



EMANUEL STRAUSS THALHEIMER

**DESENVOLVIMENTO DE UM DINAMÔMETRO PARA
TESTES NA TRANSMISSÃO CVT DE UM VEÍCULO BAJA**

Horizontina-RS

2019

Emanuel Strauss Thalheimer

**DESENVOLVIMENTO DE UM DINAMÔMETRO PARA TESTES NA
TRANSMISSÃO CVT DE UM VEÍCULO BAJA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob orientação do professor Luís Carlos Wachholz, Me.

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

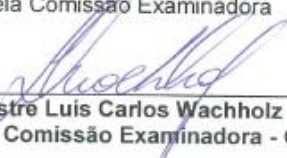
A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final
de curso

**“Desenvolvimento de um dinamômetro para testes na
transmissão CVT de um veículo baja”**

Elaborada por:

EMANUEL STRAUSS THALHEIMER

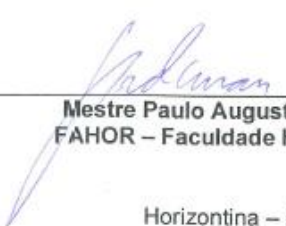
Aprovado em: 09/12/2019
Pela Comissão Examinadora



Mestre Luis Carlos Wachholz
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Mestra Eliane Garlet
FAHOR – Faculdade Horizontina



Mestre Paulo Augusto Soliman
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina – RS
2019

DEDICATÓRIA

À minha família, pelo incondicional apoio que me deram em todos os momentos de minha vida.

AGRADECIMENTO

A minha família, que sempre me apoiou em todos os momentos, ao professor orientador Luis Carlos Wachholz, pelo tempo, conhecimento e ajuda fornecida, aos meus colegas da equipe Sinuelo, que me apoiaram nos momentos de necessidade e aos meus amigos que fizeram parte desta jornada.

RESUMO

Com o intuito de ajudar a equipe Baja Sinuelo FAHOR em uma melhoria proposta para a competição Baja Sul 2019, onde se procura aumentar a velocidade final do veículo, o presente trabalho buscou desenvolver um dinamômetro para que seja possível a análise do torque e da potência com a alteração das regulagens da transmissão CVT. É descrita a escolha do tipo de mecanismo utilizado, posteriormente é mostrado o modelamento e a construção do protótipo. Foi utilizado um *software* CAD, *Solidworks*, para realização do modelamento 3D, onde foram feitos os componentes da bancada e do dinamômetro. São exibidos os cálculos para projeto do sistema de freio e para retirada dos valores de torque e potência. Posteriormente, é mostrada a construção passo a passo e os resultados obtidos. Finalmente, é concluída e verificada a funcionalidade do sistema e ainda concluiu-se que comparado com outros dispositivos encontrados no mercado com a mesma finalidade, possui um baixo custo.

Palavras-chave: Dinamômetro. Torque. Potência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Motor a combustão interna	14
Figura 2 - Polias CVT	15
Figura 3 - Pontuação da competição Baja nacional 2018	16
Figura 4 - Motor Briggs & Stratton 10 HP	17
Figura 5 - Curva de torque do motor Briggs & Stratton 10 HP	18
Figura 6 - Caixa de redução Baja Sinuelo FAHOR	19
Figura 7 - Transmissão CVT Gaged gx9	19
Figura 8 - Freio de Prony	20
Figura 9 - Freio de Foucault	21
Figura 10 - Extensômetro	22
Figura 11 - Medição de torque por ângulo de torção	23
Figura 12 - Freio a disco	24
Figura 13 - Principais componentes do freio a tambor	25
Figura 14 - Cilindro mestre com reservatório de fluido	26
Figura 15 - Tubo de Bourdon tipo "C"	27
Figura 16 - Tubo de Bourdon tipo espiral	28
Figura 17 - Tubo de Bourdon helicoidal	29
Figura 18 - Tacômetro TKRT 10	29
Figura 19 - Fluxograma da metodologia	30
Figura 20 - Célula de carga	32
Figura 21 - Chapa com <i>tab slots</i>	32
Figura 22 - Bancada	33
Figura 23 - Fixação do motor	34
Figura 24 - Distância entre o eixo e a célula de carga	35
Figura 25 – Eixo com mancais	36
Figura 26 - Sistema de freio	37
Figura 27 - Raio efetivo do disco	38
Figura 28 - Coeficiente de atrito dos materiais de fricção	38
Figura 29 - Montagem do disco de freio	40
Figura 30 - Montagem da pinça de freio	40
Figura 31 - Custo dos itens comprados	41
Figura 32 - Montagem da bancada	41

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

M - Momento
F - Força
d - Distância
A - Área
D - Diâmetro
Red - Raio efetivo do disco
 μ - Coeficiente de atrito
Fd - Força contrária do disco
Fp - Força da pastilha
P - Pressão da linha de freio
Apin - Área do êmbolo da pinça de freio
n - Número de êmbolos da pinça
Acil - Área do pistão do cilindro mestre
Fcil - Força aplicada nas pastilhas
Tf - Torque
Pot – Potência
rot – Rotações por minuto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	11
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4 HIPÓTESES.....	12
1.5 JUSTIFICATIVA	12
1.6 OBJETIVOS	13
1.6.1 Objetivo Geral	13
1.6.2 Objetivos Específicos	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA.....	14
2.2 TRANSMISSÃO	15
2.2.1 Transmissão CVT	15
2.2.2 Polias de diâmetro variável	15
2.3 BAJA SAE	16
2.4 BAJA SINUELO FAHOR	17
2.4.1 Motor utilizado	17
2.4.2 Caixa de redução utilizada	18
2.4.3 Transmissão CVT utilizada	19
2.5 MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE DADOS DE TORQUE E POTÊNCIA.....	20
2.5.1 Freio de Prony	20
2.5.2 Freio de Foucault	21
2.5.3 Extensômetros	21
2.5.4 Sensores piezoelétricos e magnético-elásticos	22
2.5.5 Medição por ângulo de torção	23
2.6 FREIOS	23
2.6.1 Freios a disco	24
2.6.2 Freios a tambor	25
2.6.3 Cilindro mestre de freio	25
2.6.4 Fluido de freio	26
2.7 MANÔMETROS	26
2.7.1 Tubo de Bourdon em “C”	27
2.7.2 Tubo de Bourdon em espiral	28
2.7.3 Tubo de Bourdon tipo helicoidal	28
2.8 TACÔMETRO	29
3 METODOLOGIA	30
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	30
3.2 COMPONENTES MECÂNICOS.....	31
3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	31
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	33
4.1 BANCADA.....	33
4.2 MOTOR.....	33
4.3 CÉLULA DE CARGA.....	34
4.4 EIXO.....	35
4.5 SISTEMA DE FREIO.....	36
CONSIDERAÇÃO FINAL	43
SUGESTÃO DE MELHORIA E TRABALHOS FUTUROS	44
REFERÊNCIAS	45

APÊNDICE A – DESENHOS DETALHADOS	49
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um dinamômetro para realização de testes da transmissão CVT (*continuously variable transmission*) de um veículo Baja SAE se tornou necessário devido a proposta de melhoria da equipe Baja Sinuelo FAHOR, onde se busca conhecer as alterações no torque e potência que as regulagens da CVT proporcionam.

As diferentes regulagens disponíveis na transmissão CVT permitem alterar a relação entre torque e a velocidade final do veículo. Porém, para definir qual atende de melhor forma a necessidade citada, se faz necessário a retirada de dados e posteriormente análise.

Dessa forma, pesquisou-se formas para mensurar os dados de torque e potência resultantes no eixo de saída da CVT e posteriormente, construiu-se a parte mecânica de um dinamômetro, dispositivo que possibilita a retirada de dados de torque e potência em função da rotação do motor.

No dinamômetro foi acoplada a transmissão CVT e o motor utilizado nesse veículo. Com esse protótipo a equipe pode realizar testes, após a instalação da parte eletrônica do dinamômetro, e analisar qual regulagem atende melhor seus interesses. Este dispositivo não tem seu uso exclusivo para o Baja, podendo ser utilizado em diversas aplicações, como motores e em outros equipamentos.

1.1 TEMA

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento da parte mecânica de um dinamômetro para realização de testes da transmissão CVT de um veículo Baja SAE.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente trabalho delimita-se em pesquisas bibliográficas a respeito de métodos de medição de torque e potência em eixos rotativos, modelamento e construção de um dispositivo para este fim. Não há aprofundamento em cálculos estruturais.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Durante a participação do Baja Sul 2018, a equipe Sinuelo obteve uma velocidade de 41 km/h em um percurso de 100 metros em linha reta. Na mesma etapa

da competição, o campeão desta prova obteve a velocidade final de 45 km/h. Diante disso, a equipe propôs como melhoria para a próxima etapa da competição alcançar 45 km/h em 100 metros. Uma das formas de mudar a relação do veículo é alterando as regulagens da transmissão CVT. Porém, a equipe não tem métodos para testar as diferenças obtidas por cada regulagem.

Diante disso, o problema de pesquisa se caracteriza com a seguinte pergunta: seria possível desenvolver um dinamômetro com os componentes disponíveis na instituição?

1.4 HIPÓTESES

Diante do problema descrito, pretende-se desenvolver um dispositivo que será ligado à transmissão CVT e ao motor, para que seja possível a realização de testes e para que, posteriormente, a equipe possa instalar um sistema que retire os dados de forma rápida e objetiva para definir qual a regulagem que melhor se adequa aos seus interesses.

1.5 JUSTIFICATIVA

O presente TFC (trabalho final de curso) aplicado em um veículo Baja SAE se faz importante para obtenção dos resultados da aplicação do sistema de transmissão do veículo, responsável por levar a força gerada no motor para as rodas em forma de movimento. Pretende-se pesquisar formas eficazes de mensurar os dados de torque e potência gerada no eixo de saída da CVT e posteriormente desenvolver um equipamento para tal finalidade. A partir disso pode-se evidenciar as perdas existentes nos componentes da transmissão, como no motor e na CVT, realizar testes com diferentes combustíveis, comparar diferentes motores e testar qualquer alteração no motor. Além disso, torna possível ver de forma concreta os resultados da alteração de cada regulagem da CVT, fazendo com que se possa adequar como a equipe deseja. Ainda pode ser usado pelos professores para realização de aulas práticas buscando um melhor aprendizado para os alunos.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma bancada que serve como dinamômetro para possibilitar a retirada de dados de torque e potência do motor utilizado num veículo Baja SAE com diferentes regulagens da transmissão CVT, posteriormente à instalação de um sistema para a retirada desses dados.

1.6.2 Objetivos Específicos

- a) Definir o tipo de dinamômetro que será produzido;
- b) Realizar o modelamento do conjunto desde o motor até o acoplamento no dinamômetro, juntamente com a bancada;
- c) Construir a bancada e deixá-la apta para instalação de um sistema que retire os dados de torque e potência.

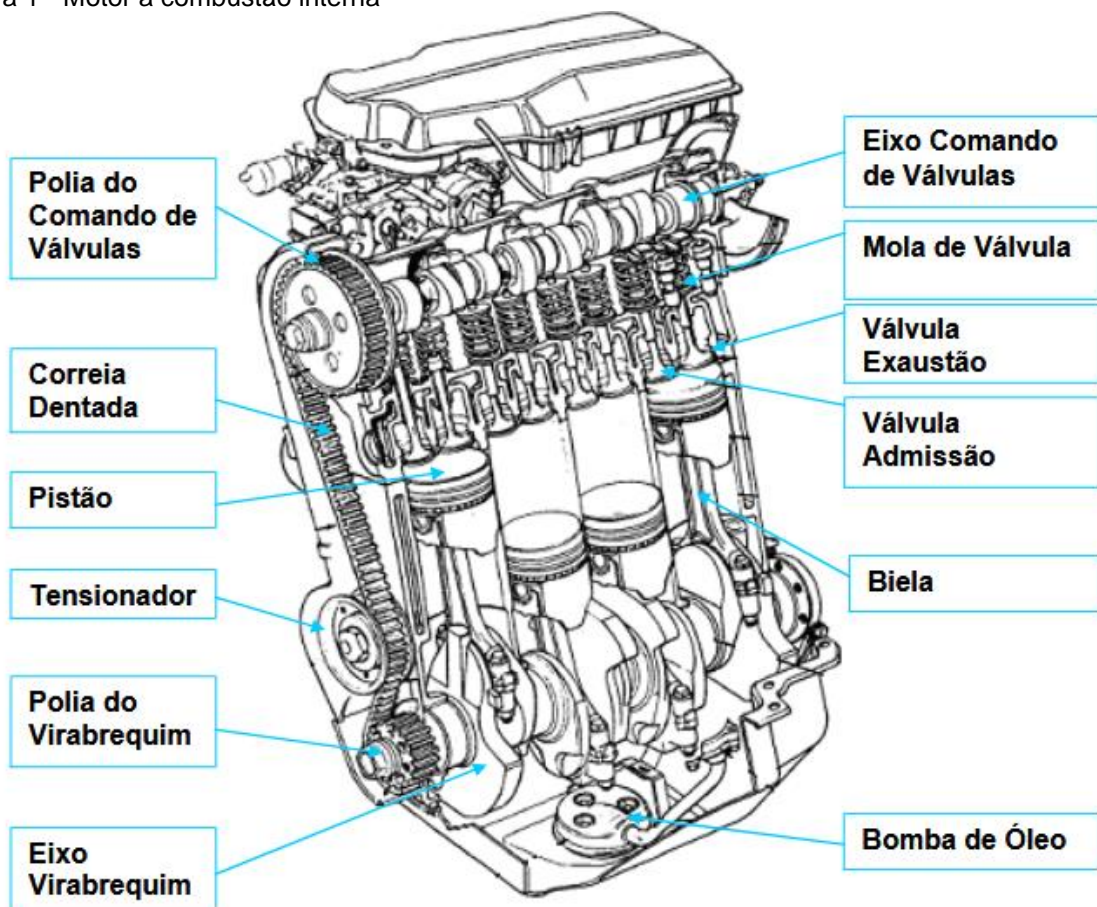
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA

Segundo Filho (2014 a), desde muito tempo a humanidade necessita deslocar-se de forma rápida e eficaz. Com a criação dos motores a combustão interna, mostrado na Figura 1, tanto a locomoção pessoal como o transporte de todo tipo de mercadoria foi revolucionado.

Este tipo de motor utiliza a energia liberada pela combustão de um combustível e a transforma em energia mecânica. Essa combustão ocorre dentro dos cilindros, que são forçados a se movimentar com a expansão da queima do combustível e transmitem seu movimento para um virabrequim, que movimentará os demais componentes da transmissão até que o movimento chegue nas rodas. Por causa da sua simplicidade, robustez e elevada razão potência/peso, esta máquina térmica tem sido responsável por suprir uma considerável parcela da geração de energias requeridas pelo cotidiano da nossa sociedade (FILHO, 2014 a).

Figura 1 - Motor a combustão interna



Fonte: Heywood (1988).

2.2 TRANSMISSÃO

A transmissão é o sistema responsável por levar a força gerada pelo motor para as rodas, fazendo com que o carro ande. Existem diversos tipos de transmissão, cada uma com suas vantagens e desvantagens (SENAI, 2001).

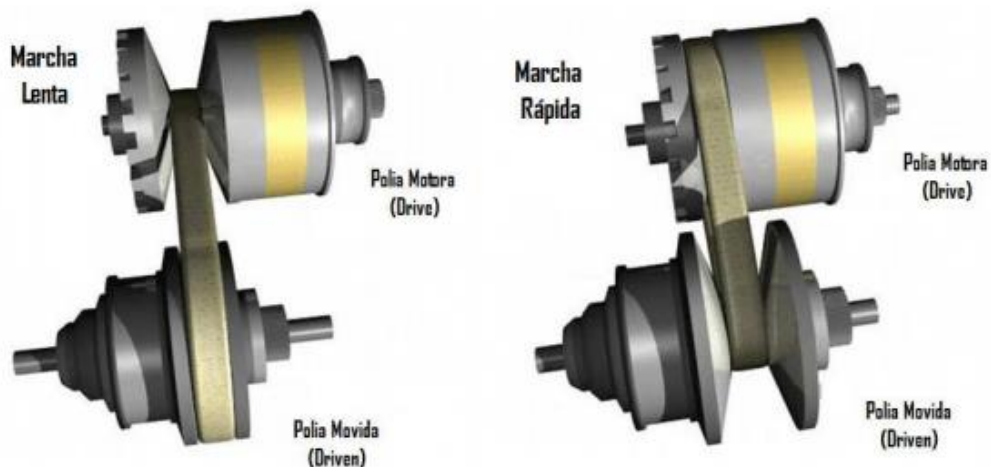
2.2.1 Transmissão CVT

O funcionamento da transmissão CVT é diferente da maioria dos demais tipos de transmissão. O CVT é uma transmissão que, diferentemente das convencionais, não possui um escalonamento previamente definido para cada opção de marcha. Esta transmissão varia sua relação continuamente, como o nome já diz. Isso possibilita ao motor estar em uma rotação mais adequada conforme a necessidade de torque ou potência. Dentro da transmissão CVT existem alguns tipos, como o de polias de diâmetro variável, que é utilizado na maioria dos veículos Baja (DIAS, 2010)

2.2.2 Polias de diâmetro variável

De acordo com Dias (2010), polias de diâmetro variável são o tipo mais empregado em transmissões CVT, mostradas na Figura 2. Elas são compostas por dois cones que podem se afastar ou se aproximar, fazendo com que a correia responsável por transmitir o movimento possa “correr” e mudar a relação automaticamente. A correia utilizada geralmente tem uma secção transversal em V, para que haja maior aderência às polias.

Figura 2 - Polias CVT



Fonte: Dias (2010).

Quando se necessita maior torque, a polia motora abre, fazendo seus cones ficarem distantes e a correia se posicione em um diâmetro menor. Já a polia movida se fecha, fazendo com que o diâmetro aumente e a correia se posicione neste novo diâmetro. Para maior velocidade, o contrário acontece (DIAS, 2010).

2.3 BAJA SAE

A SAE (*Society of Automotive Engineers*) realiza competições de diversos programas estudantis, como o AeroDesign, o Fórmula e o Baja, com o intuito de fazer com que os participantes possam aplicar na prática o que aprenderam academicamente. Isto prepara os mesmos para o mercado de trabalho e proporciona uma experiência real na realização de um projeto. No baja, a intenção é construir um veículo *offroad* capaz de transitar em terrenos acidentados. Também existem provas de velocidade, tração, suspensão, freios entre outras. O carro precisa ter um bom desempenho nessas provas seguindo diversas normas impostas pela organização. Todos os veículos devem utilizar o mesmo motor, sem fazer nenhuma alteração no mesmo. A equipe deve trabalhar em cima deste motor, construindo um sistema de transmissão para que o motor seja capaz de movimentar o carro.

Durante o ano a SAE solicita relatórios, acompanhando o trabalho das equipes. Estes relatórios necessitam evidências de melhorias realizadas pela equipe. Caso não sejam enviados até a data proposta, a equipe sofre penalização e perde pontos, que são contabilizados até o final da competição. A Figura 3 mostra a pontuação da etapa nacional de 2018 (SAE, 2018).

Figura 3 - Pontuação da competição Baja nacional 2018

Tabela C-1 – Resumo da pontuação por evento	
Avaliação de Projeto - 320 pontos	
Relatório de Projeto	120
Avaliação de Projeto Dinâmico	20
Apresentação de Projeto e Finais de Apresentação de Projeto	180
Eventos dinâmicos - 280 pontos	
Aceleração	45
Velocidade Máxima	45
Tração	45
Lama	45
Suspensão	70
Manobrabilidade	30
Enduro de Resistência - 400 pontos	
Pontuação total	1000

Fonte: SAE Brasil (2018).

2.4 BAJA SINUELO FAHOR

A Faculdade de Horizontina tem uma equipe com um projeto do Baja SAE que foi criada em 2006. Em 2019 foi proposta uma melhoria de regulagem da CVT e para isso se faz necessário a obtenção de dados referentes ao torque e potência.

Para que seja possível a força do motor movimentar o veículo, é utilizado um sistema de transmissão. Este sistema é responsável por levar o movimento do motor para as rodas. Ele é composto por alguns componentes como a caixa de transmissão e a CVT.

2.4.1 Motor utilizado

Como o motor é padrão para todas as equipes, no ano de 2018 e 2019 foi utilizado o motor Briggs & Stratton, modelo Intek™ OHV de 10,5HP, série 20, código 20S232, refrigerado a ar, exibido na Figura 4, conforme padrões do regulamento SAE, conforme SAE BRASIL (2019). Trata-se de um motor estacionário monocilíndrico que gera 10,5HP de potência a 4000 rpm (BRIGGS & STRATTON, 2019).

Figura 4 - Motor Briggs & Stratton 10 HP



Fonte: https://www.briggsandstratton.com/na/en_us/product-catalog/engines/racing-engines/model-20.html

O torque do motor é apresentado na Figura 5:

Figura 5 - Curva de torque do motor Briggs & Stratton 10 HP



Fonte: Chiodelli (2012).

Com isso, identifica-se que o torque máximo do motor é de 18,6 Nm quando a rotação está em 2600 rpm (CHIODELLI, 2012).

2.4.2 Caixa de redução utilizada

A caixa de redução tem por finalidade transformar o elevado giro do motor em torque. Para isso o eixo do motor é acoplado com uma engrenagem menor que se engrena com uma maior, com mais dentes. Isso faz com que seja necessário um número maior de giros do eixo motor para completar um giro do eixo de saída, aumentando o torque. Uma aplicação comum das engrenagens reduz a velocidade e aumenta o torque para mover cargas mais pesadas, como na transmissão de seu automóvel (NORTON, 2013).

A caixa de redução utilizada no carro da equipe (Figura 6) possui engrenagens com dentes retos. Este modelo de engrenagem apresenta altos rendimentos (até 99%), torna possível a obtenção de relações de transmissão elevadas (8:1) e transmite grandes potências (NIEMANN, 1973).

Figura 6 - Caixa de redução Baja Sinuelo FAHOR



Fonte: Baja Sinuelo FAHOR (2019)

2.4.3 Transmissão CVT utilizada

A transmissão CVT utilizada no veículo é a Gaged gx9, apresentada na Figura 7, que conta com duas polias com regulagens e uma correia que realiza a transmissão do movimento. A polia motora tem 6 polegadas de diâmetro e a movida, 8 polegadas. Sua relação começa em 3,9:1 e termina em 0,9:1. O eixo de saída do motor é ligado a polia dianteira e a polia traseira é ligada a caixa de redução (GAGEDENGINEERING, 2019).

Figura 7 - Transmissão CVT Gaged gx9



Fonte: <https://www.gagedengineering.com>

A polia traseira (direita na figura acima) dispõe de 9 regulagens que alteram a tensão da mola responsável por manter a polia fechada. Quanto maior a tensão, maior deverá ser a rotação do motor para que a mola “permita” a abertura da polia. Com a polia fechada, maior será o torque e menor a velocidade do veículo (DIAS, 2010).

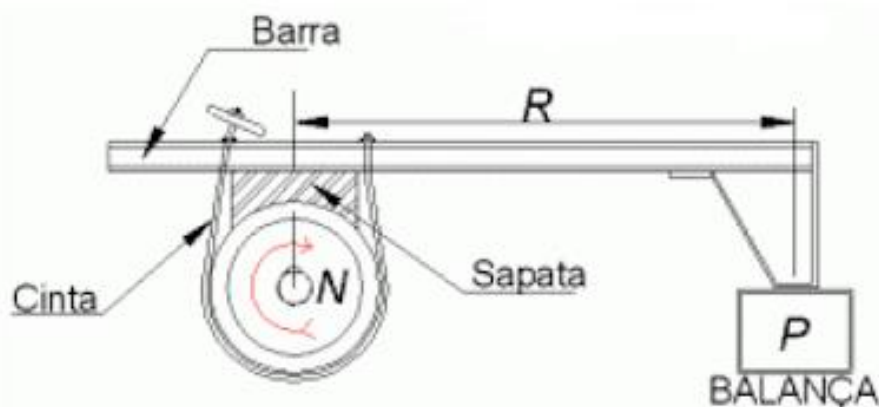
2.5 MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE DADOS DE TORQUE E POTÊNCIA

De acordo com Borges, Sobrinho, Filho e Belo (2015), a medição e o controle do torque em sistemas rotativos é de grande importância para prevenir quebras, danos, desgastes e outras avarias que a máquina ou dispositivo pode vir a sofrer em decorrência do torque excessivo em um eixo.

2.5.1 Freio de Prony

O Freio de Prony é um mecanismo desenvolvido para medir a potência em um eixo rotativo. Para que isso seja feito, uma haste é fixada no eixo em rotação, e sua outra extremidade é encostada em uma balança, conforme a Figura 8. Com as medidas do comprimento da haste, a indicação na balança e a rotação do eixo é possível determinar a potência. Este dispositivo possui limitações, devido ao fato da indicação na balança se manter constante, independente da rotação do eixo, ter uma difícil regulagem e ser utilizado em testes de baixas potências (PILZ, 2015).

Figura 8 - Freio de Prony

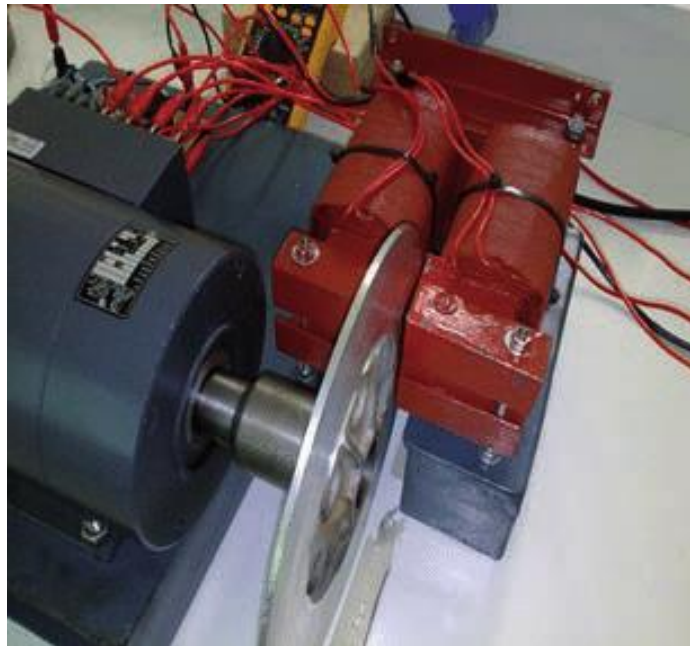


Fonte: <http://maquinaseletricasi.blogspot.com/2013/03/aula-20-motores-eletricos.html>

2.5.2 Freio de Foucault

Este dispositivo tem sua funcionalidade através de forças eletromagnéticas que atravessam um ímã que fica próximo a um condutor em giro. Segundo Filho (2014 b) é utilizado um disco de alumínio ou cobre para interpor uma resistência ao torque com intuito de criar uma resistência ao movimento. A corrente de Foucault tem variadas aplicações, incluindo efeitos repulsivos e levitação, sensores de vibração e posição e testes estruturais. A Figura 9 exemplifica o dispositivo.

Figura 9 - Freio de Foucault



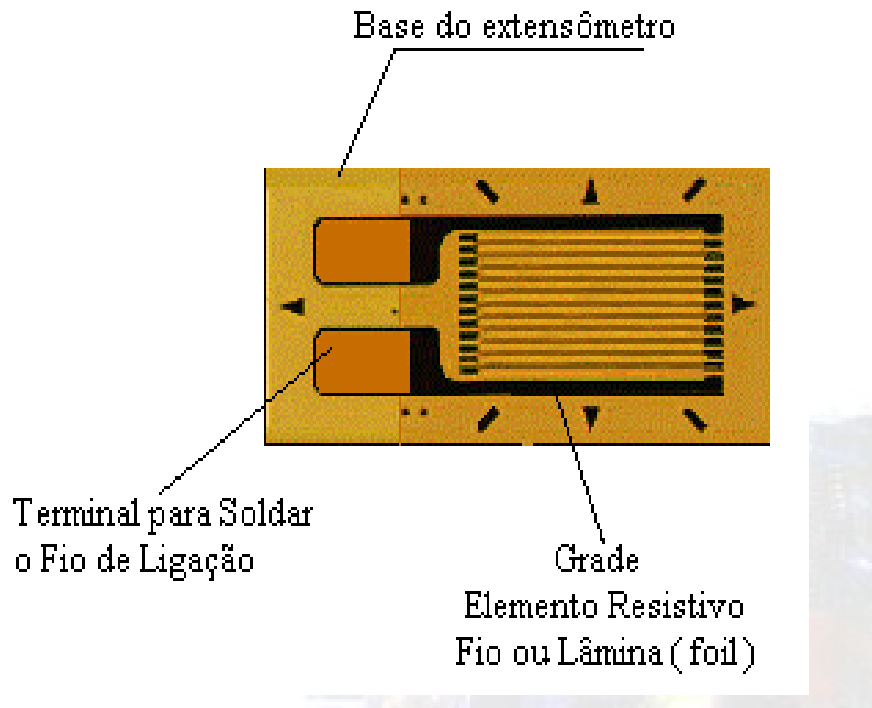
Fonte: ANDRADE et al (2016)

2.5.3 Extensômetros

Segundo Silva (2018), extensômetros são ferramentas utilizadas para medir deformações mecânicas. Essas deformações alteram a resistência do aparelho e essa variação pode ser lida para que seja retirada a informação desejada. Geralmente são usados em corpos de prova em que se deseja realizar a análise. Estes dispositivos são constituídos de fios metálicos dispostos em “zigue-zague” sobre um plástico isolante, como pode ser visto na Figura 10.

Quando o extensômetro é fixado no corpo onde se deseja realizar a medição e uma força é aplicada, a deformação resultante no corpo também ocorre no extensômetro. Este método é largamente utilizado, apresentando facilidade de instalação e utilização e relativa precisão (BORGES, 2015).

Figura 10 - Extensômetro



Fonte: <https://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/extensometria.html>

O extensômetro resistivo é um elemento passivo e não é capaz de produzir sinal elétrico de tensão e corrente. É necessário a utilização de um sistema com fonte de alimentação, amplificador de instrumentação e filtro passa baixas para garantir intensidade e também estabilidade ao sinal (SILVA, 2018).

Deve-se lembrar que o extensômetro mede a deformação em apenas uma direção. Portanto, em um esforço de tração, é necessário posicionar os extensômetros de modo a medir as deformações axiais e, caso seja um esforço de torção, deve-se posicionar os extensômetros a 45° em relação a direção axial, pois é nesta linha que ocorrerá a deformação na estrutura (BORGES, 2015).

Estes dispositivos são utilizados em células de carga, que são corpos de prova com um extensômetro colado. As células de carga são utilizadas para mensurar a massa ou força (HBM, 2019)

2.5.4 Sensores piezoelétricos e magnético-elásticos

De acordo com Borges (2015), um sensor piezoelétrico mede a pressão ou tensão através da piezo eletricidade. Este fenômeno é a capacidade de alguns materiais criarem tensão elétrica em resposta a uma pressão mecânica.

De forma simplificada, o efeito consiste no deslocamento intrínseco de cargas elétricas ao se aplicar um esforço mecânico sobre ele, aumentando desta

forma o campo elétrico em uma direção específica do material. O efeito também ocorre na interação oposta: Ao se aplicar um campo elétrico maior sobre o material (aumentando a tensão elétrica em seus terminais) haverá um deslocamento mecânico de toda a estrutura (BORGES, 2015).

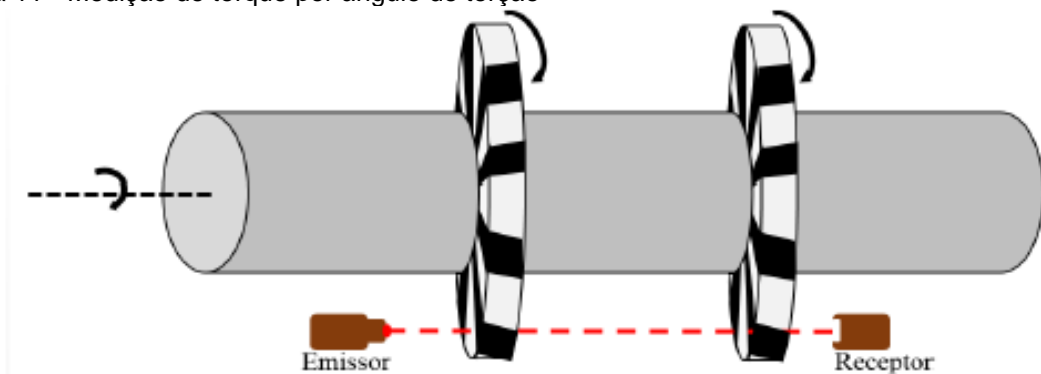
Estes sensores foram utilizados por Corrêa (2009) com intuito de mensurar o torque e a vibração através da ondulação do estator de um motor de relutância chaveado. Foi usado um sistema de frenagem eletromagnética, como o freio de Foucault, para realizar o torque no eixo.

2.5.5 Medição por ângulo de torção

É possível mensurar o torque exercido em um eixo através do ângulo de deformação resultante da força aplicada. São utilizados dois sensores, que inicialmente estão alinhados. Quando é aplicada uma força, o eixo tende a deformar e estes sensores deixam de estar alinhados, conforme mostra a Figura 11. Quanto maior a distância entre os sensores, contando que eles estejam no eixo, mais fácil é calcular o torque resultante na peça.

Contudo, não é fácil encontrar eixos muito longos devido à grande vibração que ocorre neste tipo de componente. A utilização de extensômetros se faz necessária para medir com precisão ângulos menores que 5° .

Figura 11 - Medição de torque por ângulo de torção



Fonte: BORGES et al (2015).

2.6 FREIOS

Freios são dispositivos com a finalidade de desacelerar o veículo ou sistema. Normalmente funcionam através de atrito e fricção, conseqüentemente transformando a energia cinética em calor (JUNIOR, 2015).

2.6.1 Freios a disco

Freios a disco, como o nome já diz e como exemplifica a Figura 12, utiliza um disco de freio onde é posicionada uma pinça com duas pastilhas que são comprimidas, “abraçando” o disco, causando atrito por fricção (ABREU, 2013).

Este tipo de freio é geralmente acionado pela força aplicada a partir de um pedal disposto nos automóveis, que é transferida e ampliada por meio do servo-vácuo, conforme Abreu (2013). A pressão aplicada no pedal é transferida até a pinça através da pressão imposta em um sistema hidráulico. Esta pressão irá forçar as pastilhas uma contra a outra, e como o disco estará no meio delas, as duas pastilhas pressionarão o disco, fazendo com que o atrito seja gerado e o movimento desacelerado.

Figura 12 - Freio a disco



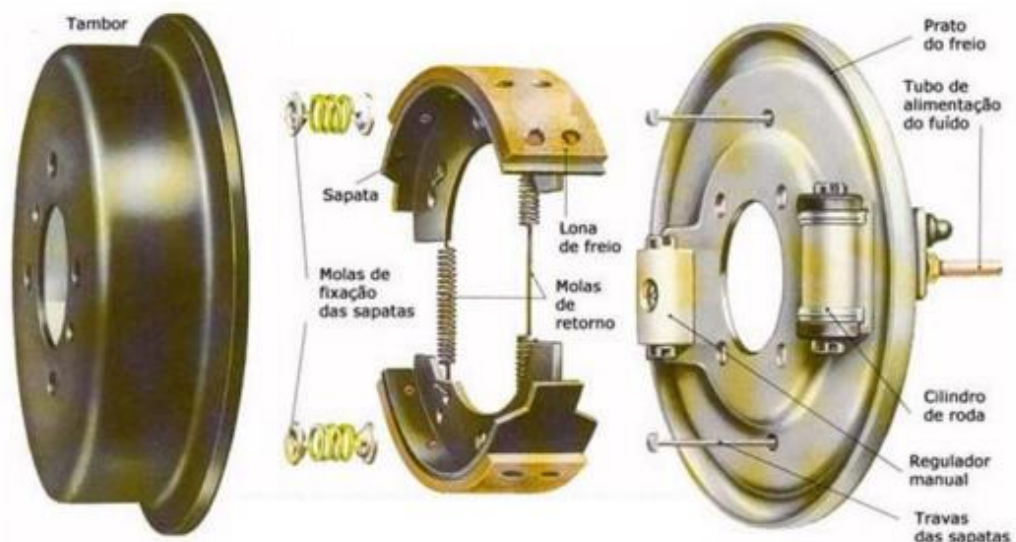
Fonte: KBB (2018).

Devido ao atrito, é gerado bastante calor. Para prevenir este problema, os discos são ventilados, ou seja, com furos, que auxiliam na dissipação de calor, aumentando a eficiência e vida útil do componente (SILVA, 2017).

2.6.2 Freios a tambor

Nos freios a tambor, o princípio de funcionamento é parecido com o freio a disco. A frenagem também ocorre por atrito. Porém, no freio a disco a pressão é realizada axialmente, já nos freios a tambor, os elementos atritantes (lonas) são pressionadas radialmente (AMARAL, 2018). A Figura 13 mostra seus componentes.

Figura 13 - Principais componentes do freio a tambor



Fonte: Costa (2002, p. 137)

A pressão é aplicada, fazendo com que o cilindro empurre as lonas de freio contra o tambor, causando o atrito e a frenagem. Este tipo de freio se torna viável devido ao seu custo reduzido e ao maior torque de frenagem. Isso se deve pela maior área de contato entre a lona e o tambor em comparação com a área de contato das pastilhas de freio e o disco, utilizados no freio a disco. Em consequência disso, este tipo de freio é utilizado em veículos de grande massa, como caminhões, ônibus e camionetas (COSTA, 2002).

2.6.3 Cilindro mestre de freio

O cilindro mestre de freio é o responsável por transmitir a pressão exercida no pedal ou modo de acionamento de freio até os freios, juntamente com a linha de freio.

Ele é o sistema de comando do projeto, através dele é possível controlar a pressão que será transmitida para o ato da frenagem (JUNIOR, 2015).

2.6.4 Fluido de freio

Dentro do cilindro e linhas de freio, o fluido de freio é o responsável por levar a pressão causada no acionamento do freio. Como líquidos são quase incompressíveis e permitem fácil alteração de forma, é uma ótima maneira de transmitir pressão. A Figura 14 mostra seus componentes (SILVA, 2017).

Figura 14 - Cilindro mestre com reservatório de fluido



Fonte: <http://manutpreventiva.blogspot.com/2010/10/cilindro-mestre.html>

Os líquidos para freios hidráulicos para veículos automotores são rigorosamente controlados pela norma ABNT NBR 9292 - Veículos rodoviários automotores (BRACKMANN, 2019).

2.7 MANÔMETROS

Criado em 1849 com patente de Eugène Bourdon, o tubo de Bourdon é o elemento sensor de uma variedade de manômetros. Apesar de tanto tempo decorrido desde sua criação, os manômetros com tubo de Bourdon ainda são largamente utilizados na indústria. (ACHERMAN e MARTINEZ, 2010).

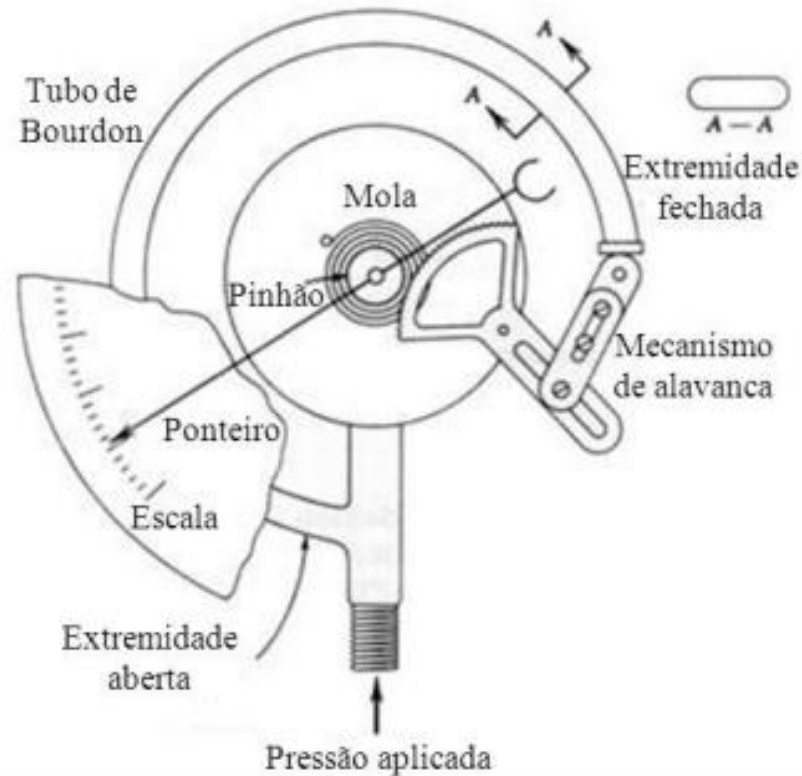
O tubo de Bourdon funciona da seguinte maneira: um sistema mecânico formado por elementos simples, no qual um tubo de seção elíptica, com uma extremidade hermeticamente fechada e outra aberta, é dobrado até atingir a forma desejada. (RIBEIRO, 2015).

São três os tipos de manômetros utilizados com frequência: Tubo de Bourdon em “C”, tubo de Bourdon em espiral e tubo helicoidal.

2.7.1 Tubo de Bourdon em “C”

É o tipo de manômetro mais utilizados devido ao seu grande *range* de aplicação (1 a 2000 kgf/cm²) e sua simplicidade (SALVI, 2019). Exemplo mostrado na Figura 15.

Figura 15 - Tubo de Bourdon tipo "C"



Fonte: Adaptado de Figliola e Beasley (2000)

O tubo de Bourdon, segundo Ferreira (2019), quando pressionado, movimenta a alavanca que está ligada ao ponteiro por uma engrenagem. O giro dessa engrenagem movimentará o ponteiro, que indicará a pressão mensurada na escala. A mola é responsável pelo ponteiro voltar ao ponto inicial quando a pressão é retirada.

2.7.2 Tubo de Bourdon em espiral

Tem sua utilização em grandes pressões (14 a 6000 kgf/cm²) devido a sua alta robustez. Como o nome já diz, este tipo de manômetro utiliza um tubo em espiral, como pode ser visto na Figura 16, e tem o mesmo princípio de funcionamento que o tipo “C” (SALVI, 2019),

Figura 16 - Tubo de Bourdon tipo espiral

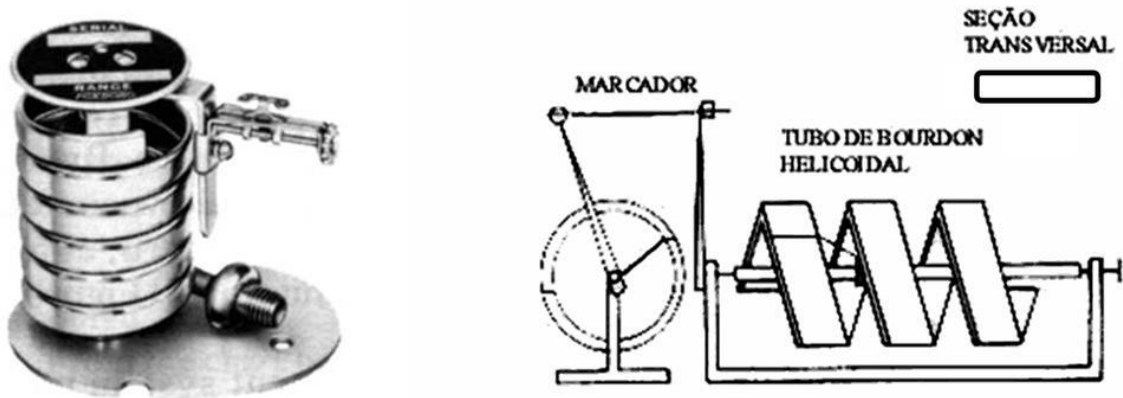


Fonte: https://www.eq.uc.pt/~lferreira/BIBL_SEM/global/bourdon/Pdf/bourdon

2.7.3 Tubo de Bourdon tipo helicoidal

De acordo com Ferreira (2019), o tubo de Bourdon tipo helicoidal proporciona uma maior precisão e, por isso, é utilizado em menores pressões que requerem maior exatidão. Seu funcionamento pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 - Tubo de Bourdon helicoidal



Fonte: <https://docplayer.com.br/53918893-Vacuo-figura-2-1-esquema-explicativo-para-os-conceitos-de-pressao-absoluta-e-pressao-manometrica.html>

2.8 TACÔMETRO

Tacômetros são dispositivos com finalidade de medir a velocidade de rotação de componentes. Apesar da unidade de medida de rotação presente no SI (Sistema Internacional) ser em radianos por segundo, a unidade de medida dos aparelhos comerciais é geralmente dada em RPM (rotações por minuto) (SKF, 2019).

Os tacômetros se dividem basicamente em dois tipos: os de contato e os sem contato. Os de contato, como o nome já diz, necessitam contato com o componente para medir sua rotação. Já os sem contato (Figura 18), segundo Froner (2015), têm grande utilização em diversas aplicações, sendo mais comumente usado o de frequência, que utiliza a frequência de um sinal de corrente alternada, mensurada por transdutores do tipo eletromagnético, capacitivo ou óptico, gerando impulsos cuja frequência temporal de repetição é proporcional à velocidade de rotação da máquina.

Figura 18 - Tacômetro TKRT 10

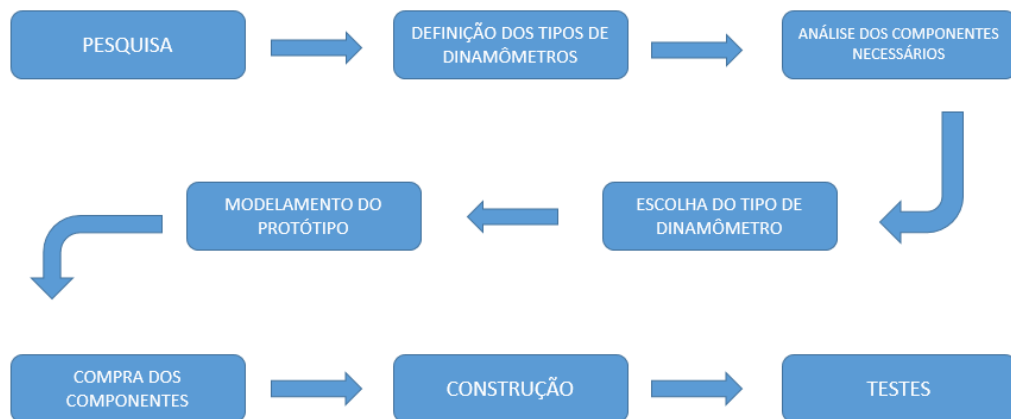


Fonte: SKF (2019).

3 METODOLOGIA

Procurando alcançar os objetivos deste trabalho, a metodologia deste se trata de uma pesquisa-ação que, segundo Thiollent (1986), é uma orientação destinada ao estudo e à intervenção em situações reais, onde foi pesquisado em fontes bibliográficas e conteúdos virtuais meios de retirar os dados de torque e potência de um veículo Baja e, posteriormente, pretendeu-se desenvolver um dispositivo para esta finalidade. Com este dispositivo é possível auxiliar a equipe Baja Sinuelo FAHOR na tomada de decisão sobre a regulagem da transmissão CVT que melhor atende seus interesses. A Figura 19 mostra a sequência de passos utilizada.

Figura 19 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Autor (2019)

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Procurou-se desenvolver o dispositivo para realização de testes da transmissão CVT de um veículo Baja SAE e, posteriormente, retirada de dados de torque e potência. Diante disso, foram utilizados componentes presentes no box da equipe Baja Sinuelo FAHOR que já não estavam mais em uso. Os componentes foram projetados com geometria simples, característica que reduz o custo de produção dos mesmos.

Diante da pesquisa feita sobre métodos de obtenção de dados a partir de eixos rotativos definiu-se qual seria o método adotado para realizar os testes. Posteriormente, iniciou-se o modelamento.

Como a intenção do trabalho foi construir a bancada para realizar testes em diversas velocidades de rotação do motor e com nove regulagens da CVT, foi

necessário criar uma resistência para que a aceleração negativa dessa resistência provocasse uma força e fosse medida e transformada em torque com a utilização da Equação 1.

$$M = F \cdot d \quad (1)$$

3.2 COMPONENTES MECÂNICOS

Levando em conta os componentes já existentes na equipe, equipamentos disponíveis na faculdade e modo de aplicação, optou-se por um dinamômetro de fricção, que funciona através do atrito gerado por algum componente.

Para criar a resistência, foi desenvolvido por um sistema de freio ligado a uma célula de carga. Todo esse sistema, juntamente com o motor e a transmissão CVT estão dispostos em uma bancada desenvolvida exclusivamente para este dinamômetro.

3.3 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para realização deste trabalho, foram feitas pesquisas em diversos meios, como livros, artigos, trabalhos de conclusão de curso, conteúdo da *internet*, revistas. Também foram utilizados *softwares*, como *Solidworks*, *Excel*, para realizar o projeto, execução, modelamento e organização dos dados do projeto. Para construção, foram utilizados tornos, fresas, furadeiras, aparelhos de solda e prensa hidráulica. As chapas foram feitas com corte laser. Para fixação dos componentes não soldados foram utilizados parafusos e porcas, anéis elásticos, cola para metais e cintas plásticas. Para, futuramente, retirar os dados da força exercida, foi instalado uma célula de carga do tipo "S", mostrada na Figura 20, CSAZL-50, fabricada pela MK Controle e Automação LTDA, disponível na instituição. Esta célula de carga possui capacidade de 50 kgf.

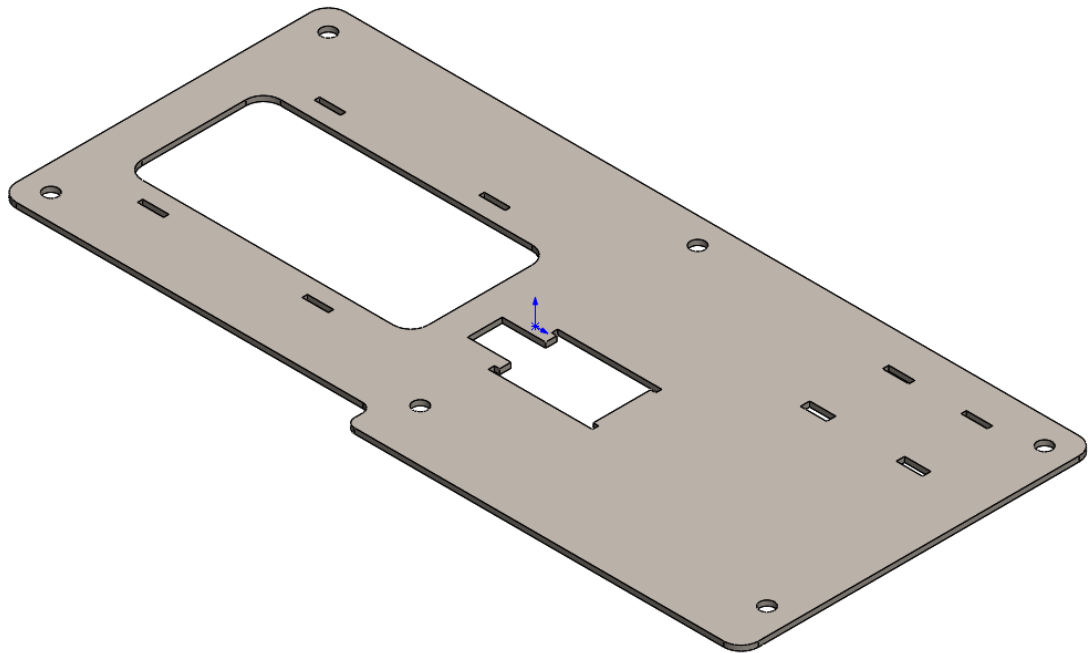
Figura 20 - Célula de carga



Fonte: Marchi (2016).

Buscando evitar erros de fabricação foram utilizados *tab slots*, como mostrado na Figura 21, que segundo a metodologia *poka yoke*, evitam a ocorrência de erros de fabricação.

Figura 21 - Chapa com *tab slots*



Fonte: Autor (2019)

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 BANCADA

Com base nos componentes disponíveis na instituição, o tipo do dinamômetro escolhido foi o de fricção, que funciona seguindo o princípio do Freio de Prony. Para sustentar o dinamômetro, procurou-se projetar uma bancada rígida e de baixo custo. Diante disso, decidiu-se construí-la com cantoneiras de aço SAE 1020, como pode ser visto na Figura 22. Inicialmente, iria-se soldar todos os componentes na bancada, porém, foi feita uma chapa onde foram fixados os componentes e essa chapa foi parafusada na bancada, possibilitando a retirada do dinamômetro caso haja interesse em utilizá-lo em outro motor ou dispositivo.

Figura 22 - Bancada



Fonte: Autor (2019).

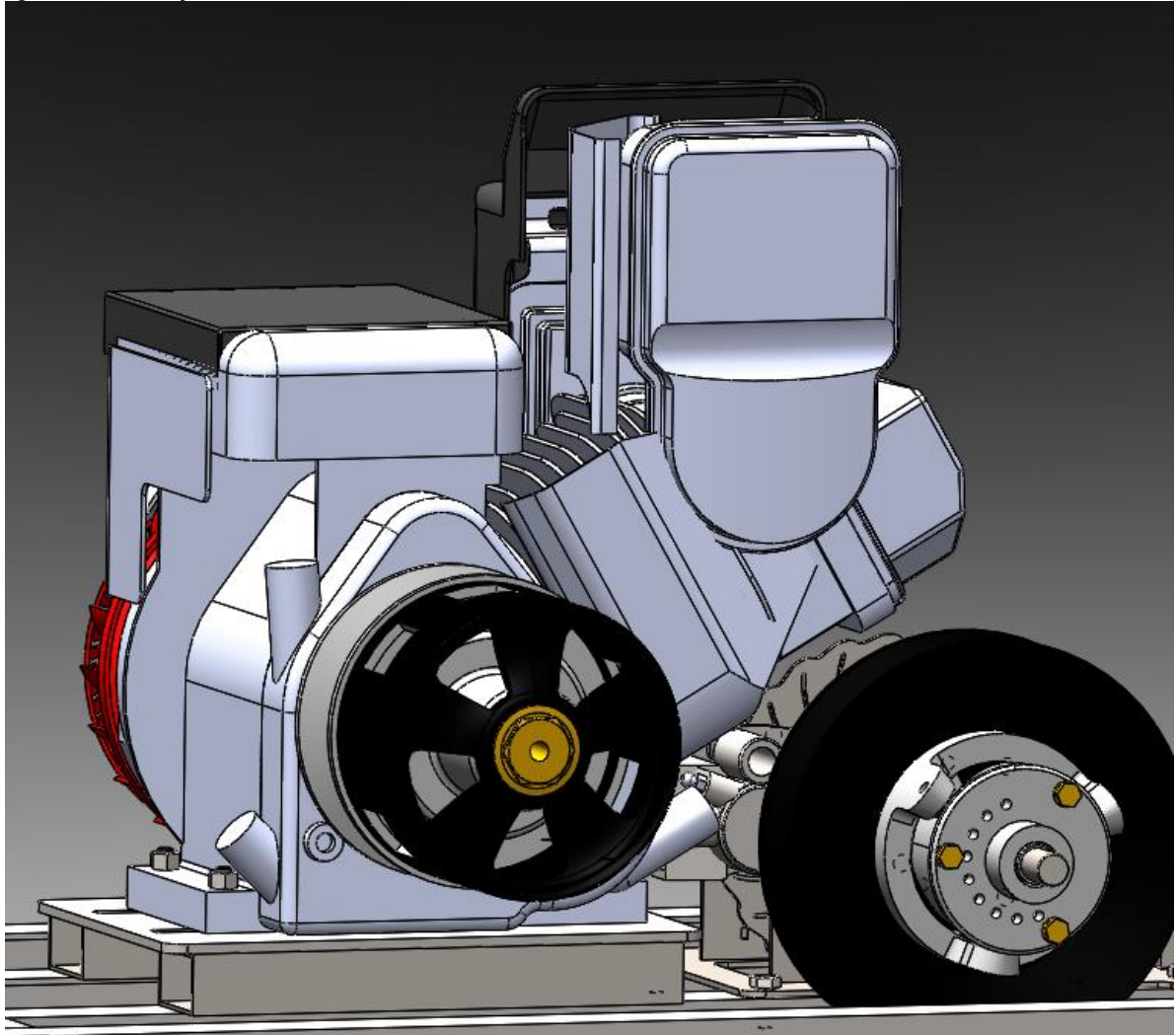
As cantoneiras, dispostas como mostra a Figura 20, possuem abas de 38,1x38,1mm, com espessura de 3,18mm.

4.2 MOTOR

O motor, um Briggs & Stratton, modelo Intek™ OHV de 10,5HP, série 20, código 20S232, como já citado, foi preso em uma chapa que está soldada em dois

tubos, conforme Figura 23, devido a necessidade de elevação do motor para que não ocorresse interferência entre os componentes.

Figura 23 - Fixação do motor



Fonte: Autor (2019).

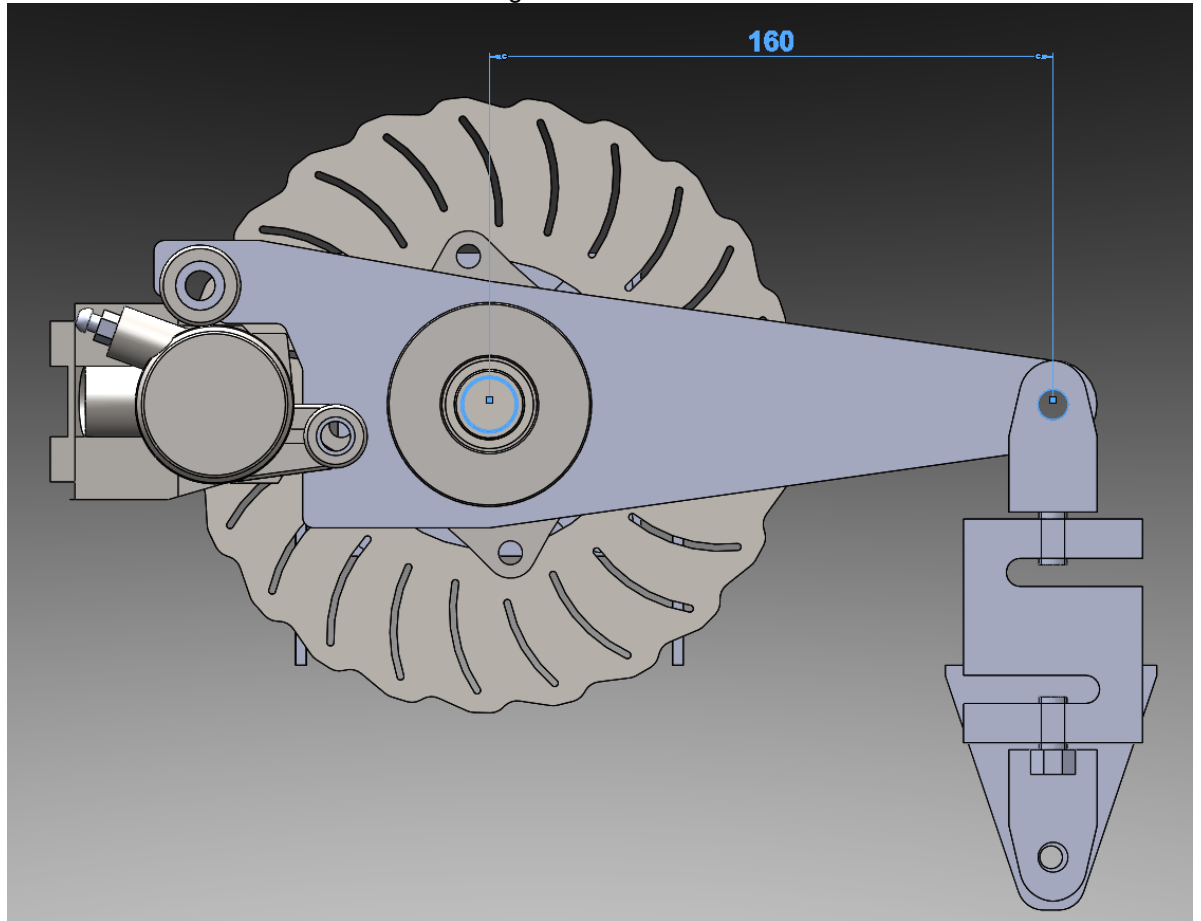
Esta chapa é a mesma utilizada no veículo da equipe. Fez-se uso desta chapa com estas características devido a equipe possuir uma chapa reserva que não estava sendo utilizada e que encaixava perfeitamente no motor.

4.3 CÉLULA DE CARGA

A célula de carga, do tipo “S”, foi posicionada de forma a ficar perpendicular com a chapa que é o suporte da pinça de freio. Desse modo, o momento gerado quando o freio for acionado pode ser medido diretamente com a força lida na célula de carga e com a distância da célula de carga até o centro do eixo, que é 160mm,

conforme mostra a Figura 24. O torque pode ser calculado com a Equação 1, visto que a força e a distância são conhecidas com a realização dos testes.

Figura 24 - Distância entre o eixo e a célula de carga



Fonte: Autor (2019).

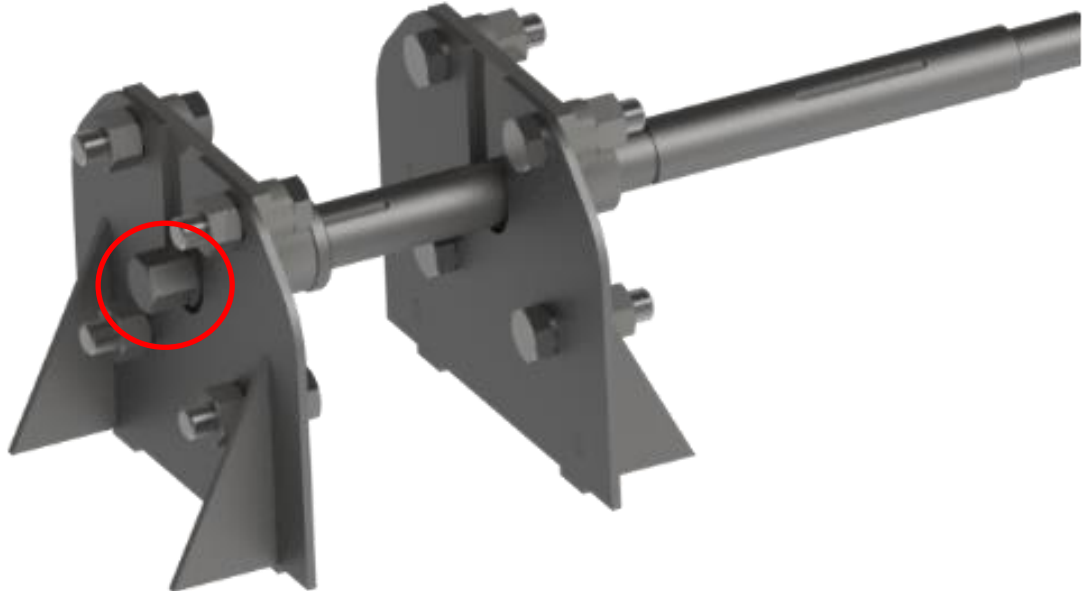
Com o torque obtido pela equação 1, pode-se encontrar a potência gerada pelo sistema (P_{ot}) conforme o rpm do motor, segundo a equação 2:

$$P_{ot} = \frac{2 \cdot \pi \cdot rot \cdot T_f}{60 \cdot 1000} \quad (2)$$

4.4 EIXO

Para transmitir o movimento da CVT para os demais componentes foi usado um eixo com rasgos de chaveta, mostrado na Figura 25, responsáveis por transmitir o giro da polia da CVT para o eixo e do eixo para o disco de freio. O eixo foi fixado por dois mancais parafusados em duas chapas. Os mancais contêm rolamentos.

Figura 25 – Eixo com mancais



Fonte: Autor (2019).

Em uma das pontas foi usinado um perfil sextavado (evidenciado na Figura 25), para que seja possível fazer a calibração do sistema com um torquímetro. Depois do acionamento do freio, pode-se realizar um torque com um torquímetro e comparar com o torque lido pelo dinamômetro.

4.5 SISTEMA DE FREIO

Visto que o propósito do sistema de freio é ser capaz parar a rotação do sistema, a capacidade do torque de frenagem do sistema de freio precisa ser igual ou maior ao torque máximo resultante no eixo.

Para o acionamento do sistema, foi utilizado um parafuso que foi fixado em uma porca soldada a uma chapa (Figura 26). Conforme aperta-se o parafuso, a rosca empurra o parafuso para dentro e esse, empurra o êmbolo do cilindro de freio, aumentando a pressão da linha de freio e acionando a pinça.

Figura 26 - Sistema de freio



Fonte: Autor (2019).

Devido a disponibilidade de itens que não estavam mais sendo utilizados na equipe Baja Sinuelo FAHOR, utilizou-se os mesmos. São eles:

- Cilindro mestre de um Volkswagen Fusca;
- Pinça de freio utilizada na Honda CG 150;
- Disco de freio com 175mm de diâmetro.

O pistão do cilindro mestre tem diâmetro de 27,2mm, portanto sua área é:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 27,2^2}{4} = 581,07 \text{ mm}^2 \quad (3)$$

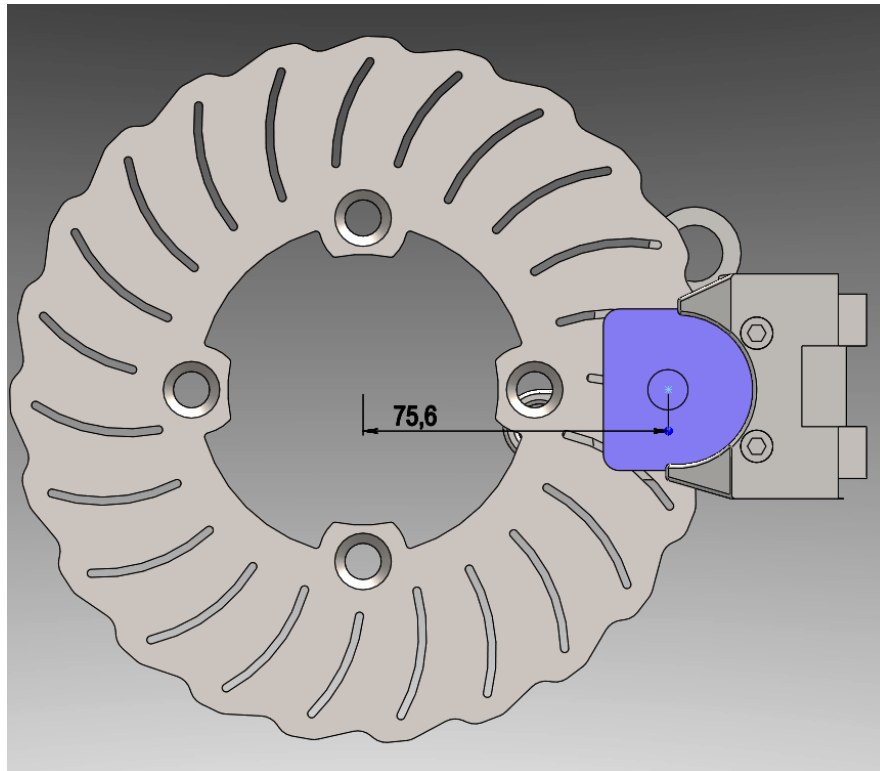
Já o êmbolo da pinça de freio possui um diâmetro de 28mm. Então sua área é calculada conforme citado na Equação (4).

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 28^2}{4} = 615,75 \text{ mm}^2 \quad (4)$$

O raio efetivo do disco, de acordo com Silva (2017), é considerado o ponto médio de aplicação da força de fechamento das pinças, sendo está distância inferior ao raio total do disco.

Como pode ser visto na Figura 27, o raio efetivo do disco (Red) é de 75,6 mm.

Figura 27 - Raio efetivo do disco



Fonte: Autor (2019).

Na Figura 28 obtém-se os valores de coeficiente de atrito (μ) das pastilhas de freio. O material da pastilha de freio utilizada é não asbesto rígido moldado. Procurando trabalhar com um coeficiente de segurança, utilizou-se o menor valor da faixa de coeficiente de atrito para o dimensionamento, sendo ele 0,33.

Figura 28 - Coeficiente de atrito dos materiais de fricção

Material	Coeficiente de atrito f	Pressão máxima P_{max} , MPa	Temperatura máxima		Velocidade máxima V_{max} , m/s	Aplicações
			Instantânea, °C	Contínua, °C		
Cermeto	0,32	1,0	815	400		Freios e embreagens
Metal sinterizado (seco)	0,29-0,33	2,1-2,8	500-550	300-350	18	Embreagens e freios de disco de pinça
Metal sinterizado (úmido)	0,06-0,08	3,4	500	300	18	Embreagens
Asbesto rígido moldado (seco)	0,35-0,41	0,7	350-400	180	18	Freios de tambor e embreagens
Asbesto rígido moldado (úmido)	0,06	2,1	350	180	18	Embreagens industriais
Pastilhas de asbesto rígido moldado	0,31-0,49	5,2	500-750	230-350	24	Freios de disco
Não asbesto rígido moldado	0,33-0,63	0,7-1,0		260-400	24-38	Embreagens e freios
Asbesto semirígido moldado	0,37-0,41	0,7	350	150	18	Embreagens e freios
Asbesto flexível moldado	0,39-0,45	0,7	350-400	150-180	18	Embreagens e freios
Fio tecido (lona) de asbestos e arame	0,38	0,7	350	150	18	Embreagens veiculares
Algodão de asbestos e arame	0,38	0,7	260	130	18	Embreagens industriais e freios
Algodão trançado	0,47	0,7	110	75	18	Embreagens industriais e freios
Papel resiliente (úmido)	0,09-0,15	2,8	150		$PV < 18$ MPa m/s	Embreagens e bandas (ou cintas) de transmissão

Fonte: BUDYNAS, NISBETT (2016).

A partir disso, pode-se calcular a força (F_d) contrária que o disco fará ao movimento do eixo, conforme a Equação (5).

$$F_d = F_p \cdot \mu \quad (5)$$

Onde o F_p é a força que a pastilha está fazendo sobre o disco de freio. A força nas pastilhas é resultado da força aplicada no cilindro mestre (F_{cil}) conforme a Equação (6).

$$F_p = P \cdot A_{pin} \cdot n \quad (6)$$

Onde P é a pressão da linha de freio, que pode ser verificada com a utilização de um manômetro no cilindro mestre de freio, A_{pin} é a área do êmbolo da pinça de freio e n é o número de êmbolos da pinça. A pressão da linha de freio pode ser calculada através da força aplicada no cilindro de freio, conforme a Equação (7):

$$P = \frac{F_{cil}}{A_{cil}} \quad (7)$$

A A_{cil} é a área do pistão do cilindro mestre. Com a Equação (7), encontra-se a força aplicada no cilindro mestre (F_{cil}). Com a F_{cil} , encontra-se a força aplicada na pastilha conforme Equação (8).

$$F_p = \frac{F_{cil}}{A_{cil}} \cdot A_{pin} \cdot n \quad (8)$$

Assim, substitui-se a Equação (8) na Equação (5) e tem-se a Equação (9).

$$F_d = \frac{F_{cil}}{A_{cil}} \cdot A_{pin} \cdot n \cdot \mu \quad (9)$$

O disco é preso no eixo, a força F_d é oposta ao movimento, gerando um torque (T_f) conforme Equação (10), devido ao raio efetivo (R_{ed}) entre a pastilha e o centro do eixo.

$$T_f = R_{ed} \cdot F_d \quad (10)$$

Levando em conta o torque máximo do motor (18,6 Nm), é possível calcular a força necessária a ser aplicada no cilindro (F_{cil}) para parar o torque do motor. Porém, como as polias da CVT ficam em constante alteração da relação entre os diâmetros das polias, o torque resultante no eixo fica em constante variação e a força de frenagem necessária muda constantemente também.

O disco de freio foi fixado em uma chapa que foi presa em uma bucha, de acordo com a Figura 29. Esta bucha terá um rasgo, que se conecta ao eixo através de uma chaveta.

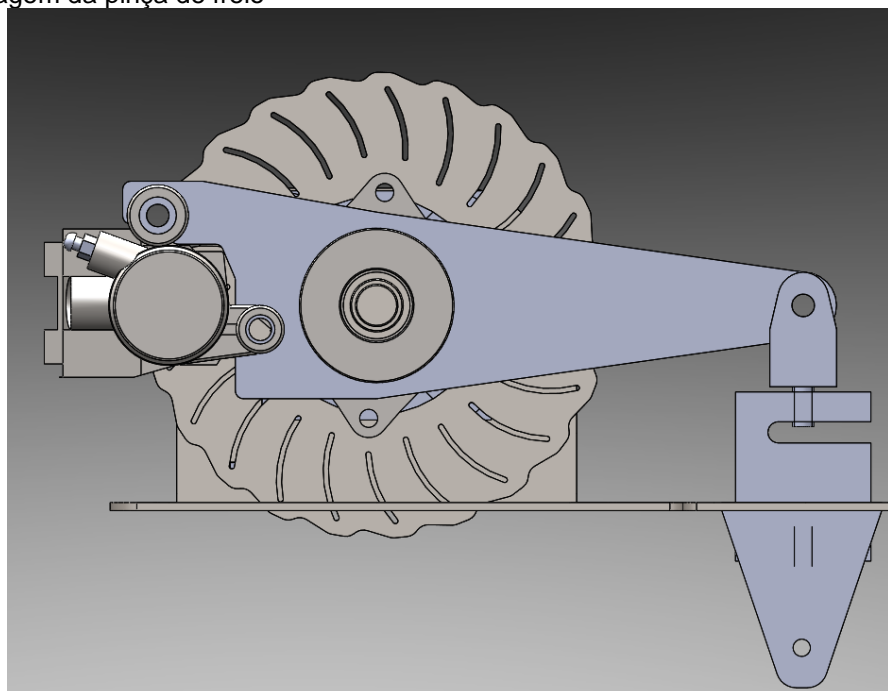
Figura 29 - Montagem do disco de freio



Fonte: Autor (2019).

Já a pinça de freio foi fixada em uma chapa que serve de alavanca, transferindo o torque gerado pela frenagem para a célula de carga. A chapa foi fixada através de um rolamento preso no eixo. O sistema pode ser visto na Figura 30.

Figura 30 - Montagem da pinça de freio



Fonte: Autor (2019).

Como grande parte dos componentes foram obtidos gratuitamente na equipe Sinuelo FAHOR e a maioria dos serviços, como usinagem, solda, corte foram realizados na FAHOR – Faculdade Horizontina, estes não foram considerados no orçamento do protótipo. Além destes serviços e peças citados, foram compradas as cantoneiras, o serviço de corte a laser junto com a matéria prima, componentes de fixação, rolamento e fluido de freio. A Figura 31 mostra o custo destes componentes comprados.

Figura 31 - Custo dos itens comprados

Componente	Qtde	Preço Unitário	Preço Total
Cantoneiras	12 metros		R\$ 86,00
Corte Laser	15 minutos	400 reais/hora	R\$ 100,00
Parafuso M8 x 20	6	R\$ 0,35	R\$ 2,10
Parafuso M8 x 35	7	R\$ 0,45	R\$ 3,15
Parafuso M8 x 16	4	R\$ 0,30	R\$ 1,20
Parafuso M8 x 80	1	R\$ 1,00	R\$ 1,00
Parafuso M8 x 55	1	R\$ 0,75	R\$ 0,75
Parafuso M10 x 35	8	R\$ 0,55	R\$ 4,40
Porca M10	8	R\$ 0,50	R\$ 4,00
Porca M8	19	R\$ 0,40	R\$ 7,60
Rolamento 6004	1	R\$ 8,00	R\$ 8,00
Fluido de Freio 500 ml	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Total			R\$ 233,20

Fonte: Autor (2019).

Depois de todos os componentes prontos, foi realizada a montagem da bancada, conforme mostrado na Figura 32.

Figura 32 - Montagem da bancada



Fonte: Autor (2019).

Após a montagem, foram realizados testes para validação do sistema, onde constatou-se que o sistema funcionou. O sistema de freio foi capaz de travar o motor, a célula de carga ficou perpendicular ao sentido da força resultante do torque do eixo e a transmissão CVT funcionou corretamente. Os desenhos detalhados estão disponíveis no Apêndice A.

CONSIDERAÇÃO FINAL

Diante da melhoria proposta pela equipe Sinuelo, o presente trabalho teve como objetivo a construção de uma bancada que servisse como dinamômetro para testes na transmissão CVT de um veículo Baja SAE. Primeiramente fez-se uma pesquisa bibliográfica principalmente sobre como seria possível obter dados de torque e potência em eixos rotativos, tomando como definido o princípio do Freio de Prony como base para a construção.

Depois de feita a pesquisa, deu-se início ao modelamento, feito no *software* de CAD *Solidworks*, levando como base as dimensões do motor e a transmissão CVT presentes no veículo Baja SAE da equipe Baja Sinuelo e a célula de carga disponível na instituição. Como não se tem necessidade de alívio de peso para melhorar a performance, os componentes ou já estavam em desuso na equipe ou tem geometria simplificada, acarretando em um menor custo de produção.

Para que os dados da célula de carga sejam tirados corretamente e de forma fácil, sem que seja necessário a análise do ângulo de inclinação, foi necessário deixá-la perpendicular ao eixo. Para isso, foi desenvolvida uma chapa e posicionada de forma que a célula de carga ficasse na posição desejada. Dessa forma, é fácil transformar a força obtida pelo dispositivo em torque.

Conclui-se que foi possível desenvolver o protótipo com os componentes disponíveis na instituição, sendo necessário a compra de apenas alguns componentes estruturais. Com este dispositivo, a equipe poderá realizar testes e definir a regulagem que melhor se adequa às suas necessidades.

SUGESTÃO DE MELHORIA E TRABALHOS FUTUROS

Como melhoria, cita-se a dificuldade de montagem devido a alguns componentes estarem abaixo do nível da bancada, o que dificultou o encaixe da polia secundária da CVT ao eixo. A linha de freio acabou ficando próxima a polia secundária da CVT, o que pode acabar causando um rompimento ou quebra do sistema caso ela se engate enquanto a polia esteja girando. O acionamento do freio foi dificultado pela pouca área de acesso a ferramentas, tendo que ser feito com uma chave de impacto. Seria interessante a instalação de uma manivela ou algum mecanismo do tipo.

Para trabalhos futuros, indica-se a instalação de um contador de rpm e a montagem de uma programação que una os dados obtidos na célula de carga com a rotação do motor. Com isso, será possível gerar gráficos de torque e potência em relação ao rpm do motor, podendo-se ver de forma clara a diferença causada por cada regulagem da CVT.

REFERÊNCIAS

ABREU, Rafael Martins de. **Simulação e ensaio de mecanismo de freio automotivo**. Programa de pós-graduação (Mestrado em Engenharia de Produção / Produção e logística) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

ACHERMAN, Simón Reif, MARTINEZ, Fiderman Machuca. Eugène Bourdon y la evolución del manómetro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 32, n 1, p 1601-1610, 26 de março de 2010.

AMARAL, Lucas do. **Análise numérica da influência de defletores de ar no resfriamento de freios à tambor**. Programa de graduação (Bacharel em Engenharia Automotiva) – Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2018.

ANDRADE et al. **Elaboração de bancadas didáticas para automação industrial baseadas em clps e freios de Foucault**. Revista de Ensino de Engenharia, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 3-13, 2016.

BORGES, Jacques Cousteau da Silva; SOBRINHO, Carlos Alberto Nóbrega; FILHO, Abel Cavalcante Lima; BELO, Francisco Antônio. **Métodos e técnicas de medição de torque diretamente em eixos rotativos**. Revista Principia, João Pessoa, dezembro de 2015.

BORGES, Jacques Cousteau da Silva. **Estudo e desenvolvimento de um transdutor de torque para eixos rotativos por meio de sensores de efeito hall**. Programa de pós-graduação (Doutorado em Engenharia Mecânica / Dinâmica e controle de sistemas mecânicos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

BRACKMANN, Roger Cristian. **Análise e dimensionamento de um sistema de freio aplicado em um veículo offroad de pequeno porte**. Programa de graduação (Engenharia Mecânica) – Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2019.

BRIGGS & STRATTON. Disponível em: < <https://www.briggsandstratton.com> >. Acesso em: 17 setembro de 2019.

BUDYNAS, Richard G.; NISBETT, J. Keith. **Elementos de máquinas de Shigley**. 10 ed. Porto Alegre: AMGH Editora LTDA, 2016.

CHIODELLI, Ronan Toletto. **Dimensionamento de componentes de transmissão para um protótipo baja SAE**. Programa de graduação (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Faculdade Horizontina – FAHOR, Horizontina, 2012.

CORRÊA, Daniel Augusto Prudente. **Desenvolvimento de uma plataforma digital para minimização da vibração e da ondulação de torque de um motor de relutância chaveado**. Programa de pós-graduação (Mestrado em Engenharia / Sistemas de potência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

COSTA, Paulo G. **A bíblia do carro**. 2002.

DIAS, Felipe Macial. **Otimização de bancada de ensaio de CVT**. 2010. Projeto de graduação (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Mecânica, Brasília, 2010.

EXTENSOMETRIA. **História, usos e aparelhos**. Disponível em: <<https://www.eecis.udel.edu/~portnoi/academic/academic-files/extensometria.html> > . Acesso em: 27 de setembro de 2019.

FERREIRA, Lucínio M. G. **Manômetros**. Disponível em: <https://www.eq.uc.pt/~lferreira/BIBL_SEM/global/bourdon/Pdf/bourdon >. Acesso em: 18 de setembro de 2019.

FIGLIOLA, Richard S., BEASLEY, Donald E. **Theory and design for mechanical measurements**. 5. Ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons Inc., 2000.

FILHO, Fernando Antonio Rodrigues. **Projeto, construção e caracterização do desempenho de um motor de combustão interna provido de um sistema de ignição por lança chamas de carga estratificada**. Programa de pós-graduação (Doutorado em Engenharia Mecânica / Calor e fluidos) – Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014 a.

FILHO, Ricardo Ferreira Pinheiro. **Estudo de um Sistema de Frenagem Eletromagnética Empregando Correntes Parasitas**. Programa de pós-graduação (Doutorado em Ciências na área de Engenharia Elétrica / Automação e Sistemas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014 b.

FRONER, Pedro Henrique de Camargo Penteado. **Automação de tacômetro magnético para colunas de perfuração**. Programa de graduação (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

GARDINALLI, Geraldo José. **Comparação do desempenho de frenagem simulada x experimental de um veículo de passeio com freios hidráulicos e ABS**. Programa de pós-graduação (Mestrado em Engenharia Automotiva / Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GAGEDENGINEERING. **GX9 CVT System**. Disponível em: <<https://www.gagedengineering.com/> >. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

GOMES, Sinésio Raimundo. **Máquinas elétricas I**. Disponível em: <<http://maquinaseletricasi.blogspot.com/2013/03/aula-20-motores-eletricos.html> >. Acesso em: 19 de setembro de 2019.

HEYWOOD, John B. **Internal combustion engine**. McGraw-Hill, Inc. 1988

JUNIOR, Nestor Messias de Jesus. **Dimensionamento de um freio para BAJA**. Programa de graduação (Tecnologia em Mecânica Automotiva) – Faculdade de Tecnologia Santo André – FATEC, Santo André, 2015.

KBB. **Quais são os tipos de discos de freio que existem?**. Disponível em: < <https://www.kbb.com.br/detalhes-noticia/que-tipos-discos-freio-existem/?ID=1267> >. Acesso em: 22 de setembro de 2019.

LIMA, Neuza Valgueiro. **Instrumentos de pressão**. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/53918893-Vacuo-figura-2-1-esquema-explicativo-para-os-conceitos-de-pressao-absoluta-e-pressao-manometrica.html> >. Acesso em: 19 de setembro de 2019.

MARCHI, Sandro Alencar. **Instrumentação de uma bancada didática de fadiga**. Programa de graduação (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Faculdade Horizontina – FAHOR, Horizontina, 2016.

NIEMANN, G. **Elementos de Máquinas 2**. ed. Barcelona: Editorial Labor S.A. 1973

NORTON, Robert L. **Projeto de Máquinas 4**. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013.

OLIVEIRA, Wilson. **Cilindro mestre**. Disponível em: < <http://manutpreventiva.blogspot.com/2010/10/cilindro-mestre.html> >. Acesso em: 17 de setembro de 2019.

PILZ, Arthur Mateus. **Elaboração de bancada para caracterização de motores elétricos com até 200 W**. Projeto de graduação (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

RIBEIRO, Emanuel Bragiola. **Avaliação experimental das fontes de incerteza associadas à visão de máquina para subsídio ao projeto de um sistema automatizado de calibração de manômetros**. Programa de pós-graduação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

SAE BRASIL. **Regulamento administrativo e técnico Baja SAE Brasil 2019**. Disponível em: < http://portal.saebrasil.org.br/Portals/0/Users/223/39/28639/RATBSB_emenda_02.pdf >. Acesso em 11 de junho de 2019.

SALVI. **O que é um manômetro?**. Disponível em: < <http://catalogo.salvicasagrande.com.br/wiki-duvidas/o-que-e-um-manometro> >. Acesso em: 09 de outubro de 2019.

SENAI. **Sistema de transmissão de veículos leves**. São Paulo. 2001

SILVA, Rafael Kawano. **Medição indireta de torque de motor elétrico usando técnicas de extensometria**. Projeto de graduação (Bacharelado em Engenharia

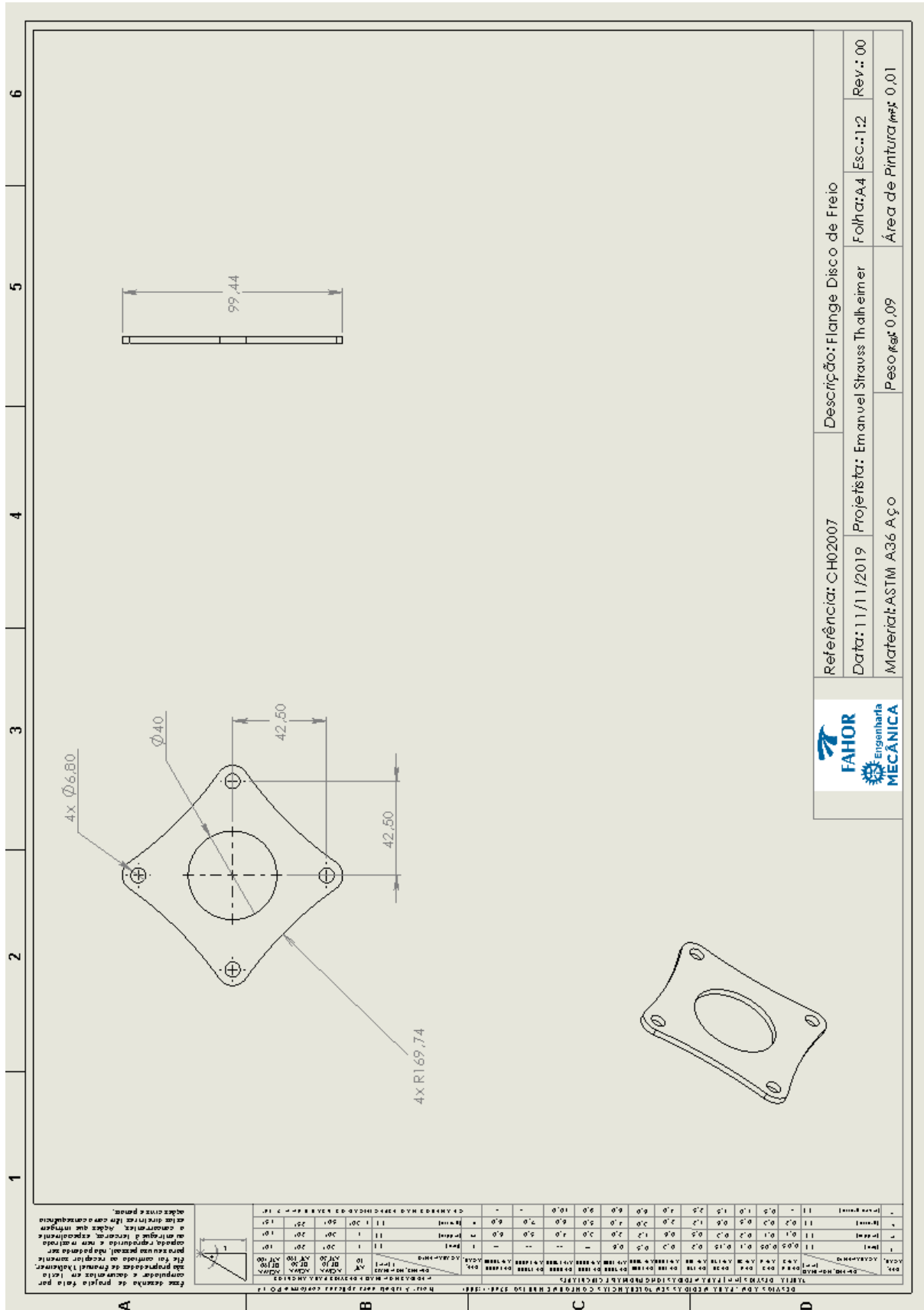
Elétrica / Sistemas de Energia e Automação) – Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018.

SILVA, Pedro Henrique Moraes da. **Análise do sistema de freio de um veículo de competição fórmula SAE**. Programa de graduação (Bacharel em Engenharia Automotiva) – Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

SKF. **Tacômetro digital**. Disponível em: < <https://www.skf.com/br/products/condition-monitoring/basic-condition-monitoring-products/tachometers/digital-tachometer/index.html> >. Acesso em 29 de outubro de 2019.

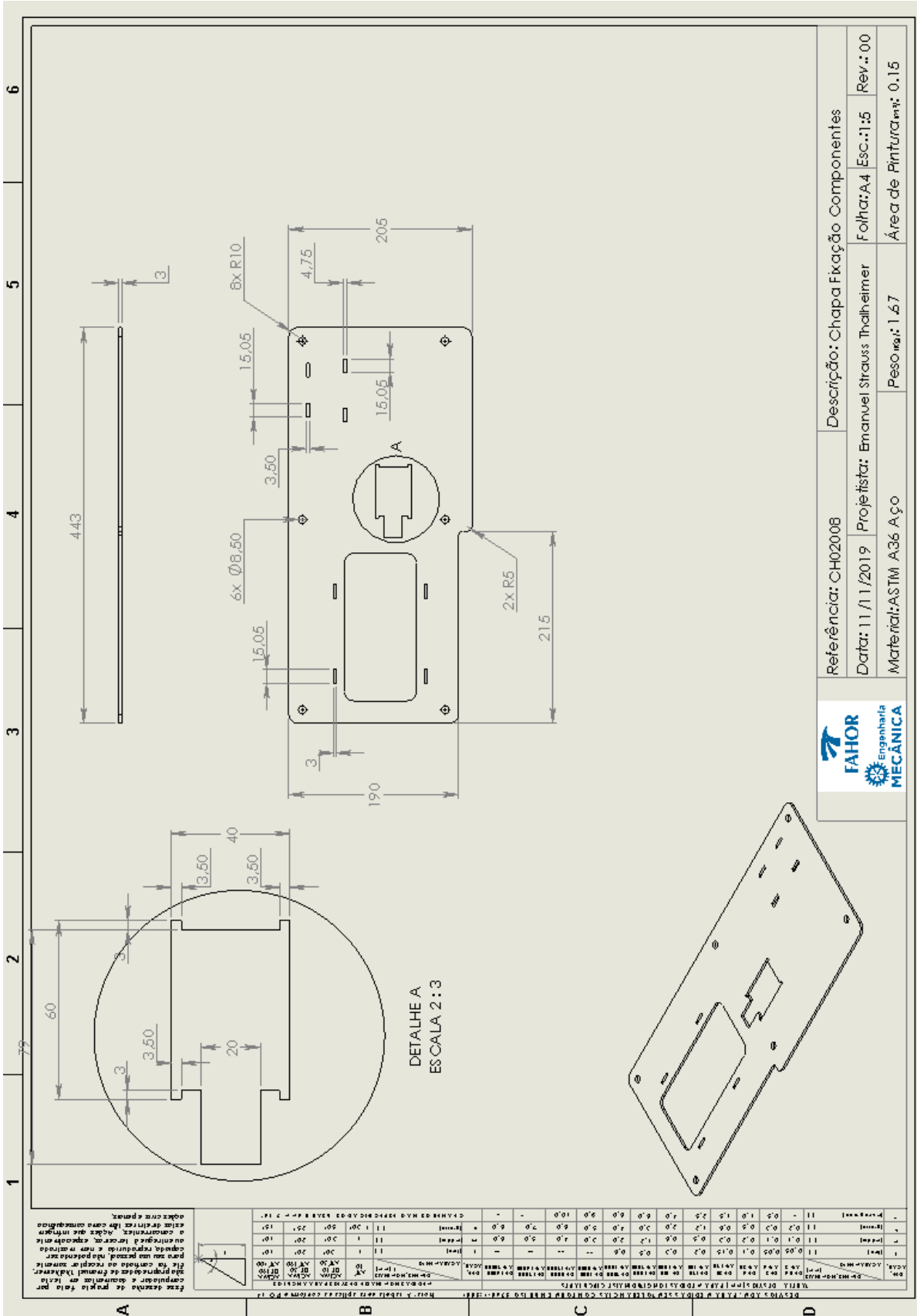
THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1986.

APÊNDICE A – Desenhos detalhados



Referência: CH02007	Descrição: Flange Disco de Freio		
Data: 11/11/2019	Projeta: Emanuel Strauss Thalheimer	Folha: A4	Esc.: 1:2
Material: ASTM A36 Aço	Peso Kg: 0,09	Área de Pintura m ² : 0,01	





FAHOR
Engenharia MECÂNICA

Referência: CH02008

Descrição: Chapa Fixação Componentes

Data: 11/11/2019

Projetista: Emanuel Strauss Thalheimer

Folha: A4

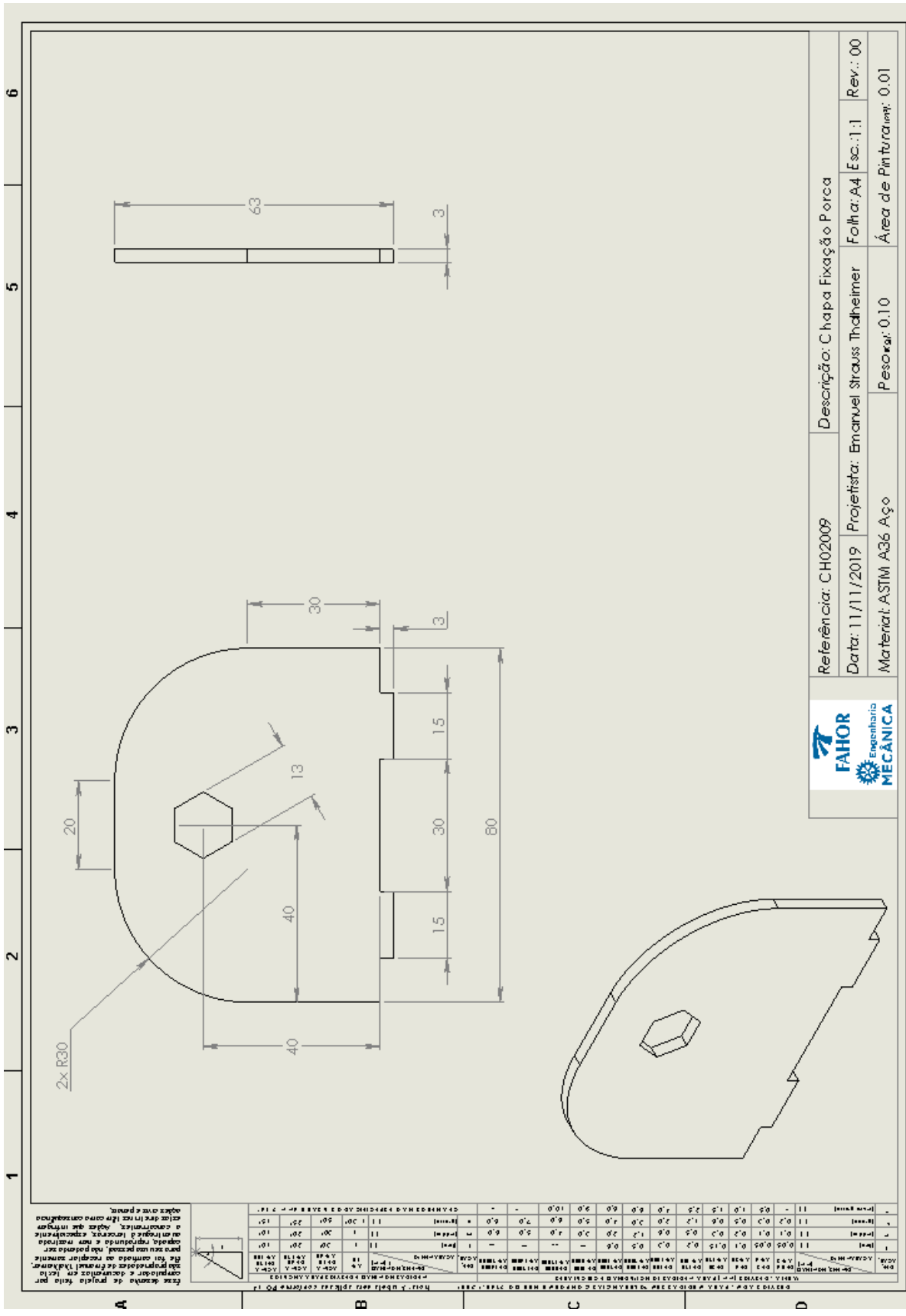
Esc.: 1:5

Rev.: 00

Material: ASTM A36 Aço

Peso máx: 1,57

Área de Pintura máx: 0,15



1 2 3 4 5 6

Este desenho de projeto está para ser aprovado e assinado pelo engenheiro responsável pelo projeto. Para isso, o responsável pelo projeto deve preencher os campos de aprovação e assinatura. Este documento não tem validade jurídica sem a assinatura do responsável pelo projeto.

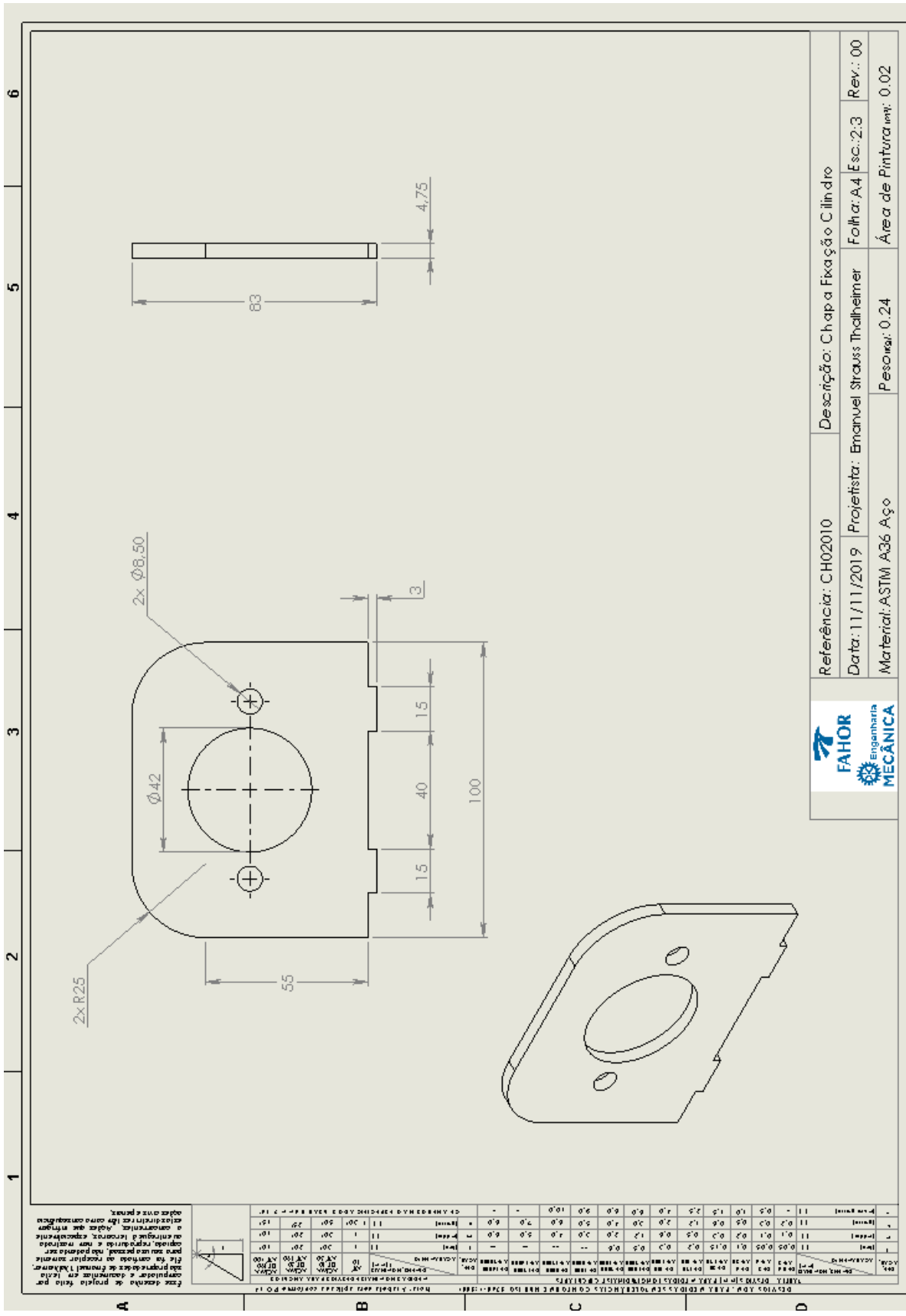
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
1	Chapa de Fixação	1	pc	10,00	10,00
2	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
3	Porca	2	pc	5,00	10,00
4	Arruela	2	pc	5,00	10,00
5	Porca	2	pc	5,00	10,00
6	Arruela	2	pc	5,00	10,00
7	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
8	Porca	2	pc	5,00	10,00
9	Arruela	2	pc	5,00	10,00
10	Porca	2	pc	5,00	10,00
11	Arruela	2	pc	5,00	10,00
12	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
13	Porca	2	pc	5,00	10,00
14	Arruela	2	pc	5,00	10,00
15	Porca	2	pc	5,00	10,00
16	Arruela	2	pc	5,00	10,00
17	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
18	Porca	2	pc	5,00	10,00
19	Arruela	2	pc	5,00	10,00
20	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
21	Porca	2	pc	5,00	10,00
22	Arruela	2	pc	5,00	10,00
23	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
24	Porca	2	pc	5,00	10,00
25	Arruela	2	pc	5,00	10,00
26	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
27	Porca	2	pc	5,00	10,00
28	Arruela	2	pc	5,00	10,00
29	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
30	Porca	2	pc	5,00	10,00
31	Arruela	2	pc	5,00	10,00
32	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
33	Porca	2	pc	5,00	10,00
34	Arruela	2	pc	5,00	10,00
35	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
36	Porca	2	pc	5,00	10,00
37	Arruela	2	pc	5,00	10,00
38	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
39	Porca	2	pc	5,00	10,00
40	Arruela	2	pc	5,00	10,00
41	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
42	Porca	2	pc	5,00	10,00
43	Arruela	2	pc	5,00	10,00
44	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
45	Porca	2	pc	5,00	10,00
46	Arruela	2	pc	5,00	10,00
47	Parafuso	2	pc	5,00	10,00
48	Porca	2	pc	5,00	10,00
49	Arruela	2	pc	5,00	10,00
50	Parafuso	2	pc	5,00	10,00

Referência: CH02009 Descrição: Chapa Fixação Porca

Data: 11/11/2019 Projetista: Emanuel Strauss Thälheimer Folha: A4 Esc.: 1:1 Rev.: 00

Materia: ASTM A36 Aço Peso: 0,10 Área de Pintura: 0,01





1. Fazer desenhos de projeto para a
 fabricação e montagem em
 aço inoxidável. O projeto deve
 considerar o uso de materiais
 adequados para a aplicação
 prevista. O projeto deve
 considerar o uso de materiais
 adequados para a aplicação
 prevista. O projeto deve
 considerar o uso de materiais
 adequados para a aplicação
 prevista.

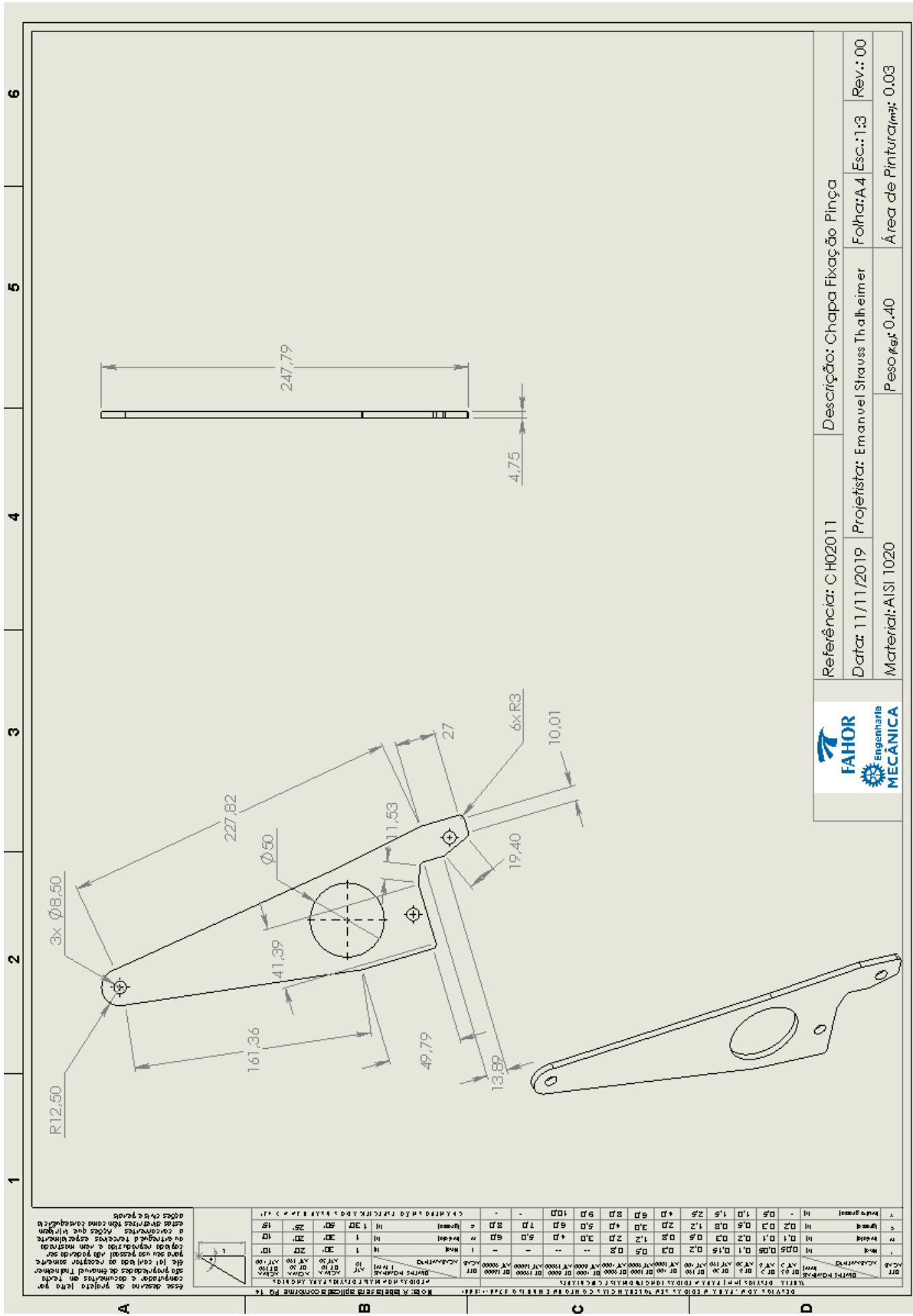
Item	Descrição	Quantidade	Material	Observações
1	Placa de fixação	1	Aço Inoxidável	
2	Parafusos	2	Aço Inoxidável	
3	Porcas	2	Aço Inoxidável	
4	Arruelas	2	Aço Inoxidável	
5	Parafusos	2	Aço Inoxidável	
6	Porcas	2	Aço Inoxidável	

Item	Descrição	Quantidade	Material	Observações
1	Placa de fixação	1	Aço Inoxidável	
2	Parafusos	2	Aço Inoxidável	
3	Porcas	2	Aço Inoxidável	
4	Arruelas	2	Aço Inoxidável	
5	Parafusos	2	Aço Inoxidável	
6	Porcas	2	Aço Inoxidável	

Item	Descrição	Quantidade	Material	Observações
1	Placa de fixação	1	Aço Inoxidável	
2	Parafusos	2	Aço Inoxidável	
3	Porcas	2	Aço Inoxidável	
4	Arruelas	2	Aço Inoxidável	
5	Parafusos	2	Aço Inoxidável	
6	Porcas	2	Aço Inoxidável	

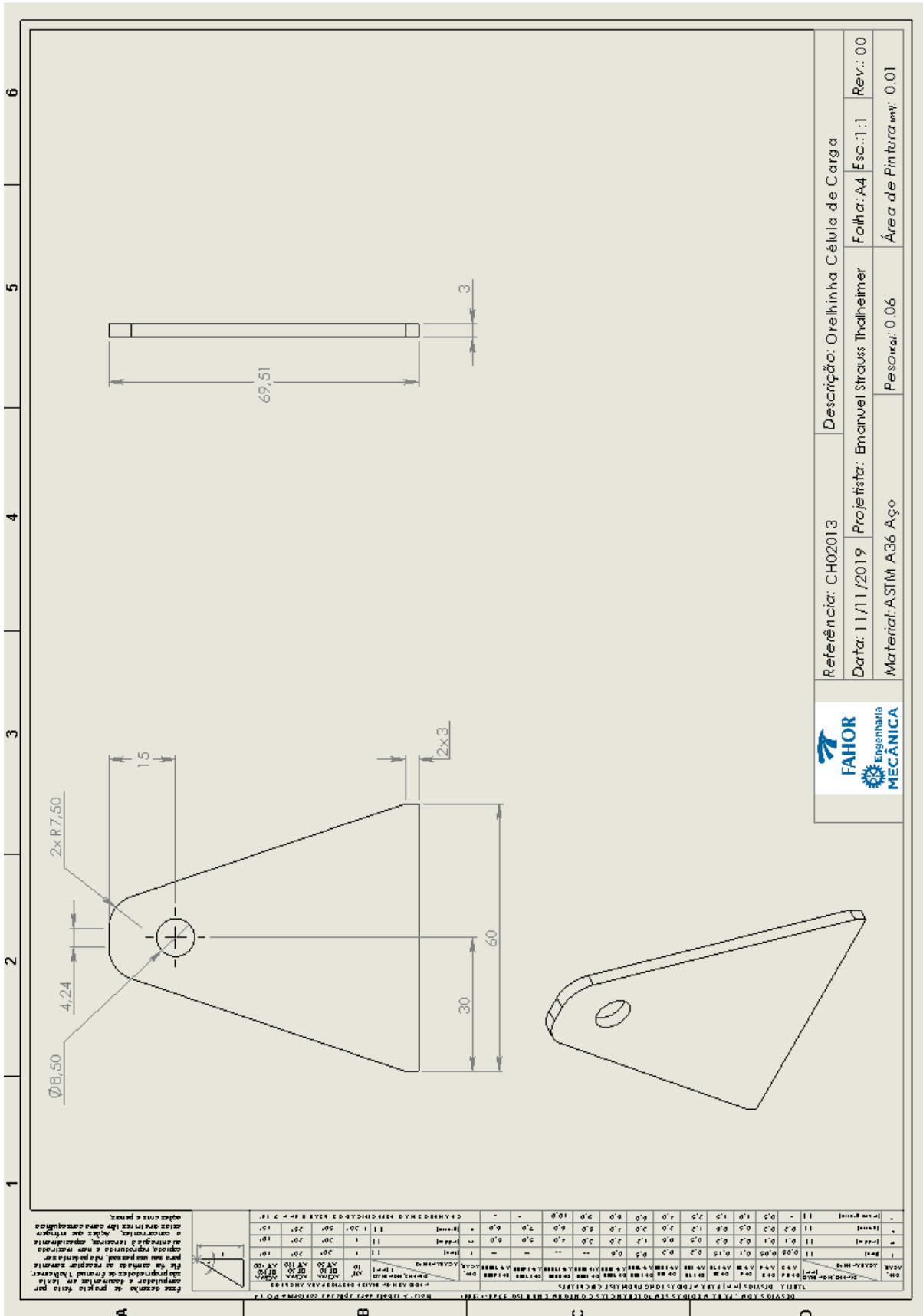
Referência: CH02010 | **Descrição:** Chapa Fixação Cilindro
Data: 11/11/2019 | **Projetista:** Emanuel Strauss Thalheimer | **Folha:** A.4 | **Escala:** 2:3 | **Rev.:** 00
Material: ASTM A36 Aço | **Peso:** 0,24 | **Área de Pintura:** 0,02

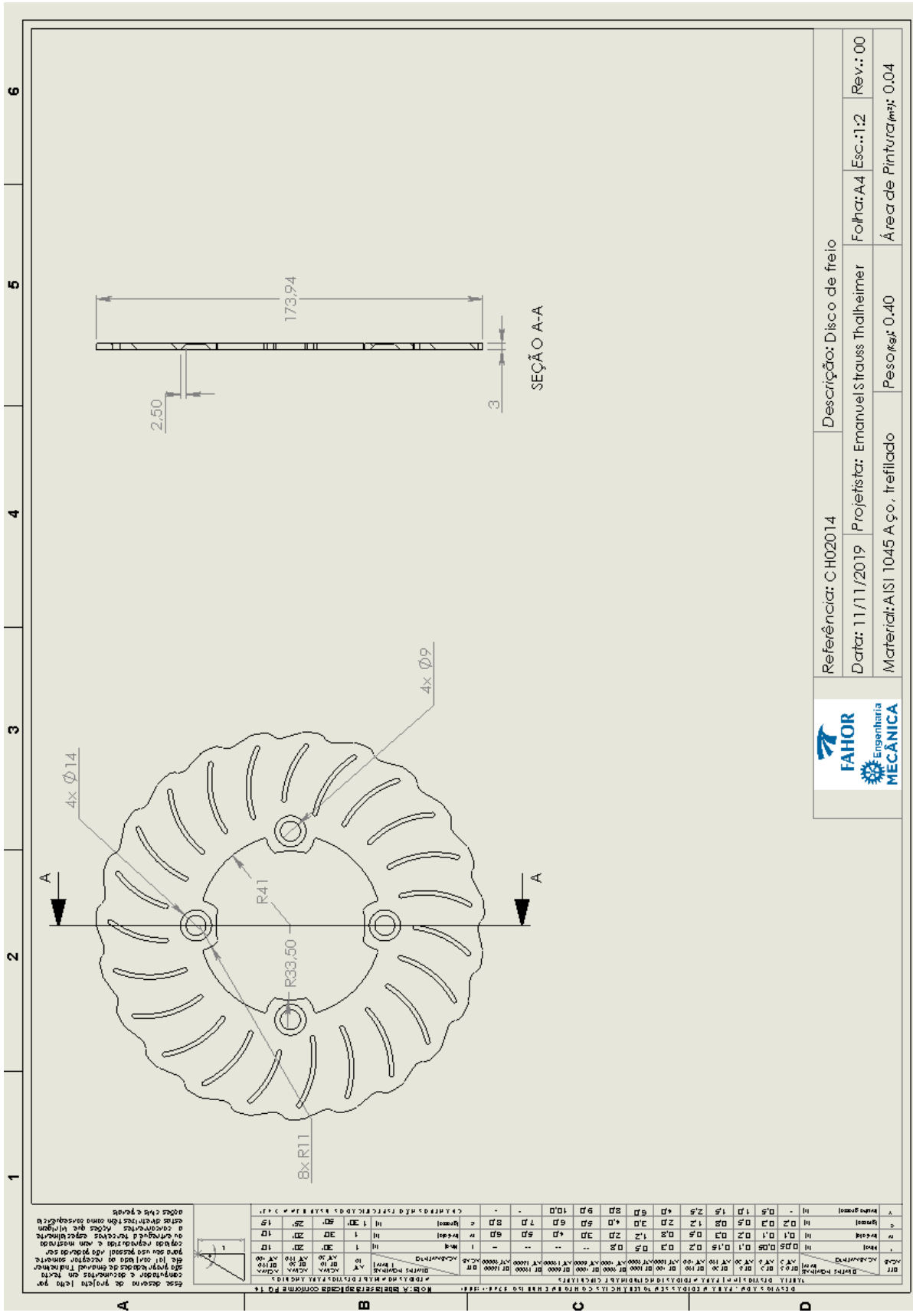




Referência: C H02011
 Descrição: Chapa Fixação Pinça
 Data: 11/11/2019
 Projetista: Emanuel Strauss Thalheimer
 Material: AISI 1020
 Escala: 1:3
 Folha: A4
 Rev.: 00
 Área de Pintura(m²): 0.03
 Peso(g): 0.40





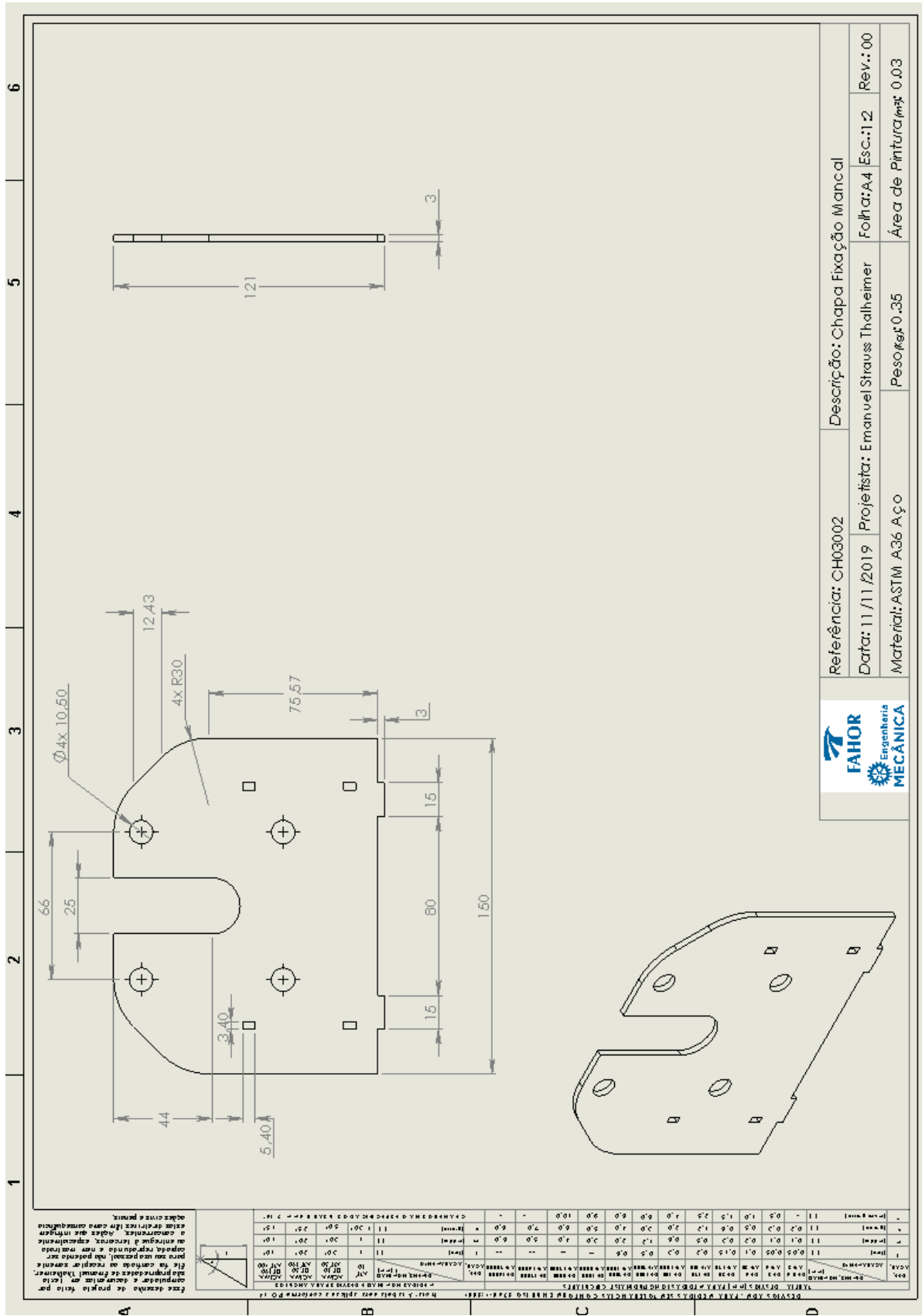


Referência: CH02014	Descrição: Disco de freio
Data: 11/11/2019	Projetista: Emanuel Strauss Thalheimer
Material: AISI 1045 Aço, trefilado	Peso: kg: 0,40
	Área de Pintura(m²): 0,04



Essa desenha de projeto feito por computador e dimensionado em metros. Qualquer alteração deve ser feita no arquivo original. Não se responsabiliza por danos materiais ou morais decorrentes do uso indevido deste desenha.

Rev.	Descrição	Data	Desenhado	Verificado	Assinado
01	Desenho de projeto	11/11/2019	Emanuel Strauss Thalheimer		
02	Revisão				
03	Revisão				
04	Revisão				
05	Revisão				
06	Revisão				
07	Revisão				
08	Revisão				
09	Revisão				
10	Revisão				



1 2 3 4 5 6

Este desenho de projeto está por aprovação e deve ser utilizado apenas para fins de referência. Qualquer alteração ou modificação deve ser aprovada por escrito pelo responsável pelo projeto. Não se responsabiliza por danos ou prejuízos decorrentes do uso indevido deste documento.



CHAMFERADO	RAIO	ÂNGULO	RAIO
1	1.20	45°	1.20
2	1.20	45°	1.20
3	1.20	45°	1.20
4	1.20	45°	1.20
5	1.20	45°	1.20
6	1.20	45°	1.20

PROFUNDIDADE	DIÂMETRO	RAIO
1	10.50	1.20
2	10.50	1.20
3	10.50	1.20
4	10.50	1.20
5	10.50	1.20
6	10.50	1.20

PROFUNDIDADE	DIÂMETRO	RAIO
1	10.50	1.20
2	10.50	1.20
3	10.50	1.20
4	10.50	1.20
5	10.50	1.20
6	10.50	1.20

PROFUNDIDADE	DIÂMETRO	RAIO
1	10.50	1.20
2	10.50	1.20
3	10.50	1.20
4	10.50	1.20
5	10.50	1.20
6	10.50	1.20

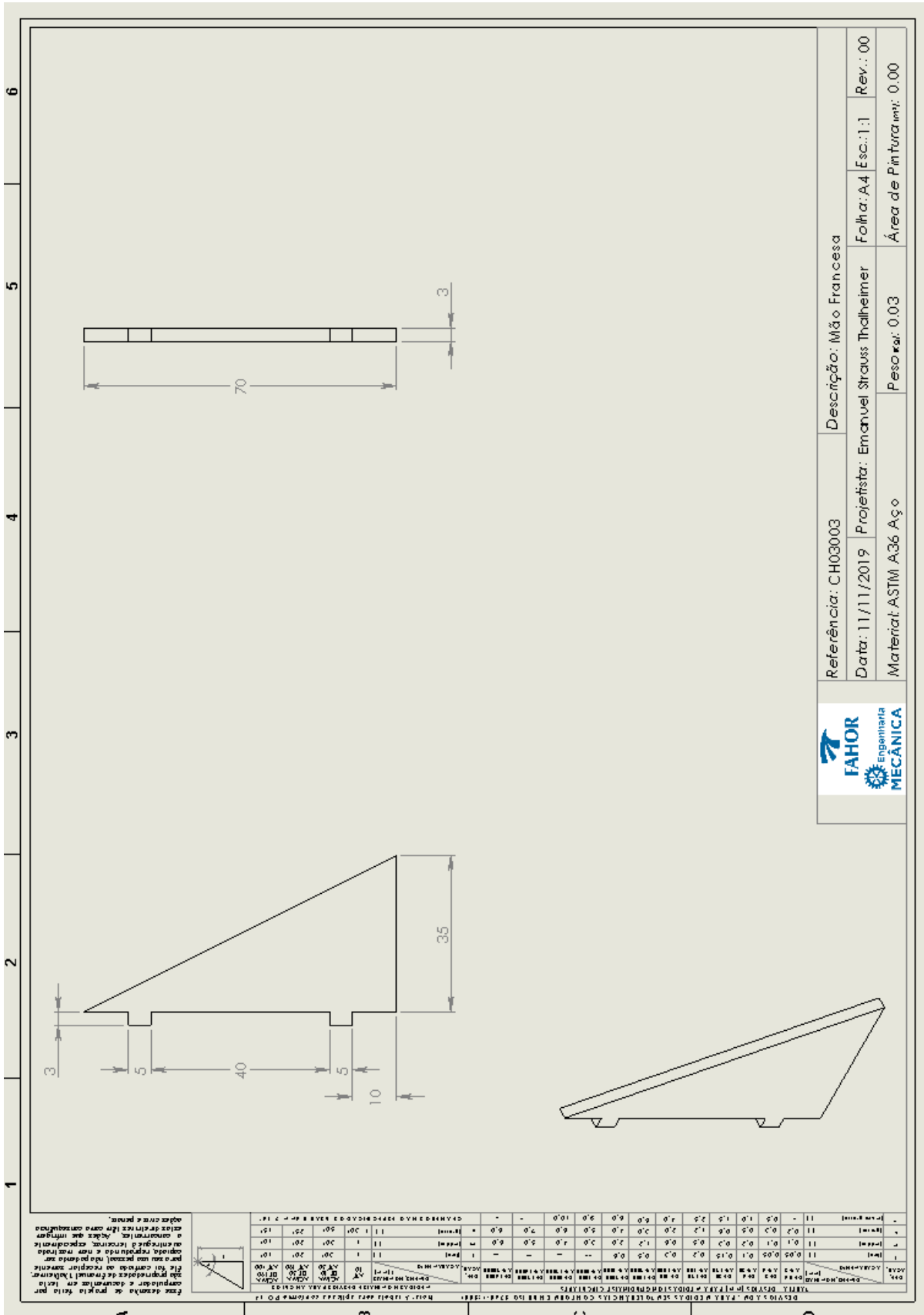
PROFUNDIDADE	DIÂMETRO	RAIO
1	10.50	1.20
2	10.50	1.20
3	10.50	1.20
4	10.50	1.20
5	10.50	1.20
6	10.50	1.20

PROFUNDIDADE	DIÂMETRO	RAIO
1	10.50	1.20
2	10.50	1.20
3	10.50	1.20
4	10.50	1.20
5	10.50	1.20
6	10.50	1.20

PROFUNDIDADE	DIÂMETRO	RAIO
1	10.50	1.20
2	10.50	1.20
3	10.50	1.20
4	10.50	1.20
5	10.50	1.20
6	10.50	1.20

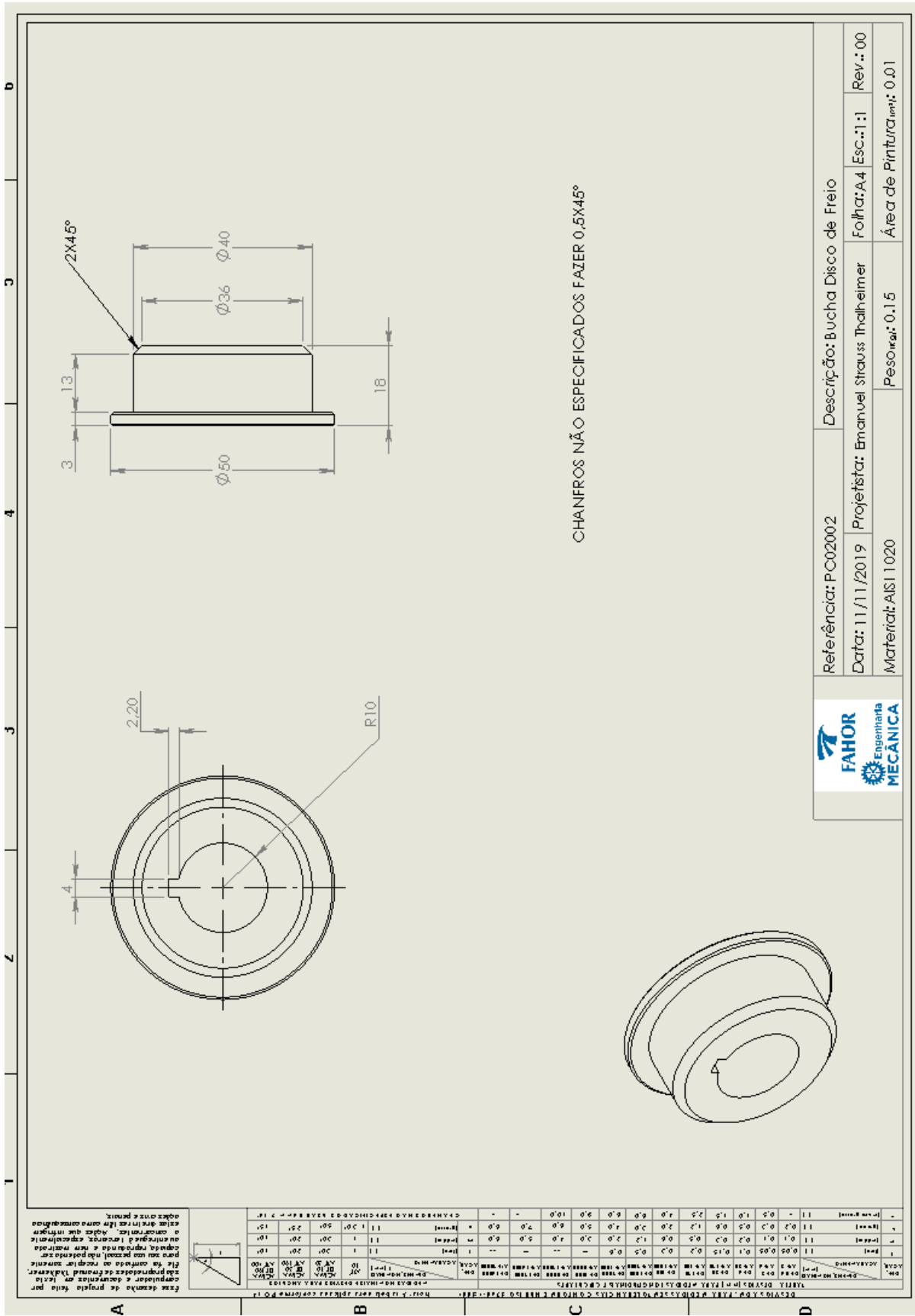
FAHOR
Engenharia MECÂNICA

Referência: CH03002 Descrição: Chapa Fixação Mancal
 Data: 11/11/2019 Projetista: Emanuel Straus Thalheimer Folha: A4 Esc.: 1:2 Rev.: 00
 Material: ASTM A36 Aço Peso: kg: 0.35 Área de Pintura: m²: 0.03



FAHOR
Engenharia
MECÂNICA

Referência: CH03003 Descrição: Mão Francesa
 Data: 11/11/2019 Projetista: Emanuel Strauss Thalheimer Folha: A4 Esc.: 1:1 Rev.: 00
 Material: ASTM A36 Aço Peso var.: 0,03 Área de Pintura var.: 0,00



CHANFROS NÃO ESPECIFICADOS FAZER 0,5X45°

Referência: P-C020002	Descrição: Bucha Disco de Freio
Data: 11/11/2019	Projeta: Emanuel Strauss Thalheimer
Material: AISI 1020	Peso _{mat} : 0.15
	Área de Pintura _{mat} : 0.01
	Folha: A4
	Esc.: 1:1
	Rev.: 00



FAHOR Engenharia MECANICA

Projeto: P-C020002 - Bucha Disco de Freio

Projeta: Emanuel Strauss Thalheimer

Material: AISI 1020

Peso_{mat}: 0.15

Área de Pintura_{mat}: 0.01

Folha: A4

Esc.: 1:1

Rev.: 00

Revisão

Rev.	Descrição	Data	Projeta
00	Projeto	11/11/2019	Emanuel Strauss Thalheimer

FAHOR Engenharia MECANICA

Projeto: P-C020002 - Bucha Disco de Freio

Projeta: Emanuel Strauss Thalheimer

Material: AISI 1020

Peso_{mat}: 0.15

Área de Pintura_{mat}: 0.01

Folha: A4

Esc.: 1:1

Rev.: 00

Revisão

Rev.	Descrição	Data	Projeta
00	Projeto	11/11/2019	Emanuel Strauss Thalheimer

FAHOR Engenharia MECANICA

Projeto: P-C020002 - Bucha Disco de Freio

Projeta: Emanuel Strauss Thalheimer

Material: AISI 1020

Peso_{mat}: 0.15

Área de Pintura_{mat}: 0.01

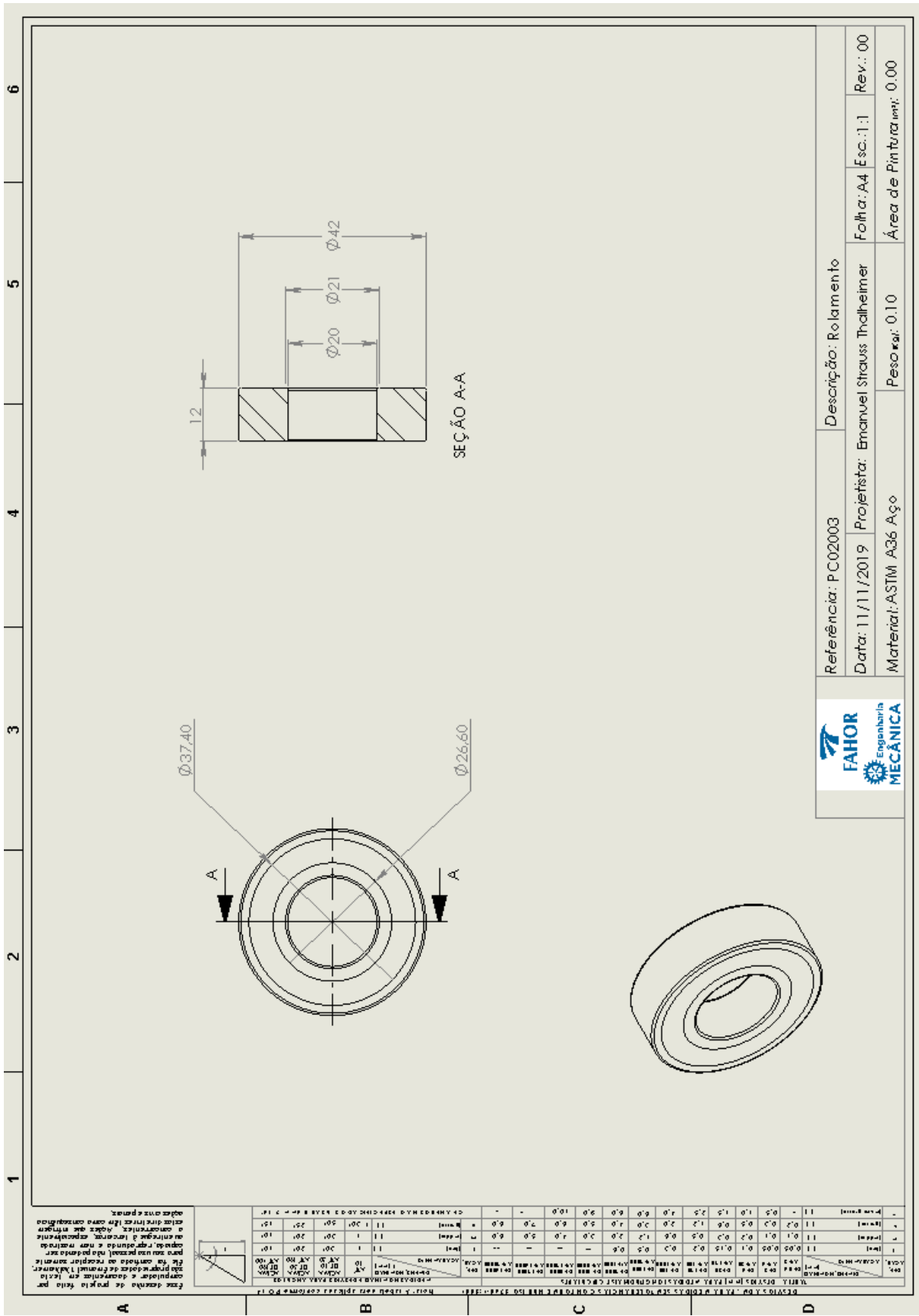
Folha: A4

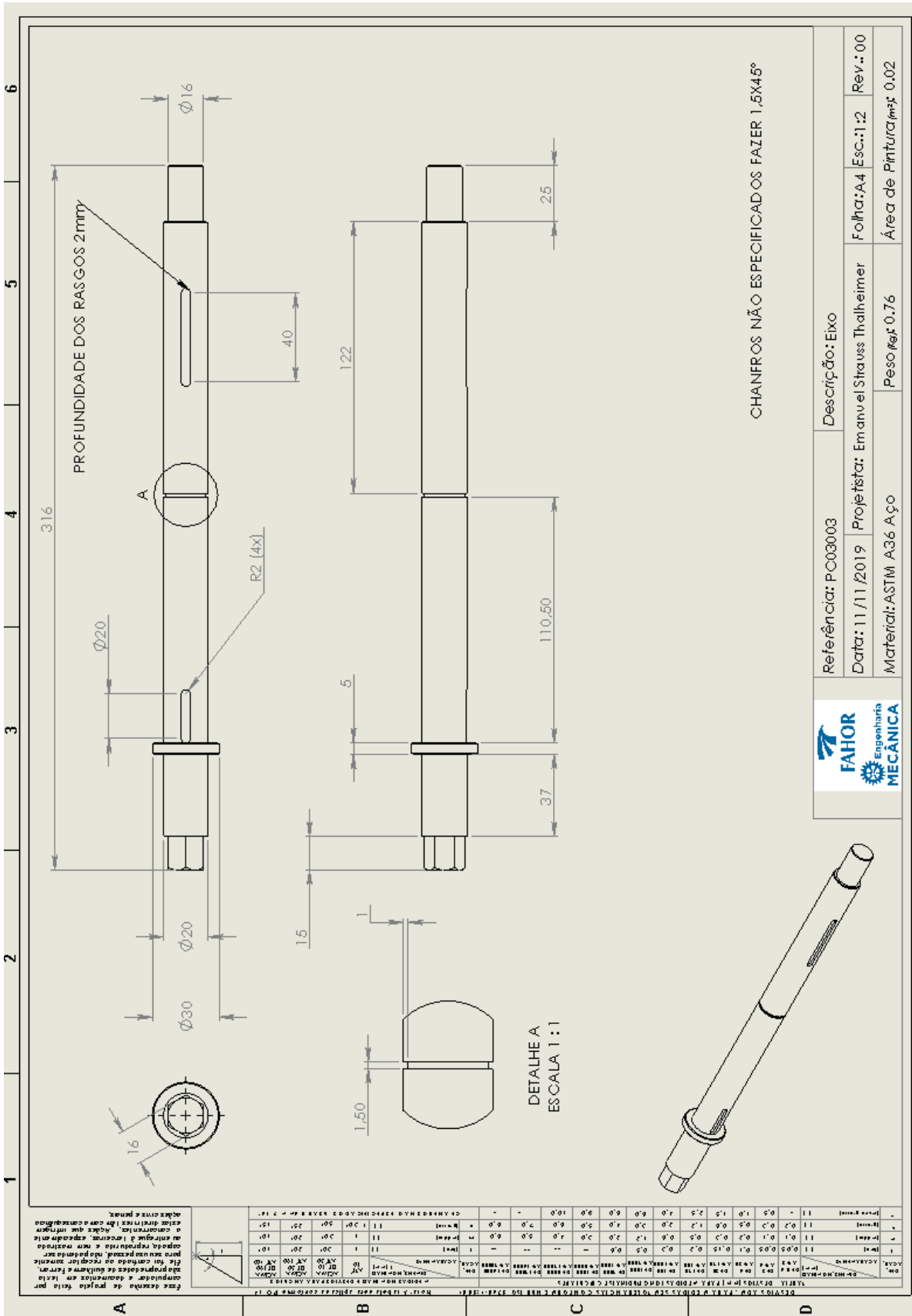
Esc.: 1:1

Rev.: 00

Revisão

Rev.	Descrição	Data	Projeta
00	Projeto	11/11/2019	Emanuel Strauss Thalheimer





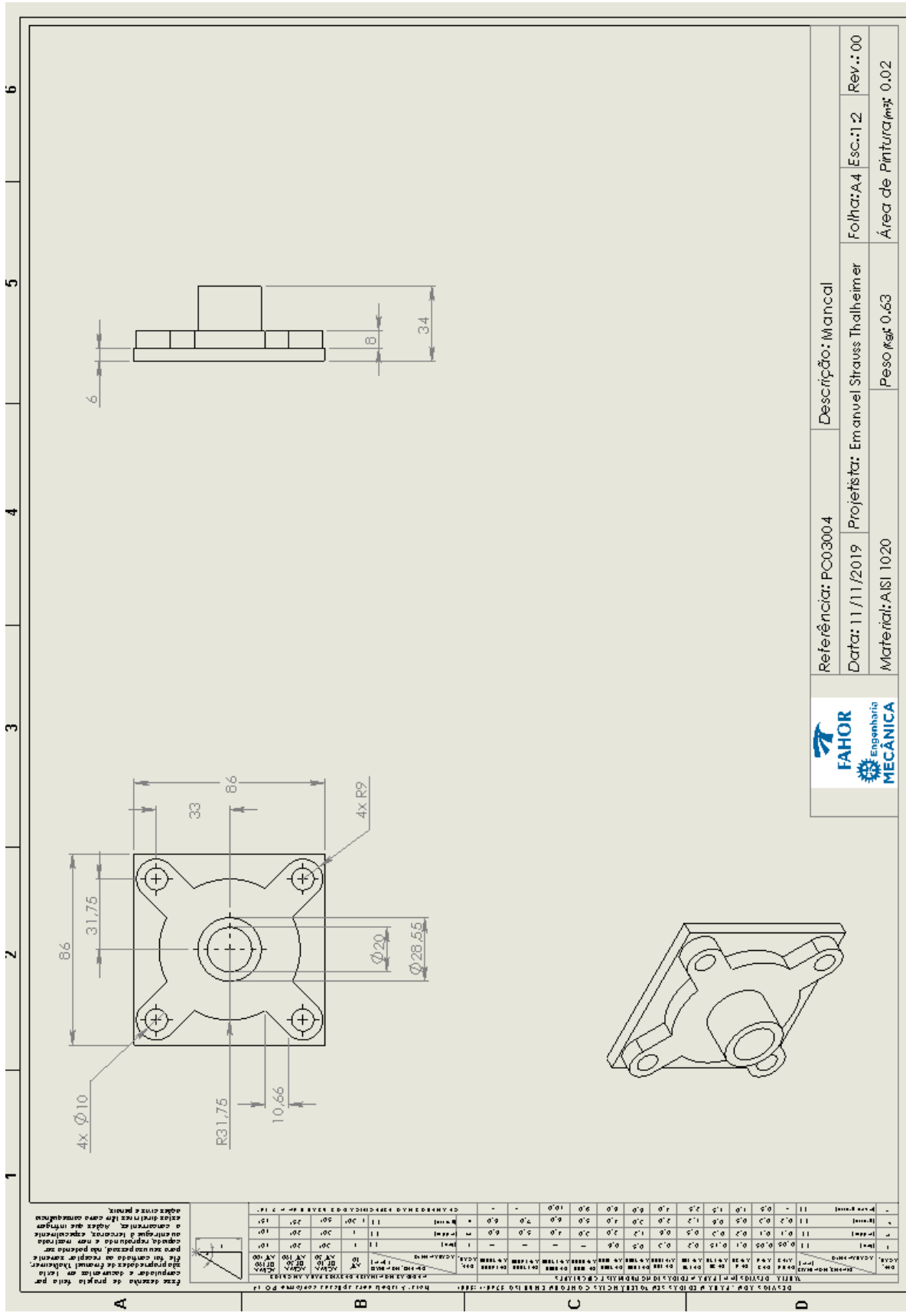
1 2 3 4 5 6

Referência: PC030003	Descrição: Eixo
Data: 11/11/2019	Projetista: Emanuel Strauss Thalheimer
Material: ASTM A36 Aço	Peso \approx 0,76
Folha: A4 Esc.: 1:2	
Rev.: 00	
Área de Pintura \approx 0,02	



Rev.	Descrição	Rev.	Descrição
01	01	01	01
02	02	02	02
03	03	03	03
04	04	04	04
05	05	05	05
06	06	06	06
07	07	07	07
08	08	08	08
09	09	09	09
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15

Este desenho de projeto não pode ser utilizado para fabricação sem a aprovação expressa do engenheiro responsável pelo projeto. Qualquer alteração deve ser aprovada por escrito pelo responsável pelo projeto. Este documento é propriedade intelectual da FAHOR Engenharia Mecânica e não pode ser reproduzido, total ou parcialmente, sem a autorização expressa por escrito da FAHOR Engenharia Mecânica.

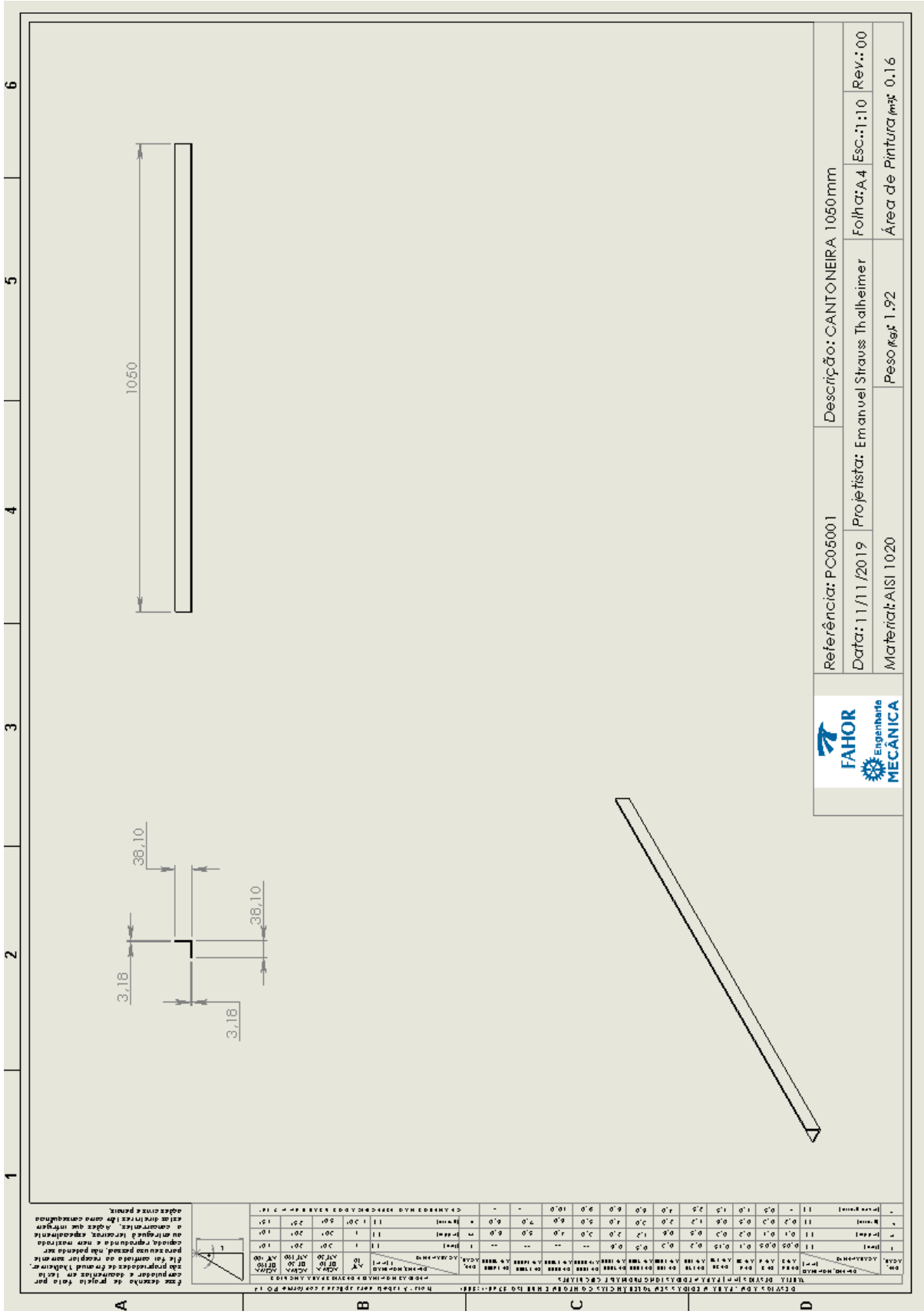


FAHOR Engenharia MECÂNICA

Referência: PC03004 Descrição: Manca

Data: 11/11/2019 Projetista: Emanuel Strauss Thalheimer Folha: A4 Esc.: 1:2 Rev.: 00

Material: AISI 1020 Peso: kgf: 0.63 Área de Pintura: m²: 0.02

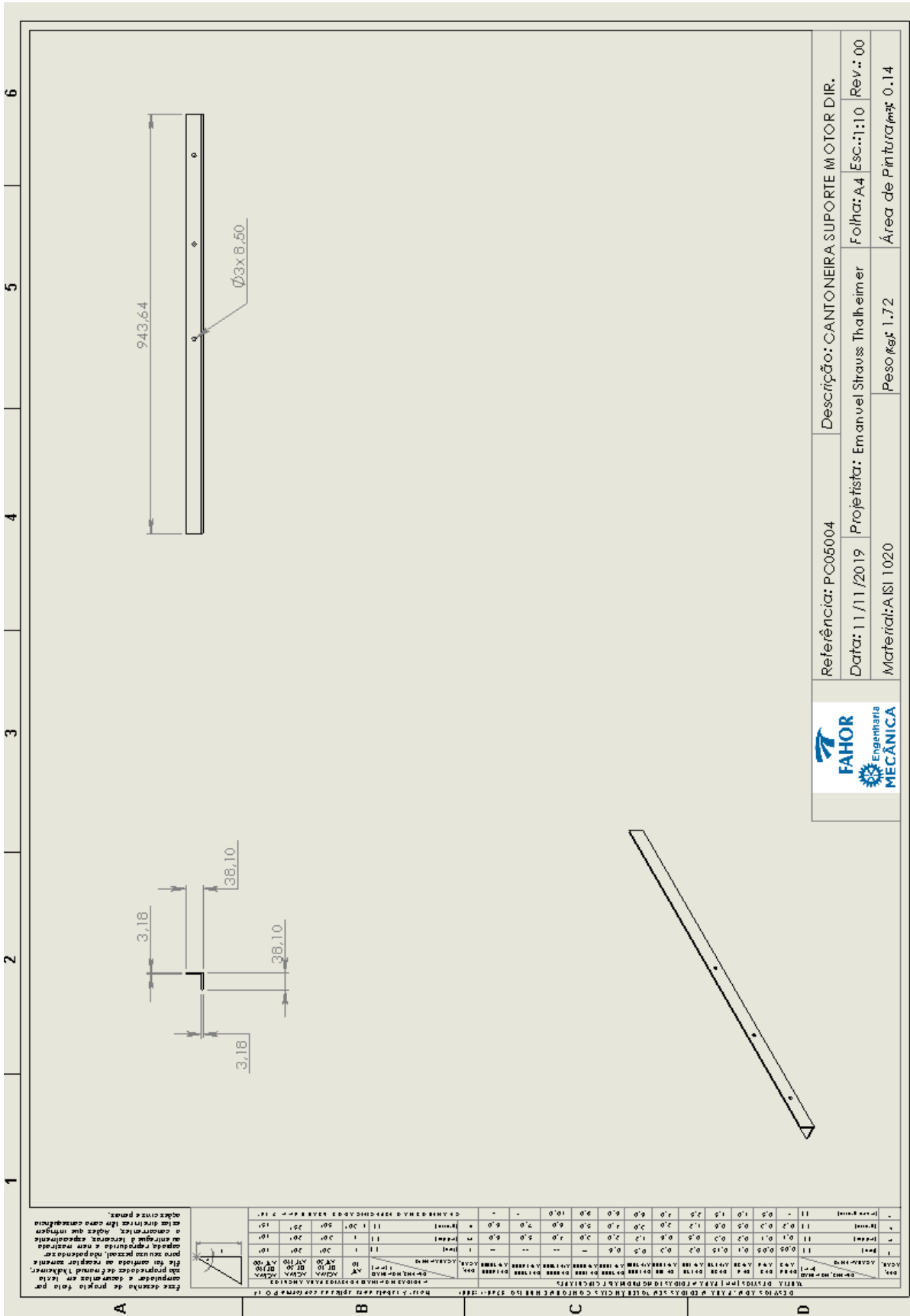


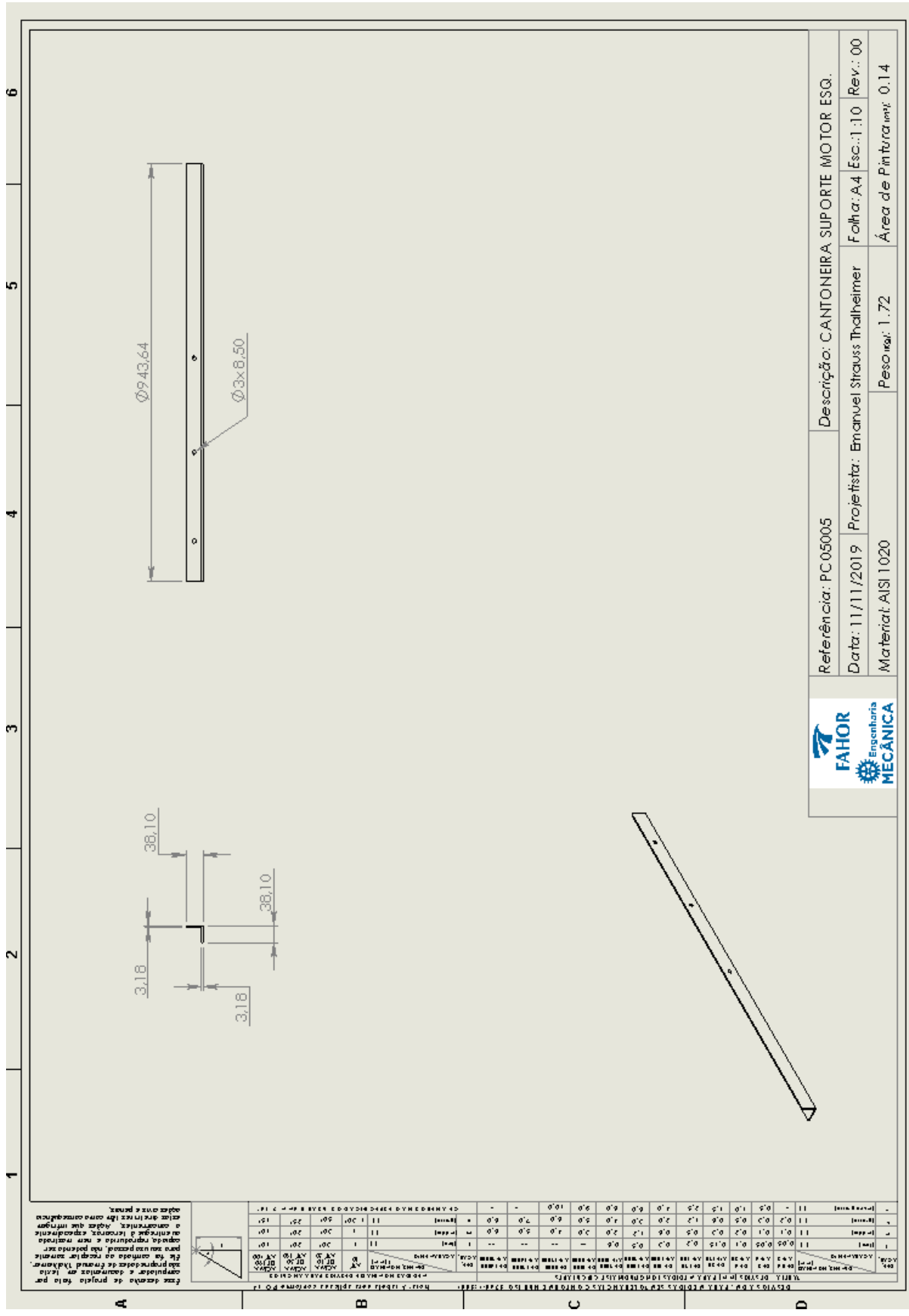
Referência: PC05001		Descrição: CANTONEIRA 1050mm	
Data: 11/11/2019	Projétista: Emanuel Strauss Thalheimer	Folha: A.4	Esc.: 1:10
Material: AISI 1020		Peso: kgf 1.92	
		Área de Pintura: m² 0.16	



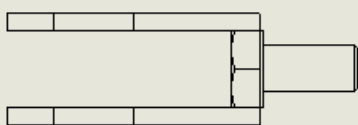
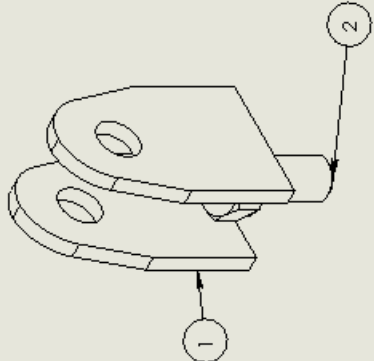
Item	Descrição	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
1	10	1	1.92	1.92
2	10	1	1.92	1.92
3	10	1	1.92	1.92
4	10	1	1.92	1.92
5	10	1	1.92	1.92
6	10	1	1.92	1.92


Faz o desenho de projeto para a fabricação de peças mecânicas em aço carbono e ligas de alumínio, ferro e aço inoxidável. Também realiza a montagem e manutenção de máquinas e equipamentos. Possui uma oficina para a fabricação de peças mecânicas e montagem de máquinas e equipamentos.





1
2
3
4
5
6




Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO QTD.
1	CH02003	Orelhinha 2
2	ST1006	MB x 16 1

Referência: MTO2006 Descrição: Orelhinhas com Parafuso

Data: 11/11/2019 Projetista: Emanuel Strauss Thalheimer Folha: A4 Esc.: 1:1 Rev.: 00

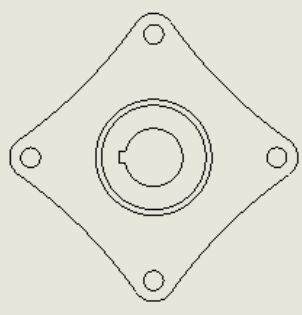
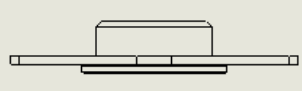
Materiais: LISTA DE MATERIAS Peso neto: 0.04 Área de Pintura: 0.01



FAHOR Engenharia MECÂNICA

FAZ SEU LANCAMENTO DE PROJETO NA PLATAFORMA DE GESTÃO DE PROJETOS E COLABORAÇÃO COM OS SEUS COLABORADORES. É POSSÍVEL TRABALHAR EM EQUIPES VIRTUAIS, SEM PRECISAR SE ENCONTRAR FÍSICAMENTE. O PROJETO É GERENCIADO EM TEMPO REAL, COM TODAS AS ATIVIDADES E TAREFAS SENDO VISUALIZADAS E MONITORADAS. O PROJETO É GERENCIADO EM TEMPO REAL, COM TODAS AS ATIVIDADES E TAREFAS SENDO VISUALIZADAS E MONITORADAS. O PROJETO É GERENCIADO EM TEMPO REAL, COM TODAS AS ATIVIDADES E TAREFAS SENDO VISUALIZADAS E MONITORADAS.

1
2
3
4
5
6

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	PC02002	Bucha Disco de Freio	1
2	CH02007	Flange Disco de Freio	1

Referência: MT02005

Data: 11/11/2019

Material: LISTA DE MATERIAS

Projeto: Emanuél Strauss Thalleimer


Peso ρ_{kg} : 0.24

Descrição: Bucha e Flange Disco de Freio

Folha: A4

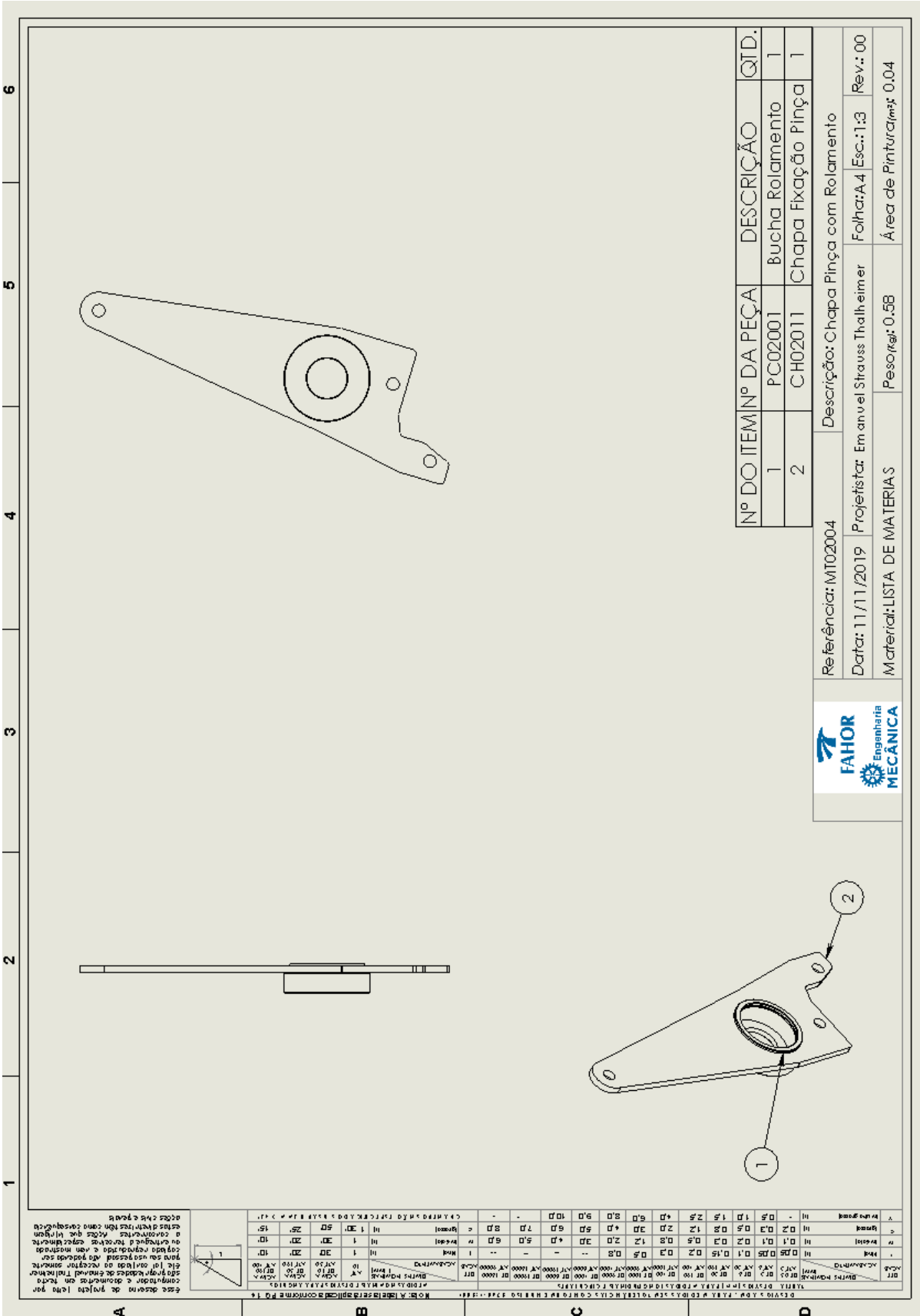
Esc.: 1:2

Área de Pintura (m^2) : 0.02



Essa desenha de projeto feita por computador e desenhada em formato digital. Qualquer alteração no formato ou conteúdo deve ser feita pelo responsável pelo projeto. Não se responsabiliza por danos materiais ou morais decorrentes do uso indevido deste documento. Este documento é propriedade intelectual da FAHOR Engenharia Mecânica e não pode ser reproduzido ou utilizado sem a autorização expressa da FAHOR Engenharia Mecânica.

Item	Descrição	Qtd	Material	Observações
1	Bucha Disco de Freio	1	PC02002	
2	Flange Disco de Freio	1	CH02007	



Referência: MT02004
 Descrição: Chapa Pinça com Rolamento
 Data: 11/11/2019
 Projetista: Em anel Strauss Thalheimer
 Folha: 4 Esc.: 1:3 Rev.: 00
 Material: LISTA DE MATERIAS
 Peso: kg: 0.58
 Área de Pintura: m²: 0.04

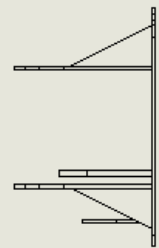
Este desenho de projeto (cópia por computador e alterações em todo o comprimento e dimensões em todos os pontos) foi produzido em conformidade com as normas técnicas de Engenharia Mecânica e Engenharia de Materiais.

FAHOR Engenharia MECÂNICA

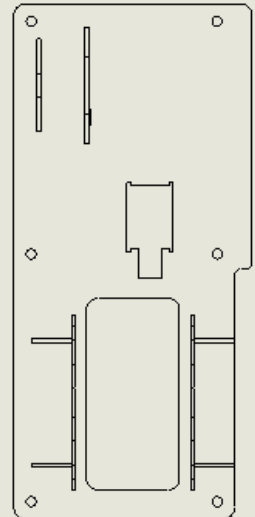
Item	Descrição	Qtd.	Material
1	Bucha Rolamento	1	PC02001
2	Chapa Fixação Pinça	1	CH02011

123456

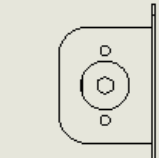
A



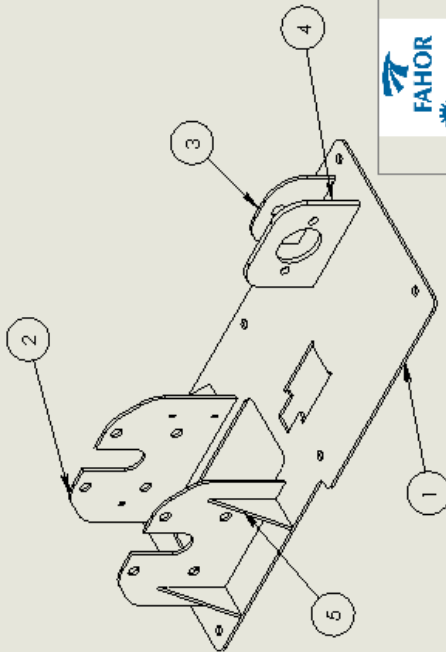
B



C



D




Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	CH02008	Chapa Fixação Componentes	1
2	CH03002	Chapa Fixação Mancal	2
3	CH02009	Chapa Fixação Porca	1
4	CH02010	Chapa Fixação Cilindro	1
5	CH03003	Mão Francesa	4

Referência: MT02003 Descrição: Chapa com Componentes

Data: 11/11/2019 Projetista: Emanuel Strauss Thalheimer Folha: A4 Esc.: 1:5 Rev.: 00

Materiais: LISTA DE MATERIAS Peso: 2,84 Área de Pintura: 0,25



1
2
3
4
5
6

A
B
C
D

Este desenha de projeto leito por computador e desmonta em toda a máquina para ser montada. Não se deve fazer alterações sem a aprovação do responsável técnico. Este trabalho de desmontagem deve ser realizado com o equipamento adequado e com o pessoal devidamente treinado e autorizado para a realização das atividades. A montagem deve ser realizada com o pessoal devidamente treinado e autorizado para a realização das atividades. A desmontagem deve ser realizada com o pessoal devidamente treinado e autorizado para a realização das atividades.

Nº DO ITEM	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	MT05005	CONJ. SOLDADO BANCADA	1
2	MT01001	Motor	1
3	MT02003	Chapa com Componentes	1
4	MT02005	Bucha e Flange Disco de Freio	1
5	CH01001	Suporte do Motor	1
6	PC03001	CVT Primária	1
7	PC03002	CVT Secundária	1
8	PC04001	Célula de Carga	1
9	CH02013	Orelhinha Célula de Carga	2
10	MT02006	Orelhinhas com Parafuso	2
11	PC03003	Eixo	1
12	CH02012	Bucha Espaçadora	1
13	CH03003	Mão Francesa	4
14	MT02001	Cilindro Mestre	1
15	MT02002	Pinça de Freio	1
16	MT02004	Chapa Pinça com Rolamento	1
17	CH02014	Disco de freio	1
18	PC03004	Mancal	2
19	ST1001	M8 x 20	6
20	ST1002	M8 x 35	7
21	ST1004	M10 x 35	8
22	ST1003	M8 x 55	1
23	ST1005	M8 x 80	1
24	ST1006	M8 x 16	4
25	PC01001	Tubo Fixação Motor	2
26	PC02003	Rolamento	1
27	ST2002	Porca M10	8
28	ST2001	Porca M8	19

Referência: Montagem2 Descrição: Montagem Final

Data: 11/11/2019 Projetista: Emanuel Strauss Thalleimer Folha: A4 Esc.: 1:20 Rev.: 00

Material: LISTA DE MATERIAS Peso: $k_{g_{mat}}$ 63,27 Área de Pintura: m^2 5,13