para compor o sistema de agitação, projetou-se também uma bancada completa de todos os componentes e sistemas que farão parte do projeto.

Este projeto teve como objetivo desenvolver um agitador para caixa central de adubo utilizados em plantadeiras, afim de uniformizar o fertilizante na hora do plantio, evitando a necessidade de fazer a descompactação do adubo manualmente. Buscando assim, aumentar a produtividade do processo e obter uma maior precisão e qualidade no plantio.

Para a concepção deste projeto aplicou-se a metodologia de Projeto de Produto, no Projeto Informacional obteve-se as especificações dos requisitos do cliente e dos requisitos do projeto, também conclui-se quais seriam os requisitos de maior importância para o desenvolvimento do agitador, para isso utilizou-se o Diagrama de Mudge e o Desdobramento da Função Qualidade – QFD.

No Projeto Conceitual elegeu-se as funções básicas do produto retirando as funções necessárias para a criação do sistema. Nesta fase do projeto pesquisou-se por possíveis soluções para as necessidades obtidas, baseando-se nas funções já criadas durante o desenvolvimento do projeto. Na fase do Projeto Detalhado apresentou-se o esboço final do agitador, seus componentes e seus sistemas de acordo com as informações obtidas nas etapas anteriores.

Com base no projeto detalhado do agitador, pode-se concluir que o trabalho atendeu os objetivos propostos, utilizando a metodologia de Projeto de Produto de forma eficaz e desenvolvendo um produto adequado aos requisitos do cliente. Para que assim, este projeto possibilite o agricultor ter precisão no plantio e aumento de produtividade.

Como sugestão para seguimento do projeto, indica-se a realização do dimensionamento estrutural das tensões e deformações causadas pelos carregamentos do sistema e dos componentes, a verificação do valor de mercado e a concepção física do agitador. Além desses encaminhamentos possíveis alterações

em função da utilização do produtor final podem ser revistas de modo a se aplicar atualizações e melhoramento contínuo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gabriel Mateus; FERNANDEZ, Natália Lima; GARCÊZ, Thaís Spíndola; CARDOSO, Victor Lopes. **Análise de solda com eletrodo revestido em aço SAE 1020**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Maceió, 2018.

BARICELO, L., BACHA, C. Oferta e demanda de máquinas agrícolas no Brasil. **Revista de Política Agrícola**. Brasília, 22, Jun. 2015. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/857/801>>. Acesso em: 28 Set. 2020.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia Prático para o Design de Novos Produtos**. São Paulo: Blucher, 2011.

CARPES JR, Widomar P. **Introdução ao Projeto de Produtos**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

CASÃO JUNIOR, Ruy; ARAÚJO, Augusto Guilherme de; LLANILLO, Rafael Fuentes. **Plantio direto no Sul do Brasil: Fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista**. Instituto Agrônomo do Paraná. Londrina, 2012.

CESAR, Paulo. **Características da soldagem com eletrodos revestidos**. 2018. Alusolda. Disponível em: <<https://alusolda.com.br/caracteristicas-da-soldagem-com-eletrodos-revestidos/>>. Acesso em: 12 set. 2020.

FONSECA, M. D. G. D. **Concorrência e progresso técnico na indústria de máquinas para agricultura: um estudo sobre trajetórias tecnológicas**. (Tese Doutorado). Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas. São Paulo, 1990.

KUHN. **Máxima produtividade e alta performance para o plantio de culturas de inverno**. 2016. Disponível em: <<https://www.kuhnbrasil.com.br/cultivos/semeadoras/semeadoras-pneumaticas-rebocadas-para-plantio-direto/quadra>>. Acesso em: 30 set. 2020.

NASCIMENTO, Luiz Paulo do. **Elaboração de Projetos de Pesquisa: monografia, dissertação, tese e estudo de caso, com base em metodologia científica**. São Paulo : Cengage Learning, 2012.

ESTADAO. O que é NPK e como o adubo deve ser utilizado. **Estadão**, São Paulo, 17 de Fev. 2020. Disponível em: <<https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/o-que-e-npk-e-como-o-adubo-deve-ser-utilizado/>>. Acesso em: 28 Set. 2020.

PADILHA, Charles Soares. **Uniformidade de aplicação de fertilizantes com diferentes características físicas**. Relatório de Estágio do Curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Agrárias, Santa Catarina, 2005.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2013.

REGINATO, João Carlos; SCHENEIDER, Simone Beatris. A Agricultura Familiar e o Processo de Erosão. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Jan./abr. Porto Alegre, 2014.

ROMANO, L. **Modelo de referência para processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003.

ROZENFELD, Henrique; et. al. **Gestão de Projetos em Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

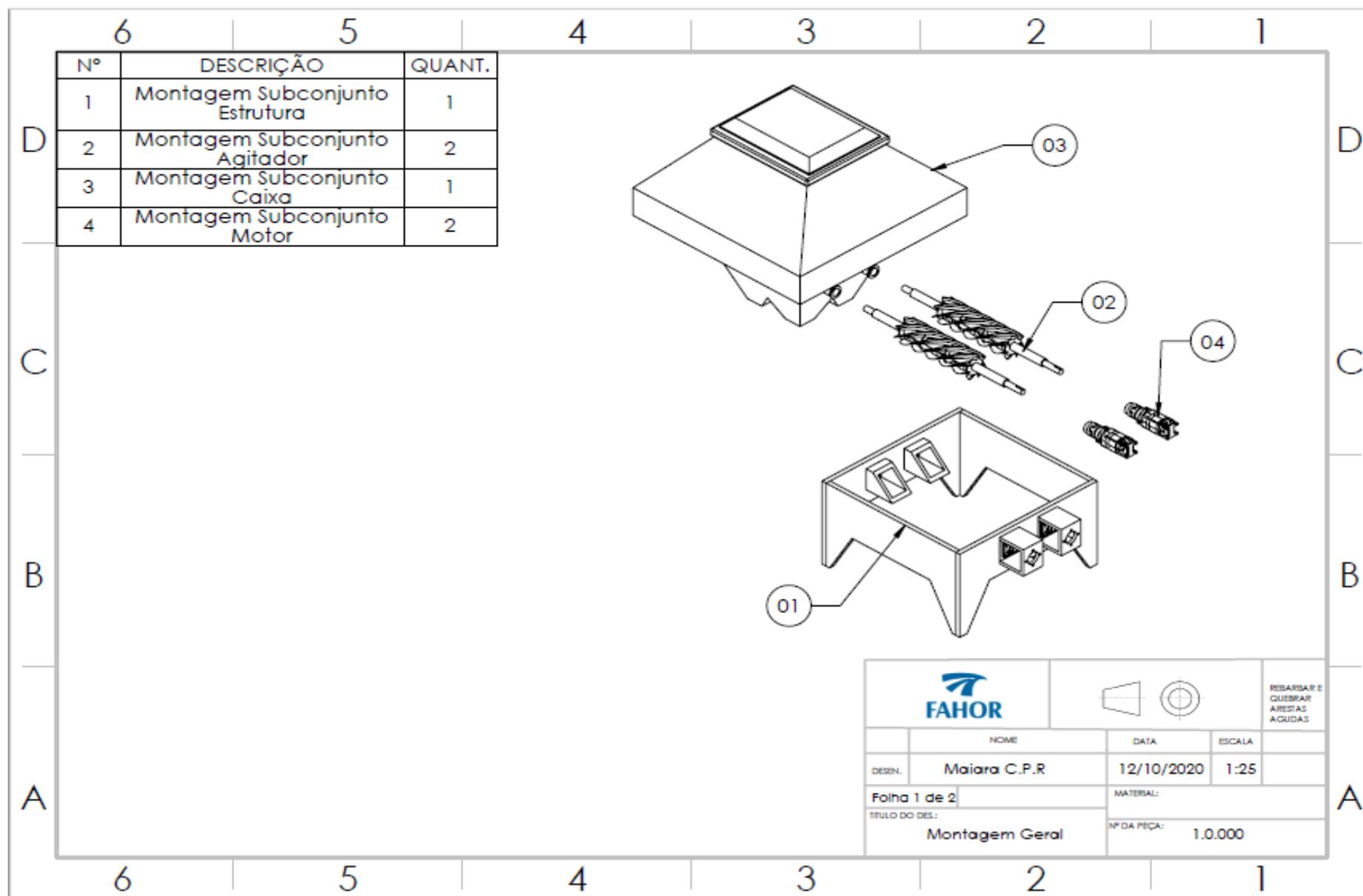
SIQUEIRA, Rubens. **Milho: Semeadoras-Adubadoras para Sistema Plantio Direto com Qualidade**. Curitiba: IAPAR, [2008].

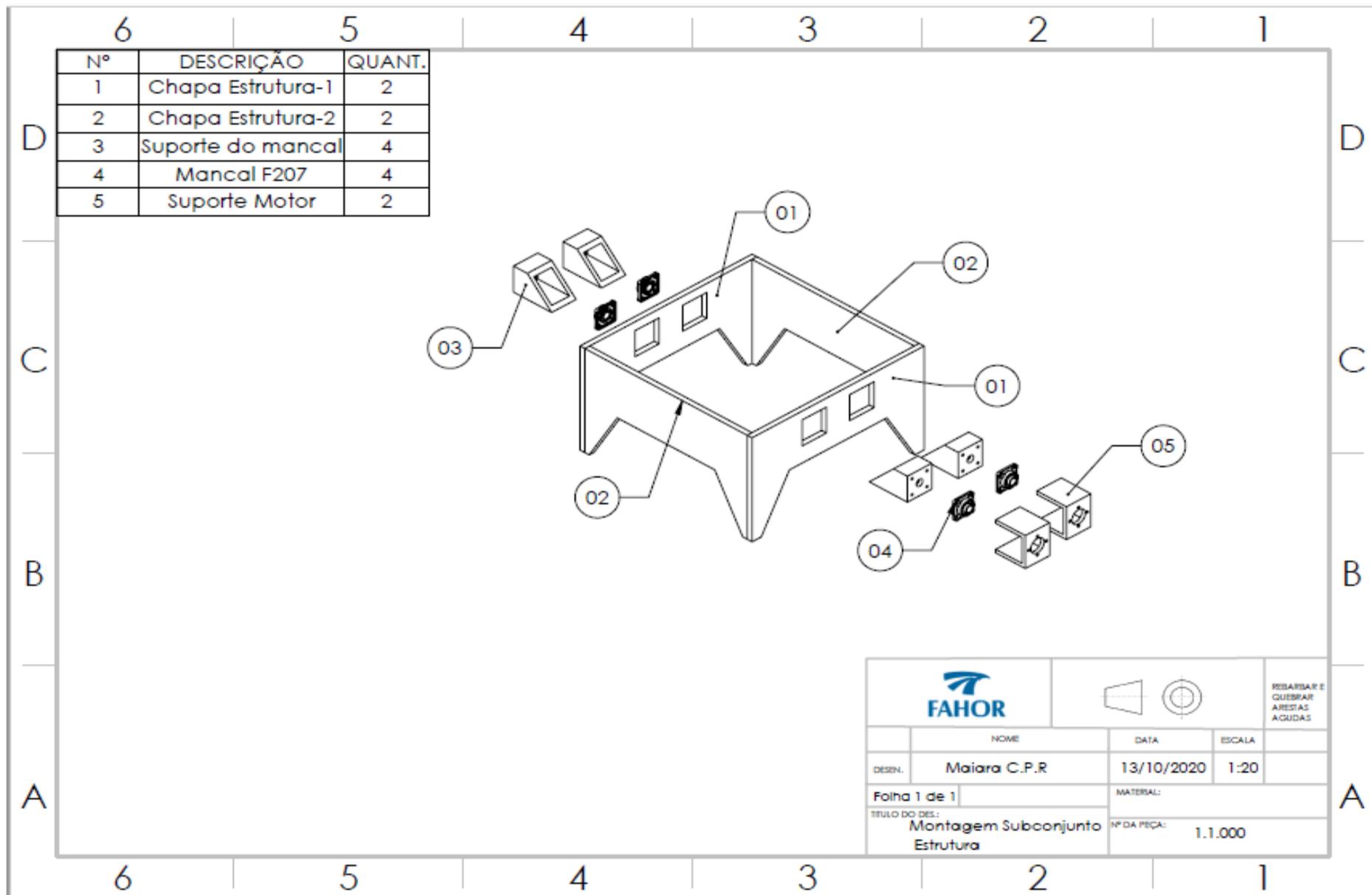
VALLE, Dimitri. **Plantio Direto: A tecnologia que revolucionou a agricultura brasileira**. Foz do Iguaçu, Parque Itaipu, 2015.

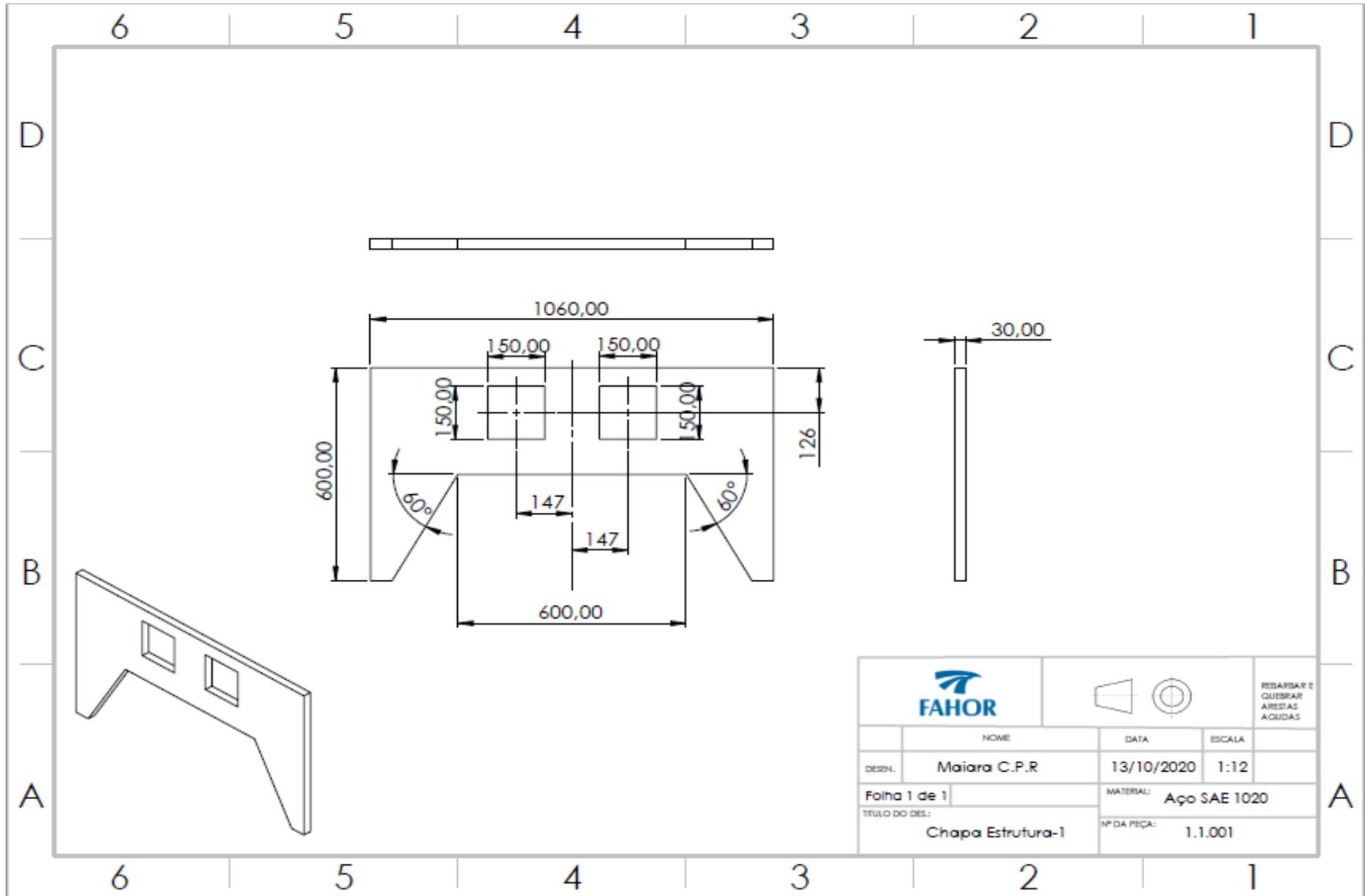
ZENEDIN, Giulia. Fertilizantes Agrícolas: Volume de comercialização dos fertilizantes no Brasil em 2019, foi o maior já registrado. **AF News Agrícola**. Curitiba, 20 de maio de 2020. Disponível em: <<https://www.afnews.com.br/noticia.php?id=2506&t=Fertilizantes-Agricolas-Volume-de-comercializacao-dos-fertilizantes-no-Brasil-em-2019-foi-o-maior-ja-registrado#:~:text=A%20Associa%C3%A7%C3%A3o%20Nacional%20para%20Difus%C3%A3o,5%20milh%C3%B5es%20no%20ano%20anterior>>. Acesso em: 28 Set. 2020.

APÊNDICE

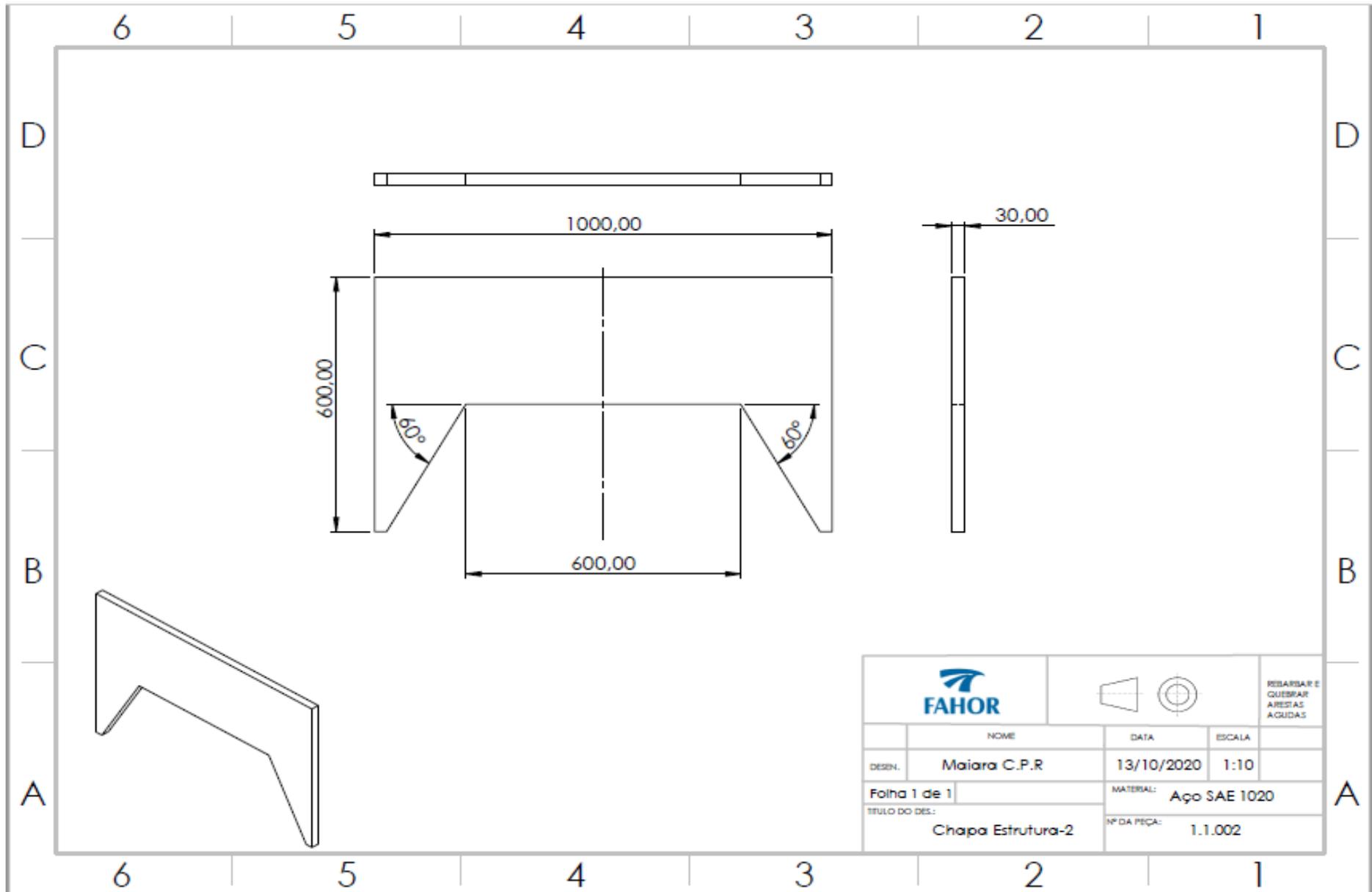
Nas páginas seguintes será apresentado a montagem geral, os subconjuntos dos componentes e todo sistema do agitador de adubo.



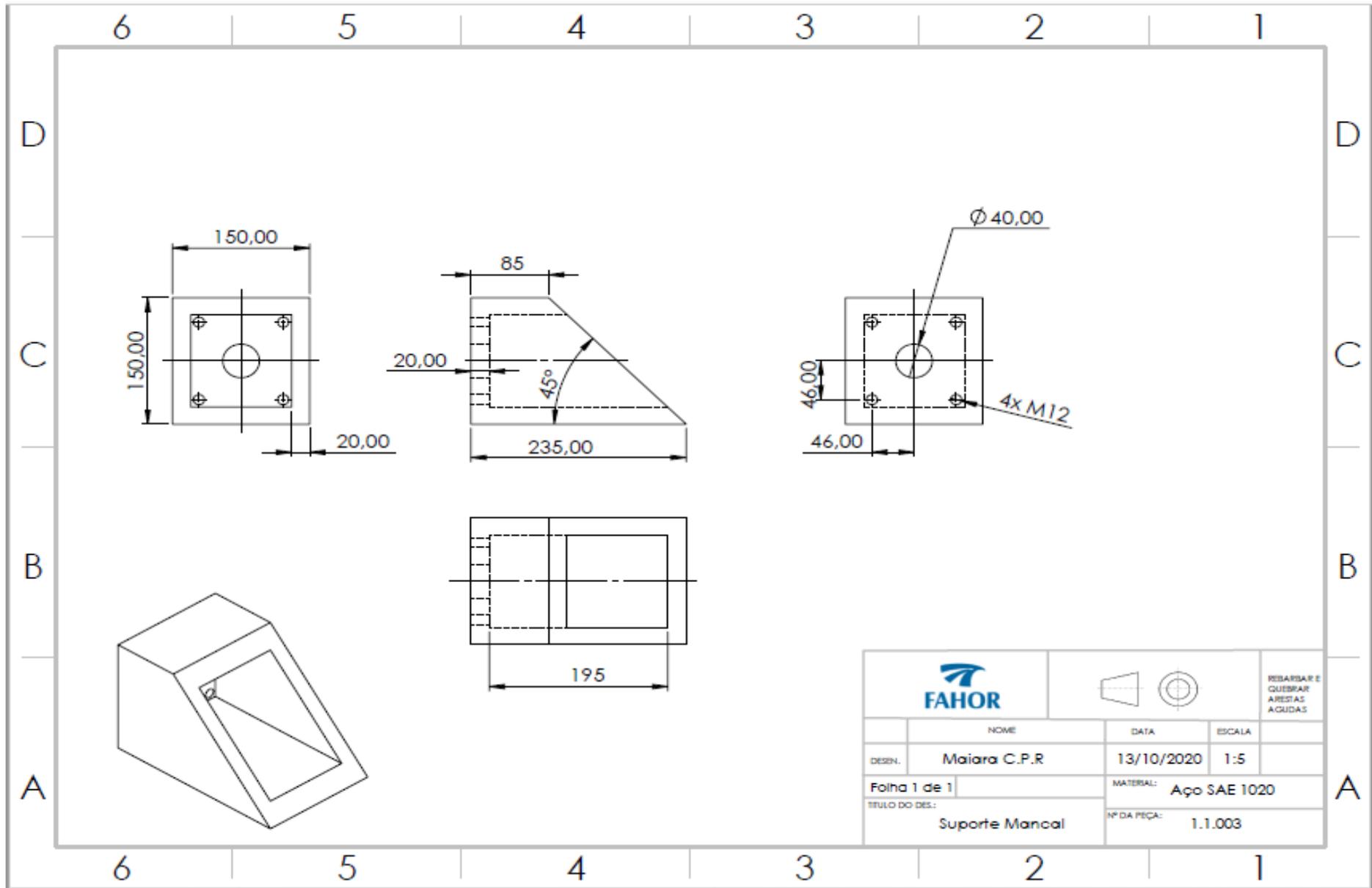


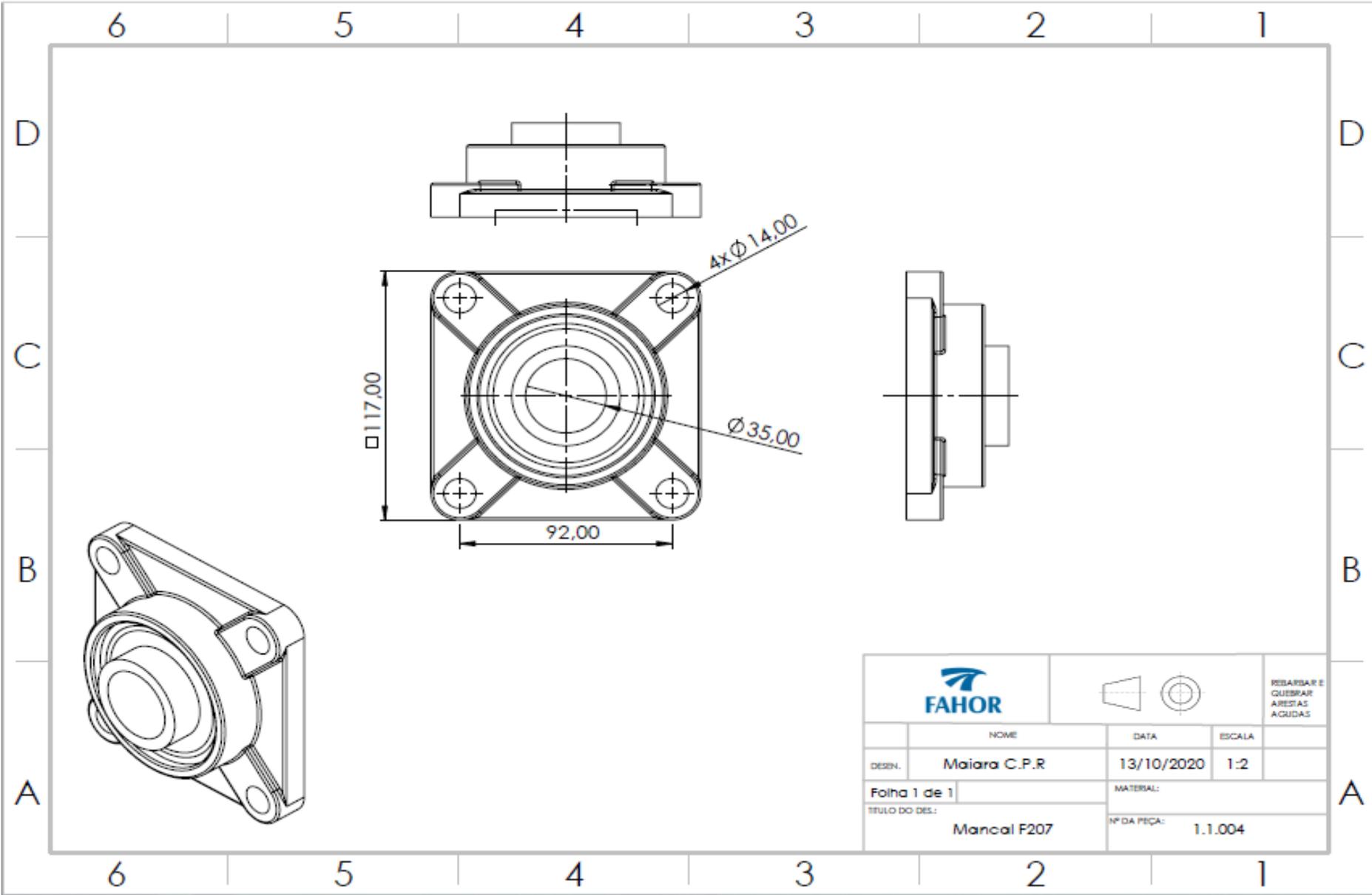


				REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Maiara C.P.R	13/10/2020	1:12	
Folha 1 de 1		MATERIAL: Aço SAE 1020		
TÍTULO DO DES.: Chapa Estrutura-1		Nº DA PEÇA: 1.1.001		

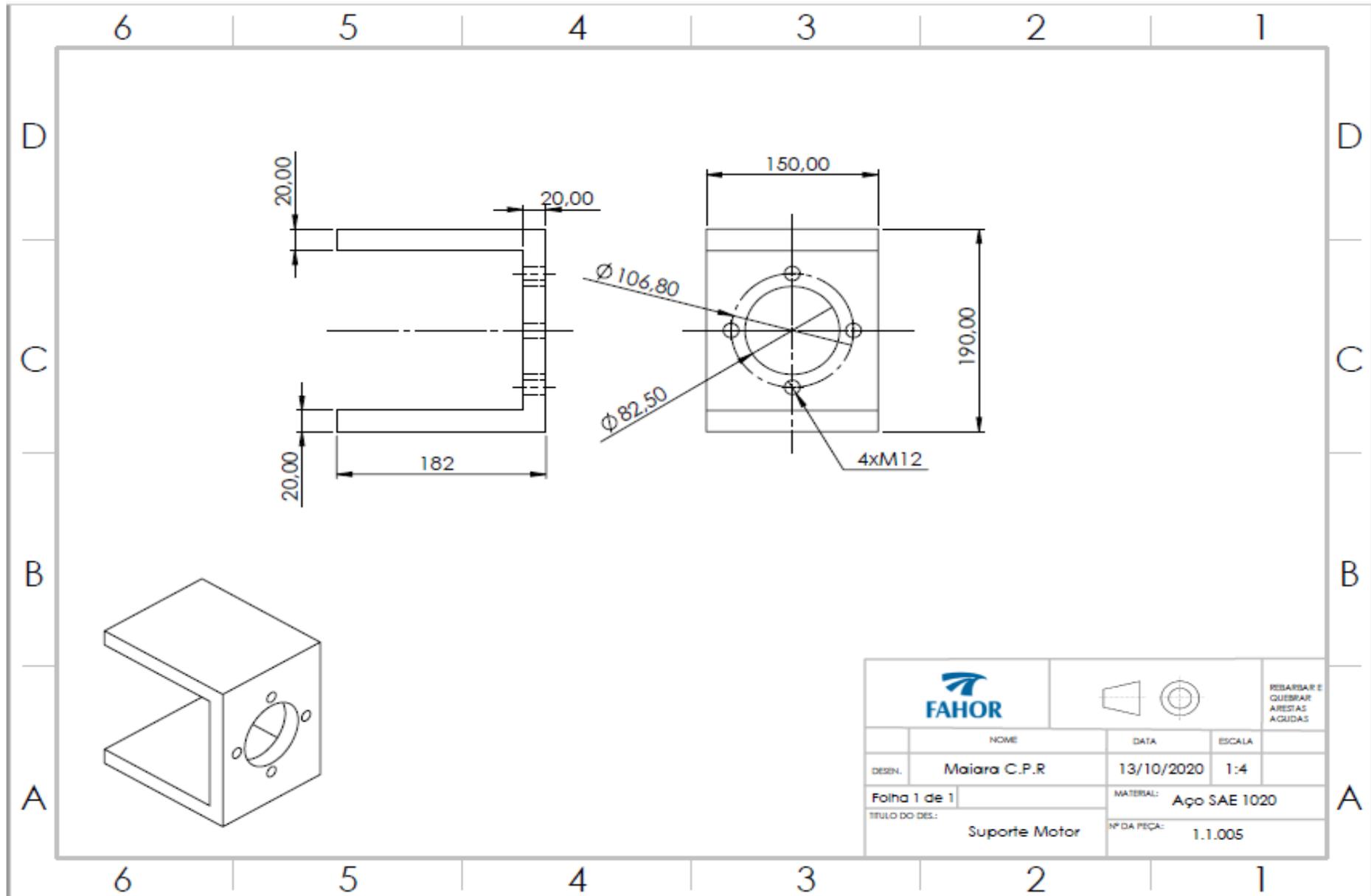


				RESARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Maiara C.P.R	13/10/2020	1:10	
Folha 1 de 1		MATERIAL: Aço SAE 1020		
TÍTULO DO DES.: Chapa Estrutura-2		Nº DA PEÇA: 1.1.002		

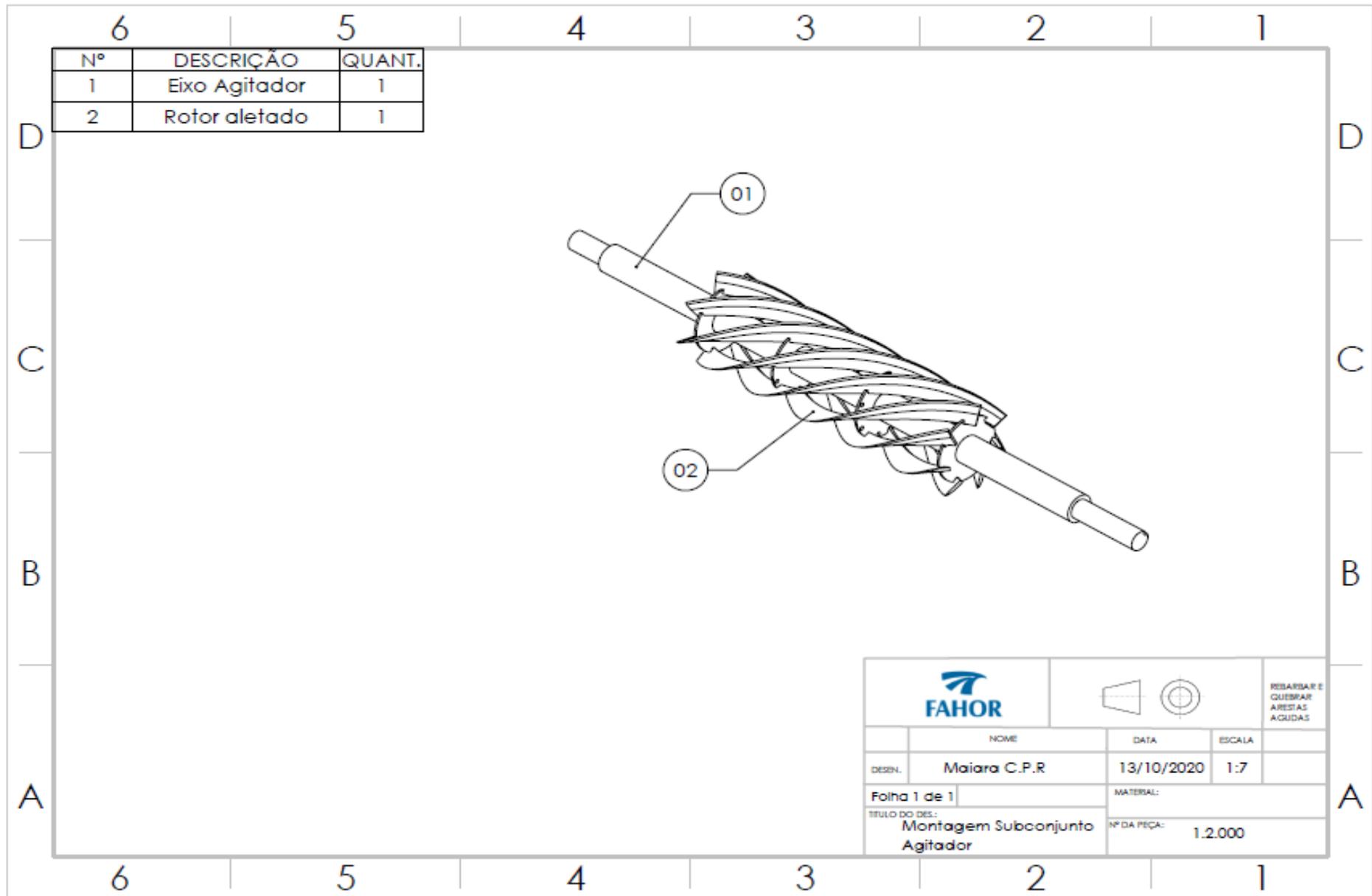


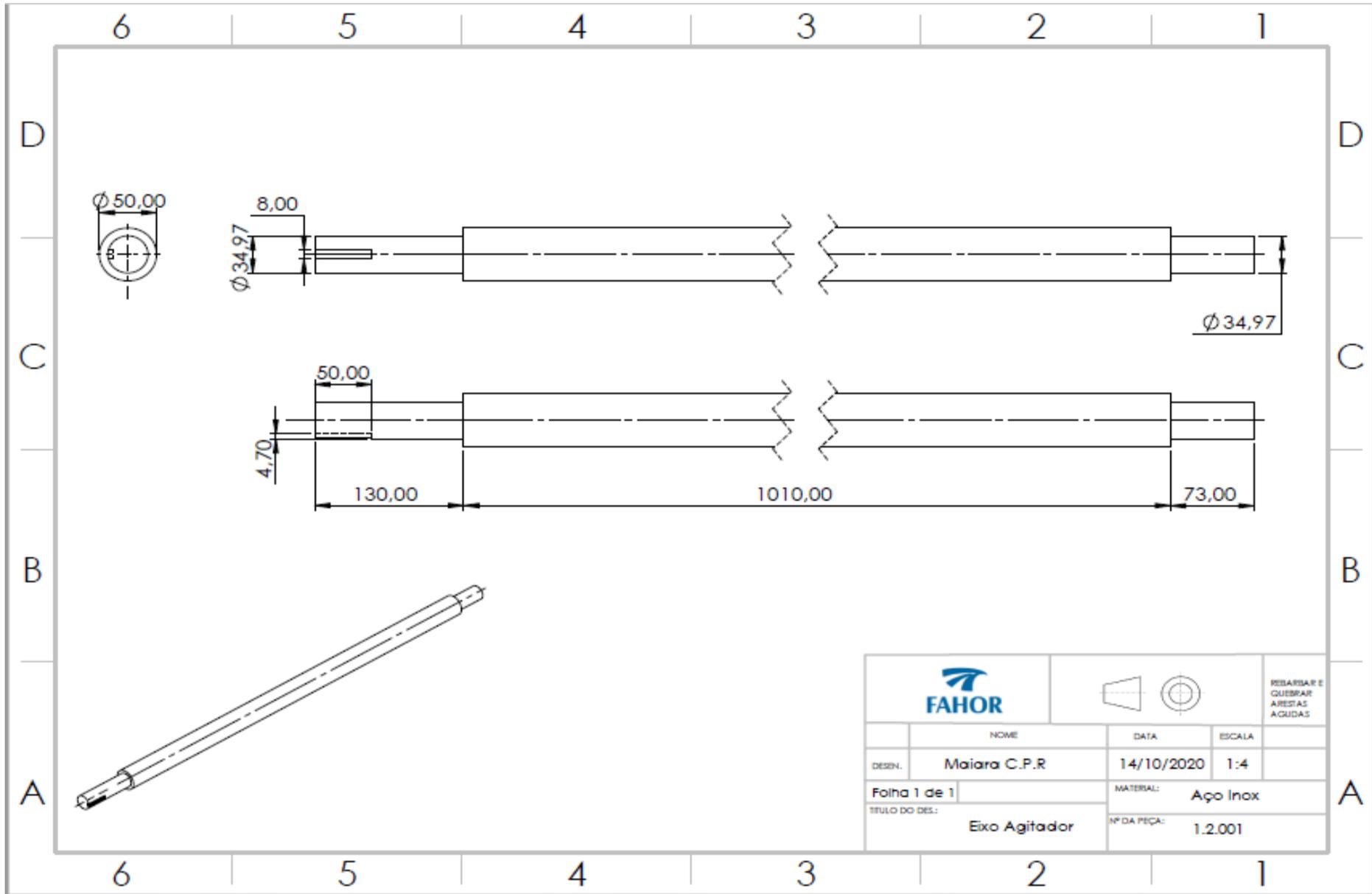


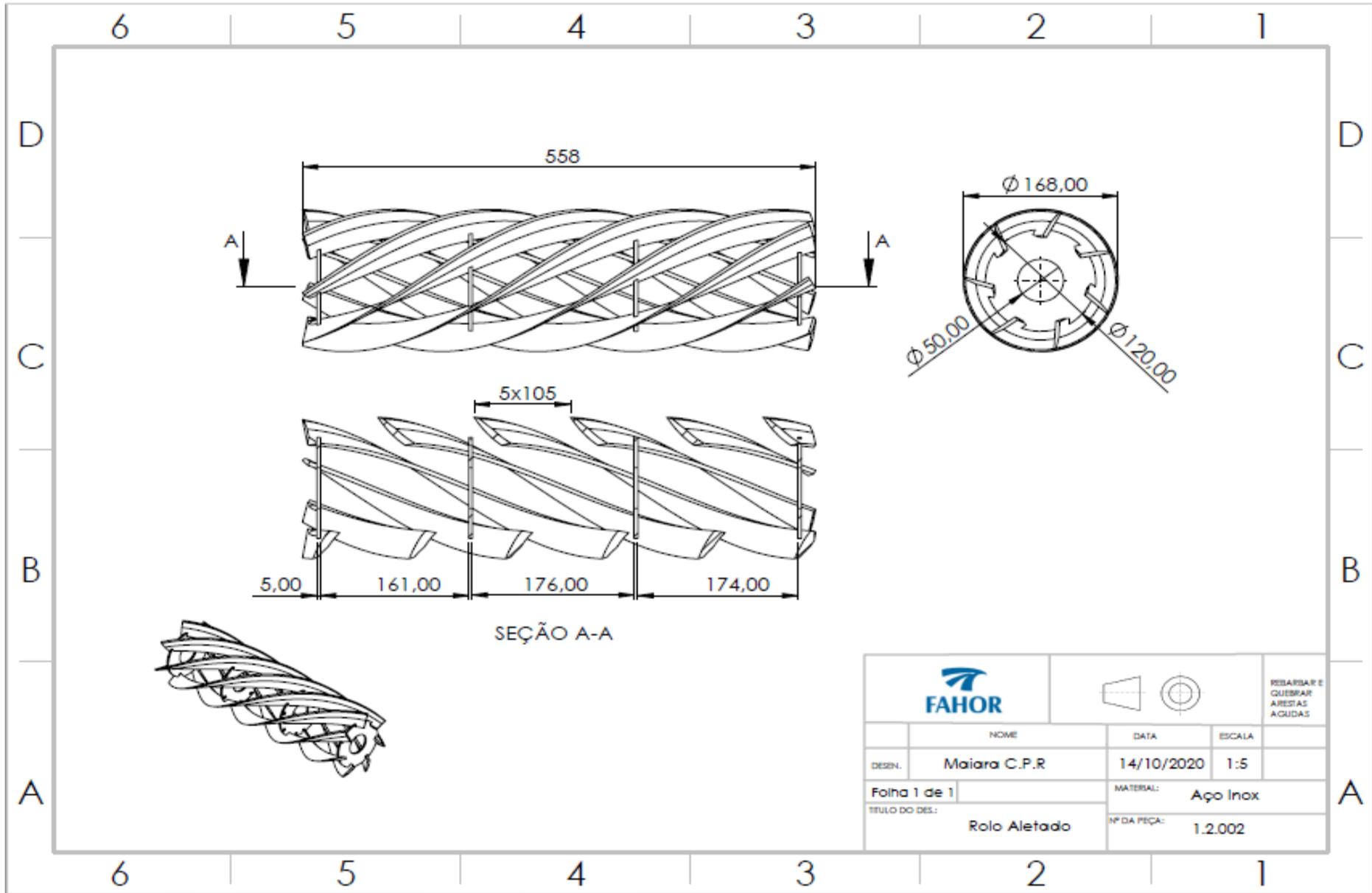
				REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Maiara C.P.R	13/10/2020	1:2	
Folha 1 de 1	MATERIAL:			
TITULO DO DES:	Mancal F207		Nº DA PEÇA:	1.1.004



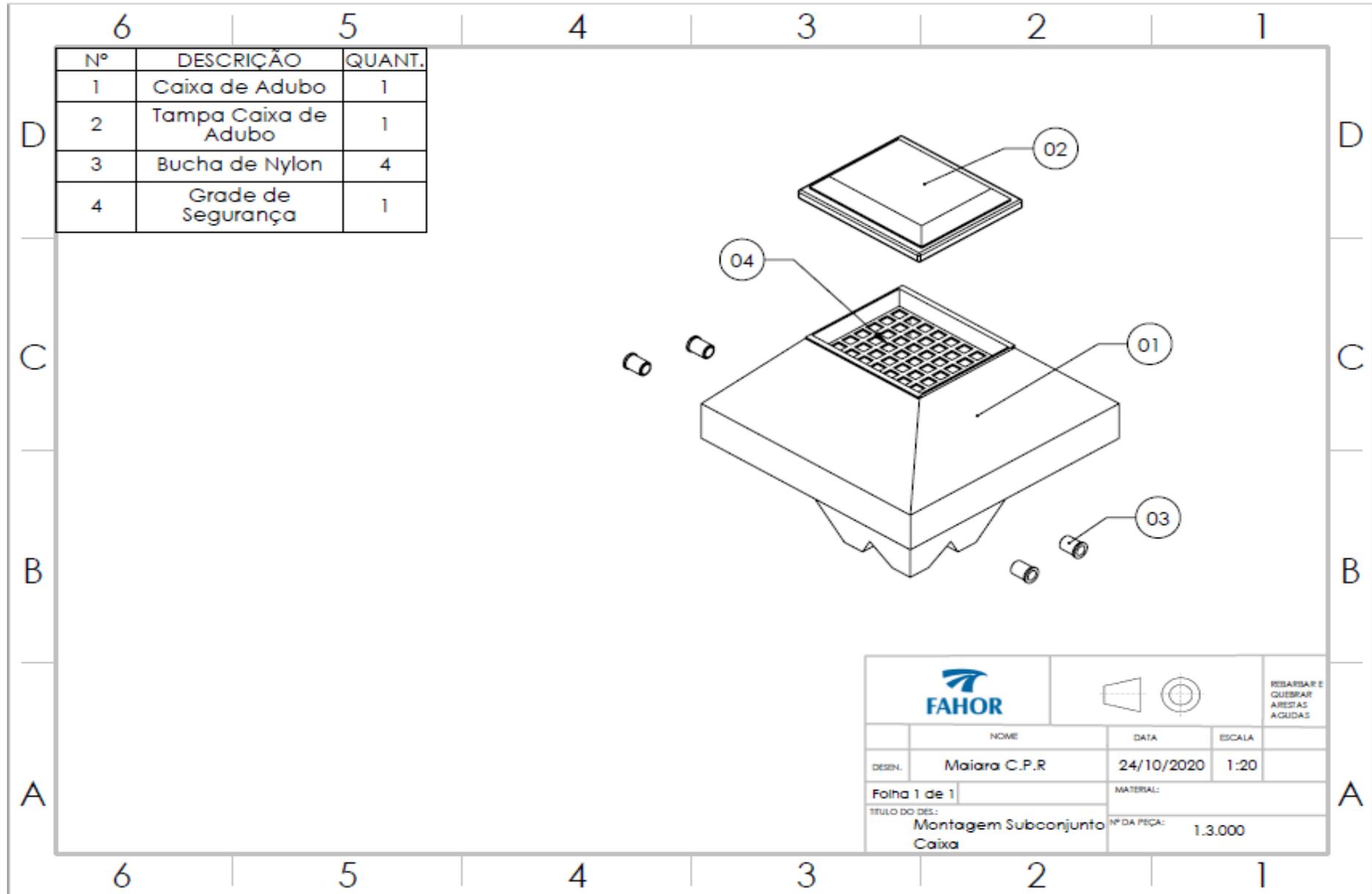
				REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Maiara C.P.R	13/10/2020	1:4	
Folha 1 de 1	MATERIAL: Aço SAE 1020			
TÍTULO DO DES:	Suporte Motor		Nº DA PEÇA: 1.1.005	

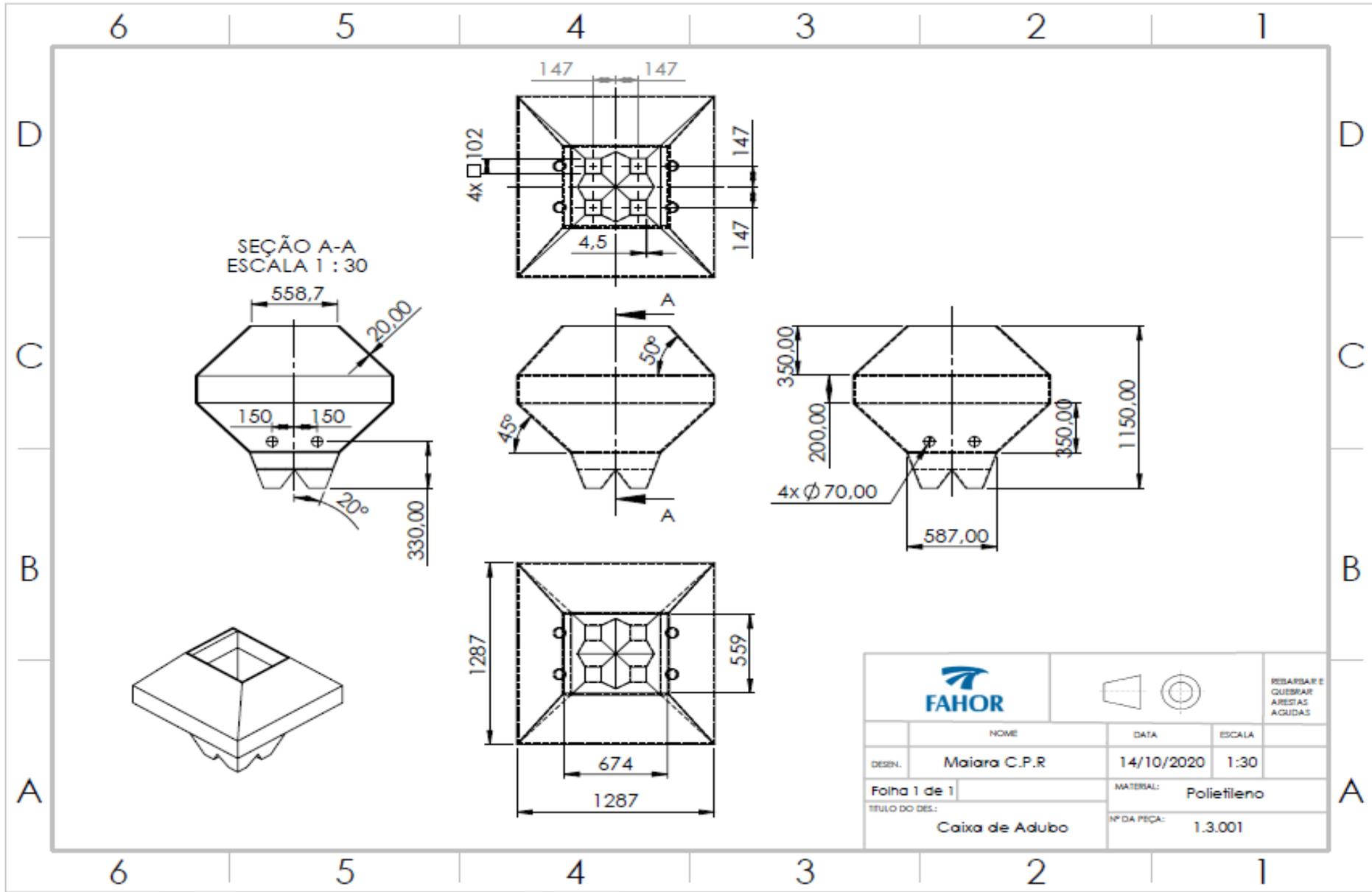


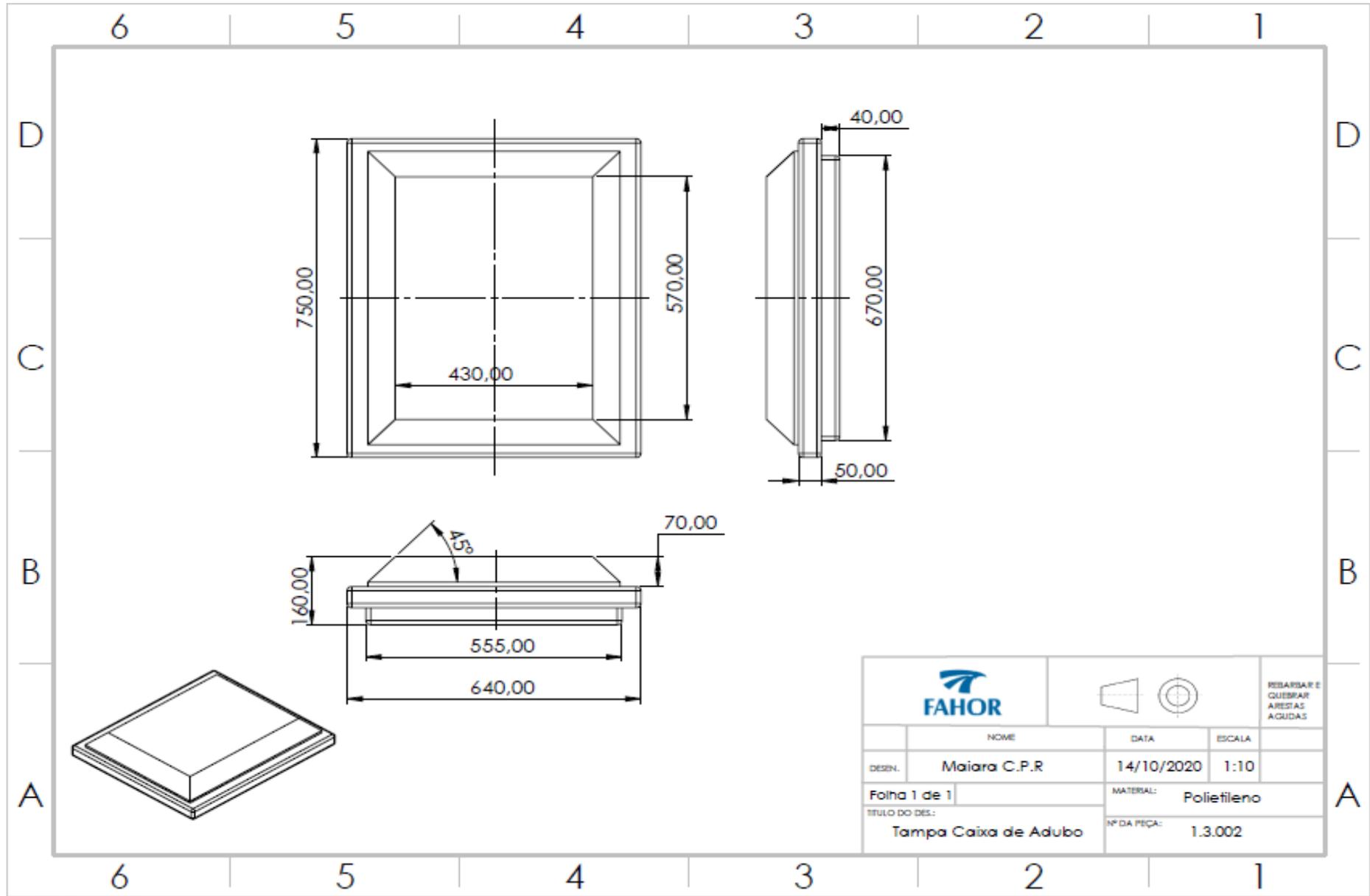


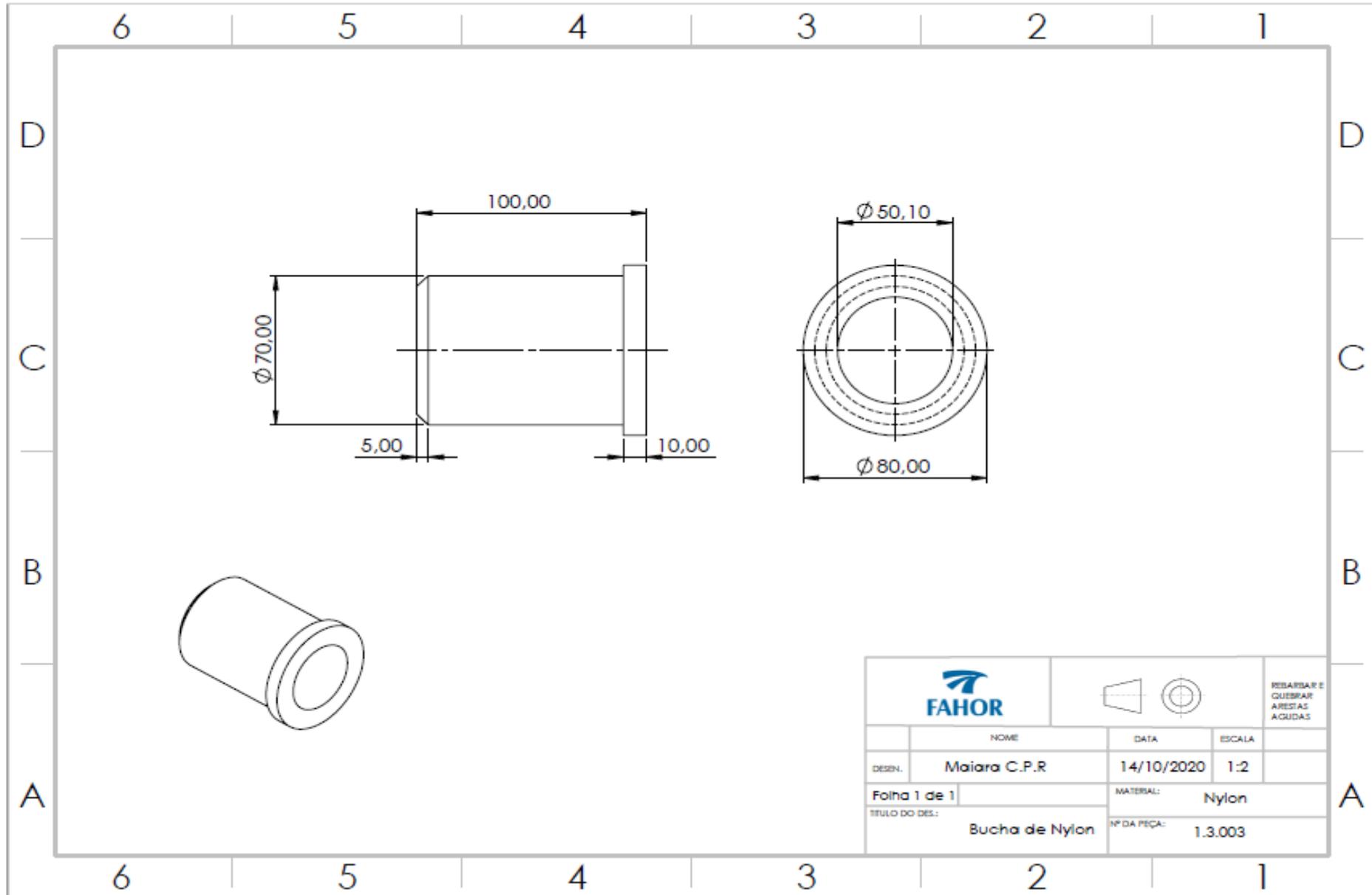


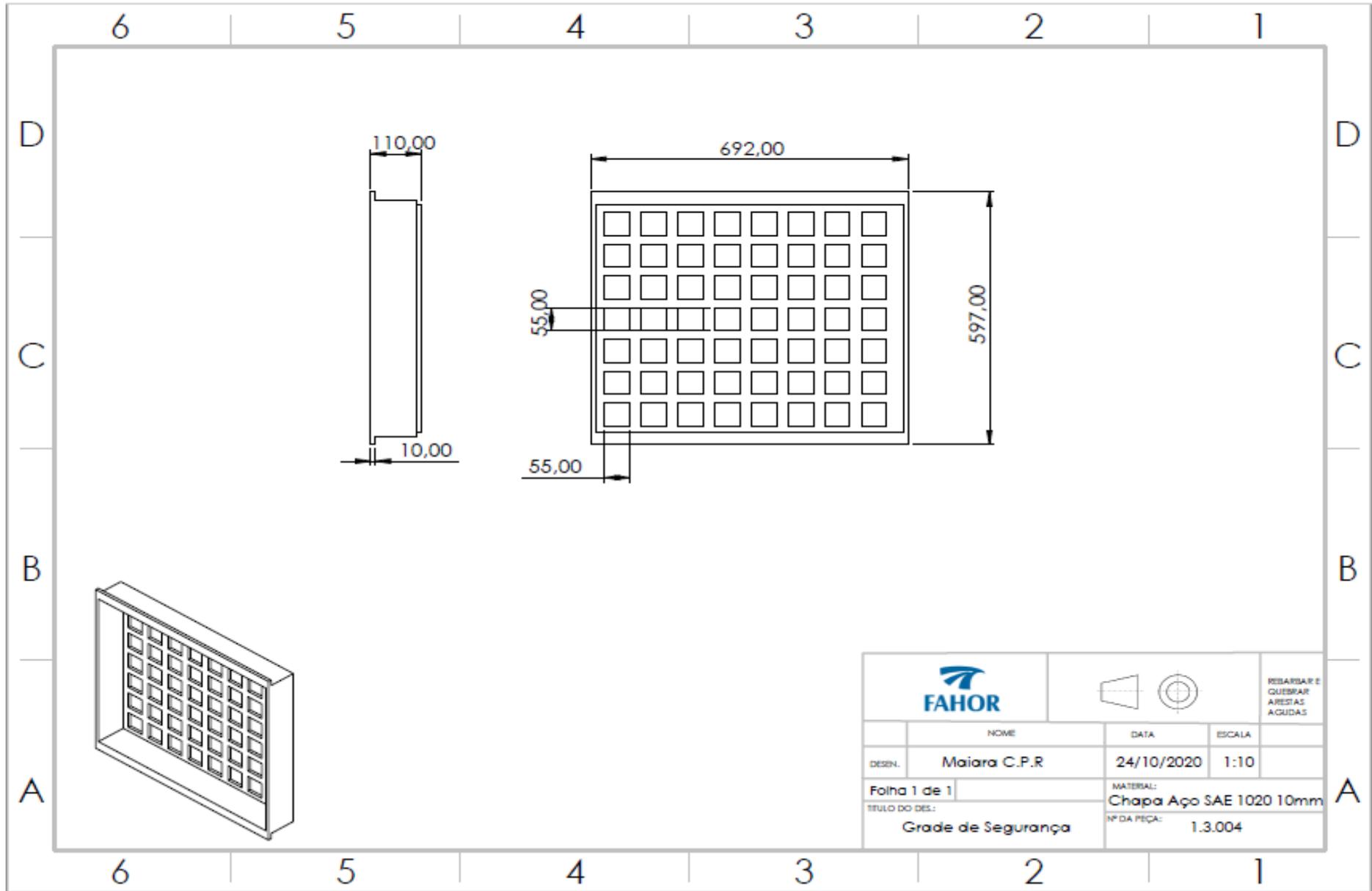
				REBARBAR E QUISAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Maiara C.P.R	14/10/2020	1:5	
Folha 1 de 1	MATERIAL:		Aço Inox	
TITULO DO DES:	Rolo Aletado	Nº DA PEÇA:	1.2.002	

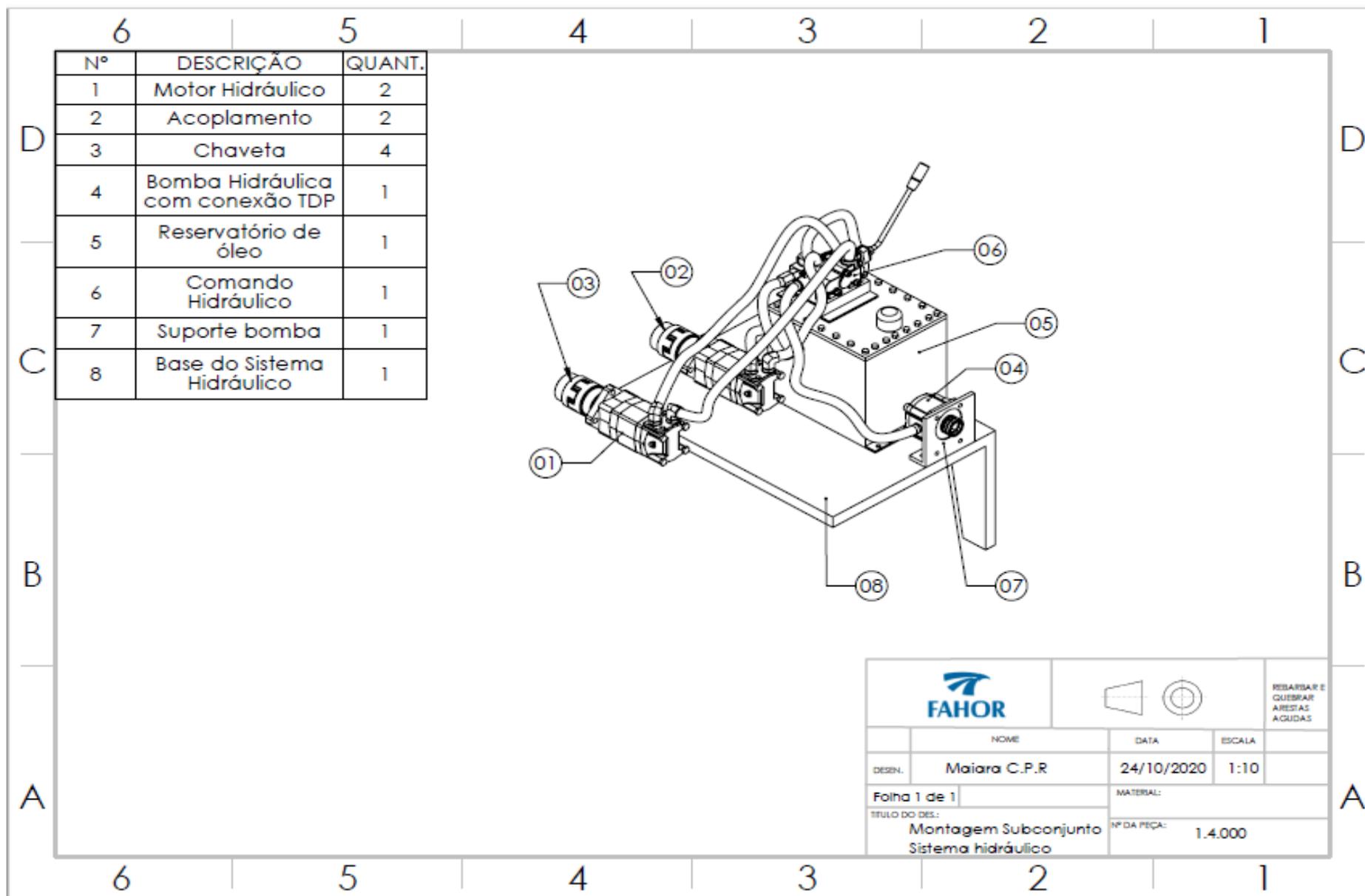


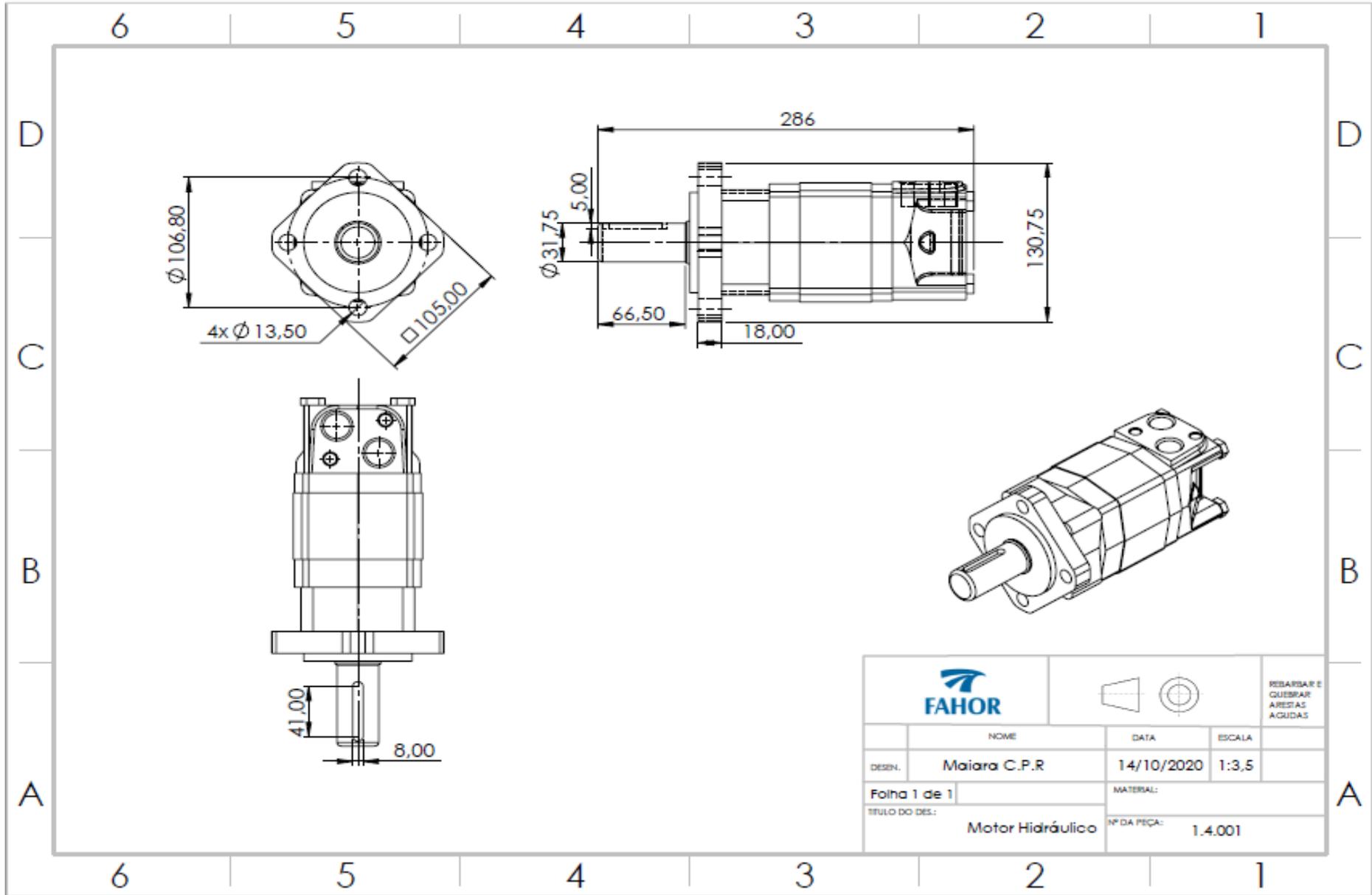


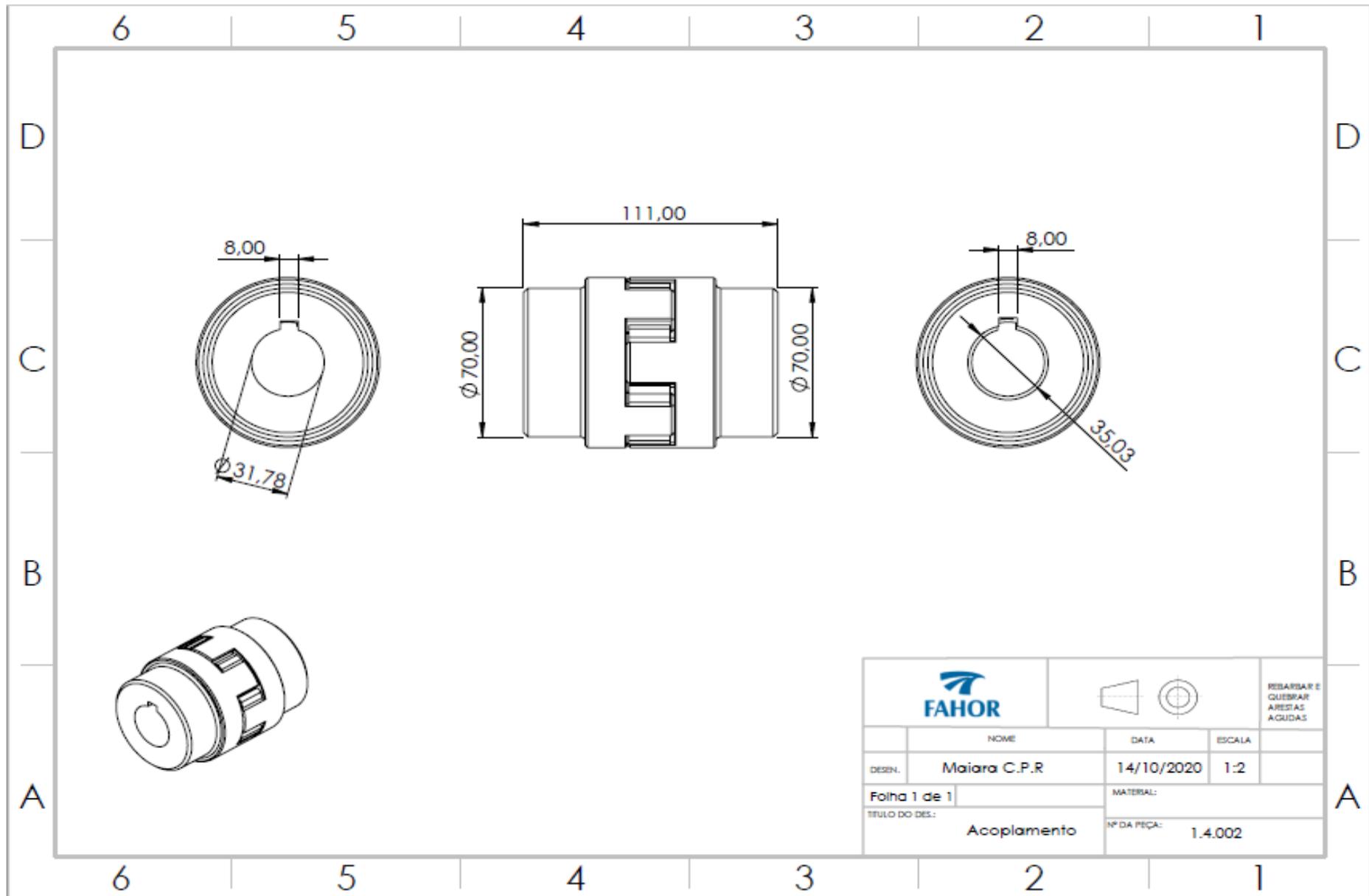


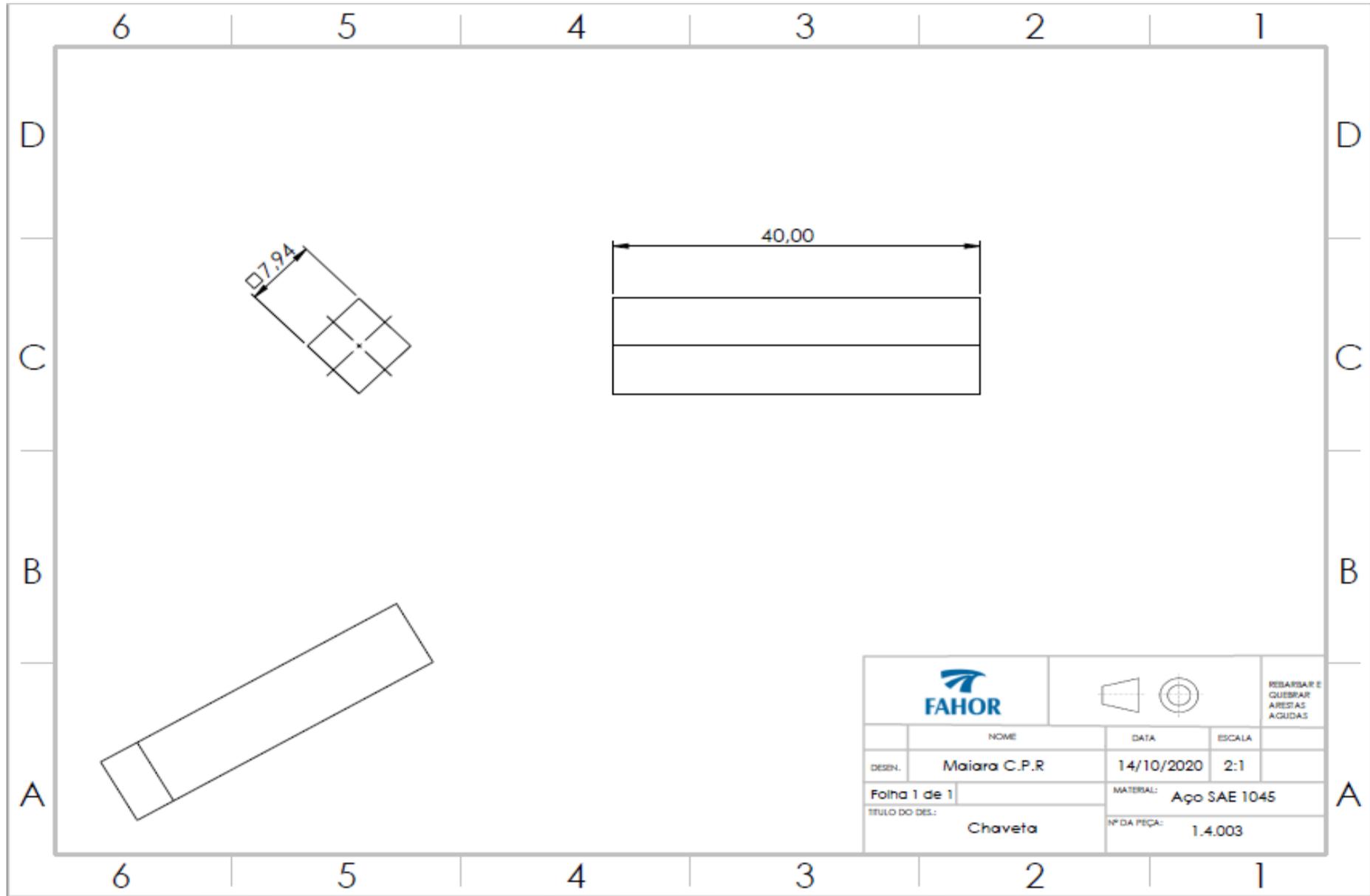


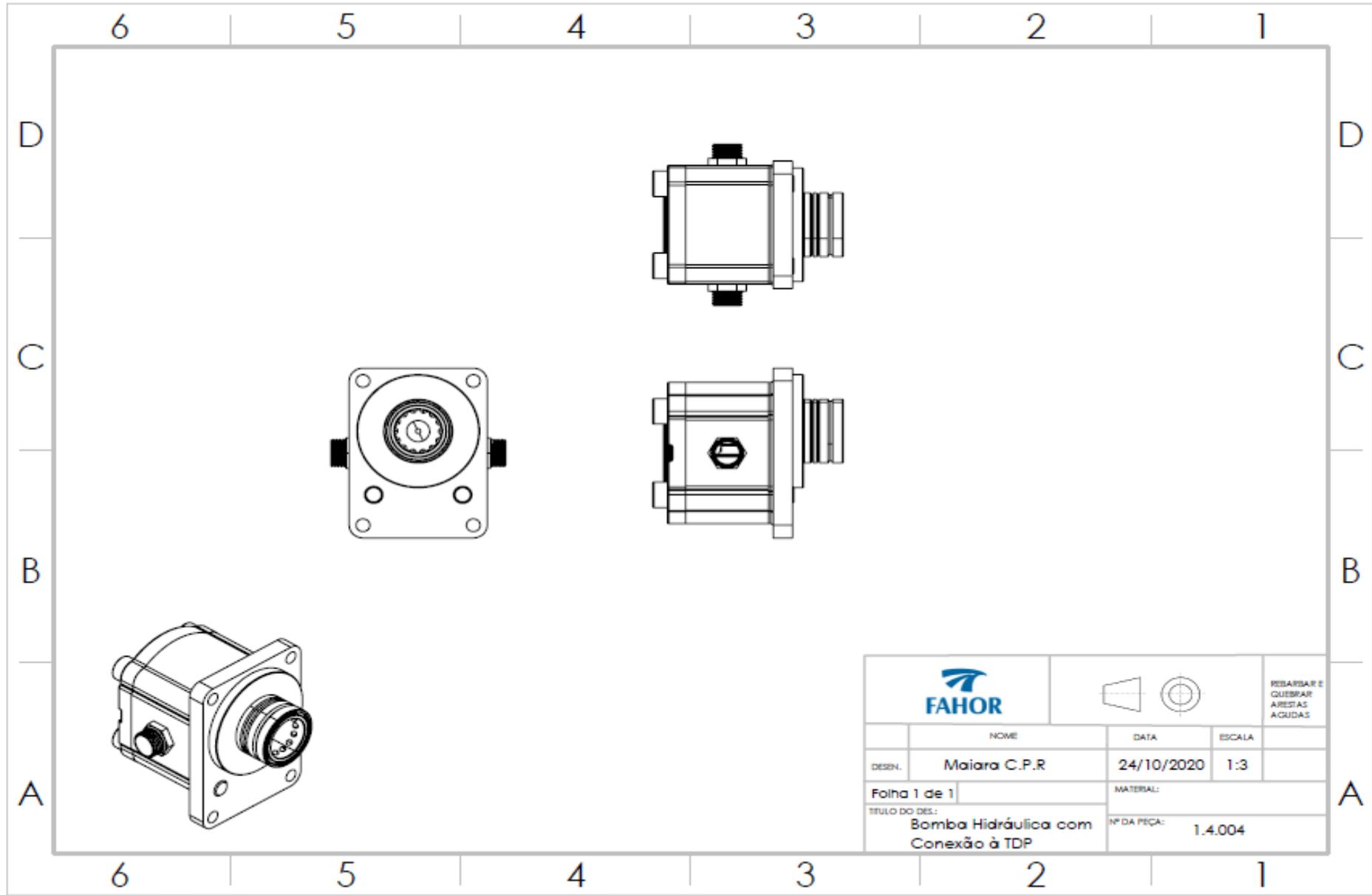




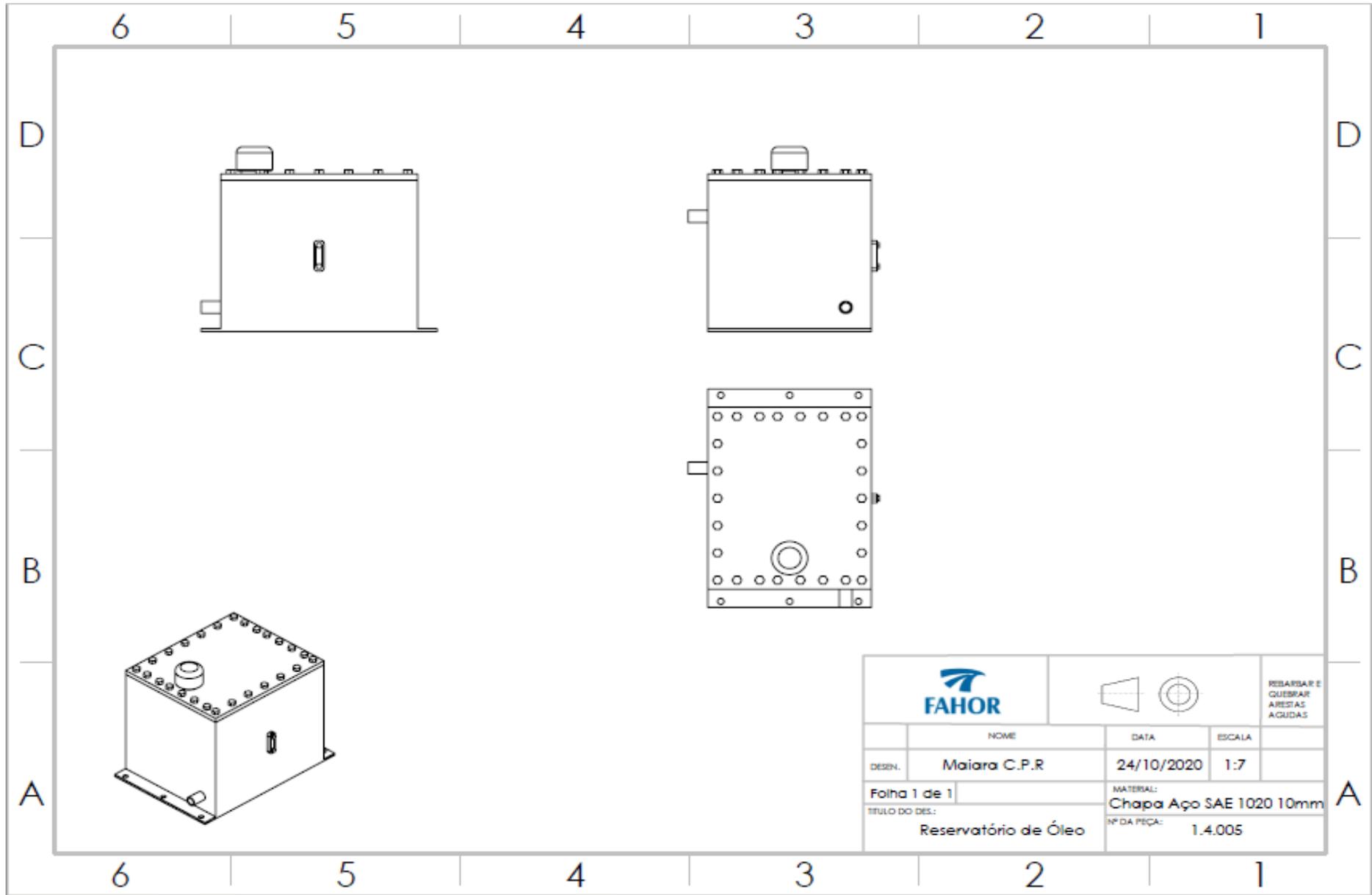




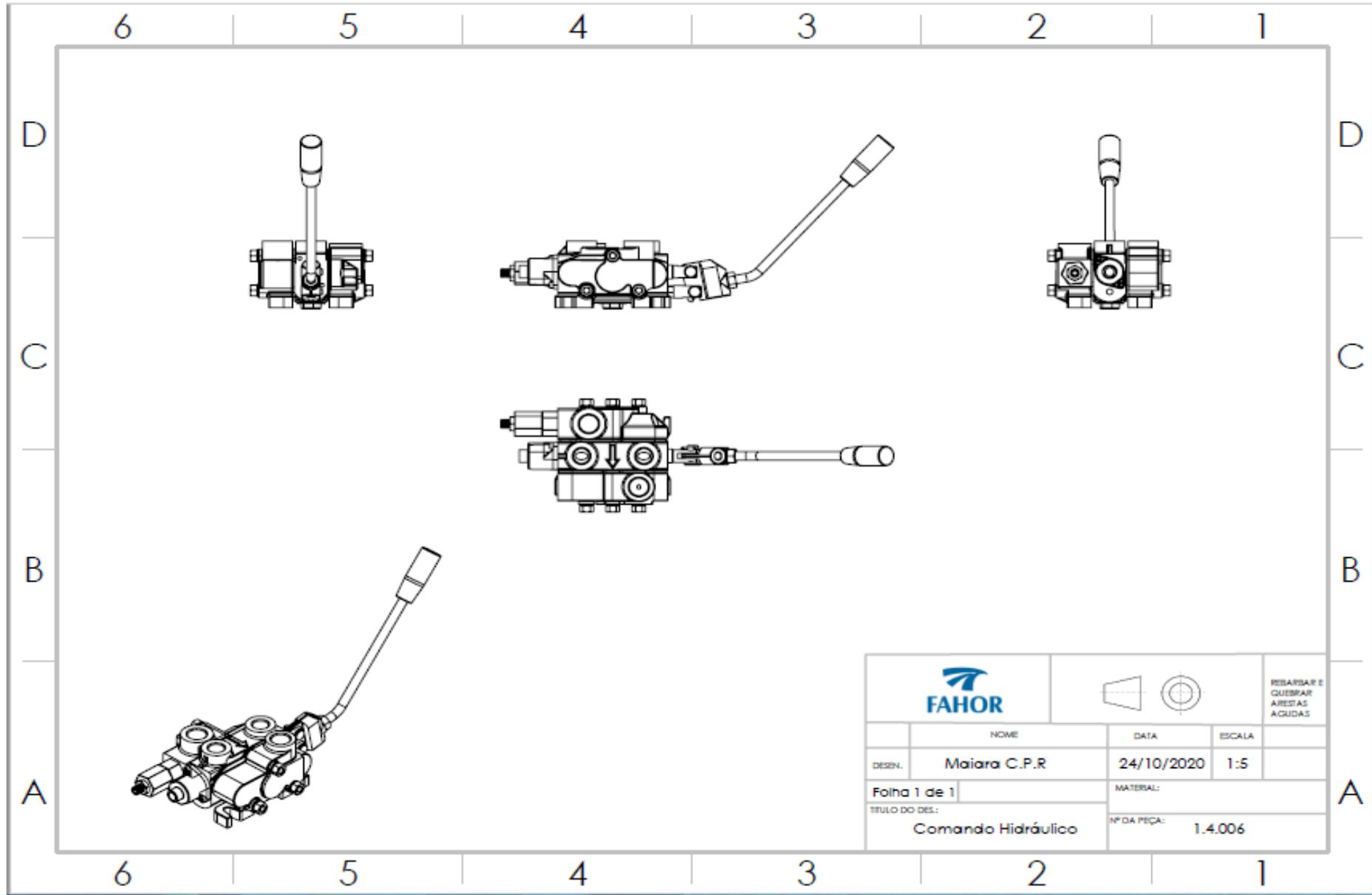


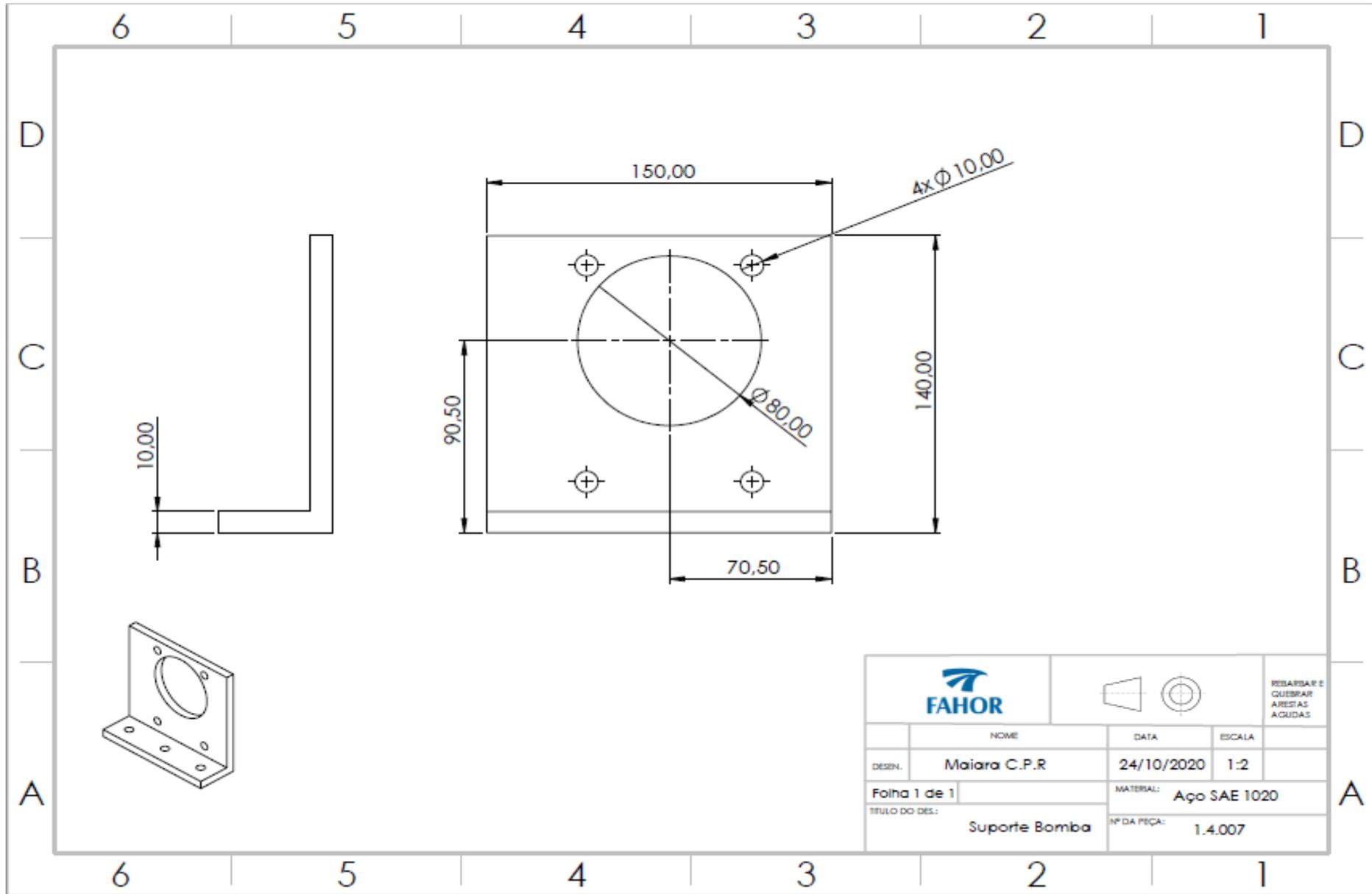


				REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Maiara C.P.R	24/10/2020	1:3	
Folha 1 de 1		MATERIAL:		
TÍTULO DO DES. Bomba Hidráulica com Conexão à TDP		N.º DA PEÇA: 1.4.004		



				REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Maiana C.P.R	24/10/2020	1:7	
Folha 1 de 1		MATERIAL: Chapa Aço SAE 1020 10mm		
TÍTULO DO DES: Reservatório de Óleo		Nº DA PEÇA: 1.4.005		





				REBARBAR E QUEBRAR ARESTAS AGUDAS
	NOME	DATA	ESCALA	
DESEN.	Maiana C.P.R	24/10/2020	1:2	
Folha 1 de 1		MATERIAL:		Aço SAE 1020
TÍTULO DO DES:		Nº DA PEÇA:		1.4.007
Suporte Bomba				

