



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Projeto Final

Estrutura Gravadora CNC Portátil

Miguel Ângelo Gomes Vieira

Mestrado em Engenharia Mecânica – Projeto e Produção Mecânica

ABRANTES, NOVEMBRO DE 2021



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Miguel Ângelo Gomes Vieira

Projeto Final

Mestrado em Engenharia Mecânica – Projeto e Produção Mecânica

Orientado por:

Professor Doutor Bruno Chaparro

Escola Superior de Tecnologia de Abrantes

Instituto Politécnico de Tomar

Projeto Final apresentado à Escola Superior de Tecnologia de Abrantes, do Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

RESUMO

Serve o presente relatório para apresentar o desenvolvimento, em projeto, de uma máquina portátil com a função de efetuar a marcação de símbolos, números e letras ou até mesmo o corte com recurso a um laser. A máquina foi elaborada com o objetivo de realizar essas marcações em materiais como a pedra, mas dada a versatilidade do laser, pode ser utilizada em outros materiais como madeira desde que se adapte a potência do laser ao material a processar. Os movimentos/acionamentos da máquina foram desenvolvidos para serem controlados com recurso a um comando CNC. Os movimentos serão então controlados por um sistema que interpreta um código, e executa esse código meio de movimentos ou através da realização de funções utilizando os vários componentes da máquina.

O projeto foi elaborado com recurso ao *software* de desenho *Solidworks* da *Dassault Systèmes*. Foram elaboradas as peças da máquina assim como foram realizados os desenhos de montagem e de produção.

Palavras-Chave: Projeto; *Solidworks*; CNC; Gravação Laser;

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a elaboração do projeto final, e também a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram a chegar a esta fase final do Mestrado. Agradeço com especial atenção ao Professor Doutor Bruno Chaparro por toda a ajuda dada, conhecimento técnico e objetivo, soluções apresentadas e ideias para o desenvolvimento do projeto e também pelos conhecimentos e experiências que partilhou no decorrer do Mestrado.

Quero agradecer à minha família, à minha namorada Mariana Diogo e aos meus amigos, especialmente ao André Figueira, por todo o apoio e ajuda dada no decorrer deste percurso. Era impossível chegar a esta fase sem o apoio deles, sobretudo porque me faziam acreditar que era possível mesmo quando tudo parecia não correr da melhor forma.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO DO PROJETO	10
3. O CONCEITO	11
4. MATERIAL DO PROJETO	14
4.1 Material Estrutural	14
5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	25
5.1 Desenho e componentes estruturais	25
5.2 Componentes não estruturais	32
5.2.1 Rodas para perfis estruturais de alumínio Bosch.....	32
5.2.2 Motores de passo (NEMA 17).....	33
5.2.3 Polia sincronizadora HTD 5M.....	34
5.2.4 Correia dentada HTD 5M.....	35
5.2.5 Chumaceira EFOM 05.....	36
5.2.6 Módulo Laser 30W Atomstack.....	38
6. PREVISÃO DE CUSTOS.....	39
7. CONCLUSÃO E SUGESTÕES	41
8. BIBLIOGRAFIA/WEBGRAFIA.....	42
9. ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Impressora 3D.....	11
Figura 2 - Controlos CNC (FANUC)	12
Figura 3 - Módulo de Laser	12
Figura 4 - Peso do conjunto considerando Alumínio	15
Figura 5 - Peso do conjunto considerando Aço Inoxidável.....	15
Figura 6 - Perfil escolhido para realizar as simulações (a azul)	17
Figura 7 - Peça utilizada para simulação	17
Figura 8 - Representação da malha no corpo simulado.....	21
Figura 9 - Base da máquina	26
Figura 10 - Peça esquerda - suporte de eixo superior.....	27
Figura 11 - Peça direita - suporte de eixo superior.....	28
Figura 12 - Eixo Superior da máquina.....	28
Figura 13 - Motor inferior (a azul)	29
Figura 14 - Peça móvel que suporta o motor superior e o laser	30
Figura 15 - Motor superior (a azul)	30
Figura 16 - Peça que suporta o conjunto do motor superior.....	31
Figura 17 - Suporte do laser	31
Figura 18 - Conjunto móvel do eixo superior	32
Figura 19 - Tipo de rodas utilizadas no projeto.....	33
Figura 20 - Motor de passo NEMA 17	34
Figura 21 - Polia dentada HTD 5M utilizada	35
Figura 22 - Perfil da correia HTD 5M.....	36
Figura 23 - Correia dentada HTD.....	36
Figura 24 - Veio do motor inferior (rodeado a azul)	37
Figura 25 - Chumaceira Igus Igubal EFOM 05.....	37
Figura 26 - Montagem da chumaceira Igubal EFOM 05 na máquina	37
Figura 27 - Módulo de laser de 30W	38
Figura 28 - Máquina completa.....	39

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Informação sobre a simulação	18
Tabela 2 - Propriedades da simulação	19
Tabela 3 - Unidades utilizadas na simulação.....	19
Tabela 4 - Propriedades do material utilizado	20
Tabela 5 - Fixações e cargas da simulação.....	20
Tabela 6 - Informação sobre a malha aplicada	21
Tabela 7 - Forças resultantes da Simulação	22
Tabela 8 - Resultado da simulação - Tensão	22
Tabela 9 - Resultado da simulação - Deslocamento.....	23
Tabela 10 - Resultado da simulação - Deformação	23
Tabela 11 - Resumo dos custos da máquina.....	40

SIGLAS E ABREVIATURAS

CNC	Comando Numérico Computorizado
mm	Milímetros
W	Watts
g/cm ³	Grama por Centímetro Cúbico
kg	Quilogramas
MEF	Método Elementos Finitos
m ³	Metro Cúbico
kg/m ³	Quilograma por Metro Cúbico
N	Newton
SI	Sistema Internacional de Unidades
Rad/sec	Radianos por Segundo
N/m ²	Newton por Metro Quadrado
N.m	Newton Metro
N.A.	Não Aplicável
Σ	Somatório
VON	Tensão de von Mises
URES	Deslocamento resultante
ESTRN	Deformação equivalente
Ø	Diâmetro
HTD	High Torque Drives
AC	Corrente Alternada
V	Volts
Hz	Hertz
DC	Corrente Contínua
A	Amperes
CO2	Dióxido de Carbono
€	Euros

1. INTRODUÇÃO

Este relatório surge no âmbito do curso de Mestrado em Engenharia Mecânica – Projeto e Produção e Mecânica, realizado na Escola Superior de Tecnologia de Abrantes.

Apresenta-se como a etapa final de um percurso realizado com o objetivo de complementar e aprofundar conhecimentos já adquiridos na Licenciatura, conhecer novos conceitos e aplicações práticas. Para quem já tem a componente prática mais desenvolvida, é útil para tentar fornecer uma visão mais teórica e científica ao que se aplica no dia-á-dia na rotina laboral de cada um.

A realização de um projeto final permite a aplicação de conhecimentos de várias disciplinas. Desde o estudo do projeto, onde se define os materiais a utilizar e quais as vantagens da sua utilização, a criação do esboço do projeto mesmo que realizado mentalmente, a avaliação dos problemas que podem surgir e como se podem resolver, até à análise crítica consoante o projeto se desenvolve, são aplicadas noções e conhecimentos, mesmo que de forma superficial, são adquiridas ao longo do curso, que poderão ser ou não mais eficientemente utilizadas consoante a experiência do aluno.

O relatório tem como objetivo relatar, definir e detalhar as etapas pela qual o projeto passou, o porquê de algumas escolhas terem sido feitas e, por fim, as conclusões que se retirou ao realizar o projeto e, se houver, quais as dificuldades sentidas.

Define-se projeto como uma aplicação de tempo e trabalho, seja de forma individual ou coletiva, envolvendo normalmente a aplicação de tempo, dedicação e pesquisa no desenvolvimento de uma solução para um problema conhecido ou então para melhorar, expandir ou tornar mais versátil algo já existente.

O projeto que se desenvolveu, é uma máquina que com recurso a um laser, possa realizar marcações (de símbolos, números ou letras) em materiais como a pedra. A movimentação da máquina foi idealizada tendo como base o funcionamento de uma máquina com recurso a um comando CNC, em que esse comando interpreta o código que lhe é enviado e dessa forma transmite as ordens aos componentes da máquina para que os movimentos e funções sejam realizadas.

O projeto foi realizado com recurso ao *software Solidworks* da *Dassault Systèmes*.

2. OBJETIVO DO PROJETO

O objetivo principal deste projeto é o desenvolvimento de uma máquina para realizar marcações de símbolos, letras ou números em pedra, com recurso a um laser.

Para a realização do projeto foi necessário definir algumas condições iniciais para que o projeto pudesse ir de encontro às necessidades para que foi projetado e da mesma forma, poder ser uma solução viável e acessível quando comparada com outras opções existentes no mercado.

Dessa forma definiram-se as seguintes condições:

- Estrutura rígida em perfil estrutural (*Bosch*) de Alumínio;
- Estrutura segmentada e desmontável para facilitar o seu fabrico e transporte;
- Estrutura resistente a oxidação e para utilização recorrente;
- Área útil de trabalho da máquina na ordem de 800 x 600 [mm];
- Movimentação dos eixos da máquina com recurso a correias;
- Função de corte ou marcação realizada através de um laser com uma potência de 30W;

Com as condições definidas o projeto começa a ganhar alguma forma (mesmo que mentalmente ou em esboço) e pelo menos algumas decisões terão que passar por adaptar ou tornar possível a aplicação das condições previamente definidas ao projeto para que no final todo o conjunto esteja em consonância e esteja de acordo ao definido inicialmente.

Como em qualquer projeto a ser desenvolvido é importante não só adaptar as verbas definidas para o seu desenvolvimento como tornar o projeto interessante e parte de uma solução viável. Dessa forma tentou-se sempre fazer com que o projeto fosse o mais acessível possível (considerando o valor final do mesmo), nunca comprometendo a sua viabilidade ou capacidade de executar aquilo para que estava a ser desenvolvido.

3. O CONCEITO

A máquina desenvolvida teve como base a construção, funcionamento e princípios das impressoras 3D (Figura 1). Por sua vez o controlo do operador relativamente aos movimentos e utilização das funções da máquina baseou-se no mesmo conceito das máquinas com recurso a um CNC (Controlo Numérico Computorizado), podendo observar-se um exemplo na Figura 2. Uma CNC é uma máquina que executa as suas funções e movimentos com base nas ordens que um computador interpreta através do código (Código G) gerado ou criado pelo utilizador ou por programas utilizados para esse efeito. O Código G é um código padronizado capaz de ordenar a uma máquina industrial que possua capacidade de interpretar esse código, que execute movimentos ou ative ou desative funções na máquina. O Código G foi padronizado devido à necessidade que as empresas industriais tinham para poderem controlar as máquinas de forma mais simples e semelhante/padronizada em qualquer parte do mundo. Apesar de haver linguagens de programação CNC diferentes e de vários desenvolvedores, todas possuem a mesma base e essa base é o Código G.



Figura 1 - Impressora 3D



Figura 2 - Controlos CNC (FANUC)

Baseada na construção das impressoras 3D, optou-se por criar uma máquina cuja estrutura fosse versátil e permitisse o deslocamento do módulo de laser (Figura 3) em 2 eixos com as características dinâmicas adequadas. Esses 2 eixos, x e y, podem ser facilmente vistos como sendo o movimento do módulo de laser tanto no sentido do comprimento da máquina como no sentido da largura da máquina.



Figura 3 - Módulo de Laser

A grande diferença de uma impressora 3D para a máquina a projetar remete para o objetivo final que se pretende com cada uma das máquinas e as implicações em termos de velocidades e acelerações. A impressora 3D possui recursos e componentes que permitem a criação de uma peça através da deposição de material em camadas, enquanto o objetivo que se pretende é uma máquina que ao invés de depositar material, tenha a capacidade de o marcar (criando símbolos, números ou letras) através da remoção de material, ou idealmente, capaz de cortar e ao mesmo tempo marcar com recurso a um laser com uma potência de 30W, em que seja possível controlar a potência do laser não só para tornar a máquina mais versátil, permitindo a utilização de vários materiais em vez de ser só pedra, como também mais eficiente na utilização de energia consoante o trabalho que tem que fazer.

4. MATERIAL DO PROJETO

O material escolhido para a execução do projeto resulta de uma tentativa de compromisso entre a fiabilidade estrutural da máquina, a resistência ao ambiente agressivo em irá trabalhar, e ao mesmo tempo uma escolha das peças mais acessíveis e fáceis de encontrar.

4.1 Material Estrutural

A estrutura base do projeto foi feita com perfil de alumínio estrutural *Bosch* 45 x 45 [mm] que costuma ser comumente encontrado no mercado a preços acessíveis.

Poder-se-ia ter utilizado outros materiais em vez do Alumínio, tal como o Aço ou mesmo Aço Inoxidável, mas isso iria dificultar o projeto seja em necessidades de proteção à oxidação adicionais ou implicaria um preço inabarcável. A adoção dos perfis alumínio *standard* permite também a utilização de um conjunto de acessórios disponíveis para este tipo de perfil.

Um fator que também justifica a escolha do Alumínio é o seu peso, dado que se pretende que a máquina seja fácil de transportar. O Alumínio possui uma densidade de $2,7 \text{ g/cm}^3$ enquanto o Aço possui uma densidade de $7,85 \text{ g/cm}^3$. Os valores referidos anteriormente da densidade de ambos os materiais, foram obtidos através da tabela presente no anexo H do presente relatório. Considerando os valores indicados pelo *Solidworks* no que diz respeito às propriedades da massa do conjunto, em alumínio o conjunto pesa aproximadamente 9,96kg (Figura 4), e se se considerasse o mesmo conjunto em Aço, o mesmo apresentaria um peso aproximado de 27,69kg (Figura 5), logo a estrutura pesaria cerca de 2,79 vezes mais.

Mass = 9.96 kilograms

Volume = 0 cubic meters

Surface area = 3035264.78 square millimeters

Center of mass: (millimeters)
X = 699.66
Y = 160.03
Z = 1513.53

Principal axes of inertia and principal moments of inertia: (kilograms * square
Taken at the center of mass.
lx = (1, -0.01, 0) Px = 780515.47
ly = (0, 0, -1) Py = 1140304.61
lz = (0.01, 1, 0) Pz = 1851573.16

Moments of inertia: (kilograms * square millimeters)
Taken at the center of mass and aligned with the output coordinate system.
Lxx = 780613.06 Lxy = -10071.1 Lxz = 1003.47
Lyx = -10071.1 Lyy = 1851474.05 Lyz = -1778.56
Lzx = 1003.47 Lzy = -1778.56 Lzz = 1140306.12

Moments of inertia: (kilograms * square millimeters)
Taken at the output coordinate system.
lxx = 23840227.15 lxy = 1104582.7 lxz = 10543002.17
lyx = 1104582.7 lyy = 29529426.66 lyz = 2409462.85
lzx = 10543002.17 lzy = 2409462.85 lzz = 6268547.84

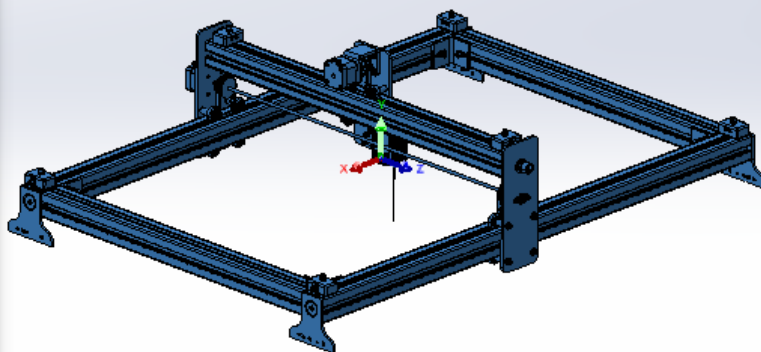


Figura 4 - Peso do conjunto considerando Alumínio

Mass = 27.69 kilograms

Volume = 0 cubic meters

Surface area = 3028340.65 square millimeters

Center of mass: (millimeters)
X = 700.84
Y = 156.98
Z = 1515.3

Principal axes of inertia and principal moments of inertia: (kilograms * square
Taken at the center of mass.
lx = (1, -0.01, 0) Px = 2159691.69
ly = (0, 0, -1) Py = 3237646.59
lz = (0.01, 1, 0) Pz = 5218701.36

Moments of inertia: (kilograms * square millimeters)
Taken at the center of mass and aligned with the output coordinate system.
Lxx = 2159905.59 Lxy = -25512.25 Lxz = 1073.22
Lyx = -25512.25 Lyy = 5218485.08 Lyz = -2638.95
Lzx = 1073.22 Lzy = -2638.95 Lzz = 3237648.97

Moments of inertia: (kilograms * square millimeters)
Taken at the output coordinate system.
lxx = 66428904.91 lxy = 3021193.32 lxz = 29410390.37
lyx = 3021193.32 lyy = 82407110.15 lyz = 6584714.35
lzx = 29410390.37 lzy = 6584714.35 lzz = 17522129.67

Help Print... Copy to Clipboard

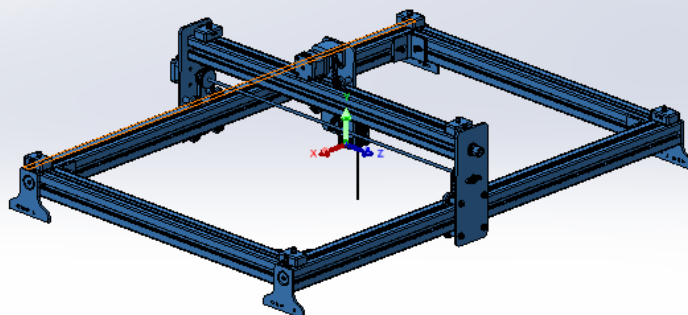


Figura 5 - Peso do conjunto considerando Aço Inoxidável

Relativamente à resistência à oxidação da estrutura, uma das coisas que se pretende é uma máquina que tenha capacidade para trabalhar num ambiente exterior desprotegido, embora sem incidência de água ou outros líquidos diretamente, mas que tenha a capacidade de resistir à corrosão. Neste aspeto, por exemplo o Aço inoxidável apresenta um comportamento melhor na medida em que tem tendência para não oxidar. No entanto o Alumínio, ao sofrer de oxidação cria uma camada na sua superfície que se designa por Alumina, que protege as camadas inferiores do Alumínio prevenindo que essas camadas se comecem a deteriorar. Logo o Alumínio apesar de oxidar, não diminui a fiabilidade da estrutura podendo também optar-se por ele para a estrutura do projeto.

Outra questão que se tem que ter em conta quando se projeta algo, é a resistência do material escolhido às forças que nele atuam quando a máquina está em funcionamento ou em repouso. Para isso optou-se por escolher o componente que pode apresentar uma maior probabilidade de ceder ou que possa estar sujeito a uma maior carga com o peso da estrutura e fez-se simulações recorrendo ao Método dos Elementos Finitos (MEF), utilizando para isso o *software Solidworks* na tentativa de justificar a escolha correta da geometria/material para se obter uma resistência estrutural da máquina adequada.

A Figura 6, mostra a azul, o componente que se submeteu a análises de simulação através de MEF.

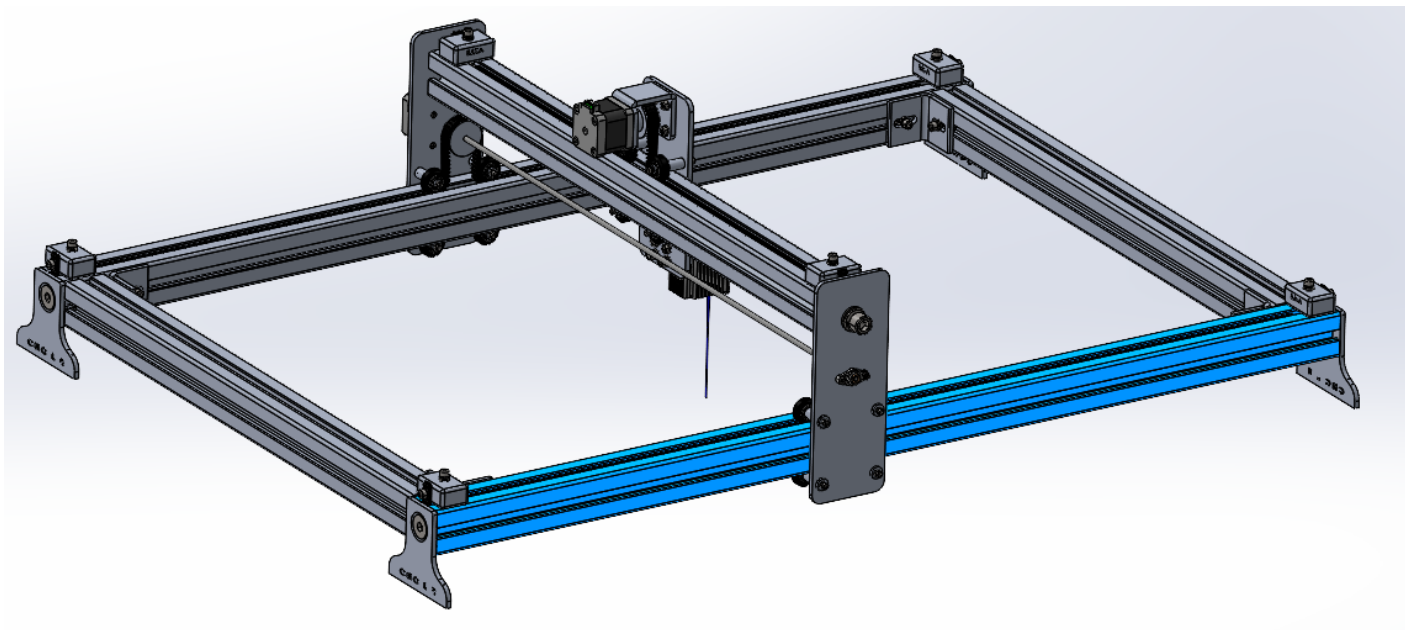


Figura 6 - Perfil escolhido para realizar as simulações (a azul)

O objetivo das simulações numéricas é permitir ao projetista observar como o componente, conjunto ou montagem se comporta perante a aplicação de forças aplicadas em cada um dos componentes ou conjuntos e com isso prever se o comportamento é aceitável. Permite também verificar se se encontra dentro dos limites de segurança definidos e se são necessárias alterações para melhorar o seu comportamento ou até mesmo para evitar que se sobredimensione.

A figura seguinte (Figura 7) mostra o componente que foi sujeito à simulação. Neste caso o componente é uma peça estrutural base que irá suportar os componentes superiores da máquina. Esta peça é um perfil *Bosch* 45 x 45 [mm] em Alumínio.

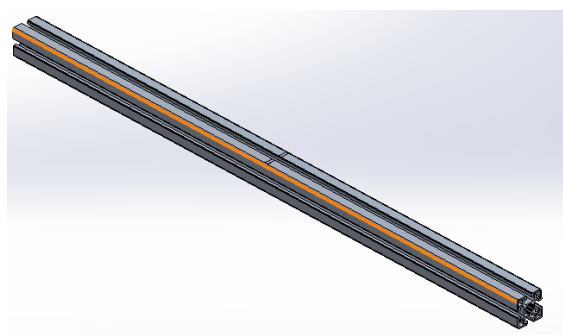


Figura 7 - Peça utilizada para simulação

Apresenta-se de seguida as informações obtidas através do relatório da simulação efetuada na peça, assim como apoios escolhidos para efetuar a simulação, carga e local de aplicação de forças e respetivo comportamento do componente.

Tabela 1 - Informação sobre a simulação

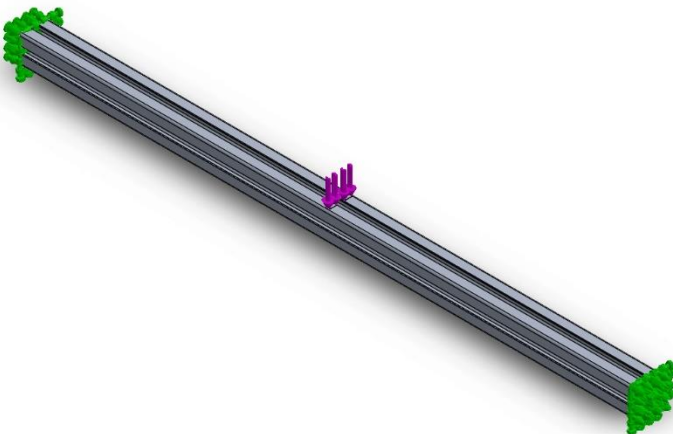
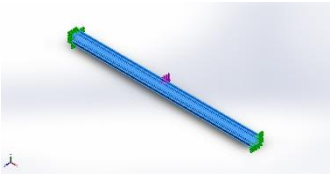
 Nome do modelo: CNC L E - 1000-001 versão simulação_v2 Configuração Atual: Padrão			
Corpos Sólidos			
Nome do Documento e Referência	Tratado Como	Propriedades Volumétricas	Caminho do Documento / Data da Modificação
Boss-Extrude3 	Corpo Sólido	Massa:1,99146 kg Volume:0,000737577 m³ Densidade:2 700 kg/m³ Peso:19,5163 N	C:\Users\andre\Desktop\Simulação Miguel\CNC L E - 1000-001 versão simulação_v2.SLDPRT Nov 11 21:51:47 2021

Tabela 2 - Propriedades da simulação

Nome do Estudo	Estático 1
Tipo de Análise	Estático
Tipo de Malha	Malha Sólida
Efeito Térmico	Ligado
Opção Térmica	Inclui Cargas de Temperatura
Temperatura de Deformação Zero	298 Kelvin
Incluir Efeitos de Pressão de Fluido do SOLIDWORKS Flow Simulation	Desligado
Tipo de Solucionador	FFEPlus
Efeito ao Plano	Desligado
Molas Suaves	Desligado
Alívio Inercial	Desligado
Opções de Ligação Incompatíveis	Automático
Grande Deslocamento	Desligado
Cálculo das Forças do Corpo Livre	Ligado
Fricção	Desligado
Uso de Método Adaptativo	Desligado

Tabela 3 - Unidades utilizadas na simulação

Sistema de Unidades:	SI (MKS)
Comprimento / Deslocamento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidade Angular	Rad/sec
Pressão / Tensão	N/m ²

Tabela 4 - Propriedades do material utilizado

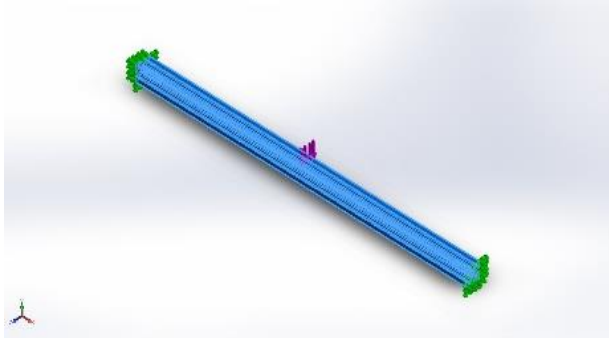
Modelo de Referência	Propriedades	
	Nome:	1060 Alloy (Aluminum)
	Tipo de modelo:	Isotrópico Linear Elástico
	Critério de Falha Padrão:	Tensão Máxima de Von Mises
	Tensão Limite Elástico:	2,75742e+07 N/m ²
	Resistência à Tração:	6,89356e+07 N/m ²
	Módulo Elástico:	6,9e+10 N/m ²
	Coefficiente de Poisson:	0,33
	Densidade de Massa:	2 700 kg/m ³
	Módulo de Corte:	2,7e+10 N/m ²
	Coefficiente de Expansão Térmica:	2,4e-05 /Kelvin

Tabela 5 - Fixações e cargas da simulação

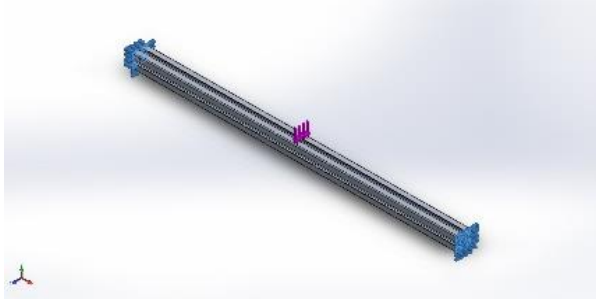
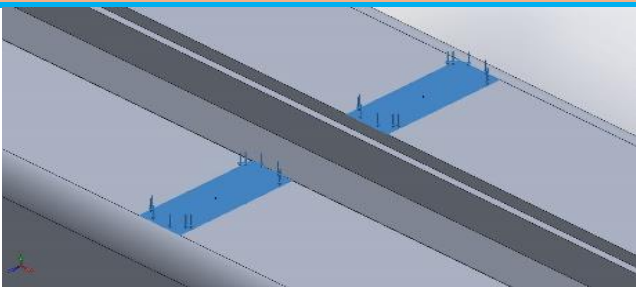
Nome da Fixação	Representação da Fixação	Detalhes da Fixação
Fixed-1		Entidades: 2 faces Tipo: Geometria Fixa
Forças Resultantes		
Componentes		Resultante
Força de Reação (N)		97,9978
Momento da Reação (N/m)		0
X		0,0125299
Y		97,9978
Z		0,000108447
Resultante		97,9978
X		0
Y		0
Z		0
Resultante		0
Nome da Carga	Representação da Carga	Detalhes da Carga
Force-1		Entidades: 2 faces Tipo: Força Normal Aplicada Valor: 98 N

Tabela 6 - Informação sobre a malha aplicada

Tipo de Malha	Malha Sólida
Malha Utilizada	Malha Baseada na Curvatura
Pontos Jacobianos para Malha de Alta Qualidade	16 Pontos
Tamanho Máximo do Elemento	2 mm
Tamanho Mínimo do Elemento	0,4 mm
Qualidade da Malha	Alta

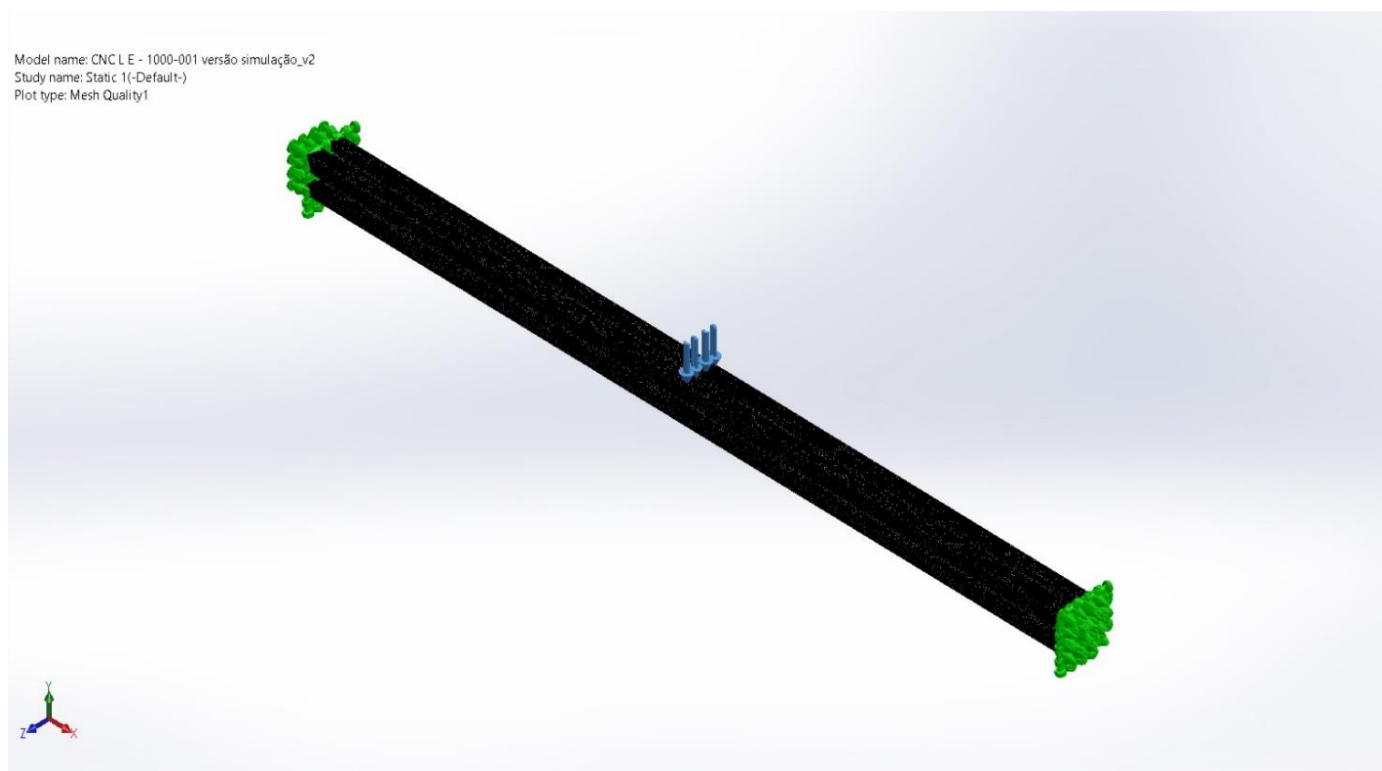


Figura 8 - Representação da malha no corpo simulado

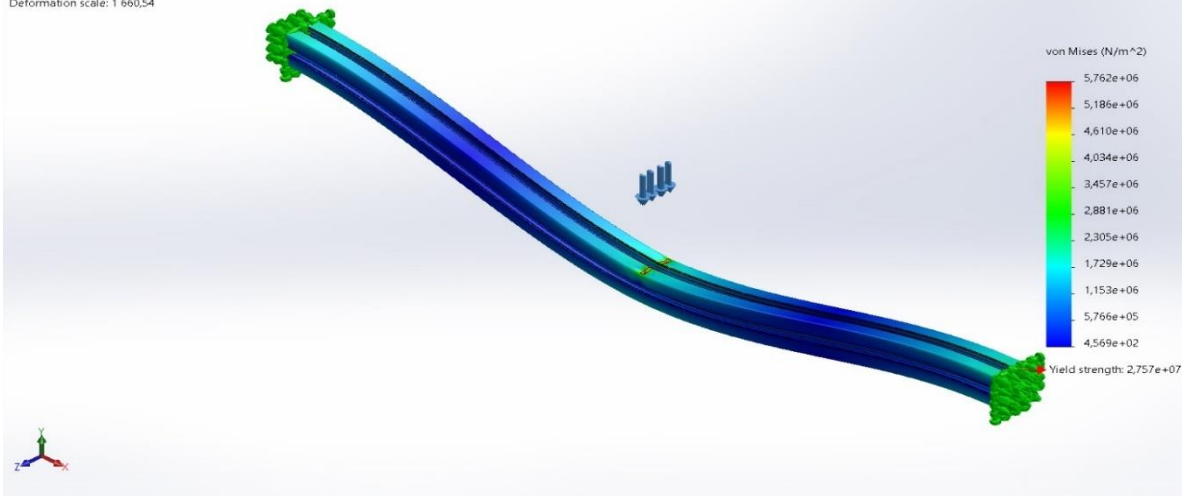
Tabela 7 - Forças resultantes da Simulação

Forças Resultantes					
Forças de Reação					
Seleção	Unidades	ΣX	ΣY	ΣZ	Resultante
Modelo Inteiro	N	0,0125299	97,9978	0,000108447	97,9978
Momentos de Reação					
Seleção	Unidades	ΣX	ΣY	ΣZ	Resultante
Modelo Inteiro	N.m	0	0	0	0
Forças de Corpo Livre					
Seleção	Unidades	ΣX	ΣY	ΣZ	Resultante
Modelo Inteiro	N	0,095091	0,84969	-0,114098	0,862574
Momentos de Corpo Livre					
Seleção	Unidades	ΣX	ΣY	ΣZ	Resultante
Modelo Inteiro	N.m	0	0	0	0

Tabela 8 - Resultado da simulação - Tensão

Nome	Tipo	Mínimo	Máximo
Stress1	VON: von Mises Stress	4,569e+02N/m ² Node: 413947	5,762e+06N/m ² Node: 1091586

Model name: CNC L E - 1000-001 versão simulação_v2
Study name: Static 1(-Default-)
Plot type: Static nodal stress Stress1
Deformation scale: 1 660,54



CNC L E - 1000-001 versão simulação_v2-Static 1-Stress-Stress1

Tabela 9 - Resultado da simulação - Deslocamento

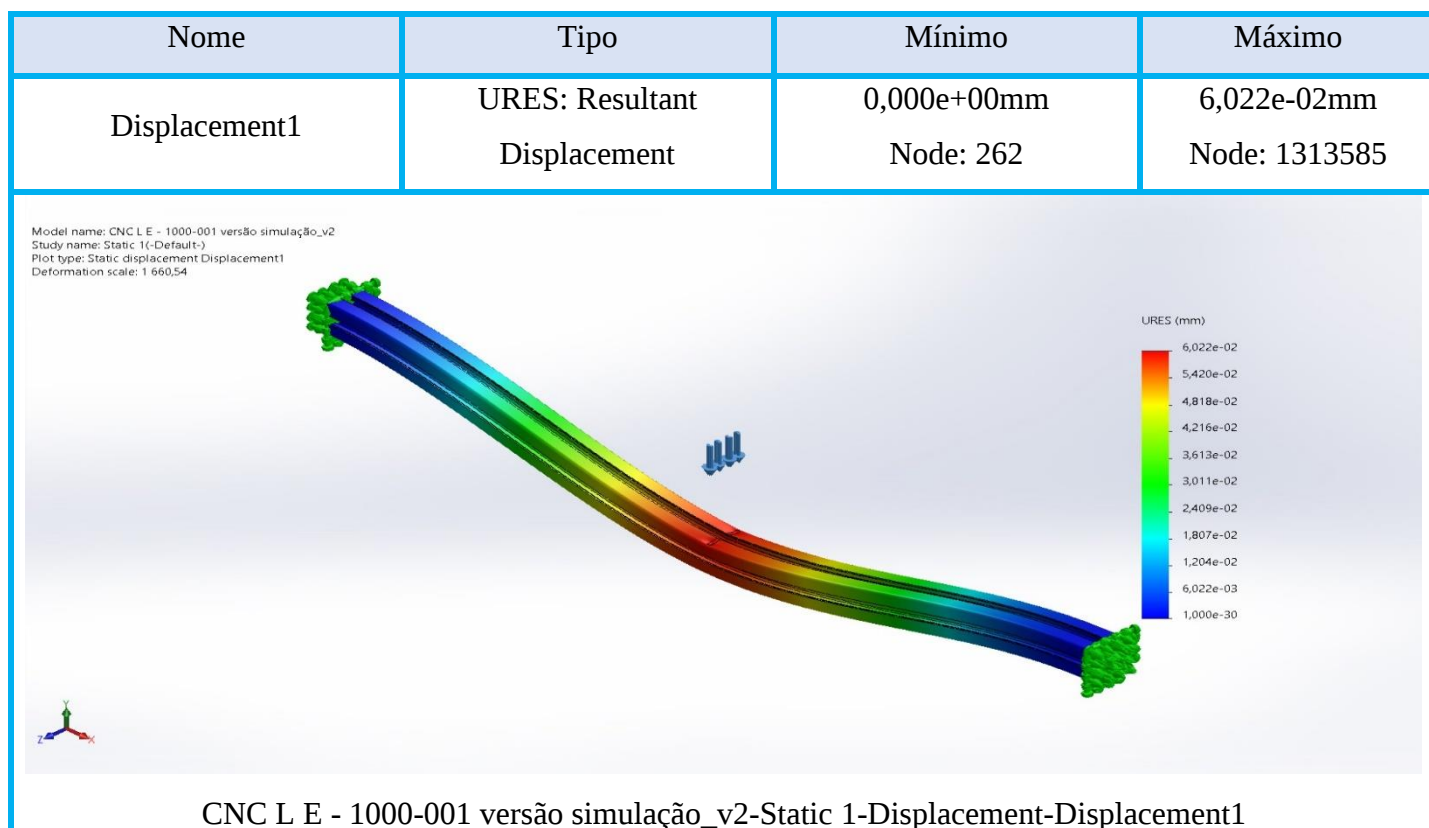
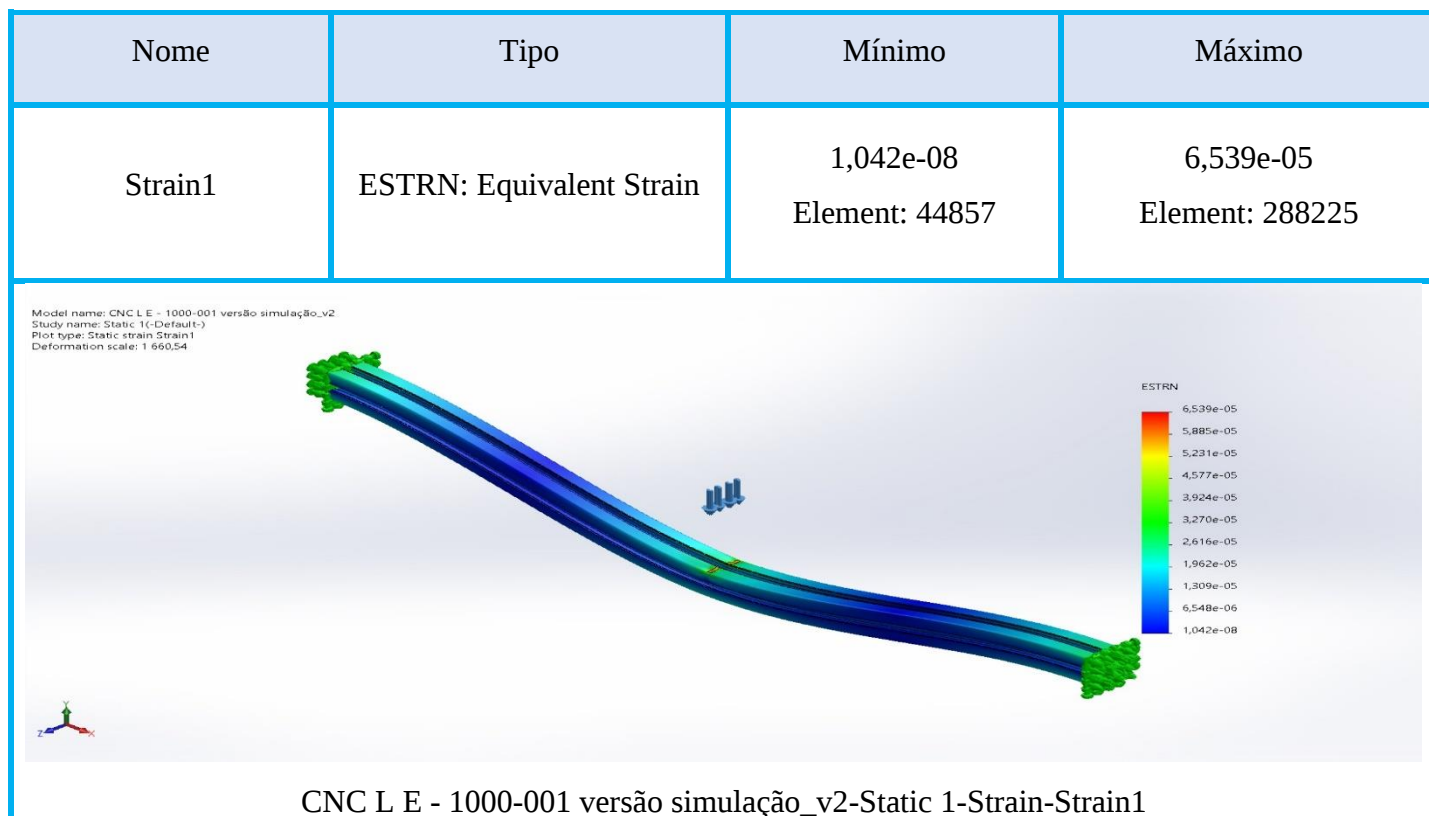


Tabela 10 - Resultado da simulação - Deformação



Com a simulação efetuada na peça escolhida, definidos os parâmetros de simulação tendo em conta as possíveis solicitações a que poderá ter de resistir, a peça comportou-se de forma segura, aguentando perfeitamente a solicitação definida.

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

5.1 Desenho e componentes estruturais

Após serem consideradas todas as opções de materiais disponíveis para elaborar o projeto e de se terem escolhidos os materiais mais adequados, procedeu-se então ao desenho dos componentes e dos desenhos de montagem e para produção.

Apresenta-se de seguida um resumo de alguns componentes da máquina, na sua maioria estruturais e a razão da sua utilização na máquina. No final deste relatório, nos anexos A e B, apresentam-se todos os desenhos 2D do projeto, sejam as peças individuais como os desenhos de conjunto, respetivamente. Através dos desenhos 2D é possível definir todas as peças estruturais da máquina assim como a sua montagem entre si (assembly) e permite ainda informar sobre as quantidades necessárias de cada uma das peças representadas.

Grande parte da máquina é formada por perfil estrutural Bosch sendo uma solução adequada ao que se pretende sendo ainda relativamente fácil de encontrar comercialmente. Estes tipos de perfis oferecem ainda a vantagem de terem vários acessórios que facilitam a montagem de outros componentes.

Começou-se por criar a base da estrutura da máquina, que é composta por um aro feito em perfis estruturais *Bosch* quadrados 45 x 45 [mm]. Unem-se entre si com recurso a uma chapa em forma de L com espessura de 5mm e parafusaria adequada à fixação entre os perfis, assim como porcas próprias e compatíveis para fixarem os componentes ao perfil *Bosch* utilizado, formando no final um aro que tem as dimensões necessárias para a área útil de trabalho previamente definida. Pretende-se que a máquina tenha uma área útil de trabalho na ordem dos 800 x 600 [mm]. A base da máquina é ainda composta por quatro bases feitas com recurso a uma chapa com espessura de 5mm que garantem a estabilidade da máquina em superfícies planas, que são fixadas na estrutura com recurso a parafusos. A escolha dos parafusos, em qualquer parte da máquina, foi feita tendo sempre em conta a mobilidade e segurança da máquina assim como do seu operador, nunca prejudicando os movimentos da máquina enquanto ela executa as suas funções.

A parafusaria escolhida para a máquina é de aço inoxidável, embora seja mais dispendiosa que outras opções existentes no mercado traz a vantagem da durabilidade. Sendo uma máquina desmontável e que pode estar sujeita à corrosão ao trabalhar em

locais no exterior ou em sítios onde possa existir muita humidade no ar, convém escolher componentes que ofereçam segurança contra a corrosão, principalmente tendo em conta que são componentes que fazem parte da estrutura da máquina e da fixação de outros componentes que a completam. Deve também ser utilizada uma massa de montagem (por exemplo massa cobreada) para evitar que os elementos de fixação se agarrem uns aos outros ou danifiquem as roscas.

A Figura 9 pretende mostrar a base montada com todos os componentes já referidos anteriormente.

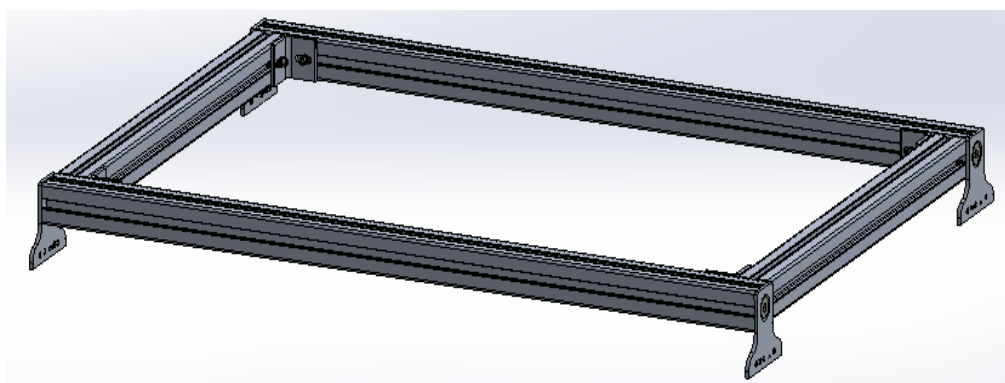


Figura 9 - Base da máquina

Tendo a base sido projetada, o foco agora passava por projetar todos os componentes superiores da máquina. Começou-se então por se projetar dois componentes (Figura 10 e 11) que conseguissem suportar um eixo superior (Figura 12), que iria suportar o laser e permitir que ele se mova ao longo desse eixo superior, e ao mesmo tempo o objetivo era que esses dois componentes fossem móveis nas guias da máquina. Dessa forma era possível criar dois graus de liberdade no laser, um em que apenas se move ao longo do eixo superior (direita e esquerda) e outro em que se move nos eixos inferiores (frente e trás). Entende-se por guias as ranhuras que existem nos perfis estruturas *Bosch*.

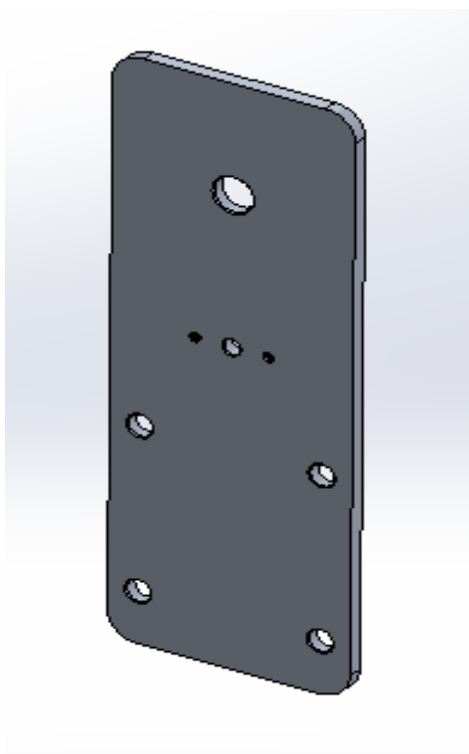


Figura 10 - Peça esquerda - suporte de eixo superior

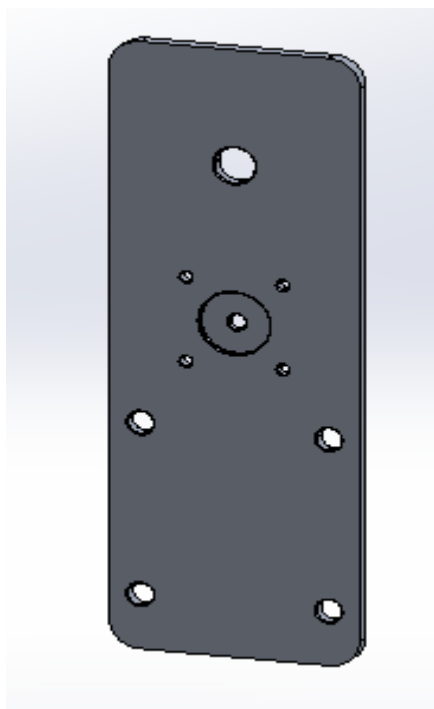


Figura 11 - Peça direita - suporte de eixo superior

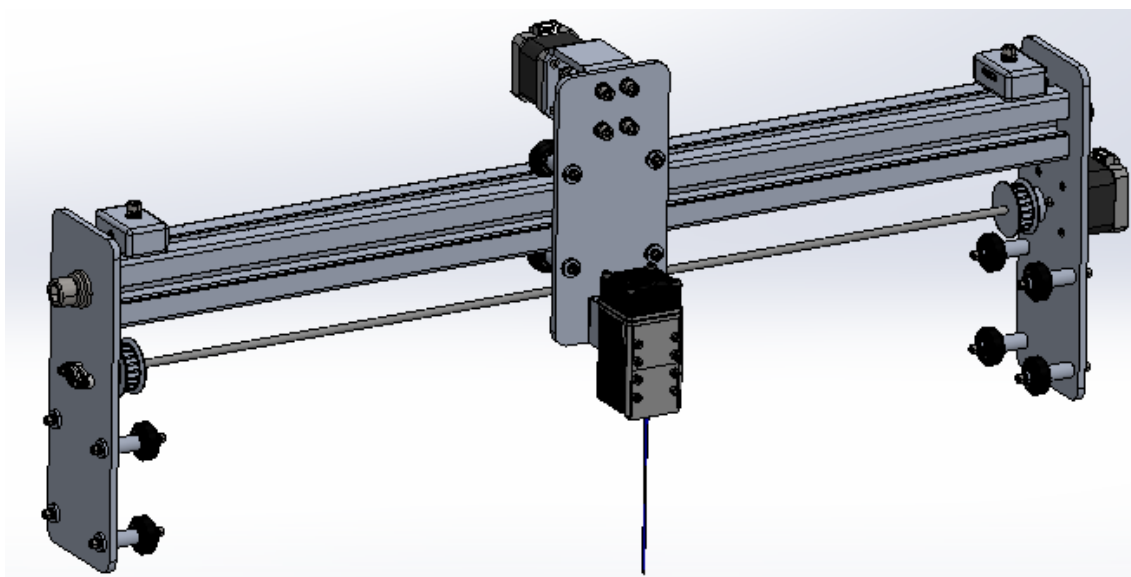


Figura 12 - Eixo Superior da máquina

Os dois componentes que suportam o eixo superior têm que oferecer estabilidade ao laser, daí se ter optado por uma chapa de espessura de 5mm em alumínio para o seu fabrico. Para além da estabilidade que se pretende obter, importava ainda que fossem capazes de suportar outros elementos da máquina, como o motor (Figura 13) responsável

pela movimentação, assim como permitissem a instalação de rodas capazes de suportar o conjunto superior da máquina e que ao ser compatíveis com o perfil escolhido para a estrutura, fossem capazes de garantir a realizar das operações programadas com a precisão exigida.

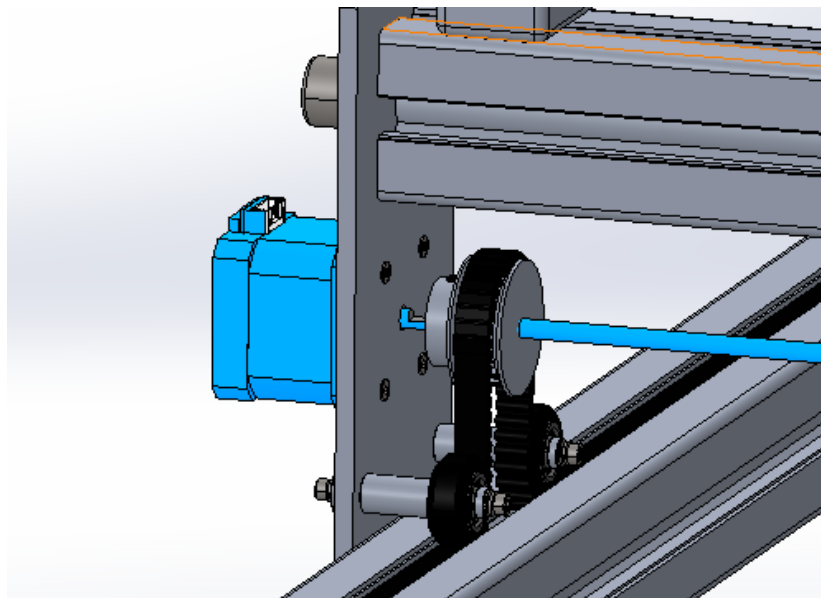


Figura 13 - Motor inferior (a azul)

De forma idêntica foi necessário projetar uma peça (Figura 14) que suportasse o laser. Esta peça também construída em chapa de Alumínio com espessura 5mm, tem também a função de suportar as rodas que deslizam no eixo superior, com recurso ao motor superior (Figura 15), e que dessa forma faz com que seja possível o laser deslocar-se.

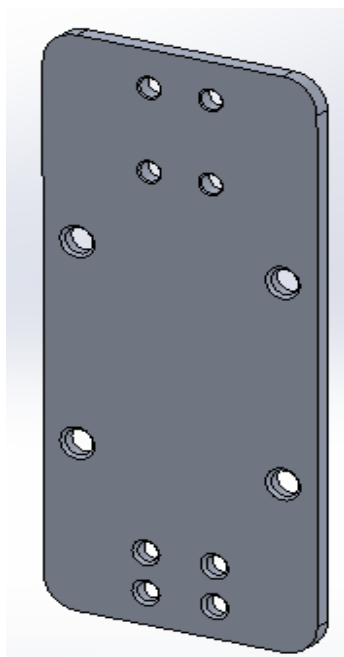


Figura 14 - Peça móvel que suporta o motor superior e o laser

O motor superior (Figura 15) é suportado por uma chapa de Alumínio de 5mm que suporta o motor e os seus componentes e que é fixada na peça representada pela Figura 14. Essa chapa referida acima, que está ilustrada na Figura 16, está colocada no lado oposto ao laser com o intuito de equilibrar o peso do eixo superior e com isso facilitar a movimentação de todo o conjunto superior ao longo do eixo inferior (deslocamento frente-trás).

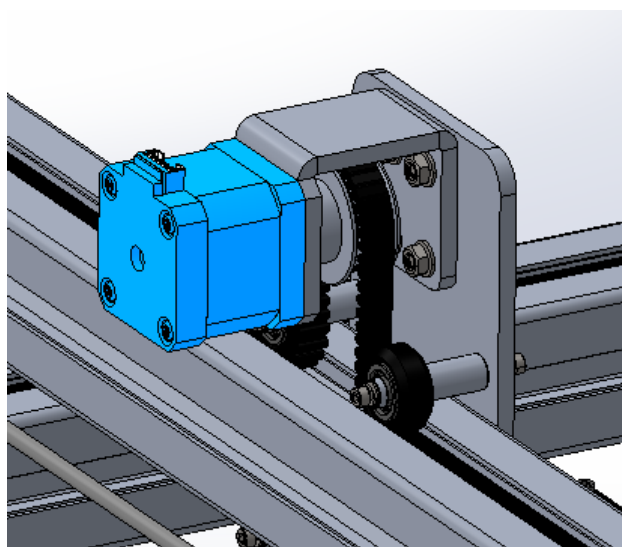


Figura 15 - Motor superior (a azul)

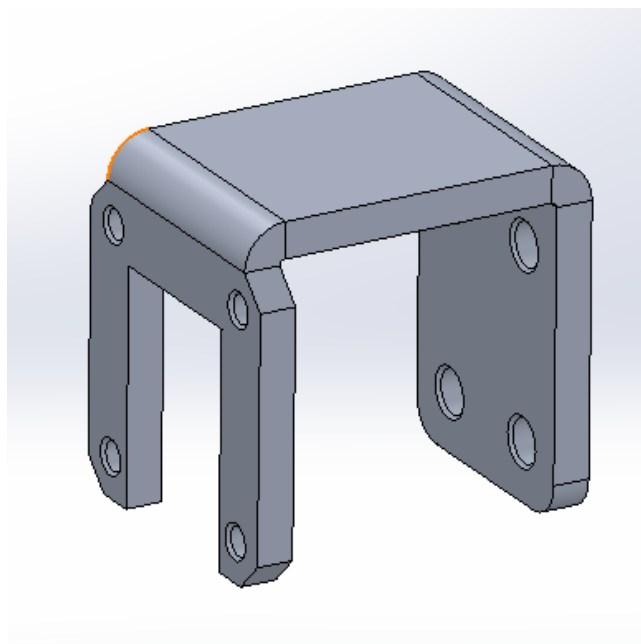


Figura 16 - Peça que suporta o conjunto do motor superior

Foi ainda necessário desenhar um componente (Figura 17) que tivesse a função de suportar o laser na sua movimentação, e ao mesmo tempo que permitisse a fixação do laser no conjunto superior, mais propriamente no componente referido anteriormente e ilustrado pela Figura 14.

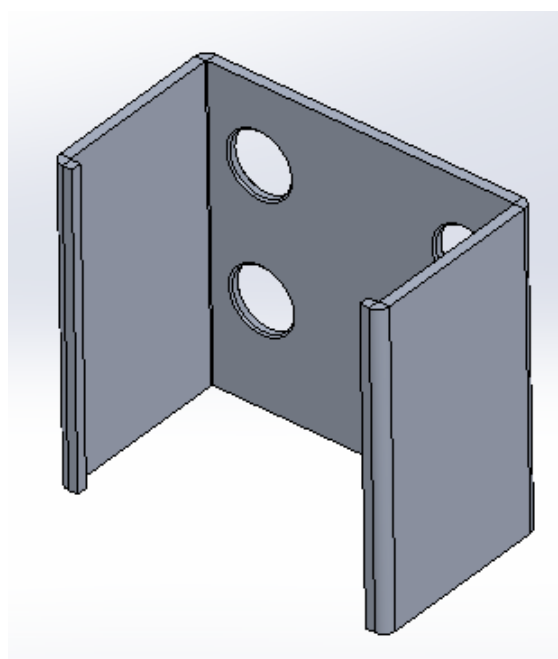


Figura 17 - Suporte do laser

Todo o conjunto móvel do eixo superior e que permite a deslocação do laser no sentido direita-esquerda está representado de seguida pela Figura 18.

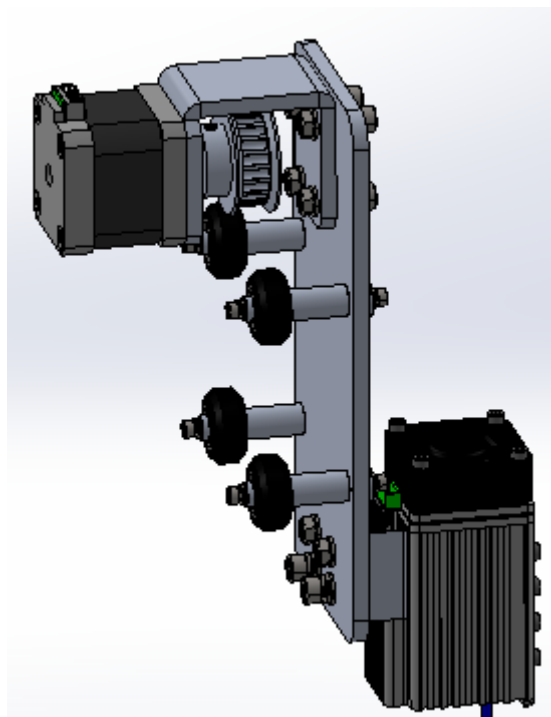


Figura 18 - Conjunto móvel do eixo superior

5.2 Componentes não estruturais

5.2.1 Rodas para perfis estruturais de alumínio *Bosch*

As rodas apropriadas para perfis *Bosch*, são rodas que apresentam um perfil de roda que encaixam no perfil, de forma a que a movimentação seja executada de forma precisa. Estas rodas têm normalmente rolamentos de esferas no seu interior que garantem uma rotação sem esforço.

As rodas escolhidas para este projeto, apresentam as seguintes medidas:

- ✓ Ø exterior da roda = 23,9mm
- ✓ Ø interior da roda = 5mm
- ✓ Largura total = 11,23mm

Este tipo de rodas (Figura 19) é muito escolhido quando se trata de projetos semelhantes e que tenham recurso a este tipo de perfis estruturais, uma vez que podem ser encontradas no mercado a um preço bastante acessível, o que garante reposição de peças sempre que for necessário.

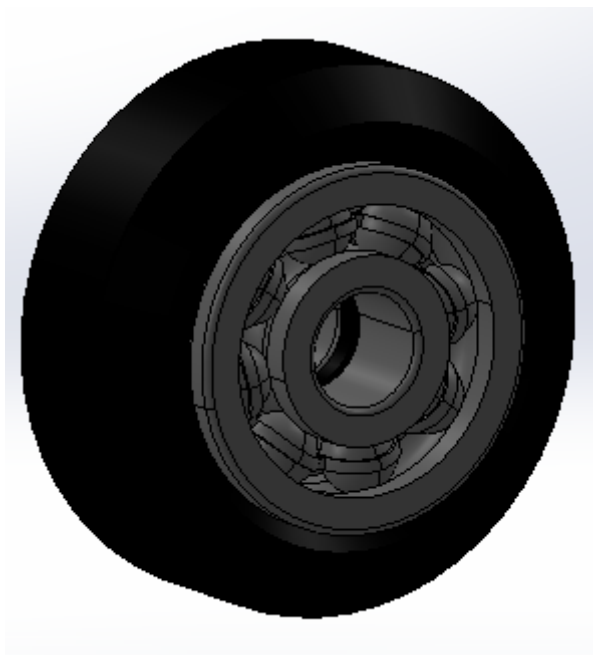


Figura 19 - Tipo de rodas utilizadas no projeto

5.2.2 Motores de passo (NEMA 17)

Os motores de passo (Figura 20), são componentes elétricos que transformam energia elétrica em mecânica permitindo assim que os componentes a que eles estejam ligados quer seja através de um conjunto correia-polia (que é o caso deste projeto), quer seja através de um acoplamento mecânico, realizem movimento.

Este tipo de motores são muito utilizados neste tipo de aplicações porque têm um ótimo custo-benefício, são versáteis, leves, precisos e têm um elevado binário associado quando comparado ao seu pequeno tamanho.

Neste trabalho houve necessidade de recorrer a dois destes motores, um que é responsável pelo movimento do laser no eixo inferior, e outro que por sua vez é responsável pelos movimentos do laser no eixo superior.

A designação NEMA 17, refere-se ao tamanho do motor, neste caso 1,7 x 1,7 polegadas, ou seja, 43,18 x 43,18 [mm].

No anexo C apresenta-se a ficha técnica dos motores de passo escolhidos para este projeto, cuja referência dos motores é ms17hd2p_4200_10.



Figura 20 - Motor de passo NEMA 17

5.2.3 Polia sincronizadora HTD 5M

A polia dentada sincronizadora (Figura 21) serve para transmitir o movimento do motor a uma correia compatível com a polia. A polia encontra-se acoplada ao veio do motor, e consoante a rotação do motor elétrico, ela vai transmitir esse movimento a uma correia que fará com que seja possível a máquina executar os movimentos pretendidos.

Existem vários tipos de polias sincronizadoras. Esta polia escolhida, apresenta a referência nº 22004-051520 da documentação presente no anexo D do presente relatório. De acordo com a ficha técnica, pode-se observar que a polia escolhida tem 20 dentes, é feita em aço, apresenta uma largura total de 26mm e é compatível com a correia dentada utilizada no projeto, que apresenta uma largura de 15mm. Sendo uma polia com 20 dentes o seu Ø exterior é de 31,83mm. Não foram realizados cálculos neste projeto que relacionem a velocidade da correia com a utilização desta polia.

A designação 5M está relacionada ao passo da polia, neste caso, apresenta um passo de 5mm, enquanto que o significado de HTD é *High Torque Drives*.

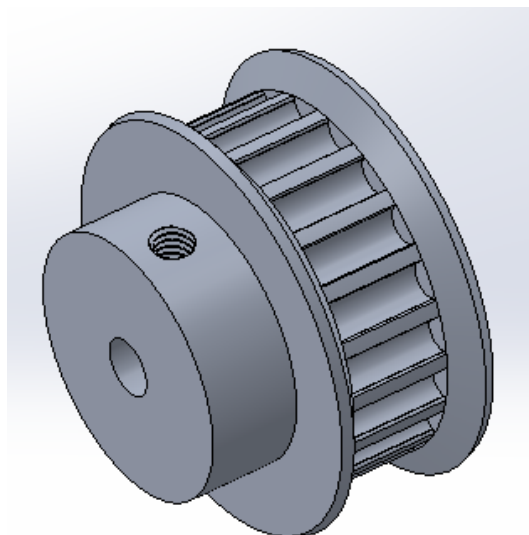


Figura 21 - Polia dentada HTD 5M utilizada

5.2.4 Correia dentada HTD 5M

A correia dentada HTD 5M é uma correia com um perfil específico como se pode observar na Figura 22 e é uma correia compatível com as polias dentadas que foram utilizadas. Neste caso esta correia apresenta um passo de 5mm e uma largura de 15mm. Este tipo de correias são muito utilizadas neste tipo de aplicações porque são acessíveis e duradouras se forem aplicadas corretamente segundo a utilização que se pretende.

No anexo E está presente alguma documentação sobre esta correia. No documento referido a referência das correias utilizadas neste projeto é 22062-0515x1200 (2 unidades) que são as correias servem para movimentar o laser ao longo do eixo inferior e 22062-0515x840 (1 unidades) que é a correia responsável por movimentar o laser ao longo do eixo superior.

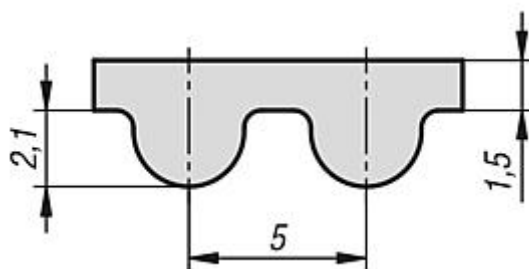


Figura 22 - Perfil da correia HTD 5M



Figura 23 - Correia dentada HTD

5.2.5 Chumaceira EFOM 05

Para que fosse possível suportar o veio (Figura 24) que tem toda a largura da máquina e que transmite a rotação do motor de passo que faz movimentar o laser sob o eixo inferior da máquina, era necessário suportar a extremidade mais afastada do motor para que o funcionamento da máquina fosse preciso e estável. Para o suporte dessa extremidade do veio recorreu-se a uma chumaceira (Figura 25). Essa chumaceira com referência Igus Igubal EFOM 05 e cuja documentação se encontra no anexo F, é fixada numa das chapas que suportam todo o conjunto superior da máquina (Figura 26).

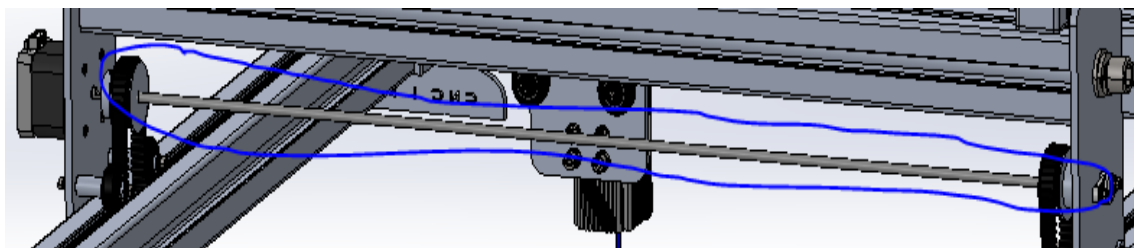


Figura 24 - Veio do motor inferior (rodeado a azul)

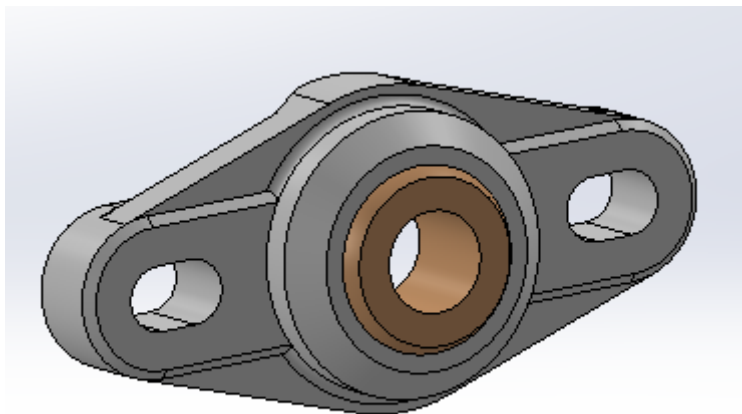


Figura 25 - Chumaceira Igus Igubal EFOM 05

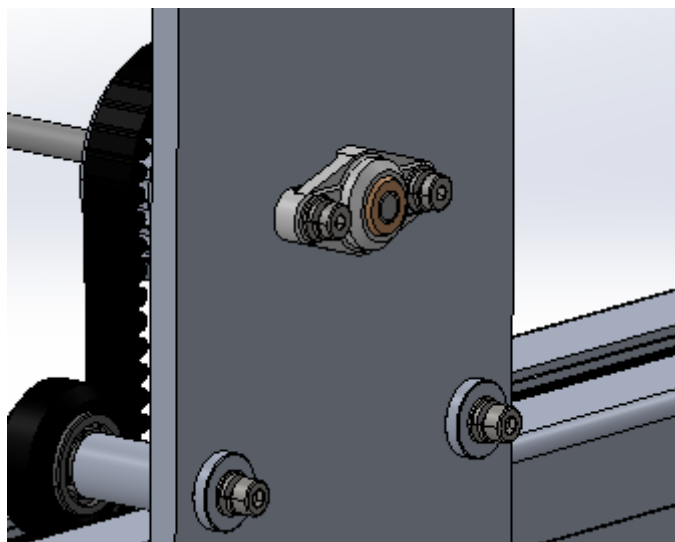


Figura 26 - Montagem da chumaceira Igubal EFOM 05 na máquina

5.2.6 Módulo Laser 30W Atomstack

O módulo de Laser (Figura 27) é o equipamento responsável pela função de marcação ou corte dos materiais. A escolha do módulo de Laser de 30W foi feita através de uma análise de equipamentos semelhantes ao se pretende realizar.

Atualmente o Díodo Laser é o tipo de laser mais utilizado no mercado para esta gama de potências, dado que é uma solução eficaz e ter uma baixa necessidade de manutenção. O seu pequeno tamanho faz também com que seja uma escolha óbvia quando se trata de projetos semelhantes ao que foi desenvolvido.



Figura 27 - Módulo de laser de 30W

O laser escolhido para este projeto apresenta as seguintes características técnicas:

- ✓ Modelo: Atomstack A5 30W;
- ✓ Potência do laser: 30W;
- ✓ Potência de saída ótica do laser: Entre 5 e 5,5W;
- ✓ Comprimento de onda do laser: 455nm (espectro da luz visível - azul);
- ✓ Método de foco: Foco Fixo;
- ✓ Tensão elétrica de entrada: AC 100-240V, 50-60Hz;
- ✓ Tensão elétrica de saída: DC 12V, 5A;

6. PREVISÃO DE CUSTOS

Como em qualquer projeto de uma máquina é importante apresentar uma estimativa dos custos que o projeto pode apresentar a quem o desenvolve ou a quem pretender realmente investir na sua produção. A Figura 28 pretende ilustrar o projeto concluído.

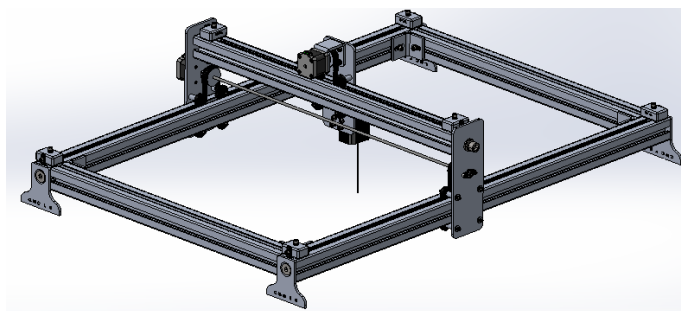


Figura 28 - Máquina completa

Para se apresentar um custo aproximado deste projeto recorreu-se a alguns sites (presentes na webgrafia) em que foi possível recolher os valores de custo de alguns dos componentes presentes no projeto. Foi também necessário recorrer a solicitações de orçamento a algumas empresas para a realização de alguns trabalhos necessários para a produção do projeto ser mais rápida e precisa. Dessa forma recorreu-se a uma empresa de corte-laser industrial para cortar alguns dos componentes da máquina tais como as chapas presentes na sua estrutura, e recorreu-se também a uma empresa de maquinação que forneceu um valor aproximado da realização da maquinação das peças necessárias. Os orçamentos que forem possíveis de apresentar estarão apresentados no anexo G do presente relatório e ambos contemplam já a totalidade do material necessário à produção da máquina.

A tabela 11 apresenta um resumo dos valores obtidos para uma estimativa do preço de fabrico da máquina, tendo em conta todas as quantidades necessárias, logo o valor apresentado já contempla todas as quantidades necessárias para a montagem do projeto.

Tabela 11 - Resumo dos custos da máquina

Operação realizada/Componentes	Valor aproximado (s/ IVA)	Nº da referência da Webgrafia ou anexos
Perfis estruturais Bosch de alumínio	79,1 €	Webgrafia (ref.: 15)
Parafusaria geral	7,17 €	Webgrafia (ref.: 12)
Corte-Laser	72,01 €	Anexo G
Maquinação	300 €	N.D.
Módulo laser Atomstack 30W	130,29 €	Webgrafia (ref.: 14)
Motores de passo NEMA 17	65,5 €	Webgrafia (ref.: 6)
Polias dentadas HTD 5M	22,59 €	Webgrafia (ref.: 8)
Correias dentada HTD 5M	41,68 €	Webgrafia (ref.: 9)
Rodas para os perfis estruturais	27,08 €	Webgrafia (ref.: 4)
Chumaceira Igus Igubal EFOM 05	4,82 €	Webgrafia (ref.: 7)
TOTAL	750,54 €	

A soma de todos os valores a ter em conta para a compra dos materiais escolhidos e considerados necessários para a construção da máquina é de 750,54€.

Este valor é muito elevado quando comparado com a media de preços a que estão máquinas semelhantes no mercado, ainda faltando contemplar custos das ligações elétricas, visor da máquina, fonte de alimentação, e outros possíveis acessórios necessários. A média de valores para máquinas semelhantes de outras máquinas presentes no mercado é de 523,46€ (ref.: 16 da webgrafia), o que faz uma diferença de 227,08€.

O facto do valor ser muito elevado faz com que a máquina deixe de ser competitiva num mercado global, ainda por cima comparando com empresas que estão estabilizadas no mercado e com algumas máquinas produzidas no seu portfólio de produtos. Seria portanto inviável produzir na Europa a máquina, pelo que é óbvia a necessidade de obter orçamentos na Ásia.

7. CONCLUSÃO E SUGESTÕES

Qualquer projeto apresenta os seus desafios e o desenvolvimento deste projeto não foi diferente. Os desenhos de projeto sofreram diversas alterações ao longo do tempo para adaptar todos os componentes ao projeto, muitas vezes foi mesmo necessário abandonar uma ideia e escolher outra opção para a solução de alguns problemas que apareceram. A parte mais complicada de projetar foi o conjunto superior da máquina uma vez que o objetivo era evitar o uso de muitos componentes, concebendo o projeto da forma mais simples encontrada e que de certa forma fosse uma escolha viável à conceção da máquina.

A execução de um projeto, é sempre uma experiência enriquecedora, pois cada projeto é único e cada um apresenta os seus problemas. Acaba também por ser uma oportunidade de aplicar conhecimentos de diversas áreas, como é o caso deste projeto que envolve sistemas mecânicos e eletrónicos que têm que funcionar em conjunto para que a máquina consiga executar as funções para que foi desenhada da forma mais adequada.

Apesar de se ter concluído o projeto dentro do caderno de encargos definido, acabou por não se conseguir desenvolver um projeto que fosse possível de implementar num mercado exigente, tal como o atual. Isto porque o projeto foi desenvolvido, mas apresenta um custo muito elevado quando comparado com outras máquinas semelhantes e perfeitamente implementadas no mercado. Com isso podemos concluir que o projeto para ser viável tem que ser ponderada a produção noutras partes do globo, em particular na Ásia. Poderá também ser analisada a possibilidade de aligeirar a estrutura. Também pode ser feita uma análise aos componentes de compra, tal como as rodas em V para os perfis, chumaceira, parafusaria em geral, motores de passo, e até mesmo o laser, e perceber se se consegue encontrar no mercado algo semelhante a um preço mais competitivo.

Apesar de tudo, finalizar um projeto e perceber que está demasiado caro é normal e na maioria dos casos alterações terão que ser feitas para otimizar o projeto. Estas são etapas que fazem parte do desenvolvimento de um projeto.

8. BIBLIOGRAFIA/WEBGRAFIA

- (1) https://pt.wikipedia.org/wiki/Controle_Num%C3%A9rico_Computadorizado - dia 09/11/2021
- (2) https://pt.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_G - dia 09/11/2021
- (3) https://pt.wikipedia.org/wiki/Impress%C3%A3o_3D - dia 09/11/2021
- (4) https://www.banggood.com/Creativity-10PC-Flat-Type-Openbuilds-Plastic-Wheel-POM-with-Bearings-Big-Models-Passive-Round-Wheel-Ldler-Pulley-Gear-Perlin-Wheel-for-CR10-Ender-3-p-1774448.html?utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_organic&gmcCountry=PT&utm_content=minha&utm_campaign=minha-pt-en-pc¤cy=EUR&cur_warehouse=CN&createTmp=1&utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_bgs&utm_content=dcr&utm_campaign=dcr-ssc-pt-en-newcustom-ncv65-0720&ad_id=534534084655&gclid=Cj0KCQIA4b2MBhD2ARIsAIrcB-RqU0WU3mYB_mikRynpionhngminQ4r6LI3dqu3dVfsDyqSnBIKwN0aAjLfEALw_wcB - dia 10/11/2021
- (5) <https://solectroshop.com/pt/motores-de-estepe-para-impressoras-3d/1056-motor-nema17-42hs482504-25a.html> - dia 10/11/2021
- (6) <https://www.moonsindustries.com/p/nema-17-standard-hybrid-stepper-motors/ms17hd2p4200-000004611110008901> - dia 10/11/2021
- (7) <https://www.igus.pt/product/381?artNr=EFOM-05> - dia 10/11/2021
- (8) <https://www.norelem.com/pt/pt/Produtos/Vis%C3%A3o-geral-de-produtos/Sistemas-e-componentes-para-a-constru%C3%A7%C3%A3o-de-m%C3%A1quinas-e-engenharia-mec%C3%A2nica-industrial/22000-Tecnologia-de-acionamento/Polias-Eixos-dentados-Correias-dentadas/22004-Polias-da-correia-dentada-Perfil-HTD-5M.html> - dia 10/11/2021
- (9) <https://www.norelem.com/pt/pt/Produtos/Vis%C3%A3o-geral-de-produtos/Sistemas-e-componentes-para-a-constru%C3%A7%C3%A3o-de-m%C3%A1quinas-e-engenharia-mec%C3%A2nica-industrial/22000-Tecnologia-de-acionamento/Polias-Eixos-dentados-Correias-dentadas/22062-Correias-dentadasPerfil-HTD-5M.html> - dia 10/11/2021
- (10) https://es.aliexpress.com/item/4001035074724.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=494-037-6276&slnk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&albagn=888888&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&albcpr=14918603223&albag=129987927724&trgt=449349191507&c

[rea=pt4001035074724&netw=u&device=c&albpq=449349191507&albpd=pt4001035074724&gclid=Cj0KCQiA4b2MBhD2ARIsAIrcB-TKQC598tsgxagZFmFnWxJRYfSkEM6YRlslg8aXod82oZknb1zCpcIaAuChEALw_wcB&gclid=aw.ds&aff_fcid=2893b52f3b4f31b2bef7b9616e63f0-1636831851229-05610-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=2893b52f3b4f31b2bef7b9616e63f0-1636831851229-05610-UneMJZVf&terminal_id=156d7f5f942848d09dfa370f39d0a170](https://www.google.com/search?rea=pt4001035074724&netw=u&device=c&albpq=449349191507&albpd=pt4001035074724&gclid=Cj0KCQiA4b2MBhD2ARIsAIrcB-TKQC598tsgxagZFmFnWxJRYfSkEM6YRlslg8aXod82oZknb1zCpcIaAuChEALw_wcB&gclid=aw.ds&aff_fcid=2893b52f3b4f31b2bef7b9616e63f0-1636831851229-05610-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=2893b52f3b4f31b2bef7b9616e63f0-1636831851229-05610-UneMJZVf&terminal_id=156d7f5f942848d09dfa370f39d0a170) - dia 10/11/2021

(11) https://www.tomtop.com/pt/p-e17054-30.html?currency=EUR&Warehouse=CN#flow_review - dia 10/11/2021

(12) <https://www.fabory.com/pt> - dia 10/11/2021

(13) https://pt.wikipedia.org/wiki/Laser_d%C3%ADodo - dia 10/11/2021

(14) https://www.banggood.com/pt/ATOMSTACK-30W-Laser-Module-Upgraded-Fixed-focus-Laser-Engraving-Cutting-Module-For-Laser-Engraver-Machine-Laser-Cutter-3D-Printer-CNC-Milling-DIY-Laser-p-1817314.html?utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_organic&gmcCountry=PT&utm_content=minha&utm_campaign=minha-pt-pt-pc¤cy=EUR&cur_warehouse=CZ&createTmp=1&utm_source=googleshopping&utm_medium=cpc_bgs&utm_content=dc&utm_campaign=dc-pmax-pt-pcml-1022&ad_id=&gclid=Cj0KCQiA4b2MBhD2ARIsAIrcB-QVZ_HYpSIS3dhDsEQWmMgcIdvPNbuNl0GZPEVRTcaQ_24Qq7nGDJUaAhD3EALw_wcB - dia 10/11/2021

(15) <https://adajusa.pt/perfis-de-aluminio/perfil-de-aluminio-45x45-cortado-a-medida.html> - dia 10/11/2021

(16) <https://www.atomstack.net/collections/laser-engraver/products/atomstack-x7-pro-50w-flagship-laser-engraving-machine> - dia 10/11/2021

9. ANEXOS

9.1 Anexo A



esta

Escola
Superior de
Tecnologia de
Abrantes





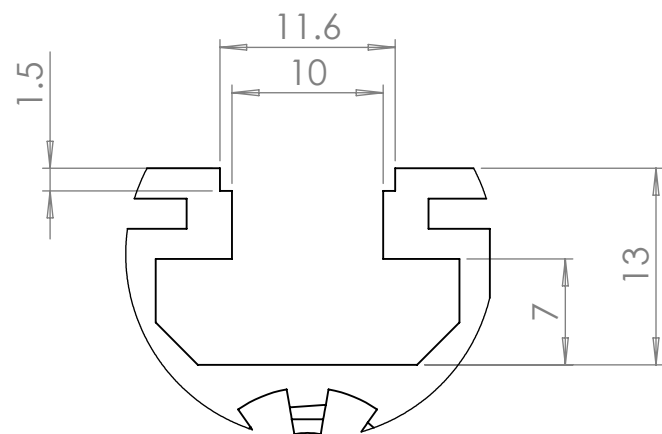
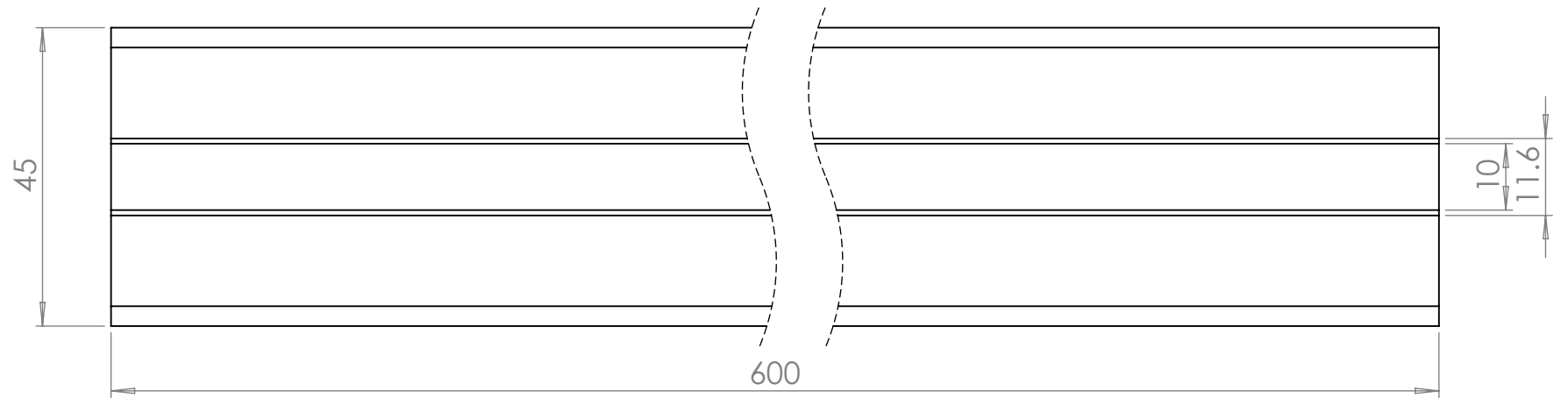
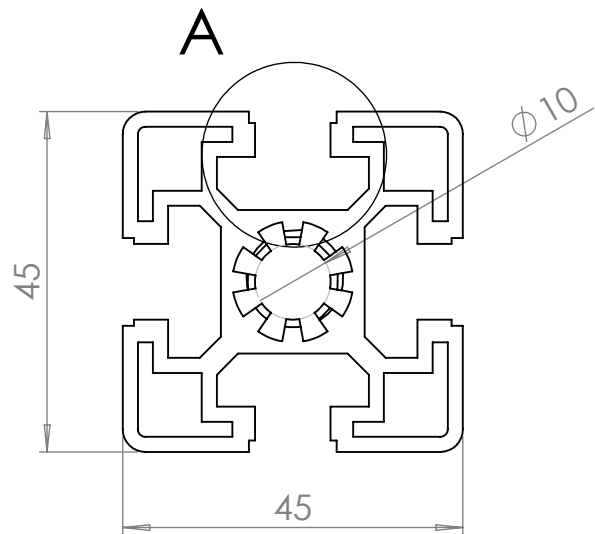
esta

Escola
Superior de
Tecnologia de
Abrantes

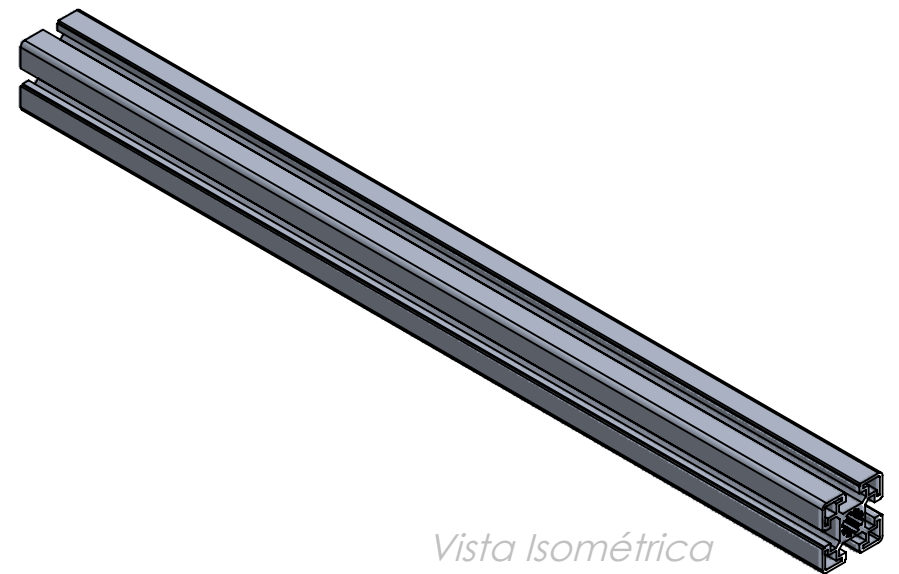
Folha de material necessário

Material	Quantidade	Tipo de Material
Perfil Estrutural Bosch 45 x 45 [mm] – comprimento: 1000mm	2	Alumínio
Perfil Estrutural Bosch 45 x 45 [mm] – comprimento: 600mm	2	Alumínio
Chapa espessura 5mm – 100 x 87 [mm]	4	Alumínio
Chapa espessura 5mm – 81,3 x 45 [mm]	4	Alumínio
Chapa espessura 5mm – 223 x 80 [mm]	2	Alumínio
Varão redondo Ø10mm – comprimento: 35,6mm	12	Alumínio
Varão redondo Ø12mm – comprimento: 2,5mm	12	Alumínio
Varão redondo Ø8mm – comprimento: 2,5mm	12	Alumínio
Bloco – 45 x 30 x 20 [mm]	6	Alumínio
Perfil Estrutural Bosch 45 x 45 [mm] – comprimento: 695mm	1	Alumínio
Chapa espessura 1mm – 66,2 x 30 [mm]	1	Alumínio
Chapa espessura 5mm – 180 x 80 [mm]	1	Alumínio
Chapa espessura 5mm – 132,5 x 42 [mm]	1	Alumínio
Parafusaria		

Anilha Chapa p/ M5	34	Inox
Anilha Mola p/ M5	22	Inox
Parafuso Cabeça Cilíndrica M5 x 20 [mm]	8	Inox
Porca Martelo M5	14	Inox
Parafuso Cabeça Embeber M12 x 18 [mm]	4	Inox
Anilha Chapa p/ M3	20	Inox
Anilha Mola p/ M3	20	Inox
Parafuso Cabeça Cilíndrica M3 x 8 [mm]	16	Inox
Parafuso Cabeça Cilíndrica M3 x 12 [mm]	2	Inox
Parafuso Cabeça Embeber M3 x 8 [mm]	16	Inox
Perno Sextavado Interior c/ Guia M4 x 12	3	Inox
Parafuso Cabeça Cilíndrica M5 x 30 [mm]	6	Inox
Anilha Chapa p/ M12	2	Inox
Anilha Mola p/ M12	2	Inox
Parafuso Cabeça Cilíndrica M12 x 30 [mm]	2	Inox
Porca M5	8	Inox
Parafuso Sextavado Exterior M5 x 14 [mm]	2	Inox
Parafuso Cabeça Cilíndrica M5 x 18 [mm]	6	Inox
Parafuso Cabeça Cilíndrica M5 x 10 [mm]	6	Inox
Acessórios		
Correia Dentada HTD 5M	Comprimento total = 2100mm	N.D.
Polia Sincronizadora HTD 5M	3	N.D.
Roda para Perfil Bosch 45 x 45 [mm] com ranhura de 10mm	12	N.D.
Motor de Passo NEMA 17 (ref.: ms17hd2p_4200_10)	2	N.D.
Chumaceira Igus Igubal EFOM 05	1	N.D.



DETAIL A
SCALE 2 : 1



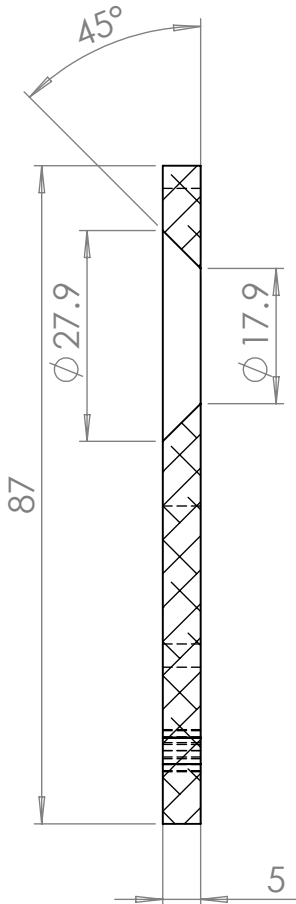
Vista Isométrica

Perfil Estrutural de Alumínio 45 x 45 [mm]

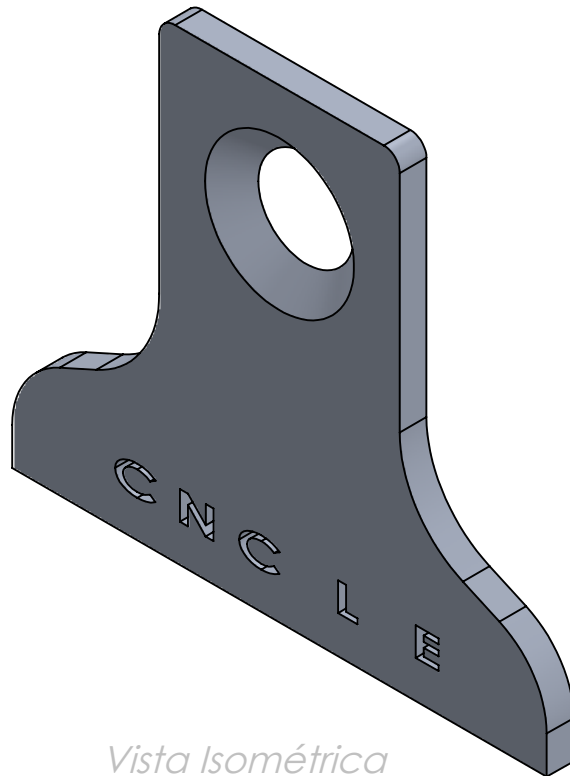
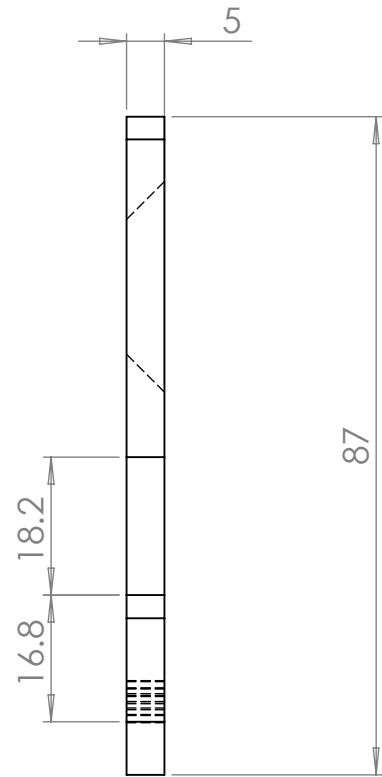
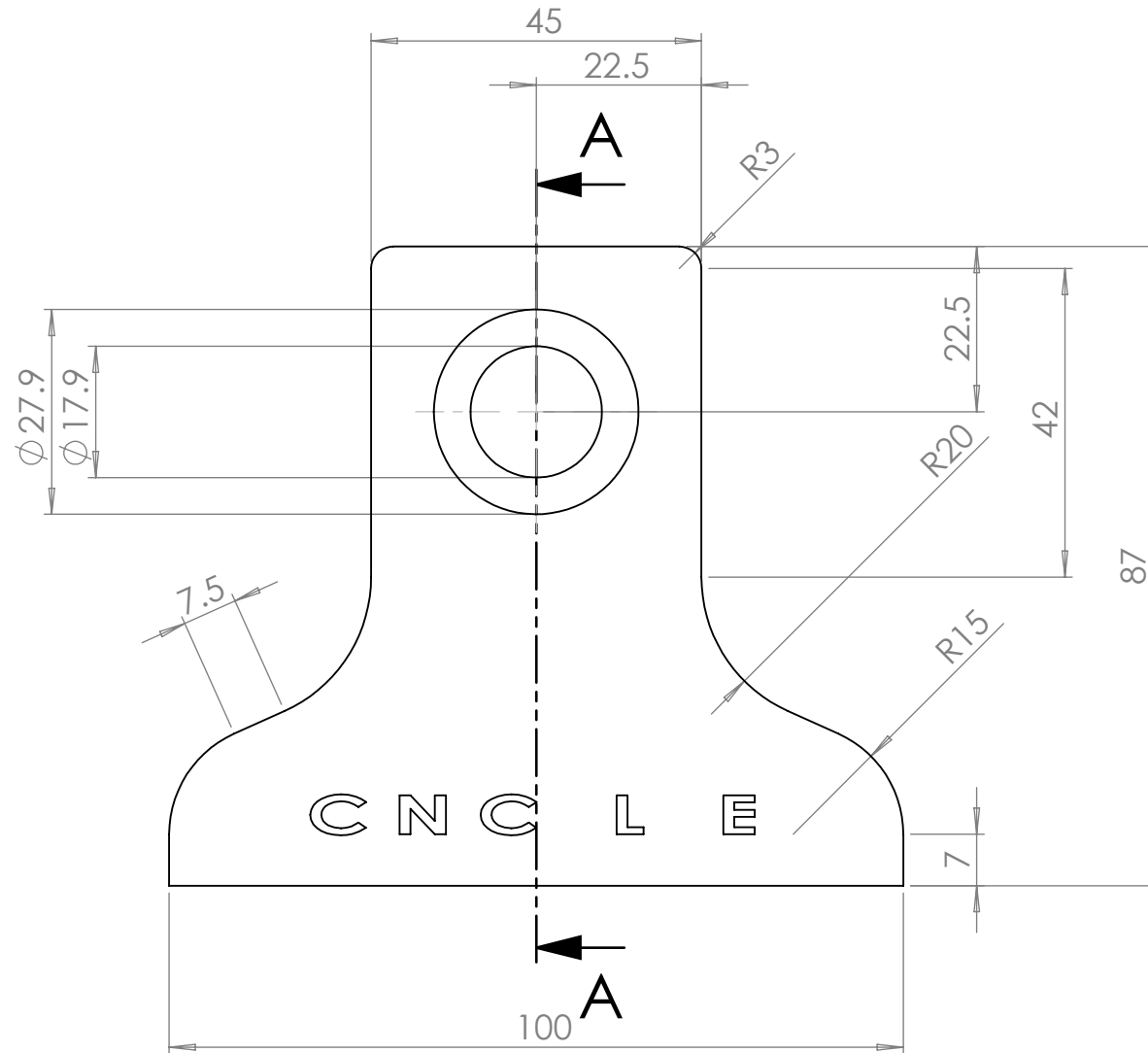
Comprimento: 600mm

2 Unidades

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:					OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3		
	Nome		Rubrica		Data Criação		Data Modificação		 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes				
Desenhou	M. Vieira				02/11/2021		02/11/2021						
Verificou													
Aprovou													
					Material: 1060 Aluminium			Nome desenho: CNC L E - 1000-002				 1º Diedro	
												Folha 1 de 1	



SECTION A-A



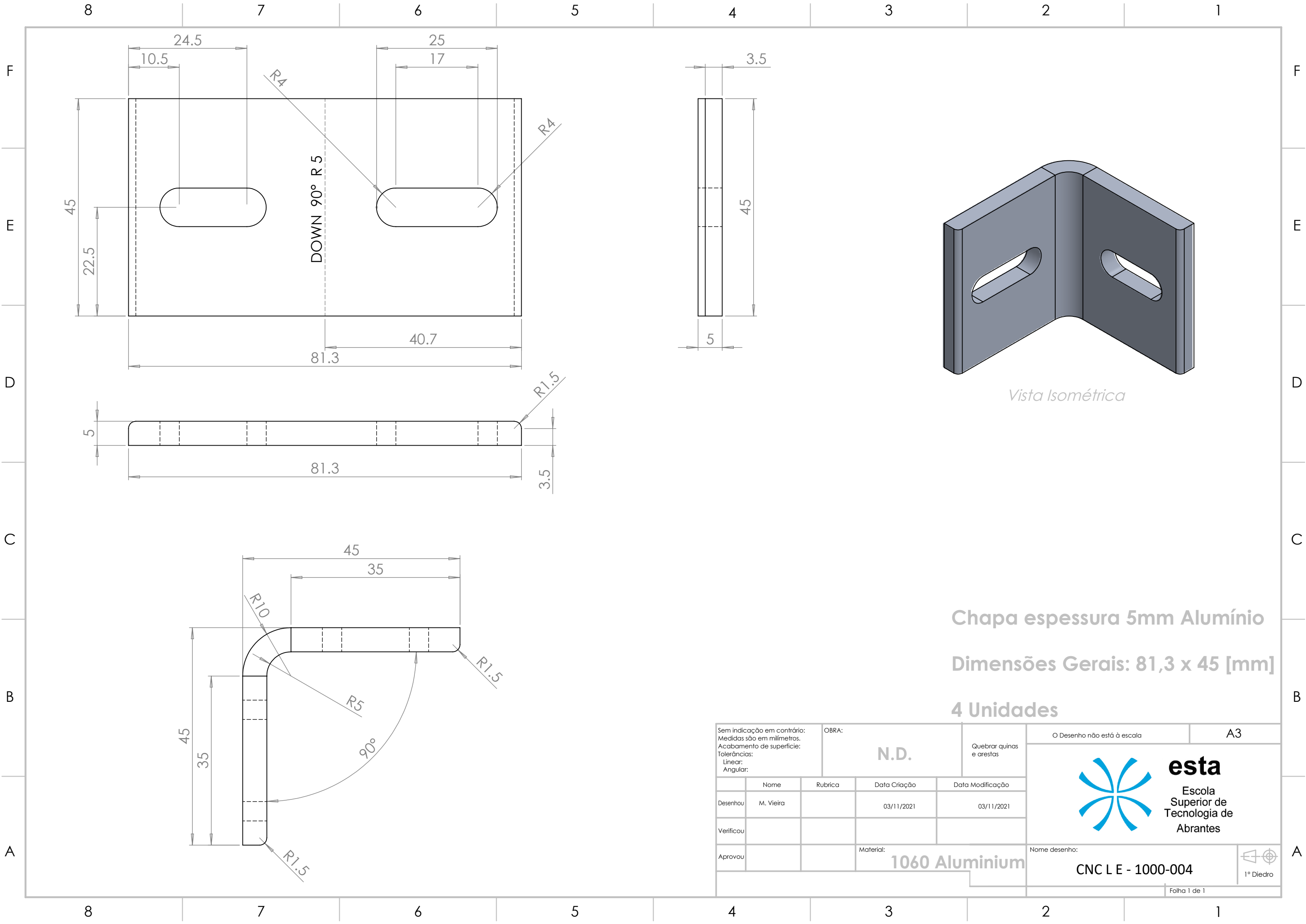
Vista Isométrica

Chapa Alumínio espessura 5mm

Dimensões Gerais: 100 x 87 [mm]

4 Unidades

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3	
					 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação				
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021				
Verificou								
Aprovou			Material: 1060 Aluminium					
					Nome desenho:		CNC L E - 1000-003	
							 1º Diedro	
							Folha 1 de 1	

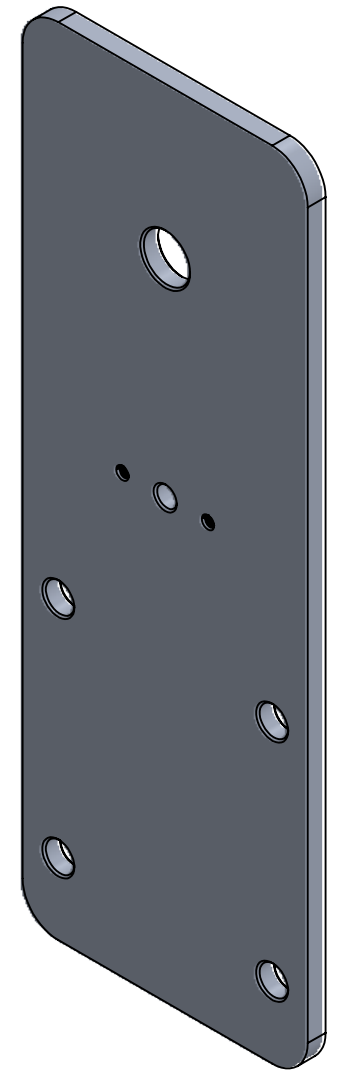
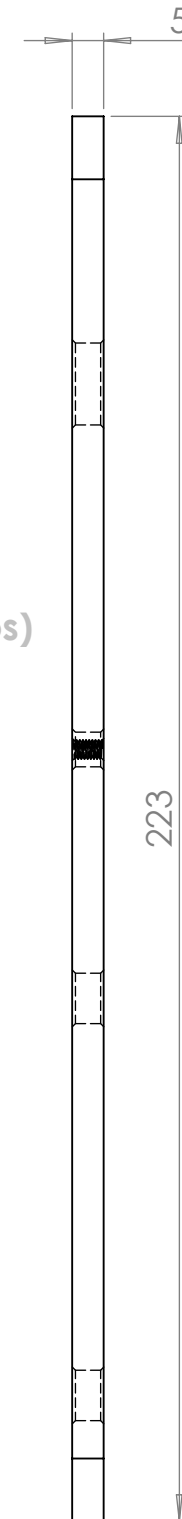
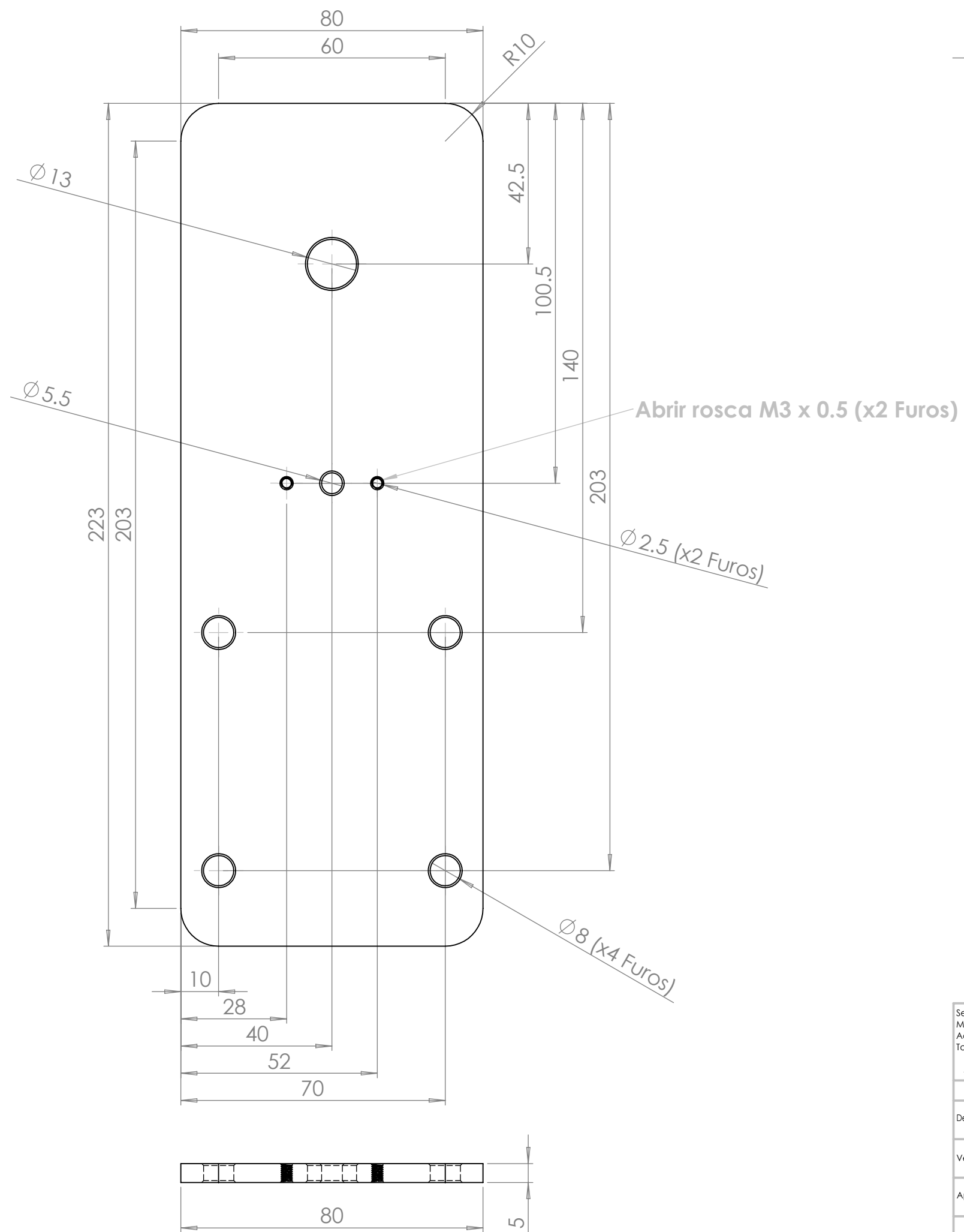


Chapa espessura 5mm Alumínio

Dimensões Gerais: 81,3 x 45 [mm]

4 Unidades

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
						 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação		Nome desenho: CNC L E - 1000-004  1º Diedro			
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021					
Verificou									
Aprovou			Material:		1060 Aluminium				
						Folha 1 de 1			



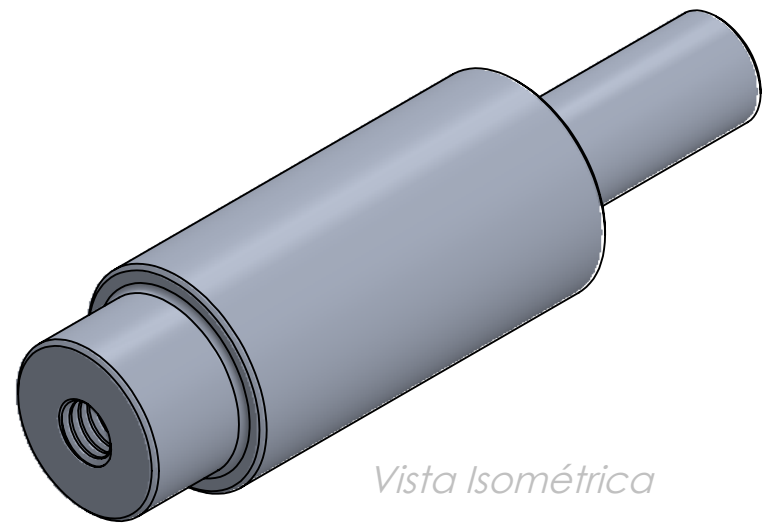
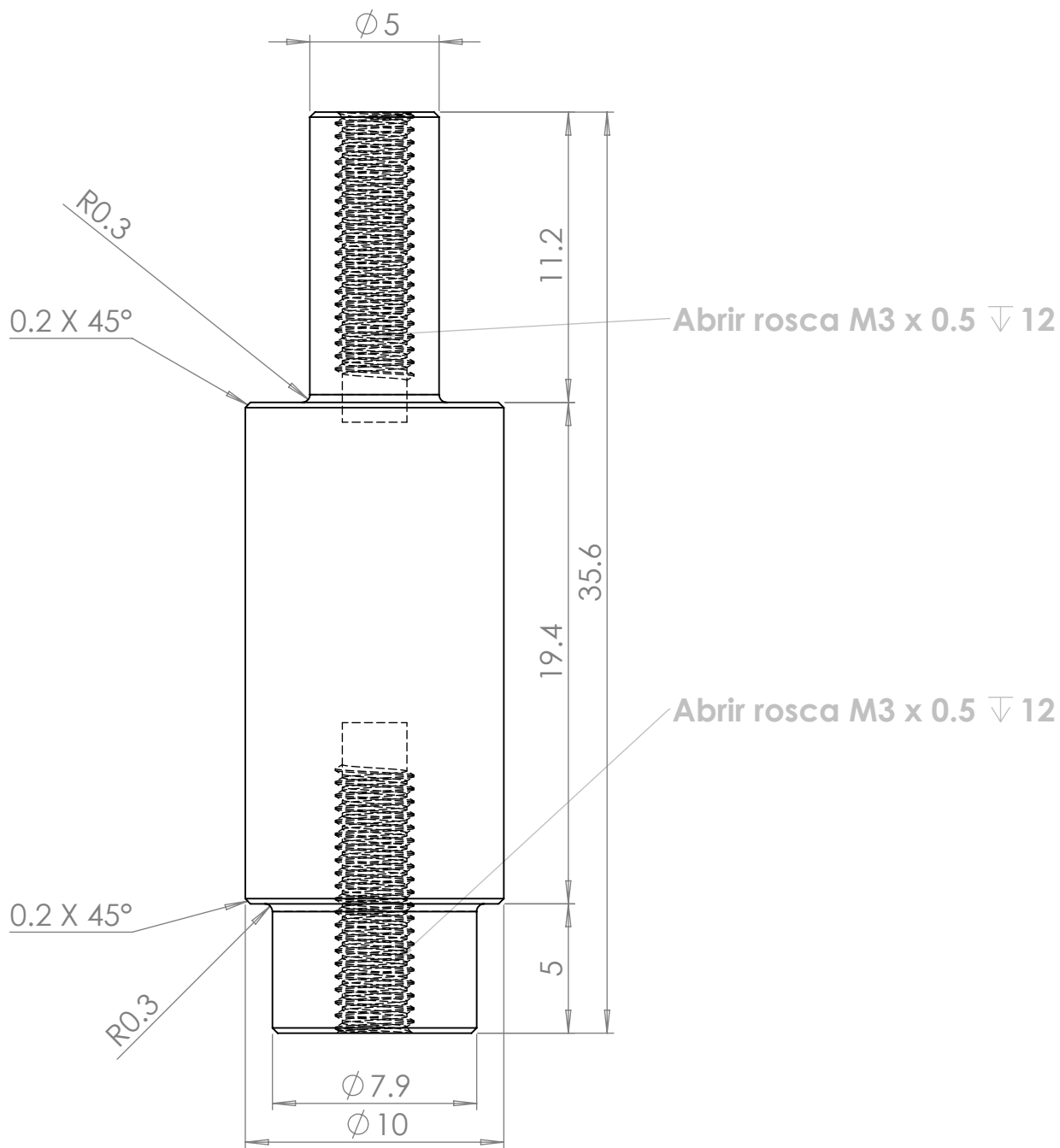
Vista Isométrica

Chapa espessura 5mm Alumínio

Dimensões Gerais: 223 x 80 [mm]

1 Unidade

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA:		N.D.		Quebrarquinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
								 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação							
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021							
Verificou											
Aprovou			Material:		1060 Aluminium		Nome desenho:		CNC L E - 1000-005		 1º Diedro
										Folha 1 de 1	

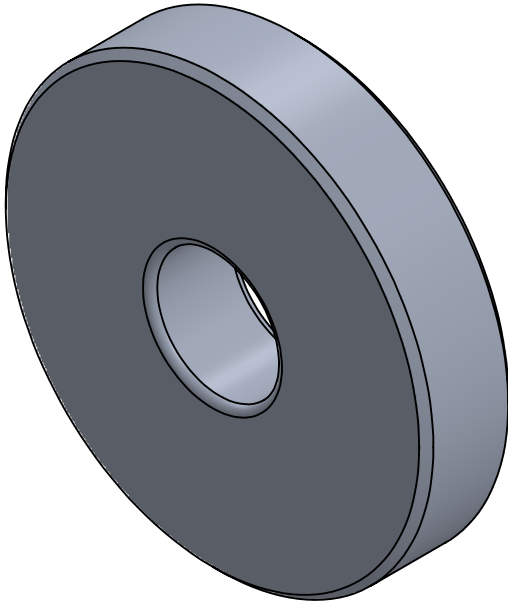
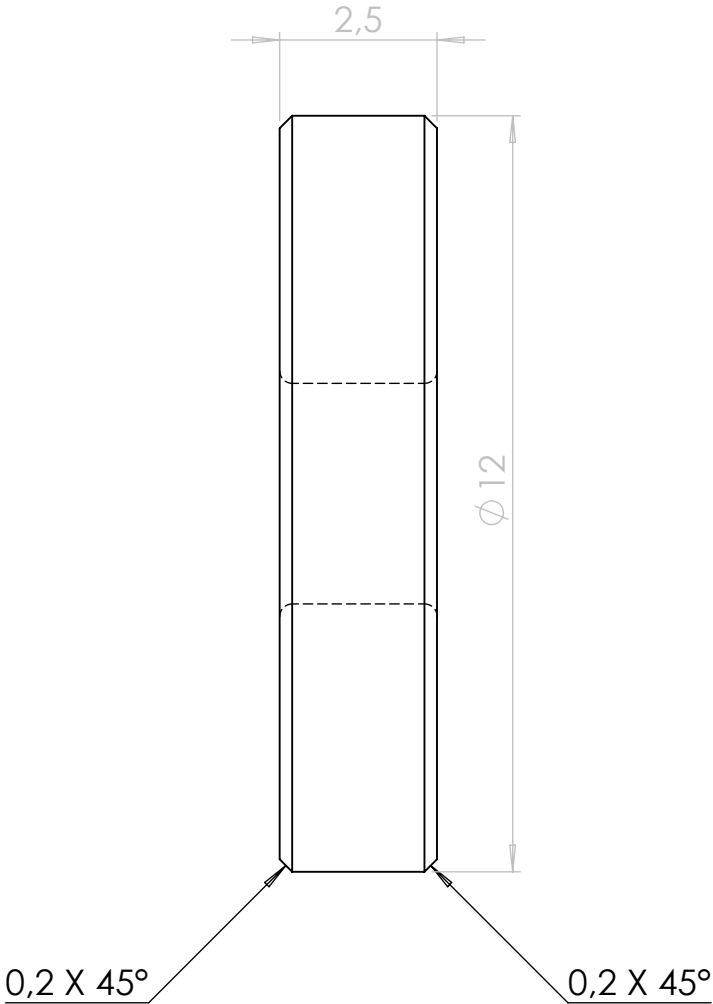
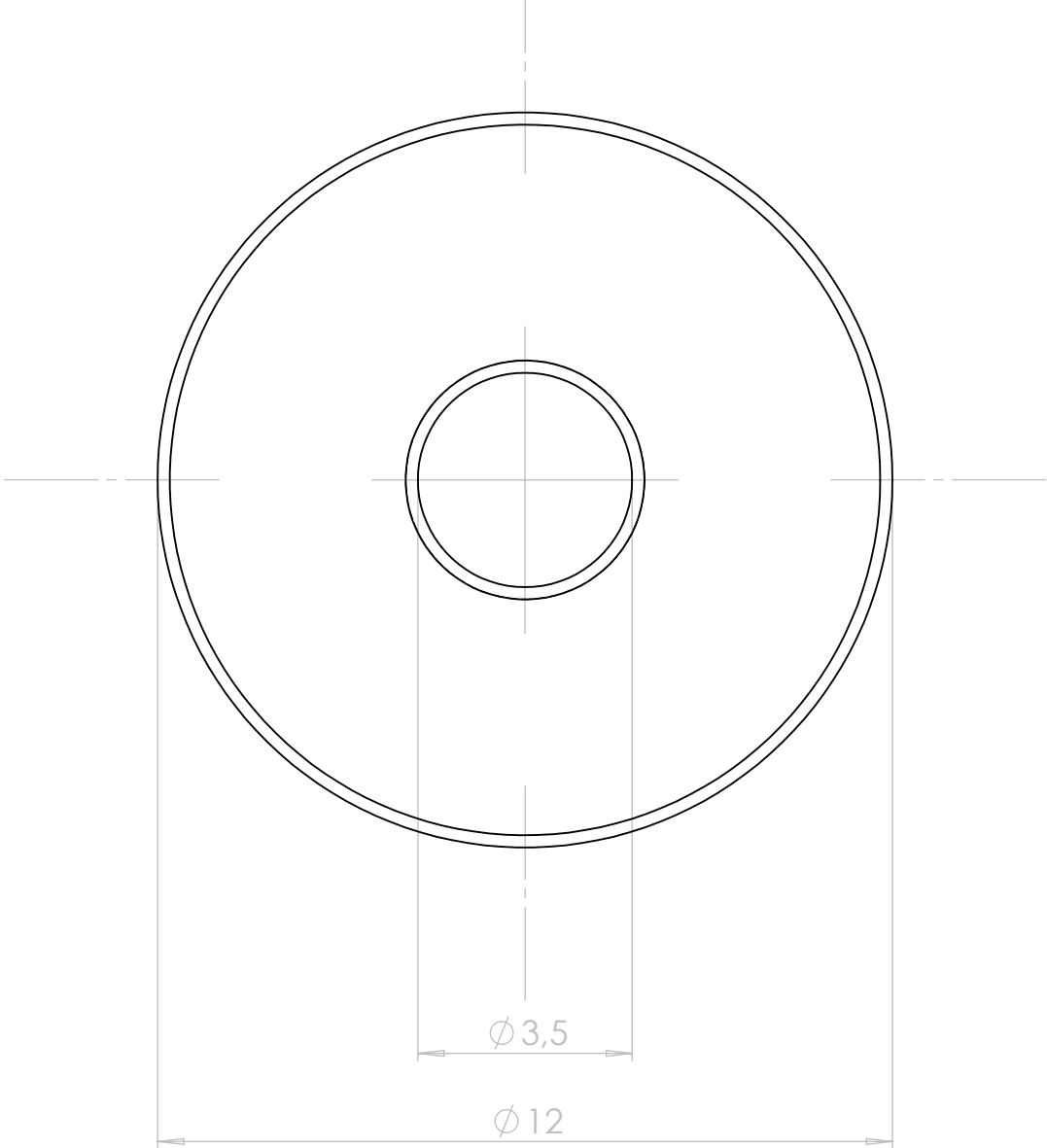


Varão redondo $\phi 10$ mm Alumínio

Comprimento: 35,6mm

12 Unidades

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA:		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
		N.D.						esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes	
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação					
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021					
Verificou									
Aprovou			Material:		1060 Aluminium		Nome desenho:		 1º Diedro
							CNC L E - 1000-006		
						Folha 1 de 1			



Vista Isométrica

Varão redondo Ø12mm Alumínio

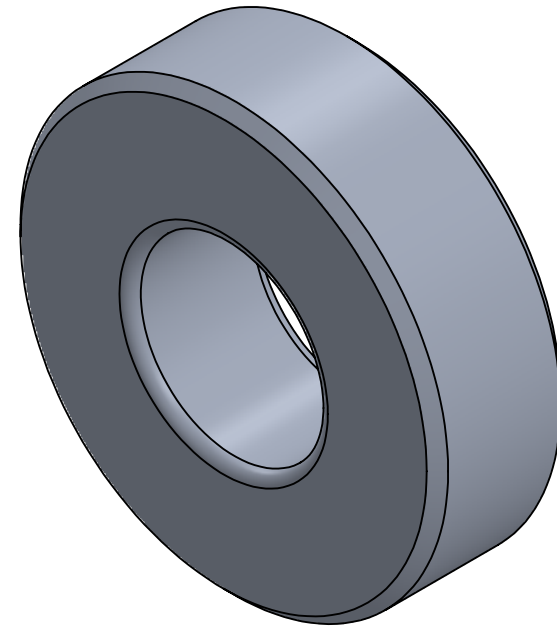
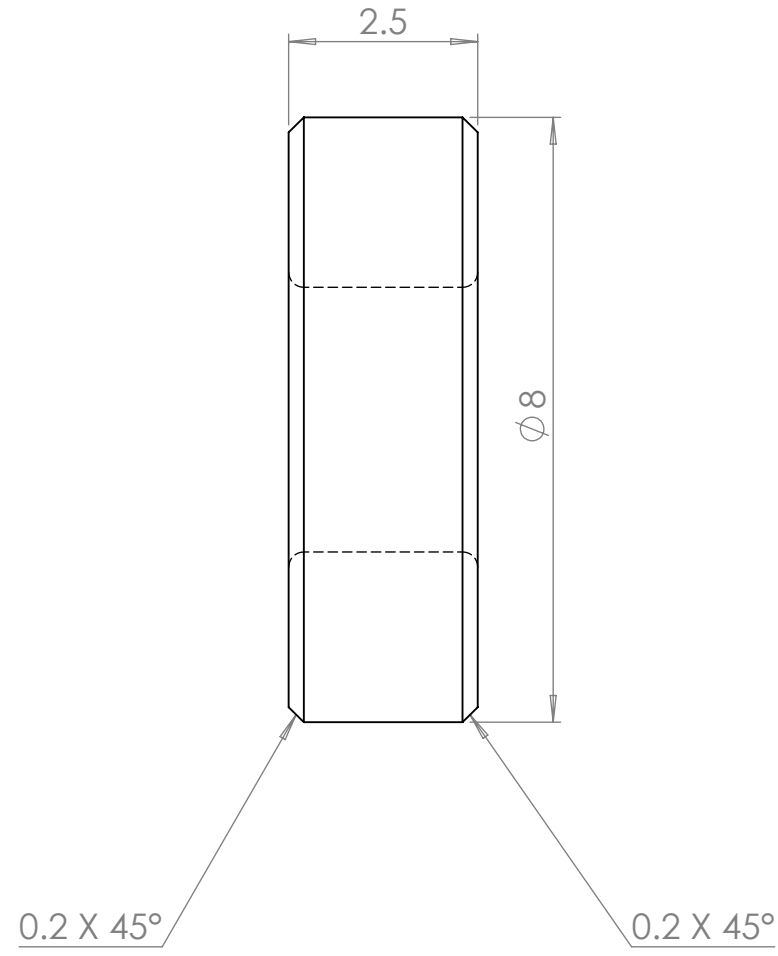
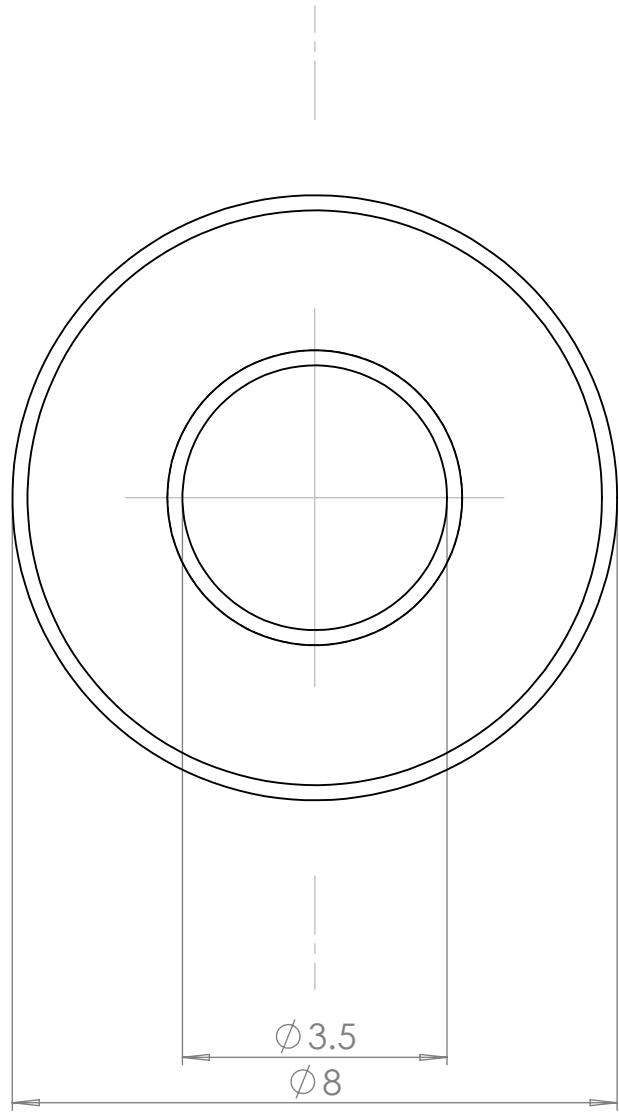
Comprimento: 2,5mm

12 Unidades

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA:		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3	
		N.D.			 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação				
Desenhou	M. Vieira		13/11/2021	13/11/2021				
Verificou								
Aprovou			Material: 1060 Aluminium					
				Folha 1 de 1				

F
E
D
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1



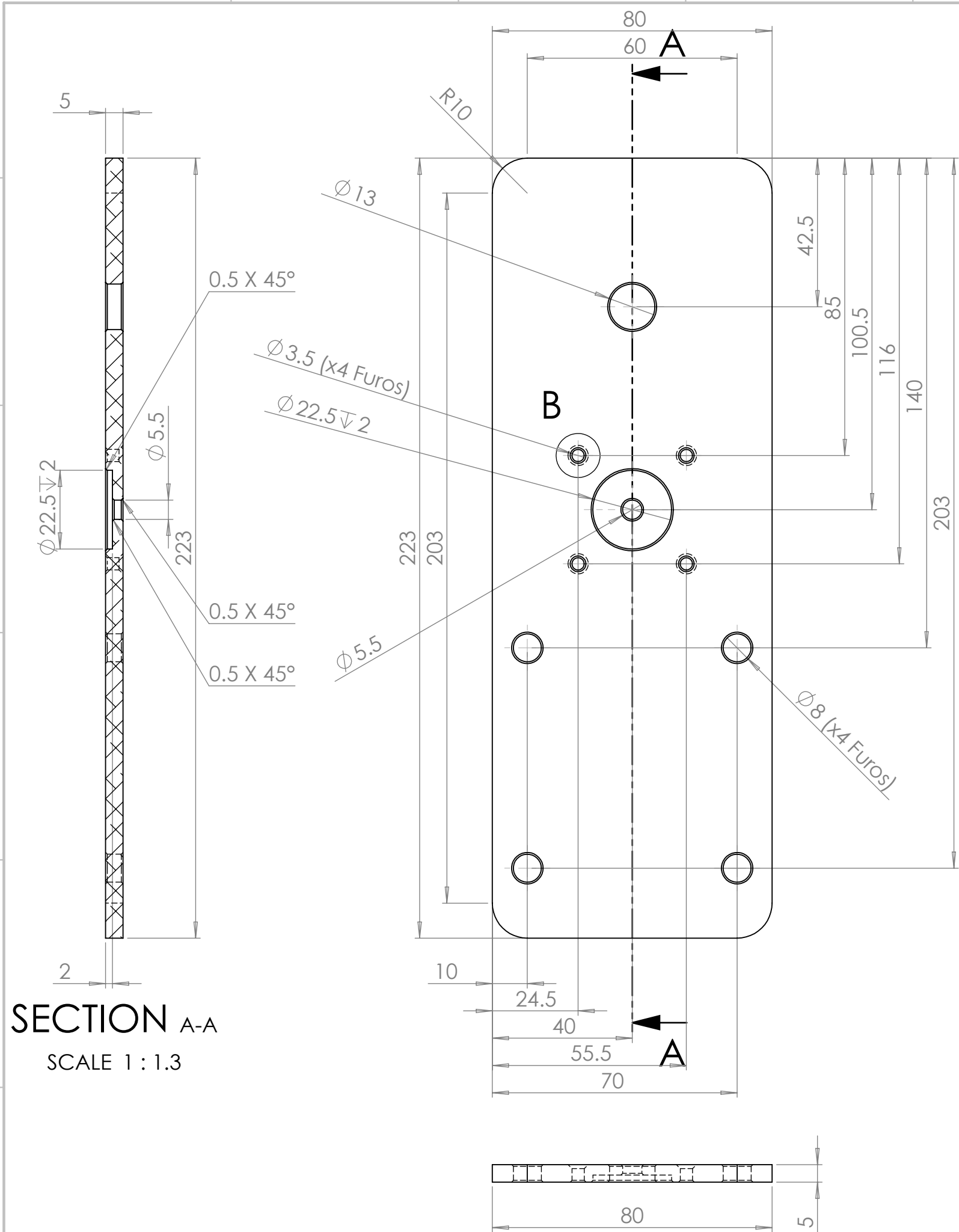
Vista Isométrica

Varão redondo Ø8mm Alumínio
Comprimento: 2,5mm
12 Unidades

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA:		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3	
		N.D.			 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação				
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021				
Verificou								
Aprovou			Material: 1060 Aluminium					
					Folha 1 de 1			



8 7 6 5 4 3 2 1



Vista Isométrica

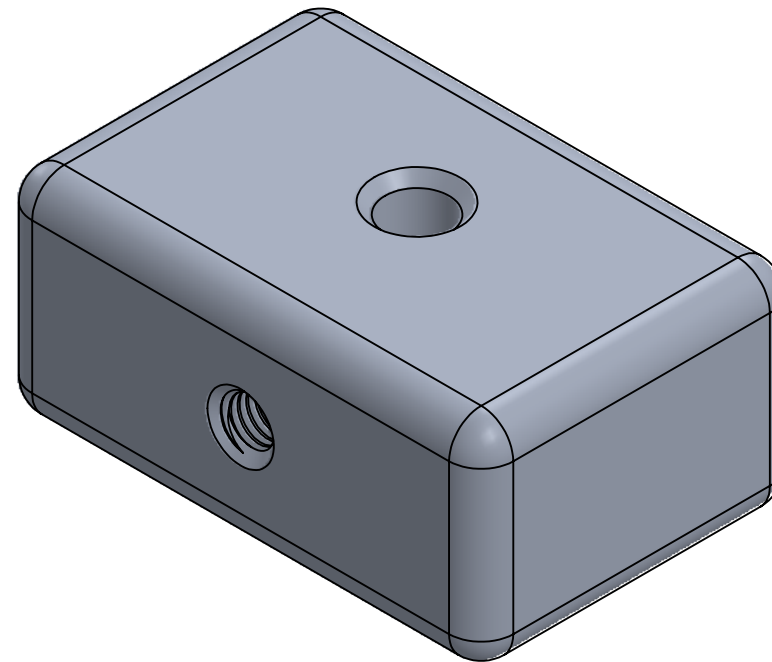
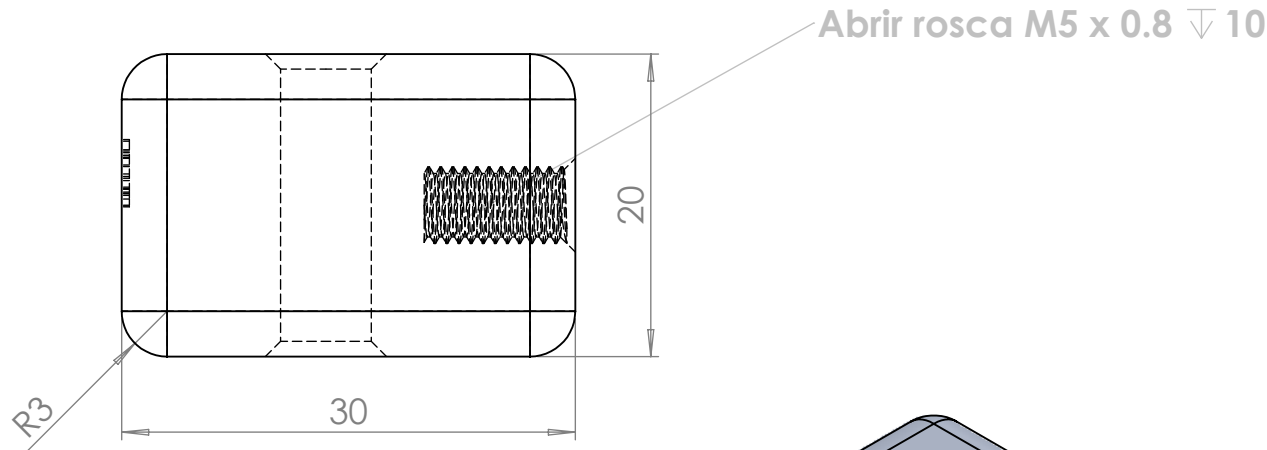
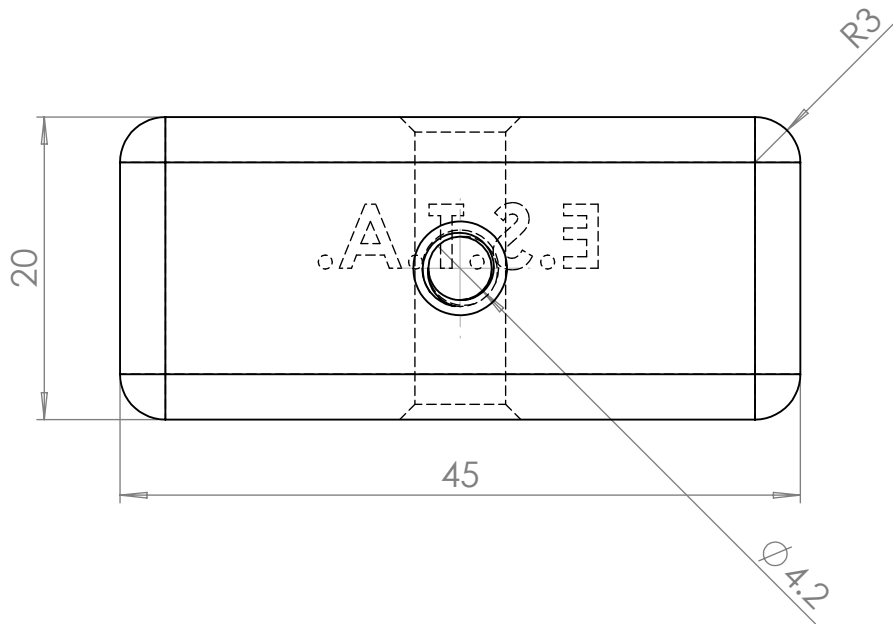
Chapa espessura 5mm Alumínio

Dimensões Gerais: 223 x 80 [mm]

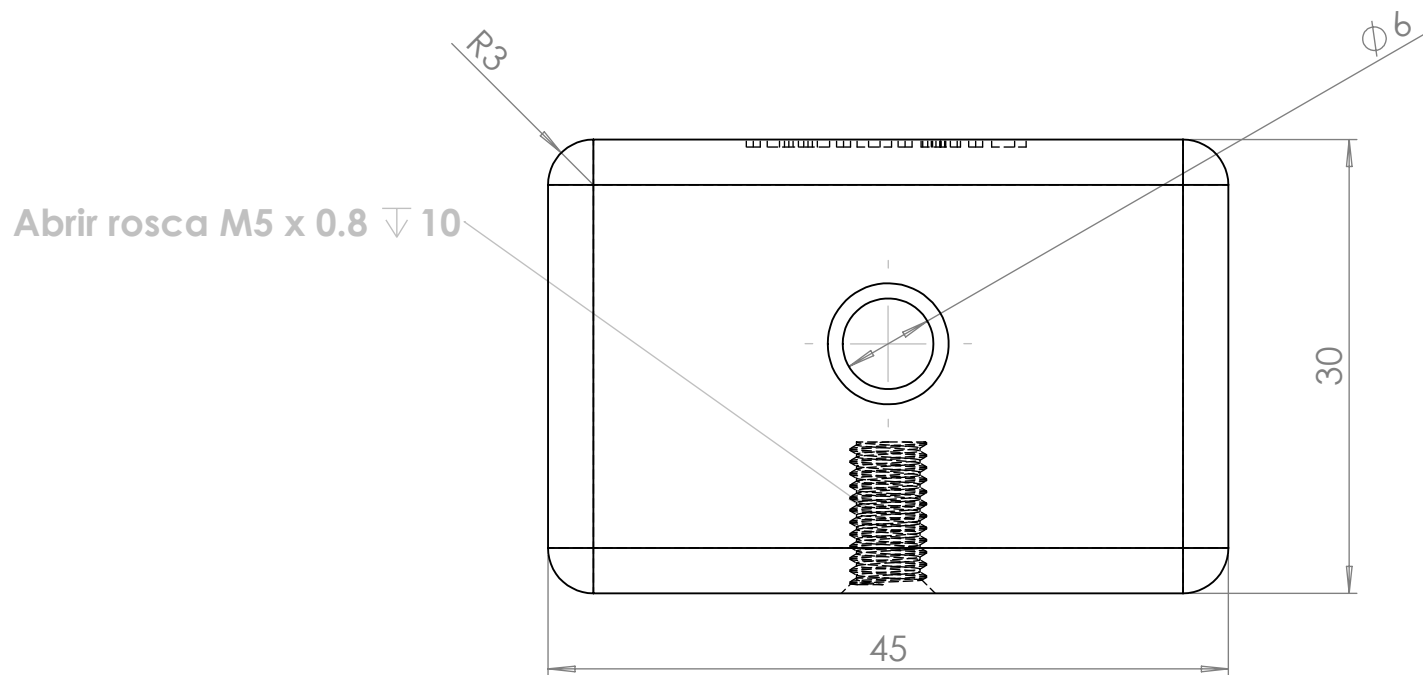
1 Unidade

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
						 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes		 1º Diedro	
Nome desenho:									
CNC L E - 1000-009									
Folha 1 de 1									

	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021
Verificou				
Aprovou			Material:	1060 Aluminium



Vista Isométrica

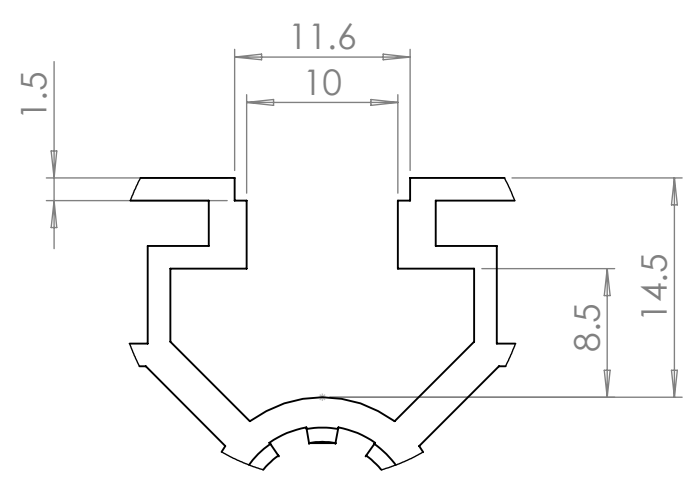
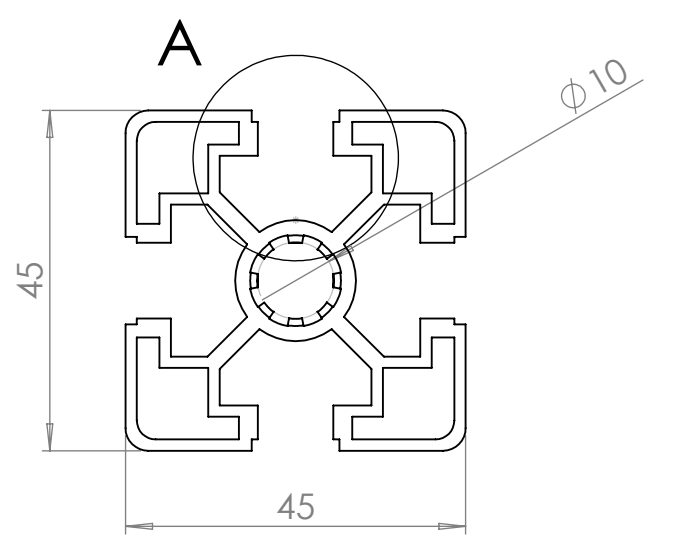


Bloco de Alumínio

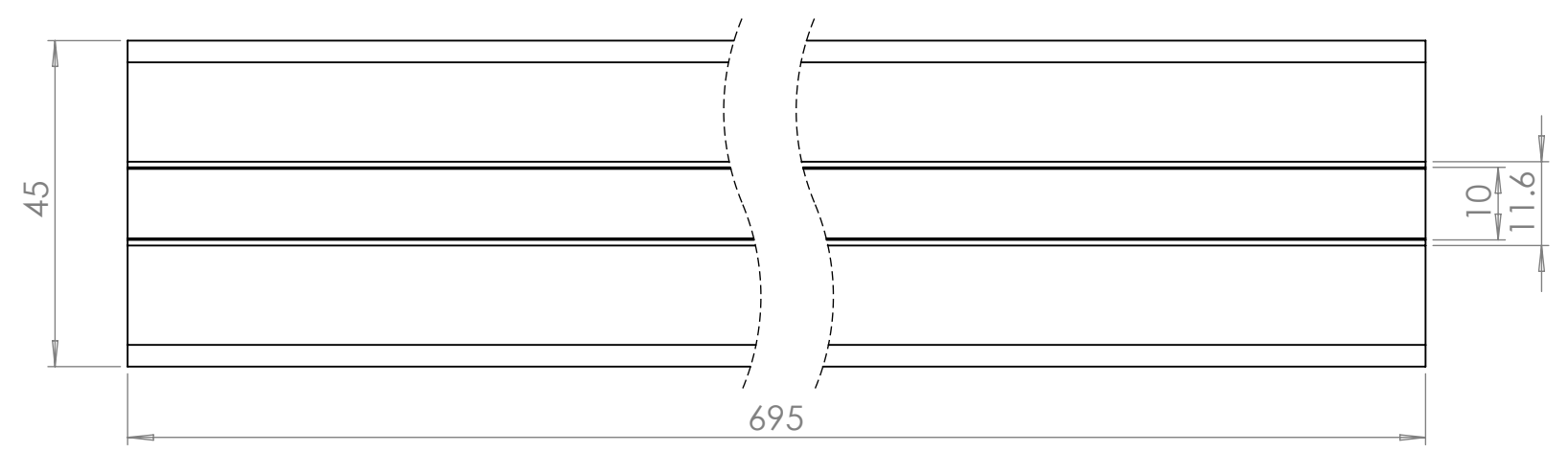
Dimensões Gerais: 45 x 30 x 20 [mm]

6 Unidades

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:					OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3			
	Nome		Rubrica		Data Criação		Data Modificação		 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes					
Desenhou	M. Vieira				03/11/2021		03/11/2021							
Verificou														
Aprovou					Material:		1060 Aluminium							
										Nome desenho: CNC L E - 1000-010				 1º Diedro
														Folha 1 de 1



DETAIL A
SCALE 2 : 1



Vista Isométrica

Perfil Estrutural de Alumínio 45 x 45 [mm]

Comprimento: 695mm

1 Unidade

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala	A3
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação	 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes	
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021		
Verificou						
Aprovou			Material: 1060 Aluminium			
					Nome desenho: CNC L E - 1000-011	 1º Diedro
						Folha 1 de 1

F

E

D

C

B

A

F

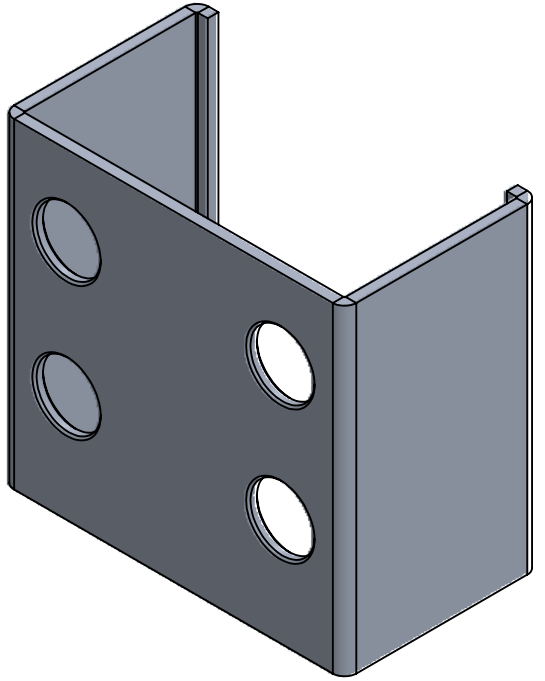
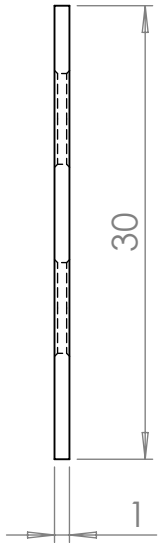
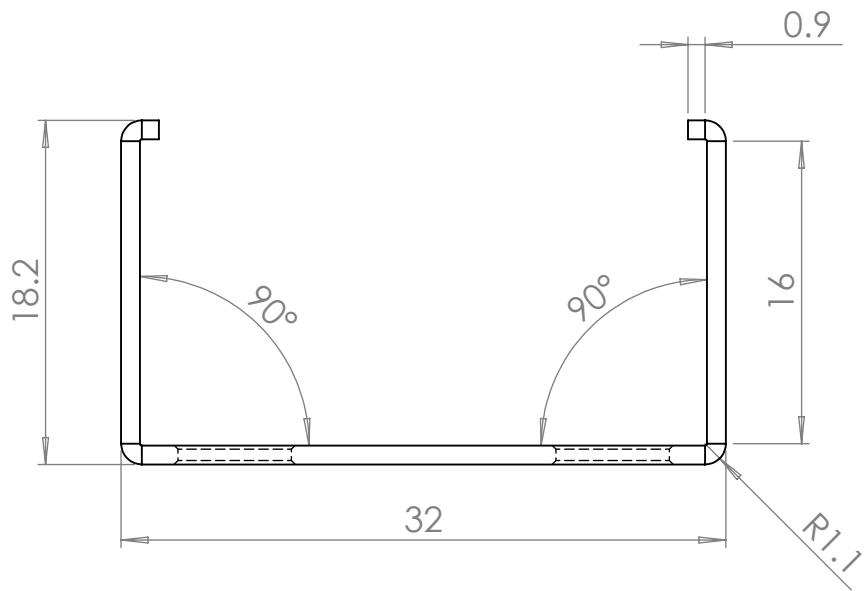
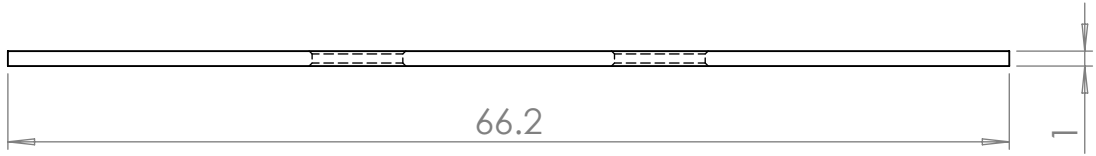
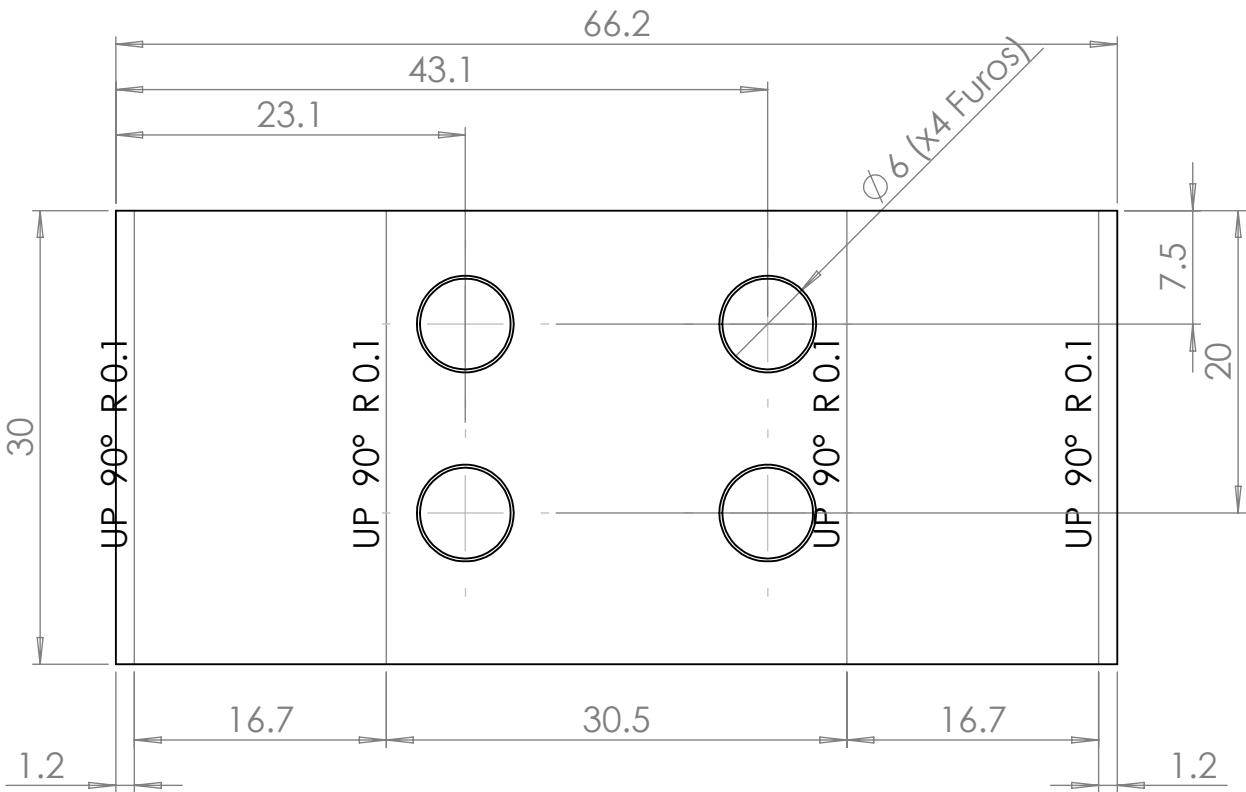
E

D

C

B

A



Vista Isométrica

Chapa espessura 1mm Alumínio

Dimensões Gerais: 66,2 x 30 [mm]

1 Unidade

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA:		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3	
		N.D.						
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação				
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021				
Verificou								
Aprovou			Material:	1060 Aluminium				
				Nome desenho:				 1º Diedro
				CNC L E - 1000-012				
				Folha 1 de 1				

F
E
D
C
B
A

8

7

6

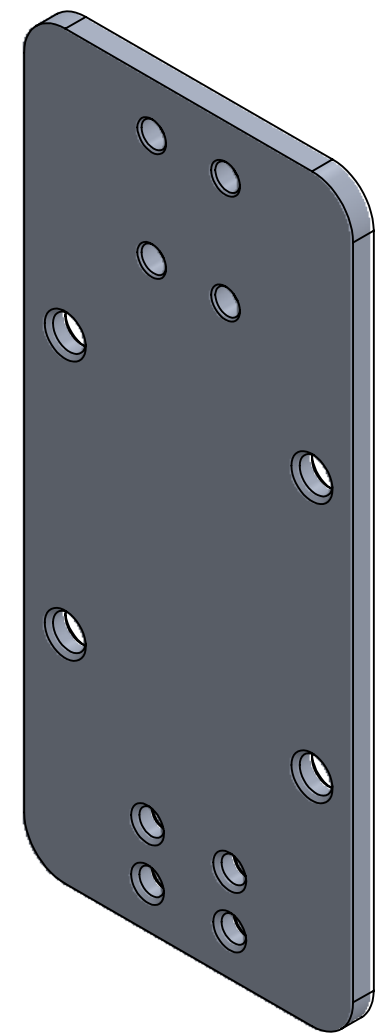
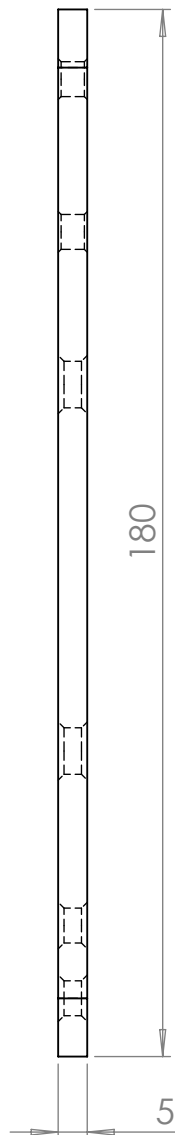
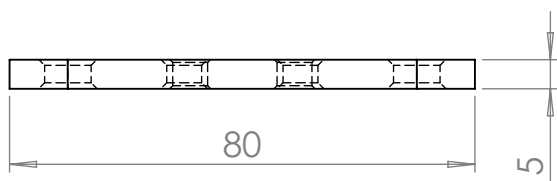
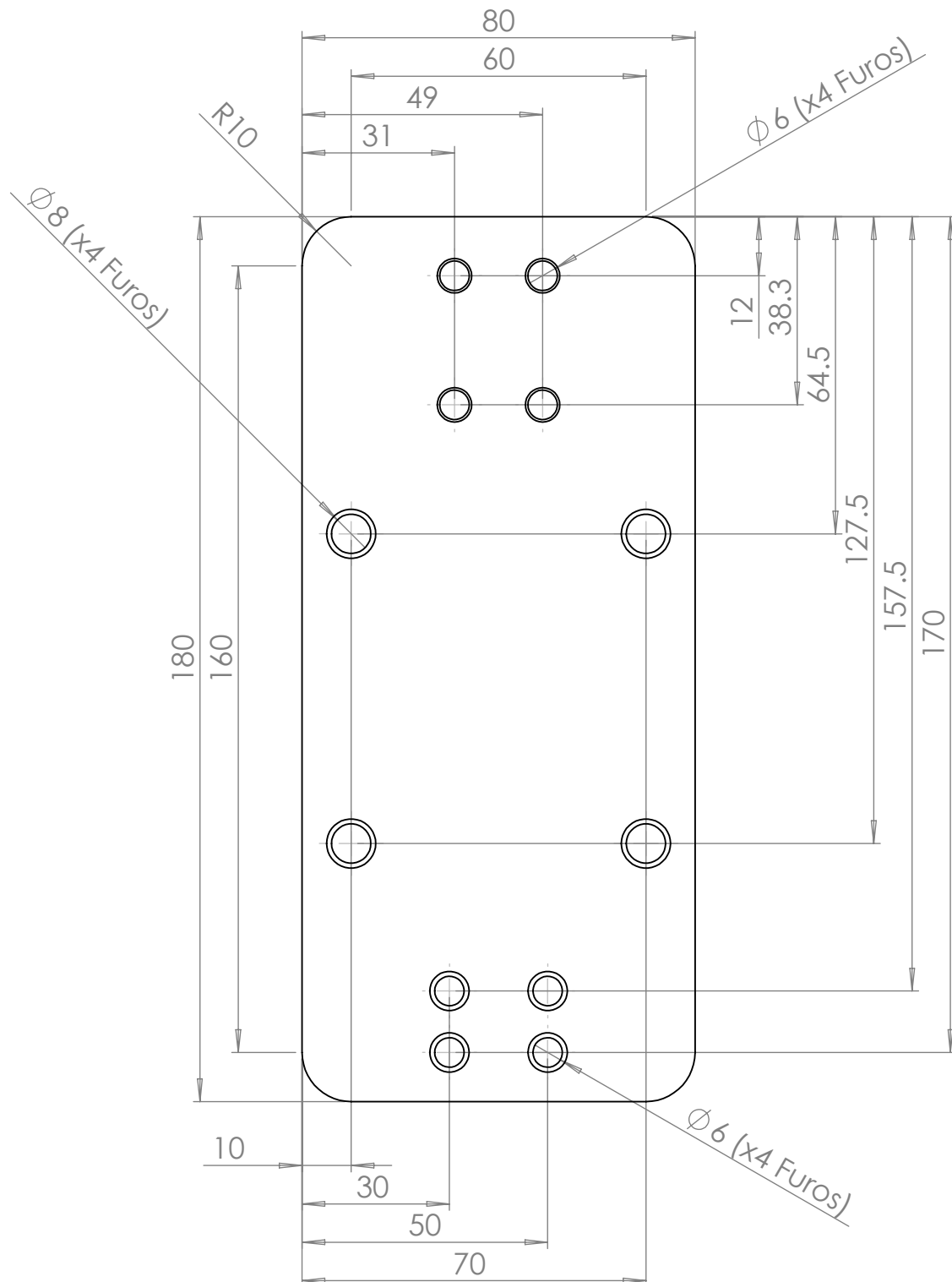
5

4

3

2

1



Vista Isométrica

Chapa espessura 5mm Alumínio

Dimensões Gerais: 180 x 80 [mm]

1 Unidade

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrarquinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação		 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
Desenhou	M. Vieira		03/11/2021	03/11/2021					
Verificou									
Aprovou			Material: 1060 Aluminium						
					Nome desenho:		CNC L E - 1000-013		 1º Diedro
								Folha 1 de 1	

8

7

6

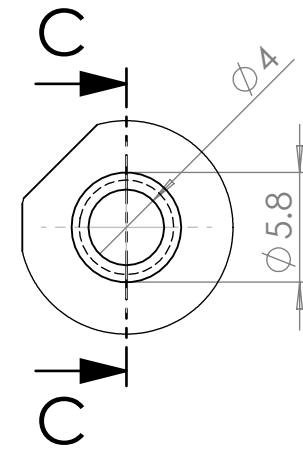
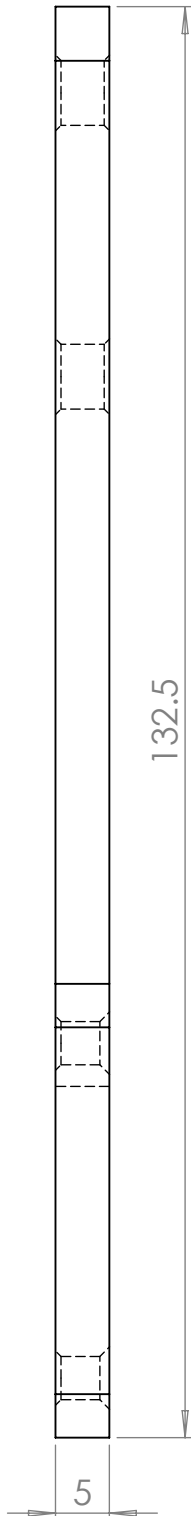
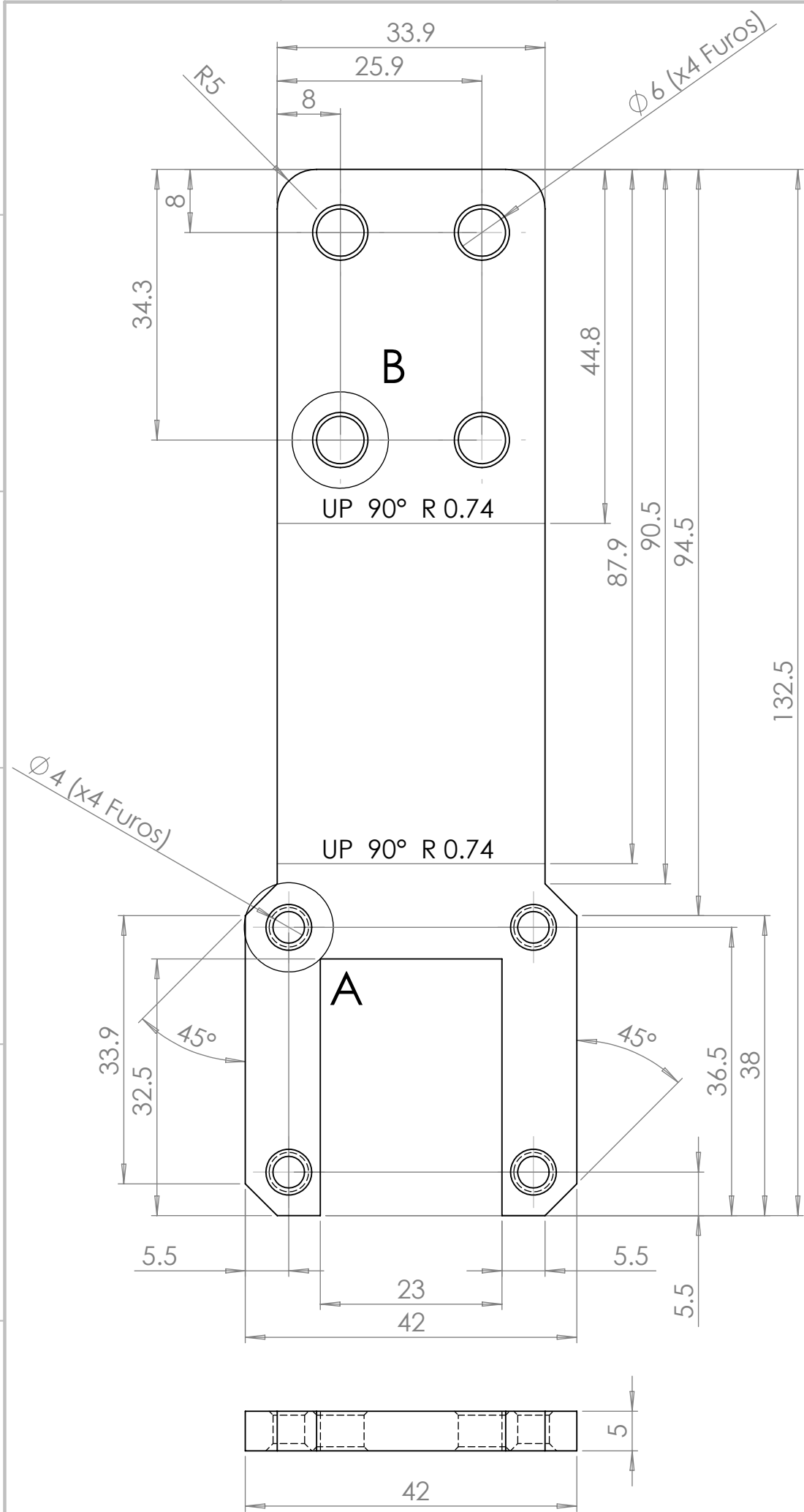
5

4

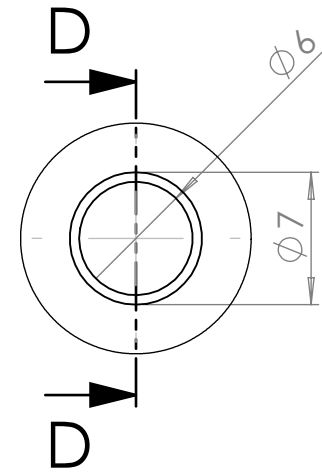
3

2

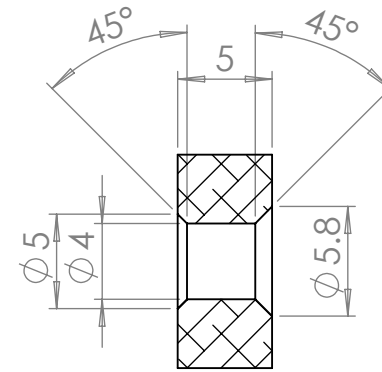
1



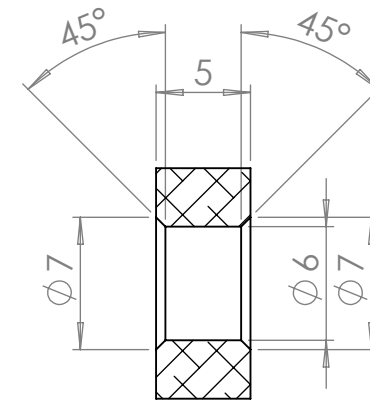
DETAIL A
SCALE 2 : 0.8



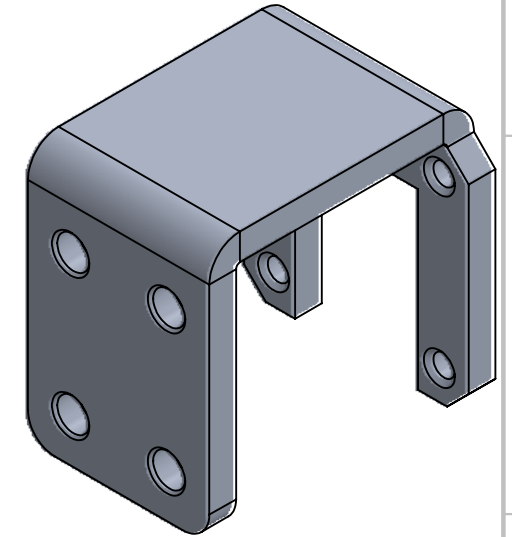
DETAIL B
SCALE 2 : 0.8



SECTION C-C
SCALE 2 : 0.8



SECTION D-D
SCALE 2 : 0.8



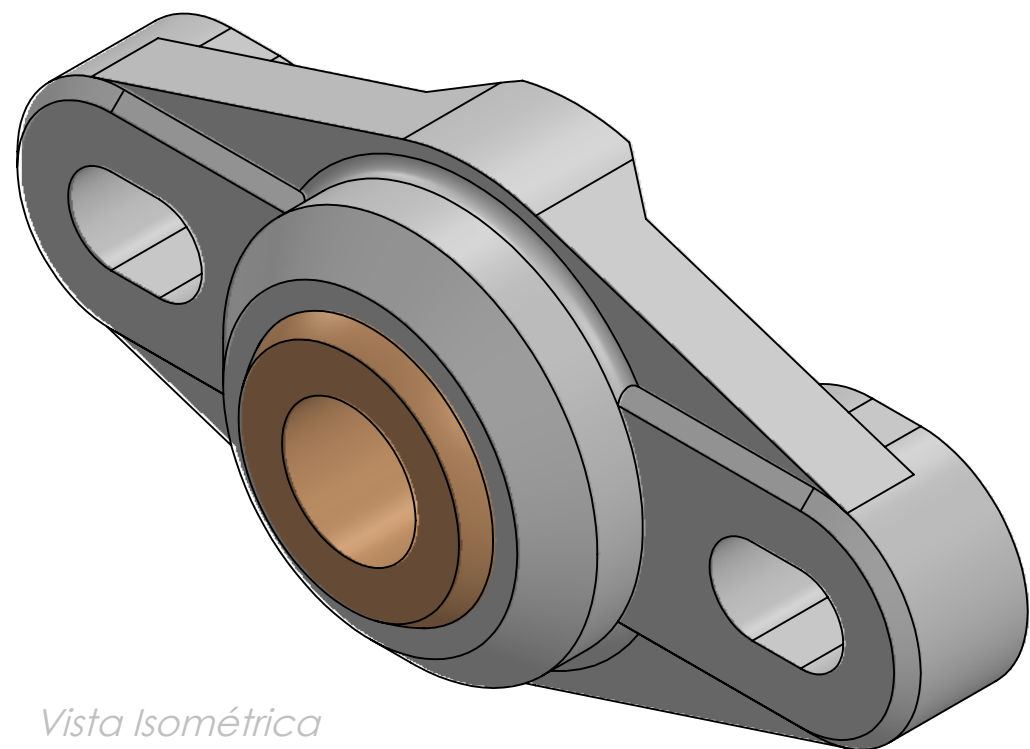
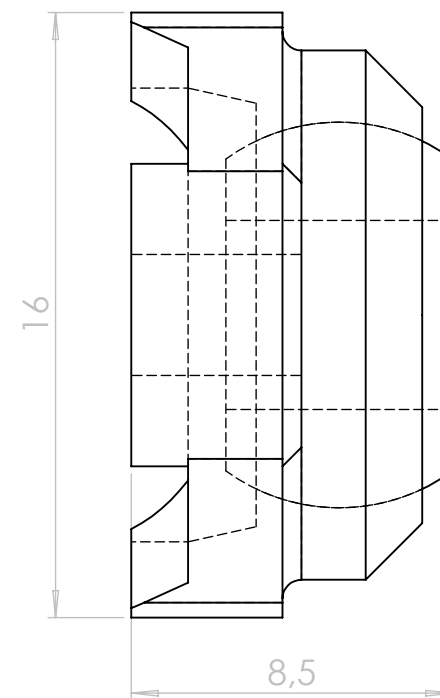
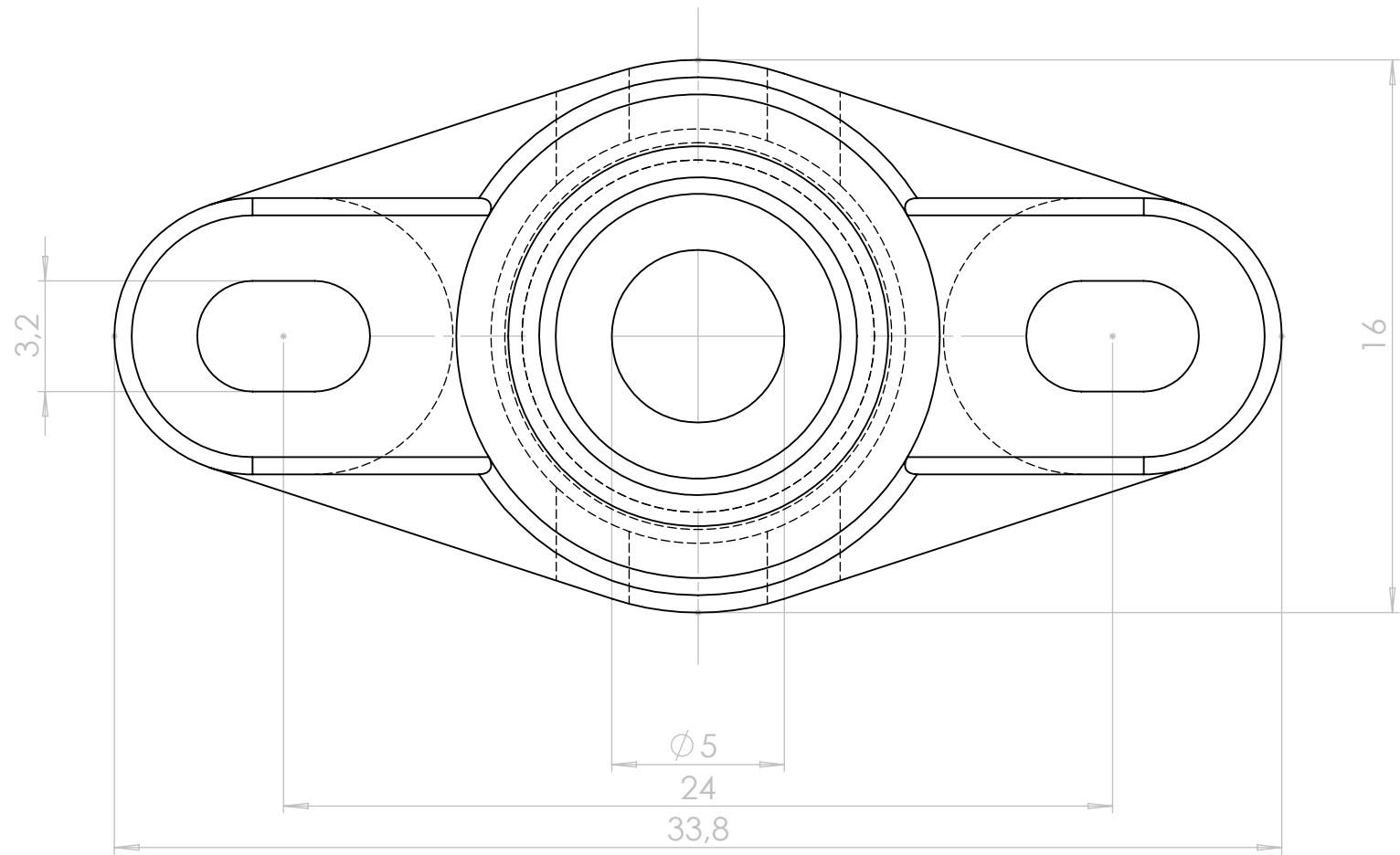
Vista Isométrica

Chapa espessura 5mm Alumínio

Dimensões Gerais: 132,5 x 42 [mm]

1 Unidade

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:				OBRA: N.D.		Quebrarquinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
Nome		Rubrica		Data Criação		Data Modificação					
Desenhou		M. Vieira				05/11/2021		05/11/2021			
Verificou											
Aprovou				Material:		1060 Aluminium					
Nome desenho:										CNC L E - 1000-014	
Folha 1 de 1										1º Diedro	



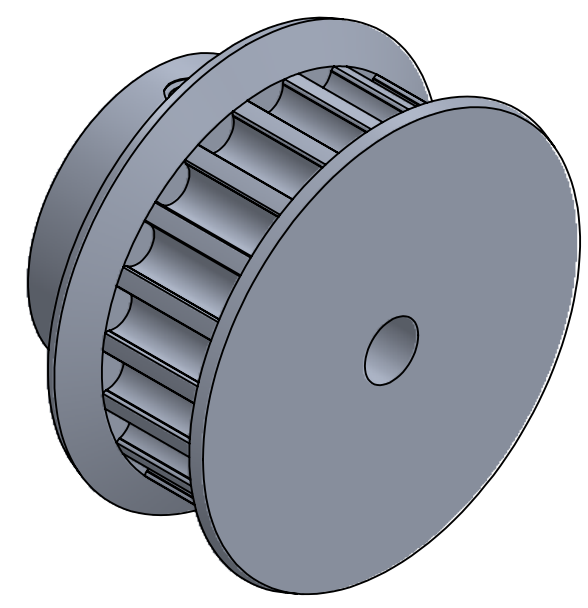
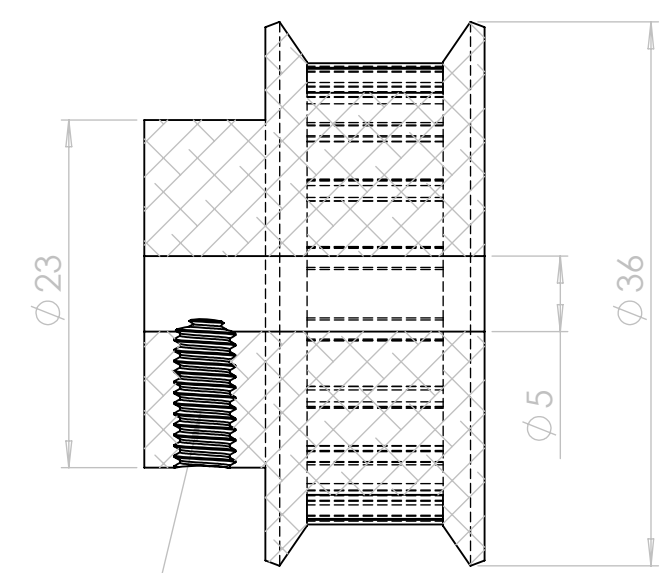
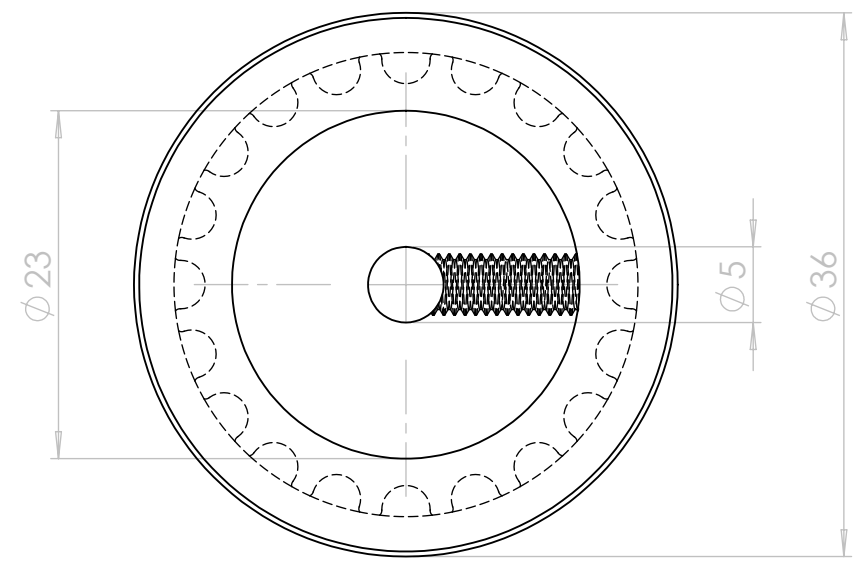
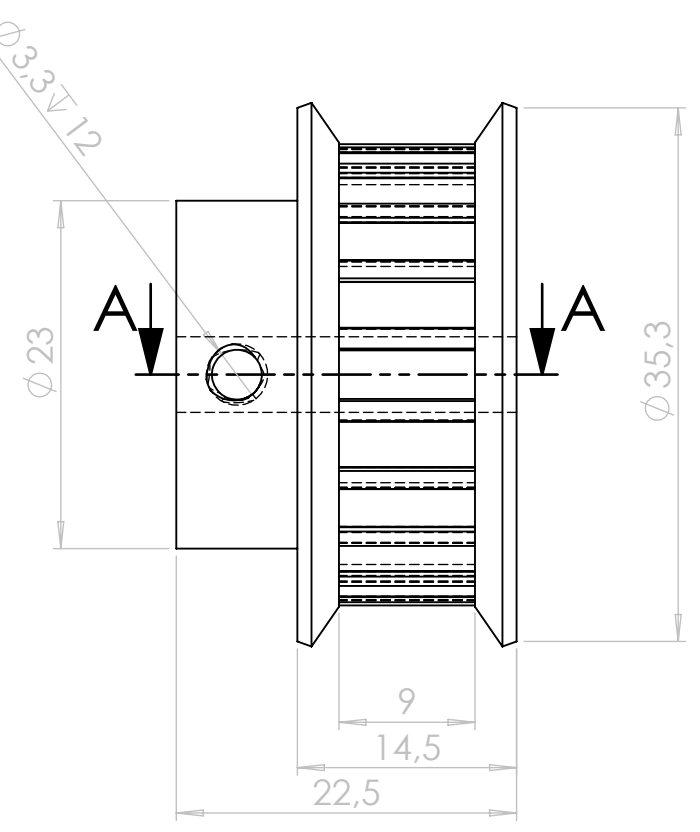
Vista Isométrica

1 Unidade

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:					OBRA: N.D.		Quebrarquinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3		
	Nome		Rubrica		Data Criação		Data Modificação		esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes				
Desenhou		M. Vieira				07/11/2021		07/11/2021					
Verificou													
Aprovou													
					Material:		VÁRIOS			Nome desenho:			
								Chumaceira EFOM - 05					
											1º Diedro		
											Folha 1 de 1		

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A



Vista Isométrica

Abrir rosca M4 x 0.7 12

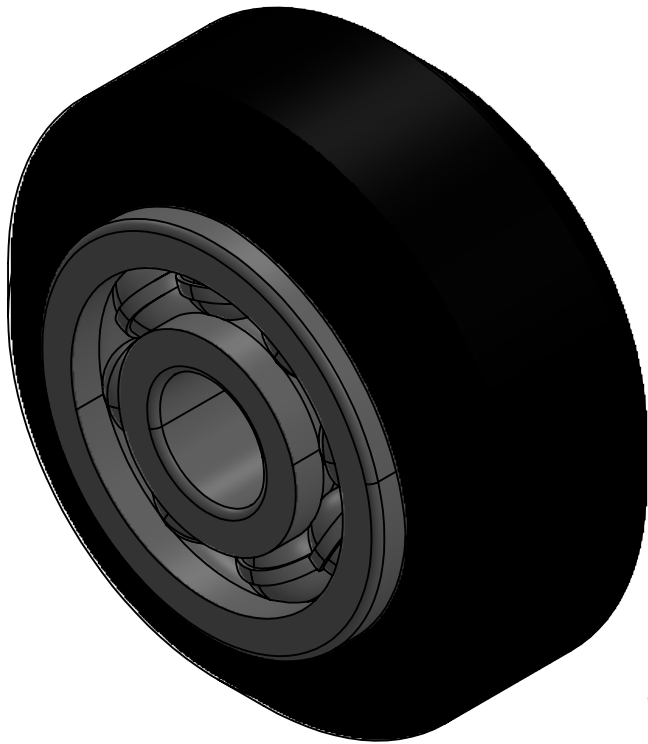
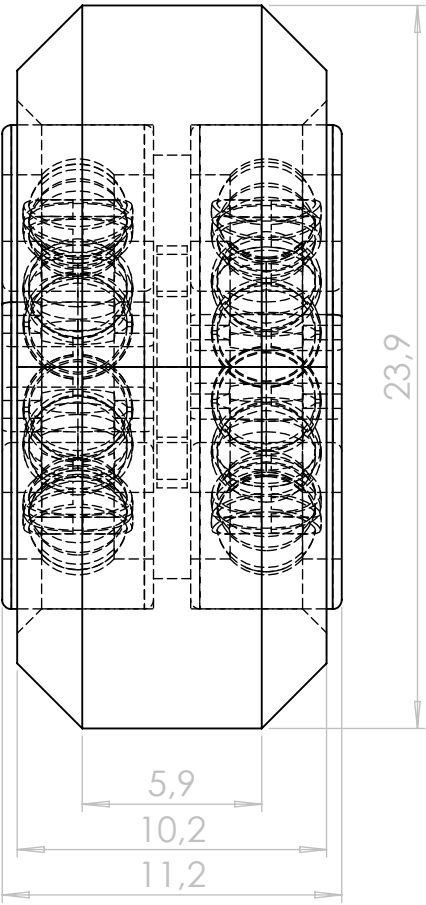
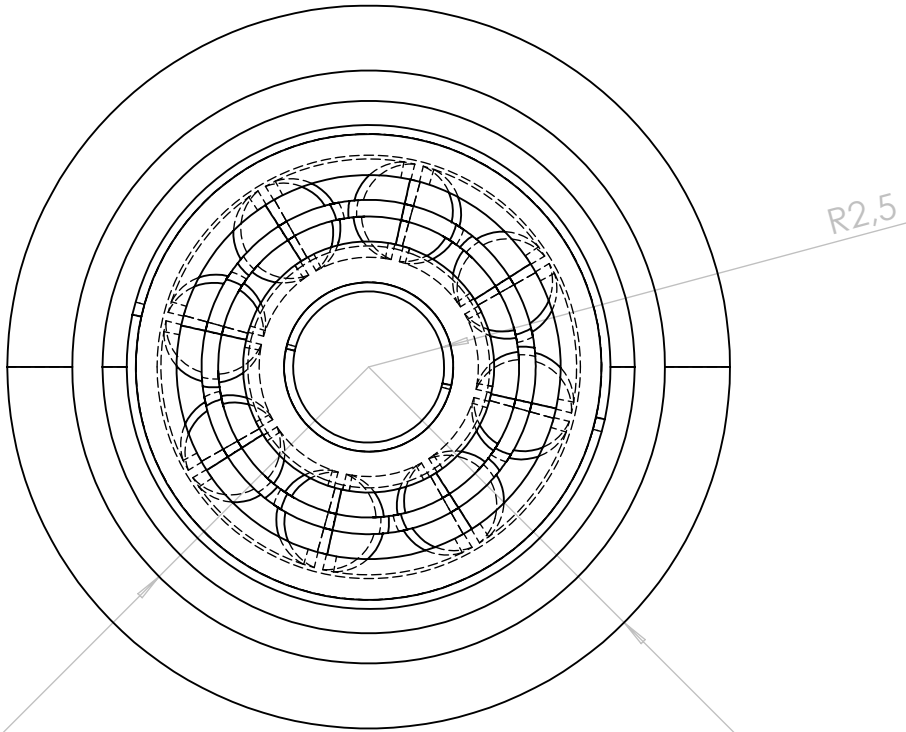
SECTION A-A

3 Unidades

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA:		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
		N.D.				 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação					
Desenhou	M. Vieira		07/11/2021	07/11/2021					
Verificou									
Aprovou			Material:	VÁRIOS		Nome desenho:			 1º Diedro
					Pulley HTD 5M Gates				
					Folha 1 de 1				



1º Diedro



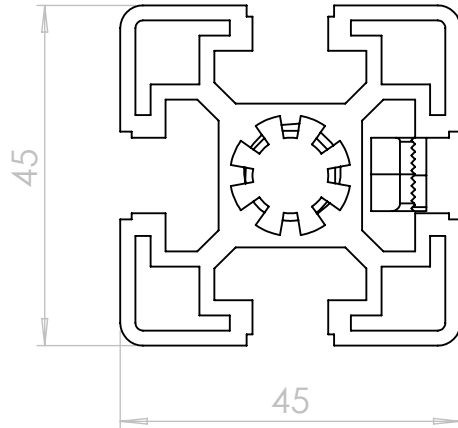
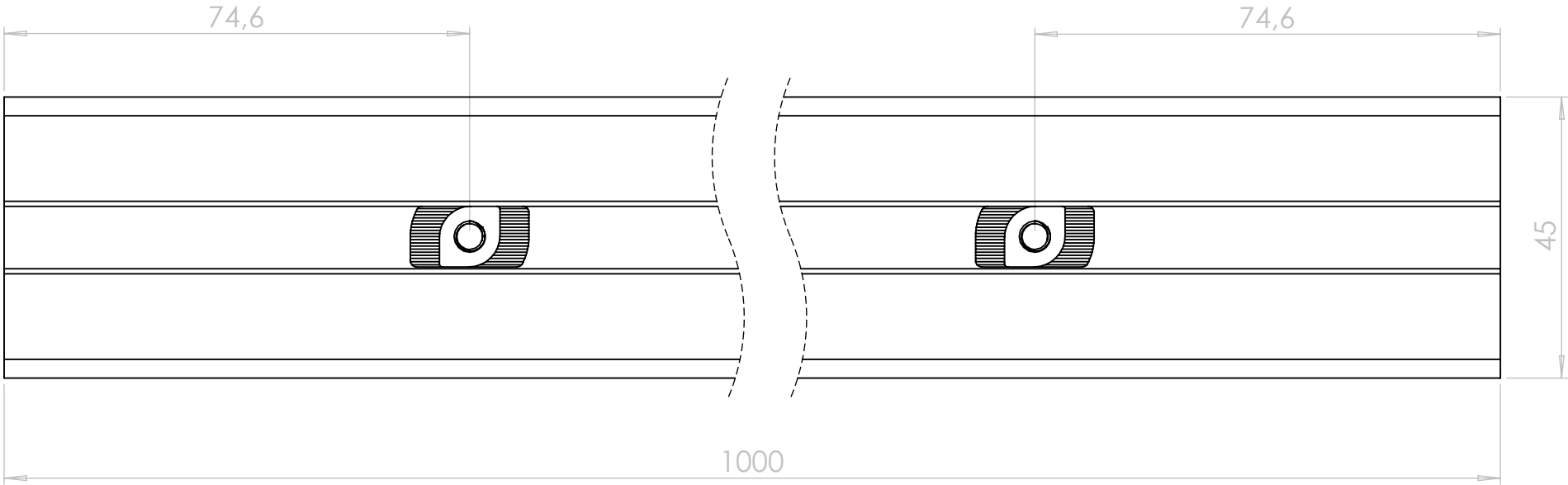
Vista Isométrica

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3		
					esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes				
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação					
Desenhou	M. Vieira		07/11/2021	07/11/2021					
Verificou									
Aprovou			Material:						
			VÁRIOS		Nome desenho:				
					Roda em V				
									1º Diedro
					Folha 1 de 1				

12 Unidades

9.2 Anexo B

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E - 1000-001	1
2	Porca Martelo M5 p. ranhura 10mm	2



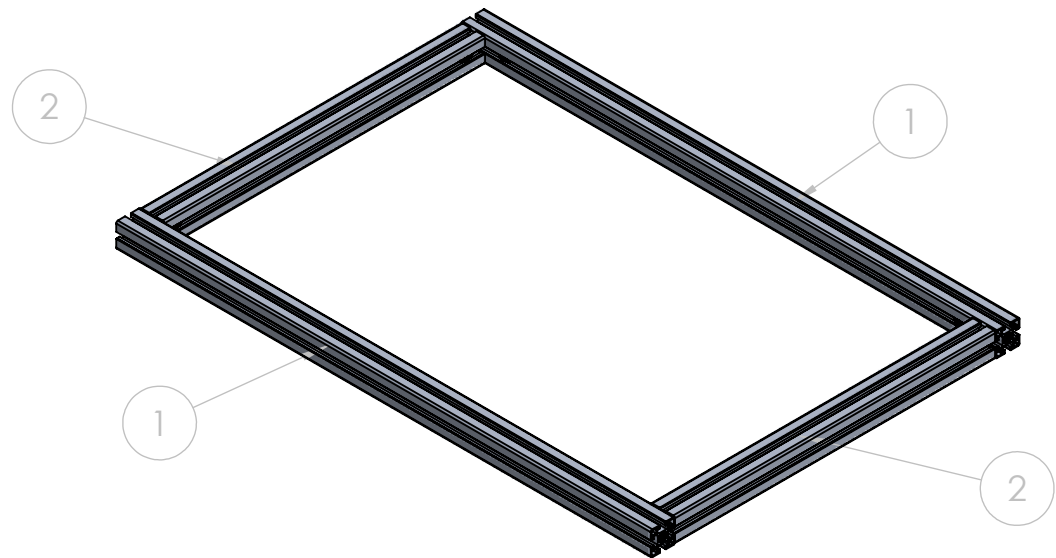
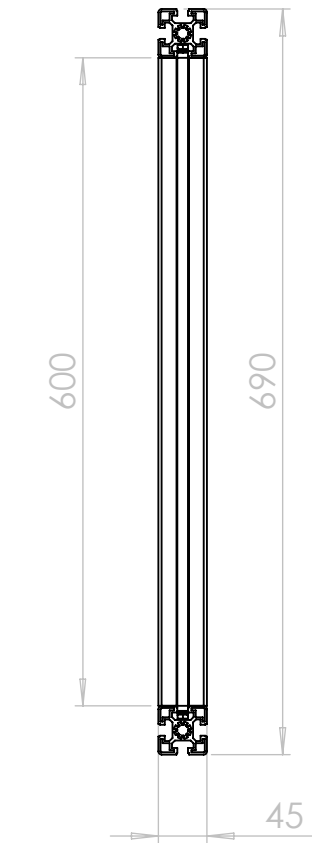
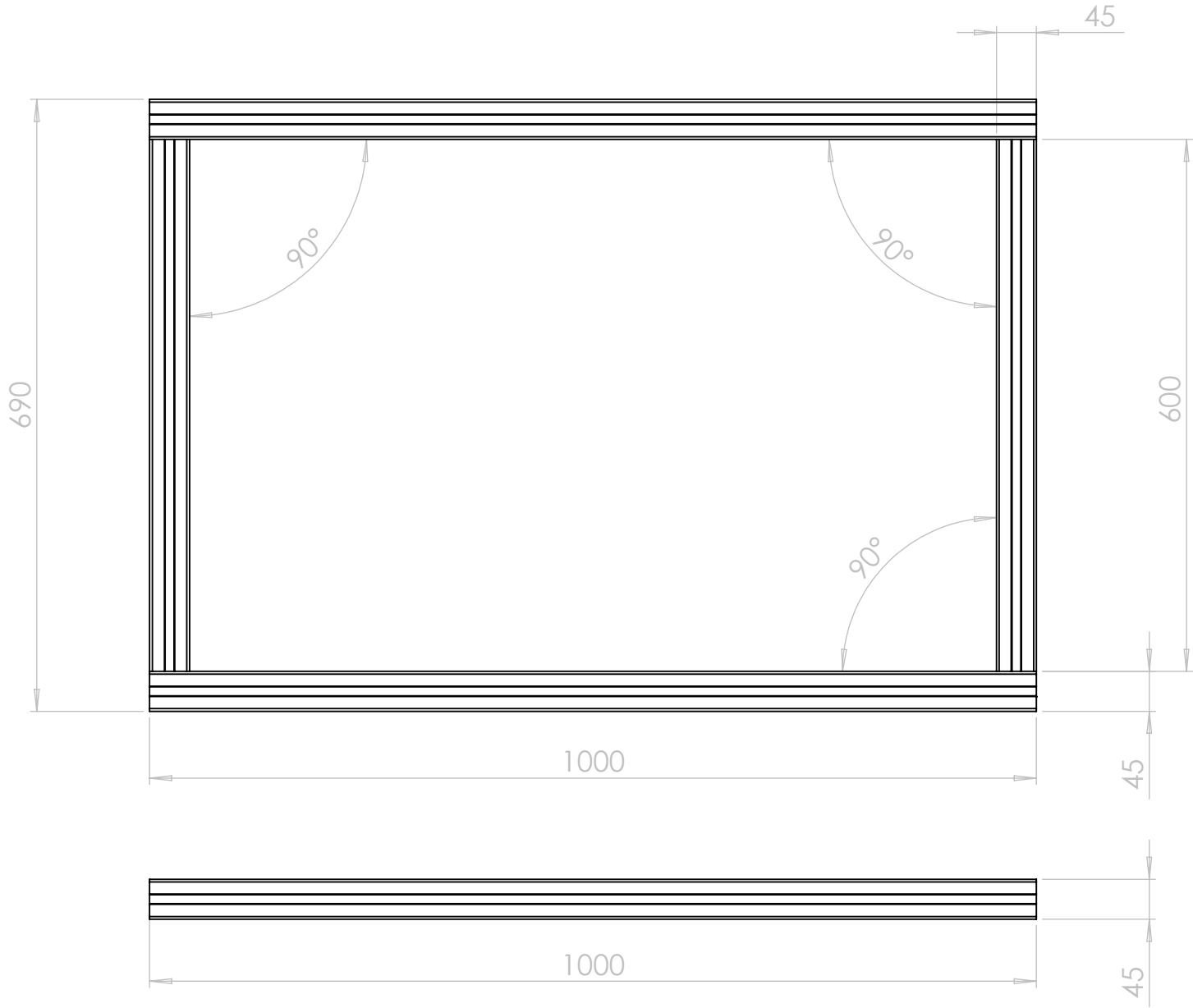
Vista Isométrica

Vista Isométrica Explodida

2 Unidades de montagem

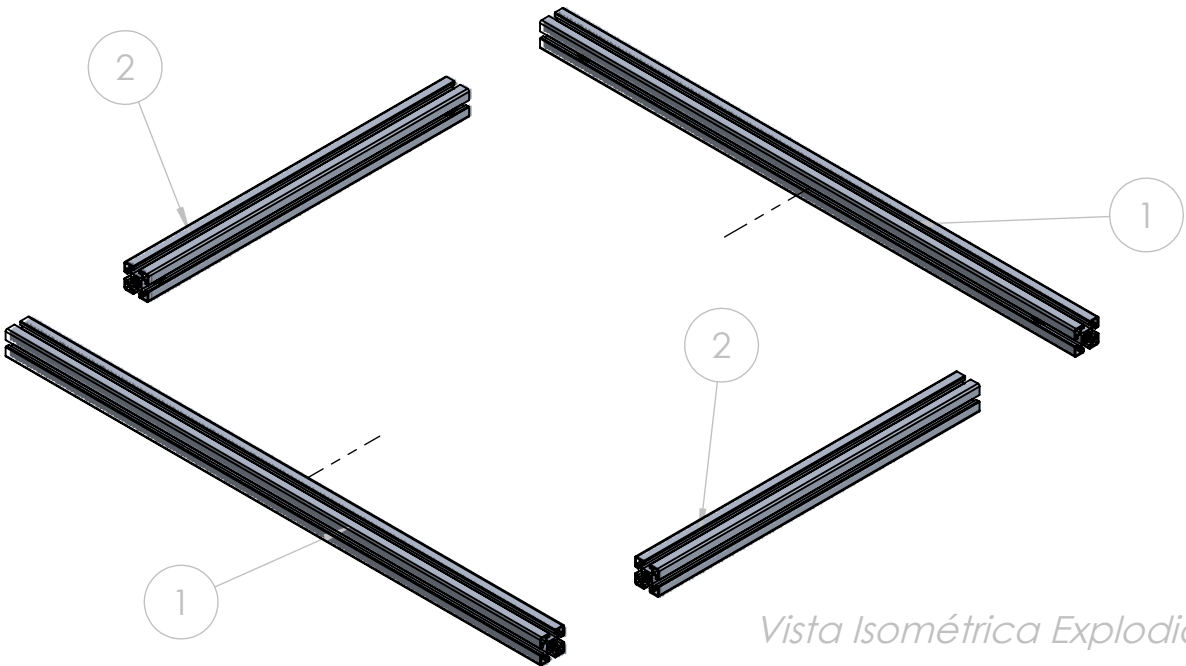
Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação		 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
Desenhou	M. Vieira		06/11/2021	06/11/2021					
Verificou									
Aprovou			Material:		VÁRIOS				
Nome desenho:						CNC L E Assembly 001			
						Folha 1 de 1			
						 1º Diedro			

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E Assembly 001	2
2	CNC L E Assembly 002	2



Vista Isométrica

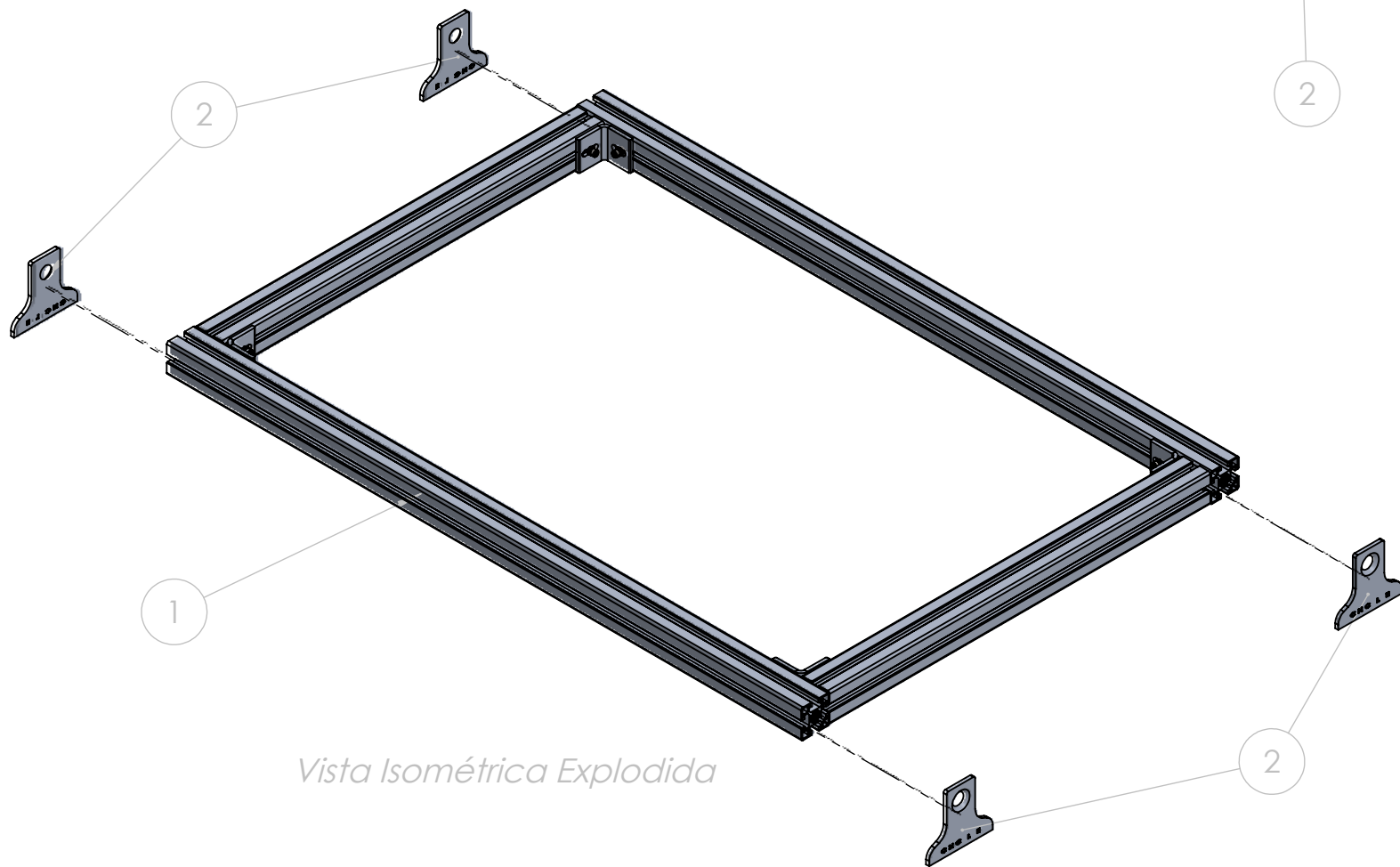
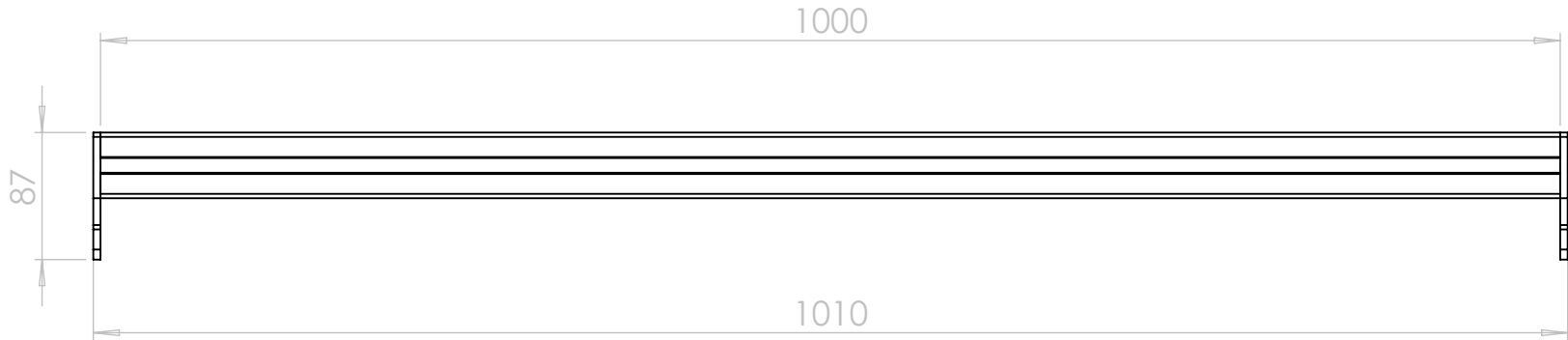
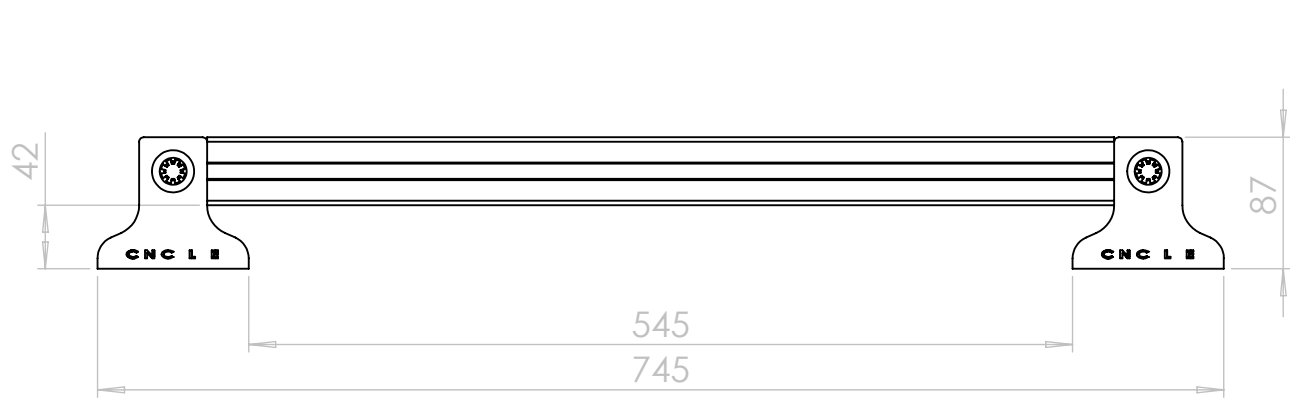
1 Unidade de montagem



Vista Isométrica Explodida

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3	
					 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação				
Desenhou	M. Vieira		06/11/2021	06/11/2021				
Verificou								
Aprovou			Material:	VÁRIOS		Nome desenho:		 1º Diedro
						CNC L E Assembly 003		
							Folha 1 de 1	

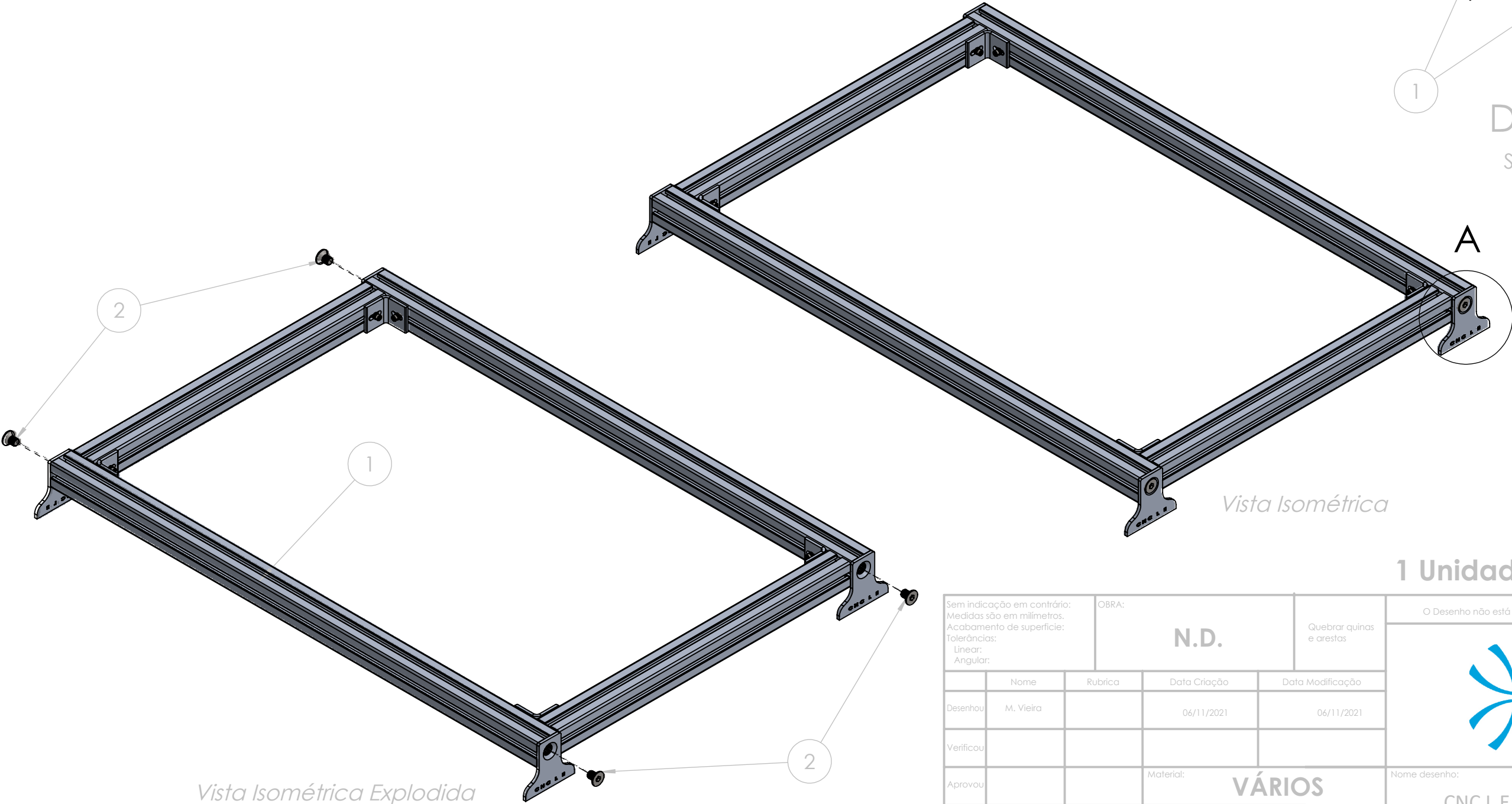
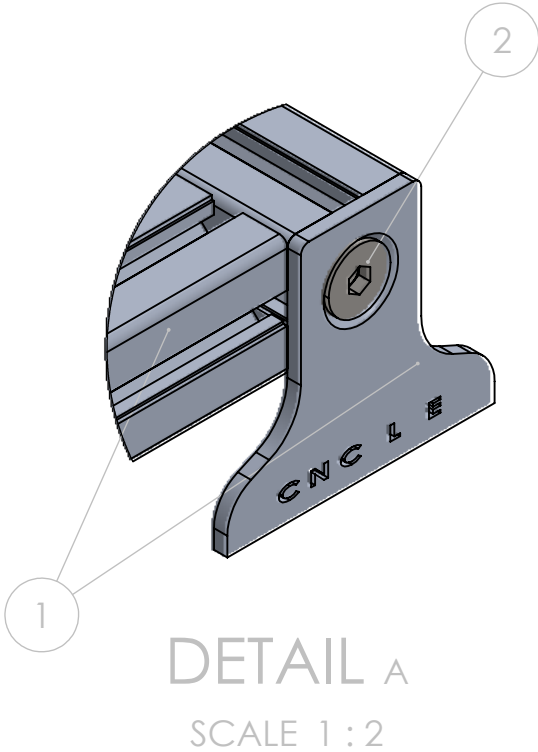
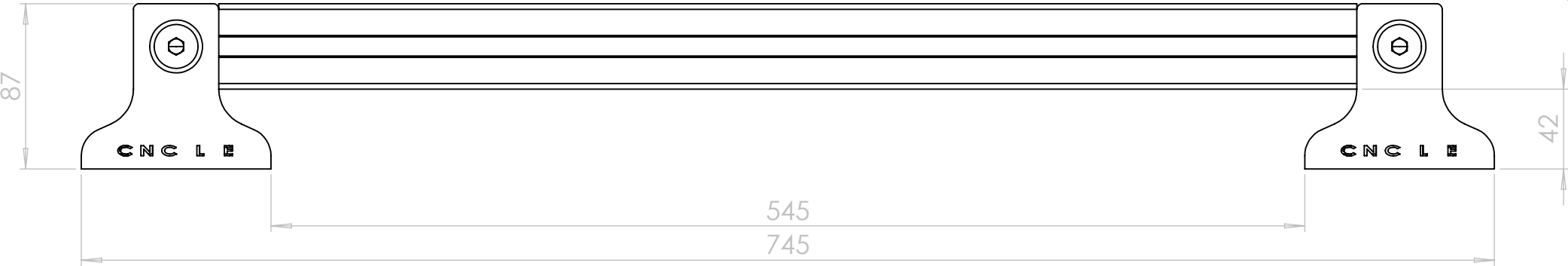
Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E Assembly 005	1
2	CNC L E - 1000-003	4



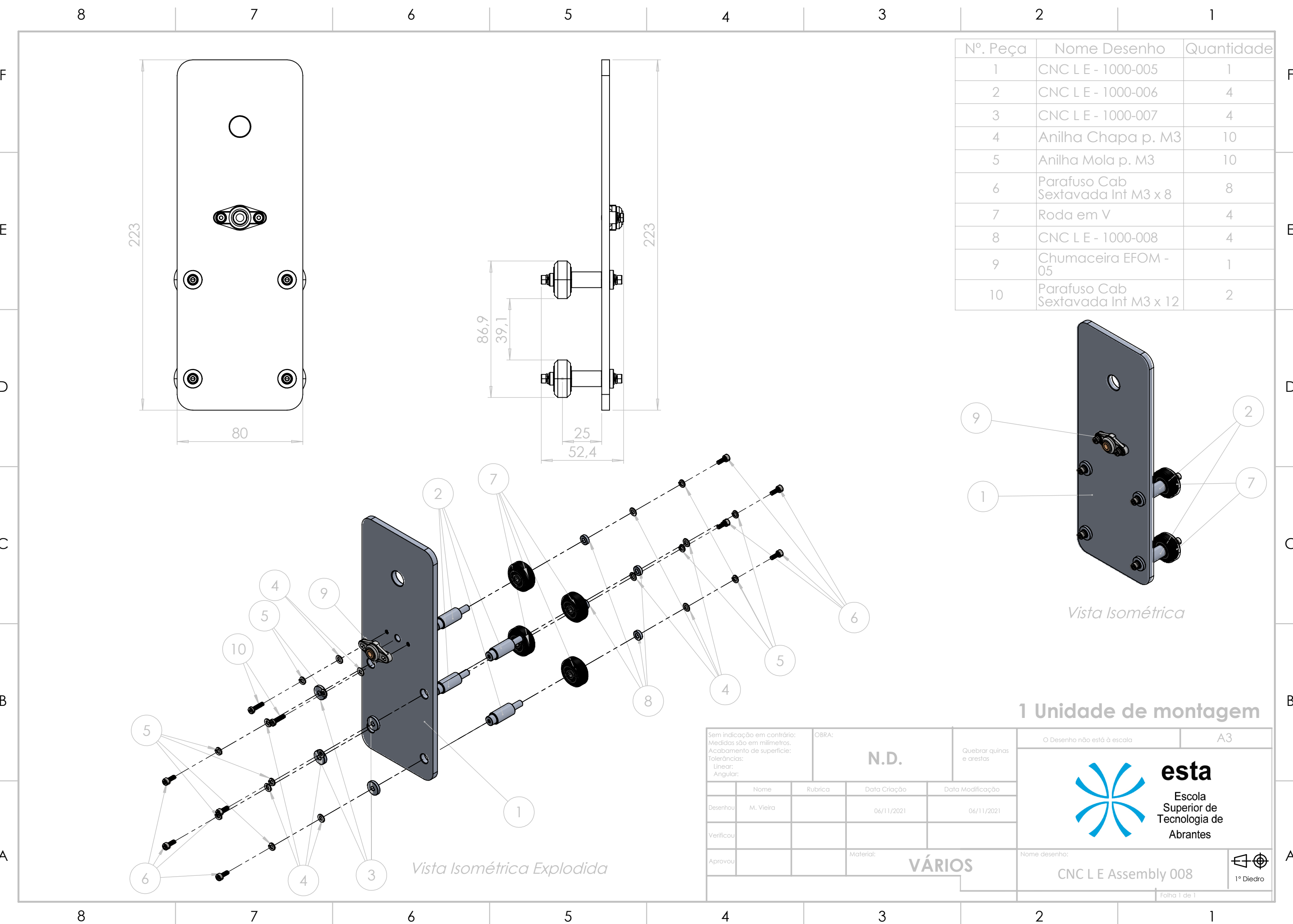
1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala	A3
Desenhou	Nome M. Vieira	Rubrica	Data Criação 06/11/2021	Data Modificação 06/11/2021	 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes	
Verificou						
Aprovou			Material:	VÁRIOS		
					Nome desenho: CNC L E Assembly 006	 1º Diedro
						Folha 1 de 1

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E Assembly 006	1
2	Parafuso Cab Embeber M12 x18	4



Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:				OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3		
								esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes				
	Nome	Rubrica	Data Criação		Data Modificação							
Desenhou	M. Vieira		06/11/2021		06/11/2021							
Verificou												
Aprovou			Material:		VÁRIOS		Nome desenho:				 1º Diedro	
							CNC L E Assembly 007					
												Folha 1 de 1



1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário:
Medidas são em milímetros.
Acabamento de superfície:
Tolerâncias:
Linear:
Angular:

OBRA:

N.D.

Quebrar quinas e arestas

	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação
Desenhou	M. Vieira		06/11/2021	06/11/2021
Verificou				
Aprovou			Material:	VÁRIOS

O Desenho não está à escala

A3

Nome desenho:
CNC L E Assembly 008

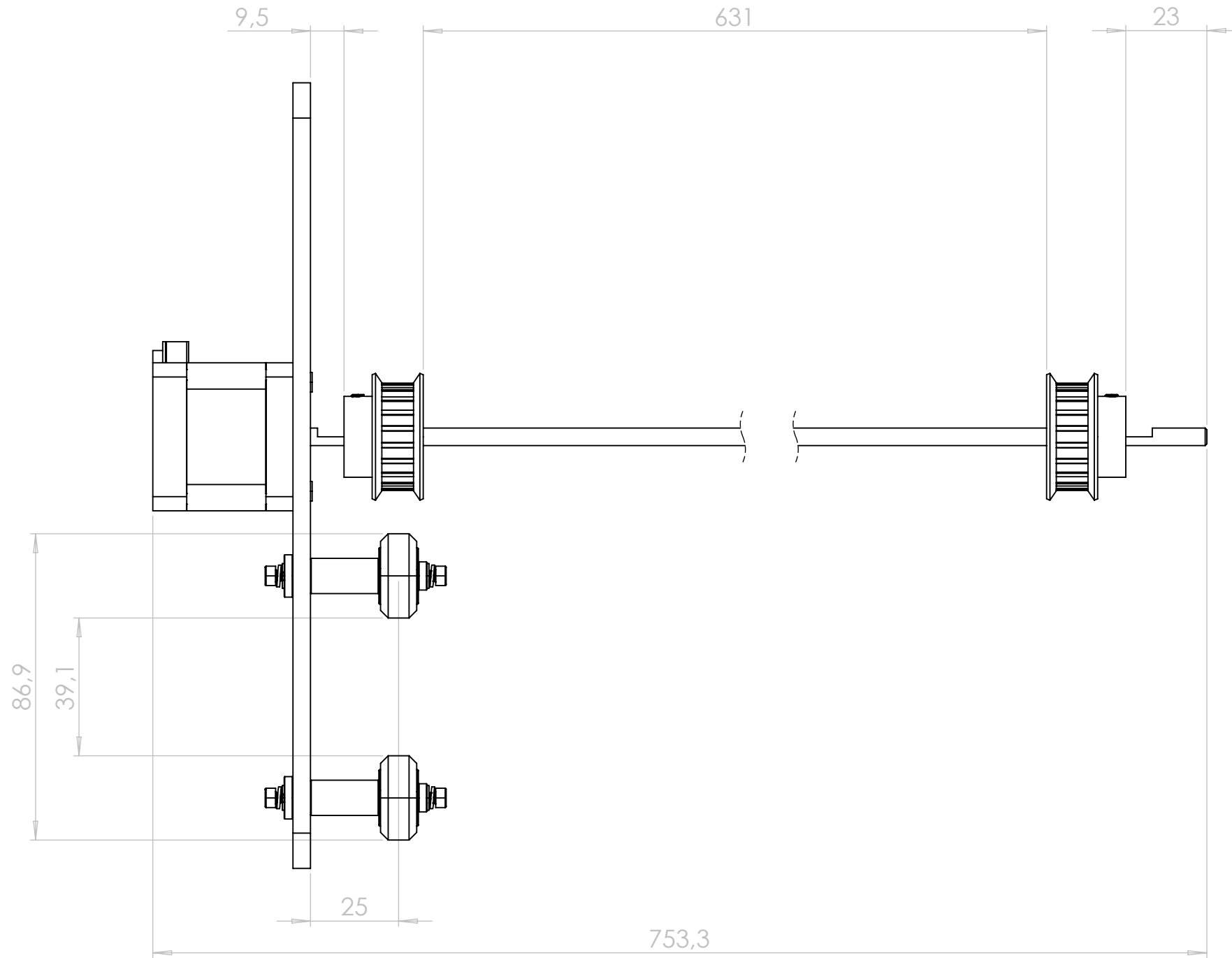
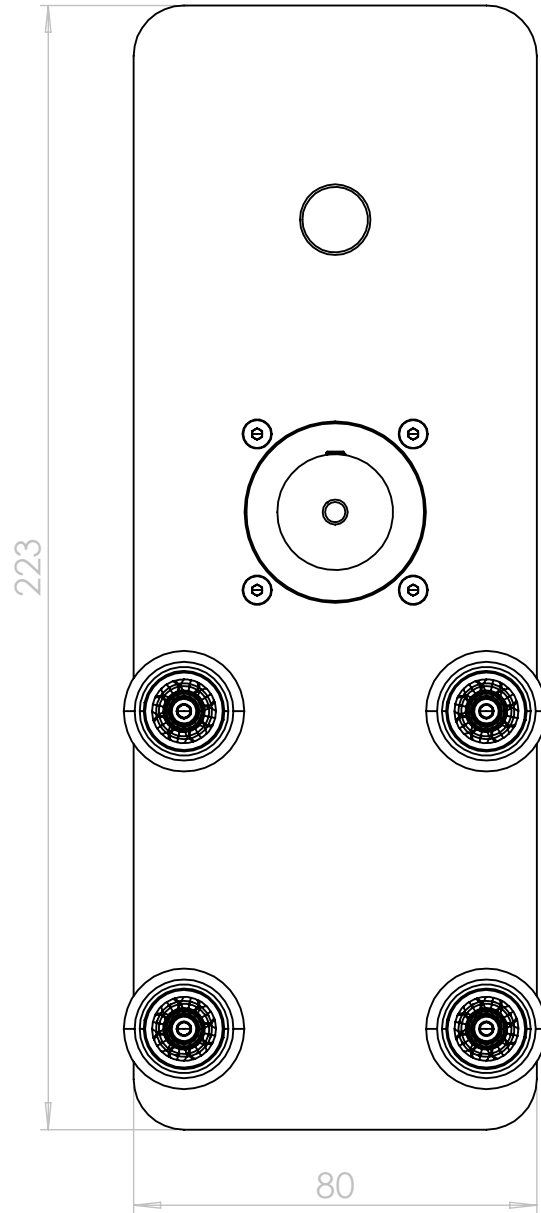
1º Diedro

Folha 1 de 1

F
E
D
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

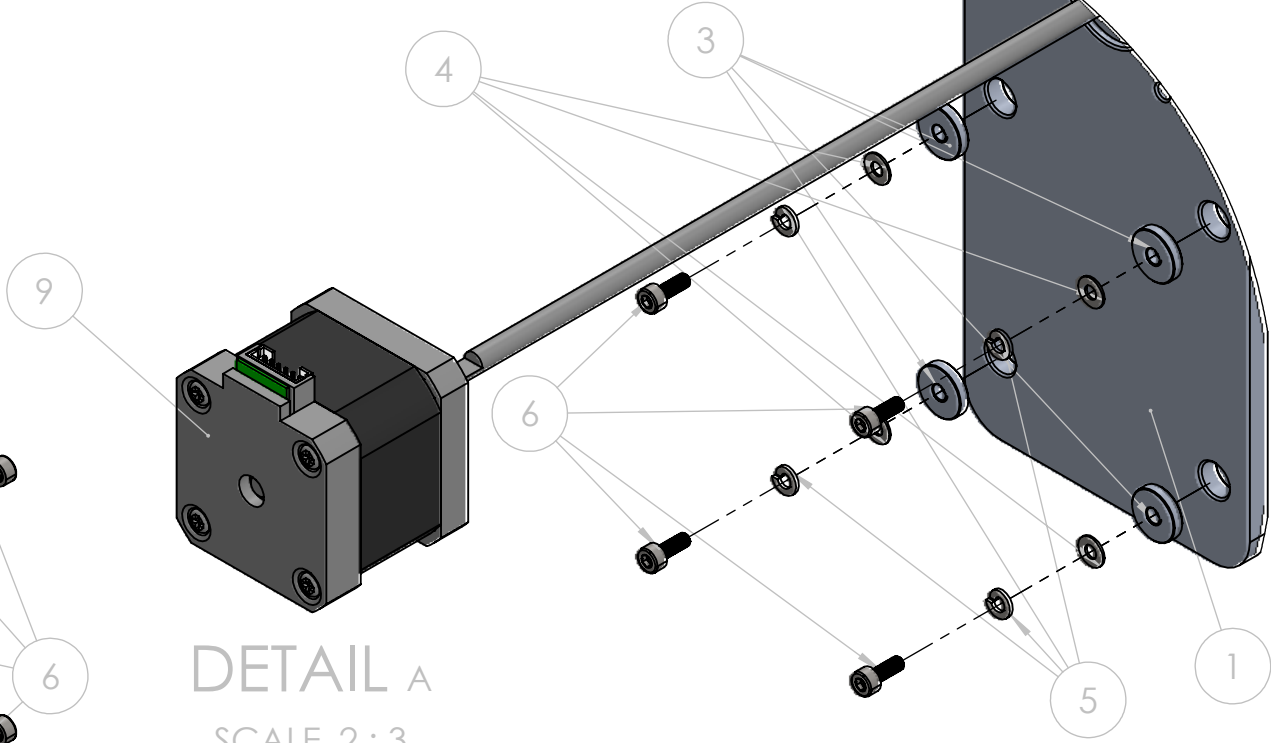
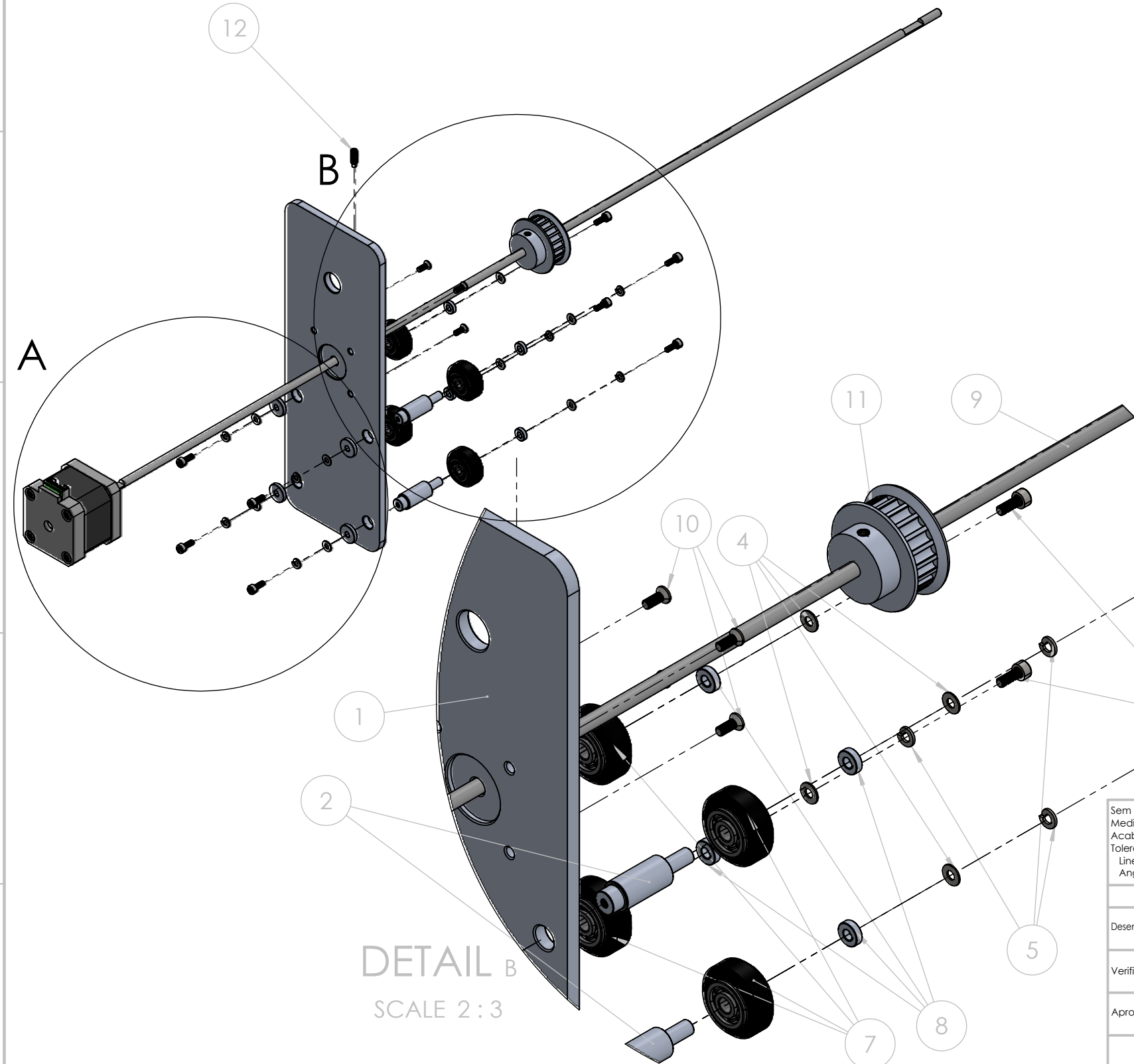


Vista Isométrica

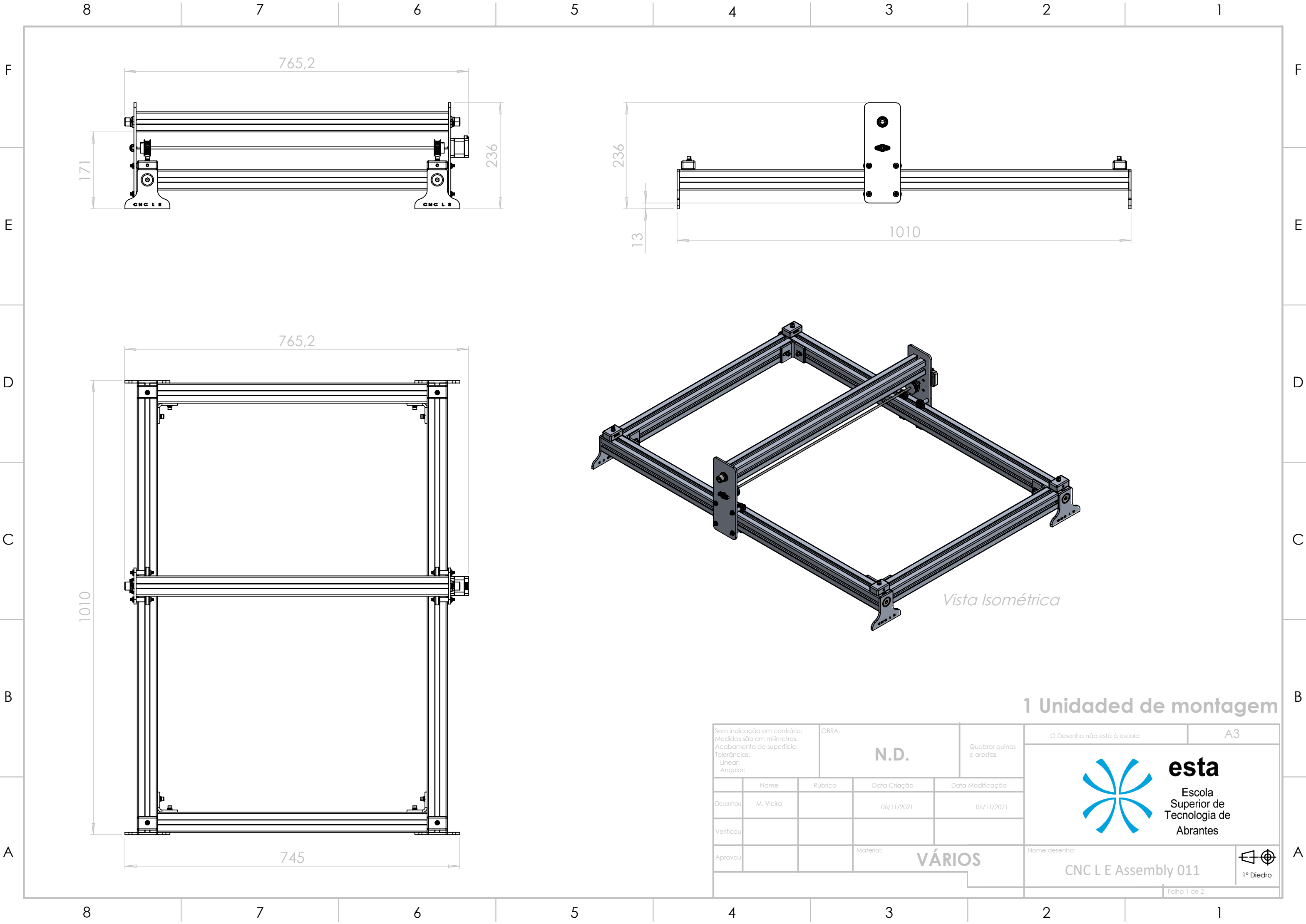
1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA:		Quebrar quinas e arestas		O Desenho não está à escala		A3	
		N.D.							
Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação						
Desenhou	M. Vieira		06/11/2021						
Verificou									
Aprovou									
		Material:		VÁRIOS		Nome desenho:		CNC L E Assembly 009	
								1º Diedro	
								Folha 1 de 2	

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E - 1000-009	1
2	CNC L E - 1000-006	4
3	CNC L E - 1000-007	4
4	Anilha Chapa p. M3	8
5	Anilha Mola p. M3	8
6	Parafuso Cab Sextavada Int M3 x 8	8
7	Roda em V	4
8	CNC L E - 1000-008	4
9	ms17hd2p_4200-10	1
10	Parafuso Cab Embeber M3 x8	4
11	Pulley HTD 5M Gates	2
12	Perno Sextavado Interior com guia M4 x 12	2

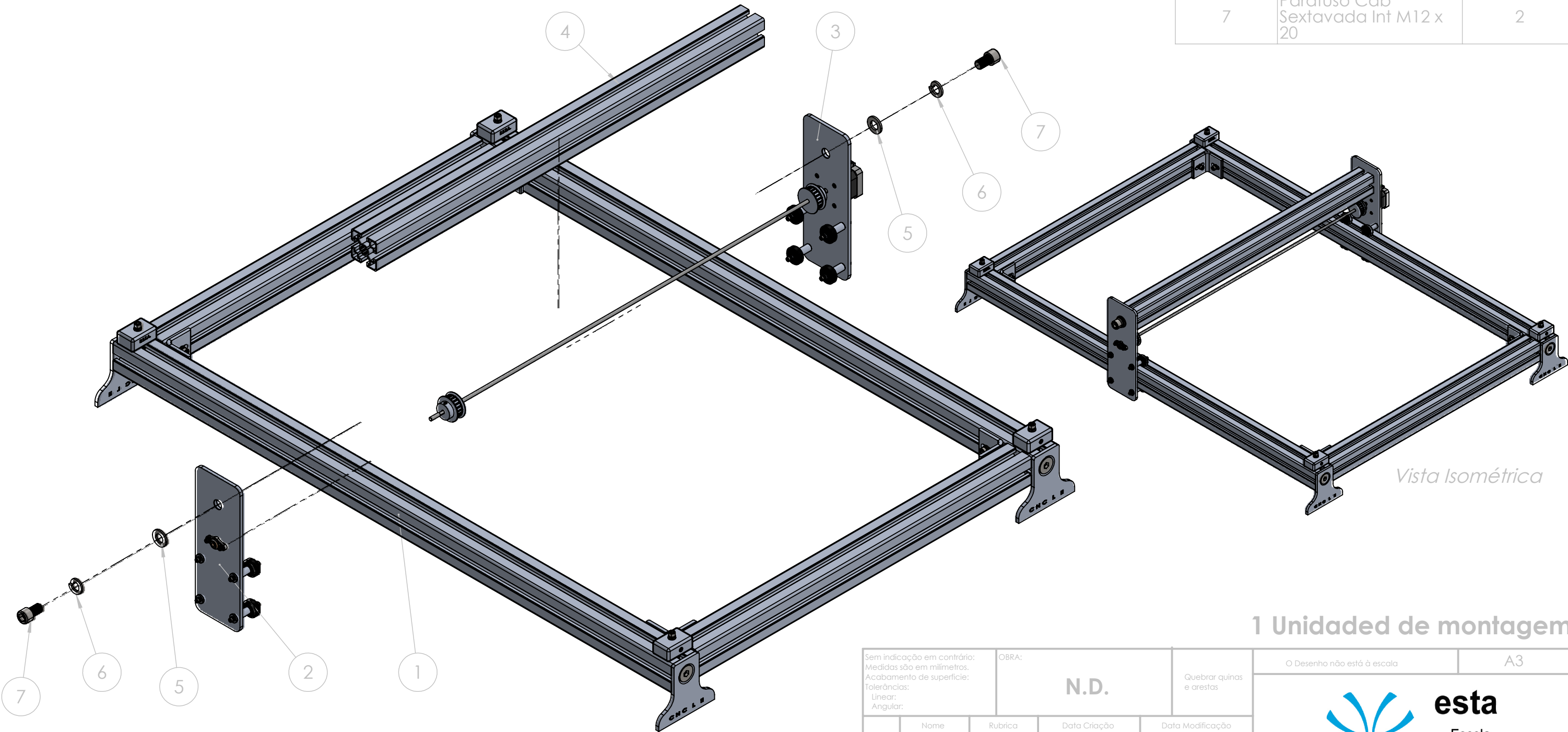


Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrarquinas e arestas	O Desenho não está à escala	A3
Desenhou	M. Vieira	Rubrica	Data Criação	Data Modificação	 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes	
Verificou			06/11/2021	06/11/2021		
Aprovou						
		Material:		VÁRIOS	Nome desenho.	1º Diedro
					CNC L E Assembly 009	
					Escala:1:10	Folha 2 de 2



<

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E Assembly 010	1
2	CNC L E Assembly 008	1
3	CNC L E Assembly 009	1
4	CNC L E - 1000-011	1
5	Anilha Chapa p. M12	2
6	Anilha Mola p. M12	2
7	Parafuso Cab Sextavada Int M12 x 20	2



1 Unidated de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala	A3
Desenhou	Nome M. Vieira	Rubrica	Data Criação 06/11/2021	Data Modificação 06/11/2021		
Verificou						
Aprovou			Material: VÁRIOS			
					Nome desenho: CNC L E Assembly 011	 1º Diedro
						Folha 2 de 2

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E - 1000-012	1
2	Porca M5	2
3	Anilha Chapa p. M5	2
4	Anilha Mola p. M5	2
5	Parafuso Sextavado Exterior M5 x 14	2

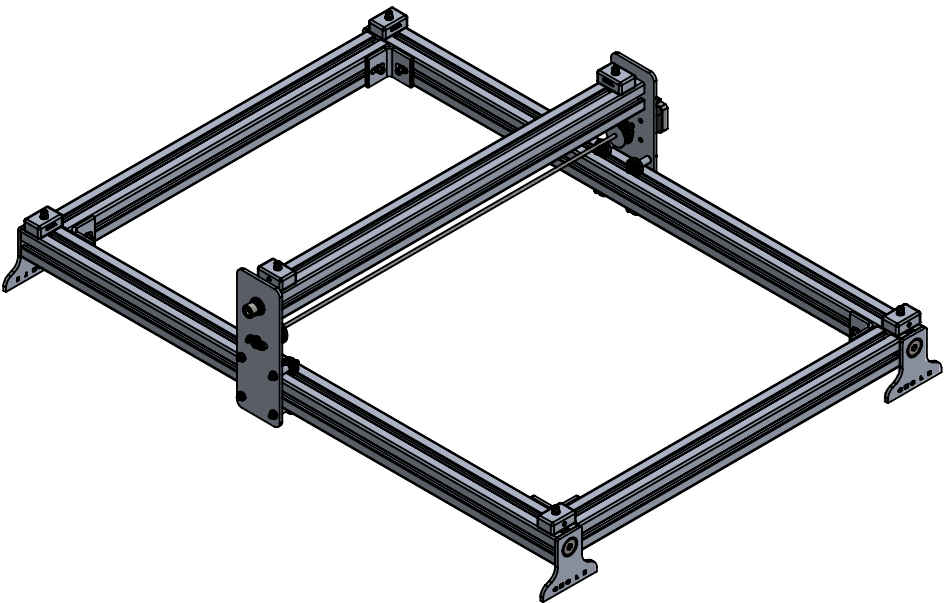
Vista Isométrica Explodida

Vista Isométrica

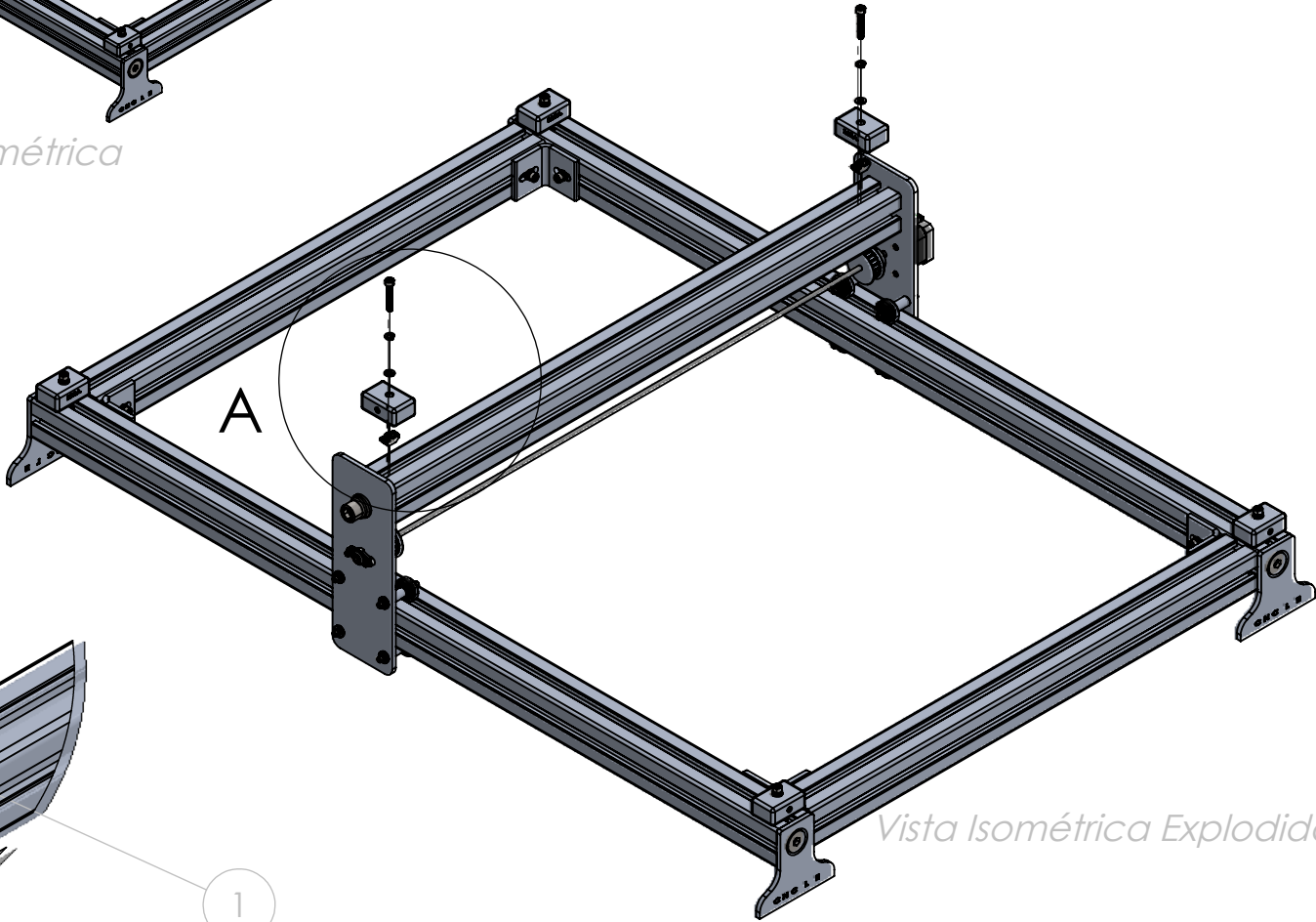
1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3		
					esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes				
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação		1º Diedro			
Desenhou	M. Vieira		06/11/2021	06/11/2021					
Verificou									
Aprovou			Material:		Nome desenho:				CNC L E Assembly 012
			VÁRIOS		Folha 1 de 1				

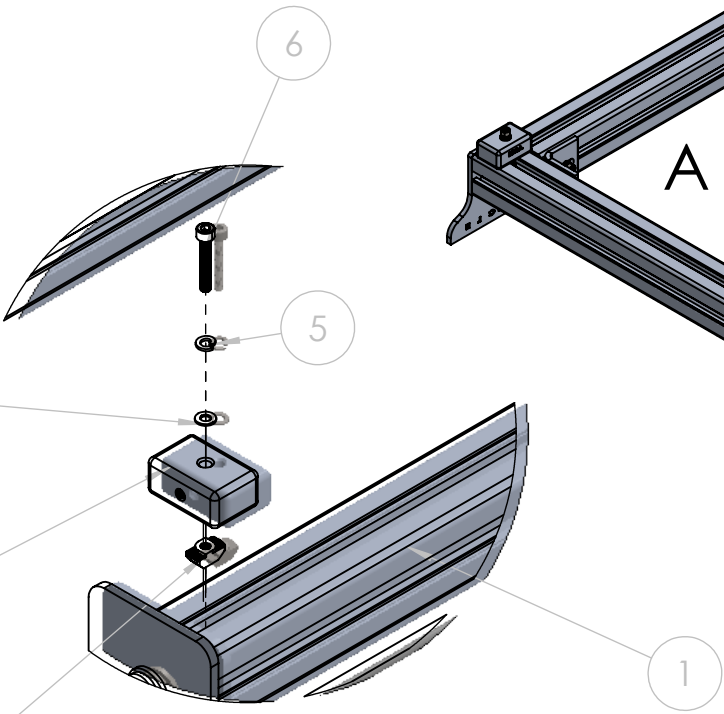
Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E Assembly 011	1
2	CNC L E - 1000-010	2
3	Porca Martelo M5 p. ranhura 10mm	2
4	Anilha Chapa p. M5	2
5	Anilha Mola p. M5	2
6	Parafuso Cab Sextavada Int M5 x 30	2



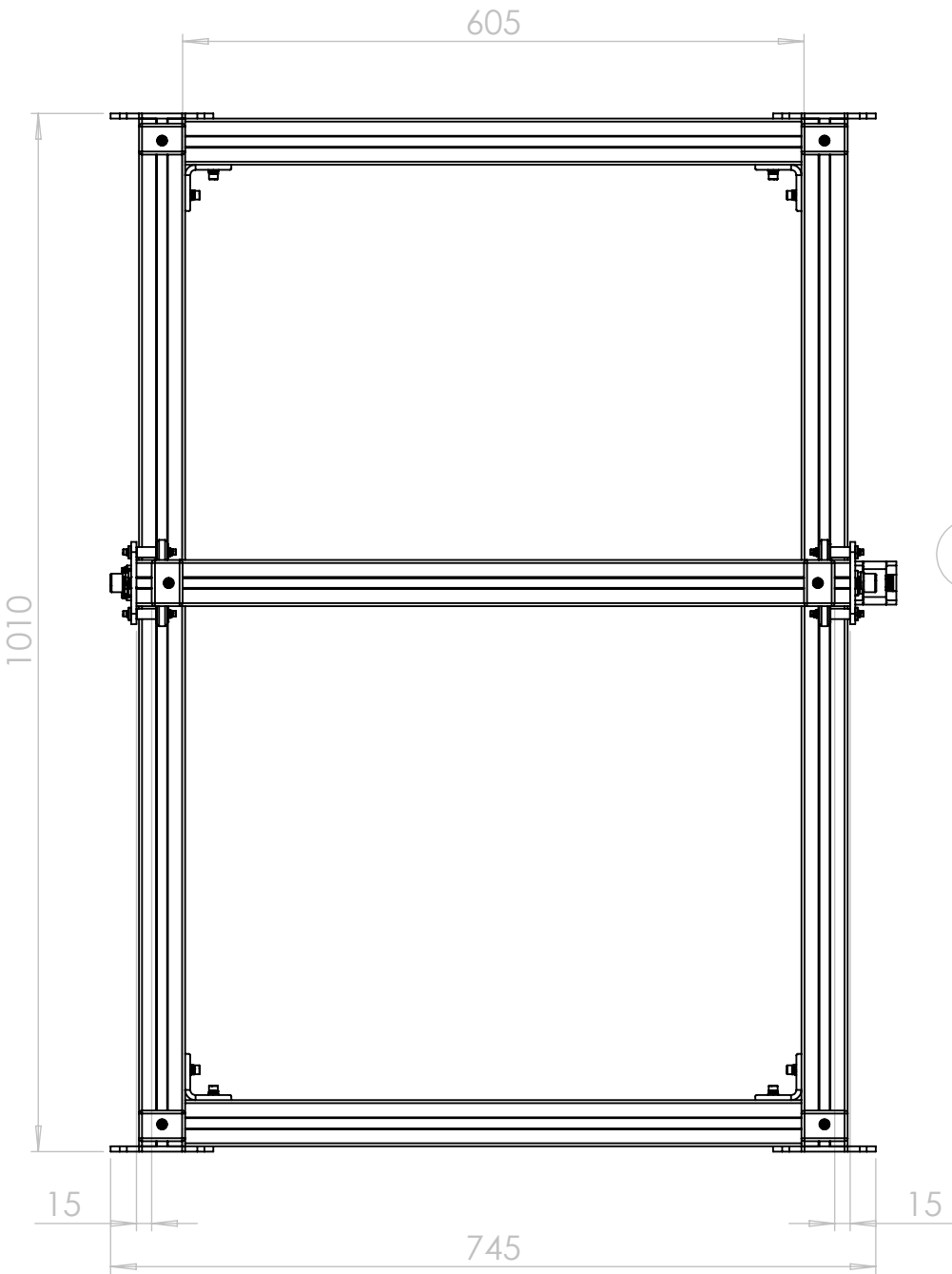
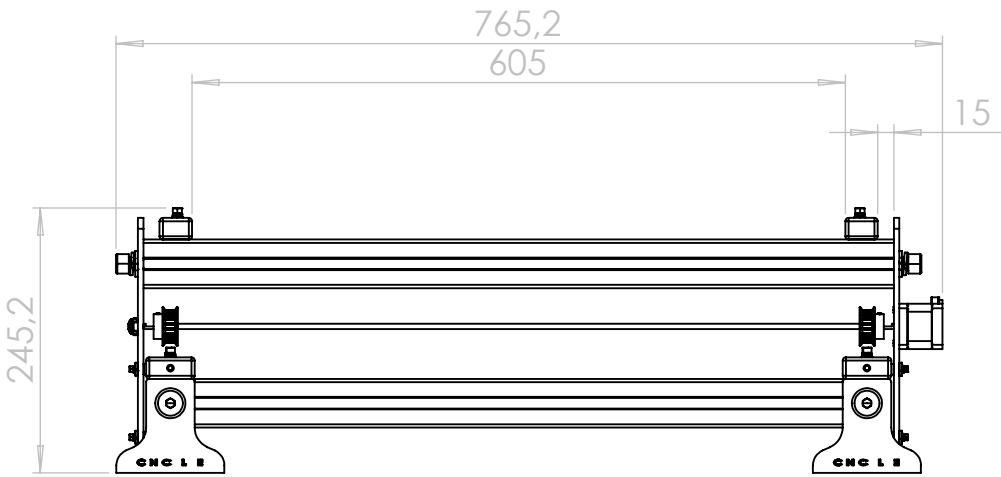
Vista Isométrica



Vista Isométrica Explodida



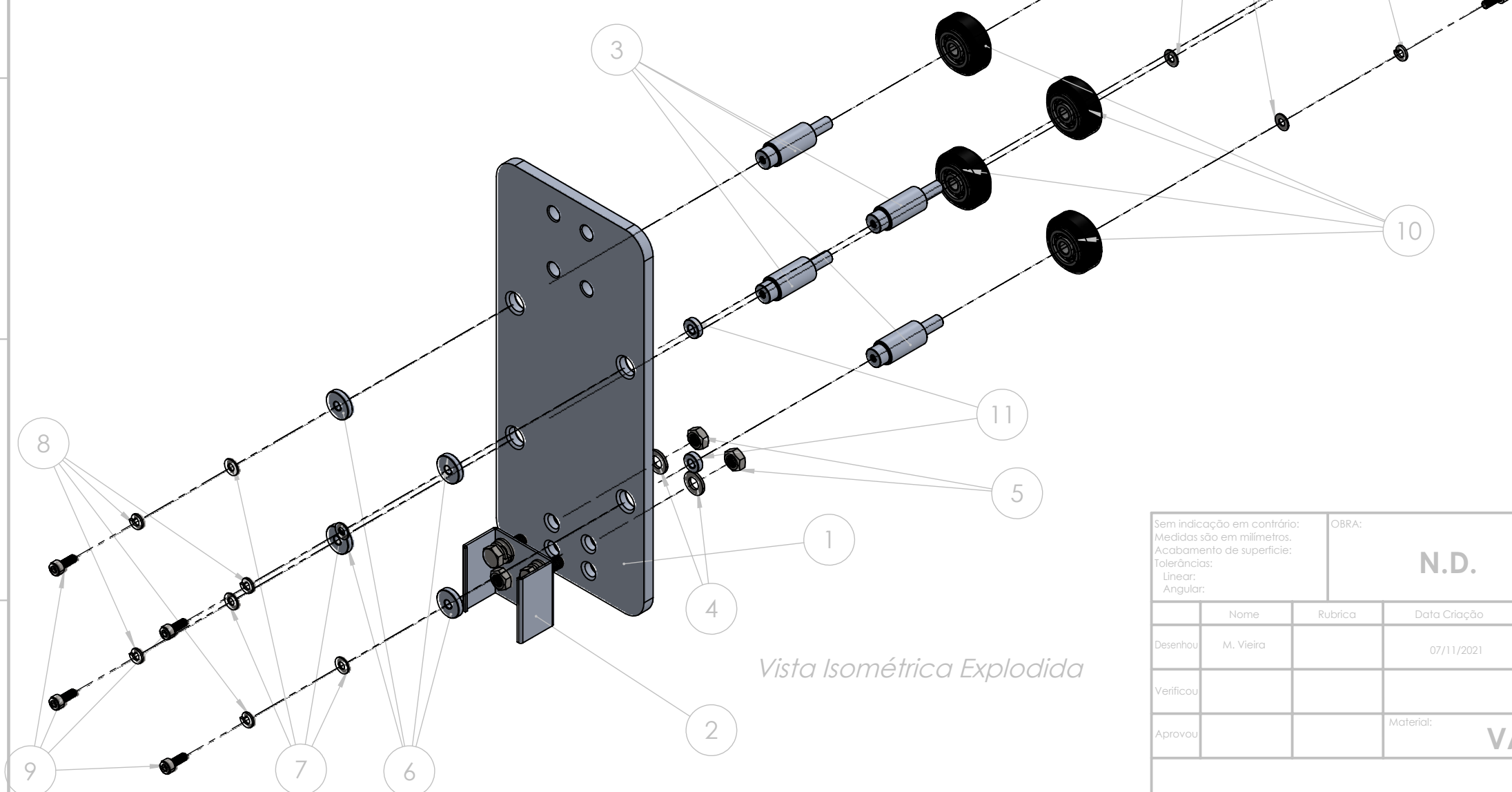
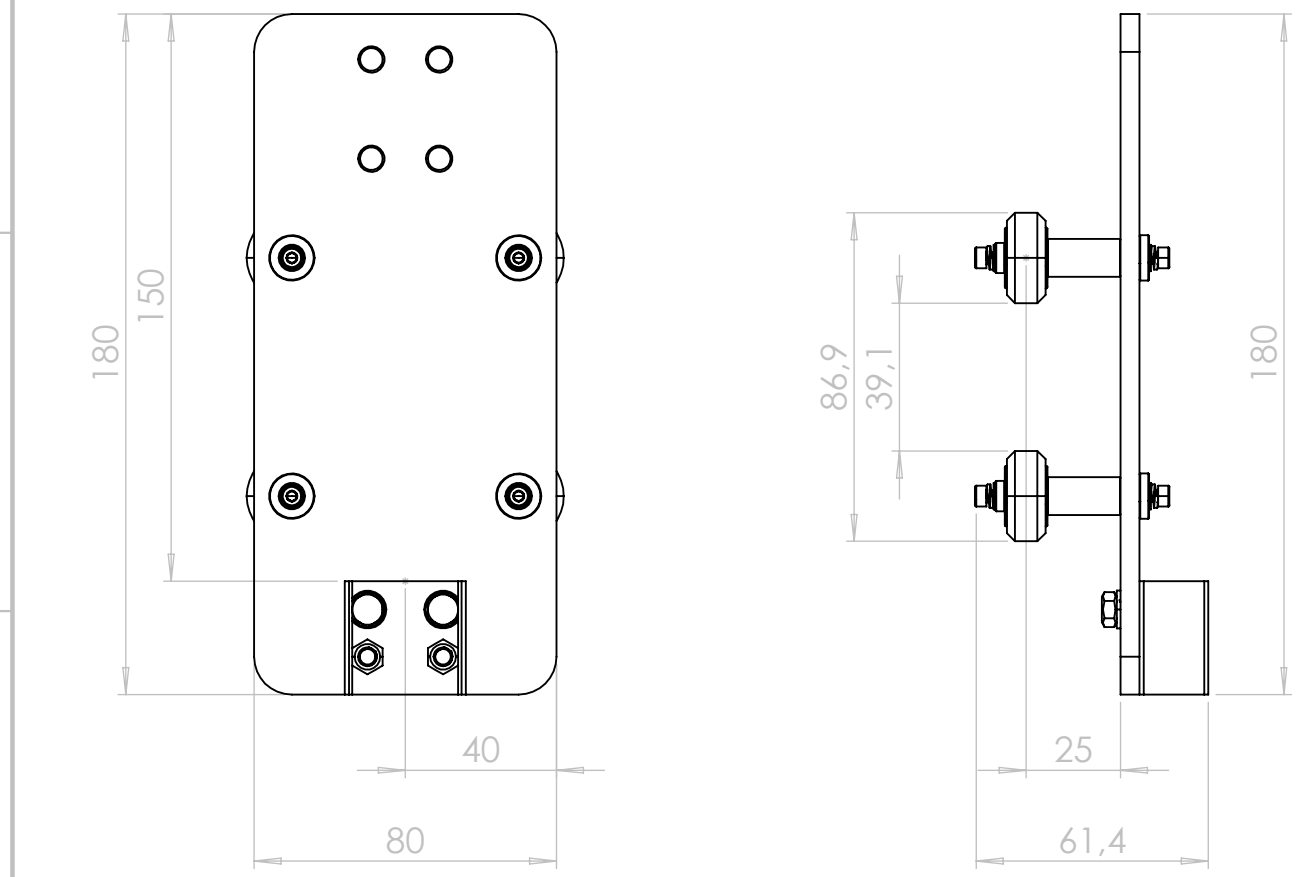
DETAIL A
SCALE 2 : 7



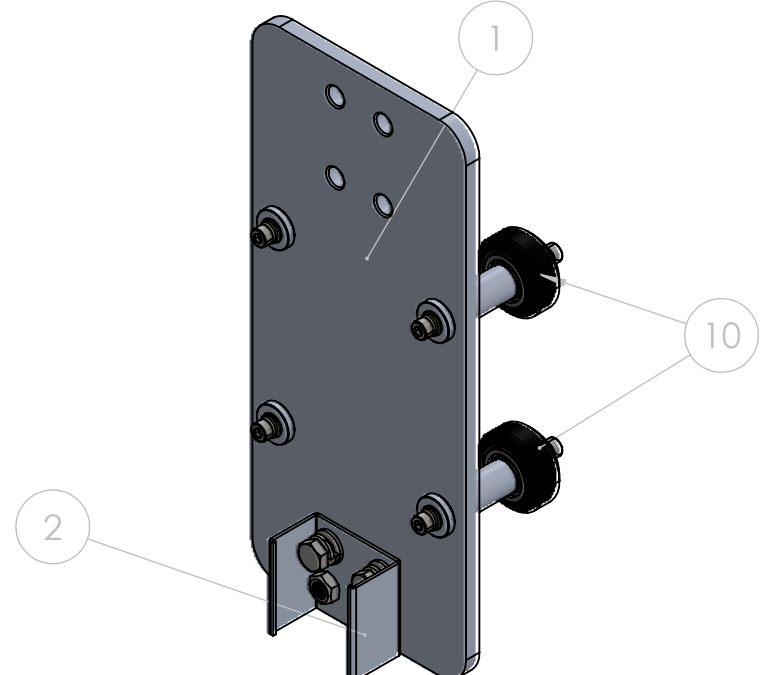
1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala	A3
Desenhou	M. Vieira	Rubrica	Data Criação	Data Modificação		
Verificou			07/11/2021	07/11/2021		
Aprovou			Material:	VÁRIOS		
					Nome desenho: CNC L E Assembly 013	 1º Diedro
					Folha 1 de 1	

F
E
D
C
B
A



Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E - 1000-013	1
2	CNC L E Assembly 012	1
3	CNC L E - 1000-006	4
4	Anilha Chapa p. M5	2
5	Porca M5	2
6	CNC L E - 1000-007	4
7	Anilha Chapa p. M3	8
8	Anilha Mola p. M3	8
9	Parafuso Cab Sextavada Int M3 x 8	8
10	Roda em V	4
11	CNC L E - 1000-008	4



Vista Isométrica

Vista Isométrica Explodida

1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário:
Medidas são em milímetros.
Acabamento de superfície:
Tolerâncias:
Linear:
Angular:

OBRA:
N.D.

Quebrar quinas e arestas

	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação
Desenhou	M. Vieira		07/11/2021	07/11/2021
Verificou				
Aprovou			Material:	VÁRIOS

O Desenho não está à escala

A3

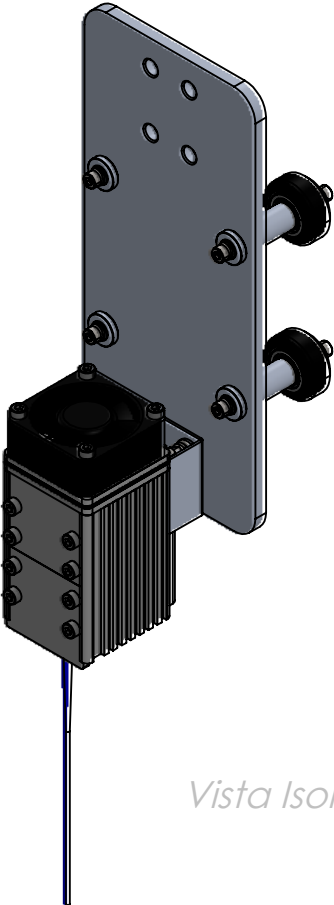
Nome desenho:
CNC L E Assembly 014

1º Diedro

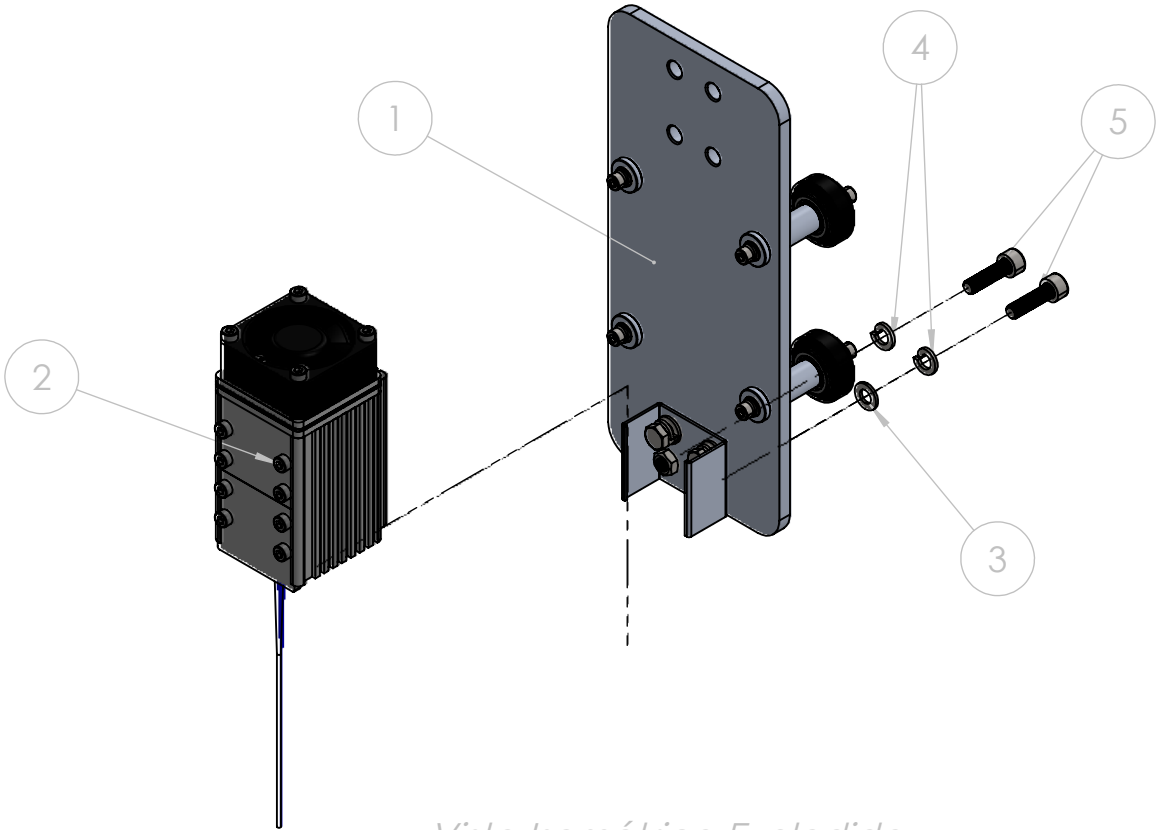
Folha 1 de 1

F
E
D
C
B
A

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E Assembly 014	1
2	Laser Head 30W	1
3	Anilha Chapa p. M5	2
4	Anilha Mola p. M5	2
5	Parafuso Cab Sextavada Int M5 x 18	2



Vista Isométrica

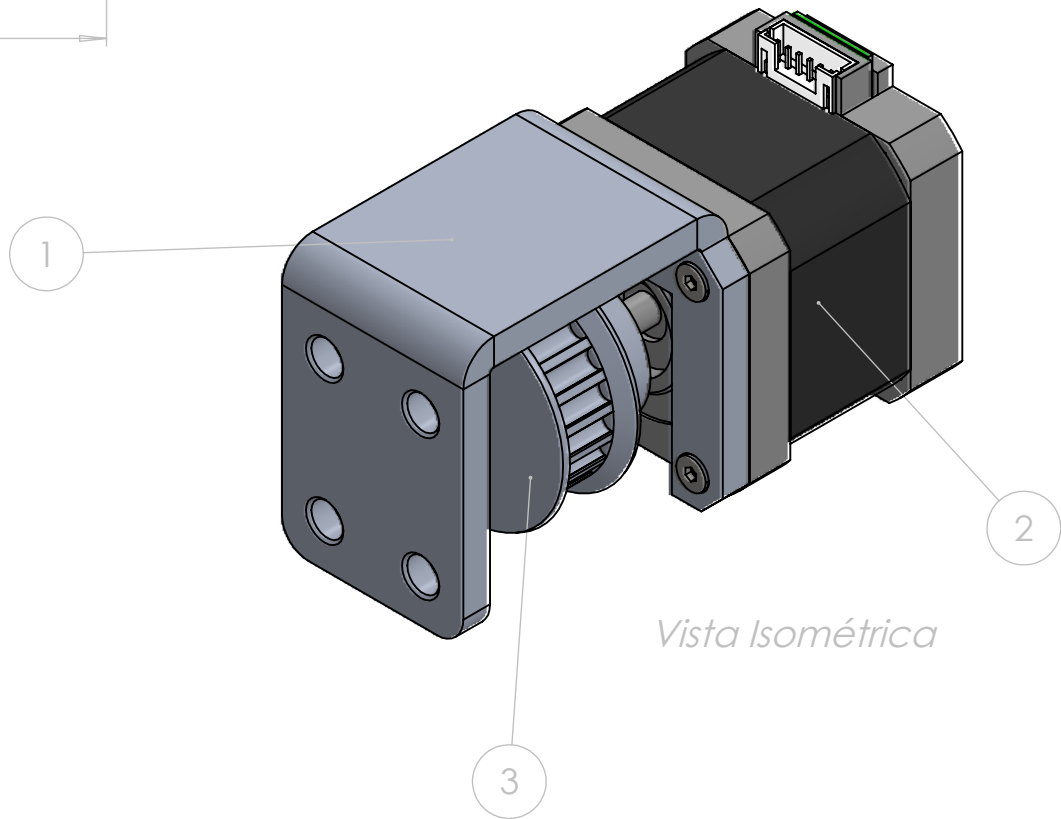
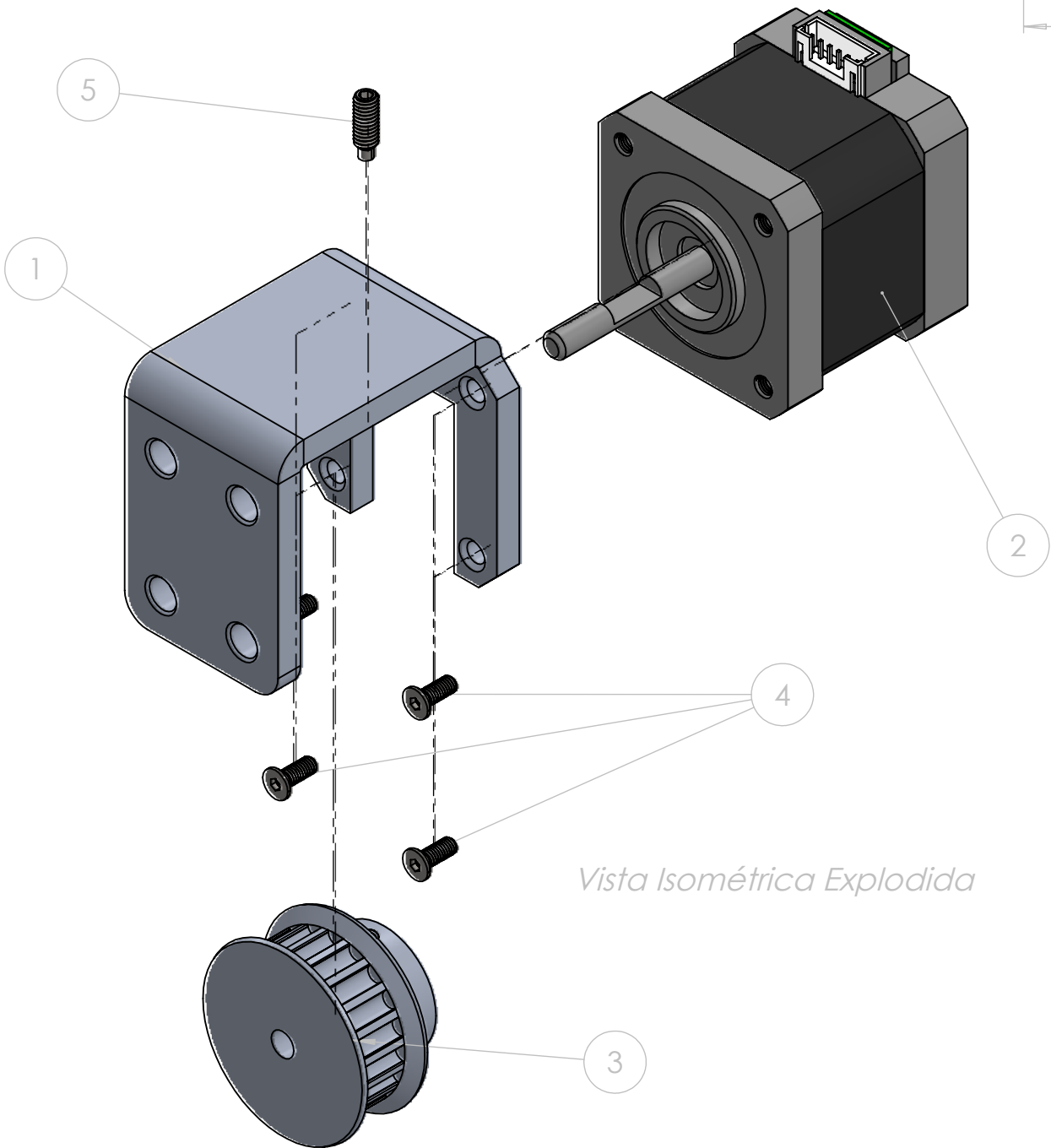
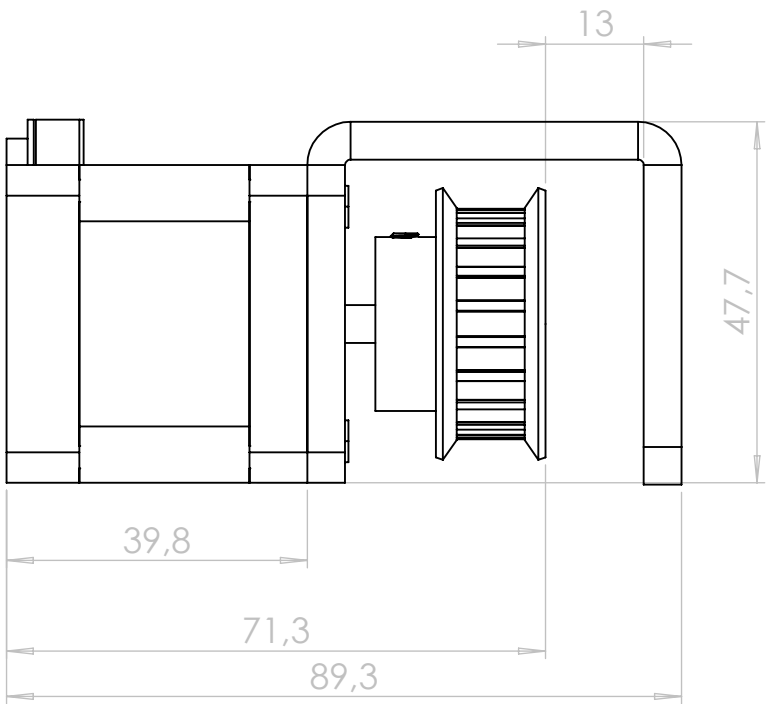
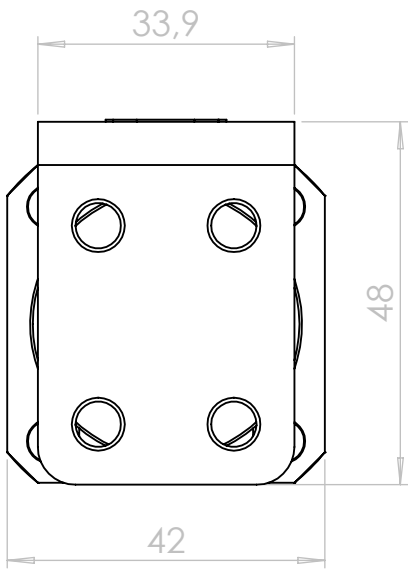


Vista Isométrica Explodida

1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala	A3
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação	 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes	
Desenhou	M. Vieira		07/11/2021	07/11/2021		
Verificou						
Aprovou			Material:	VÁRIOS		
					Nome desenho: CNC L E Assembly 015	 1º Diedro
					Folha 1 de 1	

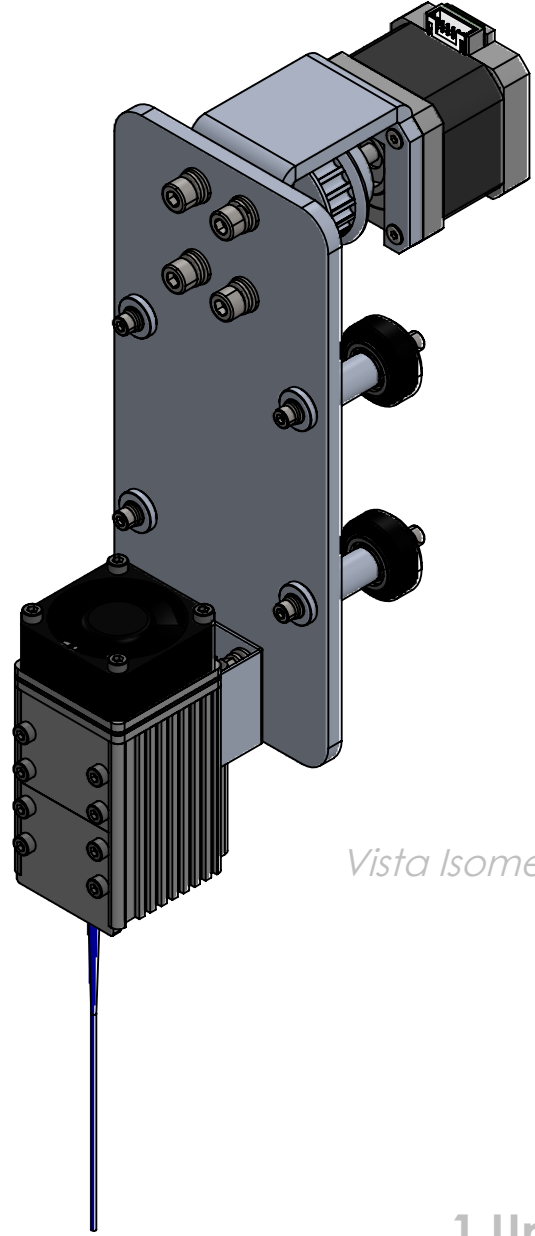
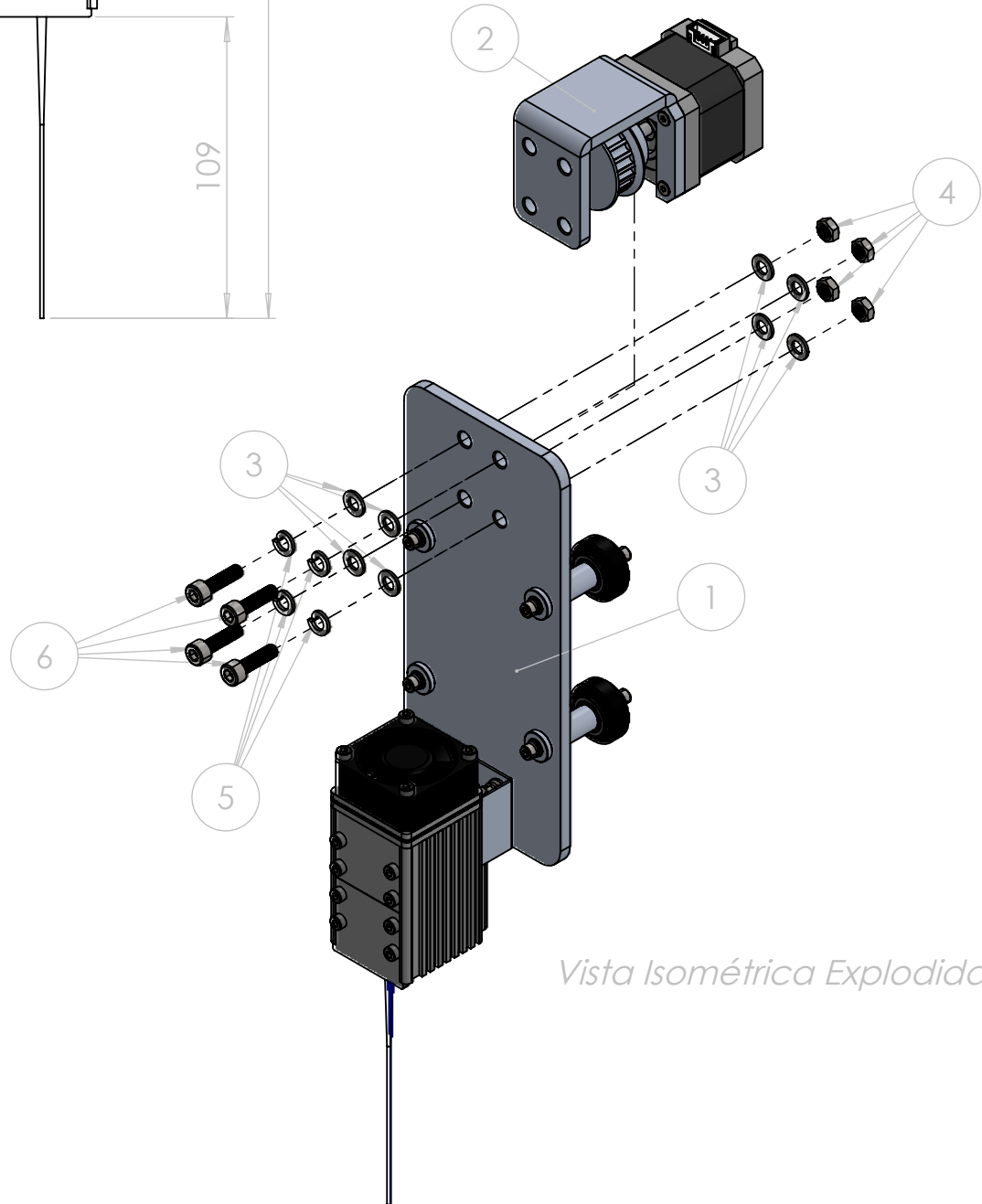
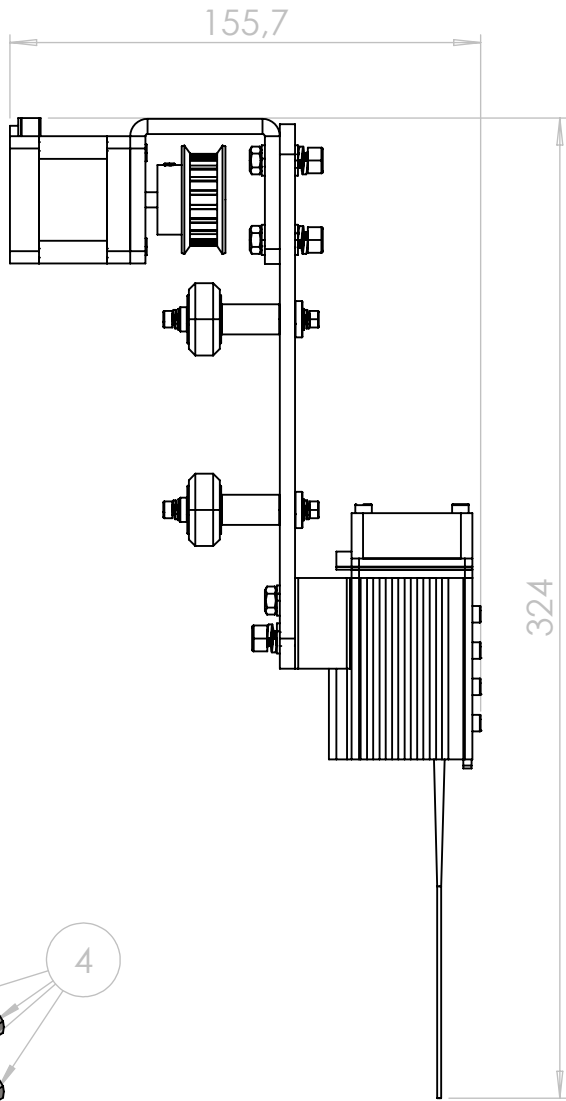
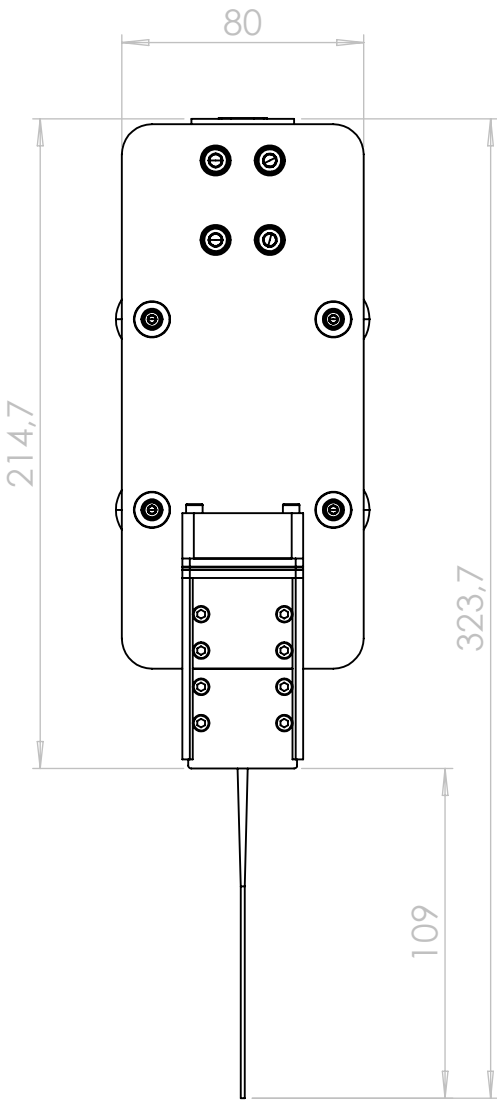
Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E - 1000-014	1
2	ms17hd2p_4200-10 v2	1
3	Pulley HTD 5M Gates	1
4	Parafuso Cab Embeber M3 x8	4
5	Perno Sextavado Interior com guia M4 x 12	1



1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3	
					esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação				
Desenhou	M. Vieira		07/11/2021	07/11/2021				
Verificou								
Aprovou			Material:	VÁRIOS		Nome desenho:		 1º Diedro
						CNC L E Assembly 016		
					Folha 1 de 1			

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E Assembly 015	1
2	CNC L E Assembly 016	1
3	Anilha Chapa p. M5	8
4	Porca M5	4
5	Anilha Mola p. M5	4
6	Parafuso Cab Sextavada Int M5 x 18	4



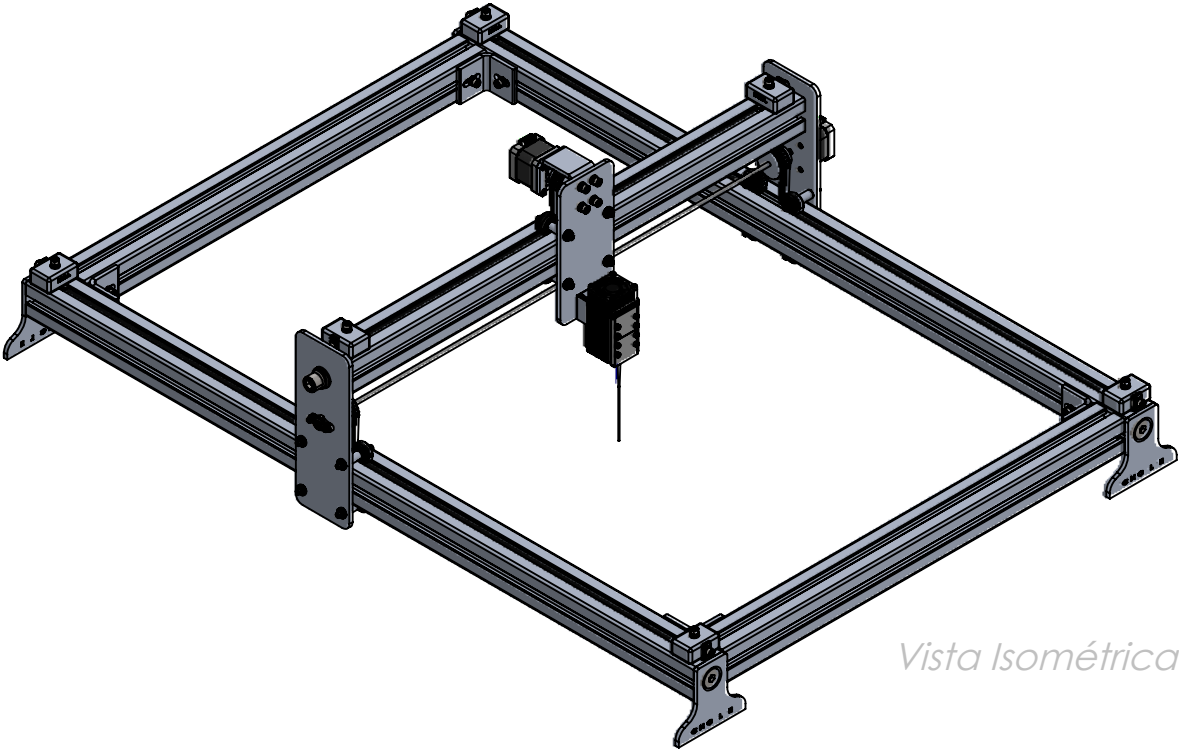
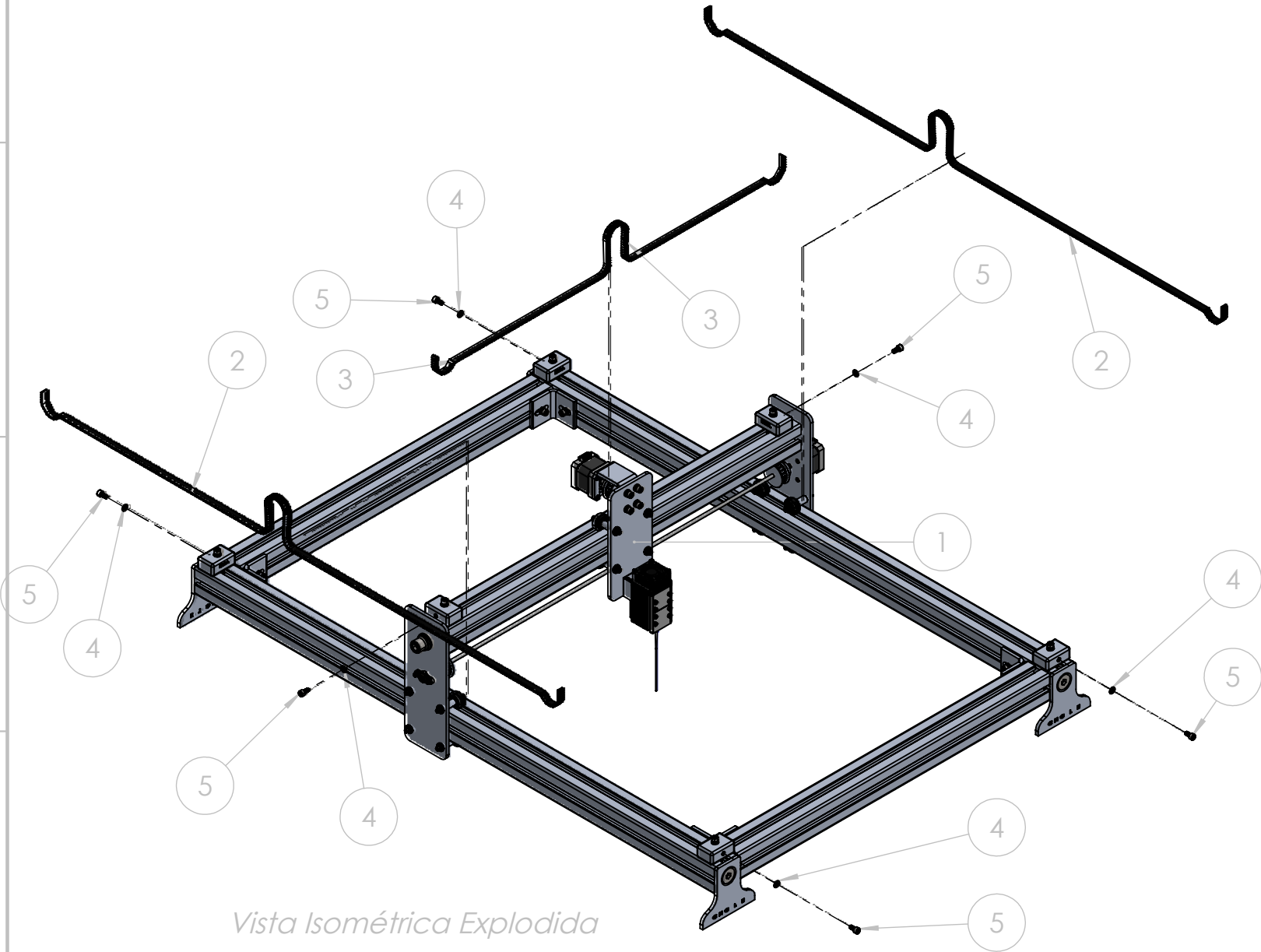
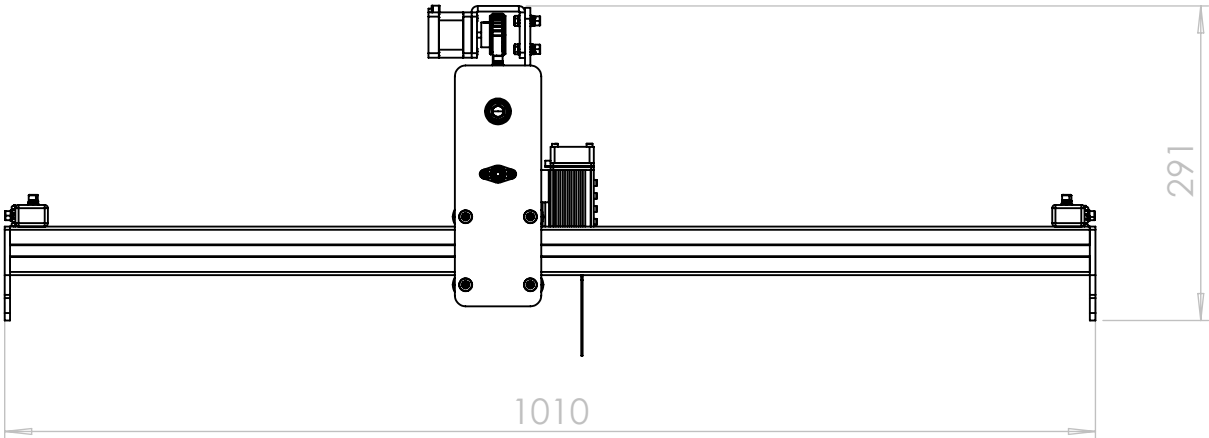
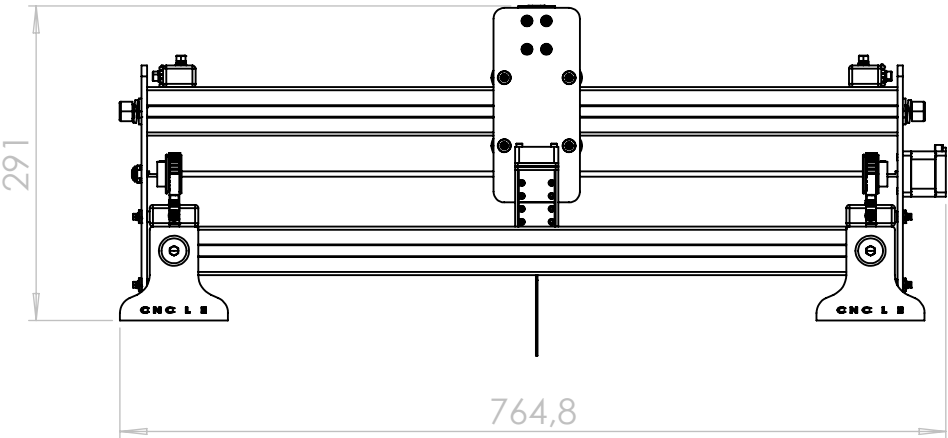
Vista Isométrica

Vista Isométrica Explodida

1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala	A3
Desenhou	M. Vieira	Rubrica	Data Criação	Data Modificação		
Verificou			07/11/2021	07/11/2021		
Aprovou			Material:	VÁRIOS		
					Nome desenho: CNC L E Assembly 017	 1º Diedro
					Folha 1 de 1	

Nº. Peça	Nome Desenho	Quantidade
1	CNC L E Assembly 018	1
2	Correia dentada HTD 5M - comprimento 1165mm	2
3	Correia dentada HTD 5M - comprimento 840mm	1
4	Anilha Chapa p. M5	6
5	Parafuso Cab Sextavada Int M5 x 10	6



Vista Isométrica

1 Unidade de montagem

Sem indicação em contrário: Medidas são em milímetros. Acabamento de superfície: Tolerâncias: Linear: Angular:		OBRA: N.D.		Quebrar quinas e arestas	O Desenho não está à escala		A3	
					 esta Escola Superior de Tecnologia de Abrantes			
	Nome	Rubrica	Data Criação	Data Modificação	 1º Diedro			
Desenhou	M. Vieira		07/11/2021	07/11/2021				
Verificou								
Aprovou			Material:	VÁRIOS	Nome desenho:			CNC L E Assembly 019
								Folha 1 de 1

9.3 Anexo C



- | | |
|---|---|
| • Phases | 2 |
| • Steps / Revolution | 200 |
| • Step Accuracy | ±5% |
| • Shaft Load (20,000 Hours at 1000 RPM) | |
| Axial | 25 N (5.6 Lbs.) Push
65 N (15 Lbs.) Pull |
| Radial | 29 N (6.5 Lbs.) At Flat Center |
| • IP Rating | 40 |
| • Approvals | UL Recognized File E465363, RoHS |
| • Operating Temp. | -20°C to +50°C |
| • Insulation Class | B, 130°C |
| • Insulation Resistance | 100 MegOhms |

MS17HD 4 P 4 040 -M

Basic Motor Length (Max)

5	25.3mm (1.0 in.)	
4	34.3mm (1.35 in.)	
2	39.8mm (1.57 in.)	1 Stack
6	48.3mm (1.90 in.)	2 Stack
B	62.8mm (2.47 in.)	3 Stack

Electrical Connection

P Plug-in Connector

Number of Connections

4	4 Lead-Bipolar
6	6 Lead-Unipolar(or Bipolar)

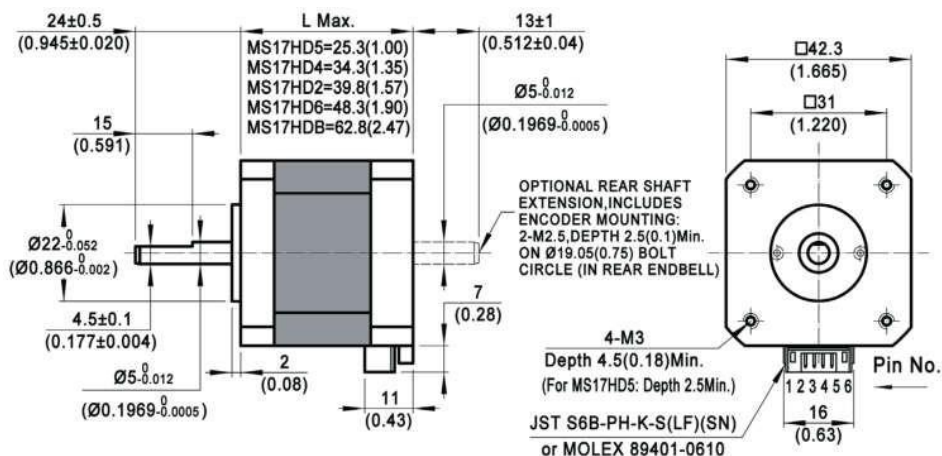
Options

Omit	No Options
-M	5 mm Diameter Rear Shaft With Encoder Mounting Holes

Winding

Current rating x 100

Dimensions: mm (in)



MS17HD - 4 Lead Bi-Polar

Length	Model Number	Connect	Rated Current	Holding Torque		Winding Ohms mH		Detent Torque		Rotor Inertia		Motor Weight	
	Single Shaft	P=Plug L=Leads	Amps (mounted)	Nm Typ.	oz-in TYP.	@20°C	Typ.	mNm	oz-in	g cm ²	oz-in ²	kg	Lbs
25.3 mm (1 in.)	MS17HD5P4027	P	0.27	0.20	28	42	50						
	MS17HD5P4070	P	0.7	0.21	30	6.2	8.3	5	0.71	20	0.11	0.15	0.33
	MS17HD5P4100	P	1	0.21	30	3.1	4						
	MS17HD5P4150	P	1.5	0.20	28	1.25	1.56						
34.3 mm (1.35 in.)	MS17HD4P4040	P	0.4	0.34	48	30	51						
	MS17HD4P4065	P	0.65	0.32	45	8.7	15.4	12	1.7	38	0.21	0.21	0.46
	MS17HD4P4100	P	1	0.33	47	4.2	7.5						
	MS17HD4P4150	P	1.5	0.32	45	1.7	2.9						
39.8 mm (1.57 in.) 1 Stack	MS17HD2P4040	P	0.4	0.48	68	24	56						
	MS17HD2P4100	P	1	0.48	68	3.9	8.9	15	2.1	57	0.31	0.28	0.62
	MS17HD2P4150	P	1.5	0.50	71	1.98	4.3						
	MS17HD2P4200	P	2	0.48	68	1.04	2.2						
48.3 mm (1.9 in.) 2 Stack	MS17HD6P4050	P	0.5	0.67	95	24	53						
	MS17HD6P4100	P	1	0.63	89	4.9	11.5	25	3.5	82	0.45	0.36	0.79
	MS17HD6P4150	P	1.5	0.62	88	2.2	4.9						
	MS17HD6P4200	P	2	0.63	89	1.3	2.9						
62.8 mm (2.47 in.) 3 Stack	MS17HDBP4100	P	1	0.82	120	5.6	14.6						
	MS17HDBP4150	P	1.5	0.88	120	3	7.7	30	4.2	123	0.67	0.6	1.3
	MS17HDBP4200	P	2	0.83	120	1.49	3.8						

^ Preferred model

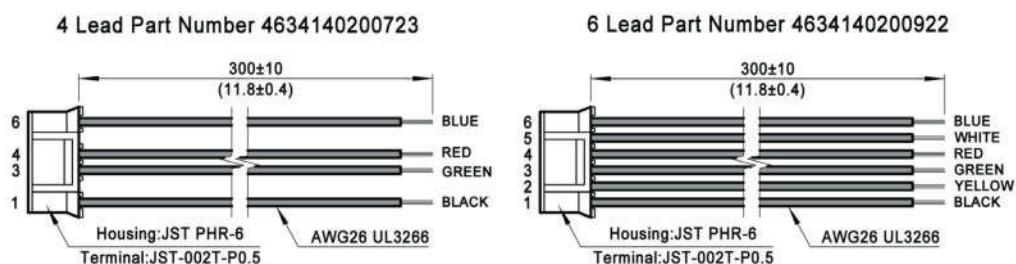
MS17HD - 6 Lead Uni-Polar

Length	Model Number	Connect	Rated Current	Holding Torque		Winding Ohms mH		Detent Torque		Rotor Inertia		Motor Weight	
	Single Shaft	P=Plug L=Leads	Amps (mounted)	Nm Typ.	oz-in TYP.	@20°C	Typ.	mNm	oz-in	g cm ²	oz-in ²	kg	Lbs
25.3 mm (1 in.)	MS17HD5P6030	P	0.3	0.16	23	38	23						
	MS17HD5P6070	P	0.7	0.16	23	6.3	4.2	5	0.71	20	0.11	0.15	0.33
	MS17HD5P6100	P	1	0.16	23	3.2	2.1						
34.3 mm (1.35 in.)	MS17HD4P6038	P	0.38	0.26	37	31	27						
	MS17HD4P6085	P	0.85	0.24	34	5.1	4.5	12	1.7	38	0.21	0.21	0.46
	MS17HD4P6120	P	1.2	0.25	35	2.9	2.5						
39.8 mm (1.57 in.) 1 Stack	MS17HD2P6040	P	0.4	0.38	54	28	31						
	MS17HD2P6085	P	0.85	0.38	54	6	6.7	15	2.1	57	0.31	0.28	0.62
	MS17HD2P6130	P	1.3	0.38	54	2.5	2.8						
48.3 mm (1.9 in.) 2 Stack	MS17HD6P6040	P	0.4	0.48	68	29	33						
	MS17HD6P6080	P	0.8	0.49	69	7.6	8.6	25	3.5	82	0.45	0.36	0.79
	MS17HD6P6130	P	1.3	0.51	72	3.2	3.6						
	MS17HD6P6200	P	2	0.50	71	1.3	1.4						

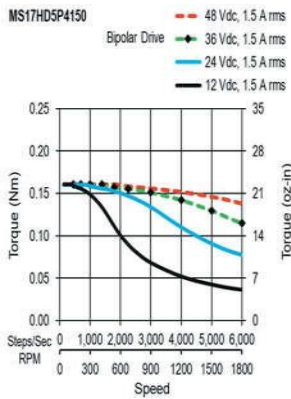
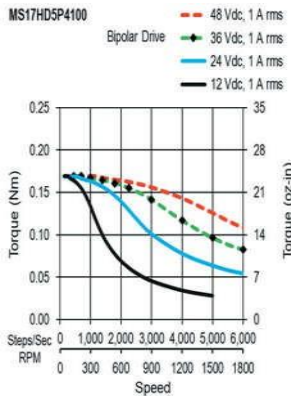
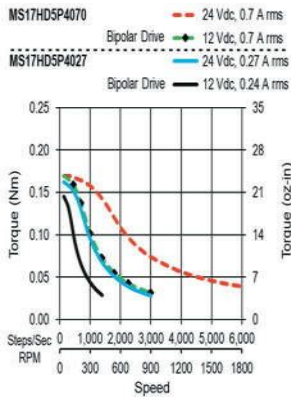
^ Preferred model

Mating Connector With Leads (order separately)

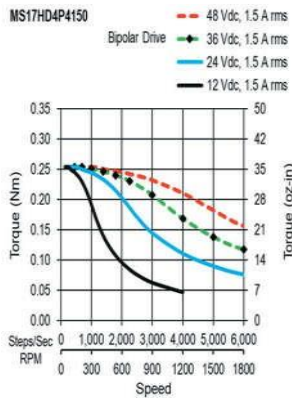
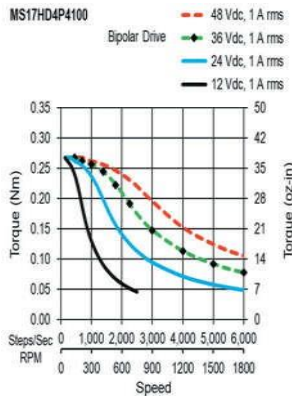
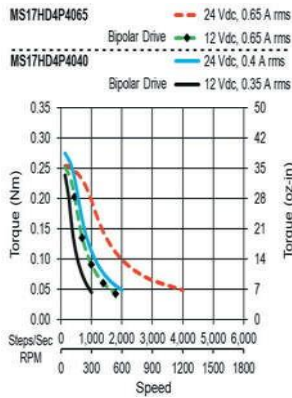
Dimensions: mm (in)



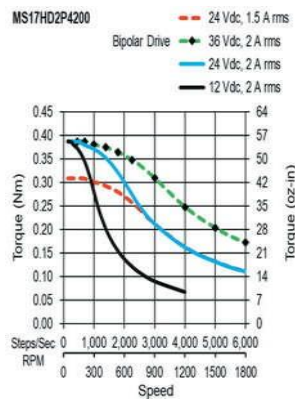
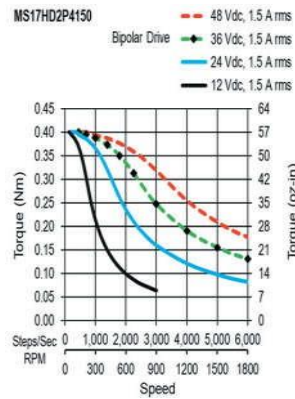
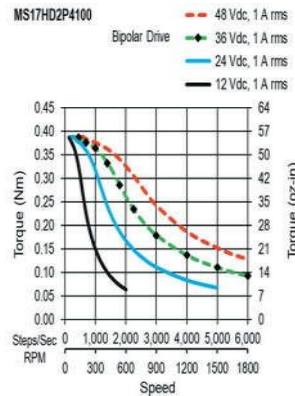
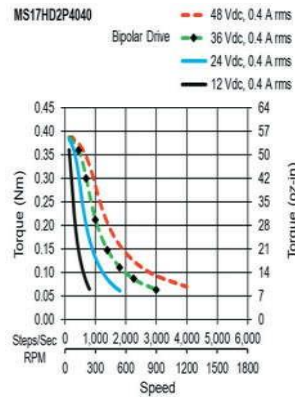
MS17HD5 - Bipolar



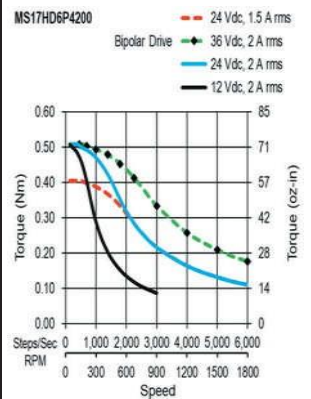
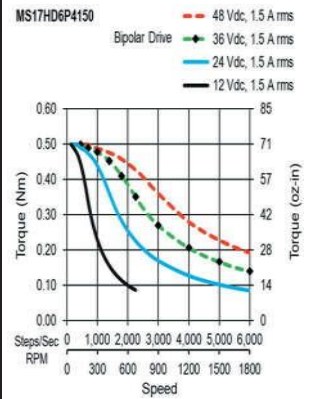
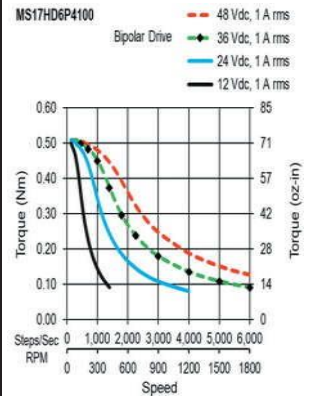
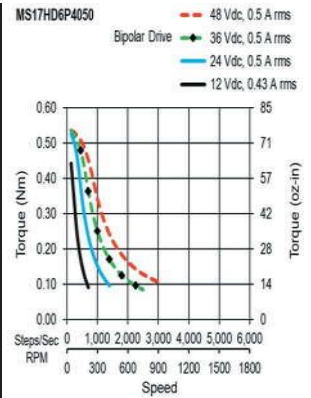
MS17HD4 - Bipolar



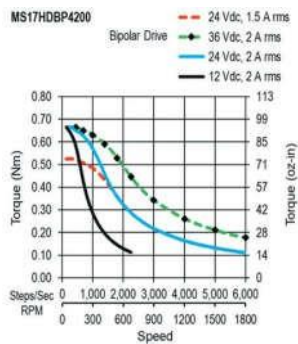
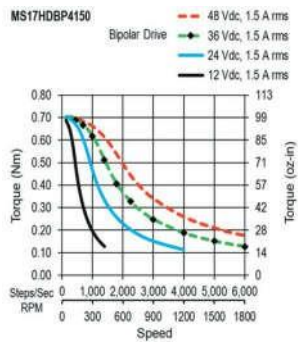
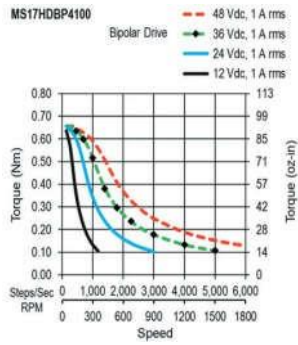
MS17HD2 - Bipolar



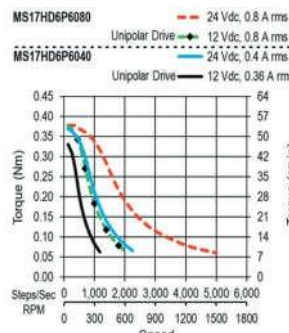
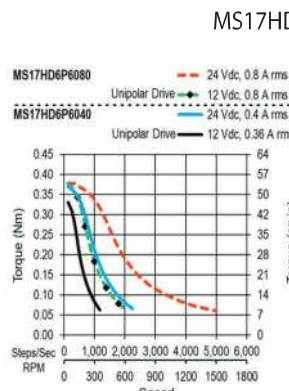
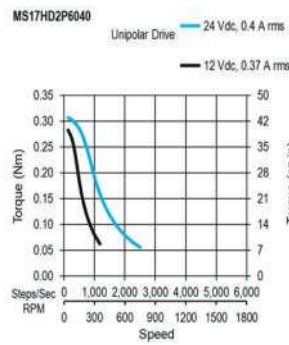
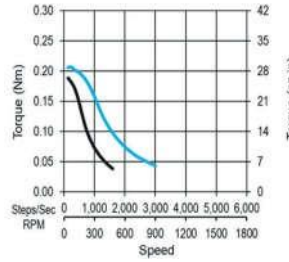
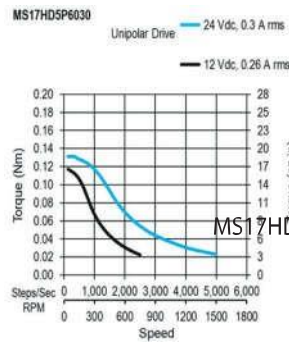
MS17HD6 - Bipolar



MS17HDB - Bipolar



MS17HD5 - Unipolar



MS17HD2 - Unipolar

MS17HD6 - Unipolar

MOONS[®]

MOONS[®]
Technology

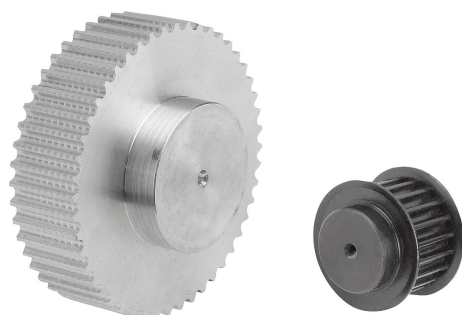
2 Phase
Step
Motors

3 Phase
Step
Motors

Technical

9.4 Anexo D

Descrição do artigo/Imagens dos produtos



Descrição

Material:

Aço.

Polias para correia dentada sem bordas, em alumínio.

Versão:

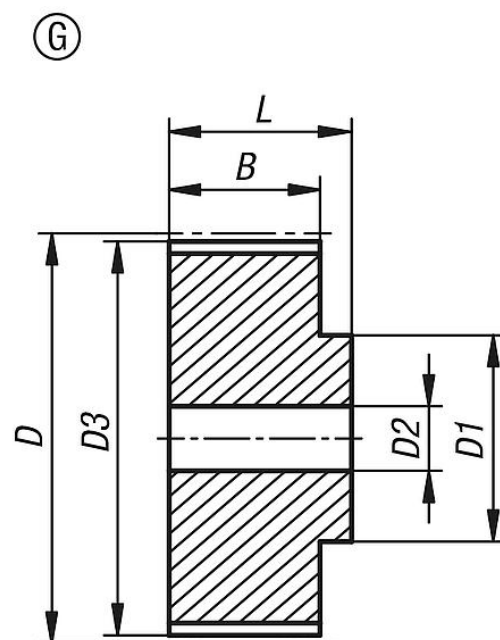
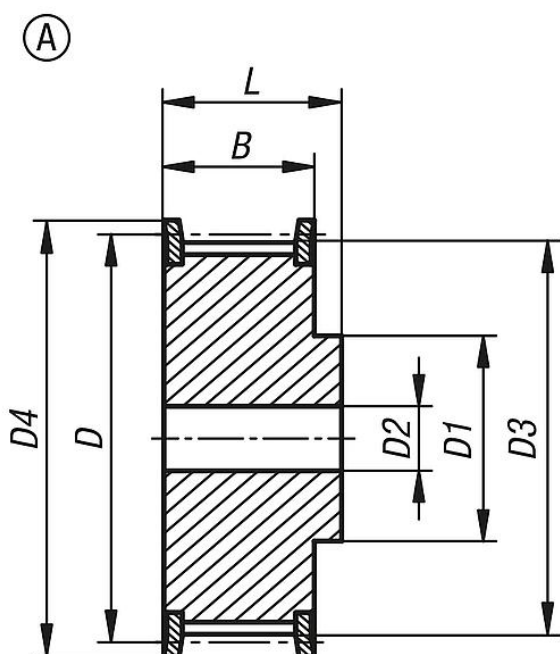
Aço fosfatado.

Alumínio sem tratamento.

Indicação:

Perfil HTD padrão com divisão métrica (engrenagem semicircular). No mínimo, uma polia da correia dentada deve apresentar bordas. As polias da correia dentada possuem um furo de centragem ou estão pré-furadas. As polias podem ser marcadas com escareamentos no lado frontal.

Desenhos



Visão geral dos artigos

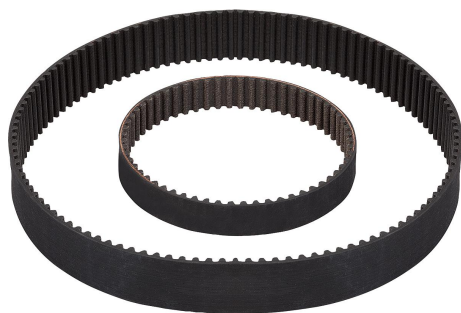
Código do artigo	Largura da correia	Forma	Material do corpo básico	Quantidade de dentes	D	D1 máx.	D2 máx.	D3	D4 máx.	B	L
22004-051512	15	A	aço	12	19,1	13	6	17,96	23	20,5	26
22004-052512	25	A	aço	12	19,1	13	6	17,96	23	30	36
22004-051514	15	A	aço	14	22,28	14	6	21,14	25	20,5	26
22004-052514	25	A	aço	14	22,28	14	6	21,14	25	30	36
22004-051515	15	A	aço	15	23,87	16	6	22,73	28	20,5	26
22004-052515	25	A	aço	15	23,87	16	6	22,73	28	30	36
22004-052516	25	A	aço	16	25,47	16,5	6	24,32	28	30	36
22004-051516	15	A	aço	16	25,47	16,5	6	24,32	28	20,5	26
22004-051518	15	A	aço	18	28,65	20	6	27,51	32	20,5	26
22004-052518	25	A	aço	18	28,65	20	6	27,51	32	30	36
22004-052520	25	A	aço	20	31,83	23	6	30,69	36	30	36
22004-051520	15	A	aço	20	31,83	23	6	30,69	36	20,5	26
22004-051521	15	A	aço	21	33,42	24	6	32,28	38	20,5	26
22004-052521	25	A	aço	21	33,42	24	6	32,28	38	30	38
22004-052522	25	A	aço	22	35,01	25,5	6	33,87	39	30	38

Visão geral dos artigos

Código do artigo	Largura da correia	Forma	Material do corpo básico	Quantidade de dentes	D	D1 máx.	D2 máx.	D3	D4 máx.	B	L
22004-051522	15	A	aço	22	35,01	25,5	6	33,87	39	20,5	26
22004-051524	15	A	aço	24	38,19	27	6	37,06	42	20,5	28
22004-052524	25	A	aço	24	38,19	27	6	37,06	42	30	38
22004-052526	25	A	aço	26	41,38	30	6	40,24	46	30	38
22004-051526	15	A	aço	26	41,38	30	6	40,24	46	20,5	28
22004-051528	15	A	aço	28	44,56	30,5	6	43,42	50	20,5	28
22004-052528	25	A	aço	28	44,56	30,5	6	43,42	50	30	38
22004-052530	25	A	aço	30	47,75	35	8	46,61	51	30	38
22004-051530	15	A	aço	30	47,75	35	8	46,61	51	20,5	28
22004-051532	15	A	aço	32	50,93	38	8	49,79	55	20,5	28
22004-052532	25	A	aço	32	50,93	38	8	49,79	55	30	38
22004-052536	25	A	aço	36	57,3	38	8	56,16	62	30	38
22004-051536	15	A	aço	36	57,3	38	8	56,16	62	20,5	28
22004-051540	15	A	aço	40	63,66	38	8	62,52	71	20,5	28
22004-052540	25	A	aço	40	63,66	38	8	62,52	71	30	38
22004-052544	25	G	alumínio	44	70,03	38	8	68,89	-	30	40
22004-051544	15	G	alumínio	44	70,03	38	8	68,89	-	20,5	30
22004-051548	15	G	alumínio	48	76,39	45	8	75,25	-	20,5	30
22004-052548	25	G	alumínio	48	76,39	45	8	75,25	-	30	40
22004-052560	25	G	alumínio	60	95,49	50	8	94,35	-	30	40
22004-051560	15	G	alumínio	60	95,49	50	8	94,35	-	20,5	30
22004-051572	15	G	alumínio	72	114,59	50	8	113,45	-	20,5	30
22004-052572	25	G	alumínio	72	114,59	50	8	113,45	-	30	40

9.5 Anexo E

Descrição do artigo/Imagens dos produtos



Descrição

Material:

Parte traseira da correia e dentes CR.
Correias tensoras Glascord.
Tecido de cobertura dos dentes em poliamida.

Indicação:

Correias dentadas sem fim com perfil semicircular conforme ISO 13050 e divisão métrica. Graças aos dentes arredondados e uma engrenagem altamente circular, obtém-se a mais alta segurança na ocorrência de “saltos de dentes”. A engrenagem circular reduz altamente os níveis de ruídos. As correias dentadas são robustas, econômicas e versáteis.

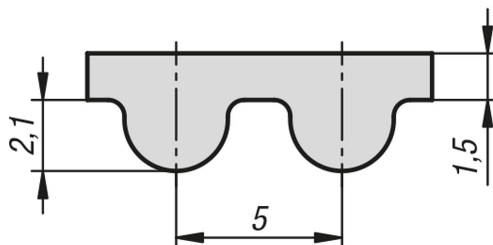
Faixa de temperatura:

de -20°C a +100°C

Características:

- Velocidade da correia $v_{m\acute{a}x}$ admissível 50 m/s
- Potência transmissível até 8,42 kW
- Rotação admissível até 14000 rpm
- Baixa manutenção e baixo nível de ruído
- Alta resistência química, especialmente perante óleos, graxas e combustíveis
- Posicionamento preciso e ângulo isogônico

Desenhos



Visão geral dos artigos

Código do artigo	Largura da correia	Quantidade de dentes	Comprimento efetivo
22062-0515X0275	Largura da correia 15	55	275
22062-0515X0300	Largura da correia 15	60	300
22062-0515X0330	Largura da correia 15	66	330
22062-0515X0350	Largura da correia 15	70	350
22062-0515X0375	Largura da correia 15	75	375
22062-0515X0385	Largura da correia 15	77	385
22062-0515X0400	Largura da correia 15	80	400
22062-0515X0425	Largura da correia 15	85	425
22062-0515X0450	Largura da correia 15	90	450
22062-0515X0460	Largura da correia 15	92	460
22062-0515X0475	Largura da correia 15	95	475
22062-0515X0500	Largura da correia 15	100	500
22062-0515X0535	Largura da correia 15	107	535
22062-0515X0550	Largura da correia 15	110	550
22062-0515X0565	Largura da correia 15	113	565
22062-0515X0600	Largura da correia 15	120	600
22062-0515X0615	Largura da correia 15	123	615

Visão geral dos artigos

Código do artigo	Largura da correia	Quantidade de dentes	Comprimento efetivo
22062-0515X0620	Largura da correia 15	124	620
22062-0515X0630	Largura da correia 15	126	630
22062-0515X0635	Largura da correia 15	127	635
22062-0515X0665	Largura da correia 15	133	665
22062-0515X0700	Largura da correia 15	140	700
22062-0515X0710	Largura da correia 15	142	710
22062-0515X0740	Largura da correia 15	148	740
22062-0515X0755	Largura da correia 15	151	755
22062-0515X0800	Largura da correia 15	160	800
22062-0515X0835	Largura da correia 15	167	835
22062-0515X0840	Largura da correia 15	168	840
22062-0515X0860	Largura da correia 15	172	860
22062-0515X0890	Largura da correia 15	178	890
22062-0515X0900	Largura da correia 15	180	900
22062-0515X0925	Largura da correia 15	185	925
22062-0515X0950	Largura da correia 15	190	950
22062-0515X1000	Largura da correia 15	200	1000
22062-0515X1050	Largura da correia 15	210	1050
22062-0515X1125	Largura da correia 15	225	1125
22062-0515X1200	Largura da correia 15	240	1200
22062-0515X1270	Largura da correia 15	254	1270
22062-0515X1420	Largura da correia 15	284	1420
22062-0515X1500	Largura da correia 15	300	1500
22062-0515X1595	Largura da correia 15	319	1595
22062-0515X1690	Largura da correia 15	338	1690
22062-0515X1800	Largura da correia 15	360	1800
22062-0515X2000	Largura da correia 15	400	2000
22062-0525X0275	Largura da correia 25	55	275
22062-0525X0300	Largura da correia 25	60	300
22062-0525X0330	Largura da correia 25	66	330
22062-0525X0350	Largura da correia 25	70	350
22062-0525X0375	Largura da correia 25	75	375
22062-0525X0385	Largura da correia 25	77	385
22062-0525X0400	Largura da correia 25	80	400
22062-0525X0425	Largura da correia 25	85	425
22062-0525X0450	Largura da correia 25	90	450
22062-0525X0460	Largura da correia 25	92	460
22062-0525X0475	Largura da correia 25	95	475
22062-0525X0500	Largura da correia 25	100	500
22062-0525X0535	Largura da correia 25	107	535
22062-0525X0550	Largura da correia 25	110	550
22062-0525X0565	Largura da correia 25	113	565
22062-0525X0600	Largura da correia 25	120	600
22062-0525X0615	Largura da correia 25	123	615
22062-0525X0620	Largura da correia 25	124	620
22062-0525X0630	Largura da correia 25	126	630
22062-0525X0635	Largura da correia 25	127	635
22062-0525X0665	Largura da correia 25	133	665
22062-0525X0700	Largura da correia 25	140	700
22062-0525X0710	Largura da correia 25	142	710
22062-0525X0740	Largura da correia 25	148	740
22062-0525X0755	Largura da correia 25	151	755
22062-0525X0800	Largura da correia 25	160	800
22062-0525X0835	Largura da correia 25	167	835
22062-0525X0840	Largura da correia 25	168	840
22062-0525X0860	Largura da correia 25	172	860
22062-0525X0890	Largura da correia 25	178	890
22062-0525X0900	Largura da correia 25	180	900
22062-0525X0925	Largura da correia 25	185	925
22062-0525X0950	Largura da correia 25	190	950
22062-0525X1000	Largura da correia 25	200	1000
22062-0525X1050	Largura da correia 25	210	1050
22062-0525X1125	Largura da correia 25	225	1125
22062-0525X1200	Largura da correia 25	240	1200

Visão geral dos artigos

Código do artigo	Largura da correia	Quantidade de dentes	Comprimento efetivo
22062-0525X1270	Largura da correia 25	254	1270
22062-0525X1420	Largura da correia 25	284	1420
22062-0525X1500	Largura da correia 25	300	1500
22062-0525X1595	Largura da correia 25	319	1595
22062-0525X1690	Largura da correia 25	338	1690
22062-0525X1800	Largura da correia 25	360	1800
22062-0525X2000	Largura da correia 25	400	2000

9.6 Anexo F

Flange bearing with 2 mounting holes: EFOM



- iglidur® W300 extremely wear resistant spherical ball
- Easy installation
- Compensation of misalignment errors
- Absolute corrosion resistance
- Lightweight
- Maintenance-free, dry operation



Lifetime calculation online

► www.igus.eu/igubal-expert

Technical data

Part No.	Maximum static axial load		Maximum static radial load		Maximum tight- ening torque	Max. pivot angle	Weight
	Short-term [N]	Long-term [N]	Short-term [N]	Long-term [N]	Holes [Nm]		[g]
EFOM-04	400	200	750	375	0.6	28°	1.9
EFOM-05	400	200	750	375	0.6	29°	2.3
EFOM-06	500	250	800	400	0.6	25°	1.8
EFOM-08	700	350	1,100	550	1.3	25°	4.1
EFOM-10	850	425	2,000	1,000	2.5	25°	6.8
EFOM-12	1,100	550	2,200	1,100	2.5	21°	8.9
EFOM-15	1,300	650	2,400	1,200	4.5	20°	15.0
EFOM-16	1,400	700	2,800	1,400	4.5	27°	17.7
EFOM-17	1,800	900	3,200	1,600	4.5	21°	24.9
EFOM-20	1,800	900	5,500	2,750	10.5	19°	32.8
EFOM-25	3,000	1,500	6,000	3,000	10.5	15°	58.5
EFOM-30	3,500	1,750	6,500	3,250	21.5	14°	78.9

Spherical ball materials to choose ► Page 763



J4VEM:
clearance free,
preloaded



JEM:
low moisture
absorption



REM:
low-cost



J4EM:
low-cost and low
moisture absorption



Order key

Type

Size [mm]

E F O M -04

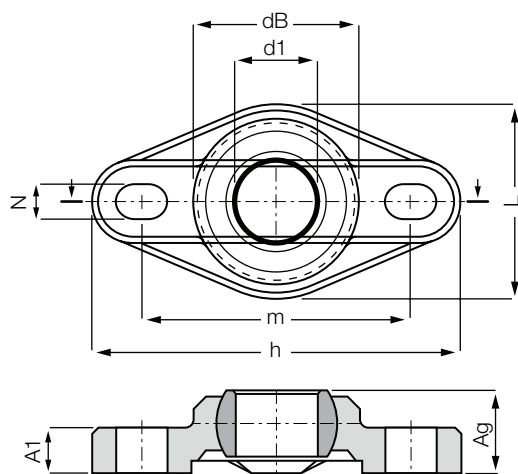
Dimensional series E

Flange bearing

2 holes

Metric

Inner Ø



Material:

Housing: **igumid G** ► Page 1496

Spherical ball: **iglidur® W300** ► Page 153

Combination with **xiros®** ball bearings ► Page 857

Dimensions [mm]

Part No.	d1	dB	h	L	m	A1	Ag	N	
	E10		Length	Width	Hole pitch	Height of plate	Total height	Bore diameter	
					±0.1	+1.0		d2	x2
EFOM-04	4	14.0	33.8	16.0	24.0	4.5	8.0	3.2	5.0
EFOM-05	5	14.0	33.8	16.0	24.0	4.5	8.5	3.2	5.0
EFOM-06	6	14.0	33.8	16.0	24.0	4.5	8.5	3.2	5.0
EFOM-08	8	18.0	44.2	22.0	31.0	5.5	10.5	4.3	6.5
EFOM-10	10	22.2	52.0	26.0	36.0	6.5	12.0	5.3	8.0
EFOM-12	12	25.0	56.7	31.0	41.0	7.0	13.0	5.3	8.0
EFOM-15	15	29.8	68.6	36.0	50.0	8.5	15.5	6.4	10.0
EFOM-16	16	32.0	72.6	38.0	53.0	10.0	17.5	6.4	10.1
EFOM-17	17	34.8	74.6	41.0	55.0	10.0	18.0	6.4	10.2
EFOM-20	20	40.0	89.0	47.0	65.0	11.0	20.0	8.4	12.5
EFOM-25	25	48.5	101.0	58.5	75.0	14.0	25.0	8.4	12.6
EFOM-30	30	55.0	118.0	65.0	87.5	15.0	26.0	10.5	16.0

Standard tolerances:

from 0.5 to 6 mm: ±0.1 mm

over 6 to 30 mm: ±0.2 mm

over 30 to 120 mm: ±0.3 mm

9.7 Anexo G

BERNARDOS - MAQUINAS OLEICOLAS E METALOMECAÂNICA, LD.ª
Rua Padre Jaime de Oliveira, 32
2200- 263 ABRANTES - PORTUGAL

Número de proveedor:

CIF: PT503613410 **FAX:** **TLF:** 351 241 362 274
OFERTA: 479869 **FECHA:** 09/11/2021 **REFERENCIA:** EMAIL

Cantidad	Denominación	Material	€/ud.
4,00	CNC L E - 1000-003	A5	4,90
4,00	CNC L E - 1000-004	A5	2,90
1,00	CNC L E - 1000-005	A5	12,91
1,00	CNC L E - 1000-009	A5	12,71
1,00	CNC L E - 1000-012	A1	0,66
1,00	CNC L E - 1000-013	A5	10,68
1,00	CNC L E - 1000-014	A5	3,85
1,00	PORTES PAGADOS	PYE	0,00

TOTAL OFERTA: 72,01€

Oferta válida para el Mes en Curso.

Precios no válidos para pedidos Urgentes

Solamente están incluidos los tratamientos indicados en cada referencia en la columna 'Tratamientos'

Irene Sánchez Fernández

CONDICIONES DE SUMINISTRO

Precios sólo válidos para las cantidades ofertadas.

Tolerancias de corte y plegado según ISO 2768-m

Precios no válidos para pedidos urgentes.

Período de vigencia: mes en curso.

Precio unitario por pieza.

I.v.a. no incluido.

Rogamos indiquen este número de oferta en su pedido

Materiales Empleados											
Acero al carbono						Inox	Aluminio	Acabados		Oferta aceptada por:	Número de pedido:
H	dd11	/ s235	decap	G	Galva DX51D	I	AISI 304	A	5754	P	Pulido
HN	dd11	/ s235	negra	HT	s355	Z	AISI 316	A45	5083	E	Esmerilado
HF	DC01		HTX	s355	I2	ZR	AISI 310			S	Satinado
C	s275		HRX	raex	250					B	2B

9.8 Anexo H

TABELA DE DENSIDADE DOS MATERIAIS

Material	Densidade (g/cm3)	Material	Densidade (g/cm3)	Material	Densidade (g/cm3)
acetato de sódio	1,45	crômio	7,19	ricino (óleo de mamona)	0,96
ácido benzóico	1,26	cromo	7,10	sílica (dióxido de silício)	1,95 a 2,10
ácido crômico	1,32	dbp (dibutil ftalato)	1,02	silicato de alumínio	2,60
ácido esteárico	0,85	deg (dietileno glicol)	1,12	silicato de cálcio	2,10
ácido láurico	0,90	dibutil sebacato	0,94	sulfato de bário (barita)	4,50
ácido oléico	0,89	dióxido de titânio	3,88	sulfenamida	1,29 a 1,38
ácido salicílico	1,44	ditiomorfolina	1,36	sulfeto de zinco	3,92
aço forjado	7,86	dolomita	2,34	talco	2,72
aço fundido	7,50	dop (dioctil ftalato)	0,97	tea (trietanolamina)	1,12
aço Inox	7,85	dotg (dioctil guanidina)	1,10	teflon (PTFE)	2,40
aço sem liga	7,85	dpg (difenil guanidina)	1,13 a 1,20	tiocarbamilida	1,26 a 1,32
acrilonitrila	0,80	enxofre	2,07 a 2,18	titânio	4,55
alcatrão de pinho	1,08 a 1,18	estanho	7,29	toluol	0,87
alumina	3,14 a 4,00	estearato de cádmio	1,20	tricresil fosfato	1,13
alumina hidratada	2,42	estearato de zinco	1,05	trifenil guanidina	1,10
alumínio	2,70	etileno tiuréia	1,42	tungstênio	19,30
alumínio fundido	2,56	factis	1,04 a 1,08	UHMW (PE alto peso mol. - Dynema)	0,93
alumínio laminado	2,70	fenolite	1,35	urânio	18,95
amianto (asbestos)	2,47	ferro	7,87	uréia	1,34
antioxidantes amínicos	1,09 a 1,21	ferro fundido BC	7,50	vaselina sólida	0,90
antioxidantes fenólicos	1,05	ferro fundido CZ	7,25	xilol	0,86
antioxidantes fosfitos	0,98	gálio	5,91	zarcão (mínio)	8,62
antioxidantes quinonas	1,06	gesso	2,32	zinco	7,14
antiozonantes diaminas	0,99 a 1,23	glicerina	1,27		
antiozonantes oximas	1,10	grafite	2,25		
antiozonates ceras microcristalinas	0,99	guayule	0,96		
asfalto oxidado	1,00 a 1,20	gutta percha	0,98		
azodicarbonamida	1,60 a 1,80	hidróxido de cálcio	2,28		
balata	0,97	isopreno	0,68		
bário	3,59	lanolina	1,07		
benzeno	0,88	latão laminado	8,50		
berílio	1,85	latão recozido	8,40		
betonita	2,50	látex	0,97		
bicarbonato de amônia	1,58	litargírio	9,35		
bicarbonato de sódio	2,20	lítio	0,53		
bismuto	8,90	litopônio	4,15		
boráx	1,73	magnésio	1,74		
borracha acrílica (ACM / ANM)	1,10	manganês	7,47		
borracha butil (IIR)	0,92	mercúrio	13,55		
borracha clorada	1,64	metil etil cetona	0,83		
borracha epícloridrina (ECO)	1,40 a 1,45	mica	2,95		
borracha fluorada (FKM)	1,27 a 1,36	mínio (zarcão)	8,62		
borracha natural (NR)	0,91 a 0,93	negro de fumo	1,80		
borracha nitrílica (NBR)	1,00	níquel	8,91		
borracha polibutadieno (BR)	0,94	óleo aromático	0,93 a 1,05		
borracha policloropreno (CR)	1,23	óleo mineral	0,87		
borracha poliisopreno (IR)	0,94	óleo naftênico	0,90 a 0,93		
borracha polissulfeto	1,25 a 1,34	óleo parafínico	0,86 a 0,90		
borracha poliuretano (PU)	1,05	óleo polimérico (totm)	0,99		
borracha silicone (MQ)	0,95	ouro	19,28		
borracha silicone fluorada	1,30	óxido de alumínio	3,14 a 4,00		
breu	1,08	óxido de cádmio	6,95		
bronze (CuSn6)	8,83	óxido de cálcio	3,20		
bronze de Alumínio	7,70	óxido de cromo verde	5,21		
bronze Fosfórico	8,80	óxido de ferro vermelho	5,14		
bronze Vermelho	8,80	óxido de magnésio	3,20		
butadieno 1,3	0,65	óxido de zinco	5,57		
butiraldeído-anilina	0,95 a 1,04	ozoquerita (cera mineral)	0,92		
cádmio	8,65	paládio	12,00		
cálcio	1,53	parafina	0,91 a 0,93		
carbonato de bário	4,30	parafina clorada	1,14 a 1,65		
carbonato de cálcio	2,62 a 2,70	peptizante	0,94		
carbonato de magnésio	2,22	peróxido dicumila 40%	1,60		
carbonato de zinco	3,30	platina	21,45		
caseína	1,26	pó de borracha	1,15		
caulim	2,60	poliamida (Nylon)	1,14		
celeron	1,35	polietileno clorossulfonado	1,10		
cera de carnaúba	0,99	polietileno de alta densidade	0,96		
cera de polietileno	0,92	polietileno de baixa densidade	0,92		
césio	1,87	polipropileno	0,90 a 0,91		
chumbo	11,30	politetrafluoretileno (PTFE - Teflon)	2,20		
chumbo	11,34	poliuretano (shore90)	1,25		
cobalto	8,80	prata	10,50		
cobre	8,93	querosene	0,82		
cobre fundido	8,85	resina de cumarona indeno	1,07 a 1,15		
cobre laminado	8,95	resina de estireno	1,01		
cobre recozido	8,80	resina hidrocarbônica	1,06		