

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SANTO ANDRÉ

Tecnologia em Mecânica Automobilística

Adriel Maia do Amaral

Iara de Jesus Lourenço

Luiz Belice Destefane

SISTEMA DE DIREÇÃO AUXILIAR PARA DEFICIENTES

Santo André

2018

Adriel Maia do Amaral	1131513002
Iara de Jesus Lourenço	1131513021
Luiz Belice Destefane	1131513026

SISTEMA DE DIREÇÃO AUXILIAR PARA DEFICIENTES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Tecnológico em Mecânica Automobilística da FATEC Santo André, orientado pelo Prof. Dr. Roberto Bortolussi como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecânica Automobilística.

Santo André

2018

A485s

Amaral, Adriel Maia do

Sistema de direção auxiliar para deficientes / Adriel Maia do Amaral, Iara de Jesus Lourenço, Luiz Belice Destefane. - Santo André, 2018. – 82f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.
Curso de Tecnologia em Mecânica Automobilística, 2018.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Bortolussi

1. Mecânica. 2. Veículos. 3. Direção auxiliar. 4. Sistema. 5. Acessibilidade. 6. Dispositivo eletrônico. 7. Adaptação. I. Lourenço, Iara de Jesus. II. Destefane, Luiz Belice. III. Sistema de direção auxiliar para deficientes.

621.389

LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 05 de Julho de 2018

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA: "SISTEMA
DE DIREÇÃO AUXILIAR PARA DEFICIENTES" DOS ALUNOS DO 6º
SEMESTRE DESTA U.E.

BANCA

PRESIDENTE:

PROF. ROBERTO BORTOLUSSI



MEMBRÓS:

PROF. CLEBER WILLIAN GOMES




PROF. FERNANDO GARUP DALBO



ALUNOS:

ADRIEL MAIA DO AMARAL



IARA DE JESUS LOURENÇO



LUIZ BELICE DETESFANE



Dedicatória

Dedicamos este trabalho a todas as pessoas que acreditam na capacidade do ser humano de se adaptar, que creem que dificuldades nos fortalecem e nos levam a superações e assim os nossos limites e os impostos pela sociedade são ultrapassados. Fizemos esse trabalho pensando em divulgar e incentivar pessoas com necessidades especiais a conduzirem um veículo.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente para execução deste trabalho, em especial, gostaríamos de destacar:

Nossos pais, por todo apoio durante o curso.

Nossas namoradas, pela compreensão e paciência.

Nosso Professor orientador, Roberto Bortolussi, pelo suporte necessário e pelo direcionamento do nosso trabalho.

Ao nosso Professor Fernando Garup, pela ajuda e orientação nas questões referentes à escolha e realização do TCC.

À Fatec Santo André pelo ambiente amigável e criativo que nos proporcionou muitos aprendizados e crescimento.

Nossos amigos de sala, que nos acompanharam durante essa jornada e com os quais compartilhamos muitas histórias e bons momentos.

“Se um lugar não permitir o acesso de todos,
esse lugar é deficiente.”

Thais Frota

(Arquiteta especializada em acessibilidade)

Resumo

O objetivo deste projeto foi desenvolver um dispositivo que permita pessoas com deficiências em ambos os membros superiores dirigir um automóvel, passando pelos processos de legalização de adaptação veicular, obtenção de CNH especial sendo esses os processos que se enquadram no princípio “acessibilidade” a esse grupo de pessoas. Através da ferramenta CAD foi desenvolvido um modelo 3D onde é possível realizar simulações de movimento, identificar todos os componentes que compõem o modelo e seu posicionamento dentro do conjunto bem como sua funcionalidade. Com o modelo 3D, foi realizada uma análise de esforços para verificar e confirmar a segurança que o dispositivo fornece ao deficiente, demonstrando sua eficácia em relação as forças aplicadas, tendo como resultados obtidos que pontos críticos do dispositivo que sofrem grandes esforços suportam forças maiores do que as aplicadas para efeito de testes

Palavras-chaves: Acessibilidade, Direção Automotiva, Adaptação Automotiva, Volante Auxiliar, Adaptação Direção, Volante Para os Pés

Abstract

The aim of this project was to develop a device that allows people with disabilities in both upper limbs to drive a car, through the legalization processes of vehicular adaptation, obtaining special CNH being those processes that They fall under the "accessibility" principle to this group of people. Through the CAD tool was developed a 3d model where it is possible to perform simulations of motion, identify all components that make up the model and its positioning within the set as well as its functionality. With the 3d model, an analysis of efforts was conducted to verify and confirm the safety that the device provides to the disabled, demonstrating its effectiveness in relation to the applied forces, having as results obtained that critical points of the device that Major efforts support higher forces than those applied for testing purposes.

Keywords: Accessibility, Automotive Driving, Automotive Adaptation, auxiliary steering wheel, adaptation direction, steering wheel for feet.

Lista de Imagens

Figura 1 - Campo da CNH.....	20
Figura 2 - Controle de Comandos Elétricos	22
Figura 3 - Auxiliar de Acionamento de Freio de Estacionamento Manual	22
Figura 4 - Comando Manual Universal.....	23
Figura 5 - Central Comandos ao Volante	24
Figura 6 - Central Comandos ao Volante nos Pés	25
Figura 7 - Acelerador Esquerdo	25
Figura 9 - Auxiliar de Acionamento do Freio de Estacionamento Elétrico.....	26
Figura 8 - Dispositivo do Freio Elétrico.....	26
Figura 10 - Montagem Superior.....	29
Figura 11 - Montagem Inferior	30
Figura 12 - Posição de Polias.....	31
Figura 13 - Projeto Completo	32
Figura 14 - Simulação	36

Lista de Quadros

Quadro 1 - Comandos com as Mãos.....	27
Quadro 2 - Comandos com os Pés	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ART.	Artigo
CFC	Centro de Formação de Condutores
CNH	Carteira Nacional de Habilitação
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CPF	Cadastro de Pessoa Física
CRLV	Certificado de Registro e Licenciamento de Veículos
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DETRAN	Departamento de Trânsito
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
RENACH	Registro Nacional de Carteira de Habilitação

Sumário

1	Introdução.....	15
2	Acessibilidade no Ambiente Automotivo.....	16
2.1	Processo de Legalização da Adaptação.....	16
2.1.1	Código de Trânsito Brasileiro (CTB).....	17
2.2	Processo de Obtenção de CNH Especial.....	18
2.2.1	Autoescola.....	19
2.2.2	Exame Médico.....	19
2.2.3	Prova Prática.....	19
3	Desenvolvimento do projeto.....	21
3.1	Análise das Adaptações Automotivas.....	21
3.1.1	Controle de comandos elétricos.....	21
3.1.2	Auxiliar acionamento freio de estacionamento manual.....	22
3.1.3	Comando manual universal.....	23
3.1.4	Controles auxiliares via cabo.....	23
3.1.5	Acelerador esquerdo.....	25
3.1.6	Eletrificação do freio.....	26
3.2	Análise das Necessidades para Adaptação.....	27
4	Projeto.....	28
4.1	Detalhamento do Projeto.....	28
4.2	Cálculos.....	33
4.3	Força Aplicada no Volante Auxiliar.....	33
4.4	Esforço no Eixo de Direção.....	34
4.5	Análise.....	35
5	Conclusão.....	38
6	Trabalhos Futuros.....	39
7	Bibliografia.....	41
	Apêndice AA – Questionário sobre exame Médico.....	43
	Apêndice AB – Questionário sobre a Inspeção Veicular.....	45
	Apêndice AC – Questionário para Autoescola.....	47
	Apêndice AD – Desenho técnico do acoplamento do volante inferior.....	49

Apêndice AE – Desenho técnico da base da caixa de apoio do pé.....	50
Apêndice AF – Desenhos técnico da caixa de apoio do pé	51
Apêndice AG – Desenhos técnico da cantoneira de fixação da tampa.....	52
Apêndice AH – Desenho técnico da chapa de apoio do pé	53
Apêndice AI – Desenho técnico da chapa do esticador	54
Apêndice AJ – Desenho técnico do distanciador da polia	55
Apêndice AK – Desenho técnico do eixo esticador	56
Apêndice AL – Desenho técnico do eixo motor	57
Apêndice AM – Desenho técnico do eixo movido	58
Apêndice AN – Desenho técnico do mancal de rolamento da base	59
Apêndice AO – Desenho técnico da polia 22 8M 20	60
Apêndice AP – Desenho técnico de proteção inferior da engrenagem	61
Apêndice AQ – Desenho técnico da proteção superior da engrenagem	62
Apêndice AR – Desenho técnico da tampa da caixa.....	63
Apêndice AS – Desenho técnico da trava da polia	64
Apêndice AT – Desenho técnico da polia 22 8M 20 para rolamento	65
Apêndice AU – Desenho técnico da bucha da engrenagem.....	66
Apêndice AV – Desenho técnico do distanciador esticador fixo	67
Apêndice AX – Desenho técnico do distanciador esticador móvel	68
Apêndice AY – Desenho técnico do distanciador mancal.....	69
Apêndice AZ – Desenho técnico do eixo da engrenagem.....	70
Apêndice BA – Desenho técnico da engrenagem bipartida	71
Apêndice BB – Desenho técnico da engrenagem.....	72
Apêndice BC – Desenho técnico do mancal do rolamento da engrenagem	73
Apêndice BD – Desenho técnico do pomo do pé.....	74
Apêndice BE – Desenho técnico da trava da engrenagem	75
Apêndice BF – Relatório de Simulação do Fusion 360	76
8 Anexo A – Anexo XV da Resolução 474 CONTRAN	82

1 Introdução

O último censo realizado pelo IBGE em 2010, identificou que existem 45,6 milhões de deficientes no Brasil, sendo que destes, 13 milhões tem deficiência motora. Dos 13 milhões de pessoas com deficiência motora, 8,55 milhões estão entre 20 a 69 anos de idade, ou seja, potenciais motoristas, sendo 3,2 milhões de mulheres e 5,3 milhões de homens.

Observando esses dados que foi motivado a criação desse projeto. Para levar ao leitor informações e possíveis soluções, para que haja a inclusão dessa fatia de pessoas na sociedade, oferecendo-lhes a possibilidade de autonomia em seu deslocamento operando um veículo

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um dispositivo que adaptado a coluna de direção do veículo permita a direção por pessoas com deficiência em ambos os membros superiores.

Primeiramente será abordado a questão jurídica e documental necessárias para que um veículo comum possa sofrer adaptações e os processos para obtenção de uma Carteira Nacional de Habilitação (CNH) Especial, que permite um deficiente físico dirigir.

Em seguida, será apresentado algumas adaptações disponíveis no mercado e por último, a apresentação do projeto principal detalhado, com os estudos, análises e conclusões em relação ao projeto.

Para a elaboração deste projeto foi utilizado o conhecimento adquirido em sala de aula como, cálculos de estruturas, sistemas de direção, desenho técnico entre outras. Com a análise das necessidades de um motorista na condução de um veículo e da legislação existente, será desenvolvido um projeto do equipamento que atenda às necessidades e expectativas do usuário e os padrões de segurança e confiabilidade.

2 Acessibilidade no Ambiente Automotivo

O termo acessibilidade significa incluir a pessoa com deficiência na participação de atividades como o uso de produtos, serviços e informações. Alguns exemplos são os prédios com rampas de acesso para cadeira de rodas e banheiros adaptados para deficientes. (www.brasil.gov.br/acessibilidade - 2017)

Em ambiente de trafego essa acessibilidade pode ser entendida como facilitar ao deficiente, não só o transporte e locomoção dos mesmos, como também proporcionar autonomia, para que possam ser responsáveis pelo seu próprio traslado sem a dependência de outrem.

Pensando nisso que o CONTRAN (Conselho Nacional de Transito) permite a deficientes tirar sua CNH (Carteira Nacional de Habilitação) especial. Uma habilitação como de qualquer pessoa que o permite dirigir um veículo, desde que este esteja com adaptações exigidas por um médico perito.

Porém, essas adaptações, quando modificam parte estrutural de direção do veículo, precisam ser inspecionadas e aprovadas por instituições credenciadas pelo INMETRO, para assegurar a funcionalidade e segurança de tais adaptações.

A obtenção da CNH especial, assim como a aprovação da adaptação, são dois processos tanto complexos e burocráticos quanto deficientes em divulgação, então em seguida, ambos serão descritos de forma mais clara e simplificada.

2.1 Processo de Legalização da Adaptação

No exame de aptidão física e mental é que o médico indica a adaptação necessária, para que a pessoa avaliada possa dirigir. Porém a adaptação de forma efetiva também exige cumprir algumas leis, normas e padrões de conformidade e segurança

2.1.1 Código de Trânsito Brasileiro (CTB)

O código de trânsito brasileiro faz menção a adaptações veiculares, conforme art. 123º e 124º da Lei nº9.503 de 23 de setembro de 1997 que consta no Código de Trânsito Brasileiro de 2016

Art. 123. Será obrigatória a expedição de novo Certificado de Registro de Veículo quando:

I - for transferida a propriedade;

II - o proprietário mudar o Município de domicílio ou residência;

III - for alterada qualquer característica do veículo;

IV - houver mudança de categoria.

Art. 124. Para a expedição do novo Certificado de Registro de Veículo serão exigidos os seguintes documentos:

I - Certificado de Registro de Veículo anterior;

II - Certificado de Licenciamento Anual;

III - comprovante de transferência de propriedade, quando for o caso, conforme modelo e normas estabelecidas pelo CONTRAN;

IV - Certificado de Segurança Veicular e de emissão de poluentes e ruído, quando houver adaptação ou alteração de características do veículo;

V - comprovante de procedência e justificativa da propriedade dos componentes e agregados adaptados ou montados no veículo, quando houver alteração das características originais de fábrica;

VI - autorização do Ministério das Relações Exteriores, no caso de veículo da categoria de missões diplomáticas, de repartições consulares de carreira, de representações de organismos internacionais e de seus integrantes;

VII - certidão negativa de roubo ou furto de veículo, expedida no Município do registro anterior, que poderá ser substituída por informação do RENAVAM;

VIII - comprovante de quitação de débitos relativos a tributos, encargos e multas de trânsito vinculados ao veículo, independentemente da responsabilidade pelas infrações cometidas;

~~IX - Registro Nacional de Transportadores Rodoviários, no caso de veículos de carga;~~ (Revogado pela Lei nº 9.602, de 1998)

X - comprovante relativo ao cumprimento do disposto no art. 98, quando houver alteração nas características originais do veículo que afetem a emissão de poluentes e ruído;

XI - comprovante de aprovação de inspeção veicular e de poluentes e ruído, quando for o caso, conforme regulamentações do CONTRAN e do CONAMA.

O não cumprimento do Art. 124 do Código de Trânsito Brasileiro, pode sofrer as seguintes consequências descritas art. 162º da Lei nº9.503 de 23 de setembro de 1997 que consta no Código de Trânsito Brasileiro

Art. 162. Dirigir veículo:

VI - sem usar lentes corretoras de visão, aparelho auxiliar de audição, de prótese física ou as adaptações do veículo impostas por ocasião da concessão ou da renovação da licença para conduzir:

Infração - gravíssima;

Penalidade - multa;

Medida administrativa - retenção do veículo até o saneamento da irregularidade ou apresentação de condutor habilitado.

2.2 Processo de Obtenção de CNH Especial

Como a vida do deficiente físico no Brasil, talvez a conquista do direito de dirigir, através da CNH especial pode parecer difícil e complexa. Entretanto, o objetivo do trabalho é facilitar a vida dessas pessoas e tornar sua autonomia possível de uma forma mais simples, logo, nesse item será descrito tudo que é necessário para que uma pessoa com deficiência física consiga tirar sua primeira habilitação.

2.2.1 Autoescola

O processo para a obtenção da CNH especial junto a autoescola é o mesmo processo da CNH comum, com exceção do exame médico e prova prática. Os documentos exigidos, assim como os requisitos básicos, como de idade mínima de 18 anos, por exemplo, são os mesmos, tanto para pessoas com deficiência física ou não.

As aulas teóricas também não mudam em nada do padrão.

As aulas práticas de direção, deverão ser feitas em carro com as adaptações necessárias e recomendadas pelo examinador médico. A autoescola deverá fornecer esse carro ao aluno e ter instrutores aptos a dar esse tipo de aula.

2.2.2 Exame Médico

Uma das alterações entre uma CNH comum e a CNH especial, é o exame médico. O exame médico deve ser feito com um médico credenciado especialmente para atender pessoas com deficiências físicas como vimos no Apêndice A.

No exame, o médico atestará a deficiência e indicará as adaptações necessárias para o veículo.

A lista de médicos credenciados para essa finalidade e o valor do exame encontra-se no site do Detran.

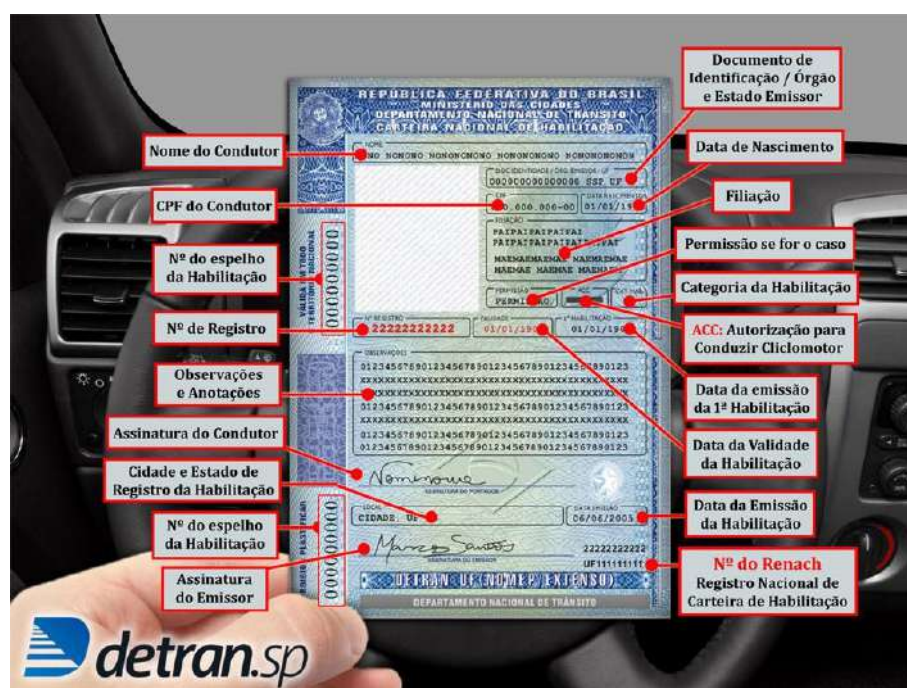
2.2.3 Prova Prática

O exame prático final deve ser feito em uma unidade que tenha banca especial para a devida avaliação. Caso a unidade em que esteja tirando sua primeira habilitação não tenha essa banca especial, o atendente do Detran encaminhará a pessoa com deficiência física até a unidade com banca especial mais próxima.

O veículo utilizado para a prova prática poderá ser do CFC ou de sua propriedade ou de parentes como conjugue, pais, filhos e irmãos. Nesse caso, deve-se apresentar documento de licenciamento do veículo (CRLV) já atualizado, vistoriado e aprovado a adaptação por um estabelecimento credenciado pelo INMETRO e documento de identificação pessoal, ou, se o veículo for de parentes, documentos que comprove grau de parentesco, conforme Apêndice B e C.

Ao fim do processo de obtenção da CNH especial com êxito, será adicionado ao campo observações letras do alfabeto que correspondem as restrições que são impostas ao condutor, conforme especificado no Anexo A, e pode-se observar na figura 1.

Figura 1 - Campo da CNH



Fonte: Detran SP

3 Desenvolvimento do projeto

Para o desenvolvimento da adaptação em questão foi pesquisado sobre as adaptações comuns no mercado nacional e internacional e realizada uma análise das necessidades durante a condução de um veículo.

3.1 Análise das Adaptações Automotivas

Durante a pesquisa de adaptações existentes, foi selecionado as mais utilizadas de acordo com pesquisas junto a autoescolas e médicos credenciados pelo Detran.

3.1.1 Controle de comandos elétricos

Equipamento que permite o controle dos comandos elétricos de dirigibilidade como seta, faróis, lavadores, limpadores e buzina e do próprio volante do veículo simultaneamente (figura 2), com apenas uma das mãos, sem que o condutor tire a mão do volante.

(http://www.kivi.com.br/produtos/central_de_comandos_auxiliares_pv3000-2016)

Indicado para pessoas com alguma deficiência ou ausência de um dos membros superiores.

Figura 2 - Controle de Comandos Elétricos



Fonte: Kivi

3.1.2 Auxiliar acionamento freio de estacionamento manual

Este dispositivo é usado por motoristas com deficiência no membro superior direito ou em ambos os membros superiores. Ele pode ser instalado em veículos equipados com transmissão automática e direção hidráulica (figura 3).

Facilita a ativação e desativação da alavanca do freio de estacionamento. A pega, no entanto, é manobrável através de uma ligeira pressão, inserido na alavanca do freio de estacionamento, de modo a facilitar a sua utilização. (http://www.kivi.com.br/produtos/facilitacao_de_freio_ffam197-2016)

Figura 3 - Auxiliar de Acionamento de Freio de Estacionamento Manual



Fonte: Kivi

3.1.3 Comando manual universal

Este equipamento (figura 4) transfere os comandos de acelerador e freio de serviço para serem controlados pelo membro superior esquerdo do motorista, entretanto, através de uma empunhadura horizontal posicionada ao lado esquerdo do volante de direção do veículo.

Seus comandos são, puxando a alavanca obtém-se a aceleração e empurrando-a contra o painel obtém-se a frenagem.

Indicado para pessoas com algum tipo de deficiência ou ausência dos membros inferiores. (http://www.kivi.com.br/produtos/alavanca_radial_rt12-2016)

Figura 4 - Comando Manual Universal



Fonte: Kivi

3.1.4 Controles auxiliares via cabo

Os cabos de controles auxiliares são utilizados por motoristas com deficiência em ambos os membros superiores. Eles podem ser instalados em veículos equipados com transmissão automática e direção hidráulica. Ele permite que se opere os controles auxiliares, tais como setas, luzes, buzina, limpadores, sinal de emergência e lavador através do acionamento de botões convencionais posicionados dentro da cabine (figura 6), dependendo das necessidades individuais do motorista.

Por exemplo, os sensores para a acionamento dos indicadores de direção são muitas vezes colocados dentro do apoio de cabeça (figura 5), uma do lado direito e outra do lado esquerdo: para inserir as setas basta um leve movimento de pressão da nuca, para desativar basta apenas repetir a ação.

Para acionar a ignição dos limpadores de para-brisa e a luz, e geralmente instalado um sutil botão no apoio de braço direito ou na porta dianteira esquerda: o motorista, por meio de uma ligeira pressão do antebraço ou cotovelo, ativa os comandos.

O comando auxiliar via cabo pode também ser integrado no punho da alavanca para aceleração e freio. Isto permite acionar os controles com a mesma mão que utiliza a alavanca. Os botões são em alto relevo, a sua localização exata pode ser facilmente detectada através de apenas o movimento da mão, sem ter que desviar o olhar da estrada.

(http://www.kivi.com.br/produtos/controles_auxiliares_via_cabo_19710-2016)

Figura 5 - Central Comandos ao Volante



Fonte: Kivi

Figura 6 - Central Comandos ao Volante nos Pés



Fonte: Kivi

3.1.5 Acelerador esquerdo

É um equipamento que transfere o comando do acelerador para o lado esquerdo do pedal de freio com uma simples adaptação (figura 7), sem anular o pedal do acelerador.

Indicado para pessoas que tenham alguma deficiência ou ausência do membro inferior direito.

(http://www.kivi.com.br/produtos/pedal_do_acelerador_a_esquerda-2016)

Figura 7 - Acelerador Esquerdo



Fonte: Kivi

3.1.6 Eletrificação do freio

Este dispositivo é usado por motoristas com deficiência no membro superior direito ou em ambos os membros superiores. Pode ser instalado em veículos equipados com transmissão automática e direção hidráulica, ambos com alavanca do freio de estacionamento ou pedal.

Consiste em um atuador elétrico que permite controlar eletricamente o freio de estacionamento através de um botão no painel (figura 8 e 9). É equipado com um dispositivo de segurança que impede uma operação em caso de presença de um obstáculo em seu percurso. (http://www.kivi.com.br/produtos/pedal_do_acelerador_a_esquerda-2016)

Figura 9 - Dispositivo do Freio Elétrico



Fonte: Kivi

Figura 8 - Auxiliar de Acionamento do Freio de Estacionamento Elétrico



Fonte: Kivi

3.2 Análise das Necessidades para Adaptação

Comandos necessário na direção veicular, conforme o quadro 1 e quadro 2:

Quadro 1 - Comandos com os pés

COMANDOS COM OS PÉS			
COMANDO	ACIONAMENTO	PROBLEMA	SOLUÇÃO
ACELERADOR	PÉ DIREITO	-	
FREIO		-	
EMBREAGEM	PÉ ESQUERDO	PÉ SERÁ USADO NO VOLANTE AUXILIAR	EMBREAGEM AUTOMATIZADA OU AUTOMÁTICA

Quadro 2 - Comandos com as mãos

COMANDOS COM AS MÃOS	
COMANDO	ACIONAMENTO PROPOSTO
ABERTURA DE PORTA	DESTRAVAMENTO POR SENSOR + BOTÃO DE ABERTURA
IGNIÇÃO	VIA BOTÃO
CINTO DE SEGURANÇA	VERIFICAR NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO
VOLANTE	VOLANTE NO PISO (*VERIFICAR NECESSIDADE EXTRA DE ADAPTAÇÃO)
BUZINA	VIA BOTÃO
CAMBIO	AUTOMÁTICO OU AUTOMATIZADO (VERIFICAR NECESSIDADE DE ADAPTAÇÃO)
FREIO DE ESTACIONAMENTO	ADAPTAÇÃO MECÂNICA OU ELÉTRICA
SETAS / LIMPADOR / FAROL / LIMPADOR / PISCA ALERTA	VIA BOTÃO OU PEDAL OU COMANDO DE VOZ
VIDROS E TRAVAS	VIA BOTÃO (VERIFICAR NECESSIDADE DE REPOSICIONAMENTO)
RETROVISOR	ELÉTRICO
CENTRAL MULTIMÍDIA E AR CONDICIONADO	VIA BOTÃO OU PEDAL OU COMANDO DE VOZ

4 Projeto

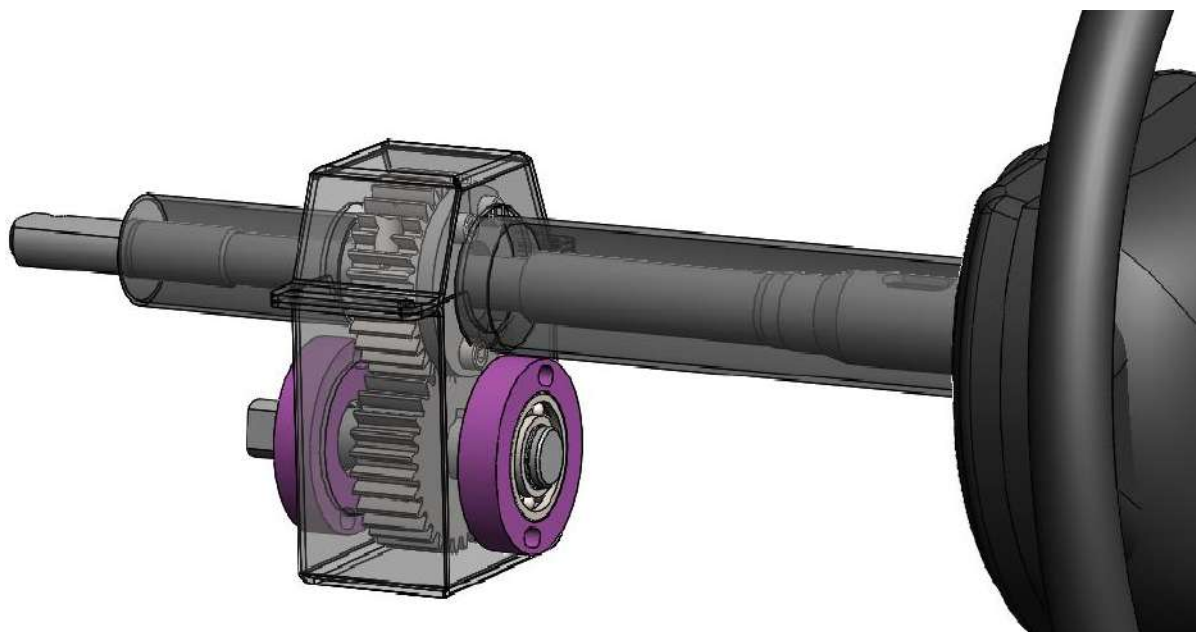
O projeto consiste em transferir o movimento do volante do dispositivo auxiliar instalado no assoalho para o volante original do carro.

Pode-se dividir esse projeto em duas partes. Uma primeira, a instalação de uma engrenagem ao eixo de direção do veículo, que recebe o movimento feito pelo usuário no dispositivo, e a segunda parte seria o dispositivo propriamente dito, que é instalado no assoalho do veículo, próximo aos pedais de comando.

4.1 Detalhamento do Projeto

Nesta primeira parte, o eixo de direção do veículo, por se tratar de uma peça de item de segurança, não foi realizada alteração estrutural, porém foi necessário acoplar uma engrenagem no mesmo.

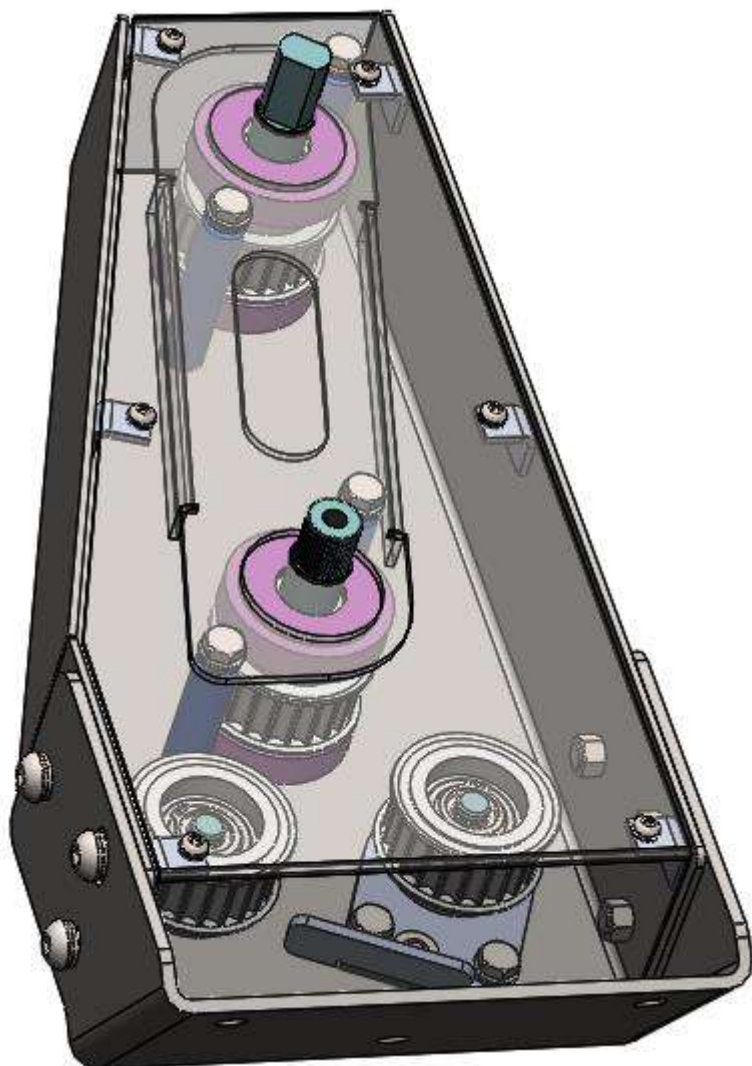
Para receber o torque aplicado pelo usuário, vindo do dispositivo, é usado um par engrenado, onde uma engrenagem e uma bucha bipartida é fixada abraçando o eixo de direção e sendo presa, através de compressão da bucha, que além de bipartida é cônica e a outra é fixada junto a primeira através de uma caixa que tem como função, além de unir as duas engrenagens, isolá-las para não deixa-las expostas no veículo, conforme figura 10.

Figura 10 - Montagem Superior

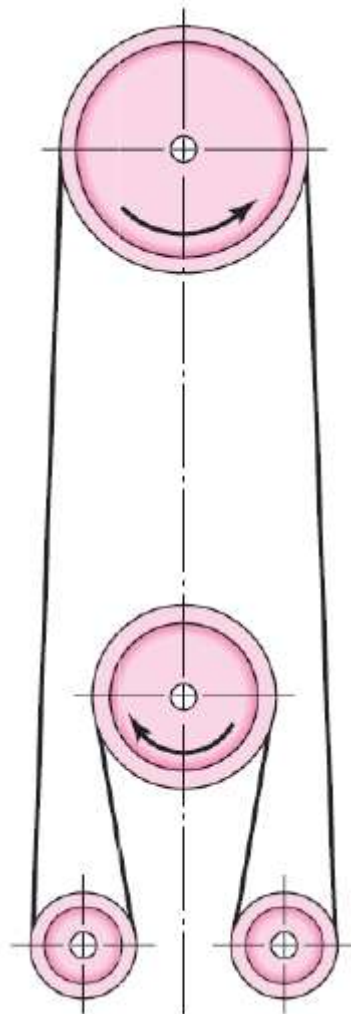
Fonte: Autores

A junção desses dois componentes (bucha e engrenagem) ao eixo de direção se dá pela força de contato entre eixo, bucha e engrenagem e receberão o torque vindo do dispositivo, fixado ao assoalho do veículo, e operado pelo usuário. Por esse motivo, é um ponto crítico, onde deve-se garantir o travamento desse conjunto, assegurando que não aja nenhum escorregamento.

A segunda parte é o dispositivo onde o movimento é gerado (figura 11), através do membro inferior do condutor. Trata-se de um compartimento, com um conjunto de quatro polias, organizadas de forma que, ligadas através de uma correia dentada dupla, transfira o movimento aplicado pelo condutor ao eixo de direção no mesmo sentido, sem que aja uma inversão do sentido (figura 12). Por conta da disposição dos componentes do projeto e sua instalação, foi necessário ter esse cuidado e esse jogo de polias para que não ocorresse que o veículo virasse à direita, quando o condutor girasse o volante para esquerda no dispositivo, por exemplo.

Figura 11 - Montagem Inferior

Fonte: Autores

Figura 12 - Posição de Polias

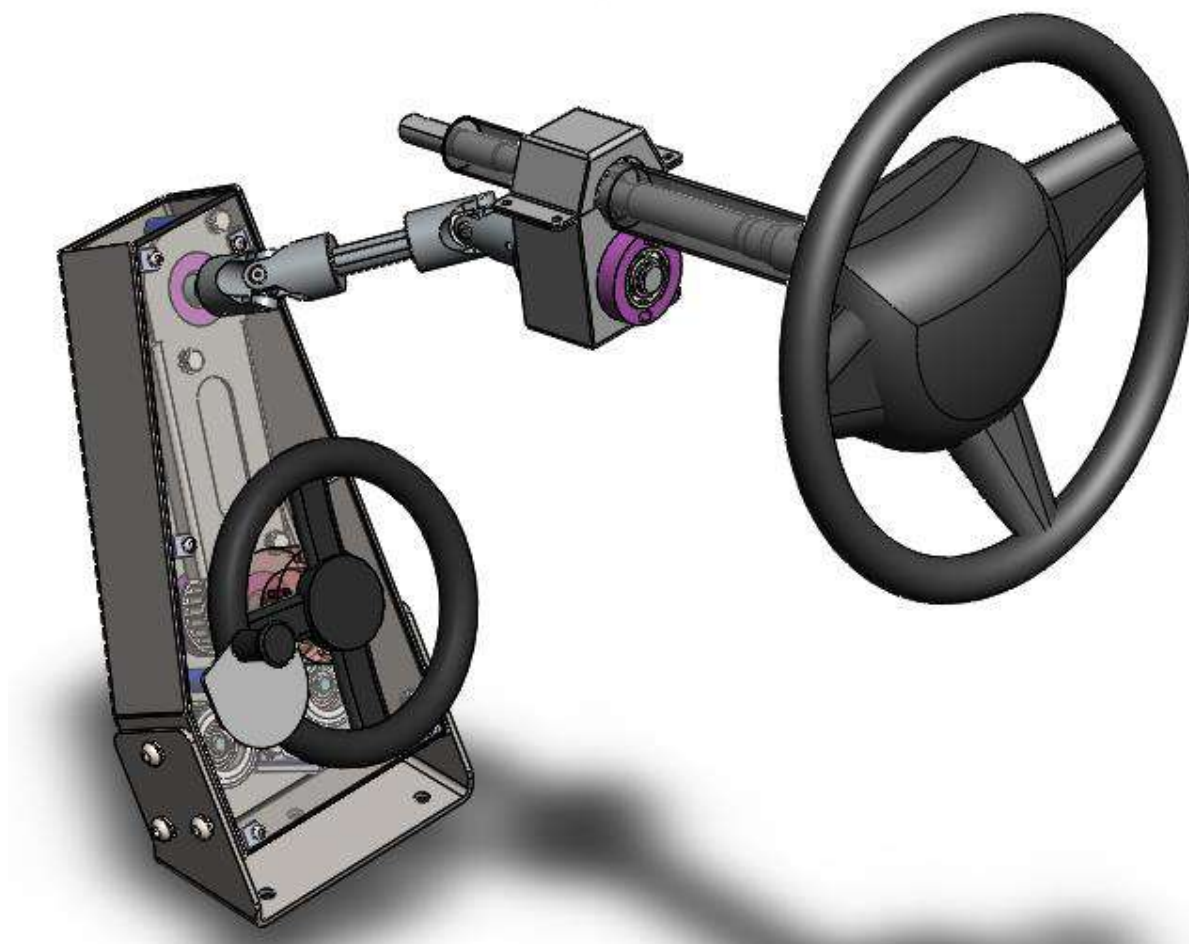
Fonte: Autores

Esse dispositivo é fixado no assoalho do veículo, a esquerda dos pedais de comando, de forma que o condutor consiga operar o volante.

Uma vez fixado o dispositivo, de forma confortável e segura para o usuário, esse movimento, gerado inicialmente no dispositivo precisa ser transferido para o par engrenado preso ao eixo de direção. Isso é feito através de um braço biarticulado. Esse braço liga a polia do dispositivo que é responsável por enviar o movimento ao eixo de direção e a própria engrenagem do eixo de direção.

Agora, com todo conjunto interligado, o projeto passa a funcionar conforme esperado, reproduzindo os movimentos executados no volante auxiliar do dispositivo, para o eixo de direção do veículo e assim, conseqüentemente as rodas.

Figura 13 - Projeto Completo



Fonte: Autores

Todos componentes, materiais, medidas e informações de cada componente estão em anexo e o veículo base para a produção desse projeto foi um Chevrolet Captiva.

Para instalação do dispositivo em outros veículos, algumas dimensões devem ser analisadas e possíveis alterações ou adaptações podem ocorrer na engrenagem de acoplamento e na fixação no assoalho, conforme o modelo onde ele será instalado, porém o conceito do projeto permanece o mesmo.

4.2 Cálculos

Como explicado anteriormente, nesse dispositivo alguns componentes sofrem com esforços, tensões e torques. Por isso, os pontos mais críticos foram avaliados para garantir que o mecanismo funcione perfeitamente e em segurança.

4.3 Força Aplicada no Volante Auxiliar

Cálculo da força que o usuário terá que fazer com o membro inferior para girar o volante do dispositivo. Foi levado em consideração a força de 35 N para girar o volante principal do veículo. As dimensões das polias do dispositivo foram projetadas para que o torque necessário para girar o volante principal do veículo e o volante auxiliar do dispositivo fosse o mesmo. Para obtenção dos valores, foi utilizado a seguinte fórmula, conforme (Halliday Vol. 01 – 2012):

$$\tau = F * r * \sin \theta$$

- Cálculo para obtenção do valor de torque no conjunto

$$\tau = F_p * r_p * \sin \theta$$

$$\tau = 35 * 0,44 * 1$$

$$\tau = 15,4 \text{ Nm}$$

- Cálculo da força necessária no membro inferior para girar o volante auxiliar

$$15,4 = F_a * r_a * \sin \theta$$

$$15,4 = F_a * 0,22 * 1$$

$$F_a = 70 \text{ N}$$

Sendo que:

$\tau =$ Torque (Nm)

$F =$ Força (N)

$r =$ Raio do volante (m)

$\theta =$ Ângulo de aplicação da força

$F_p =$ Força no volante principal (N)

$r_p =$ Raio do volante principal (m)

$F_a =$ Força no volante auxiliar (N)

$r_a =$ Raio do volante auxiliar (m)

4.4 Esforço no Eixo de Direção

Outro ponto avaliado, foram os esforços na engrenagem que é presa no eixo de direção do veículo através da bucha cônica bipartida. Abaixo está o cálculo da força aplicada no dente da engrenagem, para análise de escorregamento da engrenagem e bucha em relação ao eixo de direção.

- Cálculo da força no dente da engrenagem:

$$\tau = F_e * r_e * \sin \theta$$

$$15,4 = F_e * 0,018 * \sin \theta$$

$$F_e = 855,55 \text{ N}$$

Onde:

$\tau =$ Torque (Nm)

$F_e =$ Força na engrenagem (N)

$r_e =$ Raio interno da engrenagem (m)

$\theta = \text{Ângulo de aplicação da força (}^\circ\text{)}$

Abaixo temos o cálculo de aperto da bucha cônica bipartida que trava a engrenagem no eixo de direção. A força aplicada na bucha é proveniente de dois parafusos M6 e aplicado um torque de aperto de 8Nm.

$$\tau_{ap} = (F_{ap} * r_{pa} * \sin \theta)$$

$$8 = (F_{ap} * 0,003 * 1)$$

$$F_{ap} = 2.666,67N$$

Onde:

τ_{ap} = Torque de aperto (Nm)

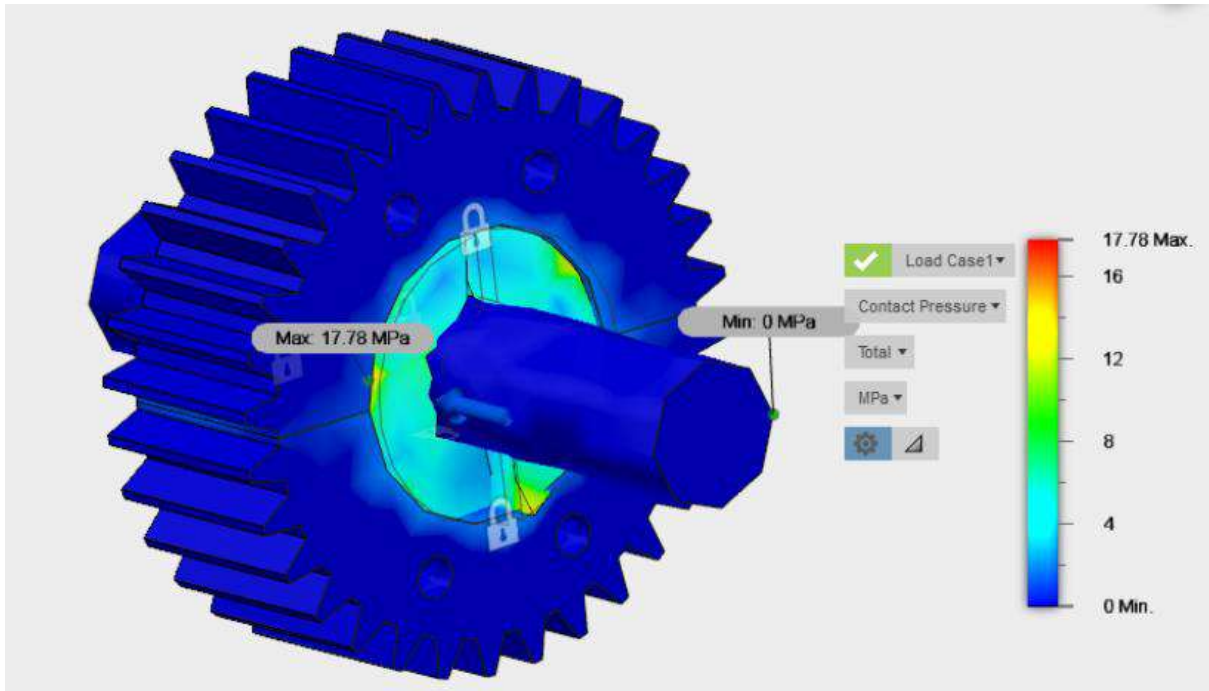
F_{ap} = Força de aperto (N)

r_{pa} = Raio do parafuso (m)

4.5 Análise

Com o valor das forças que serão aplicadas na engrenagem presa ao eixo de direção, foram realizadas simulações dos esforços aplicados no conjunto bucha, engrenagem e eixo, analisando a pressão que essa fixação geraria como visto na figura 14.

Figura 14 - Simulação



Fonte: Autores

Observa-se que a pressão de fixação da bucha gira em torno de 6 MPa, podendo chegar em alguns pontos ao valor máximo de pressão de 17,78 Mpa.

Sabendo-se o torque atuante no sistema de 15,4 Nm e a pressão que a bucha exerce sobre a engrenagem e o eixo de direção(17,78 MPa), conseguimos calcular o torque resistente do conjunto usando a fórmula abaixo conforme (SHIGLEY, J.E. Vol. 02 – 1984):

$$\tau_r = \frac{\pi * \mu * P * d}{8 * \sin \theta} (D^2 - d^2)$$

Onde:

τ_r = Torque resistente (Nm)

μ = Coeficiente de atrito

P = Pressão de fixação (Pa)

D = Diâmetro maior da bucha cônica (m)

D = Diâmetro menor da bucha cônica (m)

θ = Ângulo da bucha cônica ($^{\circ}$)

O torque resistente do conjunto deve ser maior que o torque atuante no sistema, para que não ocorra o escorregamento da engrenagem sobre o eixo de direção.

Então, tem-se:

$$\tau_r = \frac{\pi * 0,22 * 17.780.000 * 0,029}{8 * \sin 5} (0,0337^2 - 0,029^2)$$

$$\tau_r = 511.112,2768 (0,0337^2 - 0,029^2)$$

$$\tau_r = 150,62 \text{ Nm}$$

Enfim, com o resultado do torque resistente de 150,62 Nm, pode-se concluir que não haverá escorregamento do conjunto, uma vez que o torque do sistema inteiro é muito menor, cerca de 15,4 Nm, como visto em cálculos anteriores. Os resultados completos e detalhados da simulação podem ser observados no relatório gerado pelo próprio software que consta anexado (Anexo BF).

5 Conclusão

O trabalho teve como objetivo principal, criar um projeto no qual uma pessoa com deficiência nos membros superiores pudesse dirigir um veículo de forma autônoma, porém, não apenas o projeto, o trabalho também expos ao leitor uma série de informações sobre o direito e possibilidade do deficiente físico dirigir no Brasil e possíveis adaptações e acessórios para tornar essa prática uma realidade.

Foi explicado o funcionamento do projeto em pauta, montagem e detalhes de instalação. O ponto de maior esforço foi analisado para assegurar que o projeto seria seguro e não falhasse enquanto utilizado. Através de simulações de esforços, constatou-se que a força aplicada no ponto a ser estudado não seria o suficiente para comprometer a fixação dos componentes tornando o projeto seguro e confiável.

6 Trabalhos Futuros

A expectativa do trabalho é que futuramente esse projeto seja construído em forma de protótipo através de um outro trabalho de conclusão de curso da instituição, pondo a prova sua funcionalidade e viabilidade de instalação e pensando nisso que todas informações necessárias e desenhos de todos componentes do projeto se encontram em apêndice nesse trabalho.

São feitas as seguintes sugestões para futuras aplicações:

Busca de fornecedores de matérias primas com baixo custo, porém mantendo padrões de qualidade, visando diminuir o custo final do projeto para que pessoas com baixa renda monetária possam adquirir e implementar o volante auxiliar em seu veículo;

Análise de forças e esforços (Máquina de tração: Bloco “E” FATEC Santo André) no conjunto eixo de direção / bucha bi-partida / engrenagem bi-partida para comprovação que não haverá o escorregamento do conjunto podendo fazer o condutor perder o controle de seu veículo;

Montagem do volante e implementação do mesmo em veículo, preferencialmente com direção hidráulica ou elétrica, sendo necessário o veículo possuir um sistema de câmbio automático ou automatizado (Fiat Strada: Praça técnica FATEC Santo André);

Ajustes e testes práticos com o volante instalado no veículo para coleta de dados de funcionalidade.

Por se tratar de um projeto que se baseia em princípios totalmente mecânicos, não havendo partes eletrônicas ou mecatrônicas, apresentamos neste trabalho produtos que suprem a necessidade básica de comandos de um veículo, como os limpadores de para-brisa, setas para esquerda e direita, comandos de faróis, buzina abertura de portas, freio de estacionamento e ignição do veículo, sendo alguns desses produtos a “Central Comandos ao

Volante nos Pés – Tapete”, “Central Comandos ao Volante nos Pés – Encosto de cabeça” e

“Central Comandos ao Volante nos Pés – Descanso de braço”

Procurando o aprimoramento desses sistemas, com intuito de facilitar os comandos e melhorar a individualidade do condutor portador de necessidades especiais, visa-se implementar no veículo um sistema de comando de voz ou sistema de sensores, capaz de identificar através de movimentos da cabeça do condutor, o comando que deve ser efetuado.

7 Bibliografia

1. BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Planalto** **HOME PAGE:** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm>. Acesso em: 15 maio 2017.
2. BRASIL. Resolução nº 474, de 11 de fevereiro 2014 – CONTRAN. Altera o Anexo XV da Resolução nº 425 de 27 de novembro de 2012, do CONTRAN. **DENATRAN** **HOME PAGE:** Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao4742014.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2017.
3. BRASIL. Resolução nº 425, de 27 de novembro de 2012 – CONTRAN. Dispõe sobre o exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas **DENATRAN** **HOME PAGE:** Disponível em: <[http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/\(Resolu%C3%A7%C3%A3o%20425.-1\).pdf](http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/(Resolu%C3%A7%C3%A3o%20425.-1).pdf)>. Acesso em: 5 maio 2017.
4. KIVI BRASIL LTDA (Itália). Kivi Srl (Org.). **Kivi homepage**. [2008]. Disponível em: <<http://www.kivi.com.br/index.php>>. Acesso em: 06 maio 2017.
5. CAVENAGHI (Brasil). Detran (Comp.). **Cavenaghi** **HOME PAGE:** Produtos. [2017]. Disponível em: <<https://www.cavenaghi.com.br/home>>. Acesso em: 29 maio 2017.
6. DETRAN SP (Brasil). **Detran SP homepage**. Disponível em: <<https://www.detran.sp.gov.br>>. Acesso em: 06 maio 2017.
7. AMARAL, Adriel Maia do. **TCC - VOLANTE ADAPTADO - FATEC SANTO ANDRE**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <isilda@clinicamada.com.br>. em: 30 maio 2017.
8. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **NBR 10520:** Censo Demográfico 2010 - Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. 1 ed. Rio de Janeiro: Cddi, 2012. 215 p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2017.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023; 6024; 6027; 6028; 10520; 10719; 14724; 15287; 6022:** Manual para a elaboração do

Trabalho de Conclusão de Curso das Escolas Técnicas do Centro Paula Souza.
1 ed. São Paulo: -, 2015. 65 p.

10. HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física Vol. 1 - Mecânica**. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2012.
11. SHIGLEY, J. E., **Elementos de Máquinas, Vol. 2**, 3ed., LTC, Rio de Janeiro, 1984.
12. DESTEFANE, Luiz Belice. **TCC - VOLANTE ADAPTADO - FATEC SANTO ANDRE**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <Silvio@abcinspecao.com.br>. em: 09 jun. 2017.

Apêndice AA – Questionário sobre exame Médico



Isilda Gonçalves Fontes
Psicóloga

Ao cumprimentá-la, solicitamos se possível, respondesse as questões sobre o exame médico em deficientes físicos (em anexo). Estamos realizando nosso trabalho de conclusão de curso na FATEC Santo André, do curso de tecnologia em mecânica automobilística e o tema é adaptação veicular: **Volante auxiliar para pessoas com deficiência em ambos os membros superiores.**

Fazem parte do meu trabalho entrevistas realizadas com autoescolas, médicos e locais onde se realiza vistoria automotiva. Desde já agradecemos a atenção que dispensar a presente solicitação.

Cordialmente,

Adriel Maia do Amaral R.A:1131513002

Iara de Jesus Lourenço R.A:1131513021

Luiz Belice Destefane R.A:1131513026

1 – O Detran fornece alguma instrução de como proceder o exame?

Sim, os profissionais que avaliam os pacientes com mobilidade reduzida têm que fazer uma especialização específica.

2 – Quais critérios são avaliados para aprovação ou não do paciente?

Não existem critérios específicos, pois vai depender da deficiência de cada paciente.

3 – Como é feita a avaliação/testes do paciente?

Como já foi respondido na questão anterior, cada paciente é avaliado conforme a sua deficiência.

4 – É necessário algum tipo de exame ou laudo auxiliar?

Sim, antes de o paciente ser avaliado na clínica, é necessário um aval do seu médico que acompanhe seu caso.

5 – Caso o paciente seja reprovado, ele pode voltar a fazer o exame? Como proceder?

Não, caso comprove que o paciente não tenha capacidade de dirigir.

6 – Já avaliou paciente com deficiência em ambos os membros superiores? Qual adaptação indicada?

Não, até o momento não veio paciente com essa mobilidade reduzida.

7 – Qual a média de exames de pessoas deficientes físicos por mês?

Atendemos em média duas a três por mês.

8 – Como se tornar um médico credenciado para avaliação de deficientes físicos?

*modelo de resultado do exame ou laudo

O médico é obrigado a ter uma pós-graduação em medicina do tráfego, em seguida ele é credenciado pelo DETRAN para realizações de exames médicos, e para atender paciente com mobilidades reduzidas, é obrigatório fazer um curso de medicina para atender pacientes especiais.

Apêndice AB – Questionário sobre a Inspeção Veicular



Silvio Ido

Função: Eng. Mecânico

Ao cumprimentá-lo, solicitamos se possível, respondesse as questões sobre inspeção em adaptação em automóveis para deficientes físicos (em anexo). Estamos realizando nosso trabalho de conclusão de curso na FATEC Santo André, do curso de tecnologia em mecânica automobilística e o tema é adaptação veicular: **Volante auxiliar para pessoas com deficiência em ambos os membros superiores.**

Fazem parte do nosso trabalho entrevistas realizadas com autoescolas, médicos e locais onde se realiza vistoria automotiva. Desde já agradecemos a atenção que dispensar a presente solicitação.

Atenciosamente,

Adriel Maia do Amaral R.A:1131513002

Iara de Jesus Lourenço R.A:1131513021

Luiz Belice Destefane R.A:1131513026

1 – Quem é o profissional responsável pela vistoria?

Inspetores técnicos com formação em técnico mecânico ou automobilística com CREA devidamente registrado e eng. mecânico para aprovação do certificado de segurança veicular.

2 – Quais documentos necessários para fazer a vistoria em um carro adaptado para deficientes físicos?

Autorização da modificação do DETRAN, CRLV, habilitação do condutor, nota fiscal do serviço e produto.

3 – Quais tipos de carros podem ser adaptados?

Todos conforme projeto do adaptador.

4 – Quais os aspectos ou fatores da adaptação, são analisados na inspeção?

Verificamos a segurança veicular: sistema de freio, alinhamento de direção, sistema de suspensão, sistema de iluminação, funcionamento do sistema adaptado no veículo, pneus e rodas, etc, conforme regulamentação técnica do INMETRO e DENATRAN.

5 – Caso seja reprovado, como é esse laudo de recusa?

Laudo de não conformidade contendo os itens não conforme com prazo de 30 dias parara retorno.

6 – Caso reprovado, é possível refazer o projeto e tentar novamente a aprovação?

Não se aplica a nossa inspeção.

7 – Como se tornar um estabelecimento credenciado para emitir esses tipos de laudos (Certificado de Segurança Veicular)?

Solicitar acreditação junto ao INMETRO e DENATRAN e passar por auditoria inicial de acreditação e licenciamento.

8 – Qual o procedimento após a aprovação da adaptação?

Proprietário terá prazo de 30 dias para dar entrada com a documentação no DETRAN para regularização dos DUT e CRLV do veículo

*Se possível, nos fornecer os valores e modelos de laudo

Não podemos por ser confidencial.

Apêndice AC – Questionário para Autoescola



Givanildo Bordin
Proprietário Autoescola Brasil

Ao cumprimentá-la, solicitamos se possível, respondesse as questões sobre o exame médico em deficientes físicos (em anexo). Estamos realizando nosso trabalho de conclusão de curso na FATEC Santo André, do curso de tecnologia em mecânica automobilística e o tema é adaptação veicular: **Volante auxiliar para pessoas com deficiência em ambos os membros superiores.**

Fazem parte do meu trabalho entrevistas realizadas com autoescolas, médicos e locais onde se realiza vistoria automotiva. Desde já agradecemos a atenção que dispensar a presente solicitação.

Cordialmente,

Adriel Maia do Amaral R.A:1131513002
Iara de Jesus Lourenço R.A:1131513021
Luiz Belice Destefane R.A:1131513026

1 – Como é a aula prática de uma pessoa com deficiência física?

A aula é igual a de um aluno comum, seguindo a legislação de trânsito, a única diferença é o veículo adaptado para a deficiência necessária.

2 – Há leis obrigando carros adaptados nas autoescolas?

Não, não há lei com essa exigência.

3 – Caso não tenha as adaptações necessárias para o aluno, qual é o procedimento? É possível fazer aula em um carro do próprio deficiente nesse caso?

Caso não tenha a adaptação necessária, o aluno deve procurar outro estabelecimento que atenda suas necessidades. É possível fazer aula com o veículo do próprio aluno desde que o mesmo tenha passado por vistoria do Detran e ter sido aprovado pelo órgão.

4 – Deficiente físico é obrigado a fazer simulador?

O deficiente físico não é obrigado a fazer aula em simulador, mesmo porque não existe simulador com adaptação para deficientes.

5 – Quais adaptações contem a sua autoescola?

Nossa escola possui adaptação para deficientes que não tenha um membro superior, um membro inferior, ou que não tenha os dois membros inferiores. Não atendemos os deficientes que não tenham os dois membros superiores.

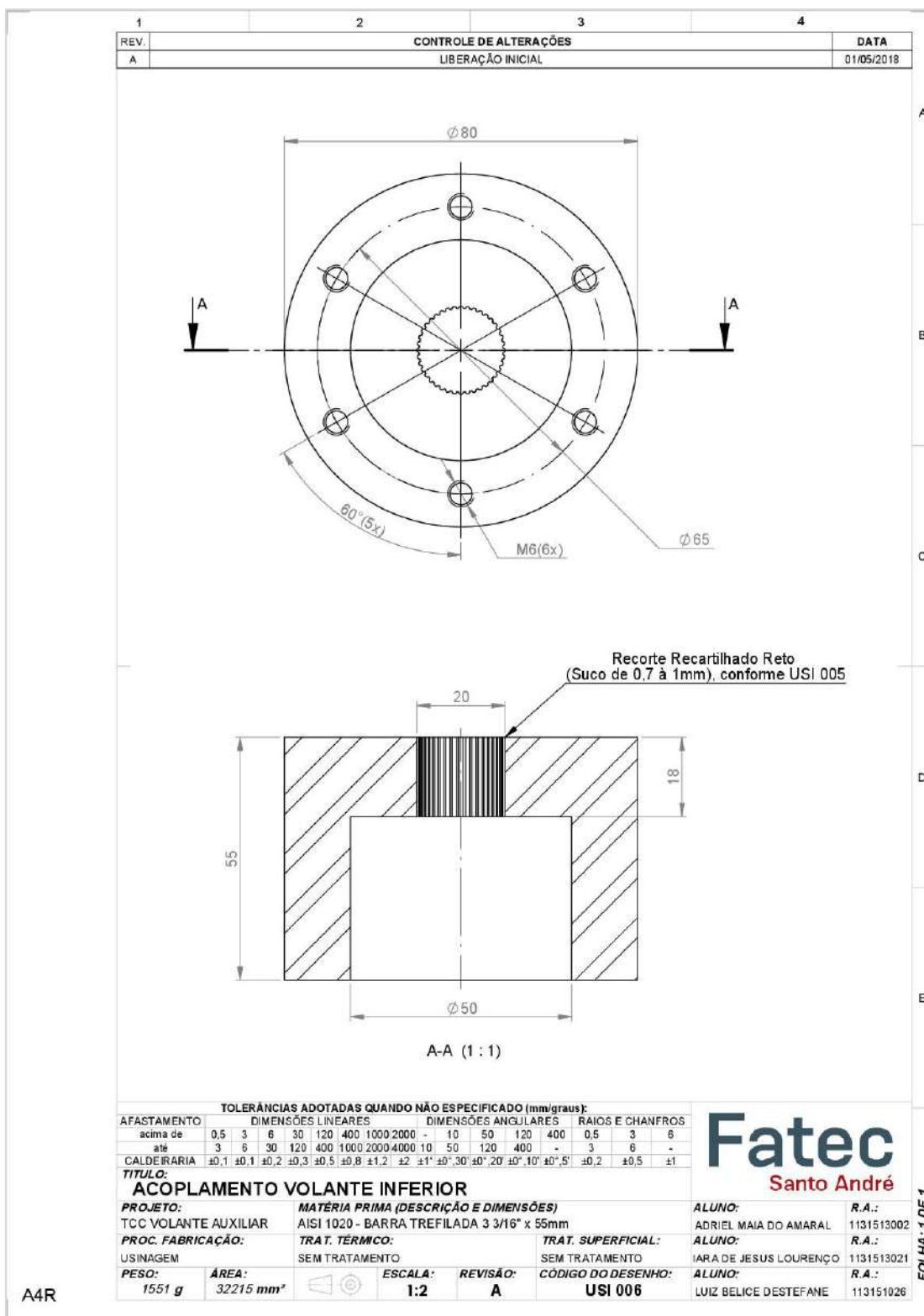
6 – O instrutor precisa de algum treinamento/curso especial?

Não. O instrutor não precisa de curso diferenciado para dar aula a deficientes físicos.

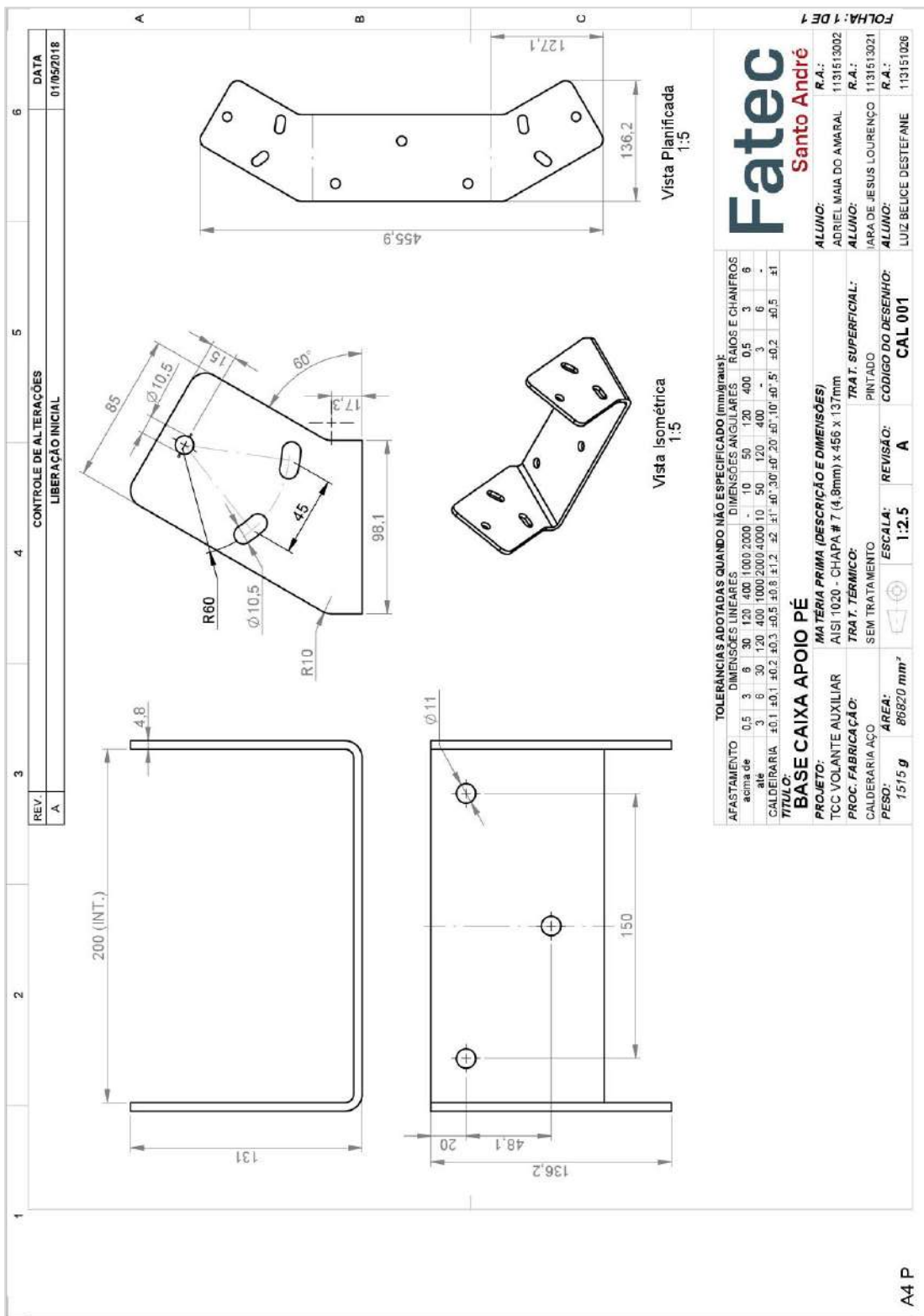
7 – É interessante uma adaptação pratica e simples, com baixo custo para o veículo, onde atenderia a alunos com deficiência em ambos membros superiores?

Sim, seria interessante desde que o custo da adaptação para esse tipo de deficiência fosse viável, pois a procura para esse tipo de deficiência específica é rara. Essa adaptação hoje gira em torno de 5.000 reais e o veículo fica limitado a ser utilizado para apenas esse tipo de deficiência e em 3 anos tivemos procura de apenas três pessoas com esse tipo de deficiência.

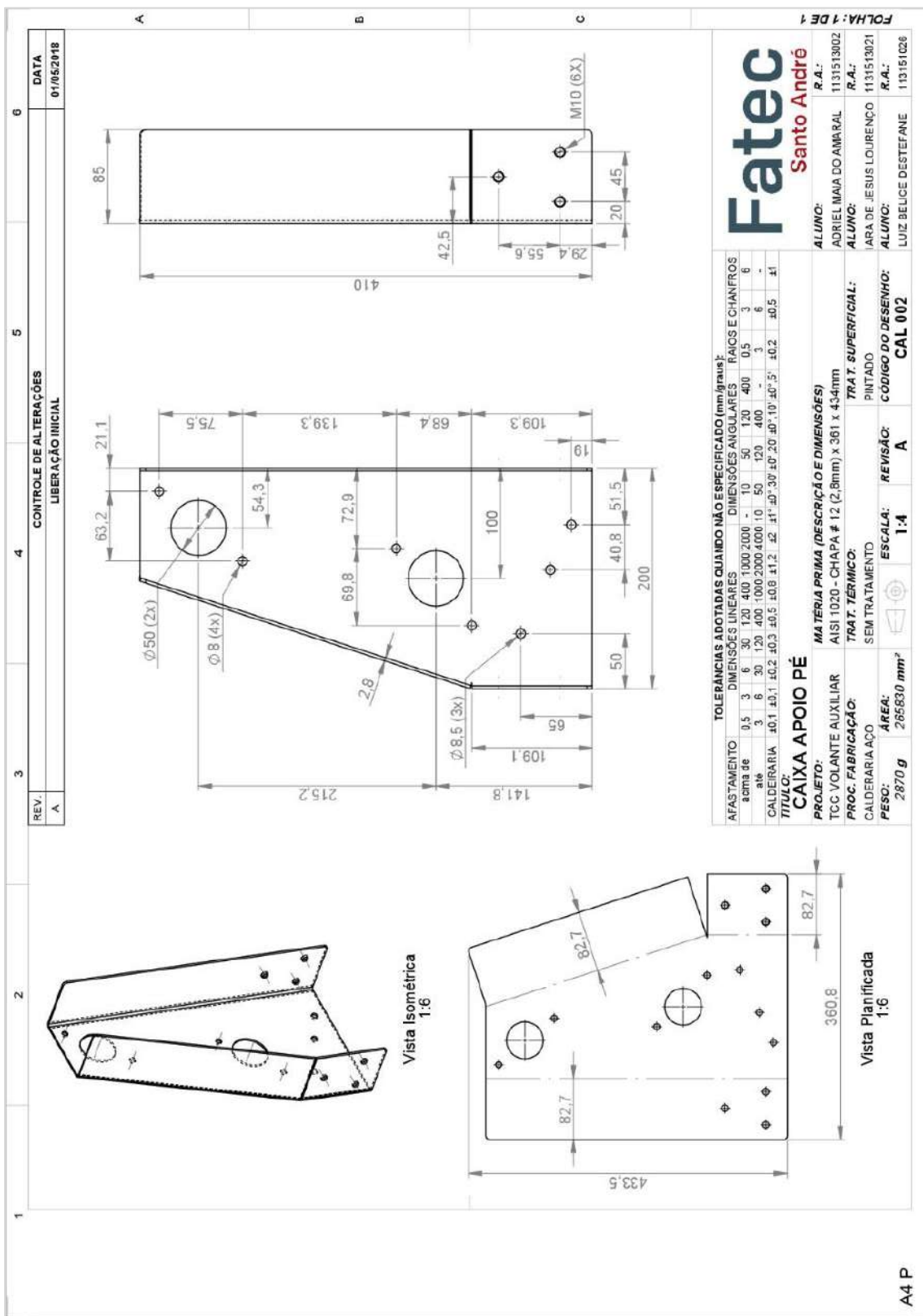
Apêndice AD – Desenho técnico do acoplamento do volante inferior



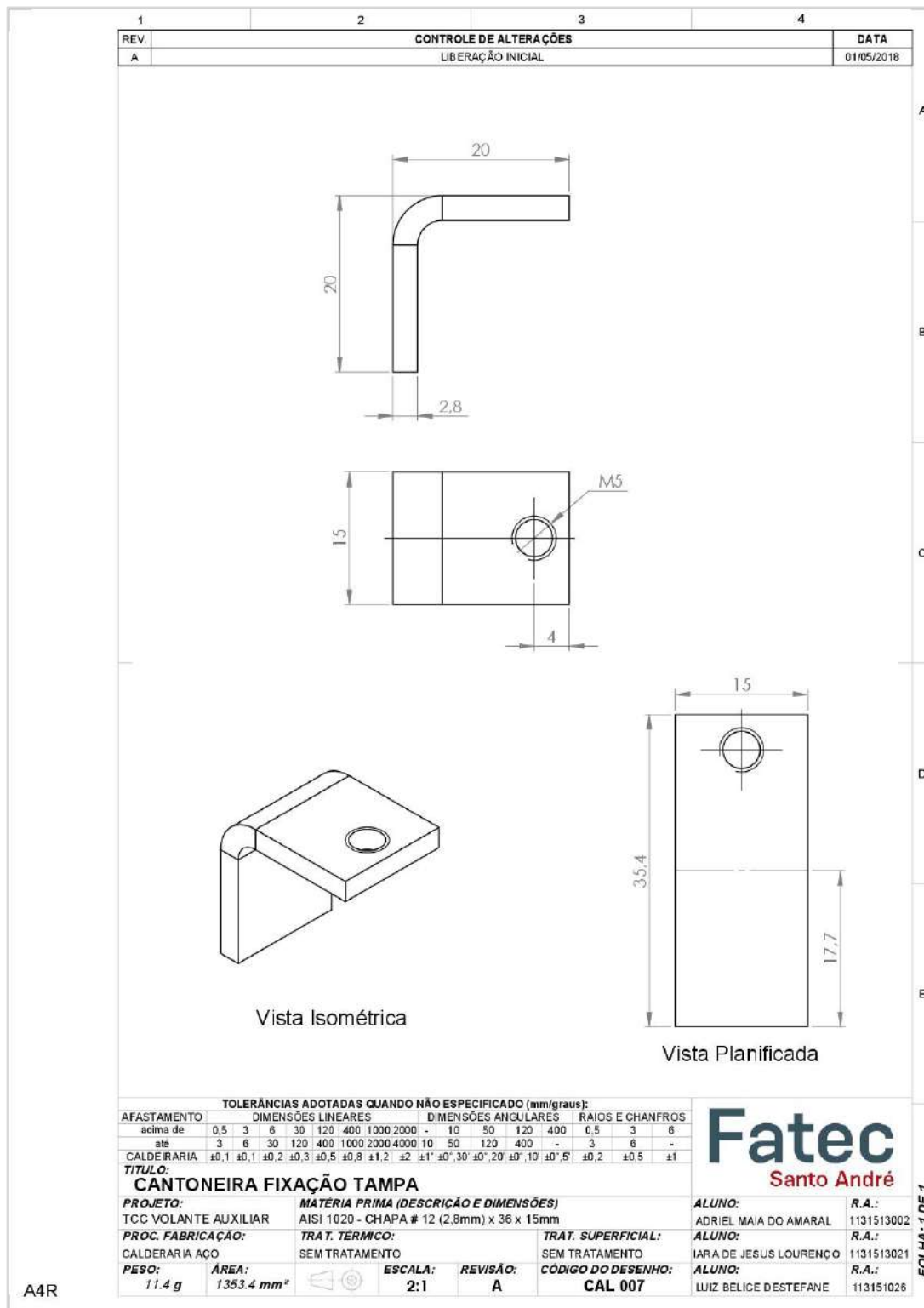
Apêndice AE – Desenho técnico da base da caixa de apoio do pé



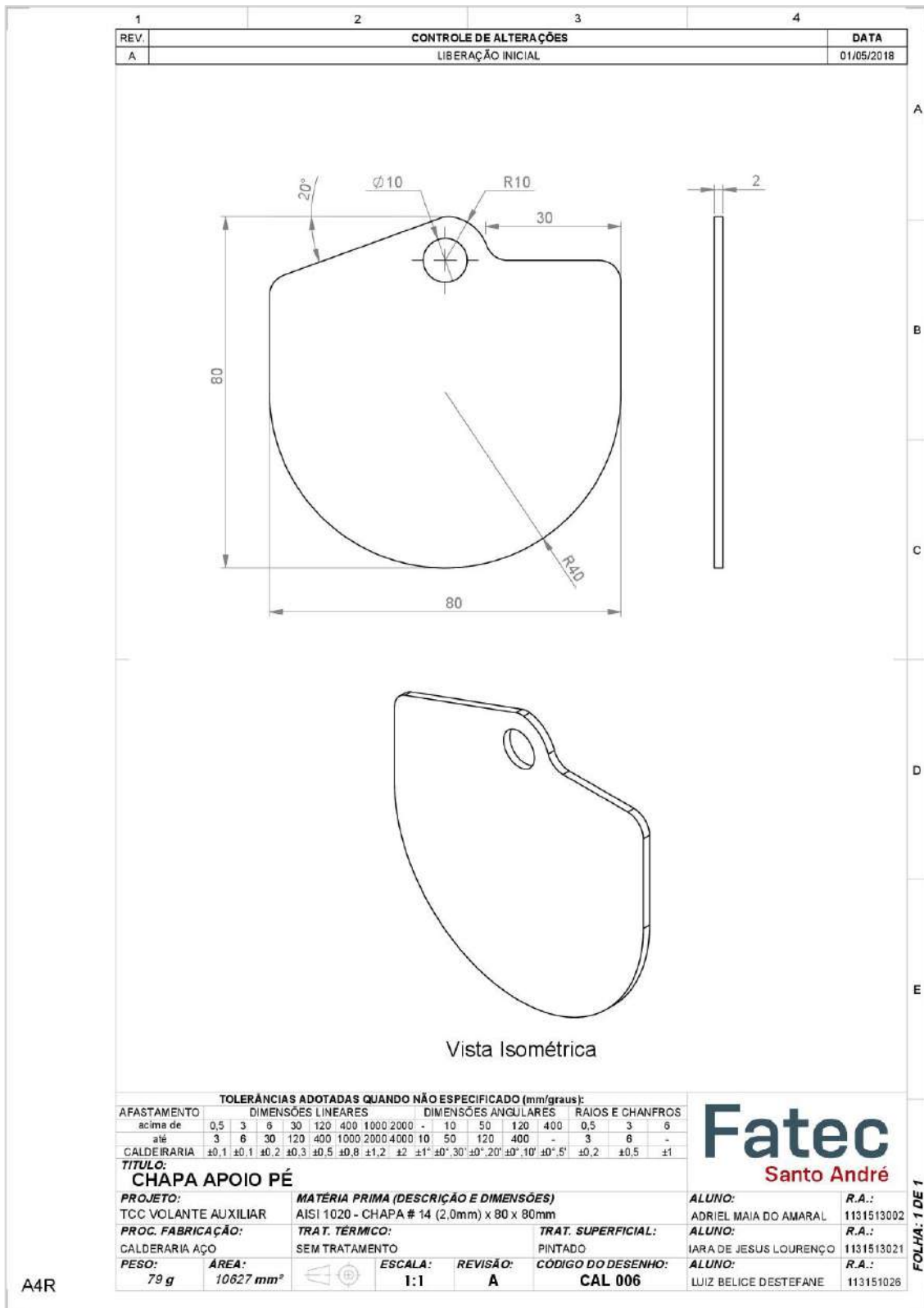
Apêndice AF – Desenhos técnico da caixa de apoio do pé



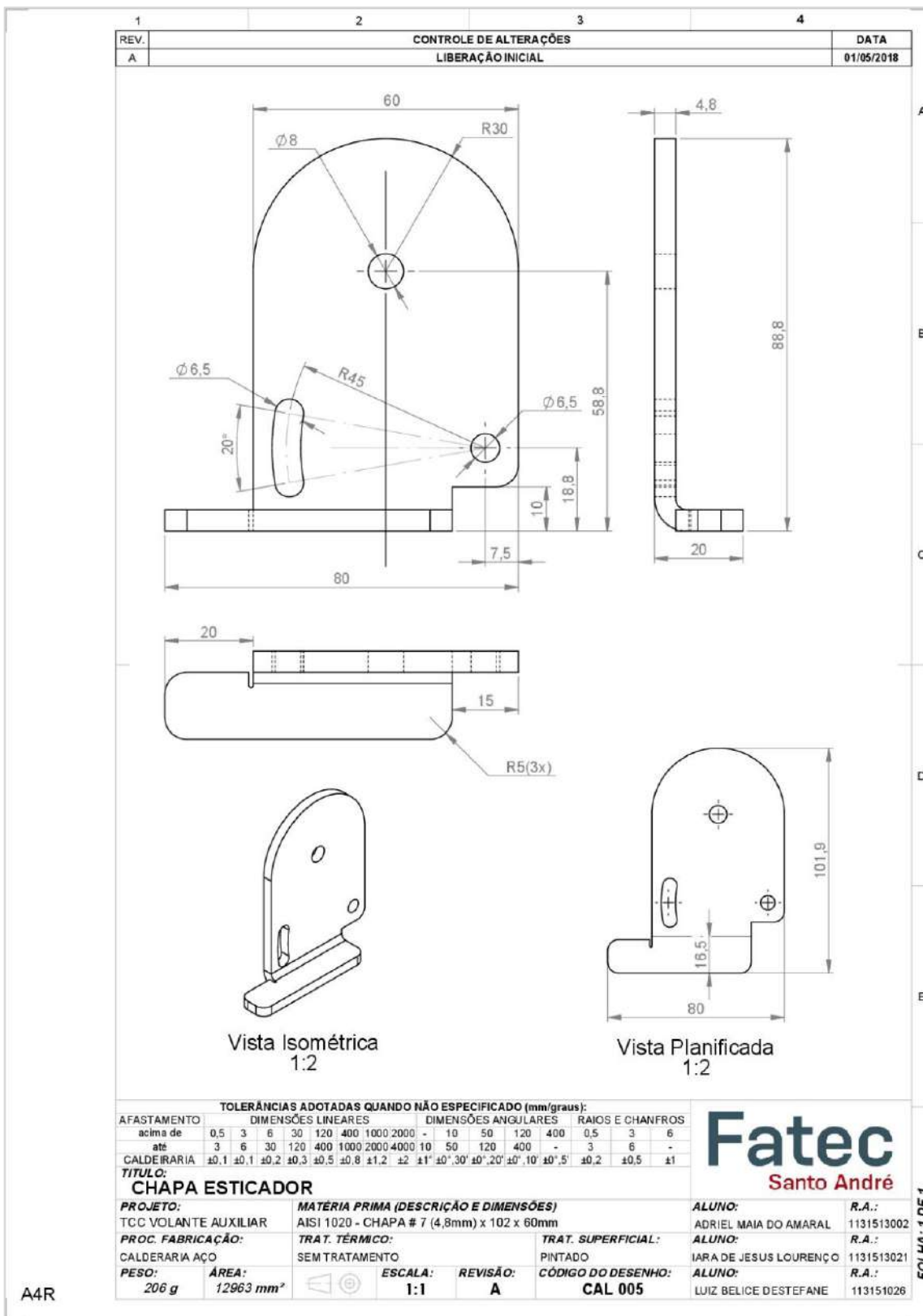
Apêndice AG – Desenhos técnico da cantoneira de fixação da tampa



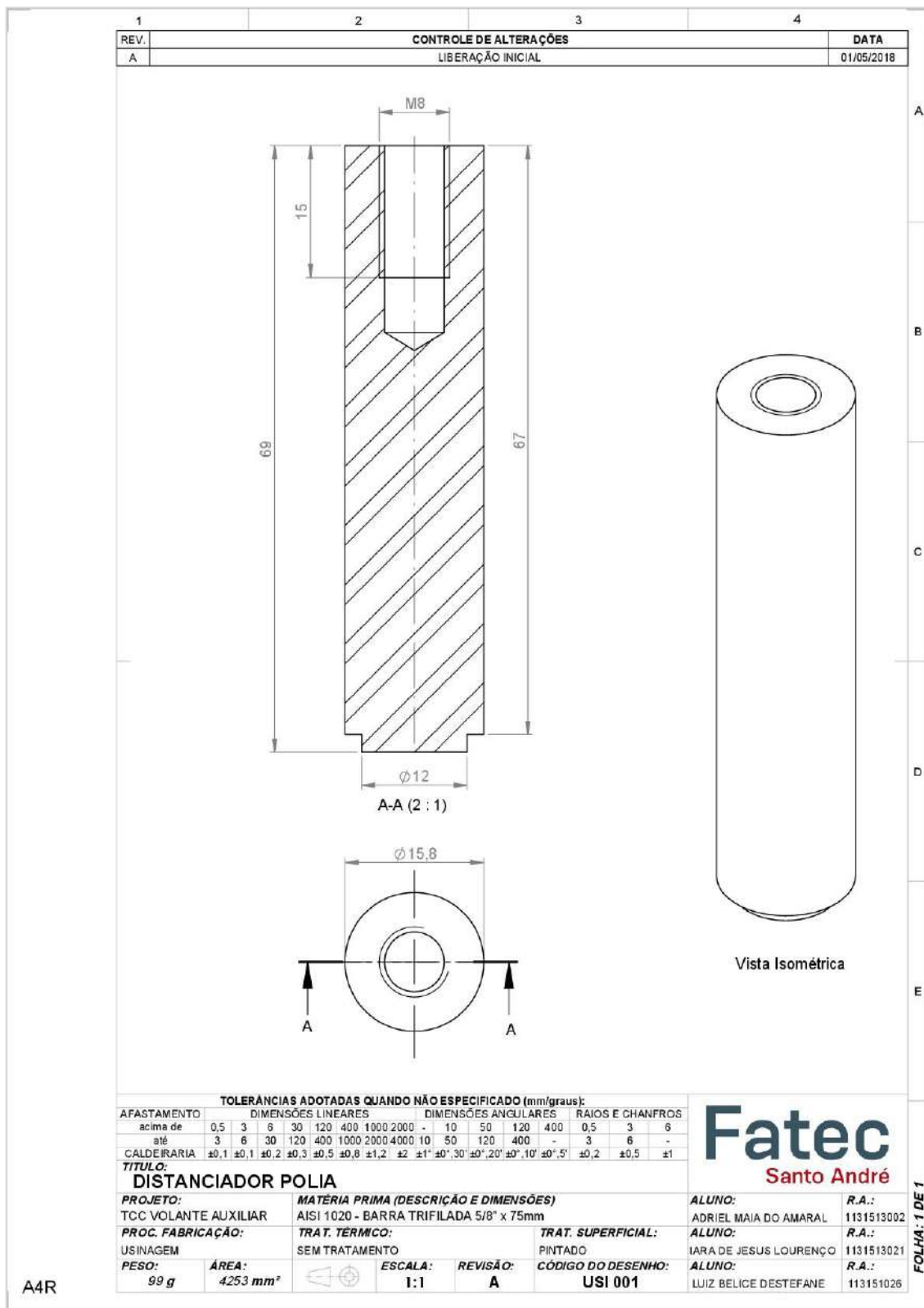
Apêndice AH – Desenho técnico da chapa de apoio do pé



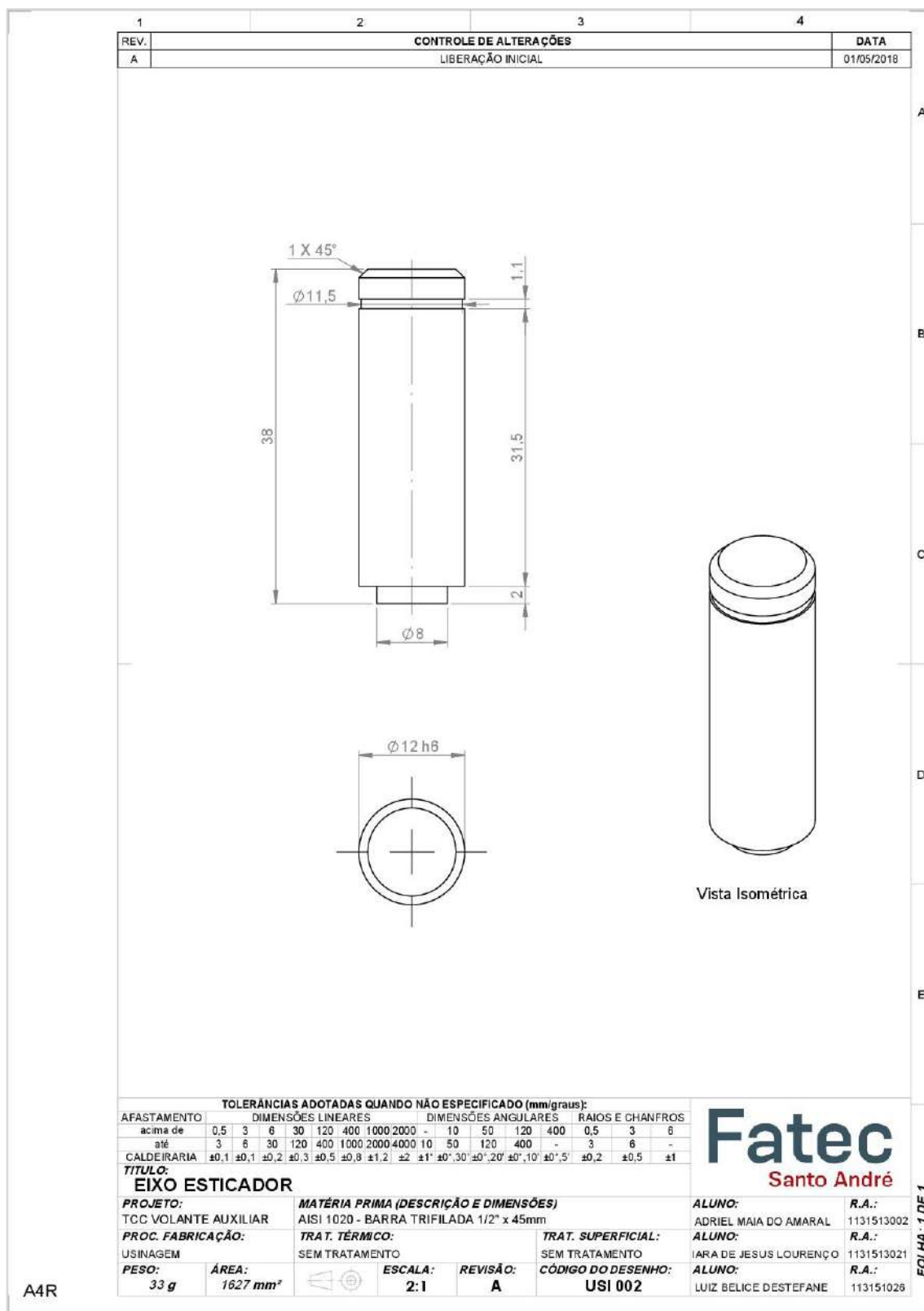
Apêndice AI – Desenho técnico da chapa do esticador



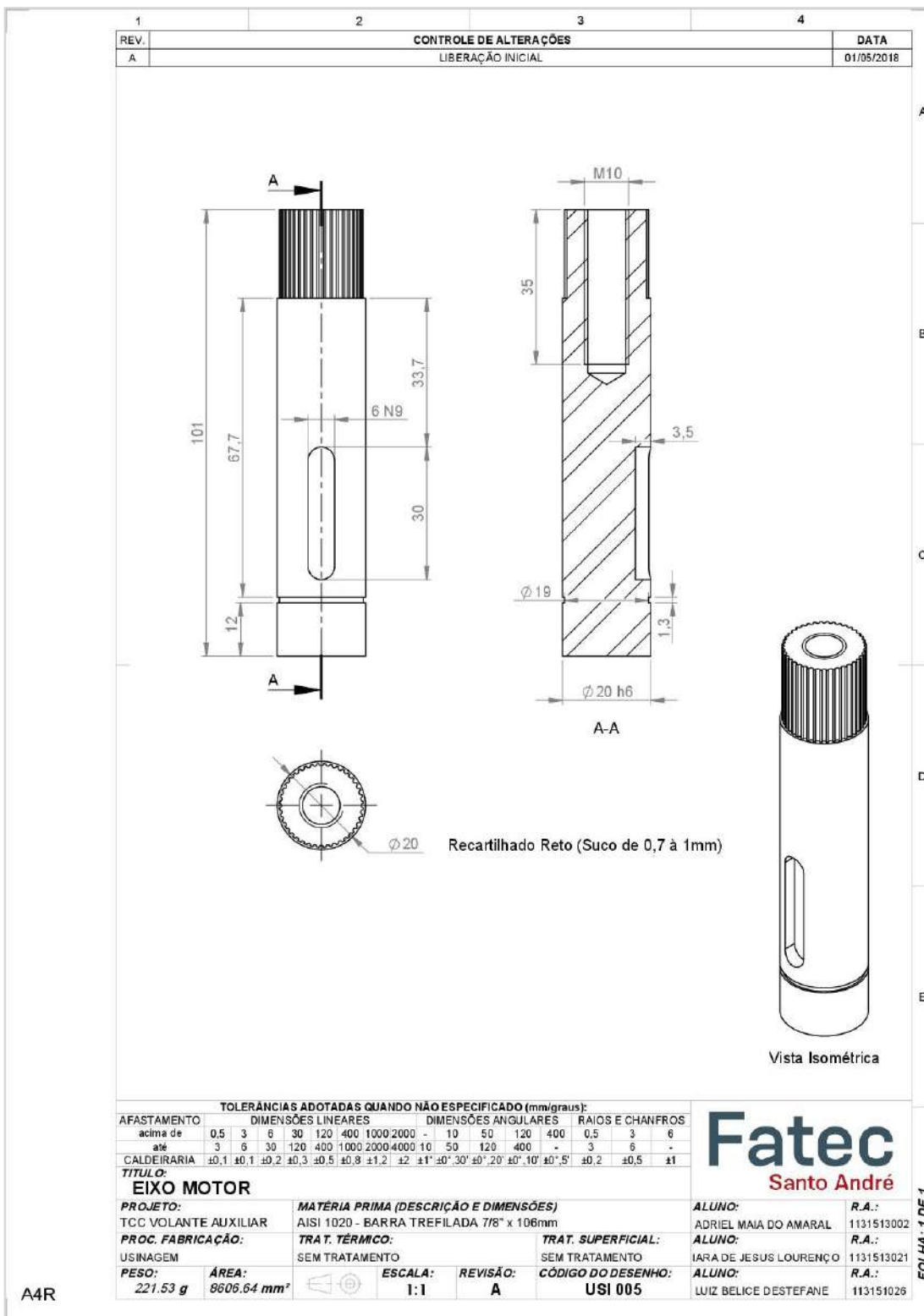
Apêndice AJ – Desenho técnico do distanciador da polia



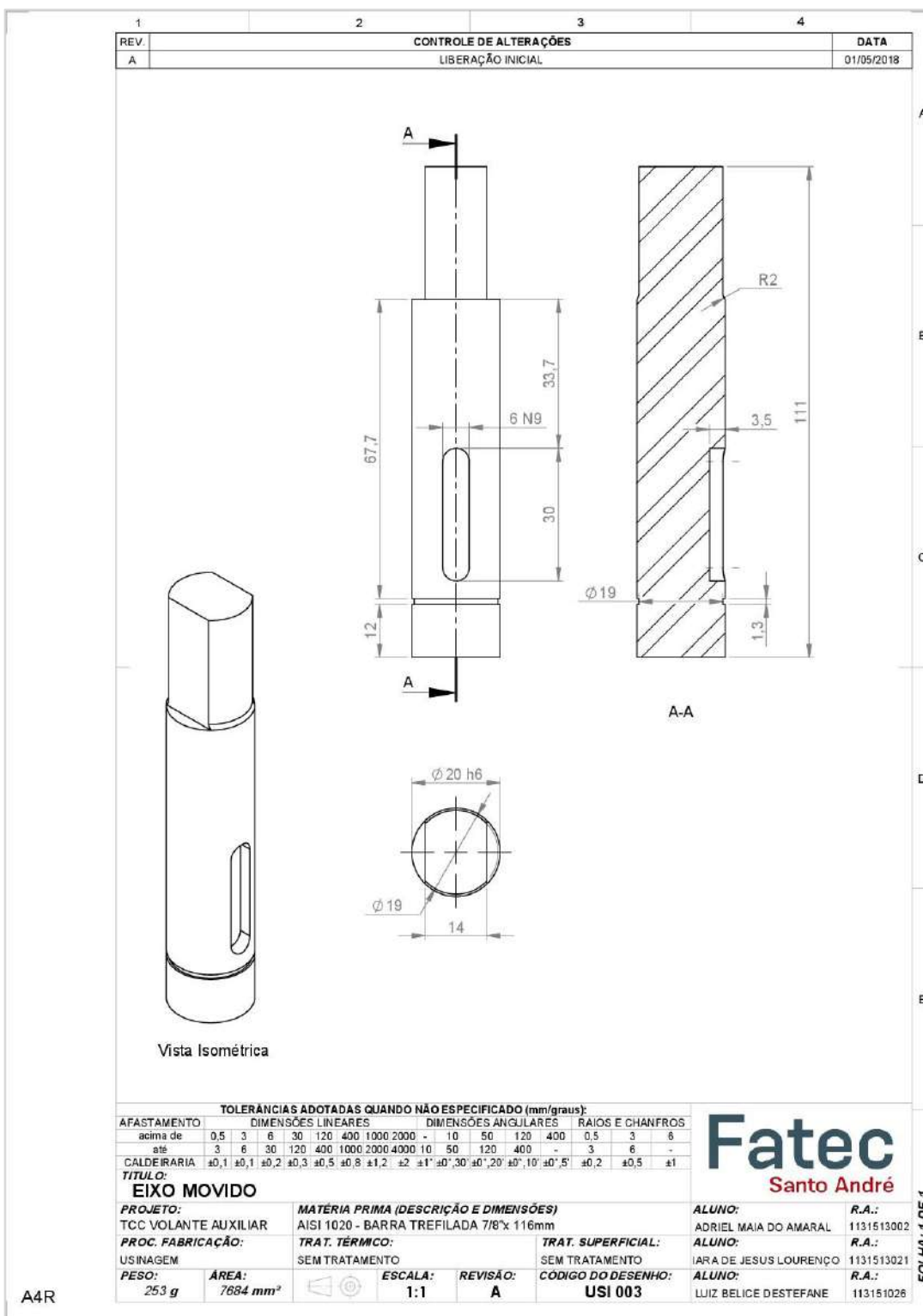
Apêndice AK – Desenho técnico do eixo esticador



Apêndice AL – Desenho técnico do eixo motor

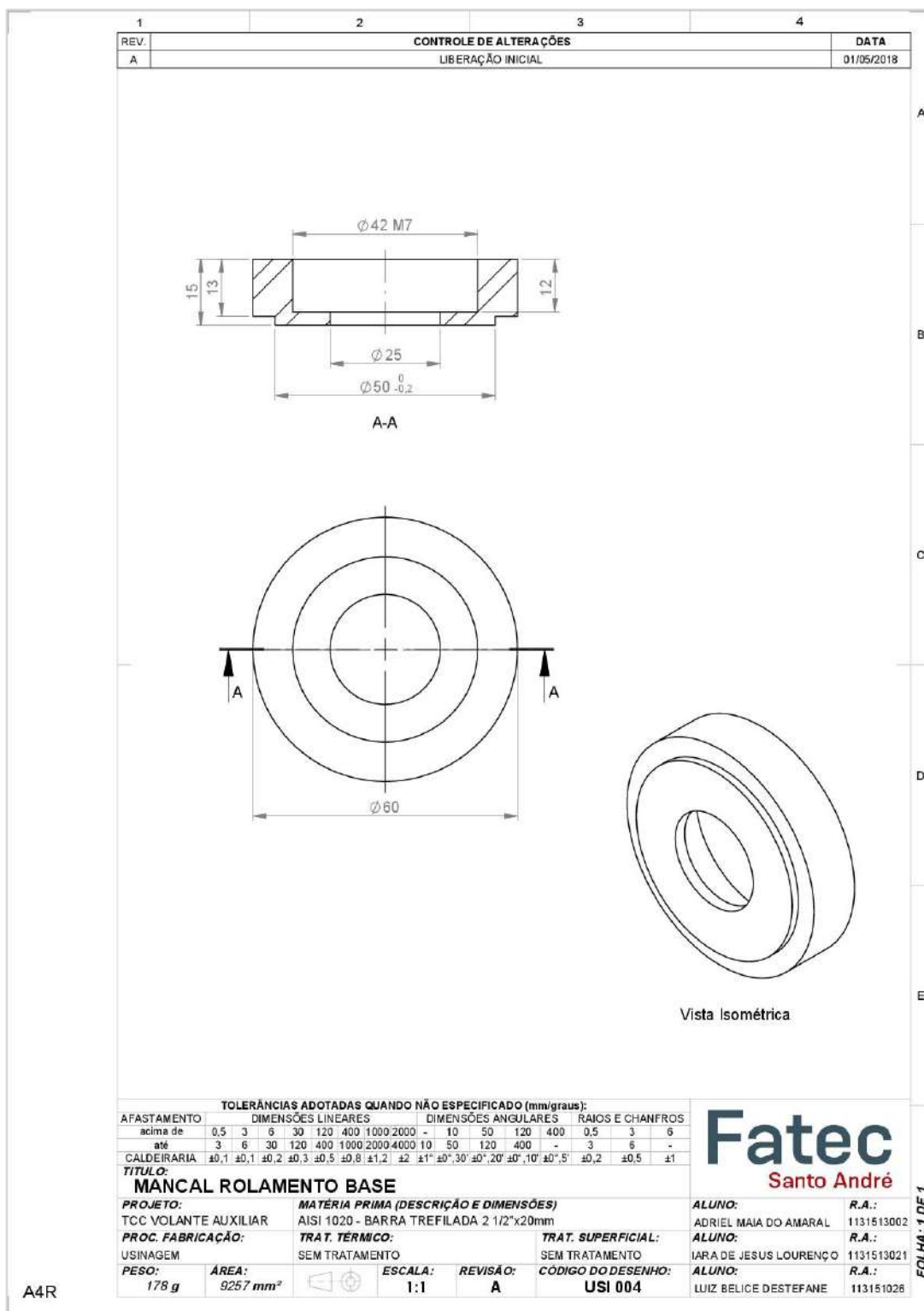


Apêndice AM – Desenho técnico do eixo movido

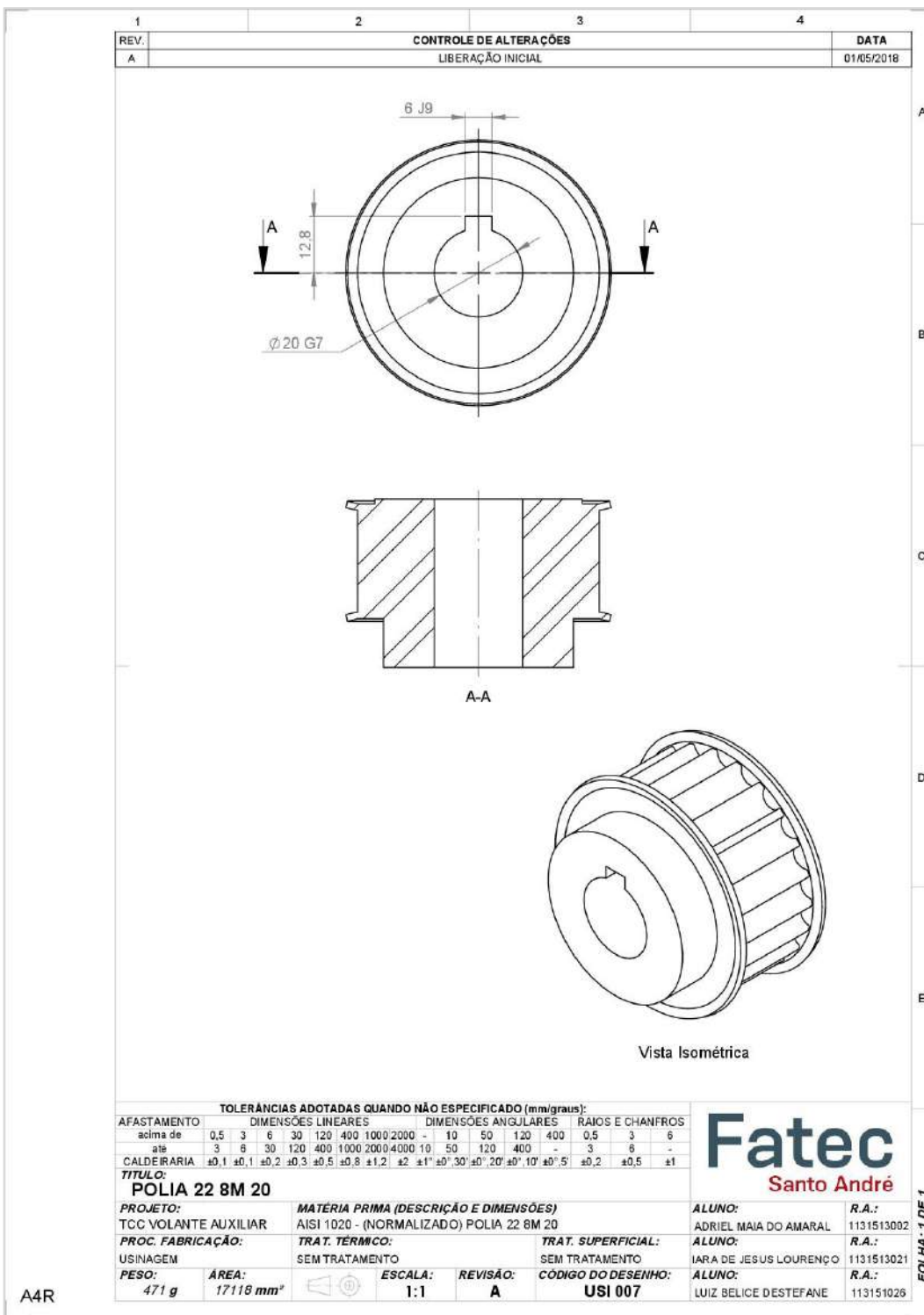


A4R

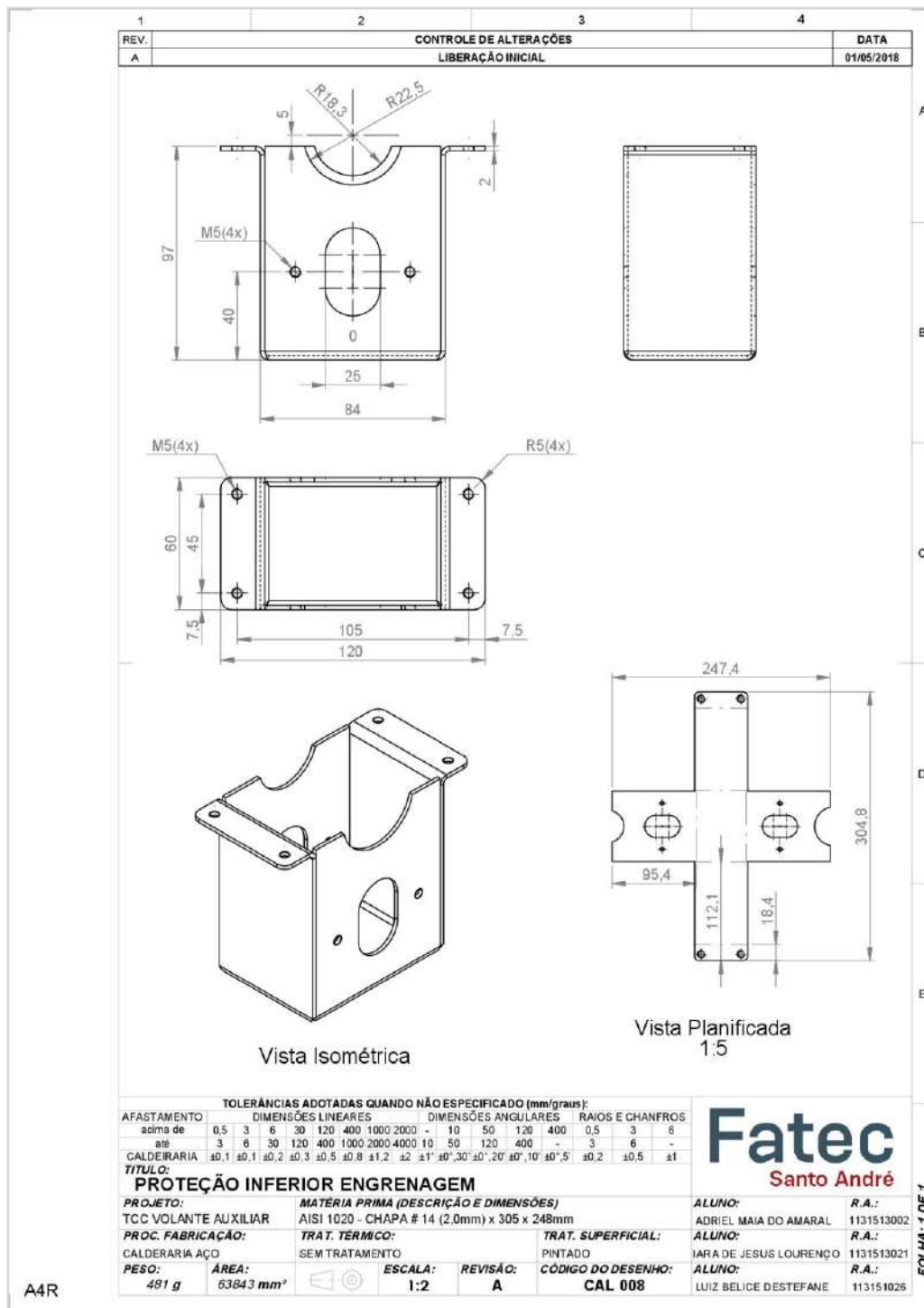
Apêndice AN – Desenho técnico do mancal de rolamento da base



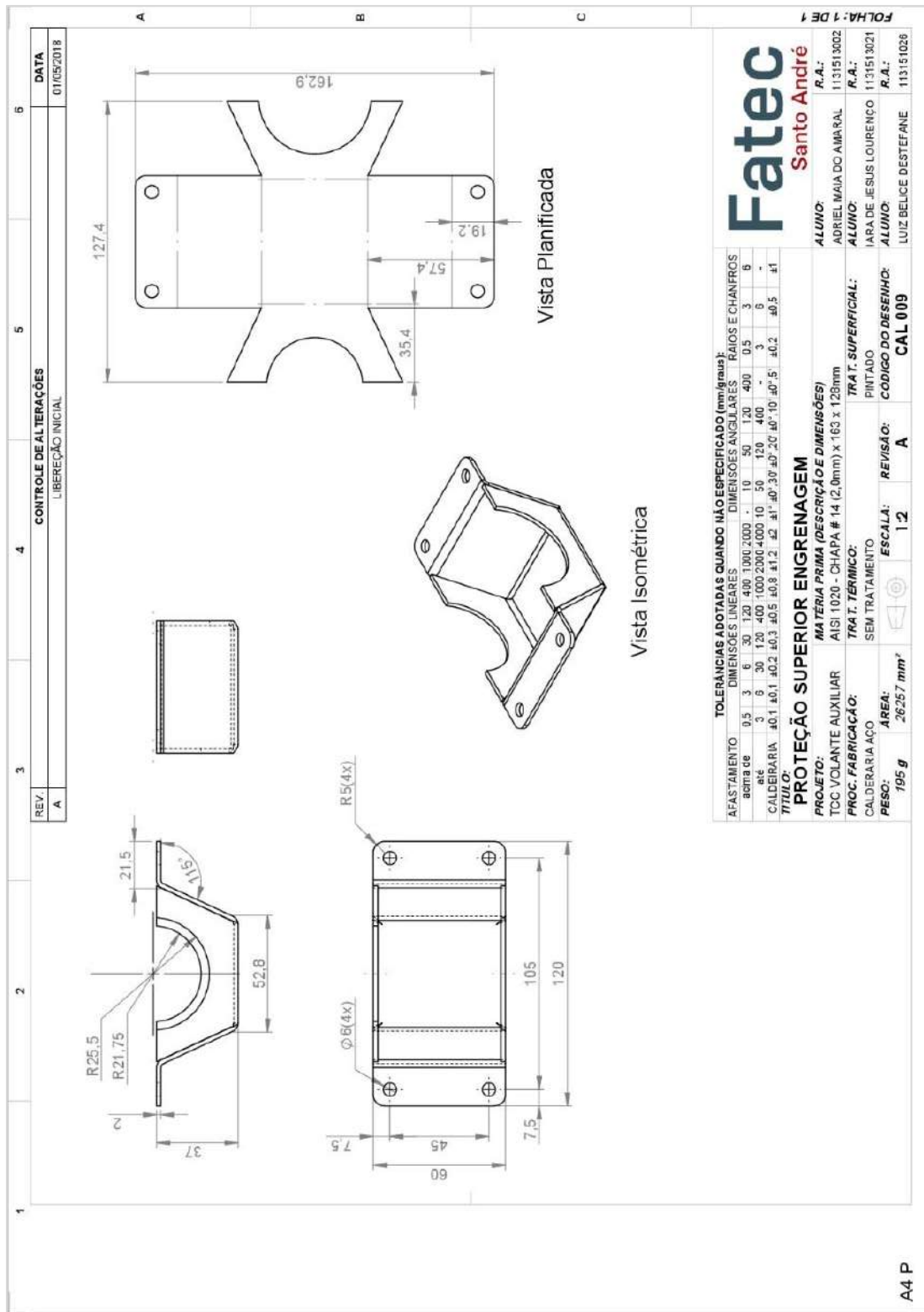
Apêndice AO – Desenho técnico da polia 22 8M 20



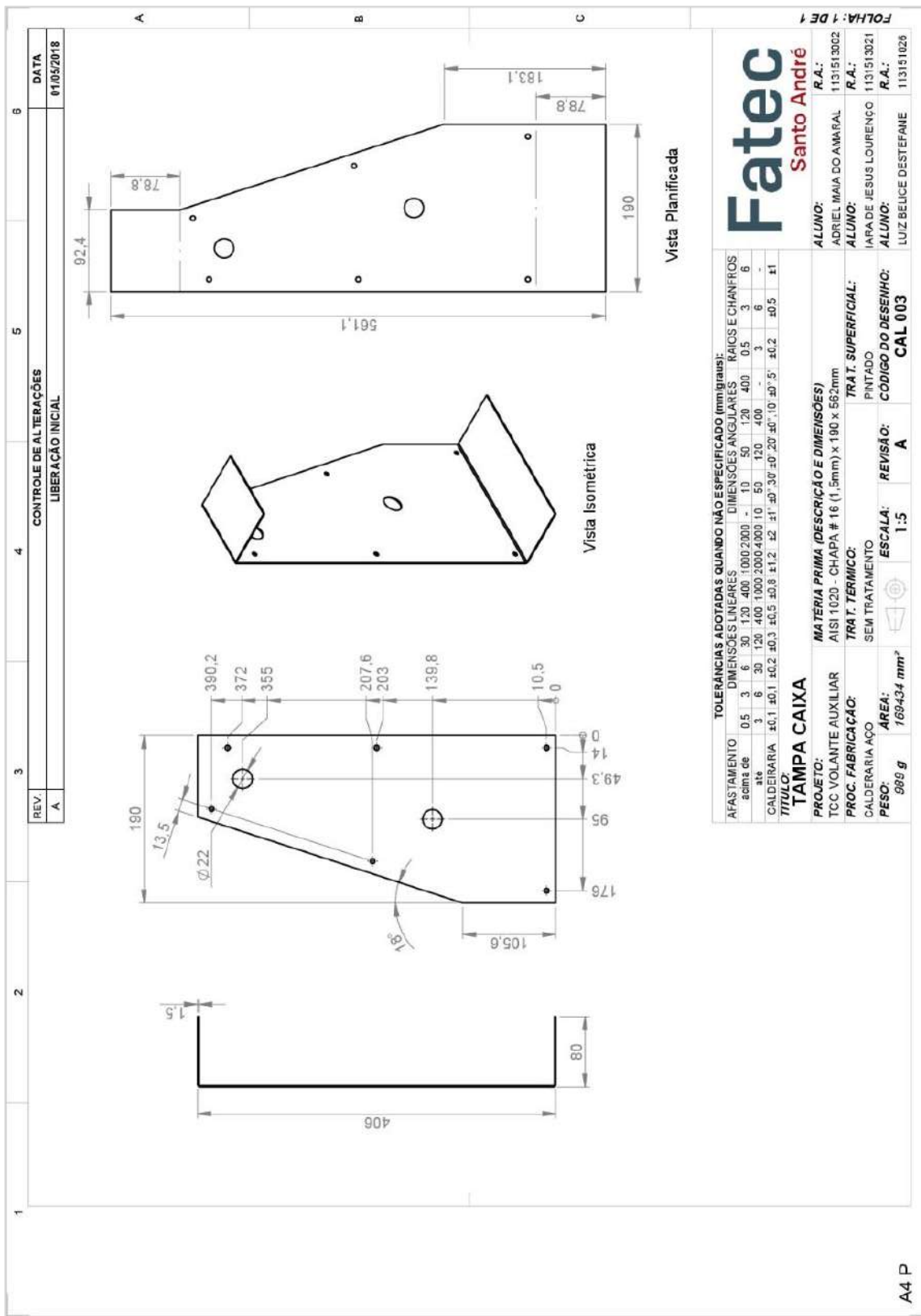
Apêndice AP – Desenho técnico de proteção inferior da engrenagem



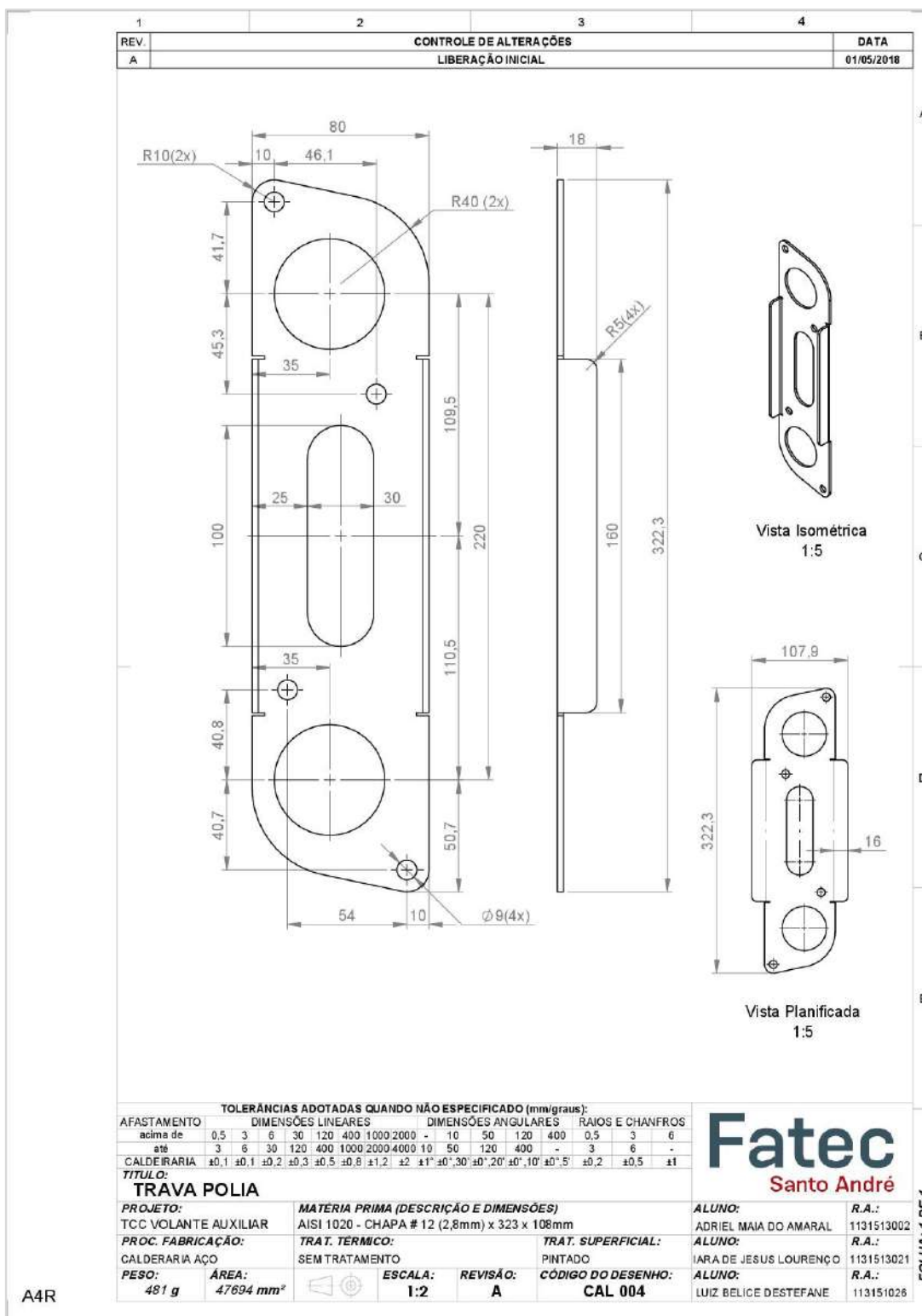
Apêndice AQ – Desenho técnico da proteção superior da engrenagem



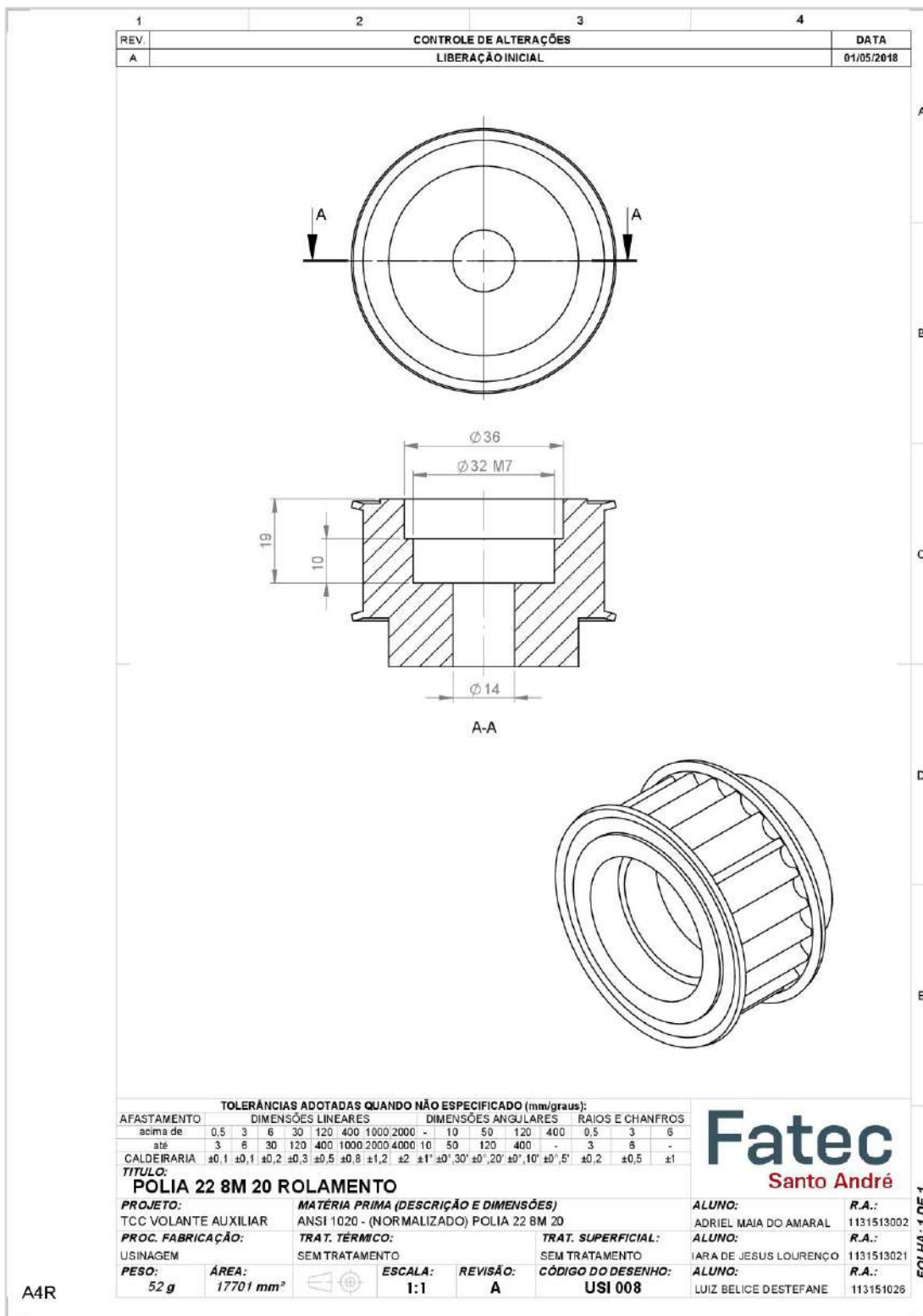
Apêndice AR – Desenho técnico da tampa da caixa



Apêndice AS – Desenho técnico da trava da polia

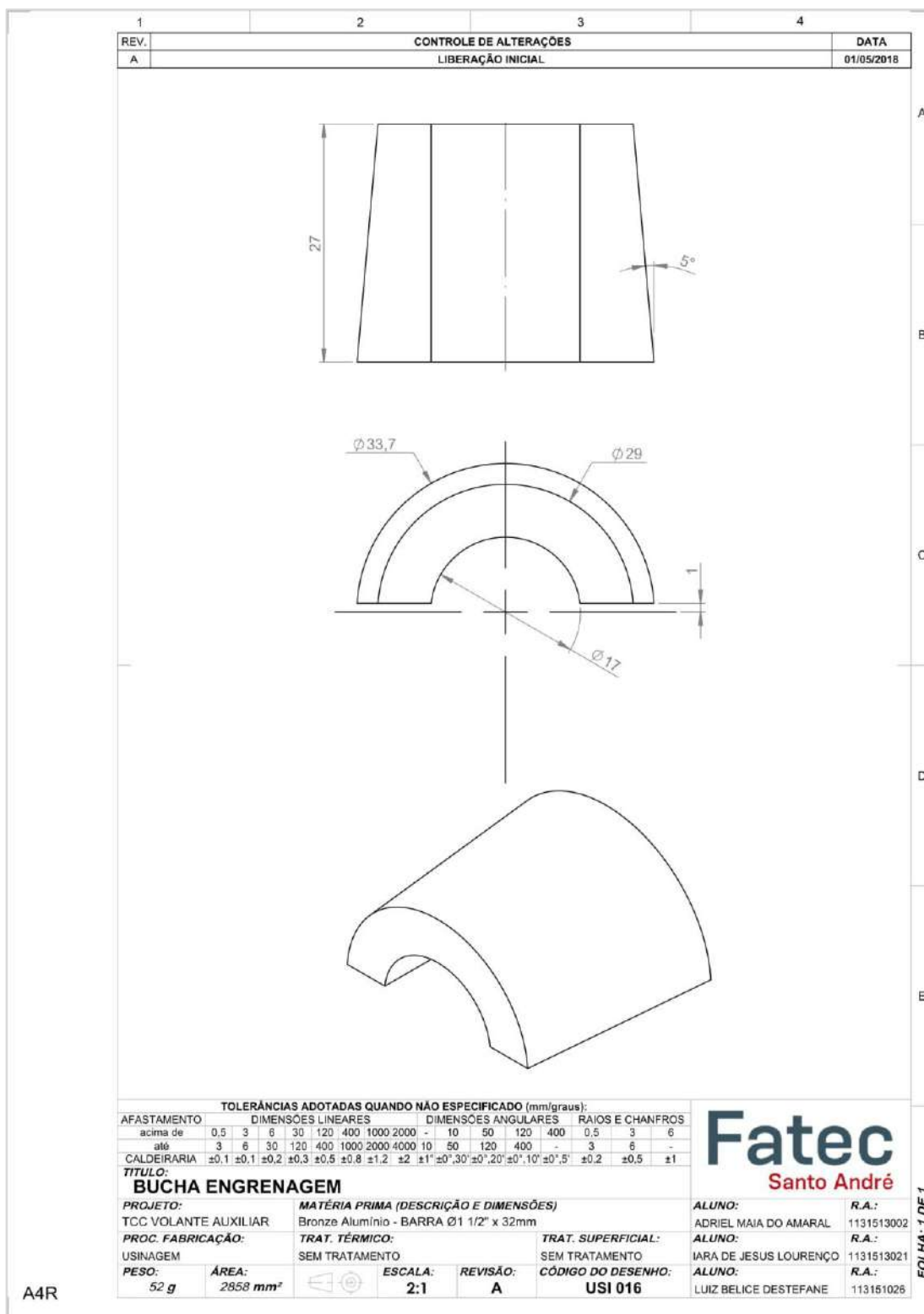


Apêndice AT – Desenho técnico da polia 22 8M 20 para rolamento

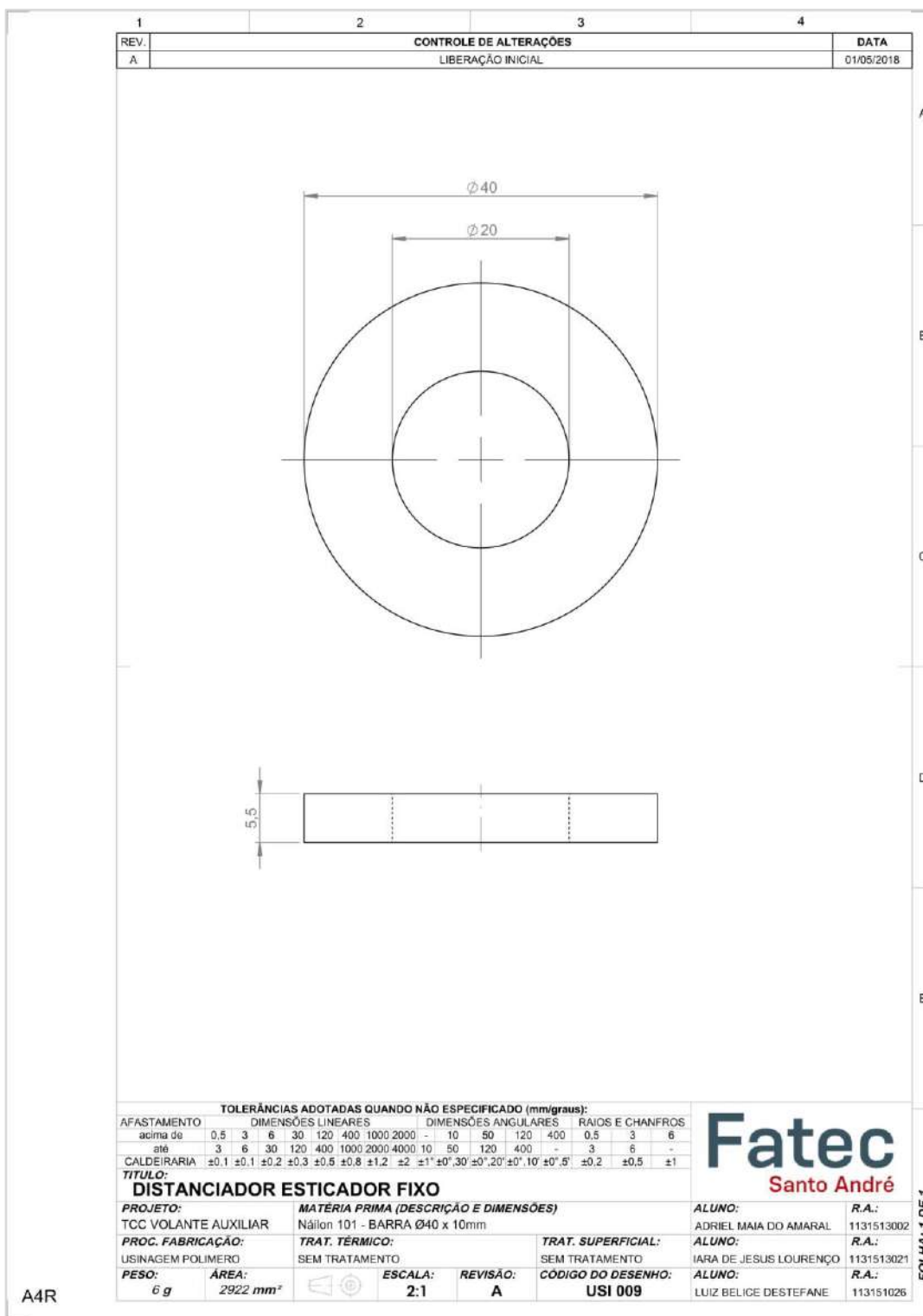


A4R

Apêndice AU – Desenho técnico da bucha da engrenagem

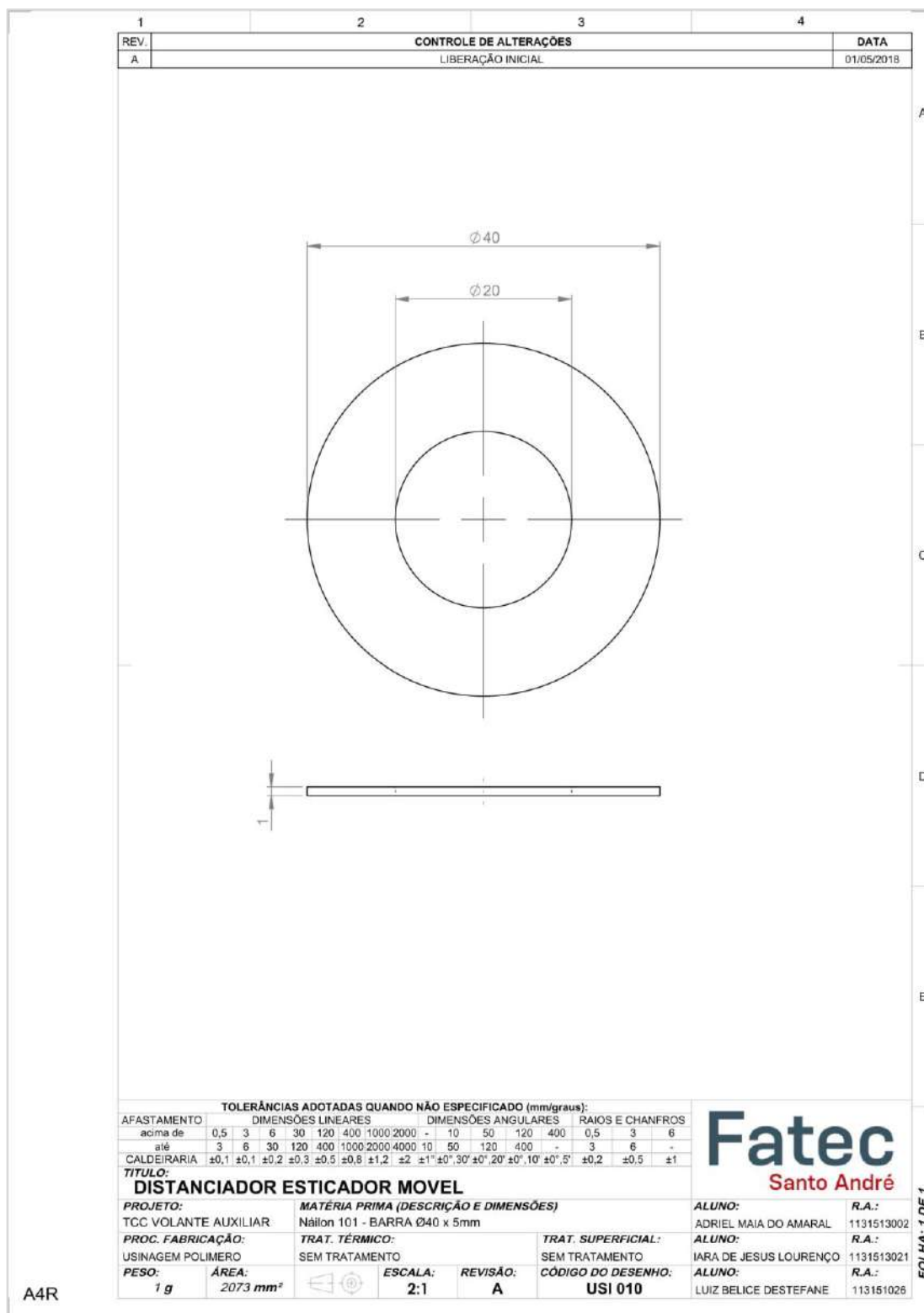


Apêndice AV – Desenho técnico do distanciador esticador fixo



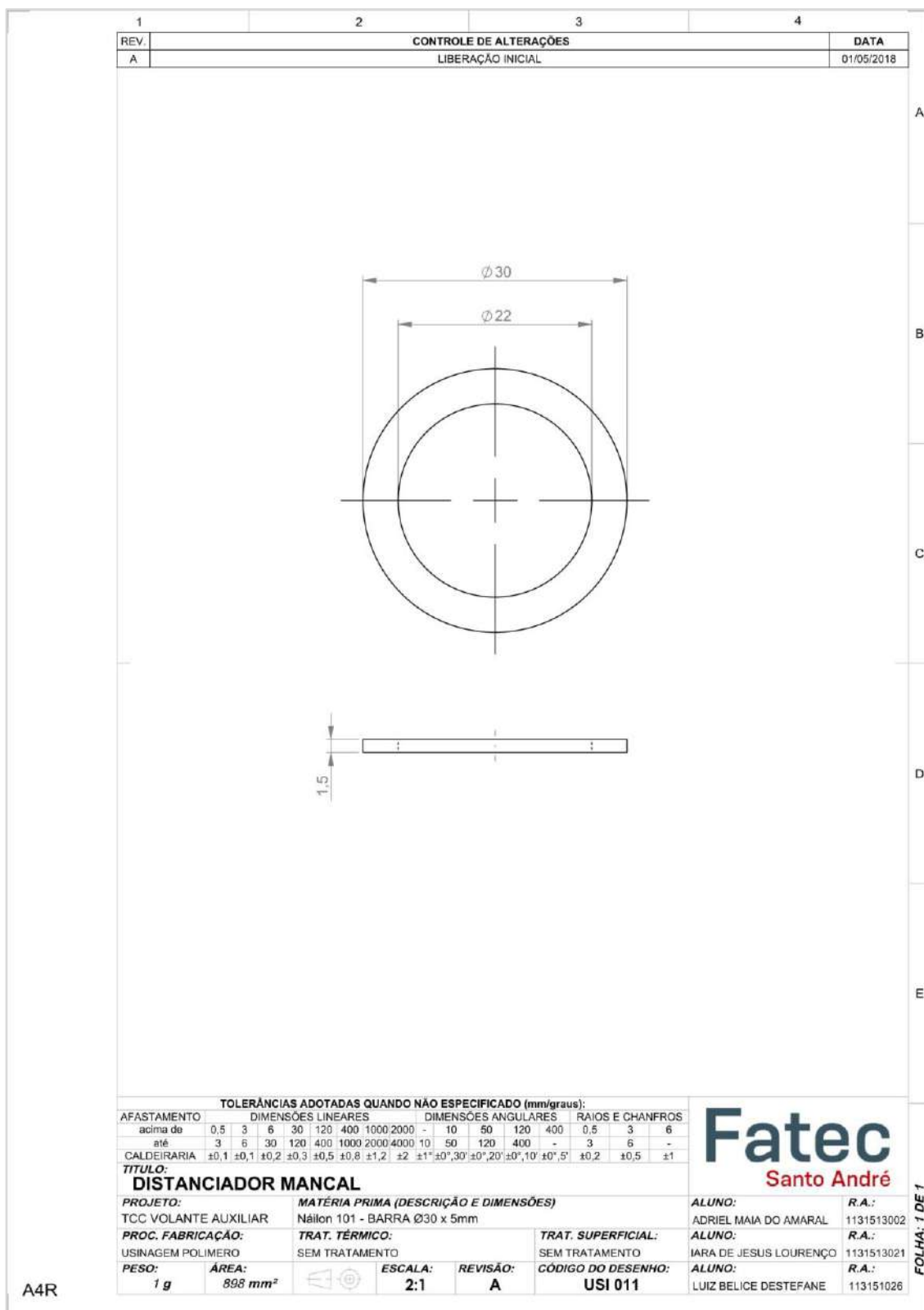
A4R

Apêndice AX – Desenho técnico do distanciador esticador móvel

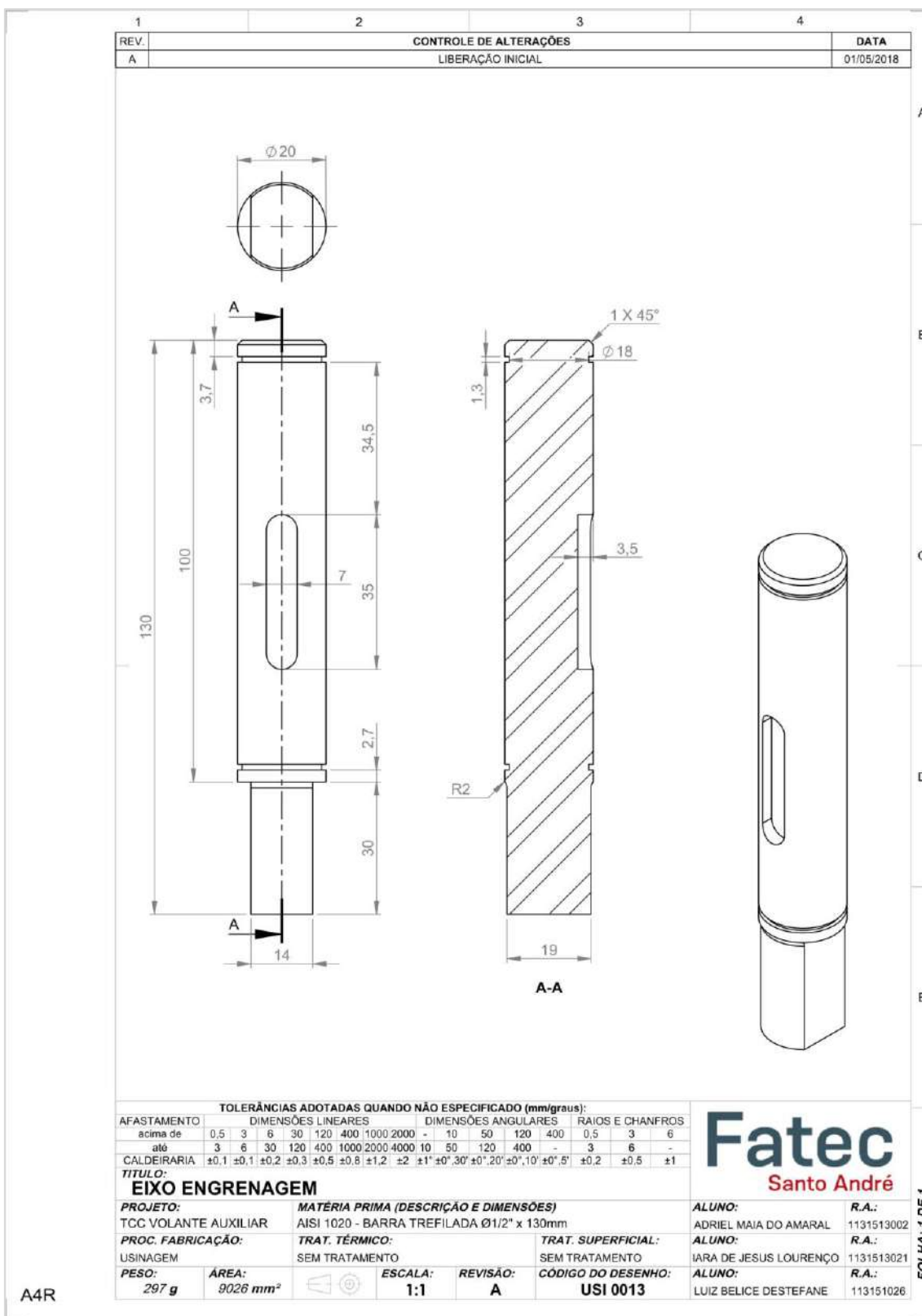


A4R

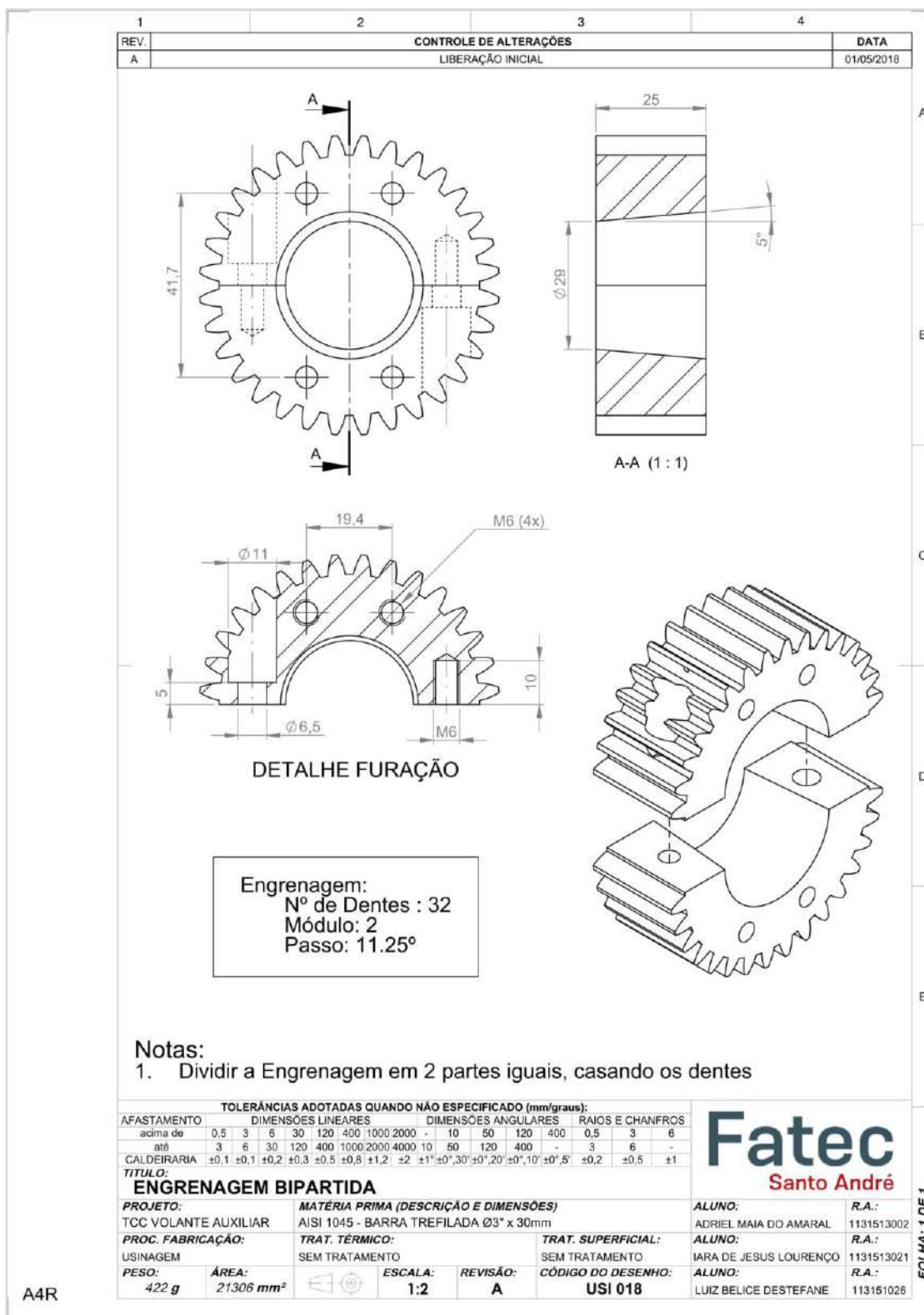
Apêndice AY – Desenho técnico do distanciador mancal



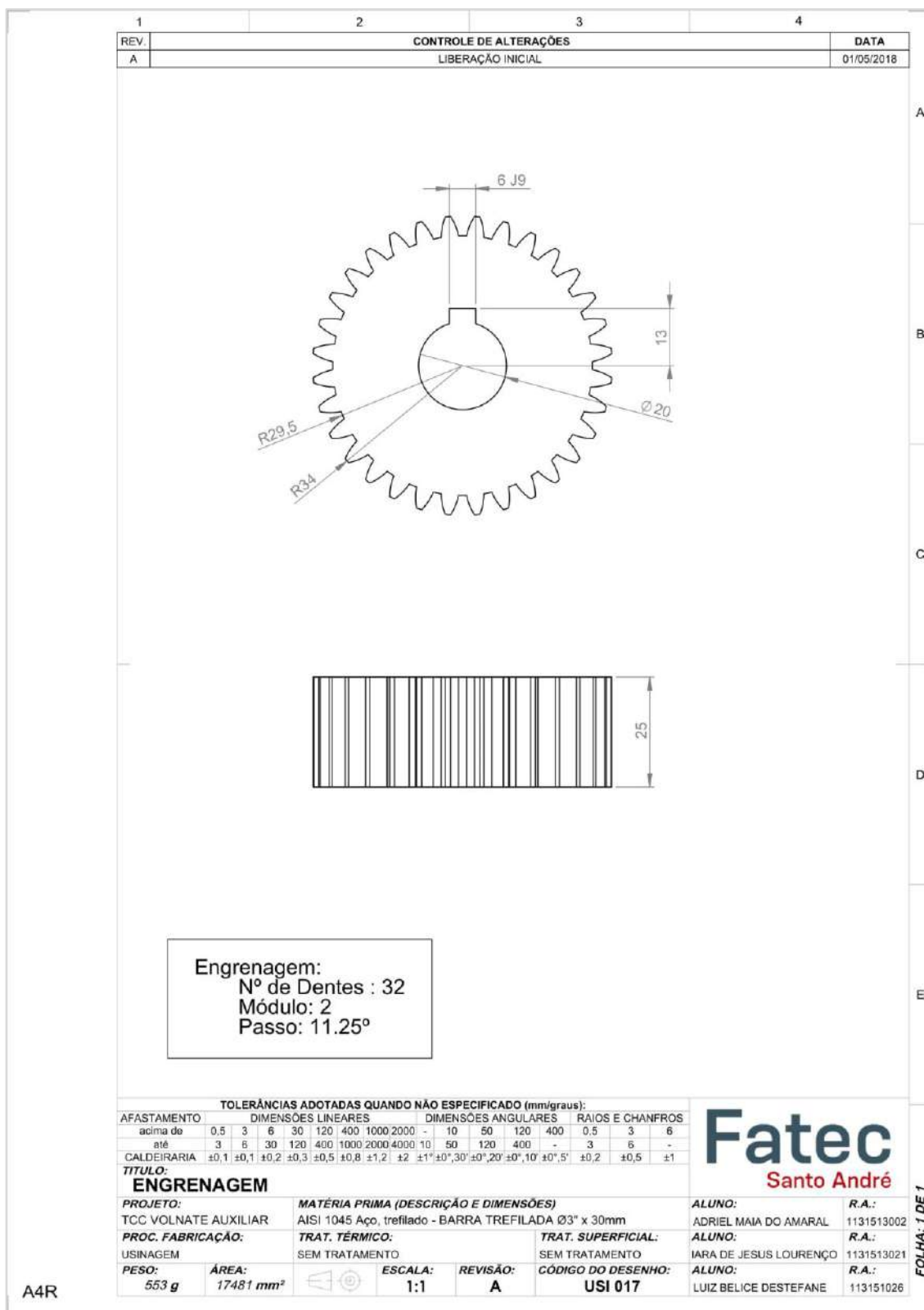
Apêndice AZ – Desenho técnico do eixo da engrenagem



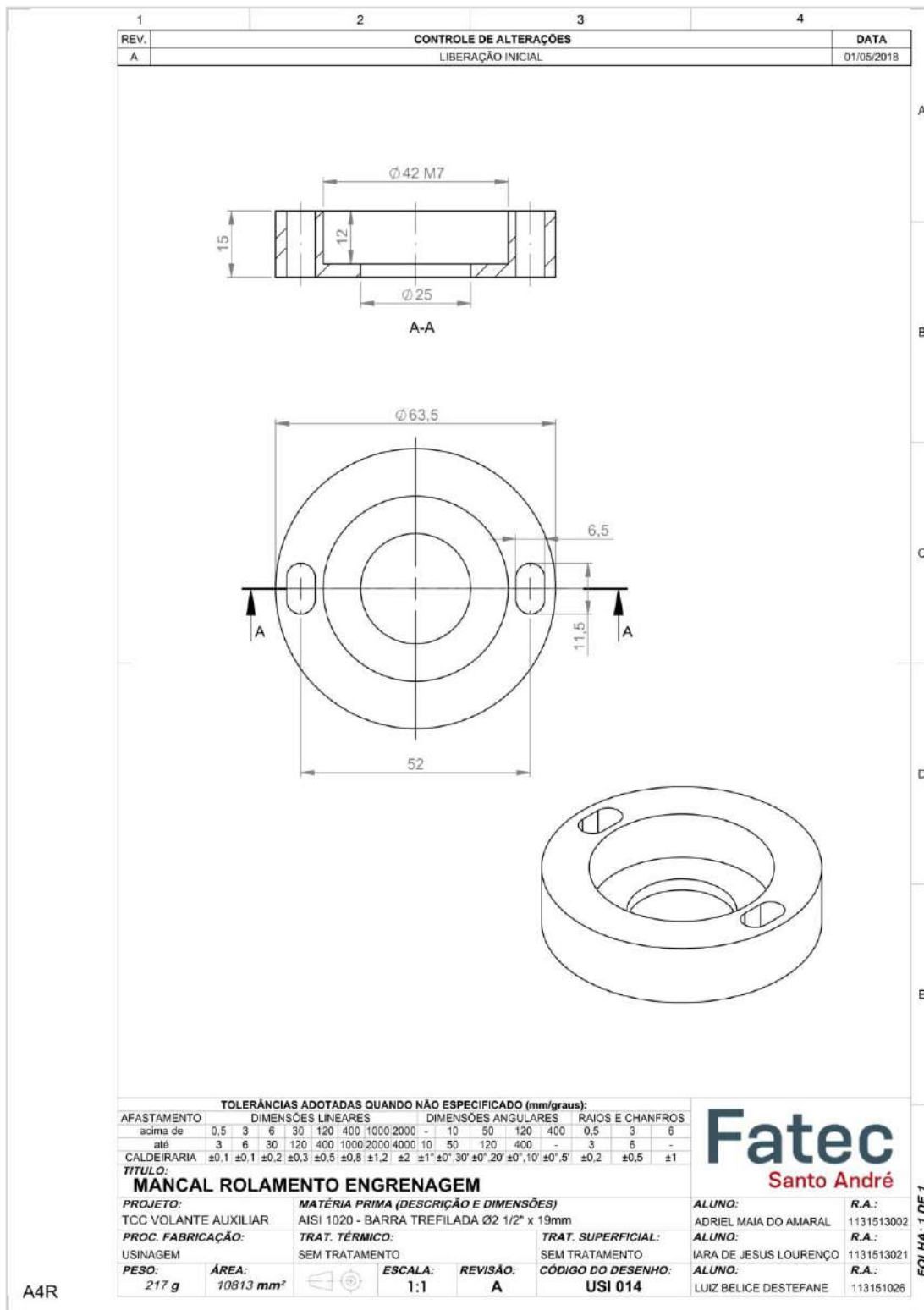
Apêndice BA – Desenho técnico da engrenagem bipartida



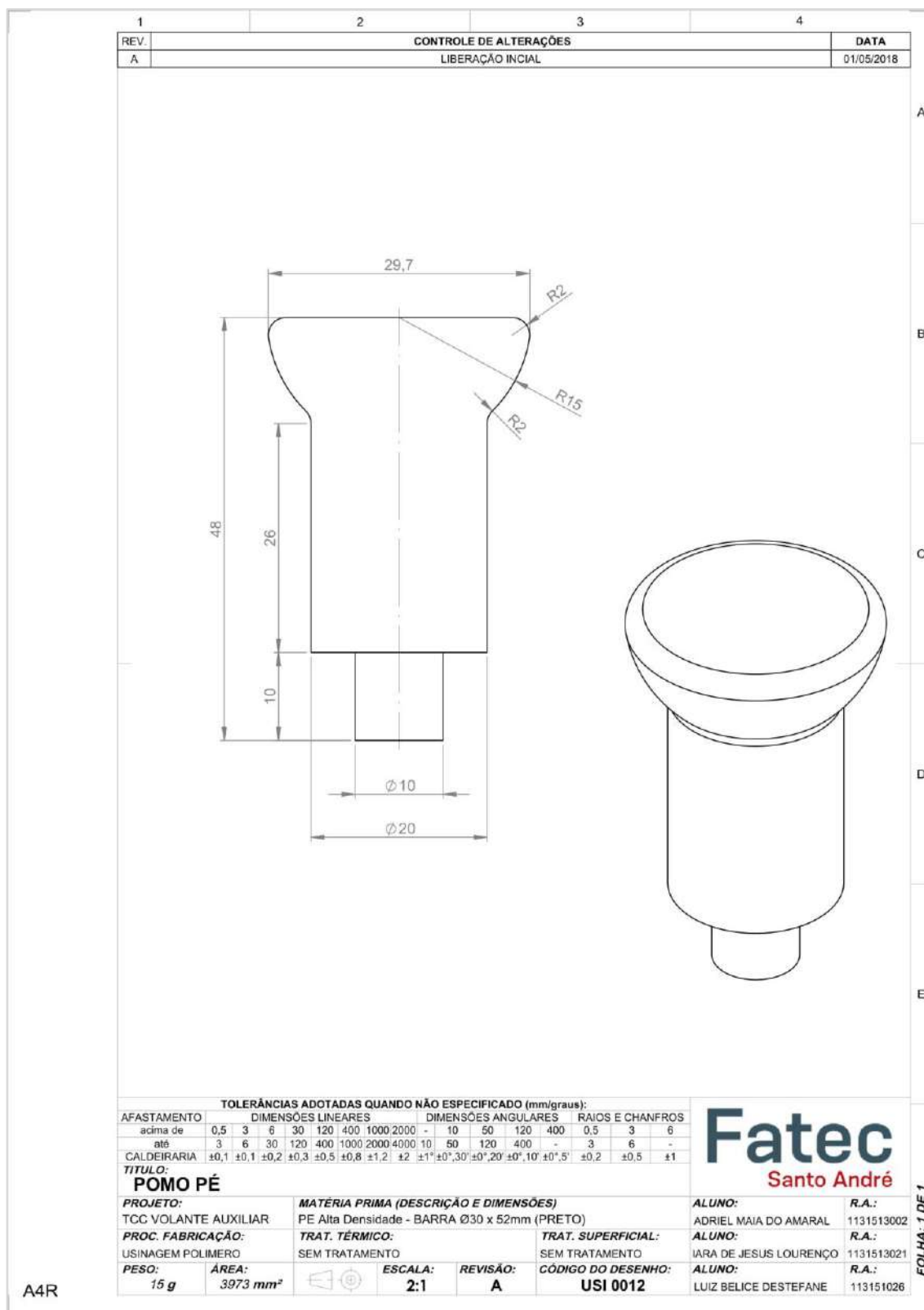
Apêndice BB – Desenho técnico da engrenagem



Apêndice BC – Desenho técnico do mancal do rolamento da engrenagem

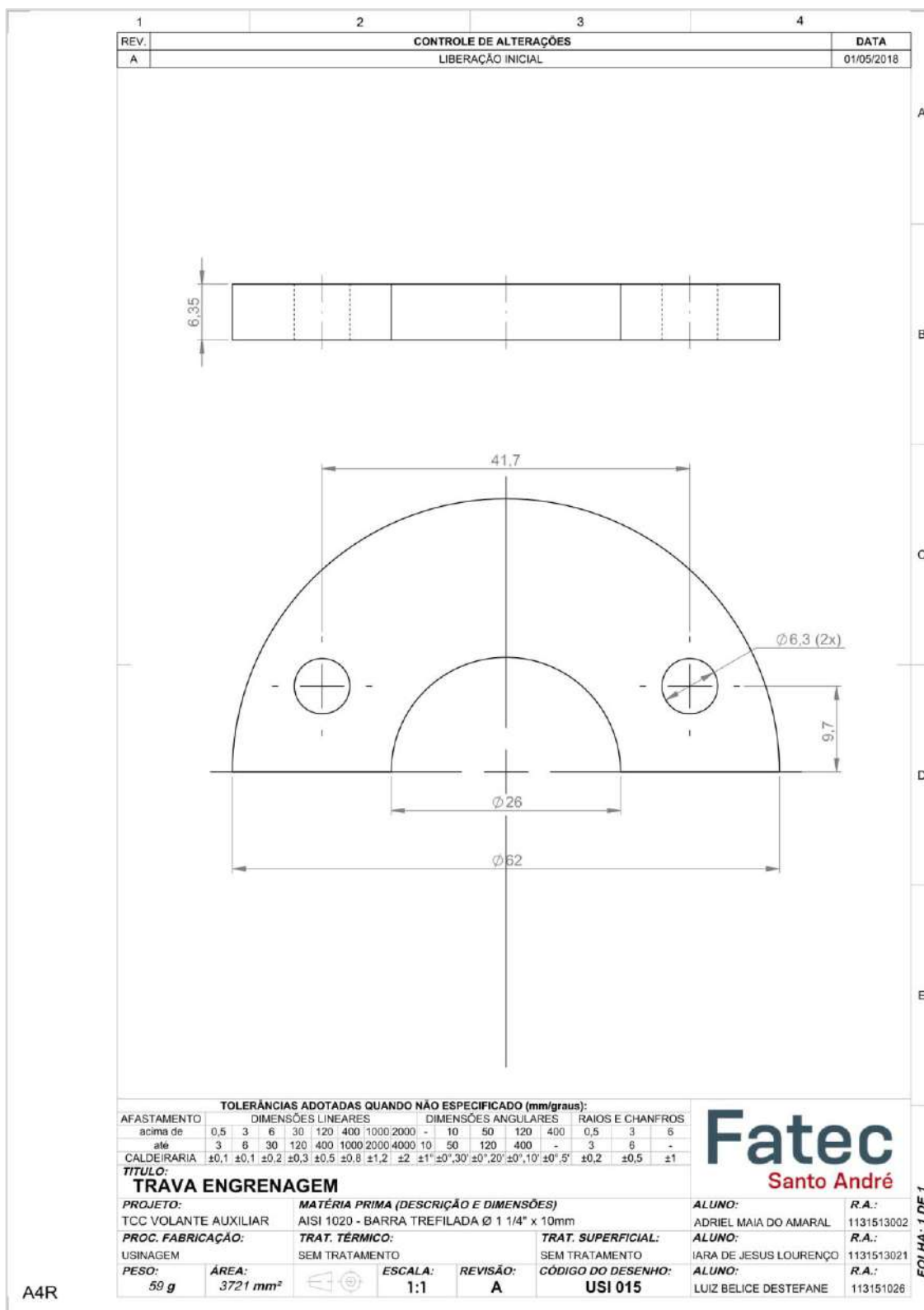


Apêndice BD – Desenho técnico do pomo do pé



A4R

Apêndice BE – Desenho técnico da trava da engrenagem



A4R

Apêndice BF – Relatório de Simulação do Fusion 360

Study Report



Analyzed File	Conjunto teste 2 v7
Version	Autodesk Fusion 360 (2.0.4126)
Creation Date	2018-05-27, 18:03:42
Author	loure

Project Properties

Title	Studies
Author	fusion

Simulation Model 1:1

Study 1 - Static Stress

Study Properties

Study Type	Static Stress
Last Modification Date	2018-05-27, 17:19:44

Settings

General

Contact Tolerance	0.1 mm
Remove Rigid Body Modes	No

Mesh

Average Element Size (% of model size)	
Solids	10
Scale Mesh Size Per Part	No
Average Element Size (absolute value)	-
Element Order	Parabolic
Create Curved Mesh Elements	Yes
Max. Turn Angle on Curves (Deg.)	60
Max. Adjacent Mesh Size Ratio	1.5
Max. Aspect Ratio	10
Minimum Element Size (% of average size)	20

Adaptive Mesh Refinement

Number of Refinement Steps	0
Results Convergence Tolerance (%)	20
Portion of Elements to Refine (%)	10
Results for Baseline Accuracy	Von Mises Stress

☐ Materials

Component	Material	Safety Factor
Eixo Direção Captiva -teste_Predeterminado:1	Steel AISI 1045 450 QT	Yield Strength
Engrenagem Reta 30 Bipartida-teste_DIN - Spur gear 2M 32T 20PA 25FW ---S32A75H50L18:1	Steel AISI 1045 225 ANLD	Yield Strength
Engrenagem Reta 30 Bipartida-teste_DIN - Spur gear 2M 32T 20PA 25FW ---S32A75H50L18:2	Steel AISI 1045 225 ANLD	Yield Strength
Bucha_Predeterminado:1	Bronze	Yield Strength
Bucha_Predeterminado:2	Bronze	Yield Strength

☐ Bronze

Density	8.47E-06 kg / mm ³
Young's Modulus	97000 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Yield Strength	140 MPa
Ultimate Tensile Strength	415 MPa
Thermal Conductivity	0.0963 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	2.09E-05 / C
Specific Heat	380 J / (kg C)

☐ Steel AISI 1045 225 ANLD

Density	7.85E-06 kg / mm ³
Young's Modulus	207000 MPa
Poisson's Ratio	0.33
Yield Strength	516 MPa
Ultimate Tensile Strength	751 MPa
Thermal Conductivity	0.0498 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	1.15E-05 / C
Specific Heat	486 J / (kg C)

☐ Steel AISI 1045 450 QT

Density	7.85E-06 kg / mm ³
Young's Modulus	207000 MPa
Poisson's Ratio	0.33
Yield Strength	1515 MPa
Ultimate Tensile Strength	1584 MPa
Thermal Conductivity	0.0498 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	1.15E-05 / C
Specific Heat	486 J / (kg C)

☐ **Contacts**

☐ **Bonded**

Name
[S] Bonded5 [Engrenagem Reta 30 Bipartida-teste_DIN - Spur gear 2M 32T 20PA 25FW --- S32A75H50L18:1] Engrenagem Reta 30 Bipartida-teste_DIN - Spur gear 2M 32T 20PA 25FW --- S32A75H50L18:2]
[S] Bonded6 [Engrenagem Reta 30 Bipartida-teste_DIN - Spur gear 2M 32T 20PA 25FW --- S32A75H50L18:1] Engrenagem Reta 30 Bipartida-teste_DIN - Spur gear 2M 32T 20PA 25FW --- S32A75H50L18:2]

☐ **Mesh**

Type	Nodes	Elements
Solids	13793	7841

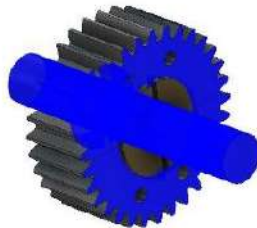
☐ **Load Case1**

☐ **Constraints**

☐ **Fixed1**

Type	Fixed
Ux	Yes
Uy	Yes
Uz	Yes

☐ **Selected Entities**



☐ **Selected Entities**

☐ **Loads**

☐ **Force1**

Type	Force
Magnitude	5300 N
X Value	-5219 N
Y Value	-920.3 N
Z Value	8.005E-12 N
Force Per Entity	No



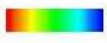
□ Results

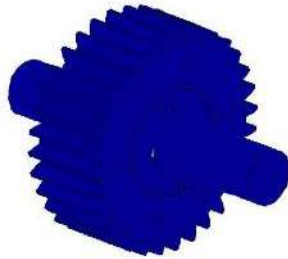
□ Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Safety Factor		
Safety Factor (Per Body)	4.137	15
Stress		
Von Mises	0 MPa	33.84 MPa
1st Principal	-6.81 MPa	25.5 MPa
3rd Principal	-32.99 MPa	2.042 MPa
Normal XX	-25.77 MPa	22.21 MPa
Normal YY	-9.935 MPa	6.302 MPa
Normal ZZ	-9.656 MPa	4.809 MPa
Shear XY	-7.068 MPa	7.741 MPa
Shear YZ	-4.573 MPa	4.272 MPa
Shear ZX	-11.12 MPa	11.87 MPa
Displacement		
Total	0 mm	0.002371 mm
X	-0.002127 mm	3.163E-05 mm
Y	-5.399E-04 mm	2.063E-04 mm
Z	-9.832E-04 mm	9.186E-04 mm
Reaction Force		
Total	0 N	529.4 N
X	-22.96 N	510.8 N
Y	-188.9 N	209.1 N
Z	-211.7 N	135.1 N
Strain		
Equivalent	0	4.6E-04
1st Principal	0	3.346E-04
3rd Principal	-4.999E-04	0
Normal XX	-2.62E-04	1.98E-04
Normal YY	-6.422E-05	5.415E-05
Normal ZZ	-1.114E-04	1.157E-04
Shear XY	-1.909E-04	2.091E-04
Shear YZ	-1.235E-04	1.154E-04
Shear ZX	-3.004E-04	3.206E-04
Contact Pressure		
Total	0 MPa	10.4 MPa
X	-2.141 MPa	7.852 MPa
Y	-7.78 MPa	7.066 MPa
Z	-9.813 MPa	8.519 MPa

☐ **Safety Factor**

☐ **Safety Factor (Per Body)**

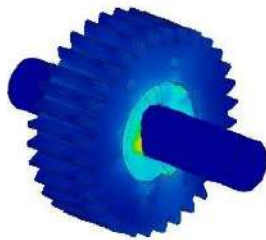
0  8




☐ **Stress**

☐ **Von Mises**

[MPa] 0  33.84



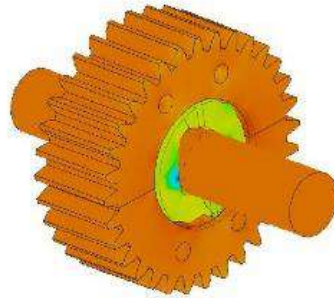
☐ **1st Principal**


[MPa] -6.81  25.5

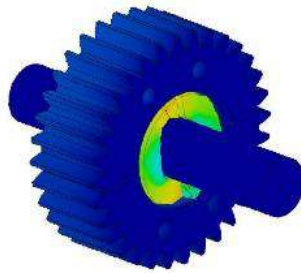


3rd Principal

[MPa] -32.99  2.04

 **Displacement** **Total**

[mm] 0  0.002371



8 Anexo A – Anexo XV da Resolução 474 CONTRAN

RESTRIÇÕES	NA CNH
Obrigatório o uso de lentes corretivas	A
Obrigatório o uso de prótese auditiva	B
Obrigatório o uso de acelerador à esquerda	C
Obrigatório o uso de veículo com transmissão automática	D
Obrigatório o uso de empunhadura / manopla / pômo no volante	E
Obrigatório o uso de veículo com direção hidráulica	F
Obrigatório o uso de veículo com embreagem manual ou com automação de embreagem ou com transmissão automática	G
Obrigatório o uso de acelerador e freio manual	H
Obrigatório o uso de adaptação dos comandos de painel ao volante	I
Obrigatório o uso de adaptação dos comandos de painel para os membros inferiores e/ou outras partes do corpo	J
Obrigatório o uso de veículo com prolongamento da alavanca de câmbio e/ou almofadas (fixas) de compensação de altura e/ou profundidade	K
Obrigatório o uso de veículo com prolongadores dos pedais e elevação do assoalho e/ou almofadas fixas de compensação de altura e/ou profundidade	L
Obrigatório o uso de motocicleta com pedal de câmbio adaptado	M
Obrigatório o uso de motocicleta com pedal do freio traseiro adaptado	N
Obrigatório o uso de motocicleta com manopla do freio dianteiro adaptada	O
Obrigatório o uso de motocicleta com manopla de embreagem adaptada	P
Obrigatório o uso de motocicleta com carro lateral ou triciclo	Q
Obrigatório o uso de motoneta com carro lateral ou triciclo	R
Obrigatório o uso de motocicleta com automação de troca de marchas	S
Vedado dirigir em rodovias e vias de trânsito rápido	T
Vedado dirigir após o pôr-do-sol	U
Outras restrições	X