



Projeto Mecânico de uma Empacotadora de Atados de Tubos

ANA RAQUEL PEREIRA ROCHA

dezembro de 2021

PROJETO MECÂNICO DE UMA EMPACOTADORA DE ATADOS DE TUBOS

Ana Raquel Pereira Rocha

1150945

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

PROJETO MECÂNICO DE UMA EMPACOTADORA DE ATADOS DE TUBOS

Ana Raquel Pereira Rocha

1150945

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho e coorientação do Mestre José António Silva Marinho e do Doutor Francisco José Gomes da Silva.

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos

Professor Adjunto, ISEP

Orientador

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho

Professor Adjunto, ISEP

Coorientador

Mestre José António Silva Marinho

Responsável de equipa de Engenharia e Desenvolvimento de Equipamentos da componente Mecânica, Ferpinta

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Coordenador com Agregação, ISEP

Arguente

Doutor José Joaquim da Mota Machado

Professor Auxiliar, FEUP

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer ao Professor Doutor Raul Campilho por todo o acompanhamento e dedicação investidos neste projeto.

À Ferpinta pela oportunidade e pelo voto de confiança investidos em mim.

Ao Eng. José Marinho e ao Eng. Hermenegildo Bastos e a toda a equipa por todas as lições e ensinamentos, diretos ou indiretos, pelos momentos de descontração e pelo investimento em mim.

À minha mãe e ao meu pai, o meu mundo, por acreditarem em mim e moverem montanhas para que conseguisse alcançar tudo aquilo que sempre desejei. Devo-vos o meu carácter, os meus valores e a minha felicidade. A vocês, obrigada!

À minha irmã, Rafaela, a minha alma gémea, por todos os momentos de descontração, pelo teu humor, pelo teu apoio incondicional, pela tua amizade, pela tua confiança. A ti, obrigada!

À Inês, o meu refúgio, por teres acompanhado este processo da fila da frente, pela tua motivação, pelo teu carinho, apoio, alegria e paciência. A ti, obrigada!

A toda a minha família e amigos que, direta ou indiretamente, influenciaram este percurso. Devo-vos parte de mim. A vocês, obrigada!

À aeISEP, a minha segunda casa, a minha segunda família, que me transmitiram valores inigualáveis para esta aventura. A vocês, obrigada!

PALAVRAS-CHAVE

Indústria metalomecânica; Aço; Soldadura; Projeto mecânico; Equipamento automatizado

RESUMO

A necessidade, por parte da indústria, para a utilização de equipamentos estudados e projetados à medida das suas carências, no que diz respeito a custo, espaço, capacidade de manutenção e recursos, é cada vez mais elevada. Através da criatividade dos projetistas, esta situação pode ser facilmente alcançada. Analisando algumas operações verifica-se que algumas ferramentas, quando associadas ao equipamento, podem aumentar substancialmente a produtividade.

Este trabalho foi desenvolvido em torno desta questão, a necessidade de um equipamento feito à medida para a retirada de tubos de uma máquina de teste hidrostático localizada num espaço reduzido e com um desnível de cotas no piso, capaz de formar atados nos formatos hexagonal e quadrado.

Foi projetada uma nova empacotadora, diferente das atualmente implementadas, com um número reduzido de mecanismos, com o intuito de diminuir o risco de avarias. Para além disso, o fosso localizado na zona de implementação foi benéfico para o aproveitamento da força gravítica que contribui para o deslocamento dos tubos ao longo da máquina. O sistema é automatizado, sendo operado por instrução pelo operador consoante o tamanho do atado a formar.

O desenvolvimento desta solução, que será implementada, contribui para a sustentabilidade do negócio da empresa, bem como, uma vantagem económica, dado que o material utilizado é da empresa.

KEYWORDS

Metalworking industry; Steel; Welding; Mechanical Design; Automated equipment

ABSTRACT

The need, on the part of industry, for the use of equipment studied and designed to suit its needs, regarding cost, space, maintenance capacity and resources, is increasingly high. Through the creativity of designers, this situation can be easily achieved. Analyzing some operations, some tools, when associated with the equipment, can substantially increase productivity.

This work was developed around this issue, the need for a custom-made equipment for the removal of pipes from a hydrostatic test machine located in a reduced space and with an uneven elevation in the floor, capable of forming bundles in hexagonal and square shapes.

A new pipe bundling machine was designed differently from those currently implemented, with a reduced number of mechanisms in order to reduce the risk of malfunctions. In addition, the moat located in the implementation zone was beneficial for the use of the gravitational force that contributes to the displacement of the pipes along the machine. The system is automated, being operated by instruction by the operator depending on the size of the bundle to form.

The development of this solution, that will be built later on, contributes to the sustainability of the company's business, as well as an economic advantage, since the material used is owned by the company.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	Classificação Portuguesa das Atividades Económicas
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CCC	Cúbica de Corpo Centrado
CFC	Cúbica de Face Centrada
CIS	Inquérito Comunitário à Inovação
DFA	<i>Design for assembly</i>
DFC	<i>Design por custo</i>
DFE	<i>Design for the environment</i>
DFV	<i>Design for value</i>
FEA	Análise por Elementos Finitos
FTI	<i>Fast Track Innovation</i>
I&D	Investigação e Desenvolvimento
INE	Instituto Nacional de Estatística
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MDF	Método das Diferenças Finitas
MEF	Método dos Elementos Finitos
MIG/MAG	Arco elétrico com gás de proteção
MVF	Método dos Volumes Finitos
NNRPIM	<i>Natural Neighbor Radial Point Interpolation Method</i>
EDP	Equações diferenciais parciais
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequenas-Médias Empresas
RAM	<i>Random Access Memory</i>
RPIM	<i>Radial Point Interpolation Method</i>

SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TIG	<i>Tungsten Inert Gas</i>
UE	União Europeia

Lista de Unidades

μm	Micrómetro
Hz	Hertz
Kgf/mm^2	Quilograma força por milímetro quadrado
kN	Kilonewton
kW	Kilo Watt
m	Metro
m/s	Metro por segundo
mm	Milímetro
mm^2	Milímetro quadrado
mm^3	Milímetro cúbico
MPa	Mega Pascal
N	Newton
N.m	Newton metro
N/m^2	Newton por metro quadrado
rad/s	Radianos por segundo
rpm	Rotações por minuto

Lista de Símbolos

C_0	Coeficiente de segurança
F_t	Força tangencial
I_t	Momento de inércia à torção
$K_{H\beta}$	Fator de distribuição da carga na face do dente
K_L	Fator de vida
K_O	Fator de sobrecarga
K_V	Fator de carga dinâmica

m_n	Módulo normal
M_t	Momento torsor
S_f	Fator de segurança
Y_F	Fator de forma
Y_β	Fator de ângulo de hélice
Y_ε	Fator de distribuição de carga
Z_H	Fator de zona
Z_L	Fator do lubrificante
Z_M	Fator de material
Z_R	Fator da rugosidade superficial
Z_V	Fator da velocidade de escorregamento
Z_W	Fator da razão de dureza
Z_ε	Fator de razão de condução
σ_{Flim}	Tensão limite de flexão
€	Euro
b	Largura
d	Diâmetro
r	raio
P	Passo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - PME na indústria transformadora, adaptado de [6].....	8
Figura 2 - Número de empresas da indústria metalomecânica (por região), adaptado de [7]	9
Figura 3 - Atividades de Inovação na Indústria Metalomecânica (e informática), em %, adaptado de [10]	12
Figura 4 - Taxonomia dos processos de fabrico, adaptado de [12]	14
Figura 5 - Tipos de fundição, adaptado de [12].....	14
Figura 6 - Tipos de forjamento, adaptado de [12].....	15
Figura 7 - Tipos de extrusão, adaptado de [12].....	15
Figura 8 - Classificação dos diversos processos de maquinagem, adaptado de [12]	16
Figura 9 - As duas estruturas cristalinas mais comuns em metais e ligas. a) CFC; b) CCC [14].....	17
Figura 10 - Processos de fabrico de tubos sem costura, adaptado de [14].....	19
Figura 11 - Processo de soldadura longitudinal de tubo [16].....	19
Figura 12 - Processo de soldadura em espiral [17].....	20
Figura 13 - Empacotadora com funcionamento magnético, retirado de [22].....	21
Figura 14 - Empacotadora com movimentação mecânica, retirado de [23]	21
Figura 15 - Geração de malha de MEF [37]	26
Figura 16 - Exemplo de uma análise estrutural [40].....	27
Figura 17 - Exemplo de uma análise modal [41]	27
Figura 18 - Exemplo de uma análise à fadiga [42]	28
Figura 19 - Exemplo de uma análise de transferência de calor [43]	28
Figura 20 - Exemplo de análise de um processo de fabrico [44].....	29
Figura 21 - Exemplo de uma análise de fluxo [45].....	29
Figura 22 - Representação das empacotadoras existentes	37
Figura 23 – Rascunho do anteprojecto da empacotadora	39
Figura 24 - <i>Screwjack</i> rotativo, retirado de [51].....	39
Figura 25 – Proposta da empacotadora completa	41
Figura 26 - (a) Atado de formato hexagonal; (b) Atado de formato quadrado.....	42
Figura 27 - Equipamento final	42

Figura 28 - Alimentador de tubos.....	43
Figura 29 - Estrutura do rolo de alinhamento e do doseador	44
Figura 30 - Estrutura principal e todos os mecanismos.....	45
Figura 31 - Braço do atado	46
Figura 32 - Entrega dos tubos pela máquina de teste hidrostático.....	46
Figura 33 - Extremidade simplesmente apoiada no veio da máquina de teste hidrostático	47
Figura 34 - Extremidade com rotação	47
Figura 35 - Componentes do rolo de alinhamento.....	48
Figura 36 - Fixação do doseador.....	48
Figura 37 - Estrutura a ser analisada	49
Figura 38 - Representação dos <i>Foundation Bolts</i>	50
Figura 39 - Carga aplicada	50
Figura 40 - Representação da malha selecionada	51
Figura 41 - Propriedades da malha selecionada.....	51
Figura 42 - Representação do estudo de tensões	52
Figura 43 - Representação dos deslocamentos resultantes.....	52
Figura 44 - Representação do fator de segurança.....	53
Figura 45 - Caixa de mancal selecionado.....	56
Figura 46 - Rolamento flangeado selecionado	57
Figura 47 - Estrutura principal	61
Figura 48 - Vista lateral da estrutura principal	62
Figura 49 - Garfo.....	62
Figura 50 - Guias e patins do garfo.....	63
Figura 51 - Garfo na empacotadora	63
Figura 52 – Batente de filas e de contagem	64
Figura 53 - Composição de um batente	65
Figura 54 - Batente de filas na empacotadora	65
Figura 55 - Batente de contagem	66
Figura 56 - Braço do formato a apoiar a metade superior do atado.....	66
Figura 57 - Braço do formato na empacotadora	67
Figura 58 - Batente de recuo na empacotadora.....	67

Figura 59 - Estrutura analisada pelo MEF	68
Figura 60 - Representação dos <i>foundation bolts</i>	69
Figura 61 - Carga distribuída provocada pelo peso do atado	69
Figura 62 - <i>Fixed Hinge</i> na zona de fixação do <i>screwjack</i>	70
Figura 63 - <i>Roller/Slider</i> na zona dos patins	70
Figura 64 - Representação da malha selecionada	71
Figura 65 - Propriedades da malha para a estrutura principal	71
Figura 66 - Representação das tensões instaladas na estrutura	72
Figura 67 - Resultante do deslocamento da estrutura (mm)	73
Figura 68 - Representação do fator de segurança na estrutura	74
Figura 69 - Representação das condições fronteira e da malha	75
Figura 70 - Propriedades da malha do garfo	75
Figura 71 - Representação das tensões instaladas	76
Figura 72 - Tensão máxima instalada	76
Figura 73 - Deslocamento vertical máximo provocado	77
Figura 74 - Representação do <i>plot</i> do fator de segurança	77
Figura 75 - Exemplo de cálculo das cargas num bloco, retirado de [56]	78
Figura 76 - Dimensões e características dos patins, retirado de [56]	79
Figura 77 - Principais parâmetros geométricos de uma roda dentada	81
Figura 78 – Ábaco para obtenção do fator de forma, retirado de [57]	83
Figura 79 - Fator de vida, retirado de [57]	84
Figura 80 - Fator de carga dinâmica, retirado de [57]	84
Figura 81 - Fator de sobrecarga, retirado de [57]	84
Figura 82 - Fator do material, retirado de [57]	86
Figura 83 - Fator de vida, retirado de [57]	87
Figura 84 - Fator de lubrificante, retirado de [57]	87
Figura 85 - Fator de rugosidade superficial, retirado de [57]	87
Figura 86 - Fator da velocidade de escorregamento, retirado de [57]	88
Figura 87 - DCL do batente	89
Figura 88 - Reações nos apoios	90
Figura 89 - Seleção dos rolamentos para os batentes, retirado de [58]	90

Figura 90 - Tabela de dimensões de atuadores pneumáticos, retirado de [59]	91
Figura 91 - Dimensões e características dos patins para o braço do formato, retirado de [56]	92
Figura 92 - Dimensões e características dos patins para o batente de recuo, retirado de [56]	93
Figura 93 - Braço do atado	101
Figura 94 - Chapa para fixação dos patins e do <i>screwjack</i>	102
Figura 95 - Apoio do atado no lado interior da empacotadora	102
Figura 96 – (a) Apoio do atado no lado exterior da empacotadora para atados hexagonais; (b) Apoio do atado para atados quadrados	103
Figura 97 - Estrutura estudada por MEF.....	104
Figura 98 - Atribuição do atravancamento " <i>Roller/Slider</i> " na zona dos patins	105
Figura 99 - Atribuição de " <i>Fixed Hinge</i> " na zona de fixação do <i>screwjack</i>	105
Figura 100 - Aplicação da carga correspondente ao atado	106
Figura 101 - Aplicação da força provocada pelo atuador pneumático.....	106
Figura 102 - Representação dos parafusos selecionados.....	107
Figura 103 - Representação a malha definida no estudo do braço do atado.....	107
Figura 104 - Propriedades da malha selecionada.....	108
Figura 105 - Representação das tensões instaladas.....	108
Figura 106 - Representação do valor de deslocamento da estrutura	109
Figura 107 - Representação do coeficiente de segurança.....	109
Figura 108 - Validação dos parafusos selecionados	110
Figura 109 - Exemplo de cálculo dos patins, retirado de [56]	111
Figura 110 - Motor para acionamento dos <i>screwjacks</i>	116
Figura 111 - Tabela para seleção do motor dos <i>screwjacks</i> , retirado de [51]	117
Figura 112 - Motor para acionamento dos garfos.....	118
Figura 113 - Variáveis para a seleção do motor dos garfos.....	122
Figura 114 - Motoredutor selecionado para os garfos.....	122
Figura 115 - Motor para os batentes de recuo.....	122
Figura 116 - Diagrama de forças do batente de recuo	123
Figura 117 - Variáveis para a seleção do motor do batente de recuo.....	124
Figura 118 - Motoredutor devolvido para o batente de recuo	124
Figura 119 - Motoredutor para o doseador	124
Figura 120 - Diagrama de corpo livre do tubo no rolo para cálculo do motor	125

Figura 121 - Representação esquemática do braço do doseador	126
Figura 122 - Variáveis para a seleção do motor do doseador	127
Figura 123 - Motoredutor devolvido para o doseador	127
Figura 124 - Motor para os rolos	127
Figura 125 - Variáveis para a seleção do motor dos rolos	128
Figura 126 - Motoredutor devolvido para os rolos	128
Figura 127 - Doseador serve de batente	129
Figura 128 - Doseador empurra o tubo para o topo da estrutura	129
Figura 129 - Retenção dos tubos para a formação das fileiras.....	130
Figura 130 - Retenção dos tubos quando a fileira está completa	130
Figura 131 - Recuo do batente de fileira e avanço do garfo	131
Figura 132 - Avanço do batente aquando do recuo do garfo.....	131
Figura 133 - Descida do braço para formação de uma nova fileira	132
Figura 134 - Avanço do apoio da metade superior do atado	132
Figura 135 - Exemplo de uma barreira de proteção.....	133
Figura 136 - Sinalética de perigo de choque elétrico	134
Figura 137 - Exemplo de um portão com comando de abertura	134

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Exportações (€) de bens por Local de destino e Tipo de bem, produto por atividade (CPA 2008), da indústria metalomecânica portuguesa, adaptado de [7].....	9
Tabela 2 - Importações (€) de bens por Local de destino e Tipo de bem, produto por atividade (CPA 2008), da indústria metalomecânica portuguesa, adaptado de [7].....	10
Tabela 3 - Proporção de empresas com 10 e mais pessoas ao serviço com atividades de inovação tecnológica, adaptado de [7]	11
Tabela 4 - Proporção de empresas com 10 e mais pessoas ao serviço com atividades de inovação tecnológica e cooperação para a inovação, adaptado de [7]	11
Tabela 5 - Atividades de inovação de produto, processo, organizacional e marketing na Indústria Metalomecânica (e Informática), em %, adaptado de [10]	12
Tabela 6 - Estado-de-arte de equipamentos	16
Tabela 7 - Métodos de determinação de design	22
Tabela 8 - Vantagens e desvantagens da automação [26]	23
Tabela 9 - Estado-de-arte no dimensionamento numérico de equipamentos	30
Tabela 10 - Análise SWOT das ideias propostas	40
Tabela 11 - Distâncias mínimas e máximas entre eixos e bordas.....	54
Tabela 12 - Materiais e processos de fabrico do alimentador e do rolo de alinhamento.....	58
Tabela 13 - Parâmetros do pinhão do garfo.....	80
Tabela 14 - Parâmetros da cremalheira do garfo	81
Tabela 15 - Parâmetro do pinhão do batente	93
Tabela 16 - Parâmetros da cremalheira do batente.....	94
Tabela 17 - Fatores para o cálculo da resistência à flexão do pinhão do batente de recuo	95
Tabela 18 - Fatores para o cálculo da resistência à pressão superficial do pinhão do batente de recuo ..	95
Tabela 19 - Materiais e processos de fabrico da estrutura principal e equipamentos inerentes	97
Tabela 20 - Diâmetro dos fusos, retirado de [51].....	111
Tabela 21 - Materiais e processos de fabrico do braço do atado.....	112

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Enquadramento geral	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Estrutura da dissertação	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1	Indústria metalomecânica.....	7
2.1.1	Importância na economia nacional	7
2.1.2	Indicadores de inovação na indústria metalomecânica	10
2.1.3	Processos de fabrico.....	13
2.1.3.1	Processos primários	14
2.1.3.2	Processos secundários	15
2.1.3.3	Processos terciários	16
2.1.4	Estado-da-arte de equipamentos e processos	16
2.2	Fabrico e processamento de tubos metálicos	17
2.2.1	Matéria-prima	17
2.2.2	Processos de fabrico.....	18
2.2.3	Corte de tubo	20
2.2.4	Empacotamento	20
2.3	Projeto mecânico de equipamentos	22
2.3.1	Soluções construtivas de equipamentos fabris	22
2.3.2	Automação de equipamentos fabris	23
2.3.3	Normas aplicáveis.....	24
2.3.4	Métodos de dimensionamento	25
2.3.5	Método dos elementos finitos	26
2.3.6	Estado-da-arte no dimensionamento numérico de equipamentos	30

3	DESENVOLVIMENTO	35
3.1	Apresentação da empresa	35
3.2	Descrição do trabalho a realizar.....	35
3.3	Objetivos e requisitos de projeto.....	36
3.4	Soluções disponíveis na empresa.....	36
3.4.1	Descrição das soluções existentes.....	36
3.4.2	Análise crítica e pontos de melhoria	38
3.5	Anteprojeto do equipamento	38
3.5.1	<i>Brainstorming</i> de ideias.....	38
3.5.2	Análise SWOT	40
3.6	Projeto do equipamento	41
3.6.1	Descrição do equipamento final.....	41
3.6.2	Projeto do alimentador de tubos e rolo de alinhamento.....	46
3.6.2.1	Descrição da solução implementada	46
3.6.2.2	Dimensionamento	49
3.6.2.3	Materiais e processos de fabrico	57
3.6.3	Projeto da estrutura de principal	61
3.6.3.1	Descrição da solução implementada	61
3.6.3.2	Dimensionamento	68
3.6.3.2.1	Dimensionamento da estrutura principal	68
3.6.3.2.2	Dimensionamento do garfo de entrega	74
3.6.3.2.3	Dimensionamento dos batentes de contagem e de fila	89
3.6.3.2.4	Dimensionamento do braço do formato	91
3.6.3.2.5	Dimensionamento do batente de recuo	92
3.6.3.3	Materiais e processos de fabrico	97
3.6.4	Projeto do sistema de empacotamento.....	100
3.6.4.1	Descrição da solução implementada	100
3.6.4.2	Dimensionamento	103
3.6.4.2.1	Dimensionamento da componente estrutural	103
3.6.4.2.2	Dimensionamento do screwjack	110

3.6.4.2.3	Dimensionamento dos patins	111
3.6.4.3	Materiais e processos de fabrico	112
3.6.5	Projeto do sistema de acionamento	115
3.6.5.1	Motor dos screwjacks	116
3.6.5.2	Motoredutor dos garfos	117
3.6.5.3	Motoredutor de recuo	122
3.6.5.4	Motoredutor do doseador	124
3.6.5.5	Motoredutor dos rolos	127
3.6.6	Projeto de automação	128
3.6.7	Sistemas de segurança	133
3.7	Construção do protótipo	134
3.8	Análise económica	135
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	139
4.1	Conclusões	139
4.2	Propostas de trabalhos futuros.....	139
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	143
6	ANEXOS.....	148
6.1	Anexo A	148
6.2	Anexo B	165
6.3	Anexo C	165

INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento geral
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Estrutura da dissertação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento geral

A manufatura é um dos setores mais cruciais da economia. Por esta razão, o desenvolvimento da indústria transformadora tem sido um dos pontos chave na agenda dos governos. O progresso da indústria tem passado por várias eras revolucionárias, desde a automação de processos a automação de fábricas. No entanto, o desenvolvimento de sistemas industriais continua como um processo de tentativa-erro. Um sistema de produção é a chave para uma coordenação eficiente de recursos, e é especialmente crítica na qualidade de produtos e serviços.

Portanto, a inovação nos sistemas de produção é essencial. Este conceito pode ser entendido como a implementação de um produto (bem ou serviço), de um processo, de um método de marketing ou de um método organizacional [1]. É um fator chave para a competitividade das empresas e é essencial que estas invistam em atividades de desenvolvimento tecnológico que lhes permitam acrescentar valor.

Para um bom funcionamento de qualquer indústria, a logística deve fazer-se acompanhar em qualquer projeto, nomeadamente na gestão dos espaços e gestão de deslocações e transportes de material. Para isto, é necessário que haja conformidade na disposição do material em fábrica e cuidado na sua manipulação conjuntamente com a facilidade e harmonia com os operários.

1.2 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo a conceção e o dimensionamento de uma empacotadora de atados de tubo para diferentes formatos de atados e variadas gamas de tubo para implementação à saída de uma máquina de teste hidrostático, teste efetuado para verificação da resistência e de vazamentos com o enchimento de tubos com líquido pressurizado.

Deste modo, os objetivos passam pelo seguinte:

- Criação de uma empacotadora de modo a formar atados hexagonais e quadrados;
- Redução dos mecanismos;
- Recorrer ao menor número de componentes de modo a reduzir o risco de avarias, custos e necessidade de manutenção;
- Custo reduzido em comparação com a aquisição de um equipamento.

Para atingir os objetivos anteriormente referidos, tornou-se necessário:

- Analisar as empacotadoras atualmente implementadas;
- Estudar a implementação num espaço mais reduzido;
- Elaborar o anteprojeto;
- Elaborar projeto.

1.3 Estrutura da dissertação

O presente documento está dividido em quatro partes essenciais: Introdução, Revisão Bibliográfica, Desenvolvimento e Conclusões e Propostas de Trabalhos Futuros. Em cada capítulo encontra-se dividido em subcapítulos de modo a descrever em pormenor os diferentes assuntos.

Inicialmente, a Introdução, pretende introduzir o leitor no caso que irá ser abordado. No capítulo da Revisão Bibliográfica encontram-se as explicações teóricas essenciais ao desenvolvimento do trabalho prático.

Posteriormente, no capítulo do Desenvolvimento encontra-se toda a informação relativa ao processo de dimensionamento e conceção do equipamento. No capítulo das conclusões é demonstrada uma reflexão final do que foi apresentado como objetivos deste trabalho.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Indústria metalomecânica
- 2.2 Fabrico e processamento de tubos metálicos
- 2.3 Projeto mecânico de equipamentos

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústria metalomecânica

Denomina-se de metalurgia mecânica ou metalomecânica a transformação de metais em objetos úteis através de diferentes técnicas de conformação e modificação da sua forma de onde que resulta um bem de consumo [2].

Este modelo de indústria é bastante diversificado em atividades industriais e gama de produtos, tornando-se numa das principais fontes de crescimento económico da atualidade. A sua evolução e modernização deu-se em meados da década de 60, advinda da necessidade de uma máquina ferramenta, para a indústria automóvel, que fosse capaz de ser programada e funcionar de uma forma autónoma [3, 4].

Através de simpósios e palestras realizadas pela Ordem dos Engenheiros, foi apresentado o CAM/CAD (*Computer-Aided Design and Manufacturing*), oferecendo novas perspetivas na produção [4]. Esta tecnologia permitiu a incorporação de autonomia nas máquinas para condições de maquinaria e ferramentas como auxiliar na decisão da melhor estratégia para as sequências de maquinaria para a fabricação do produto final.

A indústria metalomecânica em Portugal é uma das principais atividades económicas por ser um setor que gera emprego, investimento e uma componente líder nas exportações do país. Esta importância baseia-se ainda no seu papel para a contribuição da modernização e progresso da indústria portuguesa [5].

2.1.1 Importância na economia nacional

A indústria metalúrgica e metalomecânica é parte integrante da indústria transformadora, representado aproximadamente 34% desta (23 000 empresas do metal para um total de 67 555 em 2017) [6], ou seja, mais de um quarto do número de empresas dessa indústria. A indústria metalomecânica engloba as “Metalurgias de base”, os “Produtos metálicos e elétricos” e os “Equipamentos de transporte”.

Segundo a lista CAE – Rev. 3 (Classificação Portuguesa das Atividades Económicas) as atividades da indústria são classificadas pelas seguintes divisões [7]:

- CAE 24 Indústrias metalúrgicas de base;
- CAE 25 Fabricação de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos;
- CAE 27 Fabricação de equipamento elétrico;
- CAE 28 Fabricação de máquinas e de equipamentos, n. e.;

- CAE 29 Fabricação de veículos automóveis, reboques, semirreboques e componentes para veículos automóveis;
- CAE 30 Fabricação de outro equipamento de transporte.

Atualmente, o tecido empresarial português é constituído essencialmente por PME (Pequenas-Médias Empresas), e são estas que se encontram em grande escala com um número de 1 259 234 empresas para 1 202 grandes empresas e com um volume de negócios de 225 285,4 milhões de euros, superior aos 172 208,7 milhões de euros das grandes empresas. Em 2017 as PME representavam 20,5% da riqueza criada, sendo que as microempresas foram as que mais contribuíram para este valor [6].

O número de empresas da indústria transformadora representa aproximadamente 6% do total de empresas no mercado nacional. Dentro destas, para um total de 67 555 empresas, é de notar que 67 206 empresas são PME e apenas as restantes 349 são grandes empresas [6]. Esta proporção pode ser verificada através da Figura 1.

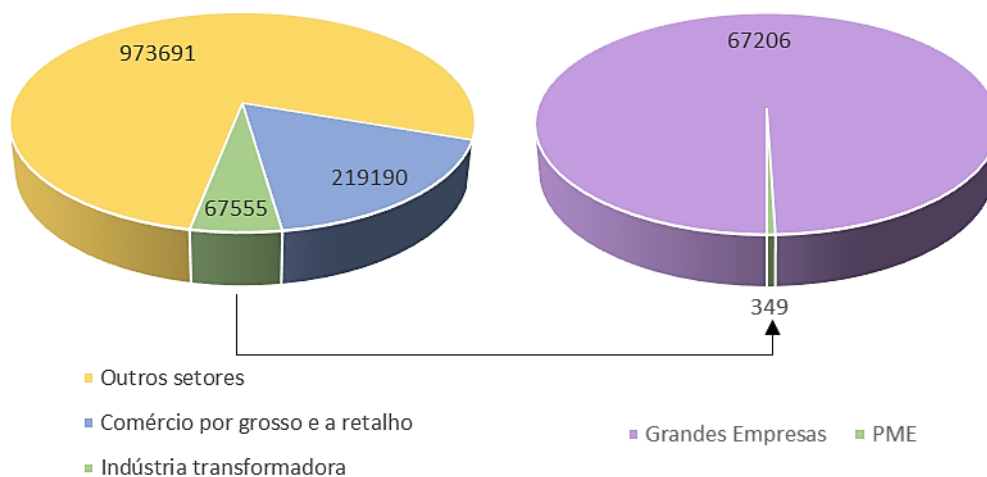


Figura 1 - PME na indústria transformadora, adaptado de [6]

Dentro das 67 555 empresas da indústria transformadora, a indústria metalomecânica representa cerca de 22% do total (14 953 empresas), sendo assim a que apresenta maior peso nessa mesma indústria.

É, também, interessante perceber onde se localizam as empresas da indústria do metal (Figura 2). De acordo com dados do INE (Instituto Nacional de Estatística), do ano de 2017, as duas regiões em primeiro (5 986 empresas) e segundo (5 193 empresas) lugares são, respetivamente, o Norte e o Centro, contudo, excluindo a Área Metropolitana do Porto, o Centro passa a ser a região com mais empresas. No Norte, logo a seguir à Área Metropolitana do Porto, apresenta-se a região do Cávado (Amares, Barcelos, Braga, Esposende, Terras de Bouro e Vila Verde) com maior número de empresas. No Centro, a região de Aveiro ocupa o primeiro lugar, seguida da região de Leiria.

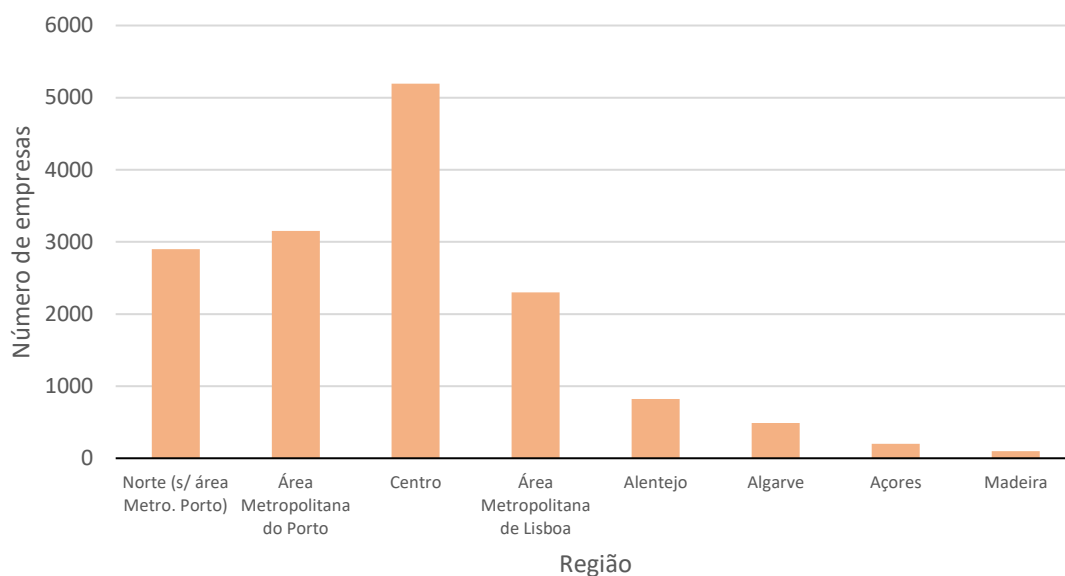


Figura 2 - Número de empresas da indústria metalomecânica (por região), adaptado de [7]

No ano de 2017 a indústria transformadora obteve um volume de negócios de 90 310 829 201 €, sendo que a indústria metalomecânica foi a que mais contribuiu para o mesmo, com um total de 25 077 088 282 €, cerca de 28% do total, vindo maioritariamente da zona Norte, que corresponde ao facto de essa ser a região com maior número de empresas.

Face a estes dados, é de extrema relevância destacar que, nos últimos anos, a indústria metalomecânica tem sido a maior exportadora da economia portuguesa e que o investimento estrangeiro em Portugal tem aumentado cada vez mais. Os principais mercados de exportação são a Espanha, Alemanha, França, Reino Unido e Itália. Fora da Europa destacam-se os Estados Unidos da América e Angola. Por sua vez, a importação também tem aumentado tendo como principais mercados a Espanha, França e Itália [8].

Tabela 1 - Exportações (€) de bens por Local de destino e Tipo de bem, produto por atividade (CPA 2008), da indústria metalomecânica portuguesa, adaptado de [7].

	Mundo (Total)	UE	Fora da UE
Metais de base	1 924 464 935 €	1 474 336 439 €	450 128 496 €
Produtos metálicos transformados, exceto máquinas e equipamentos	3 108 185 954 €	2 472 292 834 €	635 893 120 €
Equipamento elétrico	2 529 563 158 €	1 811 176 703 €	718 386 455 €
Máquinas e equipamentos, n.e.	2 697 359 141 €	1 967 876 791 €	729 482 350 €

Veículos automóveis, reboques e semirreboques	8 797 663 869 €	8 278 972 178 €	518 691 691 €
Outro equipamento de transporte	1 268 396 997 €	754 026 580 €	514 370 417 €

Tabela 2 - Importações (€) de bens por Local de destino e Tipo de bem, produto por atividade (CPA 2008), da indústria metalomecânica portuguesa, adaptado de [7].

	Mundo (Total)	UE	Fora da UE
Metais de base	3 691 392 019 €	2 869 263 778 €	822 128 241 €
Produtos metálicos transformados, exceto máquinas e equipamentos	2 112 268 882 €	1 802 460 841 €	309 808 041 €
Equipamento elétrico	3 303 137 906 €	2 621 440 759 €	681 697 147 €
Máquinas e equipamentos, n.e.	5 032 217 214 €	4 388 726 833 €	643 490 381 €
Veículos automóveis, reboques e semirreboques	8 980 830 299 €	8 312 693 950 €	668 136 349 €
Outro equipamento de transporte	3 770 386 626 €	3 230 731 891 €	539 654 735 €

Na Tabela 1 e na Tabela 2 é claro que a UE é o maior segmento de exportação e importação. Para um total de 20 325 634 054 € de exportações e 26 890 232 946 € de importações, no ano de 2019, a balança comercial é negativa e o respetivo valor é de - 6 564 598 892 €. Este valor negativo pode ser interpretado como a falta de oferta para a procura que Portugal atualmente apresenta, havendo a possibilidade da criação de novas indústrias ou novas parcerias neste setor.

2.1.2 Indicadores de inovação na indústria metalomecânica

Para o ano 2021, ambiciona-se um investimento de 3% do PIB (Produto Interno Bruto) em I&D (Investigação e Desenvolvimento) [9]. Cerca de 55% das empresas realizam atividades de inovação, sendo esta essencialmente de produto ou processo [6]. Existe um sistema de incentivos à inovação empresarial para dois tipos de projetos: inovação produtiva e empreendedorismo qualificado. Os projetos de inovação produtiva visam apoiar investimentos focados na inovação tecnológica e o uso de fatores competitivos.

Há, ainda, um projeto denominado FTI (*Fast Track Innovation*) que cofinancia atividades de inovação próximas ao mercado em qualquer área tecnológica e com um financiamento de três milhões de euros por proposta. O objetivo é reduzir o tempo entre o surgimento da ideia de negócio e a sua materialização e entrada no mercado. Ainda assim é consideravelmente baixo o valor atual de investimento em I&D em Portugal, tendo sido de apenas 1,4% do PIB no ano de 2019 [6].

Tabela 3 - Proporção de empresas com 10 e mais pessoas ao serviço com atividades de inovação tecnológica, adaptado de [7]

	PME	Grandes empresas
Atividades de investigação e desenvolvimento (I&D intramuros)	31,0	69,7
Aquisição externa de investigação e desenvolvimento (I&D extramuros)	19,7	47,7
Aquisição de maquinaria, equipamento e software	61,6	71,0
Aquisição de outros conhecimentos externos	15,1	20,7
Introdução das inovações no mercado	30,3	46,1
Formação para atividades de inovação	50,2	61,5
Design	38,0	47,5
Outras	28,9	55,8

Tabela 4 - Proporção de empresas com 10 e mais pessoas ao serviço com atividades de inovação tecnológica e cooperação para a inovação, adaptado de [7]

	PME	Grandes empresas
2014 – 2016	17%	51,7%
2012 – 2014	17,8%	54,9%
2010 – 2012	16,8%	60,1%

As Tabela 3 e Tabela 4 apresentam a percentagem total de empresas que investem em atividade de inovação e as que cooperam para a inovação, respetivamente. Destas pode retirar-se que as empresas que cooperam para a inovação são em número inferior ao total de empresas que investe em inovação. Da Tabela 3 pode concluir-se que:

- As grandes empresas investem mais em inovação que as PME;

- 19,7% das empresas portuguesas adquirem I&D e 15,1% de outros conhecimentos externamente;
- Os maiores investimentos são na aquisição de maquinaria, equipamento e software e na formação para atividades de inovação.

De acordo com os resultados do CIS (Inquérito Comunitário à Inovação) 2016, 64% das empresas da indústria portuguesa realizaram atividades de inovação. Na Figura 3 encontram-se dados relativos às empresas da indústria metalomecânica (e informática) que investiram em inovação e por tipo de inovação.

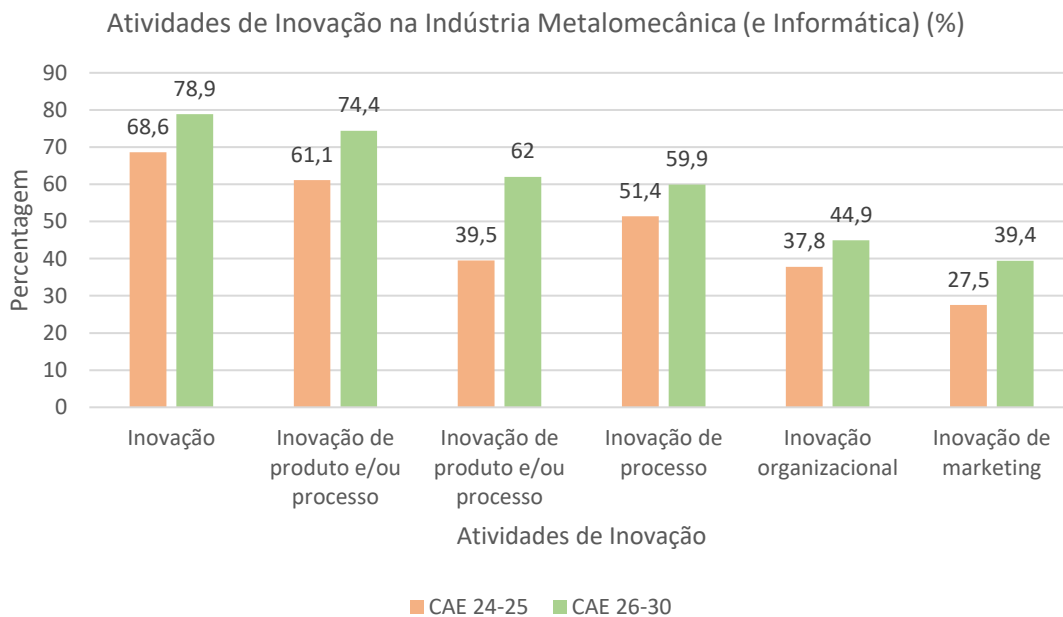


Figura 3 - Atividades de Inovação na Indústria Metalomecânica (e informática), em %, adaptado de [10]

Este mesmo inquérito mostra de que forma cada tipo de inovação é introduzida no mercado verificando-se que 34,1% da indústria portuguesa investe na inovação de produto pela introdução de bens novos ou significativamente melhorados e 38,8% investe na inovação de processo através de métodos de fabrico ou produção novos ou significativamente melhorados. Relativamente à indústria metalomecânica (e informática), conclui-se que os maiores investimentos são, também, precisamente nestes dois tipos de inovação, como se pode verificar pela Tabela 5.

Tabela 5 - Atividades de inovação de produto, processo, organizacional e marketing na Indústria Metalomecânica (e Informática), em %, adaptado de [10]

		CAE 24-25	CAE 26-30
Inovação de produto	Bens novos ou significativamente melhorados	33,3	59
	Serviços novos ou significativamente melhorados	21,6	25,9
Inovação de processo	Métodos de fabrico ou produção novos ou significativamente melhorados	42,3	51,8

	Métodos de logística, entrega ou distribuição novos ou significativamente melhorados	17,4	22,9
	Atividades de apoio aos processos ou distribuição da empresa novas ou significativamente melhoradas	29,8	37,4
Inovação organizacional	Novas práticas de negócio na organização dos procedimentos	21,5	30,5
	Novos métodos de organização das responsabilidades e da tomada de decisão	27,2	31,8
	Novos métodos de organização das relações externas com outras empresas ou instituições públicas	14,2	19,7
Inovação de marketing	Mudanças significativas no aspeto/ estética ou na embalagem dos produtos	12,4	25,4
	Novas técnicas ou meios de comunicação (Media) para a promoção de bens ou serviços	18,8	24,9
	Novos métodos de distribuição/ colocação de produtos ou novos canais de vendas	6,3	11,1
	Novas políticas de preço para produtos	9,9	10

As empresas com atividades de inovação de produto revelaram que para 17,9% (CAE 24-25) e 37,8% (CAE 26-30) estas são novas para o mercado da empresa e que para 29,8% (CAE 24-25) e 44,6% (CAE 26-30), são novas apenas para a empresa. Como descrito anteriormente, o setor com maior investimento é a aquisição de maquinaria, equipamento, software e edifícios, sendo que a despesa com este tipo de atividade, no ano de 2016, foi de 194,4 milhões de euros (CAE 24-25) e 102 milhões de euros (CAE 26-30) para um total de 243,5 e 250,4 milhões de euros [10].

2.1.3 Processos de fabrico

O processo de fabrico utilizado pode ser simples, uma operação única ou a combinação de vários processos, dependendo do material usado e as especificações do produto final que incluem os acabamentos, as tolerâncias dimensionais, entre outros [11]. O método para a seleção do processo apropriado está severamente ligado com a seleção do material. O processo de fabrico depende de:

- Cadência: fluência do material pelo sistema;
- Custo: material, mão-de-obra, ferramentas, equipamento;
- Tempo: tempo de espera para aquisição dos materiais, tempo de preparação, tempo de processamento;

- Qualidade: desvio do objetivo final.

Todos estes fatores resultam da decisão feita na seleção da combinação processo-material.

Os processos de fabrico (Figura 4) podem ser classificados em três categorias baseando-se na aplicação final: primária, secundária ou terciária [11].

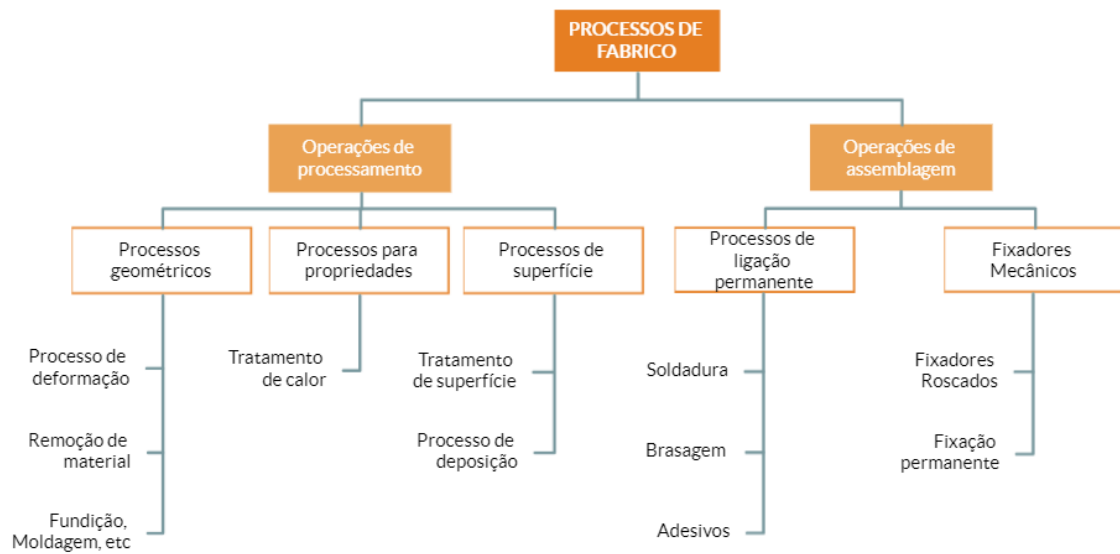


Figura 4 - Taxonomia dos processos de fabrico, adaptado de [12]

2.1.3.1 Processos primários

O processo primário gera a principal forma do produto final. O processo primário é selecionado com o intuito de produzir o maior número de atributos possíveis da peça. Estão incluídos nesta categoria processos como fundição, forjamento, moldagem, laminagem e extrusão.

1. Fundição: Apresentada na Figura 5, é a forma mais rápida de obter formas simples ou complexas através da matéria-prima. O processo de fundição é feito através do despejo de um matéria líquido na cavidade de um molde da forma desejada onde arrefecerá [11].

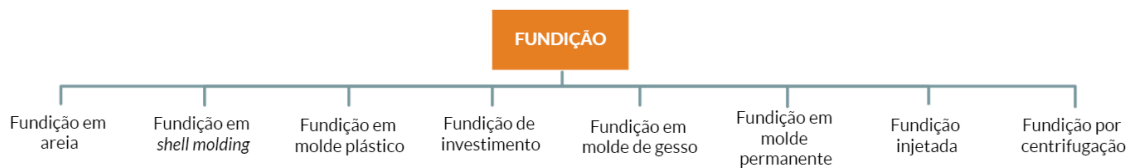


Figura 5 - Tipos de fundição, adaptado de [12]

2. Forjamento: O forjamento (Figura 6) é um processo de formação em que o material é comprimido entre duas matrizes com recurso a impacto ou pressão gradual [12].

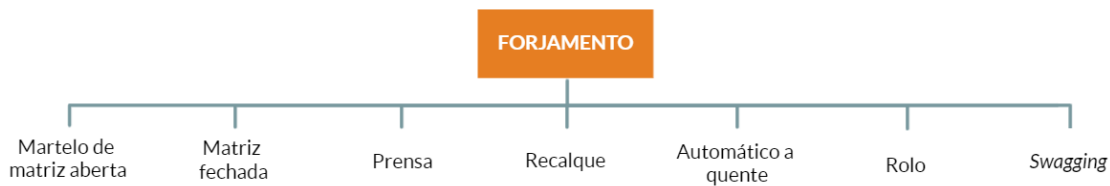


Figura 6 - Tipos de forjamento, adaptado de [12]

3. Extrusão: A extrusão (Figura 7) é um processo de formação por compressão em que o metal trabalhado é forçado a fluir através de uma abertura da matriz para produzir a forma de secção transversal desejada. A extrusão +e geralmente seguida de um processo secundário, a trefilação a frio, que tende a refinar a estrutura molecular do material e permite cantos mais agudos e paredes mais finas na secção [12].

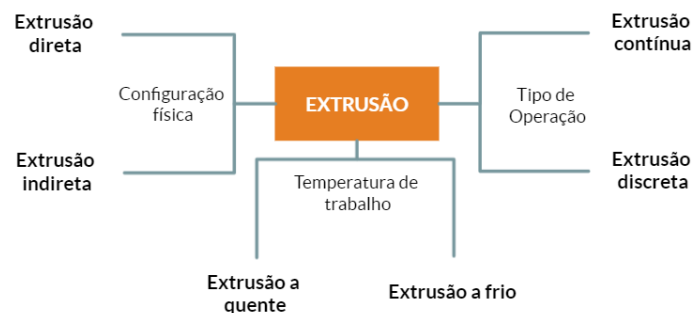


Figura 7 - Tipos de extrusão, adaptado de [12]

2.1.3.2 Processos secundários

Os processos secundários, para além de gerarem a forma inicial, refinam os detalhes da peça. Estes processos podem decorrer no início ou fim da sequência de processos. Estes incluem todos os processos de remoção de material e processos como maquinagem e esmerilhagem.

A maquinagem é o processo de remoção de material de uma peça na forma de aparas [12]. O termo corte de metal é usado quando o material é metálico. Em termos gerais, grande parte da maquinagem tem um custo de *setup* mais reduzido comparativamente com os processos de fundição e moldagem. No entanto, a maquinagem é mais cara quando usada para o fabrico em grandes quantidades. Este processo é necessário onde as tolerâncias das dimensões são muito reduzidas e os acabamentos são obrigatórios [13].

Os diferentes processos de maquinagem estão expressos na Figura 8. É usualmente dividido em três categorias: tradicionais, abrasivos e não tradicionais.

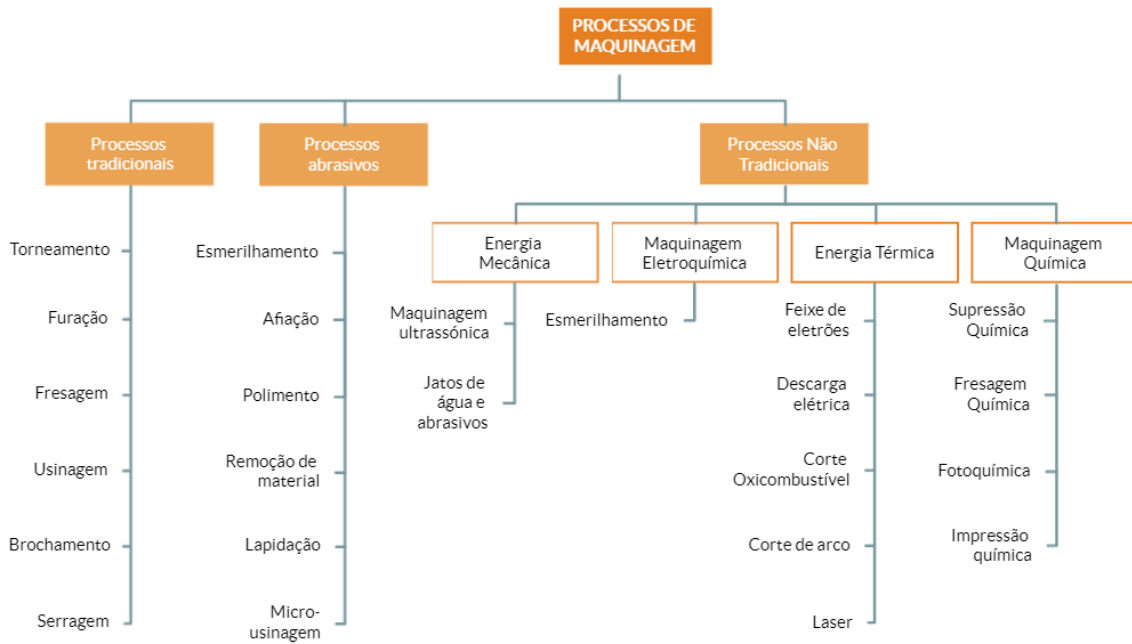


Figura 8 - Classificação dos diversos processos de maquinagem, adaptado de [12]

2.1.3.3 *Processos terciários*

Os processos terciários não afetam a geometria ou formato do componente e só é executado após um processo primário ou secundário. Esta categoria consiste em processos de acabamento como por exemplo, tratamentos de superfície e de calor [11].

2.1.4 *Estado-da-arte de equipamentos e processos*

Na indústria metalomecânica são várias as máquinas utilizadas, nomeadamente fresadoras, aparelhos de soldar, tornos mecânicos, rebarbadoras, quinadoras, guilhotinas, prensas, entre outros, explicados na Tabela 6. O processo produtivo, como analisado no subcapítulo 2.1.3, pode divergir com as várias indústrias do segmento metalúrgico.

Tabela 6 - Estado-de-arte de equipamentos

Equipamento	Descrição
Torno mecânico	É uma máquina-ferramenta que permite trabalhar peças de forma geométrica. Estas máquinas operam fazendo pressão num movimento regulável de avanço de encontro à superfície da peça, removendo material de acordo com as condições técnicas adequadas e possibilita a transformação do material em estado bruto. Trata-se da combinação de dois movimentos: rotação da peça e movimento de avanço da ferramenta.

Rebarbadora	É uma máquina-ferramenta que tem por finalidade efetuar acabamentos em peças através de desbaste do material. Nesta operação utiliza-se uma ferramenta portátil que funciona a elevada rotação e a determinada pressão.
Fresadora	É uma máquina destinada à maquinagem de material, que é removido pela ferramenta de corte denominada de fresa.
Furadora	Ferramenta que tem como finalidade furar através do movimento de corte e avanço
Máquina de soldar	É o processo que visa a união, de forma permanente, de vários materiais, iguais ou não. Os equipamentos deste processo diferem consoante o tipo de soldadura a realizar.

2.2 Fabrico e processamento de tubos metálicos

2.2.1 Matéria-prima

O comportamento de um material para tubagens pode ser entendido e previsto através do estudo de uma série de propriedades dos materiais.

Os metais são estruturas cristalinas, compostas por átomos distribuídos por uma rede espacial. O componente mais pequeno numa estrutura cristalina é denominado de célula unitária, que é bloco repetitivo mais pequeno do material. Por exemplo, ferro e ligas de ferro existem em duas formas: CCC (cúbica de corpo centrado) e CFC (cúbica de face centrada). Estas estruturas diferenciam-se na forma com os padrões estão dispostos.

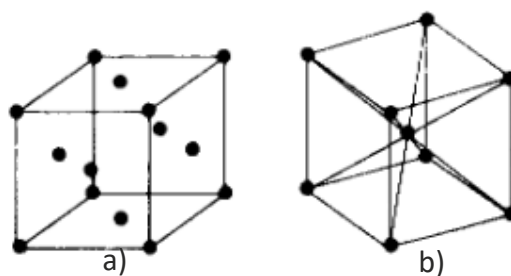


Figura 9 - As duas estruturas cristalinas mais comuns em metais e ligas. a) CFC; b) CCC [14]

A estrutura cristalina naturalmente assumida pelo material é a que dita algumas das propriedades fundamentais. Por exemplo, materiais com estruturas CFC são geralmente mais dúcteis que materiais CCC. Isto porque a estrutura CFC apresenta uma estrutura mais compacta e assim permite a existência de mais planos para a movimentação de átomos com uma menor resistência, o fundamento básico para a plasticidade.

Os materiais metálicos são constituídos por estas e outras redes cristalinas. Alguns metais mudam a sua estrutura com as variações de temperatura, nomeadamente o

ferro. A estrutura cristalina também pode variar se forem adicionados alguns elementos na composição, dando origem a ligas metálicas. Estas mudanças são usadas em vantagem da metalurgia e são as bases para a manipulação dos materiais [13].

Os metais são divididos em dois tipos: ferrosos, que inclui o ferro e ligas; não ferrosos, relativamente aos restantes metais e ligas. A metalurgia é a responsável pela extração, manipulação e tratamento dos metais em metais de engenharia.

A produção de ferro e aço passa pela transformação e redução do minério com coque e calcário numa fornalha. Neste processo, o oxigénio é retirado, deixando uma mistura de ferro e carbono e pequenas quantidades de outros elementos. O produto removido da fornalha denomina-se de gusa e é muitas vezes usado para fundição.

2.2.2 Processos de fabrico

Tubos metálicos podem ser produzidos recorrendo a diversas técnicas, em que cada uma produz tubos com determinadas características. Estas características incluem rigidez, espessura de parede, resistência à corrosão e limites de temperatura e pressão. Por exemplo, tubos com a mesma espessura de parede, mas fabricados por métodos diferentes, podem variar em rigidez e limite de pressão [15].

Os processos de fabrico de tubos metálicos dividem-se, praticamente em dois: extrusão e soldadura [14], produzindo tubos sem ou com costura, respetivamente.

Os tubos sem costura são aqueles que não apresentam uma costura longitudinalmente do tubo. Esta costura é tradicionalmente considerada como um ponto de potencial fragilidade, mas a automatização destes processos, desvaloriza essa preocupação.

Em termos gerais, os tubos formados por soldadura são geralmente mais dispendiosos de produzir.

Cada método de fabrico de tubos apresenta as suas vantagens e desvantagens. Tubos sem costura têm uma espessura de parede mais uniforme e podem ser inspecionados procurando-se defeitos após a sua formação [15]. Este método é usado quando se trata de tubos mais compridos e paredes mais finas. No entanto, a costura que se forma possibilita que erros não sejam detetados após a inspeção e testes de qualidade.

Tubos sem costura

Inicialmente são produzidos tubos com um diâmetro e espessura superiores ao final. Numa primeira fase, uma haste de aço, denominada de tarugo é perfurada por um mandril. Este processo pode ser feito por dois métodos: *Mannesman piercing method* e *Press piercing method*.

Para tubos de diâmetro mais reduzido, é usado o processo por mandril. Para diâmetros exteriores médios de tubos de carbono ou de aços de baixa liga, o método utilizado é o de laminagem de *Mannesman*. Já para diâmetros maiores, e para aços ricos em carbono e aços inoxidáveis, recorre-se ao processo de forjamento do tipo *Erhardt* e extrusão

vertical semelhante ao tipo *Ugine serhounet*. Por último, tubos de alta liga e com geometrias especiais é usado o método de extrusão *Ugine serhounet*.

Estes processos são realizados com o material à temperatura quente de formação. Posteriormente, poderá realizar-se um processamento a frio com o intuito de obter melhor precisão geométrica, acabamento superficial e estrutura metalúrgica superficial.

Na Figura 10, é possível observar os diferentes processos.

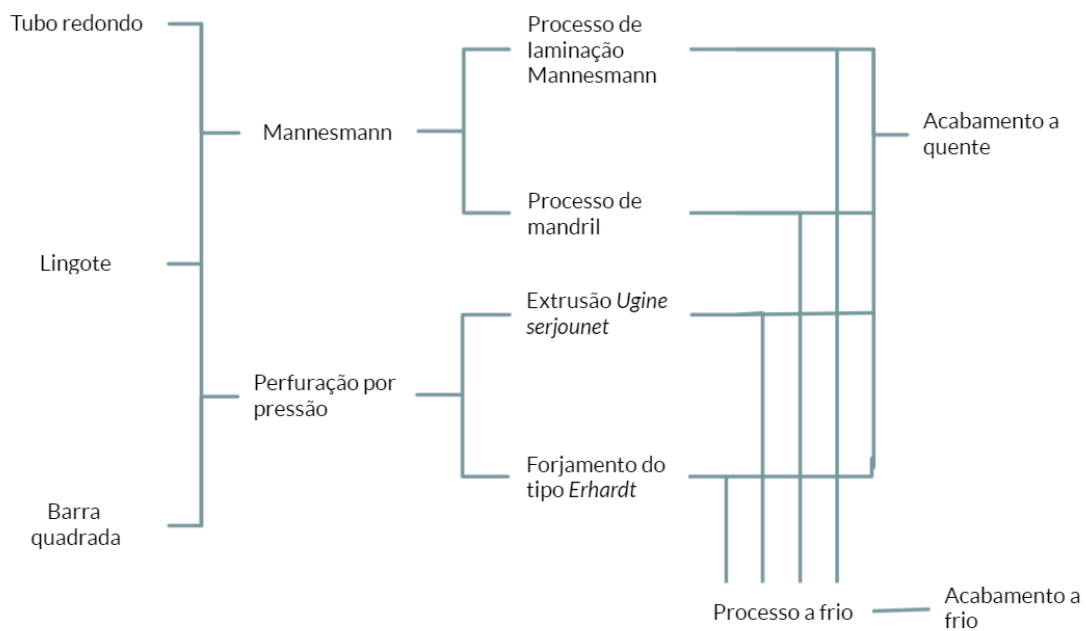


Figura 10 - Processos de fabrico de tubos sem costura, adaptado de [14]

Tubos com costura

Os tubos com costura são aqueles em que é possível observar uma solda longitudinal no tubo. Os tubos soldados são feitos pela formação de folhas de aço provenientes da calandragem. A solda do tubo é feita pelo aquecimento do material numa fornalha e caldeamento ou soldadura por fusão com resistência elétrica, flash, soldadura por arco submerso, soldadura por TIG (tungsten inert gas) ou soldadura por MIG/MAG (arco elétrico com gás de proteção).

A costura soldada é paralela ao eixo do tubo (Figura 11) ou numa direção em espiral sobre o eixo (Figura 12).

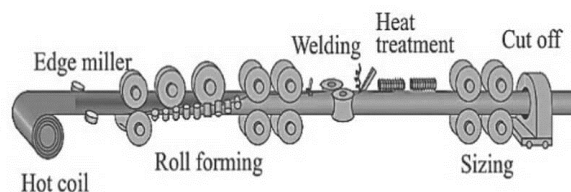


Figura 11 - Processo de soldadura longitudinal de tubo [16]

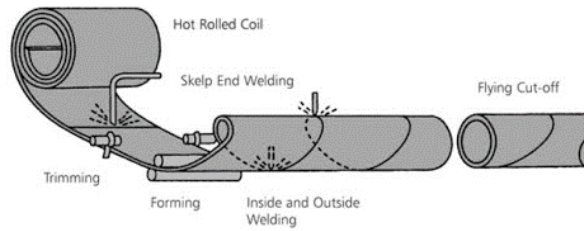


Figura 12 - Processo de soldadura em espiral [17]

2.2.3 Corte de tubo

Numa indústria onde o processo é contínuo e as únicas interrupções efetuadas são destinadas a manutenções, o corte de tubo pode ser realizado de várias maneiras. A técnica mais usada para tubos de paredes finas baseia-se no corte por pressão [18]. A lâmina é montada num carro em que o movimento está sincronizado com a linha onde está o tubo. Esta técnica de corte por pressão é uma das mais eficientes para cortar tubos de parede fina [19].

É possível desenvolver dois tipos de corte. O primeiro assenta no movimento da ferramenta de corte juntamente com o tubo. O segundo, tanto a ferramenta de corte como o tubo são estacionários.

Nas técnicas mais comuns, com base em serras circulares montadas em carros em movimento, a operação de corte é realizada durante o movimento do tubo com um sincronismo entre o carro e o tubo. A ferramenta retorna à posição inicial onde é definido o comprimento correto do tubo.

OS métodos mais tradicionais implicam alguns aspetos negativos, nomeadamente, ruído, a criação de limalhas, o recurso a lubrificantes e desgaste das ferramentas.

O corte de tubo pode ser feito através de plasma, pelo método *ring knife* ou por lâmina [20].

2.2.4 Empacotamento

O empacotamento de qualquer produto toma um papel muito importante na logística de qualquer indústria para garantir a proteção dos produtos, não só de danos que possam sofrer durante o transporte, mas também de contaminantes que possam deteriorar os componentes [21]. No caso do fabrico de tubos, o empacotamento passa principalmente pela gestão do espaço após a produção dos tubos, bem como facilitar o transporte por pontes rolantes. Estes objetivos atingem-se através da formação de atados de tubos com diferentes formatos, nomeadamente, quadrados e hexagonais.

Numa fábrica em que o processo é contínuo, é necessária a implementação de uma forma que permita que este processo de empacotamento seja fácil, rápido e que não atrase a produção. Para este fim, foram desenvolvidos equipamentos automatizados

que são estrategicamente colocados num ponto da linha. Atualmente, os equipamentos disponíveis para este processo dividem-se em dois métodos.

O primeiro método utiliza as propriedades magnéticas dos tubos, localizando na zona superior uma banda magnética que permite a alocação das feiras de tubos para a composição do atado. No entanto, este método é altamente desvalorizado pela indústria, uma vez que segue a área de contacto entre o tubo e a banda segue o modelo de um contacto linear de superfícies, sendo necessária uma capacidade magnética da máquina bastante elevada. Para além disso, este método limita o tamanho do atado a produzir. É possível observar o funcionamento na Figura 13.



Figura 13 - Empacotadora com funcionamento magnético, retirado de [22]

O segundo método, o mais utilizado (Figura 14), utiliza meios de transporte como correntes e tapetes para o transporte dos tubos para a formação do atado. Este método, apesar de necessitar de um maior número de componentes, acaba por equilibrar com a eficiência relativamente ao primeiro método. Os equipamentos atualmente existentes apenas se diferenciam na sua estética, enquanto o método de funcionamento acaba por ser transversal a qualquer fabricante. O recurso a estes equipamentos permite o ajuste dos tamanhos dos atados, é uma tarefa visível e intuitiva para a deteção de erros, e a cadência pode ser ajustada.



Figura 14 - Empacotadora com movimentação mecânica, retirado de [23]

2.3 Projeto mecânico de equipamentos

Um projeto em negócio e ciência é normalmente definido como um empreendimento colaborativo que envolve a pesquisa ou desenho, cuidadosamente planeado para alcançar um objetivo particular. O projeto é um instrumento fundamental para qualquer atividade de desenvolvimento e melhoria de produtos, serviços e informações [24]. No desenvolvimento de projetos de equipamentos e estruturas, é da responsabilidade do engenheiro a definição e cálculo dos movimentos, forças, mudanças de energia para determinar as dimensões, formas e materiais para cada elemento que pertença à estrutura. A formulação de um projeto é a organização num documento que sistematize o trabalho a desenvolver, identificar e superar problemas durante a execução das atividades previstas.

2.3.1 Soluções construtivas de equipamentos fabris

Segundo Ullman [25], o desenvolvimento de equipamentos fabris pode ser desenvolvido abrangendo um dos seguintes métodos:

Tabela 7 - Métodos de determinação de design

Método	Descrição
DFC (<i>Design for cost</i>)	Este método, apesar de ser um dos mais importantes, é considerado como o mais difícil de executar. É aquele que engloba a necessidade de adaptação para que seja possível reger-se pelo método menos dispendioso aquando à projeção de equipamentos.
DFV (<i>Design for value</i>)	Este método é aquele em que o projeto é desenvolvido consoante o valor que o equipamento este tenha para o cliente. O ponto chave deste método é que não é apenas necessário encontrar o valor do projeto, mas também o valor de cada pormenor, componente ou processo a ser produzido. O valor de cada pormenor é determinado pela funcionalidade fornecida ao cliente.
DFA (<i>Design for assembly</i>)	Este é considerado como o melhor método para medir a capacidade de realizar tarefas. Este método é aquele em que os equipamentos são definidos consoante a necessidade de realizar tarefas para um determinado processo. É, portanto, um método onde o <i>design</i> é baseado na necessidade de que certa etapa aconteça.
DFE (<i>Design for the environment</i>)	Este método baseia-se na conceção de novos equipamentos pela reciclagem e reaproveitamento dos equipamentos obsoletos. Este conceito é ainda denominado de <i>green design</i> .

2.3.2 Automação de equipamentos fabris

A automação é o uso de comandos de programação lógica e equipamentos mecanizados para substituição das tomadas de decisões e comandos manuais feitas pelo ser humano [26]. Em termos históricos, a mecanização, como o exemplo de um mecanismo de cronometragem para o disparo de uma alavanca, auxilia na realização de tarefas físicas. Por outro lado, a automação eleva a mecanização a um outro patamar, reduzindo a necessidade sensorial e mental humana, aumentando a produtividade.

À medida em que o mercado global vai exigindo melhor qualidade a preços baixos, a automação industrial tem mudado de máquinas separadas com controlos simples baseados em hardware para empresas de manufatura integradas com sistemas de controlo sofisticados e dados vinculados [27].

O nível apropriado de controlo e automação depende do processo a ser automatizado. De modo a que isto aconteça é necessário responder a questões relativas ao processo físico e os requerimentos para o funcionamento [27].

1. Que tipos de *feedback* de processos e produtos são necessários para o controlo do processo (por exemplo, velocidade da linha, força, pressão, temperatura, comprimento, espessura, humidade, cor)?
2. Como funciona o processo (contínuo, interrompido, sequenciais)?
3. Qual o nível de automação presente no momento (nenhum, lógica de retransmissão, controladores programáveis, entre outros)?
4. Qual o horário do processo (por turnos ou operação de 24h)?
5. Que oportunidades de custo estão disponíveis para a redução de resíduos, melhoria da qualidade e redução de tempos parados?

A última questão relativa a financiamento é, tipicamente, a mais importante. Quando o controlo do processo é selecionado e colocado corretamente, rapidamente se recupera o investimento feito [27].

O recurso e aplicação da automação apresentam vantagens e desvantagens, enumeradas na Tabela 8 [26].

Tabela 8 - Vantagens e desvantagens da automação [26]

Vantagens	Substituição do envolvimento de operários em tarefas físicas e monótonas;
	Substituição do envolvimento de operários em ambientes perigosos como elevadas temperaturas, atmosferas tóxicas e radioativas;
	O manuseamento de cargas pesadas, a manipulação de objetos minúsculos, a necessidade de aumentar ou diminuir a velocidade de produção, são simplificados;

	<p>A produção é feita de uma forma mais rápida e os custos de trabalho são reduzidos comparativamente a operações manuais;</p>
	<p>Os sistemas de automação podem incorporar facilmente verificações de qualidade de modo a reduzir o número de produtos produzidos fora da tolerância permitida, agilizando uma generalização da qualidade de produção;</p>
	<p>Pode ser vista como um catalisador na melhoria da economia nas empresas;</p>
	<p>Sistemas automatizados não adoecem.</p>
Desvantagens	<p>A tecnologia atual é incapaz de automatizar todas as tarefas necessárias, pois é impossível compatibilizar a adaptabilidade humana;</p>
	<p>Algumas tarefas seriam mais dispendiosas de automatizar do que serem realizadas manualmente. A automação é mais adequada para processos repetitivos, constantes e em grandes volumes;</p>
	<p>O custo da pesquisa e desenvolvimento de processos é difícil de prever. Uma vez que o custo tem grande impacto no lucro, é impossível automatizar um processo para descobrir que não existe vantagem económica.;</p>
	<p>Os custos iniciais são relativamente elevados. A automação de novos processos requer um enorme investimento em comparação com o custo unitário do produto;</p>
	<p>É necessária a existência de um departamento responsáveis pela manutenção.</p>

2.3.3 Normas aplicáveis

As Diretivas fixam prescrições mínimas relativas às condições de trabalho e à utilização de certas categorias de materiais e equipamentos nos locais de trabalho, tendo por base o artigo 153º do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia [28]. A conceção de novos equipamentos e a colocação no mercado é atualmente regulada pela diretiva 2006/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de maio (Diretiva de Máquinas) [29]. Esta diretiva é estabelecida nos termos de uma nova abordagem à harmonização técnica e à normalização com os seguintes princípios [30]:

- A harmonização legislativa está limitada à adoção de requisitos essenciais aos quais os produtos colocados no mercado devem obedecer para que possam beneficiar da livre circulação no Espaço Económico Europeu;

- As especificações técnicas dos produtos conformes com os requisitos básicos de segurança e saúde fixados pelas diretivas, serão estabelecidas em normas harmonizadas;
- Os produtos fabricados em conformidade com as normas harmonizadas da presunção de conformidade com os requisitos essenciais correspondentes.

A Diretiva de Máquinas aplica-se às máquinas e às quase máquinas [31]. Esta diretiva estabelece um conjunto de requisitos básicos de segurança e saúde relativamente aos utilizadores e às pessoas que se encontrem na proximidade das máquinas [30].

2.3.4 Métodos de dimensionamento

Uma estrutura é projetada considerando três aspetos fundamentais: segurança, economia e durabilidade.

O primeiro método empregado pode ser denominado de método intuitivo [32], no qual a segurança das construções é obtida pelas conceções baseadas na intuição dos projetistas. Como primeira regra de avaliação de segurança com base científica foi criado o método das tensões admissíveis. Este método considera que os esforços podem ser determinados analiticamente admitindo-se um comportamento elástico linear, dado um modelo que considerava elementos resistentes suficientemente simples [33]. Os modelos simplificados formulados para análise elástica levaram ao cálculo de tensões.

No método das tensões admissíveis as cargas do projeto são admitidas como os valores máximos concebidos para atuarem ao longo da vida útil da estrutura. As tensões máximas que podem ocorrer na estrutura não devem ultrapassar o valor das tensões de rotura correspondentes ou dos materiais, divididas por um coeficiente de segurança maior que a unidade. Os valores dos fatores de segurança representam o juízo e experiência coletiva na atividade do cálculo estrutural.

Este método pode ser adotado para assegurar que nas zonas críticas da peça, as resistências dos materiais não sejam ultrapassadas pelas tensões máximas produzidas pelo carregamento.

O cálculo de tensões admissíveis é um método muito atrativo, fácil de usar a nível computacional e de fácil compreensão. É apenas necessário verificar se a estrutura é segura sob ações que são fixas em valores altos, usando uma tensão admissível substancialmente abaixo de um valor limite. O método assegura que sob condições extremas de carregamento, a estrutura responde elasticamente. Não há problemas com a presença de múltiplas ações, podendo haver a sobreposição de efeitos.

No entanto, o método das tensões admissíveis tem as suas desvantagens. Inicialmente, este método de cálculo dá pouca informação sobre a capacidade real da estrutura e não são realizadas verificações de situações de serviço que possam invalidar o uso da estrutura como por exemplo, o surgimento de grandes deformações [34].

2.3.5 Método dos elementos finitos

Ainda que o termo MEF (Método de Elementos Finitos) tenha aparecido pela primeira vez em 1960, os conceitos de uma FEA (Análise por Elementos Finitos) datam para uma época mais antiga, quando foi referenciada por Clough [35] num estudo de um estado de plano de tensão.

O MEF é um método de análise matemática que consiste na discretização de um meio contínuo em elementos finitos, cada um mantendo as características originais. Os elementos são descritos pelo meio de equações diferenciais e resolvidos pelos modelos matemáticos [36]. Este método baseia-se na divisão da estrutura num número finito de subdomínios de forma simples e dimensões variadas. Posto isto, quanto maior o número de nós e elementos, maior a tendência em obter resultados mais precisos [37].

Para uma estrutura contínua, a análise minuciosa provém da subdivisão do domínio da estrutura em triângulos ou quadrados para elementos planos ou sólidos. Essa subdivisão denomina-se de malha de elementos finitos [37].

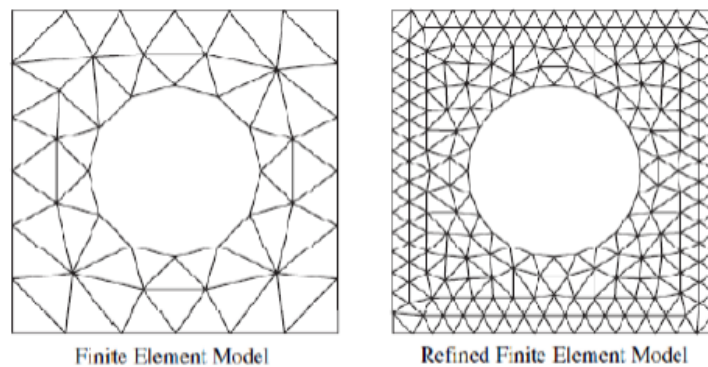


Figura 15 - Geração de malha de MEF [37]

Segundo Campilho [37], o nó é um ponto do domínio em que as variáveis serão calculadas pelo MEF. A equação 1 mostra que o cálculo realizado para as variáveis nos nós será utilizado para aproximar as variáveis nos pontos não nodais através de funções de interpolação.

$$\phi(x, y) = N_1(x, y) \cdot \phi_1 + N_2(x, y) \cdot \phi_2 + N_3(x, y) \cdot \phi_3, \quad (1)$$

onde:

ϕ, ϕ_1, ϕ_2 e ϕ_3 correspondem aos valores das variáveis de campos nos nós;

N_1, N_2 e N_3 correspondem às funções de interpolação.

No caso de elementos bidimensionais, as variáveis de campo ϕ são os deslocamentos segundo as direções ortogonais u_i e v_i ($i=1, 2, 3 \dots$, número de nós).

O MEF permite analisar diversos tipos de problemas permitindo o tratamento de deslocamentos físicos, temperatura, transferência de calor e de velocidade de fluídos. Seguem algumas aplicações do MEF em diferentes tipos de projetos [38, 39]:

ANÁLISE ESTRUTURAL

É utilizada para a determinação de deslocamentos e tensões sob condições de carregamento estático. Pode considerar-se uma análise linear ou não linear. Uma análise linear assume que o material trabalha no domínio elástico. Quando se pretende avaliar a deformação plástica, usam-se modelos não lineares, sendo que as tensões no material variam em função da deformação (Figura 16).

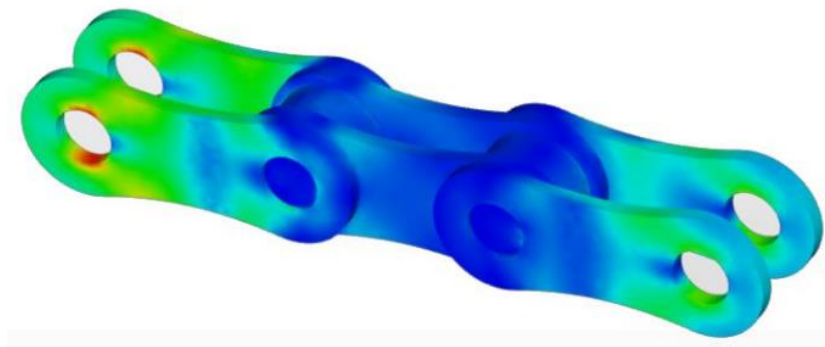


Figura 16 - Exemplo de uma análise estrutural [40]

ANÁLISE MODAL

É usada para avaliar as frequências e formas modais de uma estrutura. Esta análise é particularmente essencial porque as estruturas tendem a falhar devido a excitações externas que apresentem frequências próximas das suas frequências naturais (Figura 17).

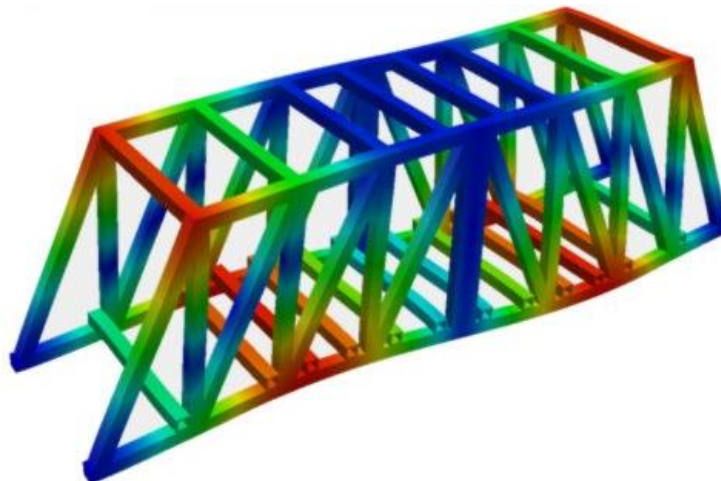


Figura 17 - Exemplo de uma análise modal [41]

ANÁLISE DE FADIGA

Esta análise permite prever a vida útil de uma peça ou componente num modelo quando submetido a solicitações cíclicas. A fadiga é responsável por 80% de todas as falhas estruturais. Este estudo prevê a vida à fadiga e o fator de segurança por fadiga (Figura 18).

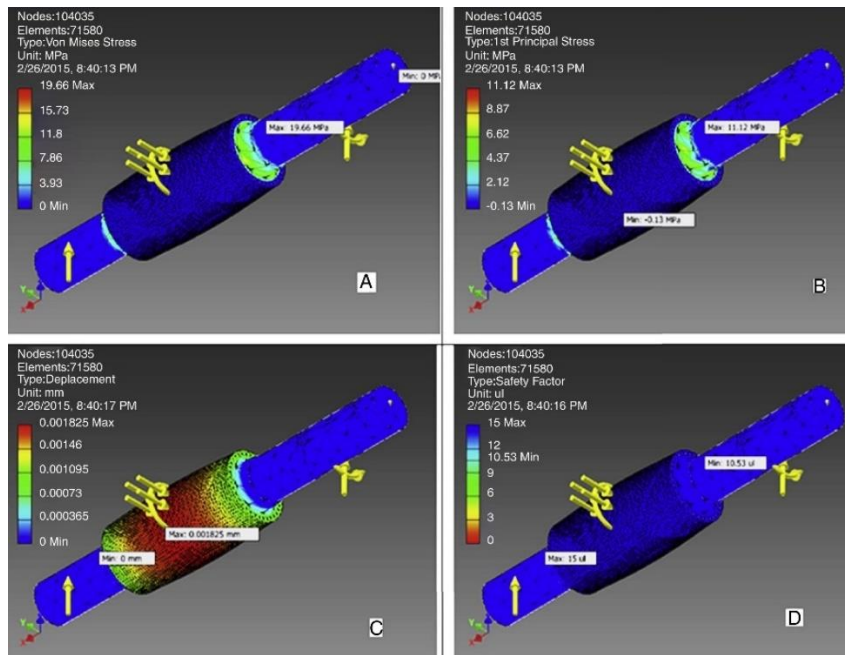


Figura 18 - Exemplo de uma análise à fadiga [42]

ANÁLISE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

São considerados os comportamentos devido à transferência de calor incluindo a condução, a convecção e a radiação. Uma análise deste tipo pode ser estável ou transitória, sendo que a primeira se refere a propriedades térmicas constantes que produzem difusão linear de calor e a segunda diz respeito ao conjunto de mudanças de temperatura (Figura 19).

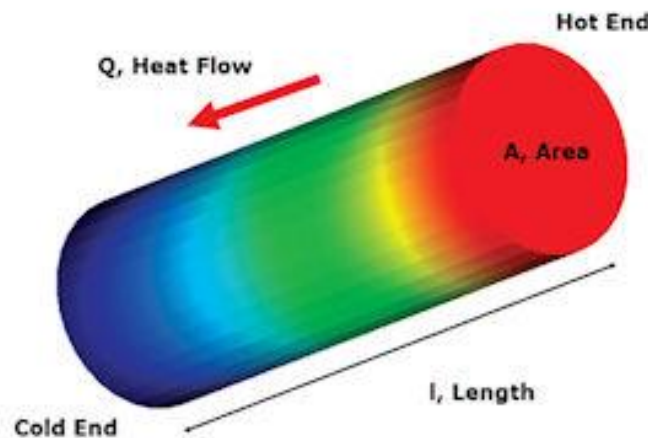


Figura 19 - Exemplo de uma análise de transferência de calor [43]

ANÁLISE DE PROCESSOS DE FABRICO

Esta análise faz uma avaliação da resposta de materiais em processos de formação, como maquinagem, injeção, forjamento e deformação. Este tipo de análise envolve a

mudança da geometria de um objeto sem a deformação nos materiais denominada por deformação plástica. Esta análise requer um esforço computacional elevado (Figura 20).

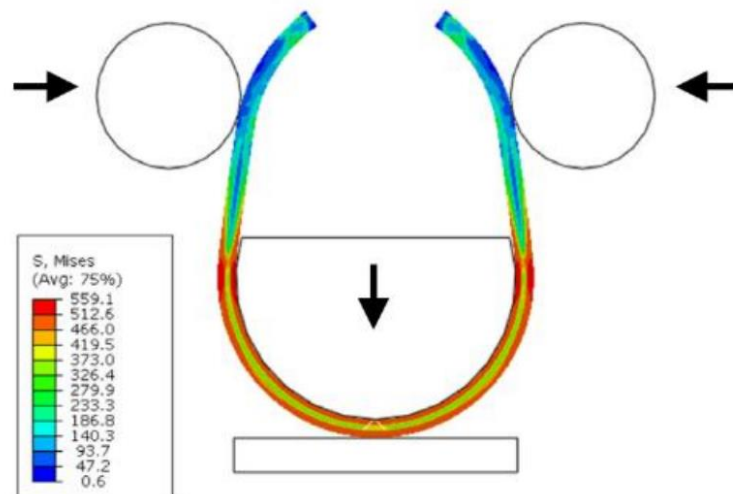


Figura 20 - Exemplo de análise de um processo de fabrico [44]

ANÁLISE DE FLUXO

Esta análise serve para simular o fluxo de um líquido ou gás em condições reais. Esta análise prevê a distribuição de pressão e velocidade sob cargas externas. Como resultado, a geometria do componente em estudo pode sofrer alterações para melhorar a eficiência aerodinâmica e melhorar o desempenho (Figura 21).

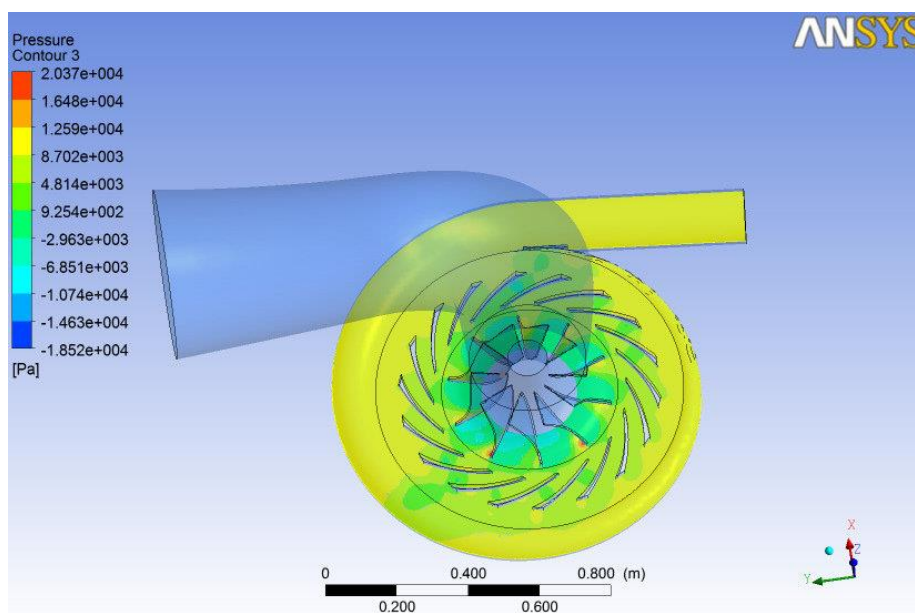


Figura 21 - Exemplo de uma análise de fluxo [45]

2.3.6 Estado-da-arte no dimensionamento numérico de equipamentos

O dimensionamento numérico abrange diferente áreas e em infinitas aplicações. Pode ser feito com recurso a diferentes *softwares* e diferentes métodos. Na Tabela 9 estão apresentados casos de estudo em que o método numérico foi crucial para o desenvolvimento dos estudos.

Tabela 9 - Estado-de-arte no dimensionamento numérico de equipamentos

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Santos [47]	Este estudo, promoveu o MEF para a análise de um modelo de uma ponte ferroviária. Daqui concluiu-se que o modelo numérico global da ponte que envolveu a comparação dos valores das reações verticais nos apoios, para a atuação do peso próprio da estrutura, determinados a partir do programa ANSYS e os valores baseados num cálculo manual tinham apenas um desvio de 1,35%.
Gonçalves [48]	Neste estudo, o MEF foi utilizado para o estudo de uma solução para o fabrico de um componente estrutural de um sistema de suspensão automóvel, designado por braço de suspensão. Com este estudo numérico foi possível testar as diferentes geometrias e realizar uma comparação entre estas para a seleção da mais vantajosa funcional e economicamente. Conclui-se que a otimização da geometria é um parâmetro decisivo para a redistribuição e alívio de tensões tendo sido possível validar a opção apresentada.
Oliveira [46]	Neste trabalho realizou-se um estudo por MEF em juntas adesivas tubulares sujeitas a um carregamento de torção. Conclui-se que este estudo apresentou curvas de $P-\delta$, que traduzem a evolução da carga suportada das juntas, curvas de dano e ainda curvas representativas da distribuição das tensões de corte, tendo sido possível a determinação do adesivo adequado.
Bonilha [50]	Neste trabalho realizou-se uma comparação entre as normas internacionais e o MEF para a análise de passarelas em vidro. Desta comparação conclui-se que as normas são muito conservadoras e que estas devem ser apenas usadas para o pré-dimensionamento. Os resultados pela análise numérica permitiram concluir que o vidro é um material forte o suficiente para este tipo de aplicações e que as vigas de suporte é que devem ser caso de maior atenção devido à sua encurvadura lateral.

Monteiro [49]

Este trabalho teve como intenção a otimização da topologia estrutural de um componente mecânico recorrendo a três métodos numéricos, MEF, RPIM (*Radial Point Interpolation Method*) e NNRPIM (*Natural Neighbour Radial Point Interpolation Method*). Daqui conclui-se que o MEF é o método de eleição ainda que os outros métodos não apresentem disparidades de grande grandeza, mas que necessitam de um custo computacional superior.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Apresentação da empresa
- 3.2 Descrição do trabalho a realizar
- 3.3 Objetivos e requisitos de projeto
- 3.4 Soluções disponíveis na empresa
- 3.5 Anteprojeto do equipamento
- 3.6 Projeto do equipamento
- 3.7 Construção do protótipo
- 3.8 Análise económica

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação da empresa

A Ferpinta S.A. sediada em Carregosa, Oliveira de Azeméis, é uma empresa de base metalomecânica integrada no grupo Ferpinta ocupando 35 580 m² de área coberta, num total de 108 994 m², dedicada primordialmente ao fabrico de tubo de aço conformado a frio e soldado longitudinalmente para aplicações estruturais, engenharia e de precisão.

A matéria-prima base que alimenta todo o processo é o aço em formato de bobina, com diferentes características mecânicas, espessuras, acabamentos e processos de laminagem. A capacidade produtiva ronda as 350 000 toneladas por ano de tubo fabricado, sem inclusão de qualquer operação adicional de valor acrescentado, o que a torna num dos maiores produtores de tubos de aço soldado da Europa. À soldadura por alta frequência e conformação a frio de tubo acrescem operações de valor acrescentado tais como roscagem, ranhuragem, biselagem, galvanização a quente e ensaio hidrostático. A Ferpinta produz, ainda, outros produtos por conformação como perfis abertos (calha), corte transversal e corte longitudinal (formatos e arco).

De forma a maximizar o rendimento e facilitar e promover a manutenção e segurança, a empresa possui um departamento especializado para o desenvolvimento de equipamentos e maquinaria. Este departamento, nomeado de Engenharia de Desenvolvimento de Equipamentos – Mecânica/Elétrica, foca-se na melhoria de equipamentos comprados ou feitos de raiz, já existentes, bem como no desenvolvimento de novas soluções de modo a atingir os objetivos delineados.

Para isto, são utilizados *softwares* para a fase inicial de planeamento e projeção como *Solidworks* e *Ftool* para o auxílio da componente estrutural, e *SIMATIC Automation Tool*, para programação de todos os mecanismos dos equipamentos.

3.2 Descrição do trabalho a realizar

O trabalho consiste no projeto, com recurso ao *software SOLIDWORKS* para estudos de MEF, com recurso a fórmulas analíticas, de uma empacotadora de atados de tubos para colocação junto de uma máquina de teste hidrostático, para empacotamento de tubos validados.

3.3 Objetivos e requisitos de projeto

Para o desenvolvimento da empacotadora ficaram definidos como objetivos os seguintes:

- Utilizar o menor número de mecanismos possível de modo a diminuir o risco de avarias, diminuindo o custo e necessidade de manutenção
- Solução mais económica que a obtenção de uma empacotadora já pronta.

Foram definidos como requisitos:

- O material usado são tubos e perfis Ferpinta;
- Implementação à saída de uma máquina de teste hidrostático;
- Realização de dois formatos de atados, hexagonais e quadrados, de tubos redondos, retangulares e quadrados;
- Atados com comprimentos entre os 3 e os 12 m;
- Capacidade de empacotar atados de tubo de diâmetros entre os 17,2 e 323,9 mm;
- Peso máximo do atado deverá ser 3000 kg.

3.4 Soluções disponíveis na empresa

As empacotadoras disponíveis pela fábrica Ferpinta pertencem à empresa MAIR Research, no entanto, ao longo dos tempos, estas têm sido alteradas conforme a necessidade, sendo a apresentada nesta dissertação a primeira inteiramente fabricada pela Ferpinta.

3.4.1 Descrição das soluções existentes

Todas as empacotadoras estão capacitadas para realizar atados entre os 3 e os 12 m e são compostas por 6 módulos.

De modo a simplificar a explicação, o funcionamento e composição das empacotadoras, é possível dividi-las por 4 sistemas, como indicado na Figura 22.

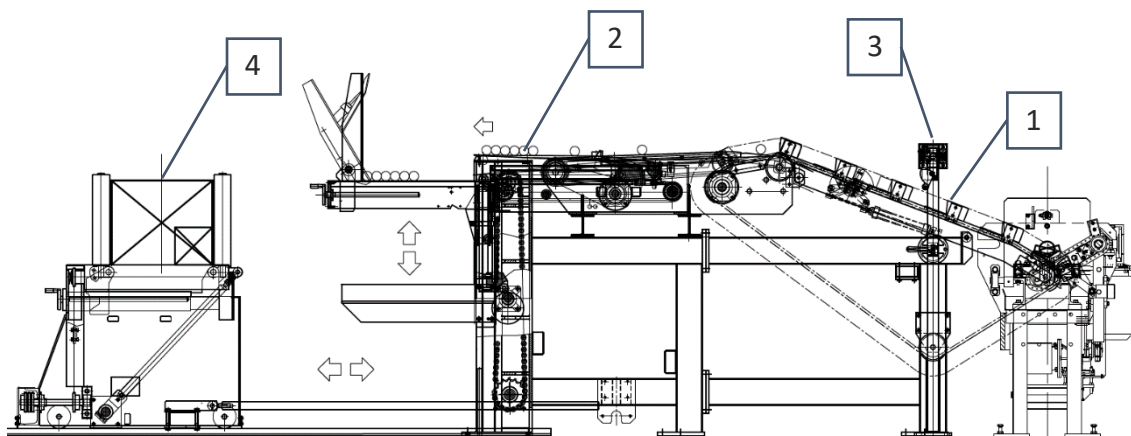


Figura 22 - Representação das empacotadoras existentes

1. Transportador de entrada

O transportador é composto por correntes de subida onde se encontram bagageiros que levam os tubos até a estrutura principal. Estes transportadores são ativados por um motor localizado no centro da máquina.

2. Estrutura de máquina

Os tubos transportados pelas correntes são deixados nesta zona. A máquina empacotadora é predisposta para a preparação de uma fila de tubos no topo da estrutura e a sucessiva transferência na zona de retirada para a formação do atado.

As fases de formação e transferência da fila são:

- Os tubos provenientes das correntes do transportador em subida são contados por um sensor e posicionam-se em frente aos que estão em fila de espera para a formação da fila;
- A fila de tubos é transferida na zona de retirada e alinhada no meio do batente pneumático de alinhamento de filas.

As pás de retirada removem a fila e depositam-na em pás de contenção reguláveis, onde ocorre a formação de atados quadrados, retangulares ou hexagonais.

3. Alinhamento das filas

Os tubos individuais são alinhados de um dos lados da máquina por meio de rolos motorizados que comprimem o tubo contra um batente mecânico.

4. Carro de retirada

O carro de retirada desliza sobre os trilhos fixos ao solo. O carro permite receber o atado das pás de contenção e transferir o atado para a zona de cintagem.

3.4.2 Análise crítica e pontos de melhoria

Apesar de esta solução ser funcional não é a ideal. A retirada dos atados pela frente da máquina através de um carro impossibilita o posicionamento do equipamento numa zona limitada pelo espaço. Por outro lado, os princípios de funcionamentos selecionados e o elevado número de mecanismos aumentam a possibilidade de avarias e a necessidade de criação de peças que possam ser necessárias substituir, provocando o gasto de recursos. O movimento ascendente e descendente das pás de contenção é feito através de correntes, uma solução que obriga ao recurso de vários mecanismos como motores, esticadores, rodas dentadas, bem como uma constante lubrificação. Um ponto de melhoria seria a substituição deste tipo de movimento por um com a mesma finalidade, como por exemplo, *screwjacks*, simplificando o processo de montagem, a diminuição de componentes e uma fácil manutenção.

No avanço das pás que transportam os tubos até à zona de formação do atado, o movimento é descrito de uma forma elíptica, o que implica a utilização de componentes que garantam esse movimento. Um ponto de melhoria seria o recurso a um movimento linear.

3.5 Anteprojeto do equipamento

3.5.1 *Brainstorming* de ideias

Inicialmente, a colocação prevista da empacotadora era à saída de uma endireitadora de tubos, no entanto, esse equipamento tornou-se obsoleto na fábrica e a empacotadora passou a ter a máquina de teste como destino. Dado que a gama de diâmetros dos tubos da endireitadora era reduzida, a empacotadora seria utilizada para apenas a formação de atados de formato hexagonal. A primeira ideia consistia na criação de uma empacotadora com um plano inclinado de modo a apoiar o lado do atado mais próximo da máquina, representado pelo componente 1 na Figura 23, e com um braço semelhante ao já existente nas empacotadoras disponíveis (componente 2), de modo a conter o outro lado do hexágono. Esta ideia tornou-se inexecutável uma vez que, para a criação de novas filas do atado, é necessário que haja um movimento descendente do braço. Com uma lateral fixa do hexágono, os tubos que já se encontrassem no braço do atado rodariam sobre si mesmos. Para além disso, a formação de atados apenas de formato hexagonal impossibilitaria a movimentação da máquina para outras áreas da fábrica onde houvesse a necessidade de empacotar atados de formato quadrado.

Este sistema contemplava também a utilização de *screwjacks*, uma vez que este ficou definido na reunião de apresentação do projeto. Existem dois tipos de *screwjacks*, um denominado de deslizante e outro denominado de rotativo. O processo de funcionamento é o que os distingue. No rotativo, existe um fuso fixo numa estrutura e esta move-se sem que haja movimentação do fuso, como o sistema da Figura 24. O deslizante é caracterizado pelo fuso do *screwjack* acompanhar o movimento da

estrutura e, dependendo da aplicação, ser necessária a criação de carotes no solo para permitir o movimento, que é o caso da solução do sistema em estudo. Este tornou-se um ponto relevante para o projeto, na medida em que a criação de carotes é dispendiosa, tendo sido discutida a possibilidade de recurso a *screwjacks* rotativos, concluindo-se que a sua integração causaria mudanças nos avançamentos da estrutura.

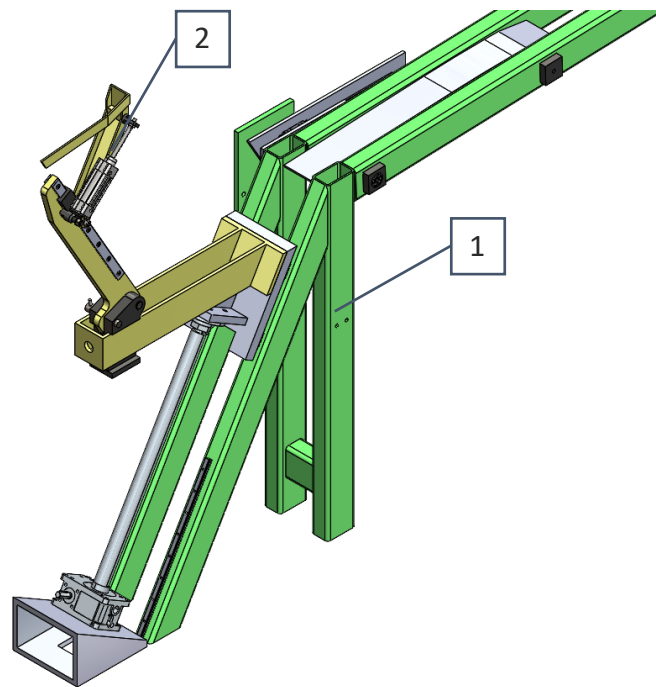


Figura 23 – Rascunho do anteprojetado da empacotadora

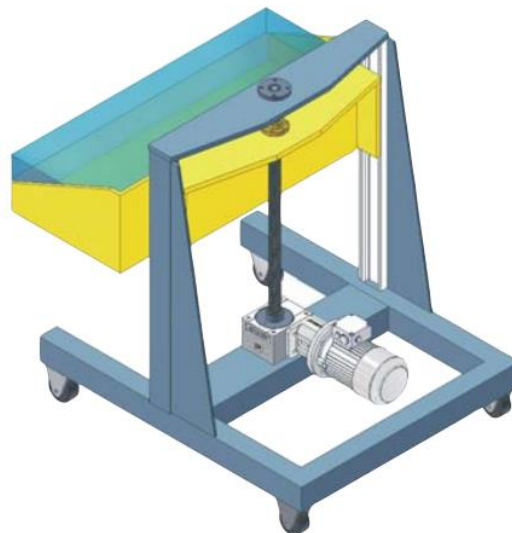


Figura 24 - *Screwjack* rotativo, retirado de [51]

O esboço apresentado na Figura 23 permitiu desenvolver a ideia selecionada para o caso em estudo, sendo o principal obstáculo a combater a rotação dos tubos sobre si mesmos quando se realizasse o movimento descendente. A solução para este problema é igual ao que já existe nas outras empacotadoras, ou seja, criar um sistema de um braço com um atuador pneumático que acompanhasse o movimento do atado à medida que são criadas novas filas de tubos.

3.5.2 Análise SWOT

Com o intuito de entender quais das ideias iniciais poderiam ser implementadas e em que medida, realizou-se uma análise SWOT de modo a comparar os prós e contras do que teria sido idealizado. Esta análise, apresentada na Tabela 10, refere-se ao anteprojecto referido anteriormente, tendo em conta os pontos de melhoria indicados.

Tabela 10 - Análise SWOT das ideias propostas

<i>Strengths</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação dos <i>screwjacks</i> para a movimentação do braço do atado; • Implementação dos patins para o movimento do garfo; • Utilização de perfis facilmente disponíveis na Ferpinta; • Módulos com menos mecanismos e mais compactos do que o atualmente implementado; • Ponto de partida para o desenvolvimento do equipamento final, tendo em conta os pontos de melhoria.
<i>Weaknesses</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de apenas atados de formato hexagonal; • Dificuldade de aproveitamento do equipamento para zonas onde se realizem atados quadrados; • Necessidade de criação de carotes com inclinação; • Rotação sobre si mesmos dos tubos presentes no braço do atado aquando do movimento descendente.
<i>Opportunities</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Aproveitamento do conceito para adaptar a atados quadrados; • Diminuir o número de mecanismos e consequentemente, diminuir o risco de avarias; • Criar uma zona de cintagem na zona de formação do atado e assim poupar o espaço ocupado pelos carrinhos nas empacotadoras implementadas; • Criar movimentos mais simples com recurso a patins; • Diminuição do custo de obtenção do equipamento.

Threats

- Aumento de custo de componentes;
- Falta de integridade do equipamento;
- Mau dimensionamento;
- Falha de registo de alguns dados que apenas sejam detetados na construção do protótipo;
- Alterações na máquina de testes adjacente que tornem a empacotadora obsoleta para aquela zona.

3.6 Projeto do equipamento

3.6.1 Descrição do equipamento final

Para o equipamento final foi pensada numa solução onde a movimentação da máquina por zonas de fábrica, se necessária, fosse facilitada. Para além disso, a manutenção dos equipamentos é um ponto essencial no seu projeto, com o propósito de diminuir o tempo de paragem ou o difícil acesso aos componentes para as suas reparações ou substituições. Idealizou-se um equipamento em módulos que permite a sua movimentação.

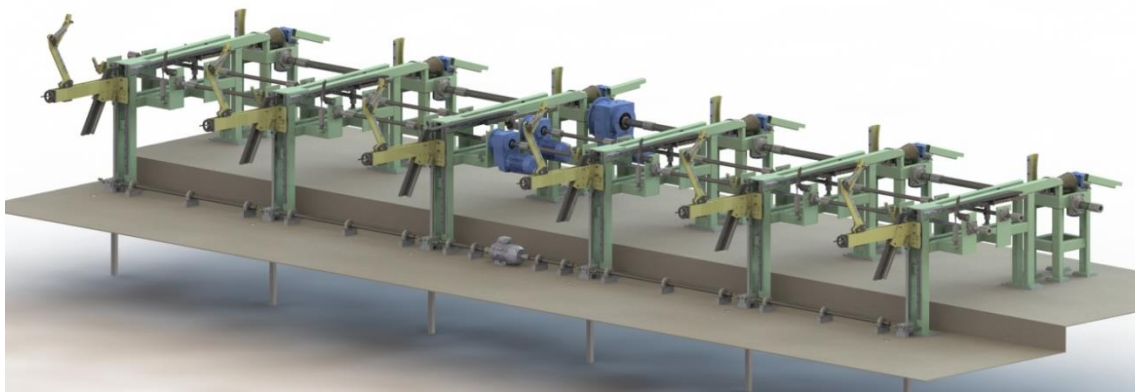


Figura 25 – Proposta da empacotadora completa

O equipamento está preparado para a execução de atados de formato hexagonal e quadrado (Figura 26), desde tubos de diâmetro de 17,2 a 323,9 mm, com comprimentos entre os 4 e os 12 m.

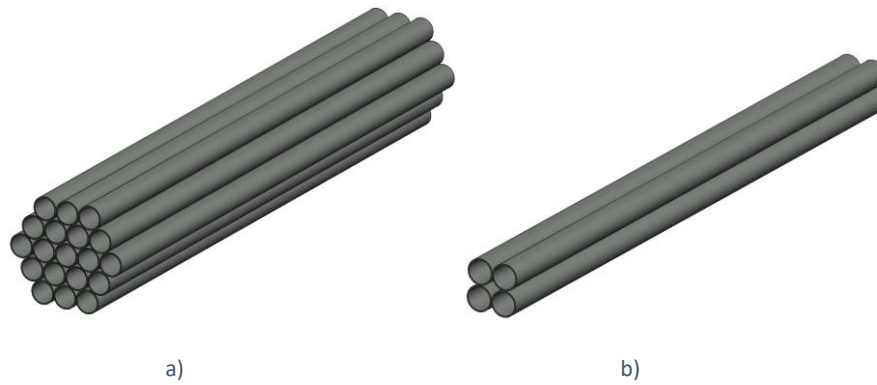


Figura 26 - (a) Atado de formato hexagonal; (b) Atado de formato quadrado

O equipamento final é composto por seis módulos. No entanto, este projeto foi feito através do dimensionamento de um único módulo, neste caso, o módulo central, visto que é neste onde todos os motores para acionamento de toda a estrutura se encontra.

De modo a simplificar a explicação dos equipamentos, é possível dividir a estrutura em quatro processos, apresentadas na Figura 27.

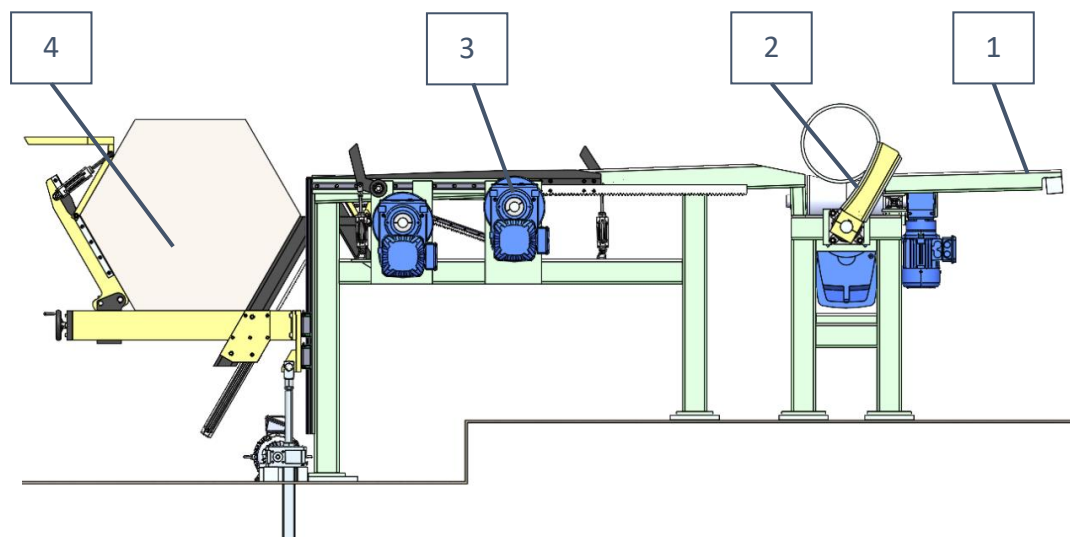


Figura 27 - Equipamento final

1. Alimentador de tubos

Na máquina final existirão seis pontos de alimentação dos tubos (Figura 28). O alimentador de tubos é apenas um tubo de secção retangular simplesmente apoiado no veio da máquina de teste hidrostático, denominada de Testes 3, enquanto a outra extremidade o tubo é livre de rodar. A Testes 3 adapta a sua altura consoante o diâmetro do tubo a testar. A rotação numa das extremidades permite que o tubo alimentador se adapte à Testes 3 caso esta suba ou desça consoante o diâmetro do tubo a ser testado.

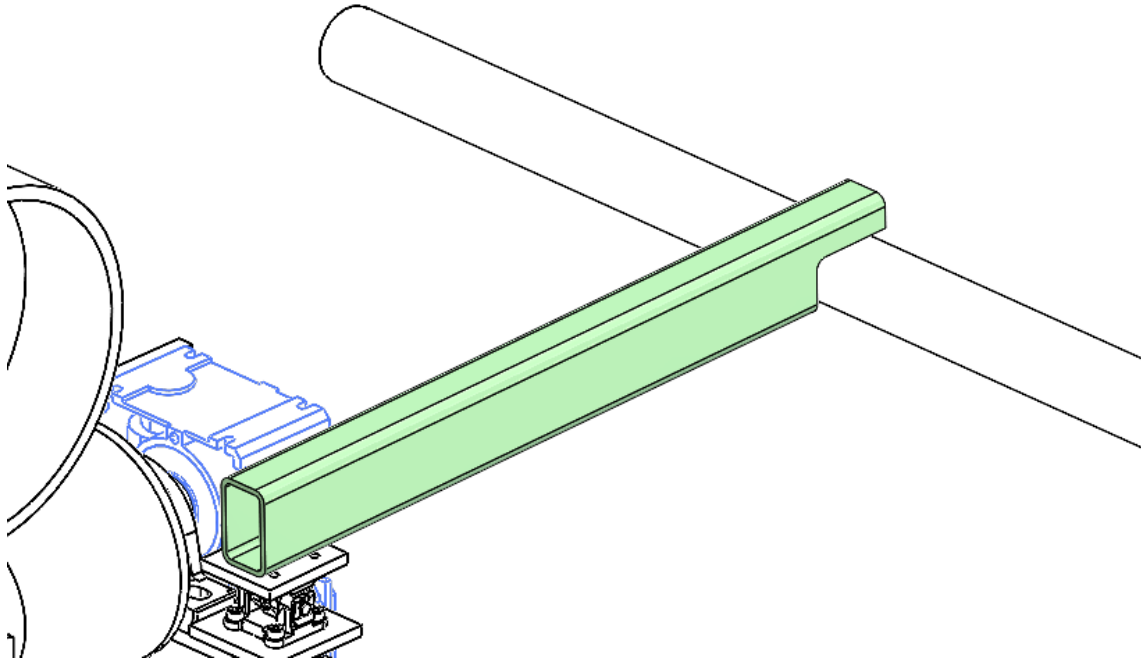


Figura 28 - Alimentador de tubos

2. Rolo de alinhamento e doseador

O alimentador de tubos encontra-se à cota do rolo de alinhamento. Esta secção está responsável por alinhar os tubos provenientes da Testes 3 contra um batente que se encontra na extremidade do equipamento.

Para complementar o processo de alinhamento dos tubos (componente 1 da Figura 29), existe também um braço rotativo doseador (componente 2 da Figura 29). Uma vez que os tubos provenientes da máquina de testes deslizam pelo alimentador de tubos graças à força gravítica, é necessário certificar que estes param no rolo de alinhamento. Para isso, desenvolveu-se um braço rotativo que serve de batente à chegada do tubo no rolo e, uma vez desempenhada esta função, o braço faz uma rotação servindo de doseador que empurra o tubo na direção da estrutura principal.

O rolo de alinhamento funciona com o acionamento de um motor individual, enquanto o doseador é alimentado por um único motor centrado na máquina de modo a distribuir os binários por todos os braços.

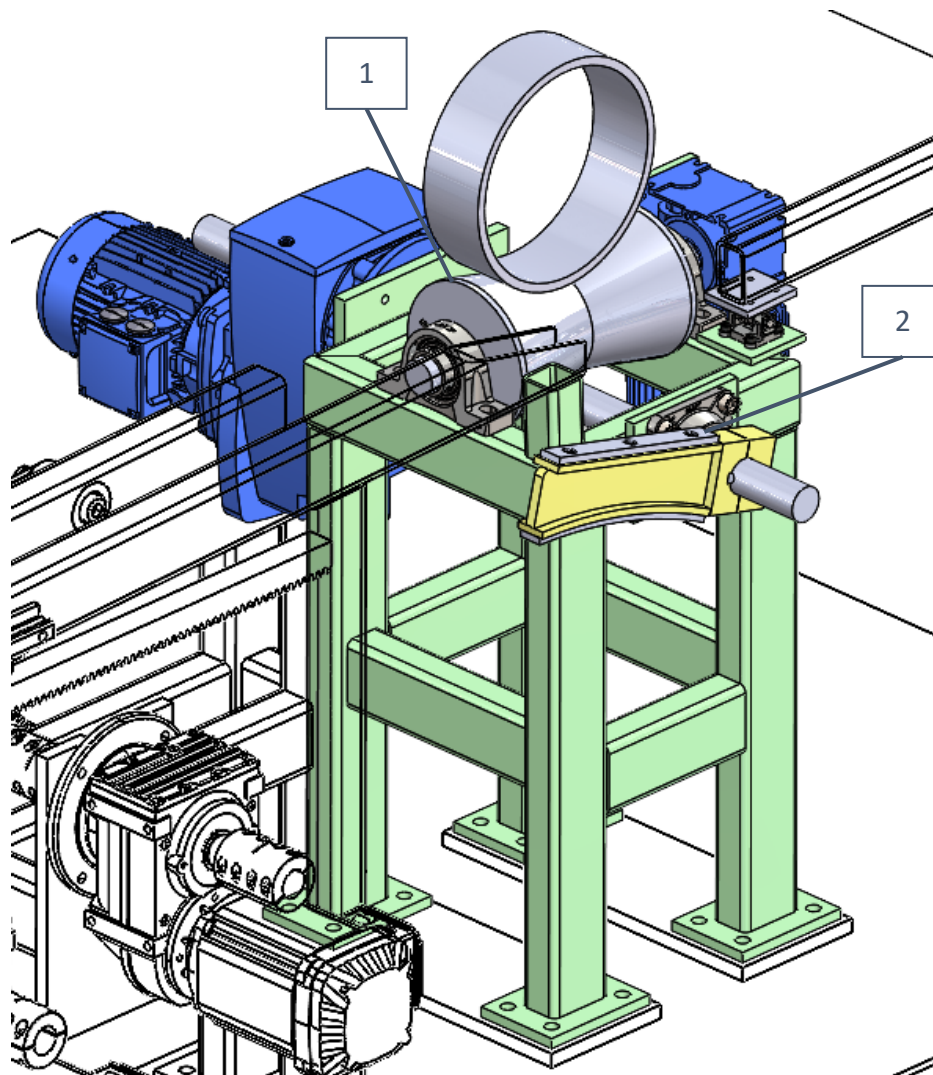


Figura 29 - Estrutura do rolo de alinhamento e do doseador

3. Estrutura principal

A estrutura principal (Figura 30) é onde se dará a formação das filas para a posterior formação dos atados. Os tubos que chegam são barrados por um batente e vão-se acumulando no topo da estrutura até que, consoante a dimensão do atado a ser formado, são transportados por meio de pás, denominadas por garfos, até ao braço do atado. É nesta estrutura que se encontram todos os automatismos inerentes à formação do atado.

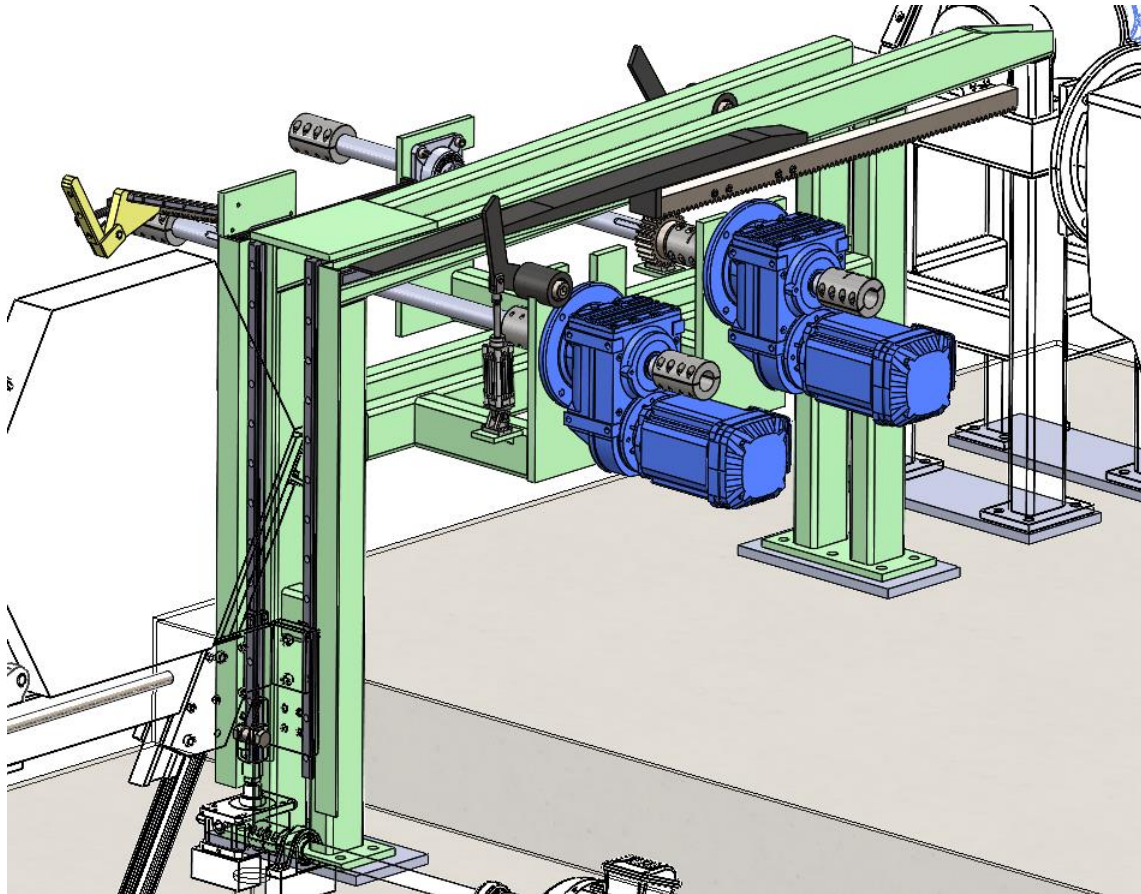


Figura 30 - Estrutura principal e todos os mecanismos

4. Braço do atado

É no braço do atado (Figura 31) que se dá a formação dos atados de tubos. À medida que é criada uma nova fila de tubos, o braço faz um movimento descendente para que as filas se depositem umas em cima das outras. Este movimento é conseguido através de *screwjacks* alimentados por um motor localizado no centro da máquina.

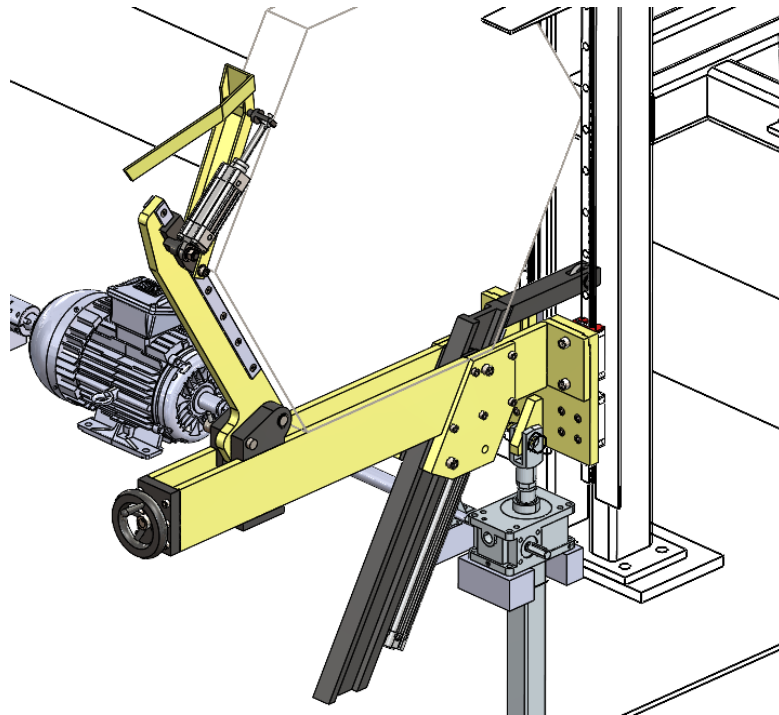


Figura 31 - Braço do atado

3.6.2 Projeto do alimentador de tubos e rolo de alinhamento

3.6.2.1 Descrição da solução implementada

Para o alimentador de tubos foi pensada uma solução na qual não é necessário qualquer mecanismo. Através da solução implementada na máquina de teste hidrostático, representada na Figura 32, os bagageiros, peças de aço que empurram os tubos, fixados numa corrente trazem os tubos ao longo do percurso até ao tubo do alimentador, aproveitando assim a força gravítica para a movimentação pelo alimentador. É de salientar que o alimentador de tubos terá a mesma configuração que o tubo representado a amarelo na Figura 32.



Figura 32 - Entrega dos tubos pela máquina de teste hidrostático

Uma das extremidades do tubo está simplesmente apoiada no veio da Testes 3 (Figura 33) enquanto a outra extremidade é livre de rodar (Figura 34) uma vez que, consoante o diâmetro do tubo a ser testado, o veio da Testes 3 tem movimentos ascendente e descendente. Permitindo a rotação do tubo do alimentador, este consegue acompanhar o movimento. Para a rotação optou-se por um acessório de fixação de atuadores pneumáticos aparafusado a uma chapa soldada ao tubo do alimentador. A necessidade desta chapa deve-se à diferença de larguras dos componentes.

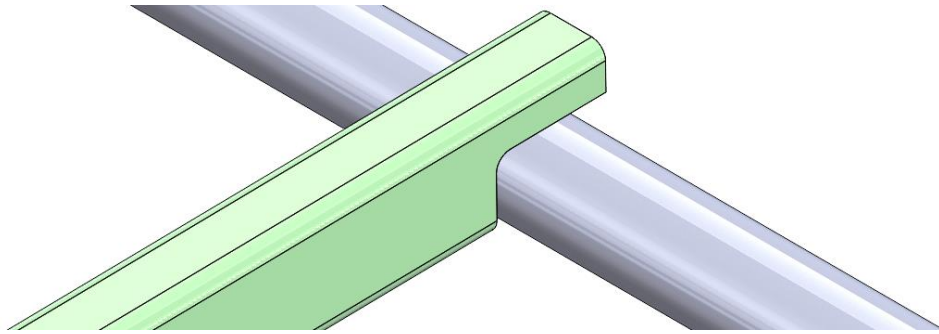


Figura 33 - Extremidade simplesmente apoiada no veio da máquina de teste hidrostático

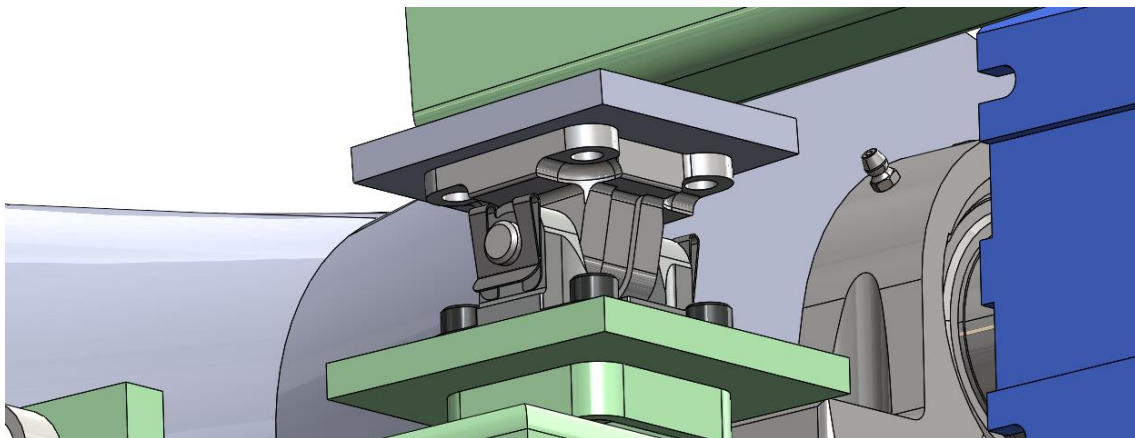


Figura 34 - Extremidade com rotação

Aproveitando a rotação do alimentador, será possível acrescentar, posteriormente, um atuador pneumático que eleve o tubo para o caso dos tubos provenientes da Testes 3 não estarem conformes, caso quem que estes são despejados para uma zona de descarte localizada na parte inferior.

A Testes 3 tem ainda a funcionalidade de movimentar-se conforme o comprimento do tubo, em movimento de concertina. Posto isto, é necessário que o tubo de alimentação tenha a capacidade de rodar e levantar para que não choque com as correntes e os bagageiros aquando do movimento da máquina.

Os tubos provenientes da máquina de testes seguem para alinhamento feito pelos rolos alimentados por um motor.

A geometria do rolo permite que os tubos fiquem alinhados no seu centro. O rolo é fixo a uma estrutura através de duas chumaceiras, um veio e dois casquilhos que impedem

o movimento no sentido do veio (Figura 35). O veio é ligado a um motor e fixo pelo meio de uma chaveta.

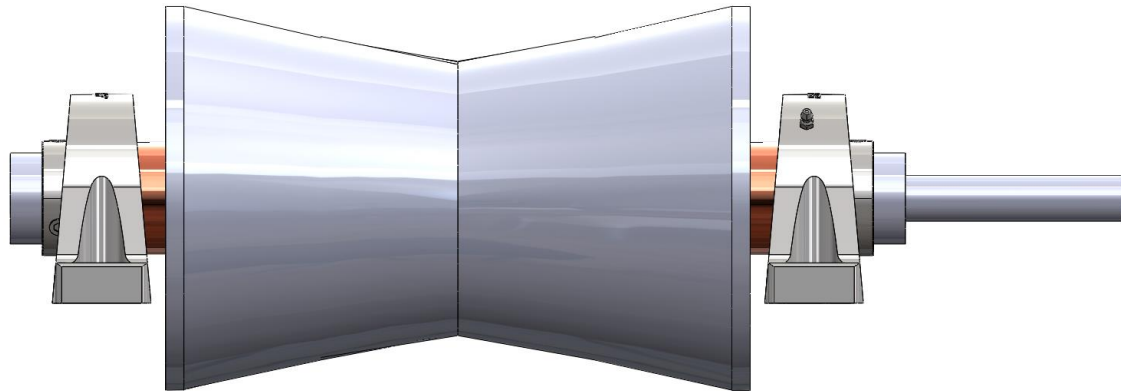


Figura 35 - Componentes do rolo de alinhamento

Para impedir que os tubos provenientes da máquina de testes ultrapassem o rolo, o doseador de tubos serve como batente. A sua fixação é feita através de chumaceiras à mesma estrutura onde estão fixos os rolos (Figura 36) e são movimentados através de secções de veio e um motor.

De modo a diminuir o impacto dos tubos, o doseador é composto por borracha nas frentes aparafusadas.

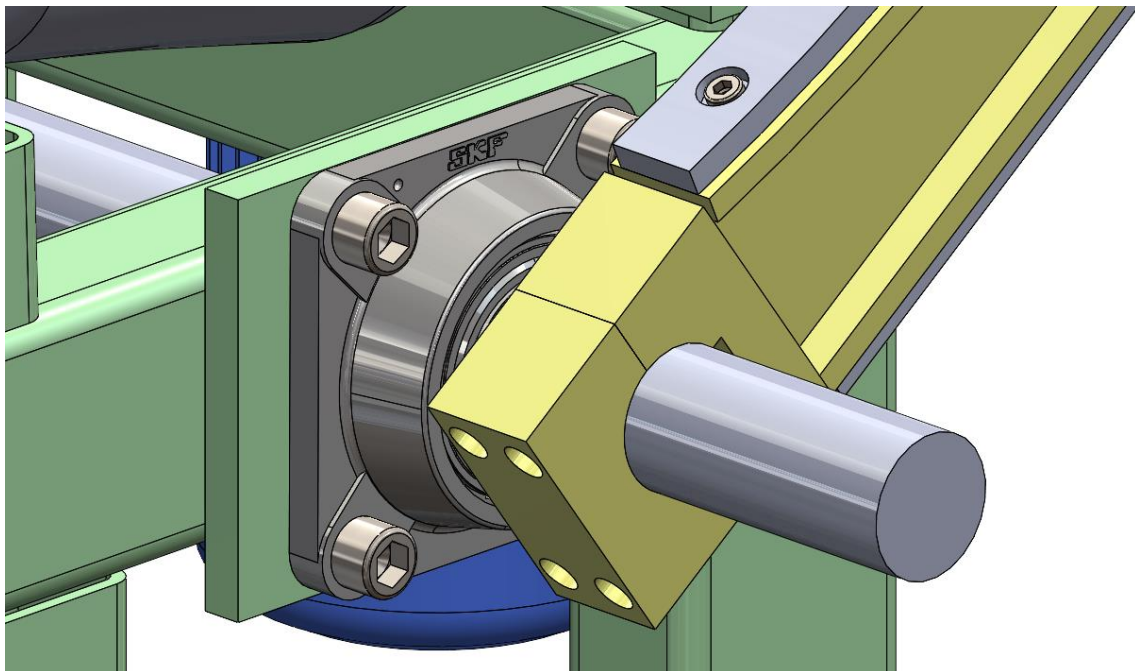


Figura 36 - Fixação do doseador

3.6.2.2 Dimensionamento

ESTRUTURA

Numa primeira fase, pelo MEF, fez-se um estudo linear estático da estrutura. Com este estudo serão retirados três dados:

- A tensão máxima aplicada;
- A deformação máxima sofrida;
- Coeficiente de segurança estabelecido.

Estes dados permitiram uma análise do comportamento da estrutura da Figura 37 face às solicitações impostas e, caso os resultados estejam dentro dos conformes, a estrutura é validada.

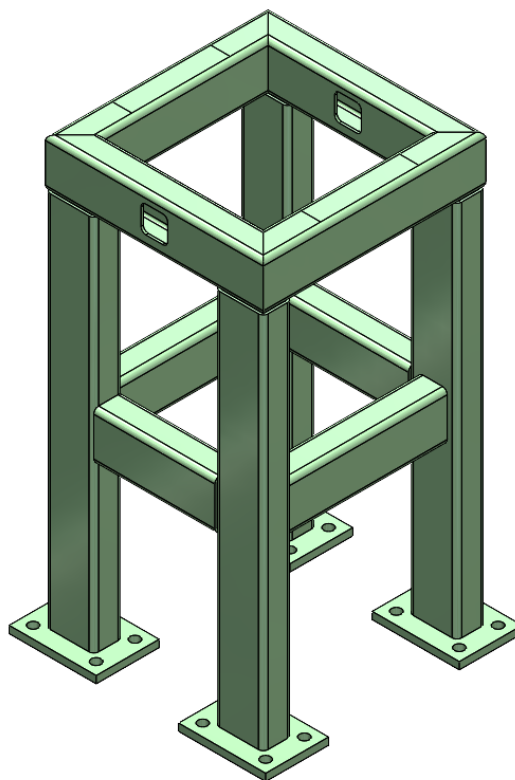


Figura 37 - Estrutura a ser analisada

O estudo inicia-se pela definição dos materiais dos elementos. Neste caso, todos os materiais são perfis retangulares de $100 \times 60 \times 5 \text{ mm}^2$ no aço S355 seguindo a norma EN 10219. De seguida, uma vez que a estrutura é toda soldada entre os seus elementos, definiram-se as interações como “Bonded”. Para a fixação da estrutura utilizou-se a função “Foundation Bolts” (Figura 38), de modo a simular o estudo o mais semelhante possível com a realidade e validar o varão roscado selecionado. Para este caso, definiu-se o diâmetro da rosca a utilizar, M20 de classe 8.8, com o comprimento sugerido pela bucha química de 150 mm, a sua área efetiva e a pré-carga para uma situação permanente. Para esta função de fixação é ainda necessária a definição de uma “virtual wall” rígida de modo a simular o plano do piso.

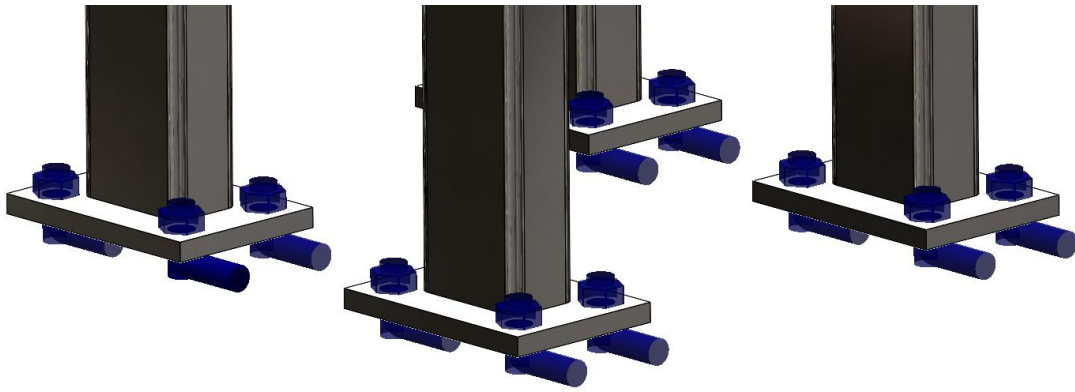


Figura 38 - Representação dos *Foundation Bolts*

Para a aplicação da carga, delimitaram-se as áreas de fixação das chumaceiras com recurso a um *sketch* de modo a representar a área onde a carga aplicada provocada pelo peso do rolo estará aplicada, como se pode analisar na Figura 39. A carga definida corresponde ao peso máximo que pode estar presente, neste caso, 1200 kg. Posto isto, dividindo por seis módulos, definiu-se a carga como 2000 N.

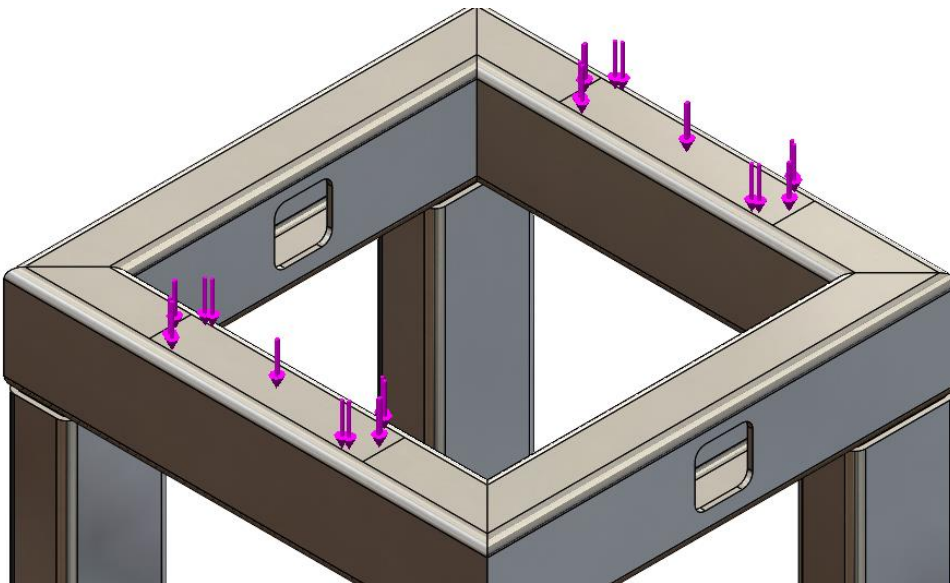


Figura 39 - Carga aplicada

Foi definida uma malha refinada (Figura 40) do tipo *mixed* com a opção de “*curvature-blended mesh*” ativa. O tamanho máximo dos elementos ficou definido com 37 mm enquanto o mínimo ficou com 7,4 mm, por predefinição do *software*. Ficou ainda definido o número de elementos por círculo em 8 com uma taxa de crescimento de 1,4. As propriedades da malha podem ainda ser consultadas na Figura 41.

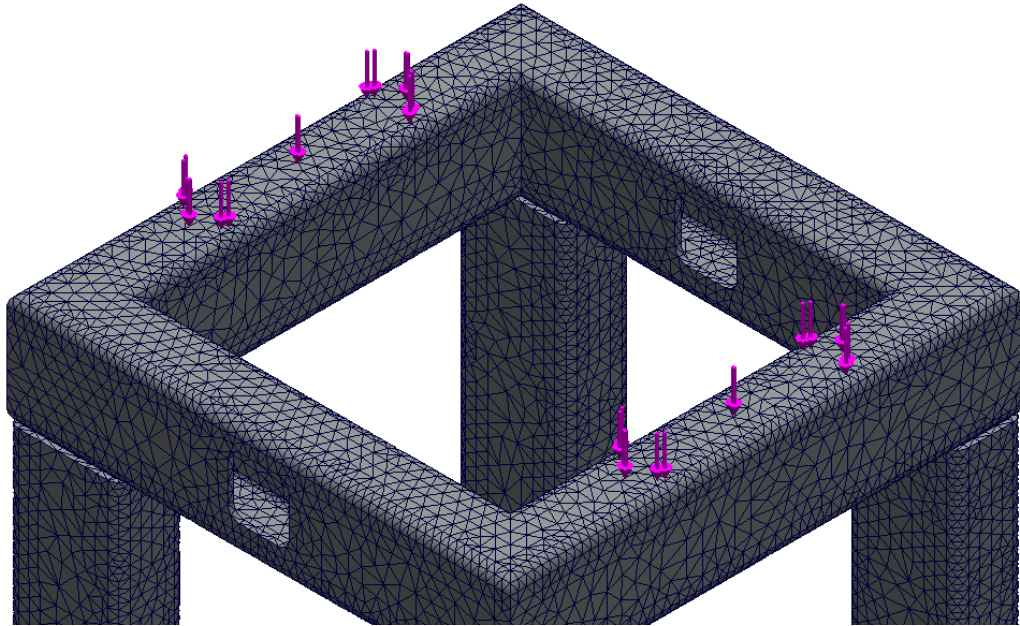


Figura 40 - Representação da malha selecionada

Mesh Details	
Study name	Static 1 (-Default<As Machined>-)
Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used	Curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	4 points
Max Element Size	37,0176 mm
Min Element Size	7,40353 mm
Mesh quality	High
Total nodes	270323
Total elements	137511
Maximum Aspect Ratio	26,236
Percentage of elements with Aspect Ratio < 3	86,5
Percentage of elements with Aspect Ratio > 10	0,0364
Percentage of distorted elements	0
Number of distorted elements	0

Figura 41 - Propriedades da malha selecionada

Através do critério de von Mises, é possível retirar a tensão máxima instalada na estrutura. Verifica-se que esta corresponde a um valor de $8,933 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ na zona interior da estrutura onde se encontra a soldadura, como se pode analisar na Figura 42, com uma ampliação de deslocamento de 9911,61. Posto isto, verifica-se que este parâmetro se encontra dentro do admissível.

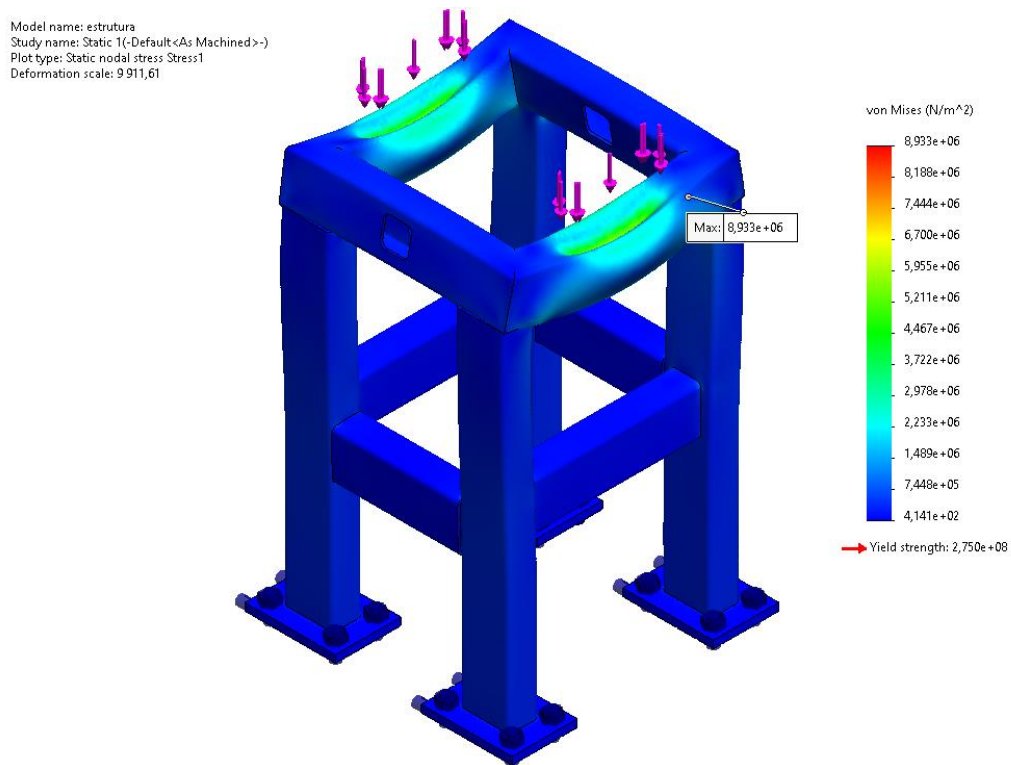


Figura 42 - Representação do estudo de tensões

Da análise do estudo correspondente à deformação (Figura 43) resultante retira-se que esta se dá na zona de aplicação da carga no topo da estrutura com um valor de 7,236 μm , um valor considerado desprezável e podendo assim validar este parâmetro de estudo.

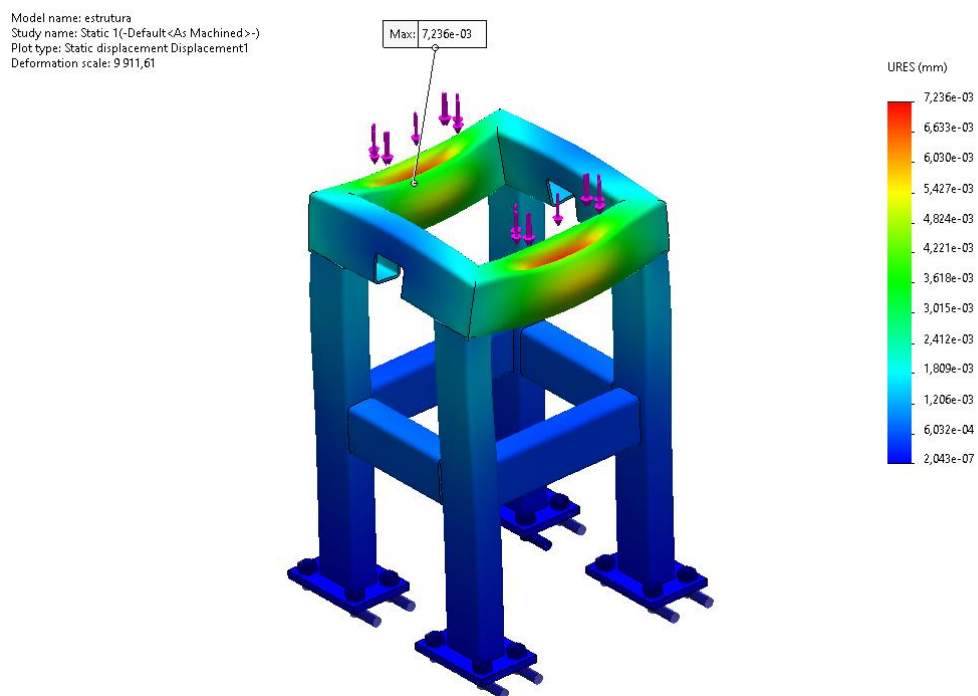


Figura 43 - Representação dos deslocamentos resultantes

O último parâmetro remete para o fator de segurança (Figura 44). Definiu-se em estado de projeto que o fator de segurança mínimo deverá ser 3. Este valor baseia-se na necessidade de utilização da estrutura para fixação dos restantes componentes, nomeadamente motores, o rolo de alinhamento, veios e chumaceiras.

Analisando a distribuição de valores do fator de segurança, verifica-se que o valor mais baixo é de 29, enquanto o máximo chega aos 7000. Esta estrutura encontra-se bem dimensionada para aguentar com as cargas definidas no estudo. No entanto, pode ser considerada sobredimensionada, mas, uma vez que estão mais componentes nela fixa, é necessário que haja margem para que a estrutura não ceda com os seus pesos.

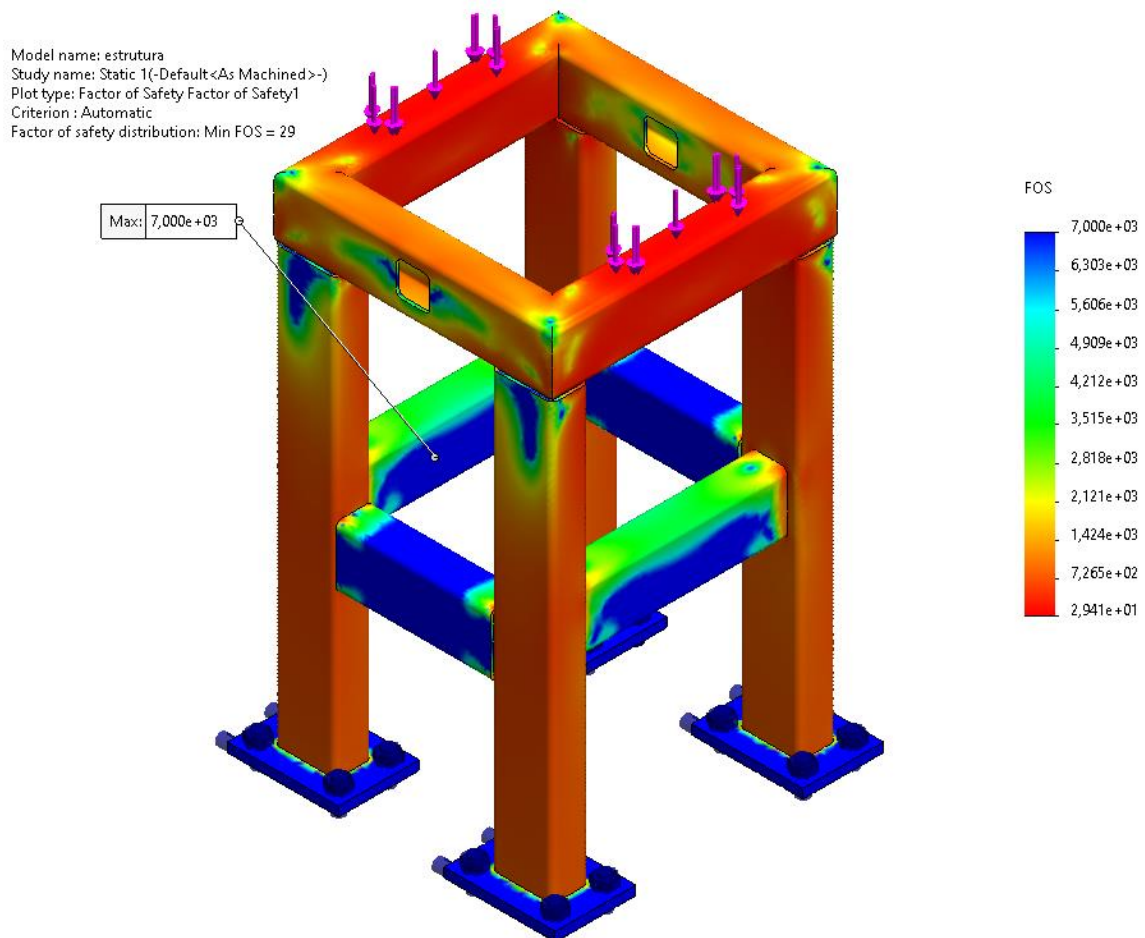


Figura 44 - Representação do fator de segurança

Deste modo, é possível validar a estrutura definida no pré-dimensionamento tendo a noção de que o estudado não reflete por inteiro o que acontece na realidade. A falta de elementos, a não representação das soldaduras da estrutura, a indefinição do piso de fixação, e a falta de refinamento da malha, são fatores que influenciam a veracidade dos resultados. No entanto, verificando-se valores de tensão e deformação bastante baixos, é possível assegurar a funcionalidade desta estrutura.

Todos os tubos constituintes da estrutura foram soldados entre si. Uma vez que a direção dos esforços nas soldaduras é bastante ambígua, arbitrou-se de uma forma empírica que as soldaduras deverão cumprir:

$$a = 0,7 \times e, \quad (2)$$

em que:

a – espessura efetiva da garganta [mm];

e – menor espessura a ser soldada [mm].

Ainda na estrutura, foi necessário o dimensionamento dos furos nas sapatas. Este dimensionamento cumpriu com o estabelecido no Eurocódigo [52], a disposição dos furos de parafusos e rebites fica definida conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Distâncias mínimas e máximas entre eixos e bordas

Espaçamento	Mínimo	Máximo
e_1	$1,2 \times d_0$	$4t + 40$
e_2	$1,2 \times d_0$	$4t + 40$
p_1	$2,2 \times d_0$	min [14t; 200 mm]
p_2	$2,2 \times d_0$	min [14t; 200 mm]

As variáveis a definir são as seguintes:

e_1 – distância do parafuso ao bordo da chapa na direção do esforço [mm];

e_2 – distância do parafuso ao bordo da chapa na direção perpendicular ao esforço [mm];

p_1 – afastamento dos parafusos na direção do esforço [mm];

p_2 – afastamento dos parafusos na direção perpendicular ao esforço [mm];

d_0 – diâmetro do furo do parafuso [mm];

t – espessura da chapa [mm].

As chapas das sapatas são iguais, com espessura de 15 mm e um furo de 20 mm. Deste modo, tem-se:

mínimos:

$$e_1 = e_2 = 1,2 \times 20 = 24 \text{ mm}$$

$$p_1 = p_2 = 2,2 \times 20 = 44 \text{ mm}$$

máximos:

$$e_1 = e_2 = 4 \times 15 + 40 = 100 \text{ mm}$$

$$p_1 = p_2 = 14 \times 15 = 210 \text{ mm} > 200 \text{ mm}$$

Fica assim definida a furação da chapa das sapatas.

VEIO DO ROLO

Uma vez validada a estrutura é possível verificar o dimensionamento dos restantes componentes. O diâmetro do veio do rolo foi definido com 50 mm, analisando aplicações semelhantes na fábrica, depende do momento fletor que este sofrer. Os seguintes cálculos servem apenas para validar esta opção de diâmetro.

O material do veio é o aço C45E, um aço considerado dúctil com uma tensão admissível de 310 MPa [53]. Pelo critério de dimensionamento da resistência mecânica [53], tem-se:

$$\frac{I_t}{r} \geq \frac{M_t}{\tau_{adm}}, \quad (3)$$

em que:

I_t – momento de inércia à torção [mm⁴];

r – raio do veio [mm];

M_t – momento de torção instalado [N.m];

τ_{adm} – tensão admissível do material [MPa].

O cálculo do momento torsor do veio foi feito aquando do dimensionamento dos motores no subcapítulo 3.7.3.5., substituindo-se em (3):

$$\frac{I_t}{r} \geq \frac{210 \times 10^3}{310} = 677,419 \text{ mm}^3.$$

Sabendo que:

$$\frac{I_t}{r} = \frac{\pi d^3}{16}, \quad (4)$$

em que:

d – diâmetro [mm],

tem-se:

$$\frac{\pi d^3}{16} \geq 677,419 \Leftrightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 677,419}{\pi}} = 15,11 \text{ mm}.$$

Pode concluir-se que o veio selecionado cumpre os requisitos e fica assim validado.

CHAVETA DO VEIO DO ROLO

O diâmetro mínimo para o binário estabelecido deve ser de 15,11 mm. Isto verifica que o veio de secção de 50 mm cumpre os requisitos. Para a transmissão de binário do pinhão para o veio é usada uma chaveta paralela. O dimensionamento seguiu a norma

ISO/R 773 [54]. Para um veio de diâmetro de 40 mm, será usada uma chaveta paralela A ISO/R 773 14x9x100 – St.

VEIO DO DOSEADOR

Para o veio do doseador, o método é o mesmo aplicado anteriormente. Neste caso, o diâmetro estabelecido no pré-dimensionamento foi de 70 mm. Este valor foi definido por observação de equipamentos semelhantes.

Sabendo que o momento fletor é de 4 179,36 N.m, calculado no subcapítulo 3.7.3.4, substituindo em (3), tem-se:

$$\frac{I_t}{r} \geq \frac{4179,36 \times 10^3}{310} = 13\,481,81 \text{ mm}^3.$$

Substituindo em (4):

$$\frac{\pi d^3}{16} \geq 13\,481,81 \Leftrightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 13\,481,81}{\pi}} = 23,80 \text{ mm}.$$

O veio pré-definido fica assim validado.

CHAVETA DO VEIO DO DOSEADOR

No doseador existirão duas chavetas, uma para o braço rotativo e outra para o motor. No entanto, uma vez que o diâmetro do veio é o mesmo, as chavetas terão as mesmas dimensões. Posto isto, seguindo a norma ISO/R 773, têm-se duas chavetas paralelas A ISO/R 773 20x12x100 – St.

CHUMACEIRAS

A seleção das chumaceiras foi feita através do diâmetro do veio que atravessa o rolo, sendo necessário verificar a capacidade de carga de cada uma para confirmar que estas suportam a carga imposta. Selecionaram-se para este funcionamento unidades de rolamento de esferas de caixa de mancal. Recorrendo ao catálogo da SKF e definindo o tipo e o tamanho do diâmetro do veio a utilizar, resultou uma lista de produtos aplicáveis. Sabendo que os produtos comuns para esta aplicação são do tipo SY, selecionou-se o mancal com a designação SY 50 TF.

Designation	Dimensões						Capacidades de carga básica		Velocidade-limite [r/min]	Designações	
							dynamic	static		Housing	Bearing
	d [mm]	A [mm]	H [mm]	H ₂ [mm]	J [mm]	L [mm]	C [kN]	C ₀ [kN]			
SY 50 TF	50	54	57.2	114	157	203	35.1	23.2	4 000	SY 510 M	YAR 210-2F

Figura 45 - Caixa de mancal selecionado

O mesmo procedimento se aplica para a seleção das chumaceiras do braço doseador. Para este fim optou-se por unidades de rolamento de esferas flangeadas. Sabendo o diâmetro do veio, tendo-se verificado um veio de 40 mm, novamente com recurso ao catálogo da SKF filtraram-se os resultados para o tipo e tamanho do produto a obter. Foi

selecionado, considerando o tipo comum nestas aplicações, o produto designado de FY 40 TF.

Designation	Dimensões						Capacidades de carga básica		Velocidade-limite	Designações	
							dynamic	static		Housing	Bearing
	d [mm]	A [mm]	H [mm]	H ₂ [mm]	J [mm]	L [mm]	C [kN]	C ₀ [kN]	r/min		
FY 40 TF	40	101.5	130	54.2	30.7	19	4 800		4 800	FY 508 M	YAR 208-2F

Figura 46 - Rolamento flangeado selecionado

Deste modo, todos os elementos deste sistema ficam devidamente dimensionados.

3.6.2.3 Materiais e processos de fabrico

A escolha destes materiais ficou condicionada pelo material que já existe disponível na Ferpinta e os recursos disponíveis. No entanto, a seleção deve-se às suas características.

O aço S355 é um aço estrutural, fracamente ligado, de média resistência, boa tenacidade, fácil formação e soldabilidade, ideal para este tipo de aplicações.

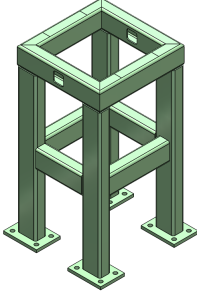
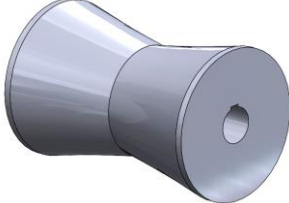

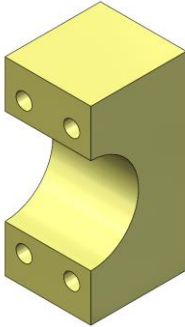
O aço C 45 E é um aço com um custo relativamente reduzido, apresenta boa maquinabilidade, uma elevada rigidez e uma boa condutibilidade térmica. Trata-se de um aço que é fornecido no estado natural e que apresenta durezas entre os 180 a 300 Brinell. Analisando a composição química verifica-se que o aço apresenta uma percentagem de 0,45% de carbono, sendo assim classificado como um aço de médio teor de carbono, com boas propriedades mecânicas e boa maquinabilidade quando laminado a quente ou normalizado, apresentando uma baixa temperabilidade. Estas características devem-se sobretudo à ausência de elementos de liga, como por exemplo o molibdénio e o crómio [55].

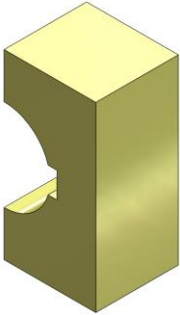
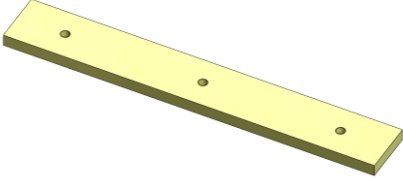
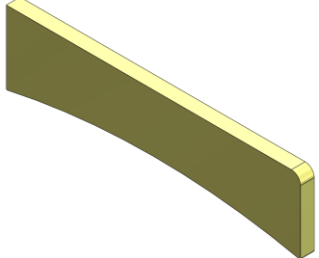

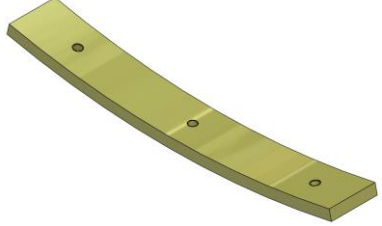
O aço X 153 CrMoV 12 é um aço ferramenta com 12% de crómio e é um dos aços mais vulgarmente utilizados para ferramentas de trabalho a frio. É um aço com muito boa resistência ao desgaste abrasivo, mas limitado no que concerne à resistência à fratura. Sendo a base das aplicações do trabalho a frio, existem inúmeras vantagens na sua utilização, como o conhecimento do tratamento térmico e parâmetros de fabrico. É o material ideal para uma ferramenta para séries de média duração em que o principal mecanismo de falha é o desgaste abrasivo, com baixo risco de fragmentação ou fissura.

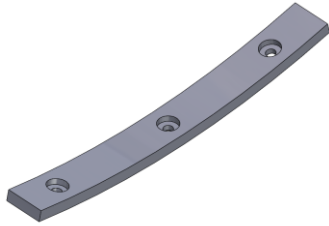


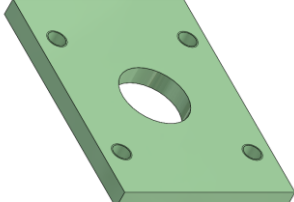
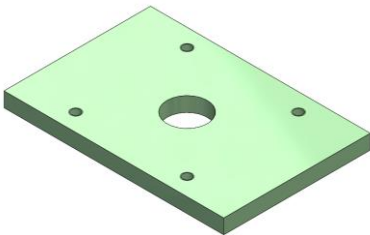
A utilização do bronze impede que haja fricção entre aço/aço e evita assim o desgaste e possível gripagem.

Esta seleção de materiais é transversal a todos os componentes a estrutura e estão designados na Tabela 12.

Tabela 12 - Materiais e processos de fabrico do alimentador e do rolo de alinhamento

Designação	Componente	Material	Processo de fabrico
Estrutura_A		S355	Corte dos tubos Corte a laser das sapatas Furação Soldadura
Rolo		X 153 CrMoV 12	Torneamento Escatrelamento
Casquilho_Rolo		Cu Sn7 Pb7 Zn3	Torneamento
Doseador_1		C 45 E	Maquinagem

Doseador_2		C 45 E	Maquinagem
Doseador_3		S355	Corte a laser Maquinagem
Doseador_4		S355	Corte a laser
Doseador_5		NBR	Corte
Doseador_6		S355	Corte a laser; Calandragem; Maquinagem

Doseador_7		NBR	Corte
Veio_Doseador		C 45 E	Torneamento Maquinagem
Veio_Rolo		C 45 E	Torneamento Maquinagem
Chapa_Doseador		S355	Corte a laser Maquinagem
Chapa Motor_Doseador		S355	Corte a laser Maquinagem

A soldadura da estrutura é por MIG-MAG, tendo a vantagem de todos os componentes serem de um aço estrutural, garantindo a soldabilidade.

Todas as chapas até 20 mm foram cortadas a laser e as com maior espessura, até 50 mm, foram fabricadas por oxicorte. Posteriormente, naquelas em que for necessário, através da maquinagem dá-se a roscagem dos furos para fixação de componentes. As

peças de borracha serão cortadas por uma outra empresa a determinar. Os veios e casquilhos serão torneados a partir de tarugos, e posteriormente maquinados para a abertura de escatéis e afinação da espessura de parede. Esta descrição dos processos abrange todos os componentes do equipamento. A sequência dos processos consoante o componente pode ser observada no **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**

3.6.3 Projeto da estrutura de principal

3.6.3.1 Descrição da solução implementada

A estrutura principal contempla todos os mecanismos inerentes à formação de fileiras e transporte até ao braço do atado. Esta tornou-se a base no desenvolvimento do equipamento. Para facilitar o processo de descrição do equipamento, pode dividir-se a estrutura em partes:

1. Estrutura suporte

A estrutura de suporte é aquela que está encarregue de suportar todos os mecanismos necessários para a formação dos atados, bem como os tubos que vão chegando do rolo. O caso em estudo refere-se ao módulo central da empacotadora, uma vez que é este o módulo onde se encontram os motores. Sem contabilizar estes componentes, os restantes módulos são idênticos.

Analisando-se estruturas anteriormente fabricadas pela Ferpinta, optou-se, como pré dimensionamento, uma estrutura com uma configuração apresentada na Figura 47, com tubos de perfil 100x60x5 mm soldados entre si, fixos ao solo através de sapatas, fuso roscado e bucha química.

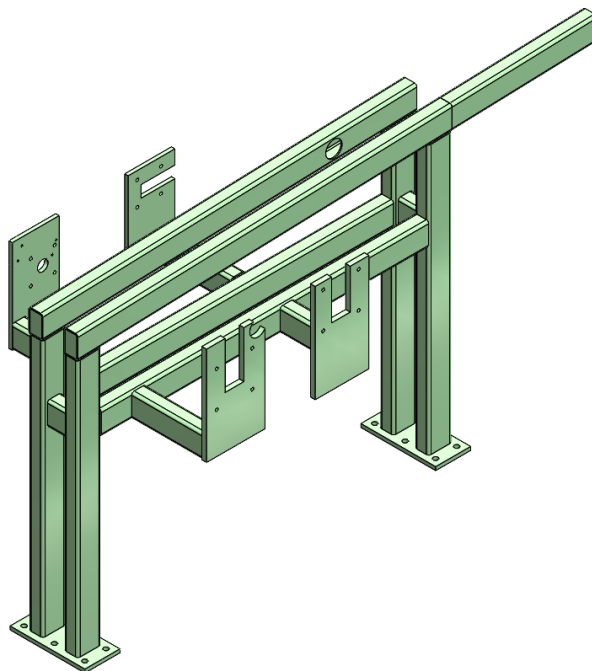


Figura 47 - Estrutura principal

No local de instalação da máquina existe um fosso. Para a definição das dimensões da estrutura, teve-se em causa a distância do fosso à máquina de testes e a capacidade de formação de uma fileira inteira no topo da estrutura. A altura da estrutura foi estabelecida pela maior dimensão que um atado pode ter, neste caso 800 mm, tendo sido possível aumentar a dimensão da máquina para formar um atado de 900 mm para o caso de haver necessidade de fazer preparação prévia ao piso onde vai ser assente ou de necessidade pontual de formação de atados maiores. A estrutura tem uma inclinação de modo a aproveitar a força da gravidade para a movimentação dos tubos, tendo sido esta definida pela altura do fosso e instalação do alimentador de tubos.

O tubo mais longo no topo da estrutura representado na Figura 48, serve de conexão ao rolo de alinhamento descrito anteriormente.

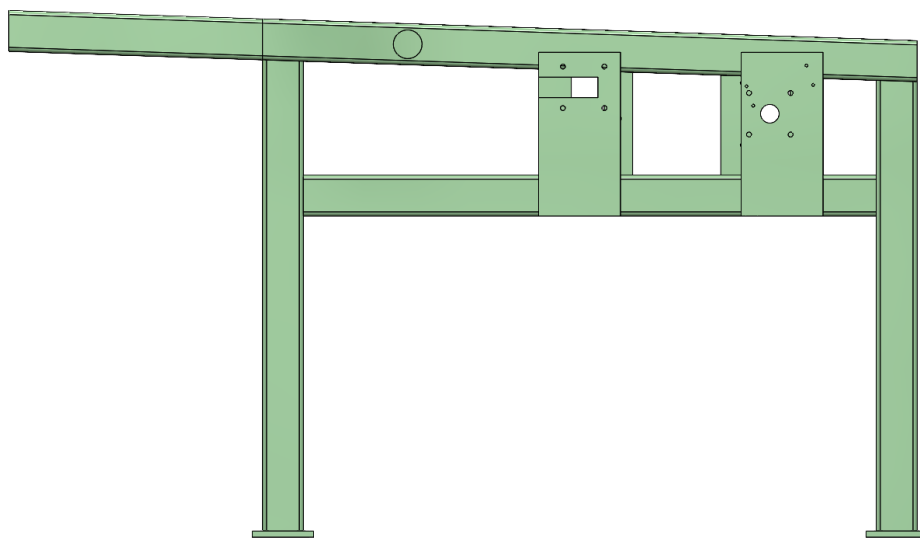


Figura 48 - Vista lateral da estrutura principal

2. Garfo de entrega

O transporte das filas de tubos é feito por um braço que, ao longo desta dissertação, vai ser referenciado por garfo de entrega. É necessário que o movimento de transporte dos tubos seja síncrono ao longo dos seis módulos do equipamento. Para este fim, optou-se por secções de veio conectadas por acoplamentos rígidos e alimentadas por um motor localizado no centro da máquina de modo a distribuir o binário, ligado por rodas dentadas e cremalheiras, como se pode observar na Figura 49.

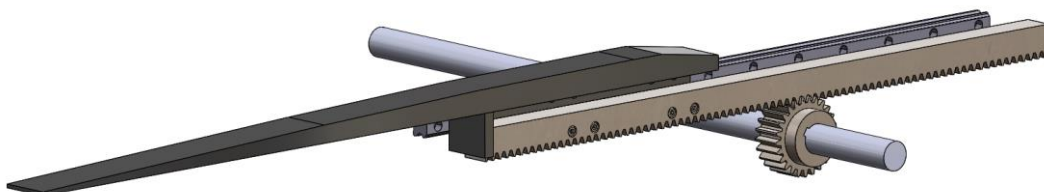


Figura 49 - Garfo

O veio liga-se ao motor fazendo movimentar a cremalheira sobre o pinhão. O garfo é fixo à estrutura por uma guia linear onde deslizam os patins fixos ao garfo (Figura 50). A inclinação do garfo permite aproveitar a força gravítica para a entrega dos tubos. Esta inclinação serve ainda como uma cunha para iniciar o processo de transporte dos tubos até ao braço do atado.

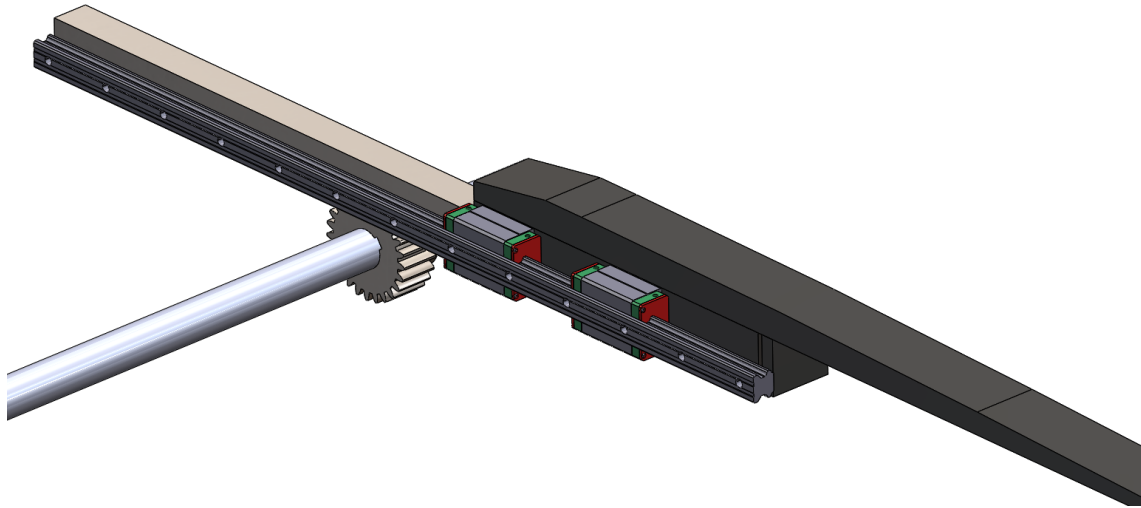


Figura 50 - Guias e patins do garfo

A localização do garfo na empacotadora pode ser observada na Figura 51.

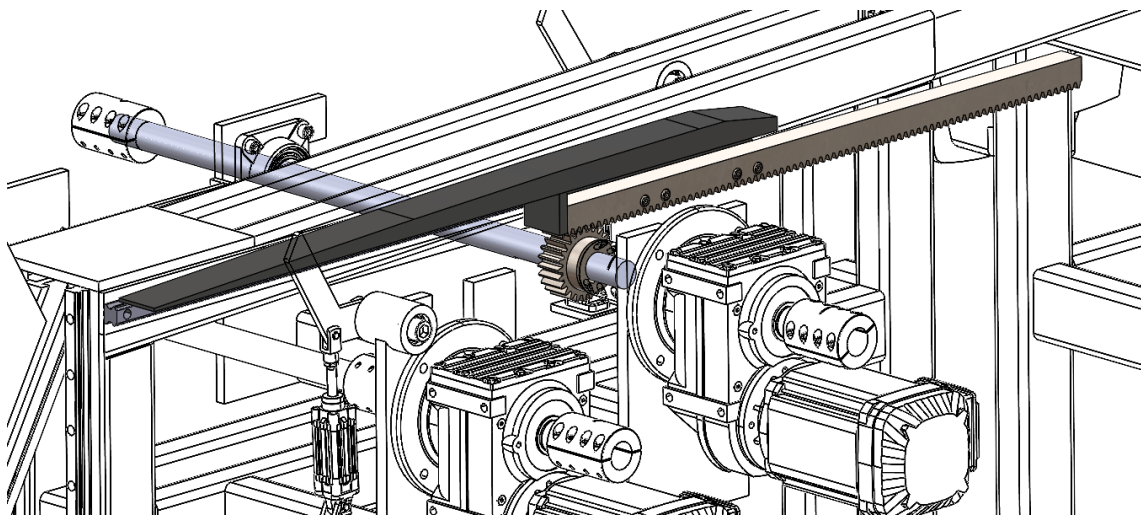


Figura 51 - Garfo na empacotadora

3. Batentes de contagem e de filas

A estrutura é composta por dois batentes representados na Figura 52. Um está responsável pela contagem dos tubos da fileira que estiver a ser formada e o outro está responsável por reter os tubos até a fileira estar completa. Quando a fila de tubos a depositar estiver completa, o batente de contagem é ativado mantendo os tubos que chegarem do rolo na parte traseira da máquina. O outro batente é ativado permitindo

que o grafo de entrega entre em funcionamento e transporte os tubos até à zona de formação do atado.



Figura 52 – Batente de filas e de contagem

O batente é composto por uma peça em forma de L, ligado a um atuador pneumático no seu centro e fixo a um cubo com dois rolamentos separados por um casquilho em bronze. A utilização de dois rolamentos neste sistema baseia-se na distribuição das cargas aplicadas, bem como na possibilidade de utilizar rolamentos de esferas com um diâmetro interno razoável, uma vez que, face à carga aplicada nestes rolamentos, um rolamento apenas teria de ter um diâmetro interno maior. Poder-se-ia ter optado por rolamentos de rolos, porém, o seu atravancamento seria dificultado.

Esta geometria permite que o batente, com o acionamento do atuador, suba para reter os tubos e que, com o recuo do atuador, rode e se recolha, permitindo a passagem dos tubos. A fixação inferior do batente é feita, através de acessórios dos atuadores pneumáticos, a um postigo a acrescentar à estrutura, enquanto a fixação superior é feita através de um disco que será posteriormente acrescentado, para que a soldadura não fosse feita diretamente no cubo dos rolamentos e pudesse haver deformação da espessura da parede devido às zonas termicamente afetadas.

Como é possível observar na Figura 53, a escolha deste sistema permite que o batente, em caso de avaria, seja facilmente desmontado sem ter que interferir em mais nenhum componente da empacotadora.

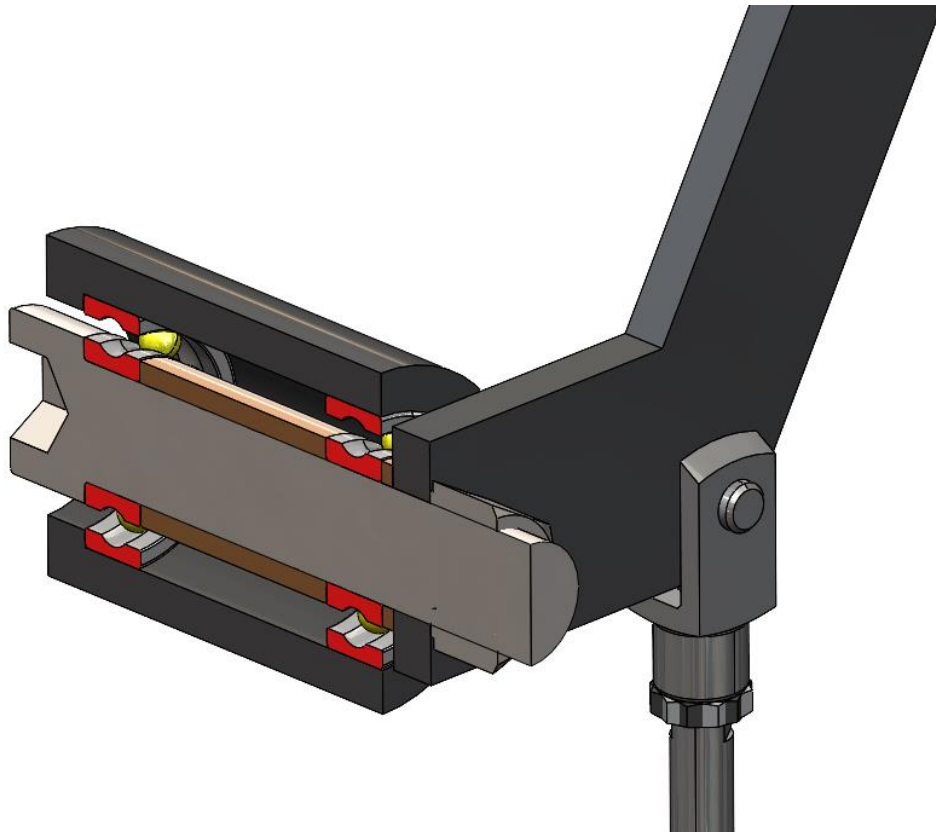


Figura 53 - Composição de um batente

O batente de fileiras é colocado na parte frontal da empacotadora, como se verifica na Figura 54, aproveitando a chapa de fixação do motor bem como o tubo da estrutura para a implementação do postigo.

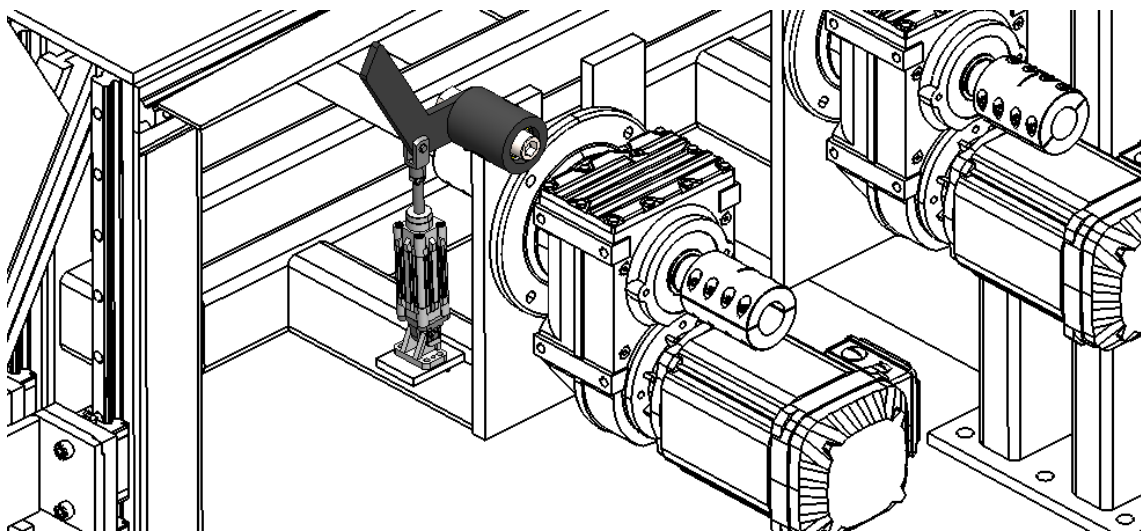


Figura 54 - Batente de filas na empacotadora

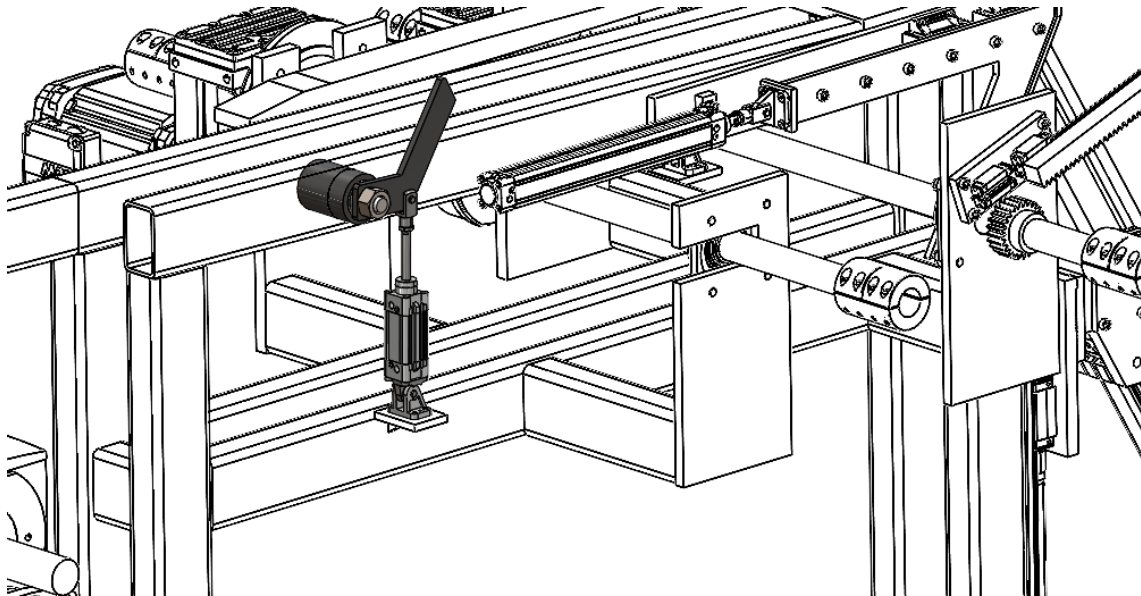


Figura 55 - Batente de contagem

O batente de contagem encontra-se na zona posterior da empacotadora (Figura 55), permitindo reter os tubos que venham da zona de alinhamento enquanto o garfo está a fazer a entrega da fila completa.

4. Braço do formato

O braço do formato é o mecanismo responsável por apoiar o atado no lado interior da empacotadora (Figura 56). Este braço entra em funcionamento apenas quando a metade superior do atado hexagonal estiver a ser formada. Este braço apenas é ativo para atados do formato hexagonal, não sendo necessário para atados quadrados.

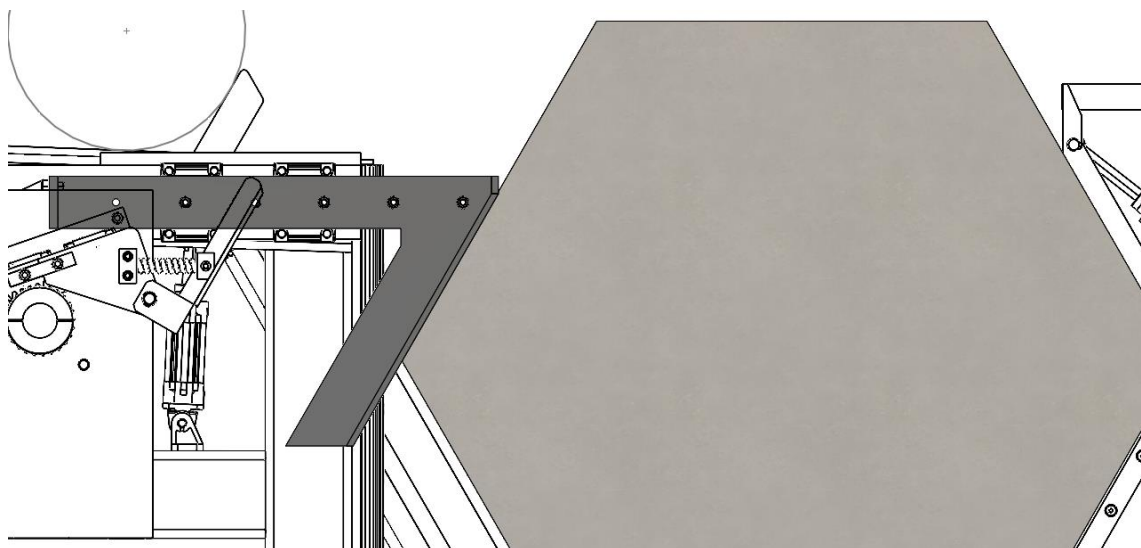


Figura 56 - Braço do formato a apoiar a metade superior do atado

O braço é composto por um atuador pneumático fixo à extremidade do braço, de modo a ativar o movimento até ao atado. O braço está fixo à estrutura através de guias lineares

e patins. Uma vez que a espessura do tubo da estrutura é de apenas 5 mm, é necessário soldar uma chapa de reforço para o aparafusamento dos patins (Figura 57).

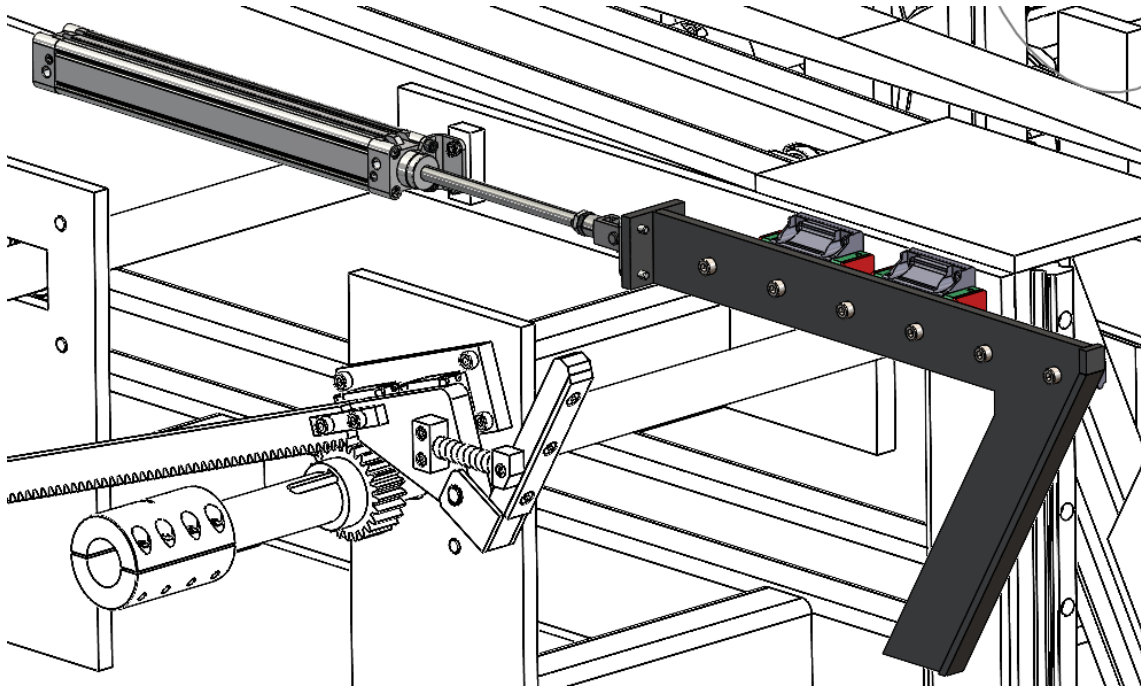


Figura 57 - Braço do formato na empacotadora

5. Batente de recuo

Após a deposição da fileira para a formação do atado, é necessário impedir o recuo dos tubos aquando da retirada do garfo. Para isso, criou-se um batente de recuo, representado na Figura 58, que funcionará em sincronismo com os restantes módulos, optando-se assim por um sistema de pinhão-cremalheira alimentado por um motor situado no módulo central, de modo a distribuir o binário.

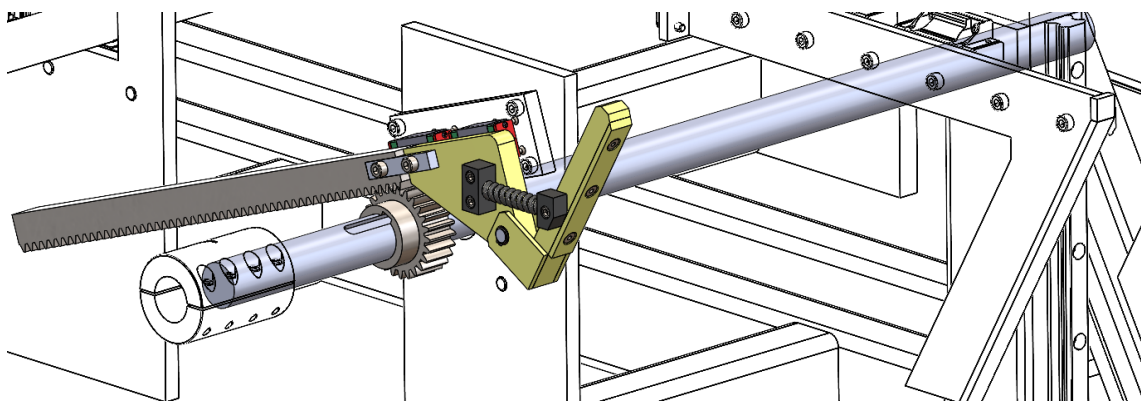


Figura 58 - Batente de recuo na empacotadora

Este batente é composto por um sensor que, quando estiver na posição de avanço e encontrar o atado, se ativa e interrompe imediatamente a continuação do movimento. A peça que toca no atado está ligada através de uma mola que permite o ligeiro

movimento que a peça sofre quando encontra o atado que será lido pelo sensor. O movimento de avanço e recuo do batente é garantido por guias lineares e patins.

A opção de um posicionamento inclinado permite que, quando recolhido, o batente não interfira com o movimento dos garfos nem com os tubos que se estão a formar no topo.

3.6.3.2 Dimensionamento

3.6.3.2.1 Dimensionamento da estrutura principal

O dimensionamento da estrutura principal (Figura 59) consistiu num estudo linear estático através do MEF. Com recurso ao *Solidworks* começou por se definir todas as condições fronteira.

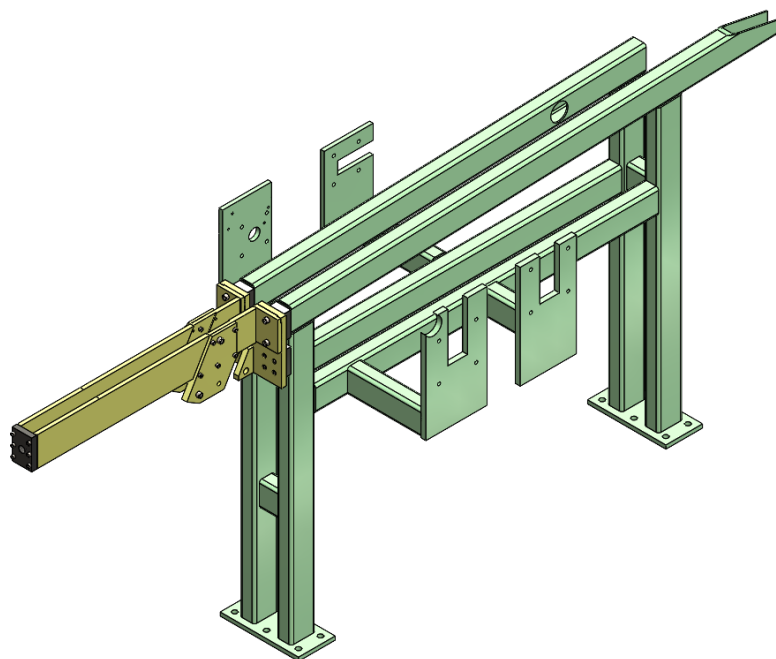


Figura 59 - Estrutura analisada pelo MEF

Os contactos dos elementos da estrutura foram estabelecidos como *“Bonded”* e o braço com um contacto *“No penetration”*, recriando a ligação por soldadura dos elementos da estrutura e o braço do atado como um segundo elemento. A ligação da estrutura ao solo foi feita através da função *“Foundation Bolts”* (Figura 60) que permite a simulação da fixação através de bucha química com o diâmetro dos parafusos adequado. Para este caso, foi necessária a inserção de alguns dados, nomeadamente a área efetiva de uma rosca M20, a pré-carga para um parafuso dessa dimensão de classe 8.8 e a condição de uma *“Virtual Wall”* que simula o plano do piso.

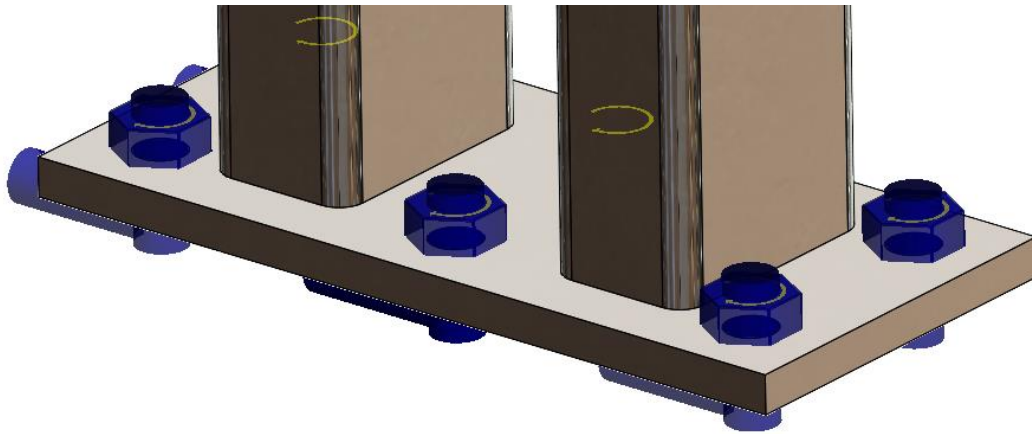


Figura 60 - Representação dos *foundation bolts*

De modo a simular uma carga distribuída provocada pelo atado (Figura 61), incluiu-se na simulação apenas o braço do atado, onde se aplicaram as condições fronteira na zona dos patins como “*Roller/Slider*” (Figura 63) e, na zona de fixação do *screwjack*, “*Fixed Hinge*” para a simulação do pino que estará presente (Figura 62).

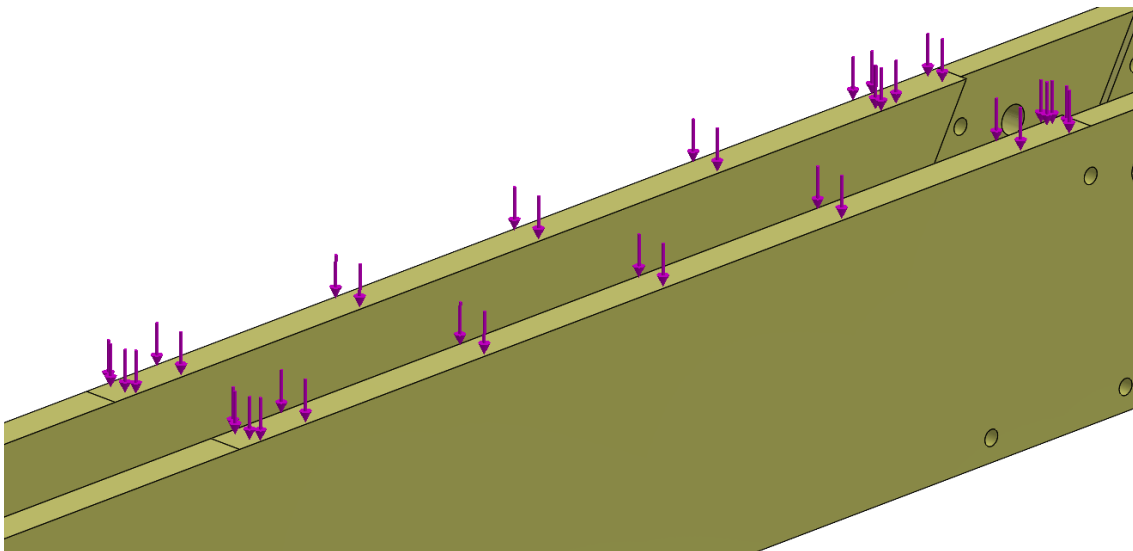


Figura 61 - Carga distribuída provocada pelo peso do atado

A carga distribuída tem o valor de 5000 N, e está aplicada num *sketch* que delimita a zona onde o atado estará assente. Este valor de carga vem do limite máximo do atado, sendo os 3000 kg, dividindo por seis módulos, resultando num peso de 500 kg por módulo.

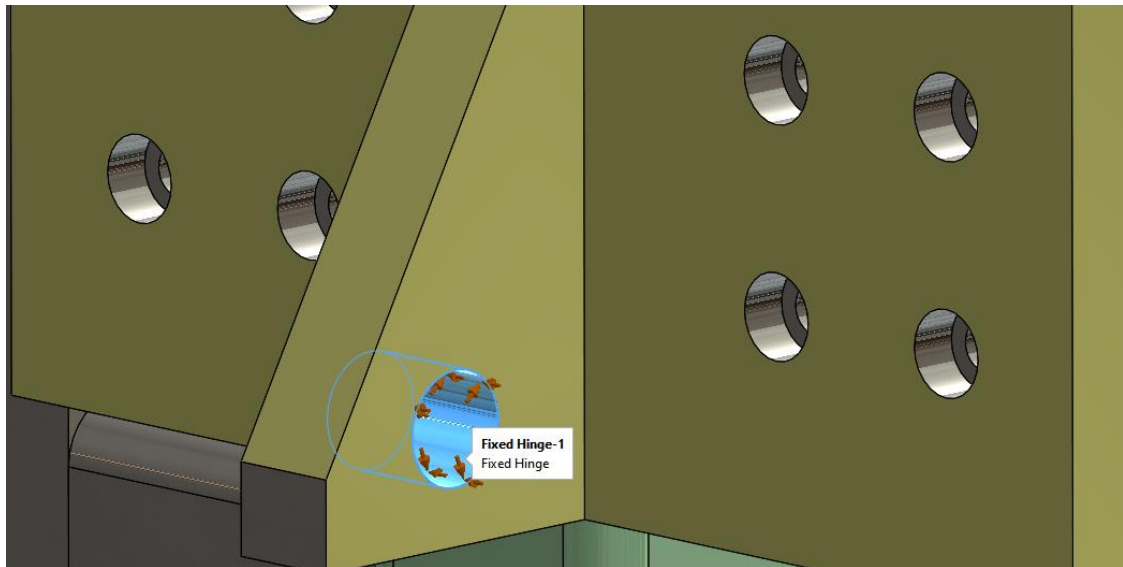


Figura 62 - *Fixed Hinge* na zona de fixação do *screwjack*

A função *Fixed Hinge* está colocada para simular o pino da forquilha que pertence ao *screwjack*. Este estudo permite ainda validar a geometria desta secção para que não ocorra rotura da peça.

Por incapacidade de utilizar os verdadeiros patins no estudo devido a interferências no *assembly* disponibilizado pelo fabricante e para simplificar a simulação, utilizaram-se blocos para representar a zona que está em contacto com a estrutura. Definiu-se a opção de *Roller/Slider* para simular o deslizamento sobre os perfis Figura 63. Este tipo de fixação permite obter resultados mais semelhantes ao comportamento real.

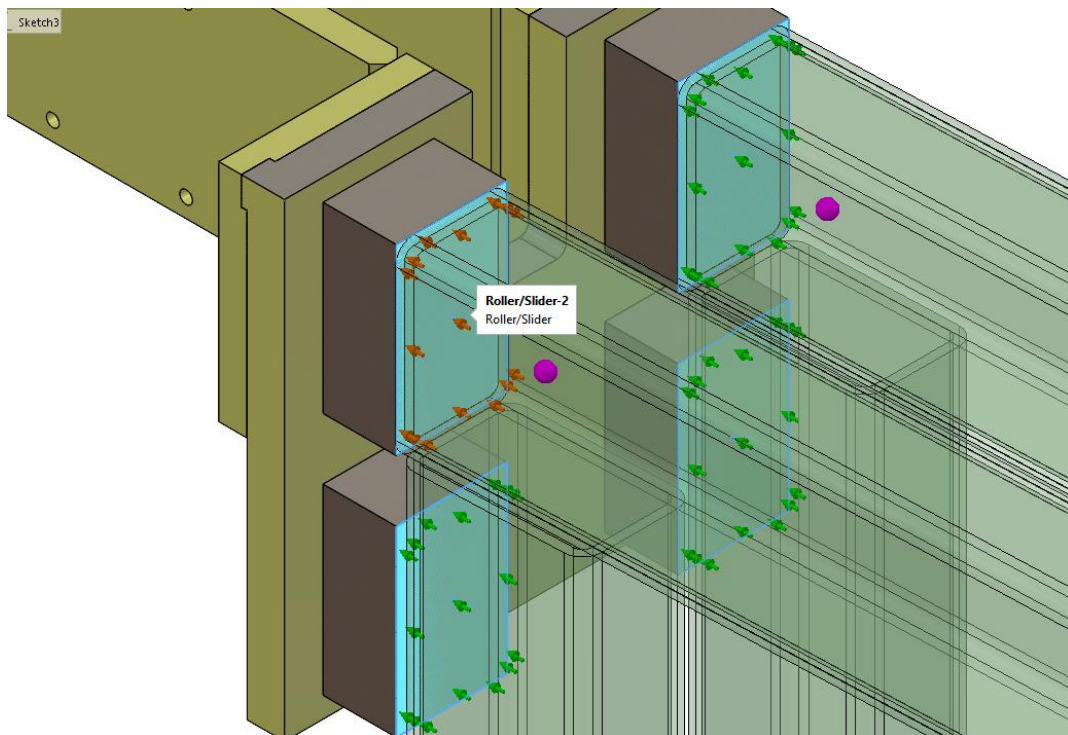


Figura 63 - *Roller/Slider* na zona dos patins

Devido a limitações informáticas, a densidade da malha teve de ser definida como grosseira, com um número de elementos de tamanho máximo de 128 mm e mínimo de 25,6 mm, com 8 elementos por círculo e um rácio de crescimento de 1,4 (Figura 64). As propriedades da malha podem ser analisadas na Figura 65. Foi ainda seleccionada a opção “*curvature-based mesh*” com uma malha de alta qualidade de 16 pontos jacobianos.

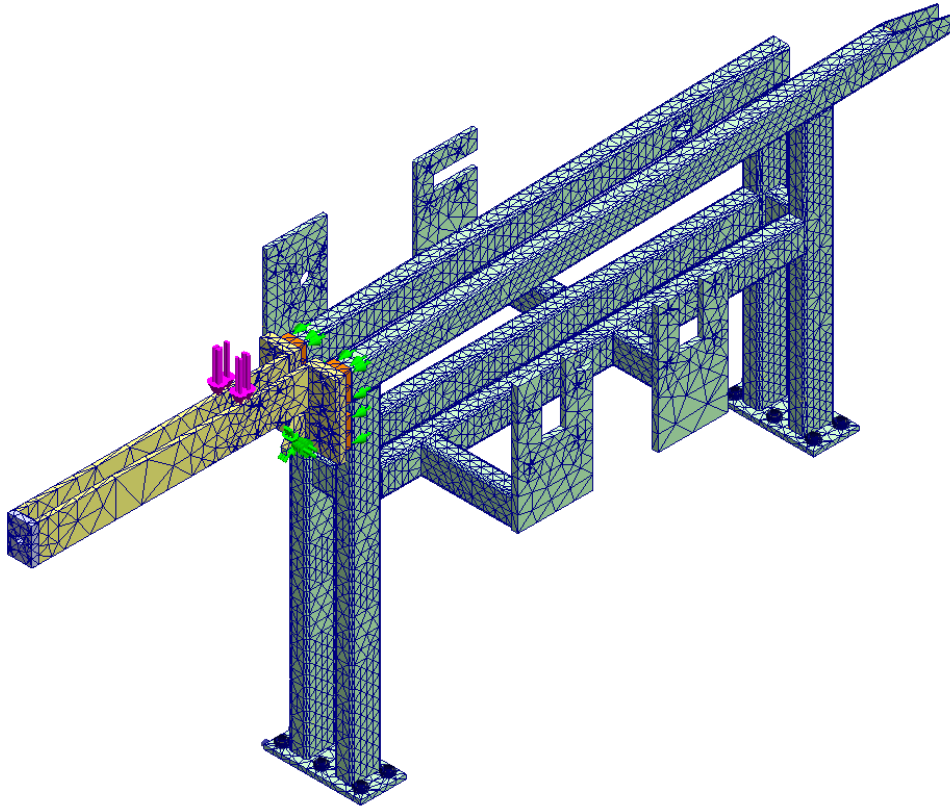


Figura 64 - Representação da malha seleccionada

Mesh Details	
Study name	Static 1 (-Default-)
Mesh type	Mixed Mesh
Mesher Used	Curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	16 points
Jacobian check for shell	On
Max Element Size	127,998 mm
Min Element Size	25,5996 mm
Mesh quality	High
Total nodes	128348
Total elements	63737
Remesh failed parts independently	Off

Figura 65 - Propriedades da malha para a estrutura principal

Do estudo de tensões pelo critério de von Mises, retira-se que a tensão máxima instalada é de $5,006 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ na zona lateral do braço do atado, com uma ampliação

dos deslocamentos na casa dos 50. Uma vez que o valor de maior tensão é demonstrado numa zona diferente da estrutura, é de notar que, para esta solicitação máxima, a estrutura principal encontra-se perfeitamente estável, sendo de notar que a zona de maior preocupação tem lugar nos “*Foundation Bolts*”, devido às tensões de compressão e tração sofridas. No entanto, conclui-se que a estrutura designada fica validada, como é possível observar na Figura 66.

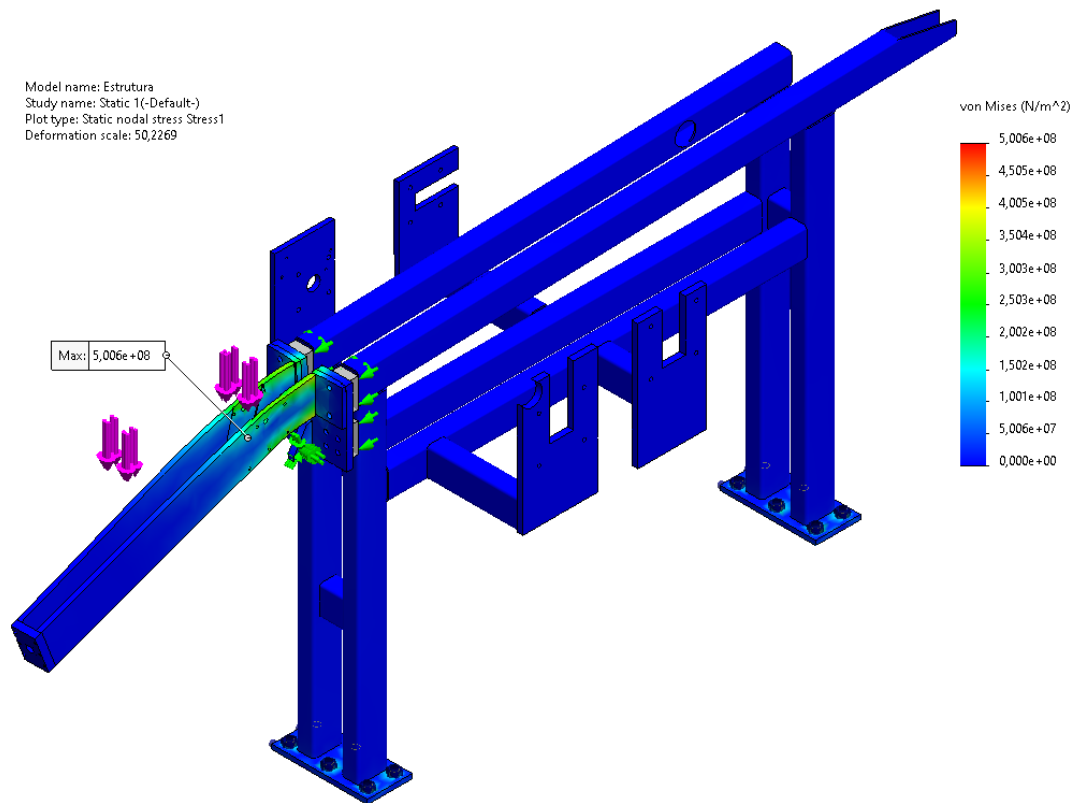


Figura 66 - Representação das tensões instaladas na estrutura

Da análise da resultante dos deslocamentos resultantes verifica-se que a zona com maior deslocamento é na extremidade do braço, sendo a menor na retaguarda da estrutura, como se pode analisar na Figura 67. A deslocação máxima toma o valor de 5,979 mm, considerado um valor aceitável. À semelhança do que foi descrito para a tensão de maior valor, o mesmo acontece com a deformação resultante observada, localizada novamente no componente que não é o caso de estudo proprietário desta análise. Uma vez que o maior deslocamento observado é no braço do atado e não na estrutura principal, é possível validar a estrutura projetada.

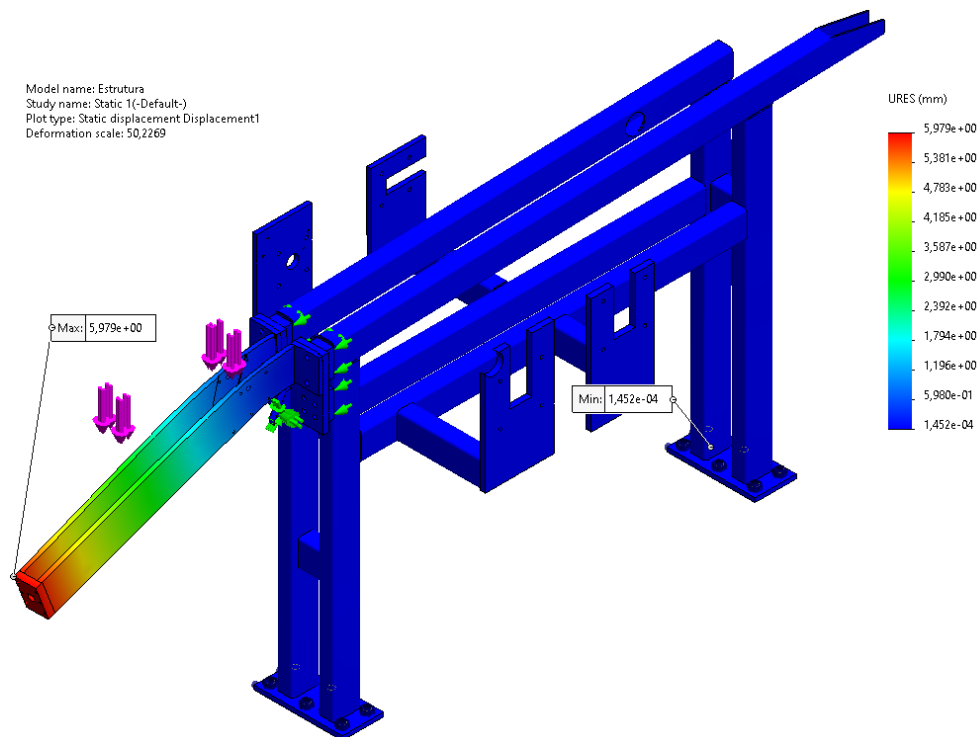


Figura 67 - Resultante do deslocamento da estrutura (mm)

Como qualquer projeto mecânico é essencial que se aplique um coeficiente de segurança para o caso de ocorrerem solicitações desconhecidas. Esta estrutura tomou um valor de coeficiente de segurança de três e este estudo permite verificar quais os componentes que cumprem esse requisito.

Posto isto, através do *plot* do fator de segurança, Figura 68, foi possível definir o seu valor em três. Verifica-se que toda a estrutura principal se encontra acima deste limite, uma vez que o valor mínimo apresentado se refere à zona do braço, que não é o componente para estudo. No entanto, toda a estrutura se encontra a azul, que é a cor correspondente ao coeficiente imposto, podendo assim validar a estrutura.

Deste modo é possível concluir que a estrutura se encontra bem dimensionada e o pré dimensionamento pode ser validado. No entanto, é de frisar que a simulação realizada não contempla a realidade. A falta de elementos no estudo, a utilização de blocos sólidos para a simulação dos patins e o elevado tamanho da malha, são fatores que influenciam a veracidade. Porém, é possível reter uma ideia do que poderá acontecer e retirar uma gama de valores onde os dados se inserem.

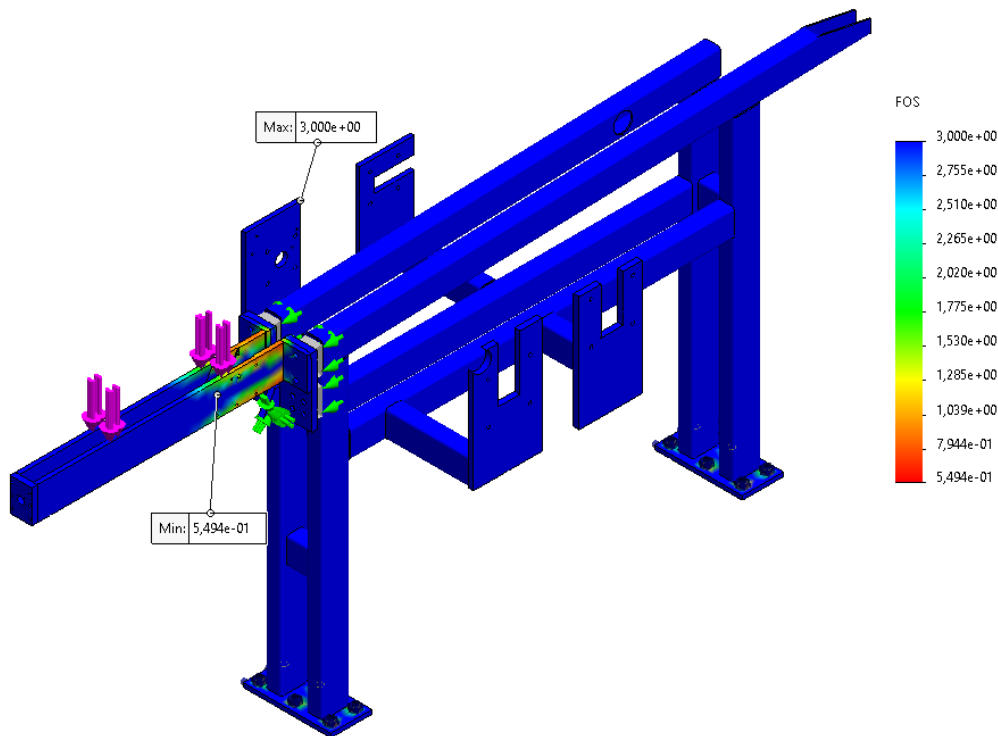


Figura 68 - Representação do fator de segurança na estrutura

Para a soldadura de todos os perfis, aplica-se a regra descrita em 3.6.2.2. e representada pela equação (2). À semelhança do que foi dito anteriormente, as sapatas desta estrutura devem seguir a mesma regra apresentada na Tabela 11. A chapa da sapata tem de espessura 15 mm e o furo é de 20 mm. Deste modo, tem-se:

Mínimos:

$$e_1 = e_2 = 1,2 \times 20 = 24 \text{ mm}$$

$$p_1 = p_2 = 2,2 \times 20 = 44 \text{ mm}$$

Máximos:

$$e_1 = e_2 = 4 \times 15 + 40 = 100 \text{ mm}$$

$$p_1 = p_2 = 14 \times 15 = 210 \text{ mm} > 200 \text{ mm}$$

Fica assim definida a furação da chapa das sapatas.

A espessura das sapatas e a sua integridade na estrutura já foi validada com o estudo anteriormente descrito.

3.6.3.2.2 Dimensionamento do garfo de entrega

Para o garfo de entrega, o dimensionamento dos componentes estruturais também consistiu num estudo linear estático através do MEF. Este braço é constituído por três peças separadas e soldadas entre si. As soldaduras foram feitas de modo que houvesse

penetração total, e posteriormente maquinadas para garantir perpendicularidade para que a fixação da cremalheira e dos patins pudesse ser executada como planeado. Para o estudo por MEF, a penetração total permitiu que o estudo pudesse ser feito com ligações “bonded”.

À semelhança do dimensionamento da estrutura, definiram-se três *plots*:

- As tensões instaladas;
- O deslocamento provocado;
- Coeficiente de segurança.

Este ensaio foi realizado para o máximo de carga a transportar, ou seja, com dois tubos de 323,9 mm, como uma carga distribuída na zona inclinada do garfo e fixou-se a face onde estão os patins, de modo a facilitar a simulação.

Uma vez que a geometria é simples, foi possível definir a malha mais refinada (Figura 69), com a opção “*curvature-based mesh*” selecionada, com o tamanho máximo dos elementos de 13,7 mm e o mínimo de 2,74 mm, 8 elementos por círculo e um rácio de crescimento de 1,6. Estas propriedades podem ser observadas na Figura 70

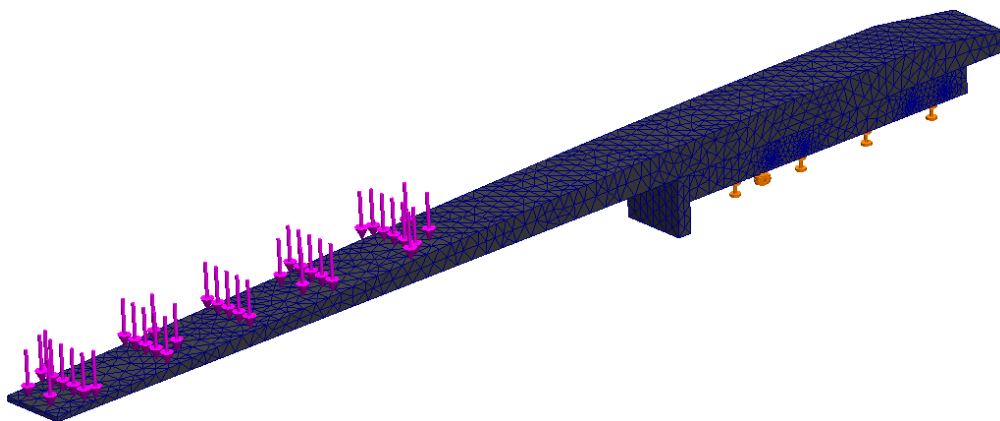


Figura 69 - Representação das condições fronteira e da malha

Mesh Details	
Study name	Static 1 (-Default-)
Mesh type	Solid Mesh
Mesher Used	Curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	4 points
Max Element Size	13,7114 mm
Min Element Size	2,74228 mm
Mesh quality	High
Total nodes	31888
Total elements	19168
Maximum Aspect Ratio	7,2009
Percentage of elements with Aspect Ratio < 3	98,3

Figura 70 - Propriedades da malha do garfo

O primeiro *plot* a definir foi o de tensões de von Mises. Este estudo diz quais as tensões máximas instaladas e de que modo é que a peça é solicitada, indicando a tensão de rutura do material e comparando-a com a tensão instalada.

Pela análise das tensões segundo o critério de von Mises (Figura 71), observa-se que a tensão máxima instalada é de $1,418 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ na zona inferior do garfo, correspondente ao local de soldadura. Posto isto, a integridade do que foi projetado com a geometria indicada e o material selecionado, é válida.

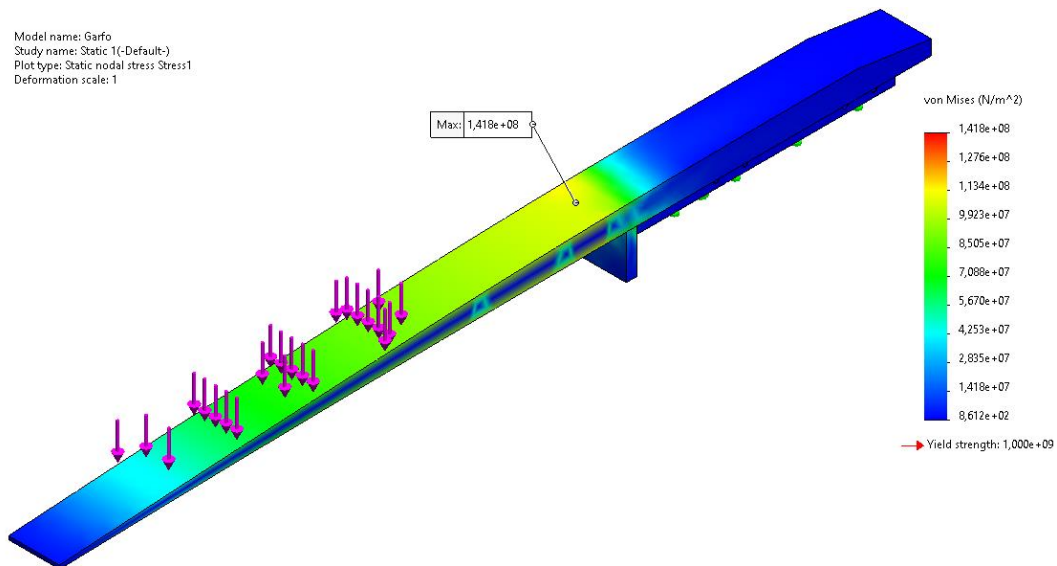


Figura 71 - Representação das tensões instaladas

Através da Figura 72 verifica-se a zona que toma onde se observa o maior valor de tensão instalada. Esta zona é uma zona de concentração de tensões, podendo-se arredondar as arestas de contacto de modo a diminuir esta ocorrência.

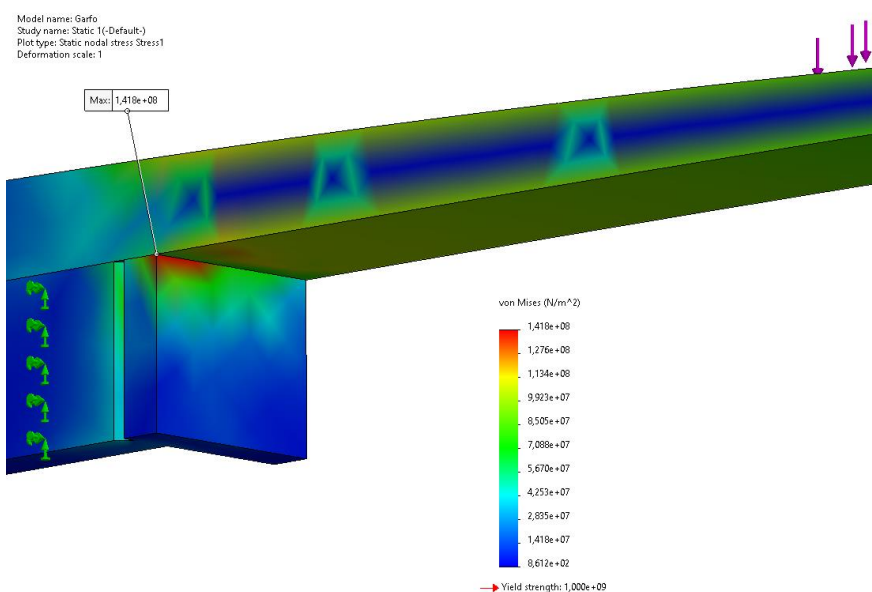


Figura 72 - Tensão máxima instalada

Para o valor de deslocamento resultante do garfo, apresentado na Figura 73, verifica-se um valor de 11,15 mm, um valor aceitável. Este deslocamento deve-se à força de arrancamento provocada pela carga instalada na secção à frente. No entanto, a gama de valores apresentados garante que a estrutura, se bem soldada, não apresentará grandes deformações.

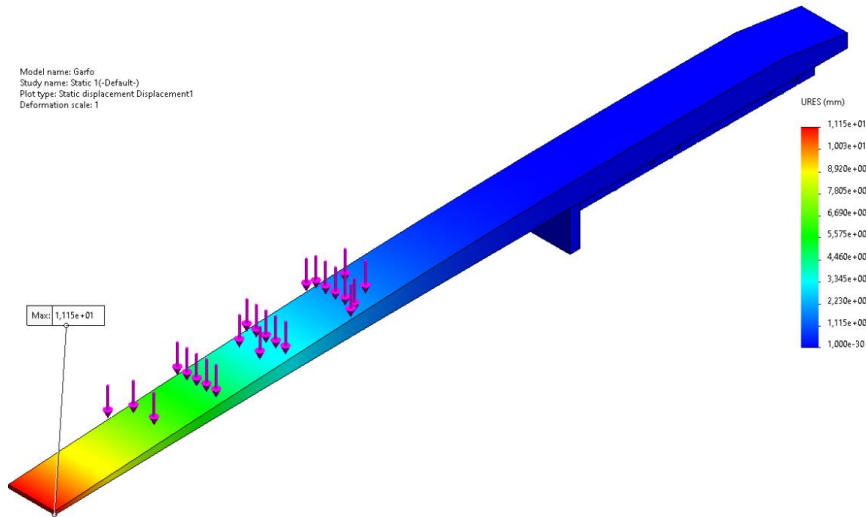


Figura 73 - Deslocamento vertical máximo provocado

Relativamente ao fator de segurança (Figura 74), definindo o coeficiente mínimo como 3, verifica-se que toda a estrutura do garfo se encontra dentro dos parâmetros, uma vez que o fator mínimo apresentado é de 7, na zona da soldadura dado que, como já referido anteriormente, é uma zona de concentração de tensões.

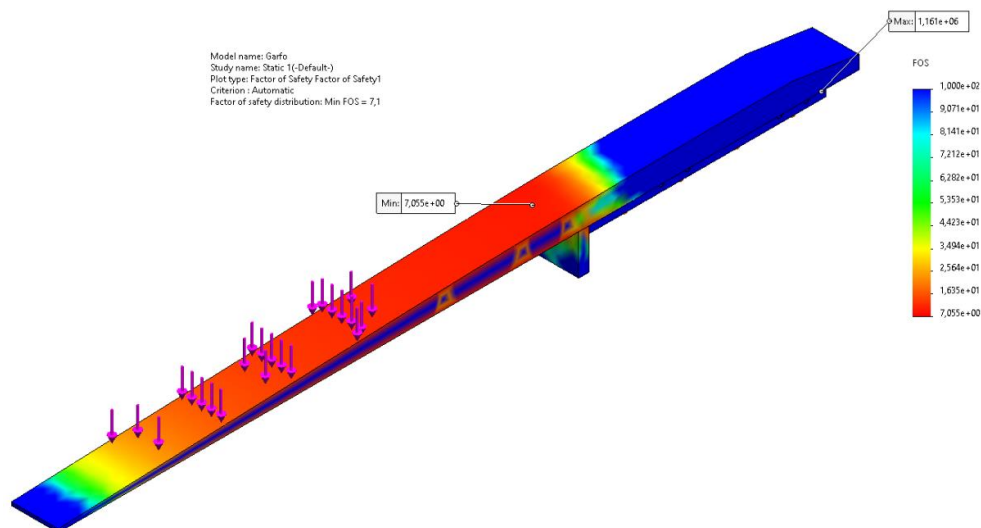


Figura 74 - Representação do *plot* do fator de segurança

Após este estudo, o pré-dimensionamento do gráfico pode ser validado. Ainda que o ensaio possa não corresponder ao que realmente acontece, uma vez que o refinamento

da malha influencia na veracidade dos resultados, este permite retirar uma gama de valores e uma representação do comportamento deste componente às solicitações impostas.

VEIO

Para este mecanismo ainda é necessário realizar a validação do veio escolhido. No subcapítulo 3.7.3.2 foi calculado que o binário do motor é de 199,74 N.m, podendo verificar-se os cálculos no subcapítulo 3.7.3.2. O motor seleccionado diz que o veio que o atravessa apresenta um diâmetro de 40 mm. À semelhança do enunciado em 3.6.2.2, o dimensionamento segue a mesma regra. Substituindo em (3), obtém-se:

$$\frac{I_t}{r} \geq \frac{199,74 \times 10^3}{310} = 644,323 \text{ mm}^3.$$

Aplicando (4), tem-se:

$$\frac{\pi d^3}{16} \geq 644,323 \Leftrightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 644,323}{\pi}} = 14,86 \text{ mm}.$$

CHAVETA

O diâmetro mínimo para o binário estabelecido deve ser de 14,86 mm. Isto verifica que o veio de secção de 40 mm cumpre os requisitos. Para a transmissão de binário do pinhão para o veio é usada uma chaveta paralela. O dimensionamento seguiu a norma ISO/R 773 [54]. Para um veio de diâmetro de 40 mm, será usada uma chaveta paralela A ISO/R 773 12x6x100 – St.

PATINS

O movimento deste garfo é garantido através de guias e patins lineares. O dimensionamento destes mecanismos seguiu a sugestão dada pelo fabricante, neste caso, *HIWIN*. Através do catálogo da *HIWIN* retira-se que os cálculos devem seguir o apresentado na Figura 75.

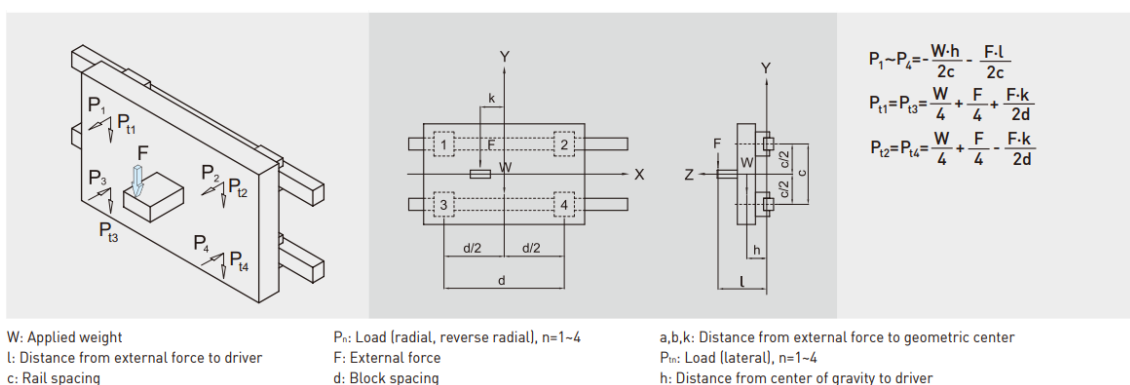


Figura 75 - Exemplo de cálculo das cargas num bloco, retirado de [56]

Foram pré-definidos os blocos para um tamanho de 30 mm, após observar aplicações semelhantes e para uma harmonia estética. Estes cálculos têm apenas o intuito de validar a escolha feita.

Uma vez que vão ser aplicados apenas dois blocos de patins, a divisão da carga deve ser feita a dividir por dois. Observa-se para o primeiro patim:

$$P_{t1} = \frac{W}{2} + \frac{F}{2} + \frac{Fk}{2d} \tag{5}$$

Não se considerou o peso da estrutura, W , face ao seu desconhecimento, uma vez que a definição do material foi feita posteriormente. No entanto, o cálculo do patim será majorado. Substituindo e considerando que a carga se deve à presença de dois tubos de 323,9 mm:

$$P_{t1} = \frac{12000}{2} + \frac{12000 \times 0,550}{2 \times 0,107} = 36\ 841,12\ N$$

$$P_{t2} = \frac{12000}{2} - \frac{12000 \times 0,657}{2 \times 0,107} = -30\ 841,12\ N.$$

Para a seleção do patim, é necessário saber a carga estática máxima, C_0 . Para isso, é necessária a multiplicação do valor de carga por um coeficiente de segurança, f_{SL} , cujo valor recomendado se encontra entre 1 e 3. Escolhendo o coeficiente de segurança de 1,5, obtém-se:

$$C_0 = P_{tn} \cdot f_{SL} \tag{6}$$

Substituindo para o valor de maior amplitude, neste caso, P_{t1} , resulta em:

$$C_0 = 36\ 841,12 \times 1,5 = 55\ 261,68\ N$$

Analisando a Figura 76, observa-se que, para o patim previamente selecionado, a carga estática admissível é de 71,87 kN, valor acima do calculado anteriormente.

Model No.	Dimensions of Assembly (mm)		Dimensions of Block (mm)													Dimensions of Rail (mm)					Mounting Bolt for Rail (mm)	Basic Dynamic Load Rating C (kN)	Basic Static Load Rating C ₀ (kN)	Static Rated Moment			Weight				
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	MxL	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h				d	P	E	M _R	M _P	M _V	Block	Rail
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				mm	mm	mm	kN-m	kN-m	kN-m	kg	kg/m
HGH15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	10	4.85	5.3	M4x5	6	7.95	7.7	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	14.7	23.47	0.12	0.10	0.10	0.18	1.45
HGH20CA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	77.5	12.25	6	12	M5x6	8	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	27.1	36.68	0.27	0.20	0.20	0.30	2.21
HGH20HA							50	65.2	92.2	12.6															32.7	47.96	0.35	0.35	0.35	0.39	
HGH25CA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	84	15.7	6	12	M6x8	8	10	9	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	34.9	52.82	0.42	0.33	0.33	0.51	3.21
HGH25HA							50	78.6	104.6	18.5															42.2	69.07	0.56	0.57	0.57	0.69	
HGH30CA	45	6	16	60	40	10	40	70	97.4	20.25	8	12	M8x10	8.5	7.5	13.8	26	26	14	12	7	60	20	M8x20	48.5	71.87	0.66	0.53	0.53	0.88	4.47
HGH30HA	60	93	120.4	21.75																											

Figura 76 - Dimensões e características dos patins, retirado de [56]

Deste modo, os patins selecionados estão validados. A guia linear é correspondente ao patim, não sendo necessário o seu cálculo.

CREMALHEIRA-PINHÃO

Para a cremalheira e o pinhão realizou-se um pré-dimensionamento, optando-se por um módulo de 4 para ambos. Este dimensionamento irá funcionar como um requisito para o dimensionamento do motor, sendo que este último funcionará em prol do mecanismo de engrenamento, cumprindo-se então o pré-dimensionamento executado.

É necessário ainda validar o sistema pinhão-cremalheira selecionado para este sistema. Para isso, verifica-se a razão de condução, a resistência à flexão e a resistência à pressão superficial. Numa primeira instância, devem ficar definidos os parâmetros do pinhão e da cremalheira representados nas Tabela 13 e Tabela 14, conforme a Figura 77.

Tabela 13 - Parâmetros do pinhão do garfo

Designação	Símbolo	Fórmula	Valor
Módulo normal [mm]	m_n	-	4
Passo [mm]	p_p	$\pi \times m_n$	12,57
Largura do pinhão [mm]	B_p	-	40
Ângulo de pressão [°]	α_n	-	20
Número de dentes	Z_p	-	25
Diâmetro primitivo [mm]	d	$m_n \times Z_p$	100
Diâmetro da haste [mm]	d_b	$d \cos \alpha_n$	93,97
Addendum [mm]	h_a	$1 \cdot m_n$	4
Dedendum [mm]	h_f	$1,25 \cdot m_n$	4
Altura total [mm]	h	$h_a + h_f$	8
Diâmetro exterior [mm]	d_a	$d + 2m_n$	108
Diâmetro interior [mm]	d_f	$d - 2m_n$	92

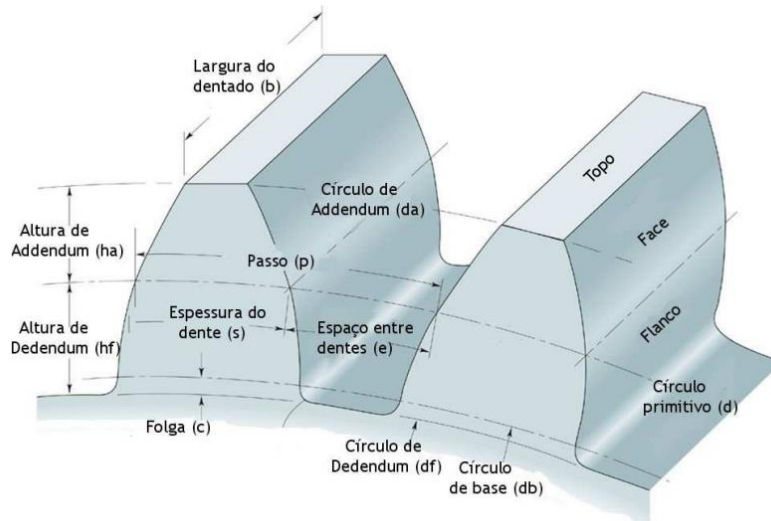


Figura 77 - Principais parâmetros geométricos de uma roda dentada

Relativamente ao dimensionamento da cremalheira, para que seja possível o engrenamento, o módulo normal deve ser igual.

De forma a garantir que toda a área de contacto é utilizada, a cremalheira e o pinhão apresentam a mesma largura. O curso da cremalheira foi definido conforme o percurso do garfo, sendo este de 1000 mm. Assim, o número de dentes pode ser calculado através da relação entre o curso e passo do dentado:

$$Z_c = \frac{\text{curso}}{\text{passo}} = \frac{1000}{12,57} = 79,55 \text{ dentes} \quad (7)$$

O mínimo de dentes da cremalheira deve ser de 80. Ficam assim definidos os parâmetros da cremalheira apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 - Parâmetros da cremalheira do garfo

Designação	Símbolo	Fórmula	Valor
Módulo normal [mm]	m_n	-	4
Passo [mm]	p_p	$\pi \times m_n$	12,57
Largura da cremalheira [mm]	B_p	-	40
Ângulo de pressão [°]	α_n	-	20
Número de dentes	Z_p	-	80
Addendum [mm]	h_a	$1 \cdot m_n$	4
Dedendum [mm]	h_f	$1,25 \cdot m_n$	4
Altura total [mm]	h	$h_a + h_f$	8

a) RAZÃO DE CONDUÇÃO

Para engrenagens de dente reto, a razão de condução é composta por apenas uma componente, a razão de condução radial, ε_α . A razão de condução total, ε_γ , é igual à razão de condução radial. Assim, segundo [57] a equação para o cálculo da razão de condução radial, tem-se que:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\sqrt{\left(\frac{d_a}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_b}{2}\right)^2} + \frac{h_a - x \cdot m}{\sin \alpha} - \frac{d}{2} \sin \alpha}{\pi \cdot m \cdot \cos \alpha}, \quad (8)$$

em que x representa a correção do denteado. Substituindo os dados da Tabela 13 em (8):

$$\varepsilon_\alpha = 1,54$$

Então, a razão de condução final é de:

$$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha = 1,54,$$

o que significa que ter-se-á um par de dentes em início de engrenamento enquanto o par de dentes seguinte ainda se encontra engrenado. Este valor da razão de condução encontra-se dentro dos parâmetros uma vez que as engrenagens não devem ser concebidas para uma razão de condução inferior a 1,2.

b) RESISTÊNCIA À FLEXÃO

A verificação da resistência à flexão traduz que a força tangencial aplicada, F_t , no círculo primitivo de funcionamento seja inferior à força tangencial limite, $F_{t \text{ lim}}$.

$$F_t \leq F_{t \text{ lim}}, \quad (9)$$

com:

$$F_t = \sigma_{F \text{ lim}} \frac{m_n \times b}{Y_F \times Y_\varepsilon \times Y_\beta} \left(\frac{K_L}{K_V \times K_O} \right) \frac{1}{S_f}, \quad (10)$$

em que:

$\sigma_{F \text{ lim}}$ – tensão limite de flexão [MPa];

Y_F – fator de forma;

Y_ε – fator de distribuição de carga;

Y_β – fator de ângulo de hélice;

K_L – fator de vida;

K_V – fator de carga dinâmica;

K_O – fator de sobrecarga;

S_f – fator de segurança.

Para o cálculo das resistências é necessário selecionar o material para o pinhão. O aço mais comum é o aço de cementação ligado. De acordo com [53], o aço de cementação

com a tensão limite de flexão mínima é o aço 1,1141 da norma DIN Ck15+, com uma tensão limite de flexão de 18,2 kgf/mm². De seguida, é necessário calcular os fatores da equação (10).

- Fator de forma (Y_F)

Este fator, que relaciona o número de dentes equivalente (Z_V) e a correção do dentado (x), igual a 0,25, pode ser obtido através da Figura 78. Como o pinhão é de dentado reto então o número de dentes equivalente é igual ao número de dentes do pinhão, ou seja, 25. Analisando o ábaco, retira-se que o fator de forma é de 2,35.

- Fator de distribuição de carga (Y_ϵ)

Este valor é obtido pelo inverso da razão de condução radial:

$$Y_\epsilon = \frac{1}{\epsilon_\alpha} = \frac{1}{1,54} = 0,649.$$

- Fator do ângulo de hélice (Y_β)

Uma vez que o dentado é reto, o ângulo de hélice é nulo:

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{120} = 1 - \frac{0}{120} = 1$$

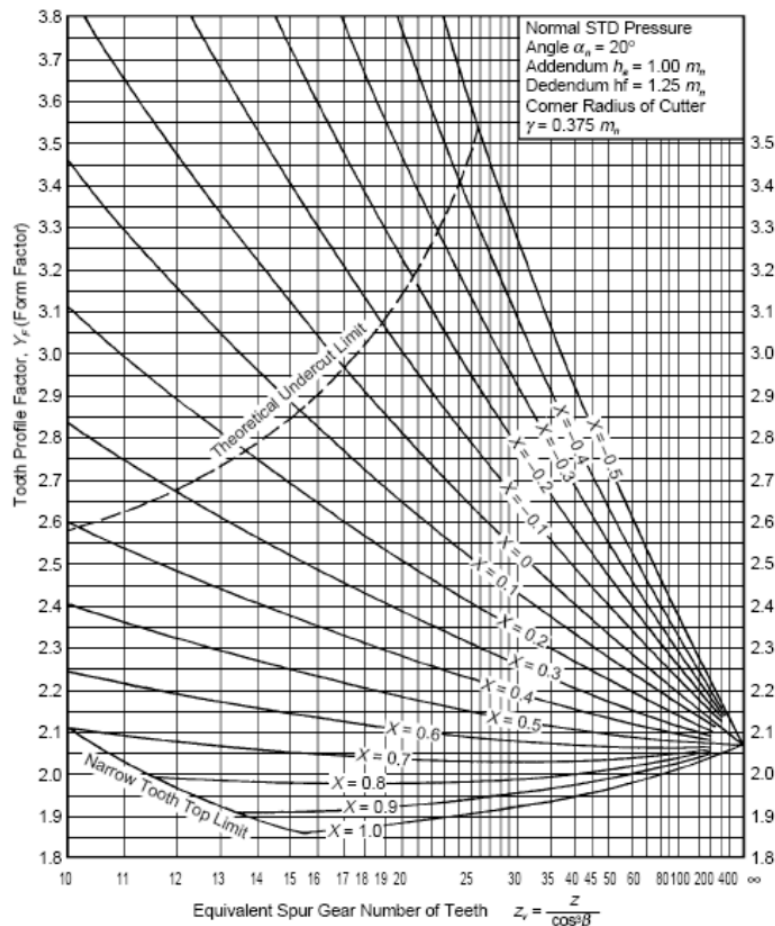


Figura 78 – Ábaco para obtenção do fator de forma, retirado de [57]

– Fator de vida (K_L)

O fator de vida varia conforme o número de ciclos realizados pelos dentes durante a sua vida útil de funcionamento e consoante o material utilizado, como se pode observar na Figura 79. O número de ciclos para o pinhão é considerado infinito, uma vez que é impossível determinar o número de rotações. Considera-se, então, um número de rotações acima de 10^7 para aços cementados, ou seja, *Gears with Carburizing*, sendo o valor do fator igual a 1,0.

Number of Cyclic Repetitions	Hardness ⁽¹⁾ HB 120 ... 220	Hardness ⁽²⁾ Over HB 220	Gears with Carburizing Gears with Nitriding
Under 10000	1.4	1.5	1.5
Approx. 10^6	1.2	1.4	1.5
Approx. 10^6	1.1	1.1	1.1
Above 10^7	1.0	1.0	1.0

Figura 79 - Fator de vida, retirado de [57]

– Fator de carga dinâmica (K_V)

O fator de carga dinâmica relaciona a qualidade da roda dentada e a velocidade linear no círculo primitivo. A velocidade pretendida do pinhão foi calculada para a determinação dos motores, no subcapítulo 3.7.3.2, tendo como valor 0,4 m/s. Analisando a Figura 80, considerando uma qualidade de 3, o fator dado é de 1,0.

Precision Grade of Gears from JIS B 1702		Tangential Speed at Pitch Line (m/s)						
Tooth Profile		Under 1	1 to less than 3	3 to less than 5	5 to less than 8	8 to less than 12	12 to less than 18	18 to less than 25
Unmodified	Modified							
	1	—	—	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3
1	2	—	1.0	1.05	1.1	1.2	1.3	1.5
2	3	1.0	1.1	1.15	1.2	1.3	1.5	
3	4	1.0	1.2	1.3	1.4	1.5		
4	—	1.0	1.3	1.4	1.5			
5	—	1.1	1.4	1.5				
6	—	1.2	1.5					

Figura 80 - Fator de carga dinâmica, retirado de [57]

– Fator de sobrecarga (K_O)

Este fator é o coeficiente da força tangencial atuante a força tangencial nominal e pode ser obtido através da Figura 81.

Impact from Prime Mover	Impact from Load Side of Machine		
	Uniform Load	Medium Impact Load	Heavy Impact Load
Uniform Load (Motor, Turbine, Hydraulic Motor)	1.0	1.25	1.75
Light Impact Load (Multicylinder Engine)	1.25	1.5	2.0
Medium Impact Load (Single Cylinder Engine)	1.5	1.75	2.25

Figura 81 - Fator de sobrecarga, retirado de [57]

A força atuante é a exercida pelo motor para fazer movimentar o garfo para o transporte dos tubos. Esta força é traduzida como uma força uniforme, tomando um valor de 1,0.

– Fator de segurança (S_F)

O valor do fator de segurança recomendado é acima de 1,2. Por desconhecimento de fatores inerentes a este sistema, considera-se um fator de segurança de 3.

Substituindo na equação (10), tem-se:

$$F_{t \text{ lim}} = 18,2 \frac{4 \times 40}{2,35 \times 0,649 \times 1} \left(\frac{1}{1 \times 1} \right) \frac{1}{3} = 636,44 \text{ kgf} = 6241,34 \text{ N}.$$

Substituindo na condição (9), a força tangencial calculada no subcapítulo 3.7.3.2:

$$F_t \leq F_{t \text{ lim}} \Leftrightarrow 2663,2 \text{ N} \leq 6241,34 \text{ N}.$$

Conclui-se que a engrenagem cumpre as solicitações.

c) RESISTÊNCIA À PRESSÃO SUPERFICIAL

À semelhança da resistência à flexão, para a resistência à pressão superficial, a força tangencial não deve ultrapassar um determinado limite. Para este caso, a força tangencial não pode impor tensões de Hertz superiores à permitida pelo material, traduzindo-se em:

$$\sigma_H \leq \sigma_{H \text{ lim}}. \quad (11)$$

A força tangencial limite, $F_{t \text{ lim}}$, em kgf, é calculado por:

$$F_{t \text{ lim}} = (\sigma_{H \text{ lim}})^2 \cdot d \cdot b \cdot \frac{u}{u \pm 1} \left(\frac{K_{HL} \cdot Z_L \cdot Z_R \cdot Z_V \cdot Z_W}{Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\epsilon \cdot Z_\beta} \right)^2 \frac{1}{K_{H\beta} \cdot K_V \cdot K_O} \frac{1}{S_H^2}, \quad (12)$$

em que:

d – diâmetro primitivo [mm];

b – largura do pinhão [mm];

u – razão de número de dentes;

K_{HL} – fator de vida;

Z_L – fator do lubrificante;

Z_R – fator da rugosidade superficial;

Z_V – fator da velocidade de escorregamento;

Z_W – fator da razão de dureza;

Z_H – fator de zona;

Z_M – fator de material;

Z_ϵ – fator de razão de condução;

Z_β – fator do ângulo de hélice;

$K_{H\beta}$ – fator de distribuição da carga na face do dente;

S_H – fator de segurança.

3.7 A tensão limite de Hertz depende do material utilizado, sendo que para o aço de cementação utilizado no dimensionamento da resistência à flexão, segundo o Anexo A

SEQUÊNCIA DOS PROCESSOS DE FABRICO

o seu valor é de 115 kgf/mm². Como o engrenamento corresponde a um sistema pinhão-cremalheira, a expressão $\frac{u}{u+1}$ é considerada 1 [57].

- Fator de zona (Z_H)

Este fator é definido pela equação:

$$Z_H = \frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{2 \cos \beta_b}{\tan \alpha}} \quad (13)$$

Como o ângulo de hélice é nulo ($\beta_b = 0$), substituindo em (13), então:

$$Z_H = \frac{1}{\cos 20} \sqrt{\frac{2 \cos 0}{20}} = 2,49.$$

- Fator de material (Z_M)

Este fator depende das características elásticas dos materiais, apresentadas na Figura 82. Dado que o material *Structural Steel* é o considerado, o fator é de 60,6.

Gear				Meshing Gear				Material Factor Z_M (kgf/mm ²) ^{0.5}
Material	Symbol	Young's Modulus kgf/mm ²	Poisson's Ratio	Material	Symbol	Young's Modulus kgf/mm ²	Poisson's Ratio	
Structural Steel	*	21000	0.3	Structural Steel	*	21000	0.3	60.6
				Cast Steel	SC	20500		60.2
				Ductile Cast Iron	FCD	17600		57.9
				Gray Cast Iron	FC	12000		51.7
Cast Steel	SC	20500		Cast Steel	SC	20500		59.9
				Ductile Cast Iron	FCD	17600		57.6
				Gray Cast Iron	FC	12000		51.5
Ductile Cast Iron	FCD	17600		Ductile Cast Iron	FCD	17600		55.5
Gray Cast Iron	FC	12000	Gray Cast Iron	FC	12000	50.0		
Gray Cast Iron	FC	12000	Gray Cast Iron	FC	12000	45.8		

Figura 82 - Fator do material, retirado de [57]

- Fator da razão de condução (Z_ϵ)

Para engrenagens de dentado reto, o fator relativo à razão de condução é de 1,0.

- Fator de ângulo de hélice (Z_β)

Como o dentado é reto, considera-se este fator igual para impedir que haja interferência no cálculo da força tangencial.

- Fator de vida (K_{HL})

O fator de vida reflete o número de ciclos de tensão e, à semelhança do considerado no cálculo da resistência à flexão, o número de ciclos é superior a 10^7 . Pela Figura 83, é considerado 1,0.

Ciclos de carga	Factor de vida
menos do que 10^5	1,5
aprox. 10^5	1,3
aprox. 10^6	1,15
acima de 10^7	1,0

Figura 83 - Fator de vida, retirado de [57]

– Fator do lubrificante (Z_L)

Este fator é definido através da viscosidade cinemática do lubrificante aplicado à temperatura de 50°C . Dado que se trata de um mecanismo aberto, considera-se um engrenamento seco e não existe lubrificação. O valor do fator pode ser determinado através da Figura 84, considerando-se, então, um valor de 0,9.

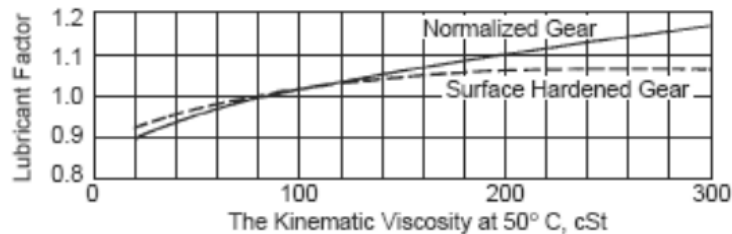


Figura 84 - Fator de lubrificante, retirado de [57]

– Fator da rugosidade superficial (Z_R)

Este fator é determinado em função da rugosidade média das superfícies dos dentes da engrenagem. Uma vez que este fator depende da distância entre eixo, não é possível aplicar a equação para o seu cálculo. Admite-se então uma rugosidade média de 6, resultando num valor do fator de 0,95, como se pode verificar na Figura 85.

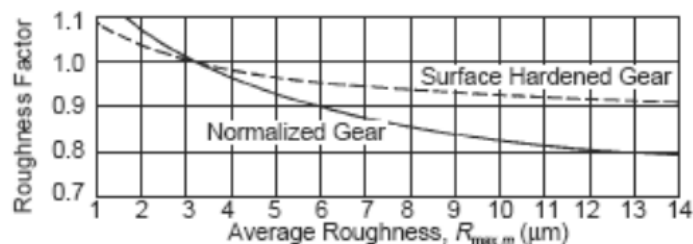


Figura 85 - Fator de rugosidade superficial, retirado de [57]

– Fator da velocidade de escorregamento (Z_V)

A determinação deste fator é feita a partir da velocidade no diâmetro primitivo. Como já mencionado anteriormente no cálculo da resistência à flexão, a velocidade deste

sistema é de 0,4 m/s. Através da Figura 86, retira-se o valor de 0,9 para *surface hardened gear*.

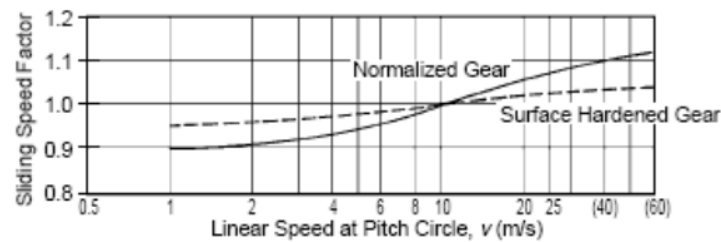


Figura 86 - Fator da velocidade de escorregamento, retirado de [57]

- Fator da razão de dureza (Z_W)

Este parâmetro só é aplicável a rodas dentadas que estejam engrenadas com um pinhão que foi recozido em massa. Portanto, este fator não é considerável tomando o valor de 1,0.

- Fator da distribuição de carga na face do dente ($K_{H\beta}$)

A obtenção deste fator depende de duas situações inerentes à distribuição de carga na largura do dentado. Este fator depende de uma distribuição de carga uniforme, incorreta ou desconhecida [57]. Como a distribuição de carga é uniforme pela largura do dentado, o fator a considerar é de 1,1.

- Fator de carga dinâmica (K_V)

À semelhança da análise da resistência à flexão, o fator de sobrecarga é o mesmo, sendo 1,0.

- Fator de sobrecarga (K_O)

Como já mencionado na análise da resistência à flexão, o fator de sobrecarga é o mesmo, sendo igual a 1,0.

- Fator de segurança (S_H)

O valor normalmente utilizado é de pelo menos 1,15, uma vez que este fator de segurança de “*pitting*” é de difícil determinação.

Definidos todos os parâmetros, substitui-se na equação (12):

$$F_{t \text{ lim}} = 115^2 \times 100 \times 40 \times 1 \times \left(\frac{1 \times 0,9 \times 0,95 \times 0,9 \times 1}{2,49 \times 60,6 \times 1 \times 1} \right)^2 \frac{1}{1,1 \times 1 \times 1} \times \frac{1}{1,15^2}$$

$$= 945,67 \text{ kgf} = 9273,85 \text{ N.}$$

Verificando que cumpre a condição (9), substituindo pela força tangencial calculada em 3.7.3.2, tem-se:

$$F_t \leq F_{t \text{ lim}} \Leftrightarrow 2663,2 \text{ N} \leq 9273,85 \text{ N.}$$

Posto isto, conclui-se que a engrenagem escolhida cumpre as solicitações.

3.7.1.1.1 Dimensionamento dos batentes de contagem e de fila

Relativamente aos batentes, o dimensionamento dos atuadores pneumáticos passa pelo curso necessário cumprir. O diâmetro da haste, uma vez que esta não vai estar sujeita a esforços pode ser arbitrada para 32 mm, medida comum neste tipo de aplicações.

Para o dimensionamento dos rolamentos, fez-se um estudo através do DCL, recorrendo ao *software FTOOL*. A capacidade de definir a geometria da peça, o material e a secção do componente para o cálculo da inércia, permite que o estudo apresente dados mais realistas. Posto isto, definiram-se ainda os apoios dos rolamentos e do atuador e uma carga no pior caso possível, que corresponde a dois tubos do maior diâmetro e maior peso a atuar sobre a extremidade do batente. Considerando o pior caso, qualquer solicitação será cumprida. Este estudo pode ser observado na Figura 87.

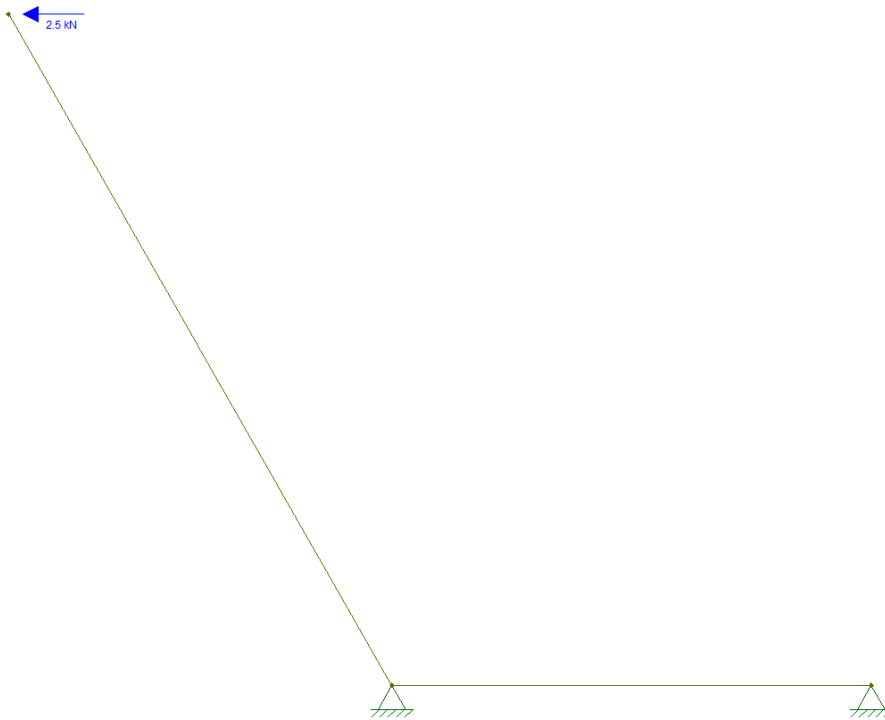


Figura 87 - DCL do batente

Através deste estudo é possível obter as reações nos apoios que correspondem à carga aplicada nos rolamentos, apresentadas na Figura 88.

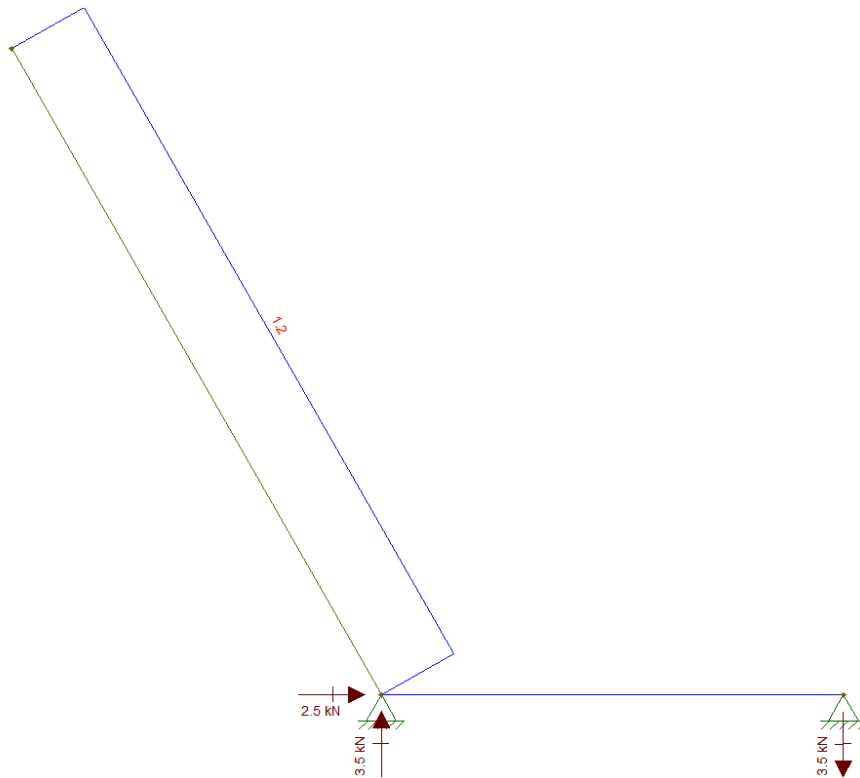


Figura 88 - Reações nos apoios

Os rolamentos localizar-se-ão no lado direito da ilustração apresentada na Figura 88 que apresenta uma carga radial de 3,5 kN. Como já foi mencionado, a opção de utilizar dois rolamentos permite diminuir o rolamento a utilizar e distribuir de melhor forma os momentos gerados. Posto isto, o rolamento selecionado pode suportar no mínimo metade da carga, ou seja, aproximadamente 1,25 kN.

No entanto, é necessário ter em conta todos os fatores desconhecidos, como o rendimento e a inércia dos tubos, verificando-se a necessidade de selecionar um rolamento com maior capacidade de carga e aplicando um coeficiente de segurança de 3, retiramos que a carga mínima deverá ser de 3,75 kN. De modo semelhante ao que foi descrito anteriormente para a seleção das chumaceiras, com recurso ao catálogo da SKF, impondo-se o tipo e o diâmetro do pino a utilizar, neste caso, 20 mm, verifica-se que o rolamento de esferas adequado é o SKF_6205.

Designation	Dimensões principais				Capacidades de carga básica		Classificações de velocidade	
	d [mm]	t_1	D [mm]	B [mm]	C [kN]	C_0 [kN]	Reference speed [r/min]	Limiting speed [r/min]
6205	25		52	15	14,8	7,8	28 000	18 000

Figura 89 - Seleção dos rolamentos para os batentes, retirado de [58]

O atravancamento vai ser feito no mesmo plano, logo, o curso efetuado pelo atuador é o mesmo.

3.7.1.1.2 Dimensionamento do braço do formato

À semelhança do que acontece anteriormente, o dimensionamento do atuador passa pelo curso inerente à fixação deste mecanismo na estrutura. Ainda assim, é necessário que este atuador seja capaz de manter o braço encostado ao atado sem que este recue. Para isso é necessário calcular a força provocada pelo peso do atado e calcular o diâmetro da haste capaz de exercer esse esforço.

Uma vez que este mecanismo apenas será utilizado no formato hexagonal, o cálculo será feito tendo isso em conta. Ou seja, num formato hexagonal, o atado está apoiado por quatro lados. Por isso, o peso provocado em cada um pode ser dividido por quatro. Sabendo que um atado tem um peso total de 3000 kg, este valor é distribuído pelos quatro apoios de uma forma grosseira, visto que o peso tem componentes devido à inclinação dos lados. No entanto, este método beneficia como segurança.

$$3000 \div 4 = 750 \text{ kg.}$$

É conhecido que a pressão de operação é de 6 bar. Através da tabela disponibilizada pela AirTac, que relaciona a pressão utilizada com o diâmetro do atuador e com as forças exercidas no avanço e recuo, é possível selecionar o cilindro adequado. Neste caso, será necessária uma força de 7500 N.

Bore size	Rod size	Acting type	Pressure area(mm ²)	Operating pressure(MPa)									
				0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	
32	12	Double acting	Push side	804	80.4	160.8	241.2	321.6	402.0	482.4	562.8	643.2	723.6
		Pull side	690	69.0	138.0	207.0	276.0	345.0	414.0	483.0	552.0	621.0	
40	16	Double acting	Push side	1256	125.6	251.2	376.8	502.4	628.0	753.6	879.2	1004.8	1130.4
		Pull side	1055	105.5	211.0	316.5	422.0	527.5	633.0	738.5	844.0	949.5	
50	20	Double acting	Push side	1963	196.3	392.6	588.9	785.2	981.5	1177.8	1374.1	1570.4	1766.7
		Pull side	1649	164.9	329.8	494.7	659.6	824.5	989.4	1154.3	1319.2	1484.1	
63	20	Double acting	Push side	3117	311.7	623.4	935.1	1246.8	1558.5	1870.2	2181.9	2493.6	2805.3
		Pull side	2803	280.3	560.6	840.9	1121.2	1401.5	1681.8	1962.1	2242.4	2522.7	
80	25	Double acting	Push side	5026	502.6	1005.2	1507.8	2010.4	2513.0	3015.6	3518.2	4020.8	4523.4
		Pull side	4536	453.6	907.2	1360.8	1814.4	2268.0	2721.6	3175.2	3628.8	4082.4	
100	25	Double acting	Push side	7853	785.3	1570.6	2355.9	3141.2	3926.5	4711.8	5497.1	6282.4	7067.7
		Pull side	7362	736.2	1472.4	2208.6	2944.8	3681.0	4417.2	5153.4	5889.6	6625.8	
125	32	Double acting	Push side	12272	1227.2	2454.4	3681.6	4908.8	6136.0	7363.2	8590.4	9817.6	11044.8
		Pull side	11468	1146.8	2293.6	3440.4	4587.2	5734.0	6880.8	8027.6	9174.4	10321.2	
160	40	Double acting	Push side	20106	2010.6	4021.2	6031.8	8042.4	10053.0	12063.6	14074.2	16084.8	18095.4
		Pull side	18849	1884.9	3769.8	5654.7	7539.6	9424.5	11309.4	13194.3	15079.2	16964.1	

Figura 90 - Tabela de dimensões de atuadores pneumáticos, retirado de [59]

Para este processo será necessário um atuador de haste de 40 mm. O movimento do braço do formato é garantido por patins. O cálculo destes segue o procedimento aplicado em 3.6.3.2.2. No entanto, uma vez que os cálculos requerem valores relativos à distância da carga aplicada aos patins, e dado que esta distância varia consoante o tempo, calcularam-se estes componentes para o pior caso possível, ou seja, quando o braço está mais afastado dos patins, aumentando assim o momento gerado. Posto isto,

substituindo os valores na equação (5), e sabendo que os patins pré-definidos são de 30 mm e que o peso aplicado corresponde ao da força exercida pelos tubos calculados no dimensionamento do atuador, tem-se:

$$P_{t1} = \frac{7500}{2} + \frac{7500 \times 0,340}{2 \times 0,130} = 13\,557,69 \text{ N}$$

$$P_{t2} = \frac{7500}{2} - \frac{7500 \times 0,460}{2 \times 0,130} = -9\,519,23 \text{ N.}$$

Aplicando a equação (6) para o valor de maior amplitude, neste caso, P_{t1} , resulta em:

$$C_0 = 13\,557,69 \times 1,5 = 20\,336,54 \text{ N.}$$

Model No.	Dimensions of Assembly (mm)				Dimensions of Block (mm)										Dimensions of Rail (mm)										Mounting Bolt for Rail (mm)	Basic Dynamic Load Rating C (kN)	Basic Static Load Rating C ₀ (kN)	Static Rated Moment			Weight	
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	MxL	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h	d	P	E	M _R				M _P	M _Y	Block	Rail	
	kg	kg/m																														
HGH15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	10	4.85	5.3	M4x5	6	7.95	7.7	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	14.7	23.47	0.12	0.10	0.10	0.18	1.45	
HGH20CA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	77.5	12.25			M5x6	8	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	27.1	36.68	0.27	0.20	0.20	0.30	2.21	
HGH20HA							50	65.2	92.2	12.6	6	12	M5x6	8	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	32.7	47.96	0.35	0.35	0.35	0.39		
HGH25CA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	84	15.7			M6x8	8	10	9	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	34.9	52.82	0.42	0.33	0.33	0.51	3.21	
HGH25HA							50	78.6	104.6	18.5	6	12	M6x8	8	10	9	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	42.2	69.07	0.56	0.57	0.57	0.69		
HGH30CA	45	6	16	60	40	10	40	70	97.4	20.25			M6x10	8	12	10	26	26	14	12	7	60	20	M6x25	48.5	71.87	0.66	0.53	0.53	0.88	4.47	
HGH30HA							60	93	120.4	21.75	6	12	M6x10	8	12	10	26	26	14	12	7	60	20	M6x25	58.6	93.99	0.88	0.92	0.92	1.16		

Figura 91 - Dimensões e características dos patins para o braço do formato, retirado de [56]

Analisando a Figura 91, observa-se que para o patim previamente selecionado, a carga estática admissível é de 71,87 kN, valor acima do calculado anteriormente, validando assim a escolha do patim.

3.7.1.1.3 Dimensionamento do batente de recuo

Os componentes a dimensionar neste sistema são os patins e o sistema pinhão cremalheira.

PATINS

O processo de cálculo para estes patins segue o mesmo formato do que foi feito anteriormente para o cálculo dos patins do garfo. No entanto, uma vez que os cálculos requerem dados relativos à distância da carga aplicada aos patins, dado que esta distância varia consoante o tempo, calcularam-se estes componentes para o pior caso possível, ou seja, quando o batente está mais afastado dos patins, aumentando assim o momento gerado. Posto isto, substituindo os valores na equação (5), e sabendo que os patins pré-definidos são de 15 mm e que o peso aplicado corresponde ao da força exercida pelos tubos calculadas em 3.7.3.3, verifica-se que:

$$P_{t1} = \frac{2304}{2} + \frac{2304 \times 0,555}{2 \times 0,06} = 11\,808 \text{ N}$$

$$P_{t2} = \frac{2304}{2} - \frac{2304 \times 0,610}{2 \times 0,06} = -10\ 560\ N.$$

Aplicando a equação (6) para o valor de maior amplitude, neste caso, P_{t1} , resulta em:

$$C_0 = 11\ 808 \times 1,5 = 17\ 712\ N.$$

Model No.	Dimensions of Assembly (mm)					Dimensions of Block (mm)										Dimensions of Rail (mm)										Mounting Bolt for Rail	Basic Dynamic Load Rating	Basic Static Load Rating	Static Rated Moment			Weight	
	H	H ₁	N	W	B	B ₁	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	MxL	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h	d	P	E	(mm)	C ₁ (kN)				C ₀ (kN)	M _R	M _p	M _y	Block
																													kN-m	kN-m	kN-m	kg	kg/m
HGH15CA	28	4.3	9.5	34	26	4	26	39.4	61.4	10	4.85	5.3	M4x5	6	7.95	7.7	15	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	14.7	23.47	0.12	0.10	0.10	0.18	1.45		
HGH20CA							36	50.5	77.5	12.25																27.1	36.68	0.27	0.20	0.20	0.30		
HGH20HA	30	4.6	12	44	32	6		50	65.2	92.2	12.6	6	12	M5x6	8	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	32.7	47.96	0.35	0.35	0.35	0.39	2.21	
HGH25CA								35	58	84	15.7															34.9	52.82	0.42	0.33	0.33	0.51		
HGH25HA	40	5.5	12.5	48	35	6.5		50	78.6	104.6	18.5	6	12	M6x8	8	10	9	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	42.2	69.07	0.56	0.57	0.57	0.69	3.21	
HGH30CA								40	70	97.4	20.25															48.5	71.87	0.66	0.53	0.53	0.88		
HGH30HA	45	6	16	60	40	10		60	93	120.4	21.75	6	12	M8x10	8.5	9.5	13.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	58.6	93.99	0.88	0.92	0.92	1.16	4.47	

Figura 92 - Dimensões e características dos patins para o batente de recuo, retirado de [56]

Analisando a Figura 92 observa-se que, para o patim previamente selecionado, a carga estática admissível é de 23,47 kN, valor acima do calculado anteriormente, validando assim a escolha do patim.

SISTEMA PINHÃO-CREMALHEIRA

A verificação deste sistema pinhão-cremalheira segue o mesmo procedimento apresentado anteriormente no subcapítulo 3.6.3.2.2. Neste caso, todos os cálculos deste sistema estão compilados em tabelas.

Verificar-se-á a razão de condução do sistema, a resistência à flexão e a resistência à pressão superficial. A Tabela 15 apresenta os parâmetros para o dimensionamento do pinhão.

Tabela 15 - Parâmetro do pinhão do batente

Designação	Símbolo	Fórmula	Valor
Módulo normal [mm]	m_n	-	3
Passo [mm]	p_p	$\pi \times m_n$	9,42
Largura do pinhão [mm]	B_p	-	30
Ângulo de pressão [°]	α_n	-	20
Número de dentes	Z_p	-	25
Diâmetro primitivo [mm]	d	$m_n \times Z_p$	75
Diâmetro da haste [mm]	d_b	$d \cos \alpha_n$	70,48
Addendum [mm]	h_a	$1 \cdot m_n$	3

Dedendum [mm]	h_f	$1,25 \cdot m_n$	3,75
Altura total [mm]	h	$h_a + h_f$	6,75
Diâmetro exterior [mm]	d_a	$d + 2m_n$	81
Diâmetro interior [mm]	d_f	$d - 2m_n$	69

De forma a garantir que toda a área de contacto é utilizada, a cremalheira e o pinhão apresentam a mesma largura. O curso da cremalheira foi definido conforme o percurso do garfo, sendo este de 500 mm. Assim, o número de dentes pode ser calculado através da relação entre o curso e passo do dentado:

$$Z_c = \frac{\text{curso}}{\text{passo}} = \frac{500}{9,42} = 53,07 \text{ dentes.}$$

O mínimo de dentes da cremalheira deve ser de 54, mas, para garantir o engrenamento entre o pinhão e a cremalheira, adicionam-se 2 dentes, um em cada topo da cremalheira totalizando 56 dentes. Ficam assim definidos os parâmetros da cremalheira. Estes parâmetros estão descritos na Tabela 16.

Tabela 16 - Parâmetros da cremalheira do batente

Designação	Símbolo	Fórmula	Valor
Módulo normal [mm]	m_n	-	3
Passo [mm]	p_p	$\pi \times m_n$	9,42
Largura da cremalheira [mm]	B_p	-	30
Ângulo de pressão [°]	α_n	-	20
Número de dentes	Z_p	-	55
Addendum [mm]	h_a	$1 \cdot m_n$	3
Dedendum [mm]	h_f	$1,25 \cdot m_n$	3,75
Altura total [mm]	h	$h_a + h_f$	6,75

a) RAZÃO DE CONDUÇÃO

Substituindo os valores da Tabela 15 na equação (8), tem-se:

$$\varepsilon_\gamma = 1,62.$$

Como descrito anteriormente, o valor da razão de condução não deve ser inferior a 1,2, logo este cálculo encontra-se dentro dos parâmetros.

b) RESISTÊNCIA À FLEXÃO

De modo a simplificar a apresentação dos cálculos, os fatores anteriormente mencionados encontram-se agregados na Tabela 17.

Tabela 17 - Fatores para o cálculo da resistência à flexão do pinhão do batente de recuo

Fatores	Valor
Y_F	2,48
Y_ε	0,617
Y_β	1
K_L	1
K_V	1
K_O	1
S_F	3

Substituindo na equação (10), tem-se:

$$F_{t \text{ lim}} = 18,2 \frac{3 \times 30}{2,48 \times 0,617 \times 1} \left(\frac{1}{1 \times 1} \right) \frac{1}{3} = 356,83 \text{ kgf} = 3499,31 \text{ N}.$$

Substituindo F na condição (9), a força tangencial calculada em 3.7.3.3:

$$F_t \leq F_{t \text{ lim}} \Leftrightarrow 2165,05 \text{ N} \leq 3499,31 \text{ N}$$

O pinhão fica validado quanto à resistência à flexão.

c) RESISTÊNCIA À PRESSÃO SUPERFICIAL

Para simplificar a apresentação dos cálculos, os fatores para o dimensionamento do pinhão à resistência à pressão superficial encontram-se compilados na Tabela 18.

Tabela 18 - Fatores para o cálculo da resistência à pressão superficial do pinhão do batente de recuo

Fatores	Valor
u	1
K_{HL}	1
Z_L	0,9
Z_R	0,95
Z_V	0,9

Z_W	1
Z_H	2,49
Z_M	60,6
Z_ε	1
Z_β	1
$K_{H\beta}$	1,1
S_H	1,15
K_V	1
K_O	1

Substituindo os parâmetros calculados na equação (12), tem-se:

$$F_{t \text{ lim}} = 115^2 \times 70 \times 30 \times 1 \times \left(\frac{1 \times 0,9 \times 0,95 \times 0,9 \times 1}{2,49 \times 60,6 \times 1 \times 1} \right)^2 \frac{1}{1,1 \times 1 \times 1} \times \frac{1}{1,15^2}.$$

$$= 585,13 \text{ kgf} \Leftrightarrow 5738,17 \text{ N}$$

Verificando que a condição (9) é cumprida, substituindo pela força calculada em 3.7.3.3, tem-se:

$$F_t \leq F_{t \text{ lim}} \Leftrightarrow 2165,05 \text{ N} \leq 5738,31 \text{ N}.$$

Logo, o sistema implementado cumpre os requisitos.

VEIO

Para este mecanismo ainda é necessário realizar a validação do veio escolhido. No subcapítulo 3.7.3.3 foi calculado que o binário do motor é de 81,19 N.m. O motor selecionado diz que o veio que o atravessa apresenta um diâmetro de 40 mm. À semelhança do enunciado em 3.6.2.2, o dimensionamento segue a mesma regra. Substituindo em (3), obtém-se:

$$\frac{I_t}{r} \geq \frac{81,19 \times 10^3}{310} = 261,90 \text{ mm}^3.$$

Aplicando (4), tem-se:

$$\frac{\pi d^3}{16} \geq 261,90 \Leftrightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 261,90}{\pi}} = 11,01 \text{ mm}.$$

O veio selecionado fica validado.

CHAVETA

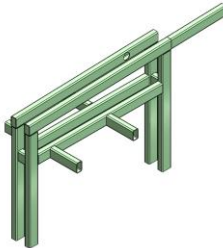
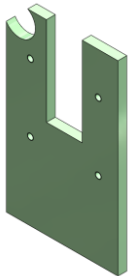
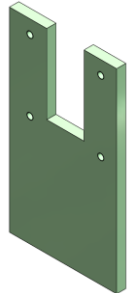
O diâmetro mínimo para o binário estabelecido deve ser de 11,01 mm. Isto verifica que o veio de secção de 40 mm cumpre os requisitos. Para a transmissão de binário do

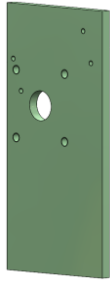
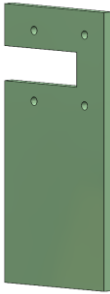
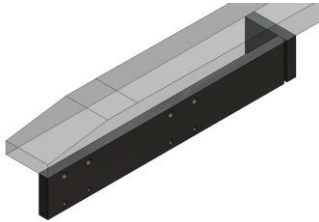
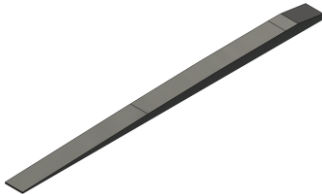

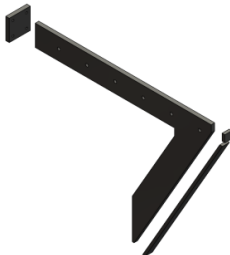
pinhão para o veio é usada uma chaveta paralela. O dimensionamento seguiu a norma ISO/R 773 [54]. Para um veio de diâmetro de 40 mm, será usada uma chaveta paralela A ISO/R 773 12x6x100 – St.

3.7.1.2 Materiais e processos de fabrico




Os materiais utilizados nestes componentes são idênticos aos descritos anteriormente no subcapítulo 3.6.2.3.

Tabela 19 - Materiais e processos de fabrico da estrutura principal e equipamentos inerentes

Designação	Componente	Material	Processo de Fabrico
Estrutura		S355	Corte dos tubos Furação Soldadura Rebarbagem
Chapa Motor_Batente		S355	Corte a laser Maquinagem
Chapa Motor_Garfo		S355	Corte a laser Maquinagem

Chapa Veio 1		S355	Corte a laser Maquinagem
Chapa Veio 2		S355	Corte a laser Maquinagem
Garfo_2 Garfo_3		34 CrNiMo 6	Corte a laser Maquinagem Soldadura
Garfo_1		34 CrNiMo 6	Maquinagem
Veio_Garfo		C 45 E	Maquinagem
Formato_Int.		S355	Corte a laser Soldadura

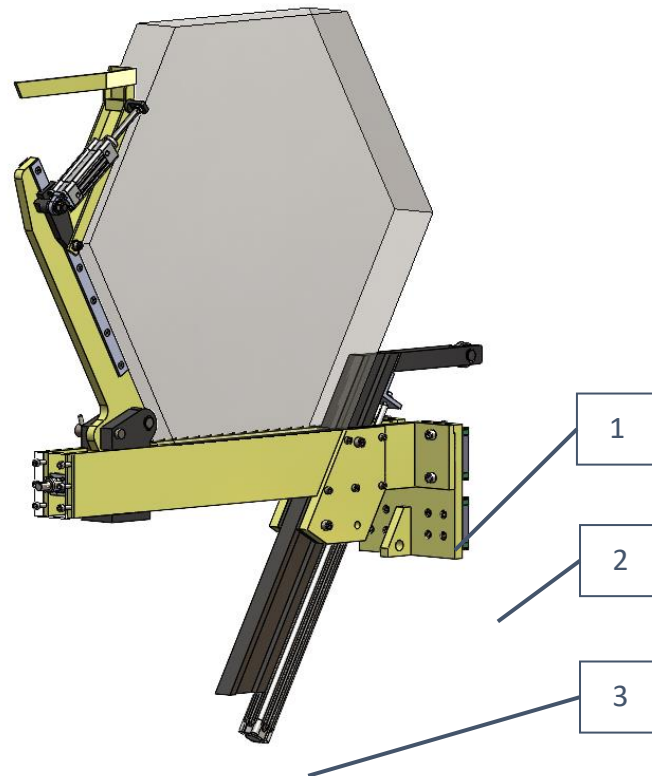
Batente_Recuo		S355	Corte a laser Maquinagem para roscagem dos furos
Batente_2		S355	Corte a laser Maquinagem para roscagem de furos.
Cubo Mola_1		C 45 E	Maquinagem
Cubo Mola_2		C 45 E	Maquinagem
Cubo_Rolamento		C 45 E	Maquinagem

Casquilho_Rolamento		Cu Sn7 Pb7 Zn3	Torneamento
Anilha_Rolamento_Batente		Cu Sn7 Pb7 Zn3	Torneamento
Batente_Fila_Contagem		S355	Corte a laser

3.7.2 Projeto do sistema de empacotamento

3.7.2.1 Descrição da solução implementada

O sistema de empacotamento é composto pelo braço do atado, responsável por garantir o formato e pelo movimento ascendente e descendente do braço para que haja deposição dos tubos.



Legenda:

- 1 – Componente estrutural do braço
- 2 – Patins
- 3 – Atuador responsável pelo movimento vertical

Figura 93 - Braço do atado

O movimento vertical desta estrutura é proporcionado por quatro patins aparafusados a uma chapa, e um *screwjack* (Figura 94). Para garantir o apoio do hexágono no lado mais perto da máquina, aplicou-se a solução de uma peça com perfil em I e um atuador pneumático fixo, de modo a empurrar a peça contra o topo da máquina à medida que o braço se move na vertical (Figura 95). Este movimento é auxiliado por duas chapas com rolamentos de leva que deslizam no interior da peça de perfil I. Este apoio apenas funciona até a metade inferior do atado esteja completa. A partir desse momento, o atuador deixa de funcionar. Deste modo, fica solucionado o problema exposto na primeira ideia explicada no subcapítulo 3.5.1.

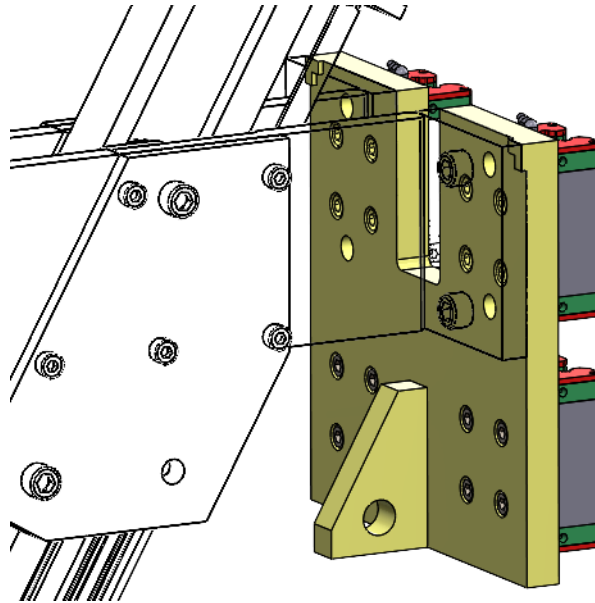


Figura 94 - Chapa para fixação dos patins e do *screwjack*

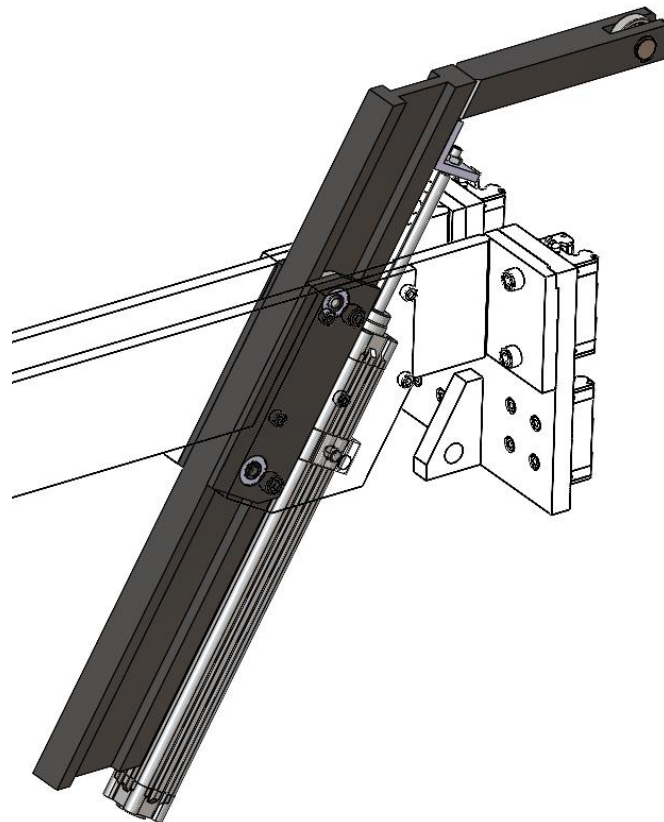


Figura 95 - Apoio do atado no lado interior da empacotadora

Do outro lado, o apoio do atado, representado na Figura 96, sabe-se que um braço pode tomar duas posições, 90° com a base do braço horizontal ou 120° , dependendo se o atado é hexagonal ou quadrado. A escolha da posição é feita manualmente através de um pino. O dimensionamento deste braço não foi efetuado, uma vez que esta solução já se encontra implementada noutras empacotadoras, encontrando-se devidamente

dimensionada. Este braço, através de um fuso roscado que o atravessa, movimenta-se ao longo do braço do atado para se adaptar ao tamanho do atado formado.

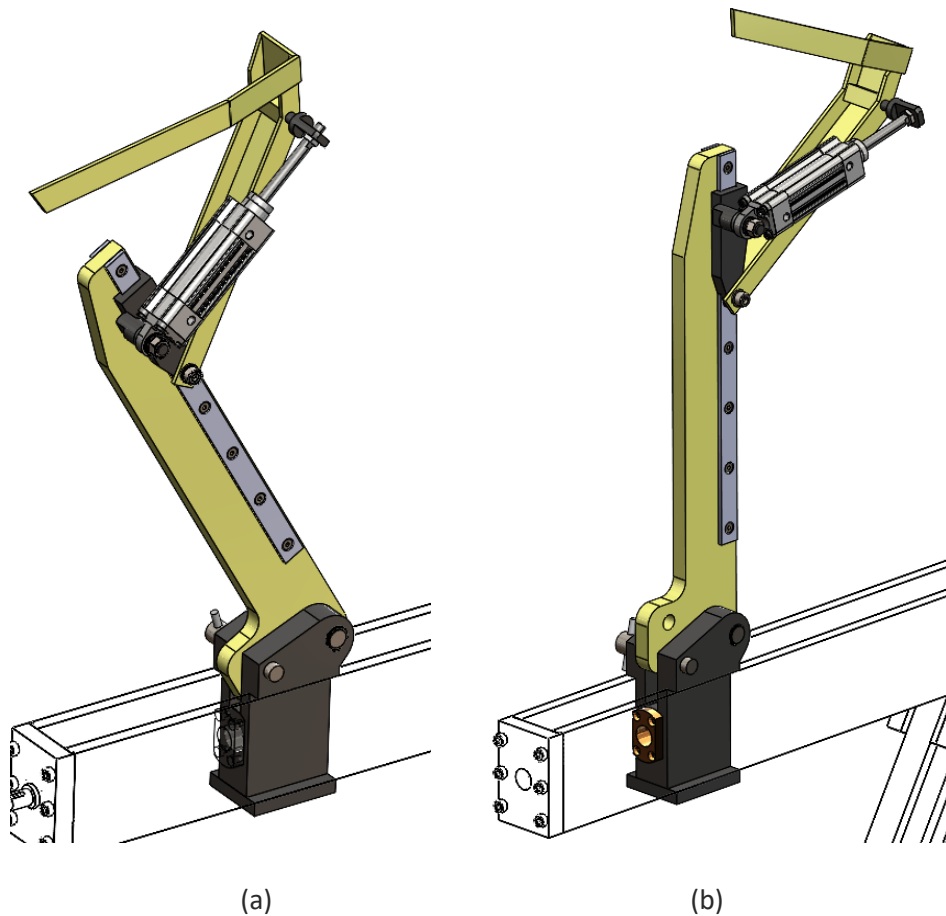


Figura 96 – (a) Apoio do atado no lado exterior da empacotadora para atados hexagonais; (b) Apoio do atado para atados quadrados

3.7.2.2 Dimensionamento

No braço de atado será necessário o dimensionamento dos seguintes componentes:

- A componente estrutural do braço (componente 1 na Figura 93);
- Os patins (componente 2 na Figura 93);
- O atuador pneumático responsável pelo movimento vertical do braço (componente 3 na Figura 93).

3.7.2.2.1 Dimensionamento da componente estrutural

Os componentes estruturais do braço foram dimensionados com recurso ao MEF. Os dados a retirar do estudo são semelhantes ao mencionado em 3.6.3.2, isto é:

- Tensões instaladas;
- Deslocamentos;
- Coeficiente de segurança.

O estudo foi feito apenas para a zona onde o atado assenta, sem ter em conta a zona de apoio lateral do mecanismo. Posto isto, se a zona de pouso do atado cumprir os requisitos, a restante estrutura também cumprirá, uma vez que vai auxiliar na distribuição do peso.

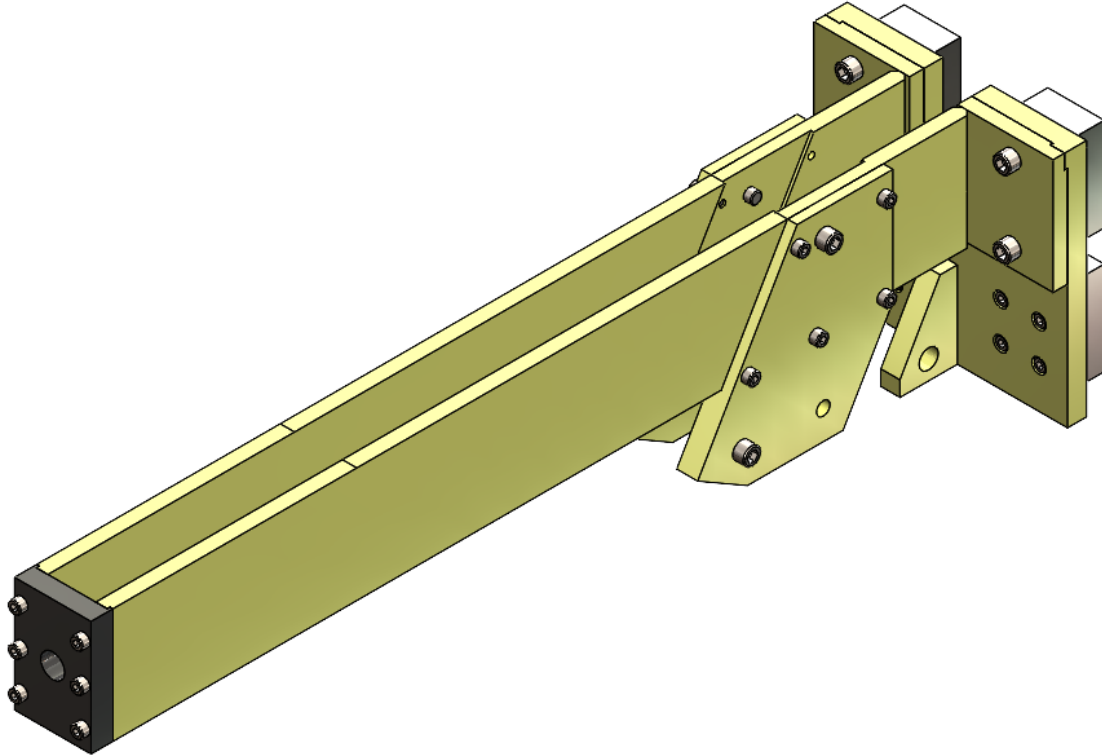


Figura 97 - Estrutura estudada por MEF

Este estudo foi realizado de forma a verificar também os parafusos selecionados, visto que são os únicos que não se encontram dependentes de componentes adjacentes, nomeadamente, patins e guias linear, que já requerem um parafuso específico. Posto isto, iniciou-se o estudo estabelecendo todos os materiais inerentes. Para este caso, apenas foi utilizado o aço S355. Para a ligação entre estruturas soldadas, estabeleceu-se os contactos como *“Bonded”* enquanto os restantes foram definidos como *“no penetration”*.

Para o avançamento, selecionaram-se na zona dos patins a função *“Roller/Slider”* (Figura 98) e na zona de fixação do *screwjack* a função de *“Fixed Hinge”* (Figura 99).

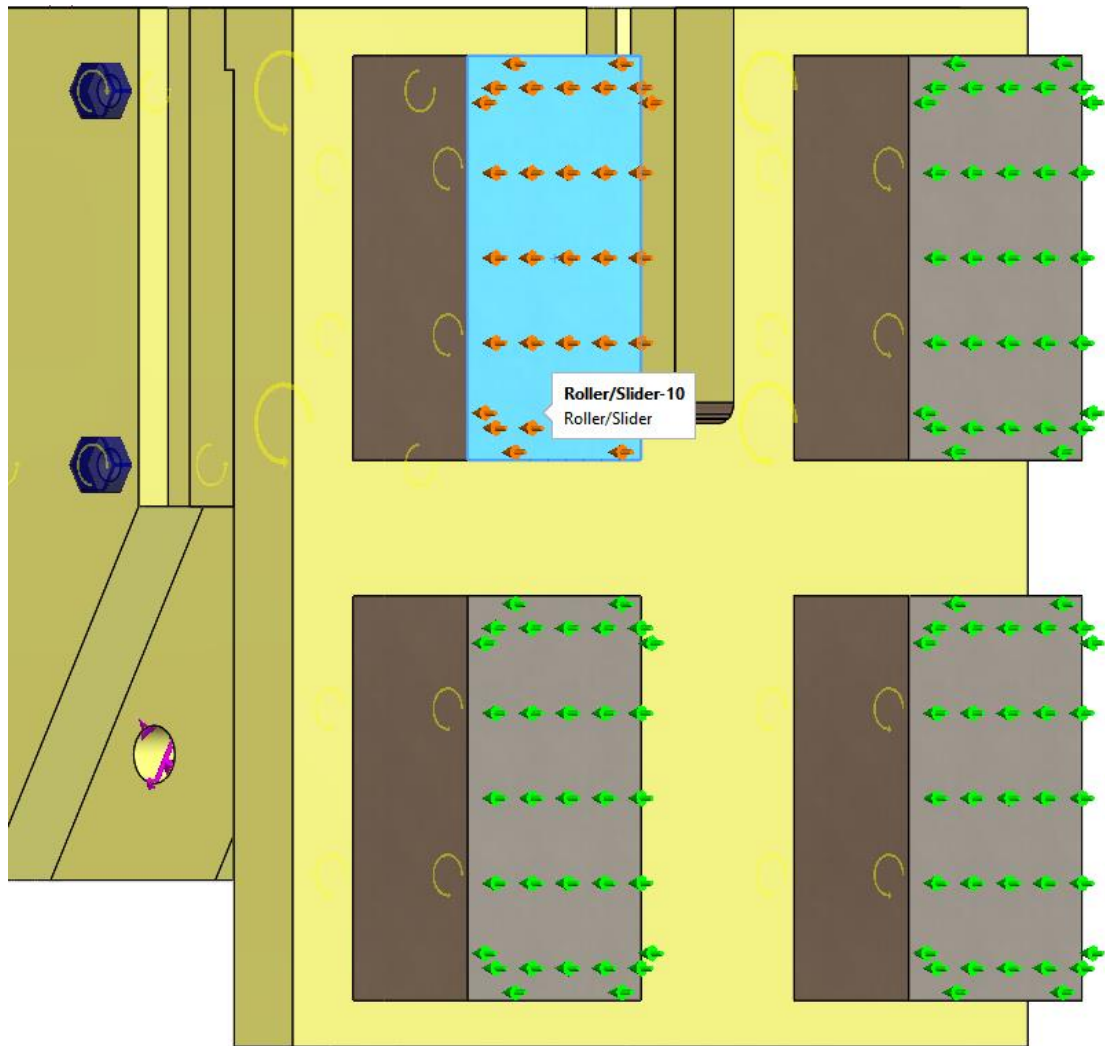


Figura 98 - Atribuição do atravancamento "Roller/Slider" na zona dos patins

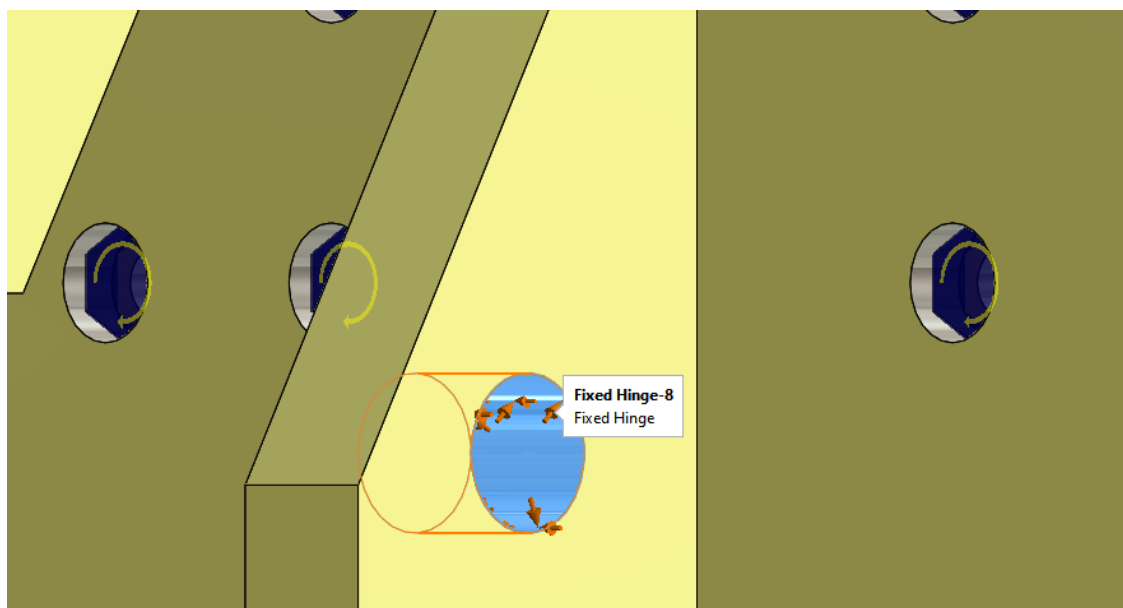


Figura 99 - Atribuição de "Fixed Hinge" na zona de fixação do screwjack

As cargas foram estabelecidas na zona onde pousa o atado com uma carga total de 6000 N (Figura 100). Ainda na zona de fixação do atuador pneumático foi aplicada a força de avanço que este provoca, no valor de 500 N (Figura 101).

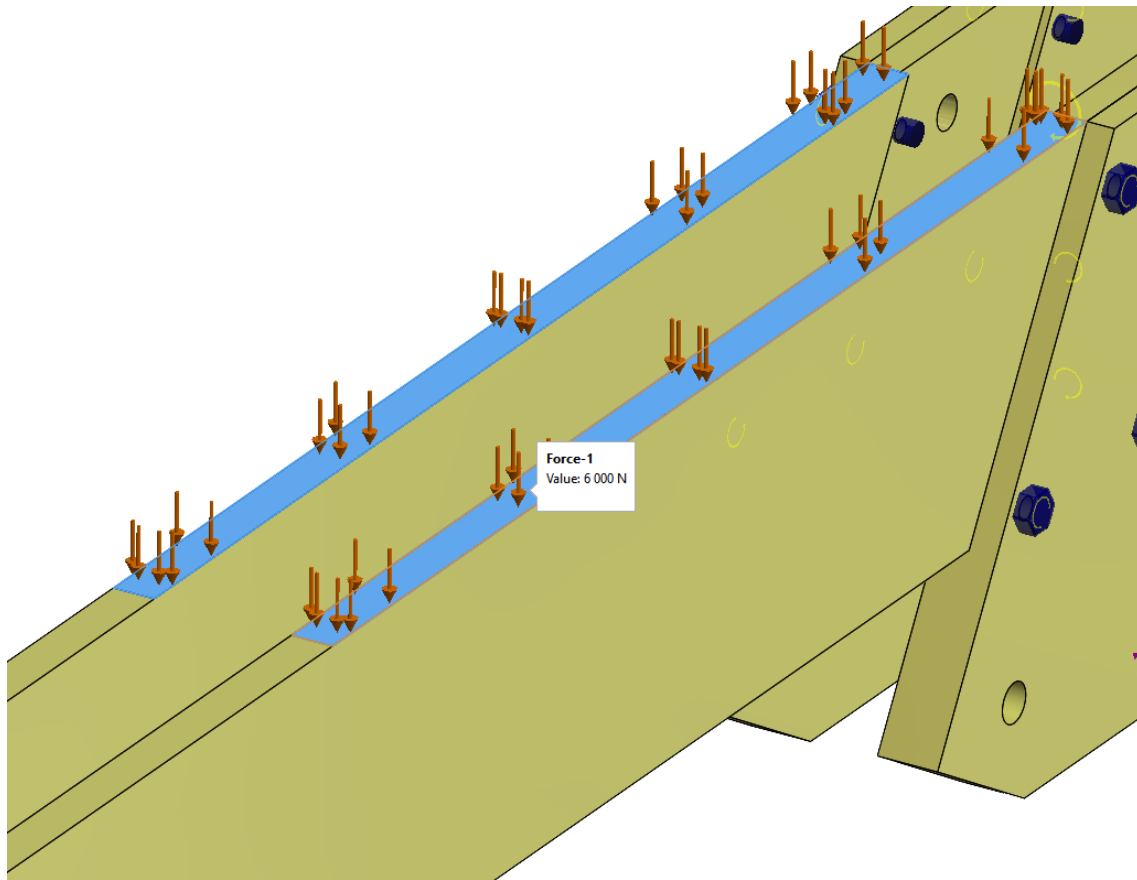


Figura 100 - Aplicação da carga correspondente ao atado

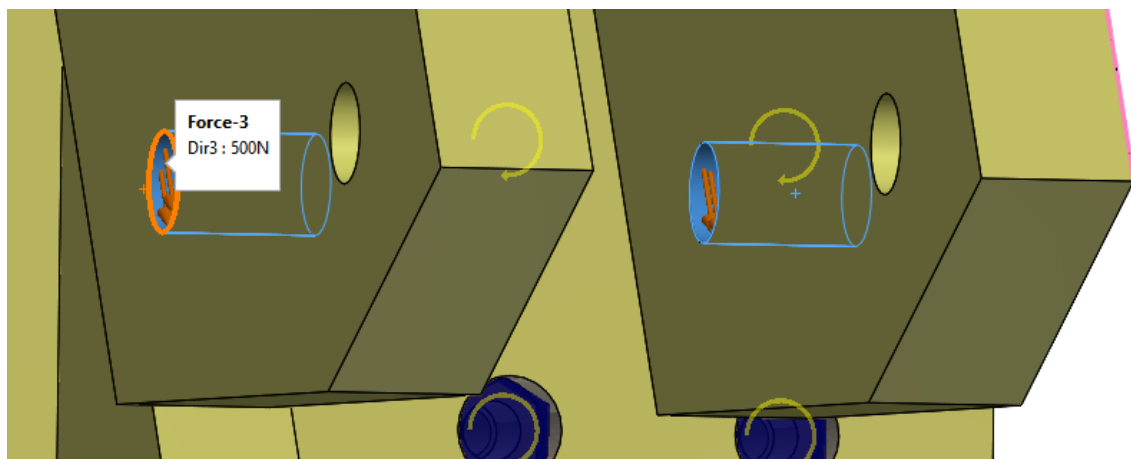


Figura 101 - Aplicação da força provocada pelo atuador pneumático

Para a definição dos parafusos recorreu-se à função *"bolt"* que permitem, conforme o diâmetro do furo pré-dimensionado, simular o parafuso correspondente, apenas estabelecendo a área efetiva de cada um e a pré-carga. Deste modo, aquando da

simulação, é possível fazer uma verificação dos parafusos e confirmar se estes aguentam as solicitações impostas (Figura 102).

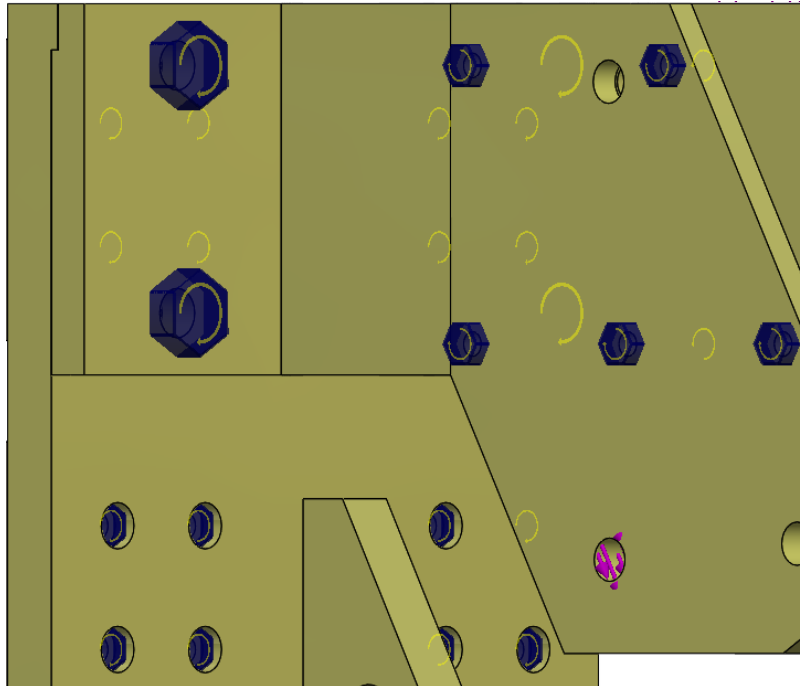


Figura 102 - Representação dos parafusos selecionados

Na definição da malha foi selecionada uma malha com refinamento intermédio, do tipo *mixed*, com a opção *“curvature-based mesh”*, podendo-se verificar a representação da malha na Figura 103. O tamanho máximo dos elementos ficou definido com 40 mm e o tamanho mínimo com 8 mm, com 8 elementos por círculo e um rácio de crescimento de 1.4 mm. As propriedades da malha podem ser observadas na Figura 104.

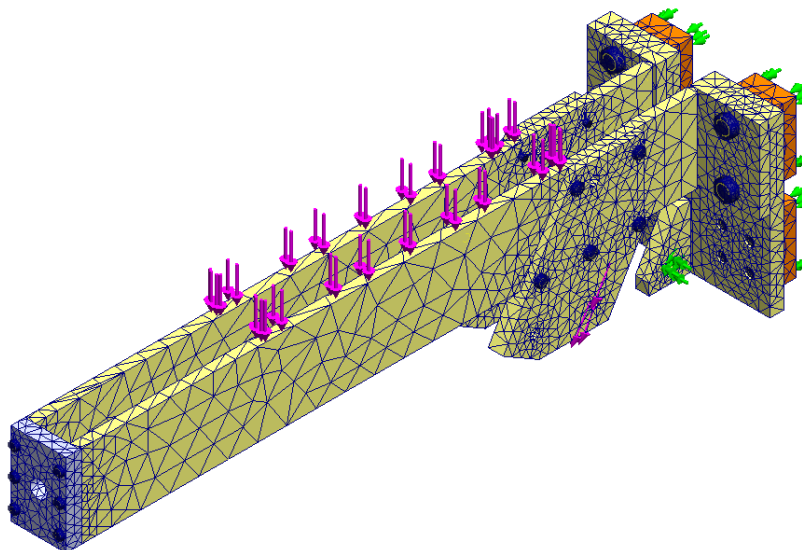


Figura 103 - Representação a malha definida no estudo do braço do atado

Mesh Details	
Study name	Static 1 (-Default-)
Mesh type	Mixed Mesh
Mesher Used	Curvature-based mesh
Jacobian points for High quality mesh	4 points
Jacobian check for shell	On
Max Element Size	40,2435 mm
Min Element Size	8,04871 mm
Mesh quality	High
Total nodes	58658
Total elements	32392
Remesh failed parts independently	On

Figura 104 - Propriedades da malha selecionada

Pela análise de tensões, retira-se que a tensão máxima de von Mises instalada tem o valor de $4,602 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ na zona do parafuso da extremidade. Pode afirmar-se que este valor corresponde à concentração de tensões devido à geometria. No entanto, é possível verificar que toda a estrutura está dentro do valor admissível, dado que, pelo coeficiente de segurança, para o valor de maior tensão, é menor que 1, enquanto o resto do componente é superior a 3, podendo validar-se o braço.

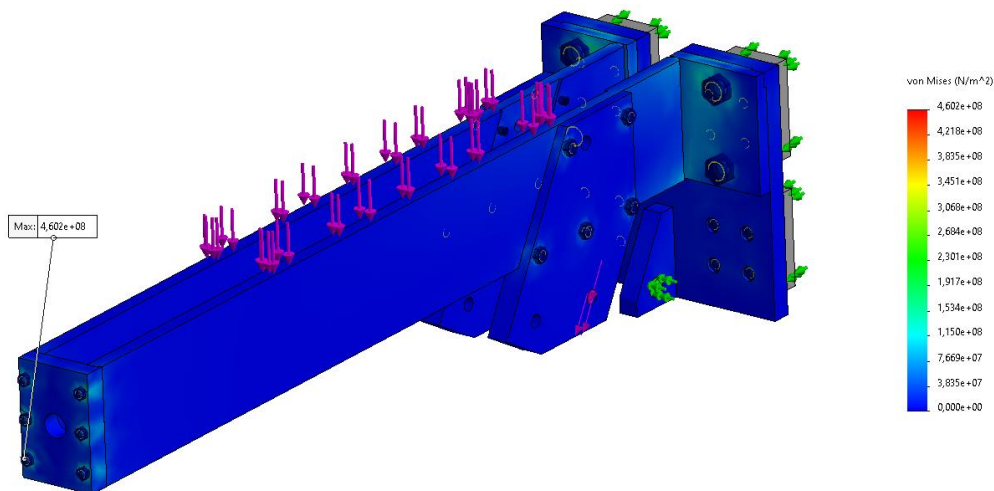


Figura 105 - Representação das tensões instaladas

No que diz respeito ao deslocamento resultante (Figura 106), verifica-se que o valor máximo se encontra na extremidade do braço com um valor simbólico de 1,913 mm.

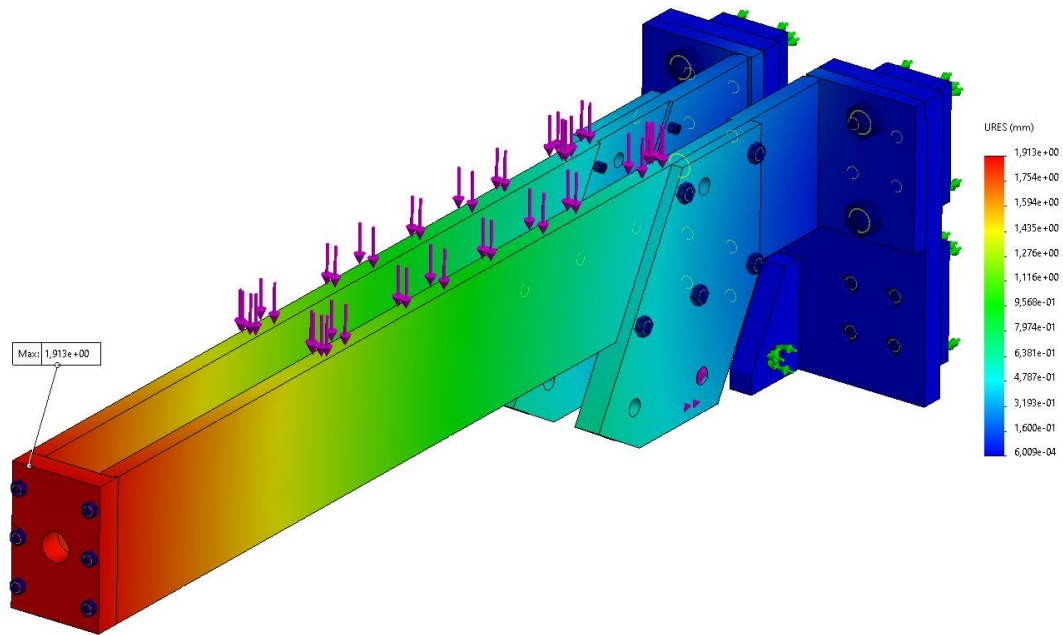


Figura 106 - Representação do valor de deslocamento da estrutura

Relativamente à análise do fator de segurança (Figura 107), e assumindo um valor máximo de 3, toda a estrutura se encontra neste valor, à exceção da zona dos furos, onde a concentração de tensões é maior.

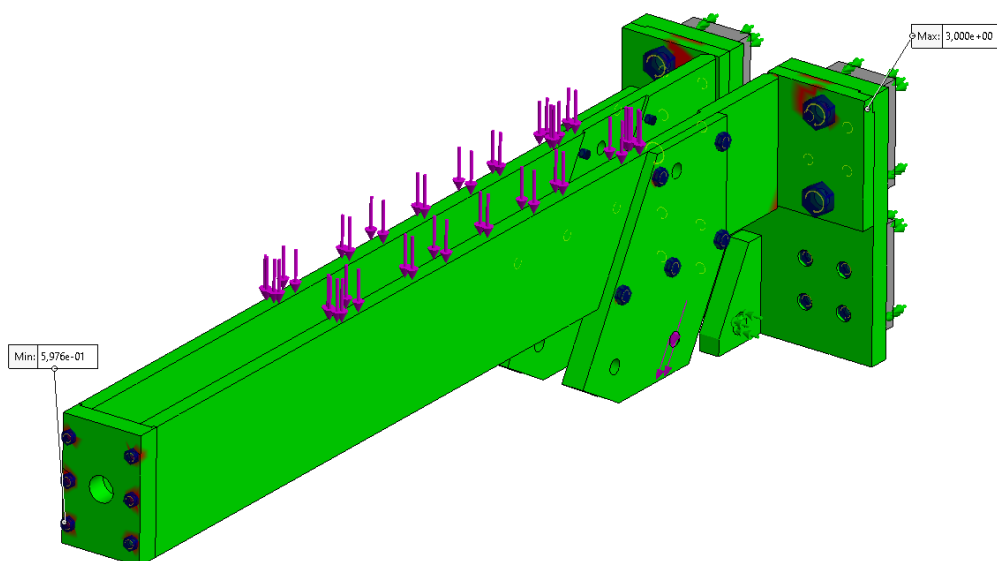


Figura 107 - Representação do coeficiente de segurança

A validação dos parafusos pode ser feita através deste estudo através do *plot "Pin/Bolt Check"* (Figura 108), onde é feita a descrição dos parafusos que merecem, ou não, atenção. Neste caso, verifica-se a validação de todos os parafusos, ficando assim validado o pré-dimensionamento.

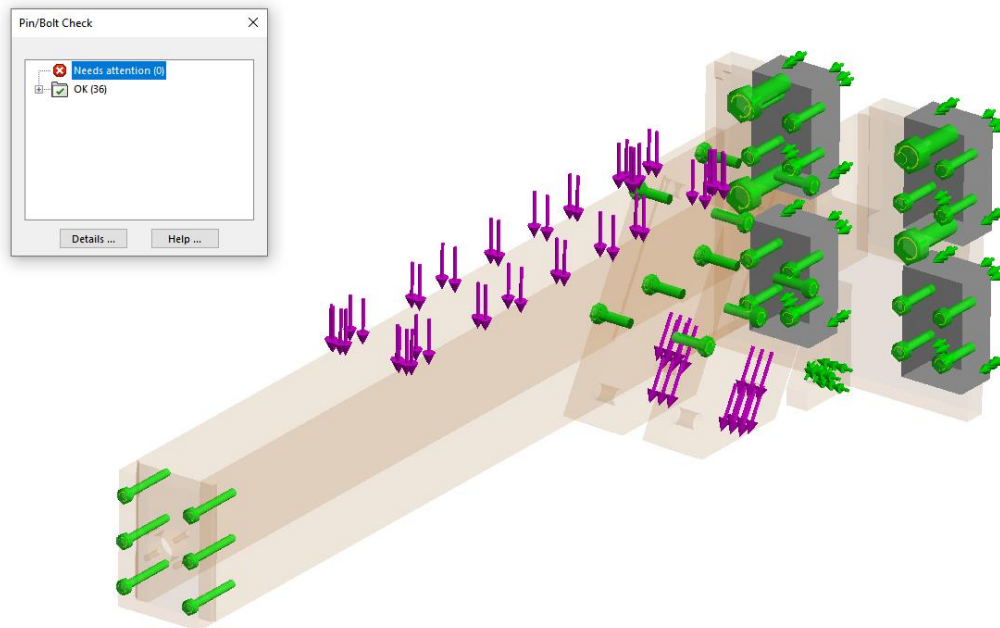


Figura 108 - Validação dos parafusos selecionados

3.7.2.2.2 Dimensionamento do screwjack

Tendo como referência produtos da marca *ZIMM*, verificou-se que o dimensionamento do *screwjack* toma por base a encurvadura de Euler. Mediante a carga imposta e a distância a percorrer pelo braço, é possível definir o diâmetro do fuso a usar e, conseqüentemente, a caixa do *screwjack*. Pelo catálogo da *ZIMM*, a atravancamento do *screwjack*, segue o segundo caso de *Euler*.

Recorrendo às equações (14) e (15):

$$I = \frac{F \times v \times L^2}{\pi^2 \times E}, \quad (14)$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{I \times 64}{\pi}} \quad (15)$$

em que:

I – Momento de inércia [mm⁴];

F – Carga máxima aplicada [N];

v – fator de segurança;

L – comprimento do fuso [mm];

E – Módulo de elasticidade do aço [N/mm²];

$$I = \frac{6000 \times 3 \times 560^2}{\pi^2 \times 210000} = 2723,513 \text{ mm}^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{2723,513 \times 64}{\pi}} \approx 15,35 \text{ mm.}$$

O diâmetro mínimo da haste do *screwjack* é de aproximadamente 15,35 mm. Através da Tabela 20, o *screwjack* necessário será um Z-25.

Tabela 20 - Diâmetro dos fusos, retirado de [51]

	GSZ-2	Z-5	Z-10	Z-25	Z-35/50	Z-50/Tr50	Z-100
Trapezoidal screw Tr	16x4	18x4	20x4	30x6	40x7	50x8	55x9
Core Ø in mm (minimum)	10.9	12.9	14.9	22.1	31.0	39.8	43.6

3.7.2.2.3 Dimensionamento dos patins

Tomando como referência o procedimento aplicado explicado no subcapítulo 3.6.3.2.2 para o dimensionamento de patins, o método é o mesmo. Para este caso, foram pré-dimensionados patins de tamanho 30 mm, tendo sido tomada como referência aplicações anteriores de equipamentos da empresa.

Desta vez, o método a utilizar segue o exemplo da Figura 109, em que a aplicação da carga segue o exemplificado.

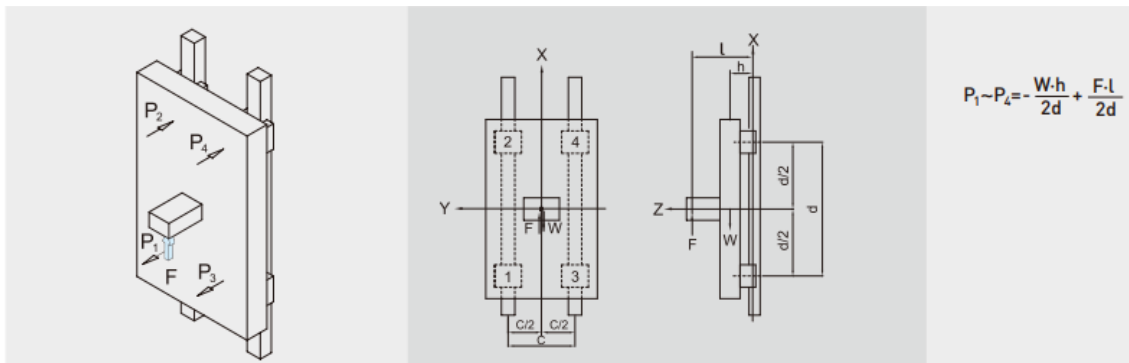


Figura 109 - Exemplo de cálculo dos patins, retirado de [56]

Recorrendo à equação (16):

$$P_1 = \frac{W \cdot h}{2d} + \frac{F \cdot l}{2d}. \quad (16)$$

Substituindo na equação (16), resulta:

$$P_1 = \frac{450 \times 0,04}{20 \times 0,130} + \frac{2700 \times 0,500}{2 \times 0,130} = 5\,199,23 \text{ N.}$$

Aplicando a mesma regra que anteriormente para a determinação da carga estática, substitui-se o valor de carga obtido na equação (6) considerando um coeficiente de segurança de 2 para contemplar perdas.

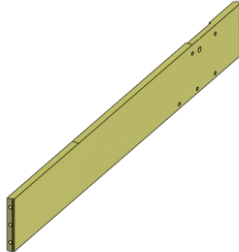
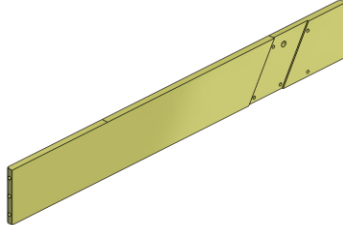
$$C_0 = 5\,199,23 \times 1,5 = 10\,398,46 \text{ N.}$$

Analisando a Figura 76, verifica-se que, para o patim previamente selecionado, a carga estática admissível é superior à calculada. Deste modo, os patins selecionados ficam validados.

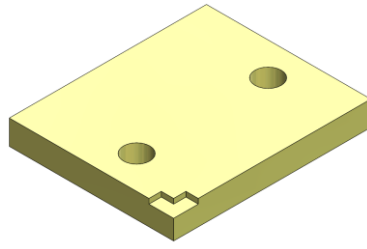
3.7.2.3 Materiais e processos de fabrico

Os materiais utilizados para este mecanismo vão de encontro ao procedimento descrito no subcapítulo 3.7.1.2, acrescentando o Nylon. A seleção deste material deve-se ao facto da peça designada por Ângulo_3 apresentada na Tabela 21, onde estão fixos os rolamentos, estar em deslizamento com o braço do atado. A utilização de um material diferente reduz a fricção e eventual desgaste ou gripagem.

Tabela 21 - Materiais e processos de fabrico do braço do atado

Designação	Componente	Material	Processo de Fabrico
Braço_8		S355	Corte a laser; Maquinagem.
Braço_1		S355	Corte a laser; Maquinagem.

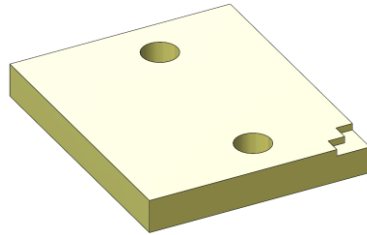
Braço_6



S355

Corte a laser;
Maquinagem.

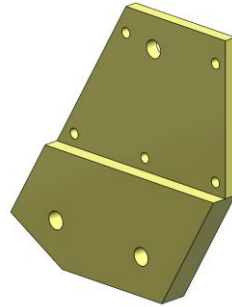
Braço_3



S355

Corte a laser;
Maquinagem.

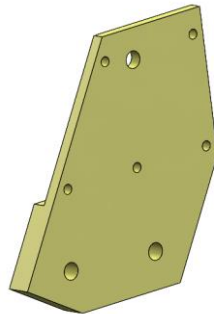
Braço_2



S355

Corte a laser;
Maquinagem.

Braço_7



S355

Corte a laser;
Maquinagem.

Braço_9



C 45 E

Maquinagem

Braço_4		S355	Corte a laser; Maquinagem.
Posição_14		C 45 E	Maquinagem
Posição_8		S355	Corte a laser; Maquinagem.
Posição_4		S355	Corte a laser; Soldadura
Posição_5		C 45 E	Maquinagem
Posição_6		C 45 E	Maquinagem

Posição_3		C 45 E	Maquinagem
Ângulo		C 45 E	Maquinagem Soldadura
Ângulo_3		Nylon	Maquinagem

3.7.3 Projeto do sistema de acionamento

O sistema é composto no total, por dez motores. No entanto, é só necessário o cálculo de quatro, uma vez que um deles é repetido seis vezes pelos rolos de alinhamento da empacotadora. De modo a distribuir os binários e conseqüentemente, a necessidade de motores mais reduzidos, bem como garantir o sincronismo dos mesmos componentes em diferentes módulos, optou-se pela colocação dos motores no módulo central da máquina. Posto isto, é necessário calcular:

- Motor dos *screwjacks*, responsável pelo acionamento dos *screwjacks* nos movimentos ascendente e descendente do atado;
- Motor dos garfos, encarregue do acionamento dos garfos de entrega;
- Motor de suporte, responsável pelo movimento do batente que suporta os tubos no recuo do garfo;
- Motor do doseador, que permite o sincronismo na rotação dos braços que empurram os tubos para a estrutura principal da empacotadora;
- Motor dos rolos, que se repetirá seis vezes, dado que não é necessário sincronismo no movimento.

O método de seleção dos motores foi transversal a todos. Com o auxílio do *software* da *NORD*, é apenas necessário o cálculo do momento tursor e da velocidade angular. Estas são as entradas a introduzir no sistema que devolve a potência do motor a utilizar.

3.7.3.1 Motor dos *screwjacks*

O motor selecionado para o acionamento dos *screwjacks* é elétrico trifásico com duas entradas, de modo a localizar o motor no centro da máquina para distribuição do binário.

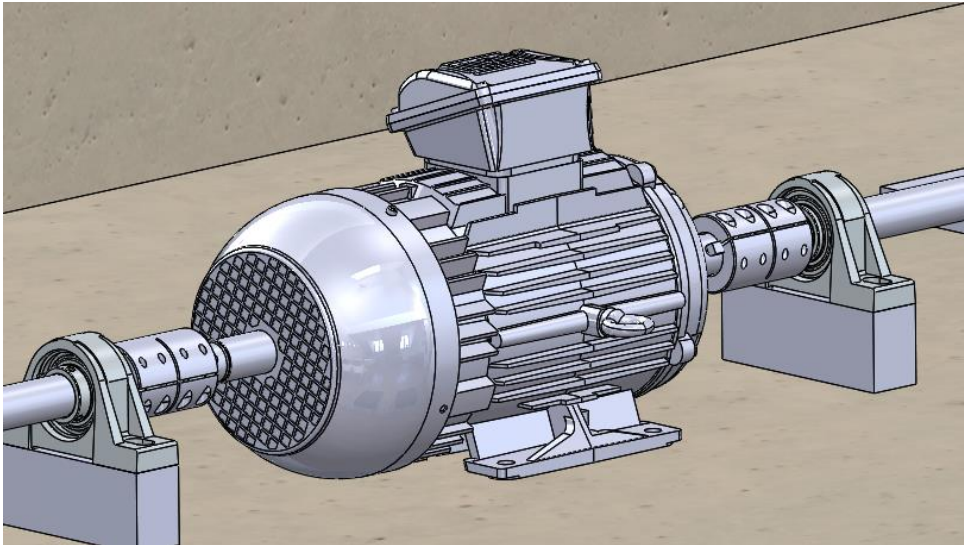


Figura 110 - Motor para acionamento dos *screwjacks*

Acompanhando os cálculos para a seleção dos *screwjacks*, o catálogo da *ZIMM* apresenta métodos para a determinação do motor a utilizar. O catálogo estipula que, para um único *screwjack*, o momento tursor do motor é calculado por:

$$M_G = \frac{F \times P}{2 \times \pi \times \eta_{gearbox} \times \eta_{screw} \times i} + M_L, \quad (17)$$

$$P_M = \frac{M_G \times n}{9550} \quad (18)$$

em que:

M_G – momento tursor necessário para um *screwjack* [*N.m*];

F – carga dinâmica [*kN*];

$\eta_{gearbox}$ – rendimento da caixa sem fuso;

η_{screw} – rendimento do fuso;

M_L – momento tursor de marcha lenta [*N.m*];

i – relação de transmissão;

P – passo do fuso [mm];

n – velocidade angular [rpm];

P_M – Potência do motor [kW].

Substituindo nas equações (17), tem-se que:

$$M_G = \frac{6 \times 6}{2 \times \pi \times 0,87 \times 0,391 \times 6} + 0,36 = 3,167 \text{ N.m.}$$

$$P_M = \frac{3,167 \times 1500}{9550} = 0,4975 \text{ kW.}$$

Aplicando um coeficiente de segurança de 1,5:

$$0,4975 \times 1,5 = 0,7462 \text{ kW.}$$

Para seis *screwjacks*:

$$M_R = M_G \times 6,1, \quad (19)$$

em que:

M_R momento tórsor para o sistema completo [kW].

$$M_R = 3,167 \times 6,1 = 19,3187 \text{ N.m.}$$

Da Figura 111, com o valor do momento tórsor, determina-se a potência do motor necessária para este sistema, concluindo-se que deverá ser um motor de 3 kW.

Standard three-phase motors (asynchronous)										Voltage ranges			
No-load speed~1500 rpm (other speeds on request)										220 - 240 V Δ 50 Hz		380 - 415 V Y 50 Hz	
230/400 V Δ 50 Hz, S1 or S3-75%, ISO F										380 - 415 V Δ 50 Hz		660 - 690 V Y 50 Hz	
Three-phase AC motors: IP 55													
Three-phase AC motors with brakes: IP 54													
Frame size	Power	Rated speed	Rated torque	Rated current at 400 V	for direct-on-line starting		Breakdown torque to rated torque	Moment of inertia J	Efficiency (at 100% load)	Power factor (at 100% load)	Weight without brake	Weight with brake	
					Starting current to rated current	Starting torque to rated torque							
IEC	kW	rpm	Nm	A	I_s/I_N	M_s/M_N	M_k/M_N	approx. kgm ²	η %	cos	approx. kg	approx. kg	
56	0.09	1300	0.66	0.35	2.5	1.8	2.0	0.0002	50.0	0.76	2.7	4.0	
63	0.18	1330	1.30	0.65	2.3	1.9	1.9	0.0003	58.0	0.70	4.1	6.0	
63	0.25*	1340	1.81	0.94	2.2	1.7	2.5	0.0004	60.0	0.76	4.2	6.5	
71	0.37	1360	2.60	1.2	2.8	2.0	2.0	0.0008	63.0	0.70	6.0	8.0	
71	0.75*	1370	5.33	2.1	2.9	2.1	2.4	0.0012	69.0	0.78	8.3	10.3	
80	0.75	1410	5.10	2.0	4.5	2.2	2.8	0.0020	70.0	0.70	9.3	13.0	
80	1.5*	1390	10.4	3.4	4.1	3.2	3.2	0.0026	72.0	0.70	11.5	15.2	
90L	1.5	1410	10.3	3.7	4.9	3.0	3.0	0.0032	79.0	0.74	14.4	18.0	
90L	2.2*	1400	15.2	5.2	4.5	2.7	2.7	0.0039	78.0	0.81	17.5	21.1	
100L	2.2	1420	14.8	5.3	4.0	2.3	2.7	0.0046	83.0	0.74	19.2	25.5	
100L	3.0	1410	20.3	6.7	3.9	2.3	2.5	0.0056	82.0	0.79	22.4	28.0	
100L	4.0*	1420	27.0	8.9	4.0	2.2	2.2	0.0065	81.0	0.82	26.3	31.9	
112M	4.0	1440	27.0	9.4	3.3	2.5	2.9	0.0133	83.0	0.75	30.4	38.0	
112M	5.5*	1440	36.4	11.7	3.9	2.1	2.3	0.0139	84.0	0.83	33.0	40.6	
132S	5.5	1440	36.0	12.0	5.8	3.0	3.0	0.0224	83.0	0.80	41.9	56.0	
132M	7.5	1440	50.0	15.4	6.8	3.1	3.1	0.0293	86.0	0.82	51.0	66.0	

Figura 111 - Tabela para seleção do motor dos *screwjacks*, retirado de [51]

3.7.3.2 Motoredutor dos garfos

O motoredutor selecionado para os garfos foi um de eixos paralelos de engrenagens helicoidais, representado na Figura 112. Este tipo de motor proporciona uma gama

muito larga de razões de transmissão. Este motor vai localizar-se no módulo central do equipamento de modo a distribuir os binários, permitindo a utilização de um motor de dimensão reduzida.

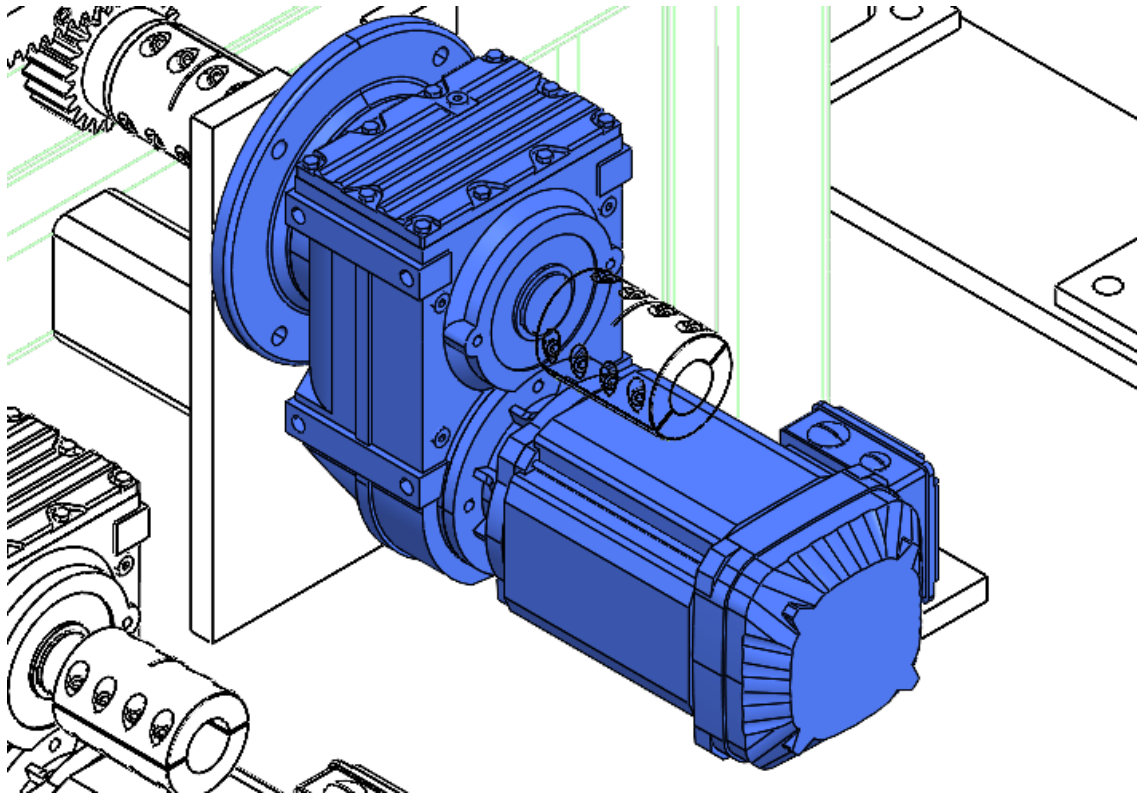


Figura 112 - Motor para acionamento dos garfos

A determinação do motor contempla duas componentes, a velocidade angular e o momento torsor.

O cálculo do momento torsor depende das forças que estão a atuar, sendo necessária a imposição de alguns requisitos considerando o pior caso possível, ou seja, uma força pontual com a mesma intensidade do atado completo na extremidade do garfo:

- Diâmetro dos tubos = 323,9 mm;
- Número de tubos da fileira = 2;
- Comprimento dos tubos = 12 m;
- Massa linear = 96 kg/m:

Sabe-se que:

$$m = 96 \times 12 \times 2 = 2304 \text{ kg}$$

$$P = 2304 \times 10 = 23040 \text{ N}$$

Dividindo a carga pelos módulos:

$$23040 \div 6 = 3840 \text{ N.}$$

As forças que estão a atuar neste conjunto são:

- Força de atrito dos patins;
- Força de atrito entre os tubos e o garfo;
- Força provocada pelo peso dos tubos.

Força de atrito dos patins

Do catálogo da *HIWIN* retira-se que o coeficiente de atrito de cada patim é de 0,004. A força de atrito provocada por um patim é calculada da seguinte maneira:

$$F_{ap} = \mu_s \cdot N; \quad (20)$$

em que:

- F_{ap} força de atrito dos patins [N];
 μ_s atrito estático dos patins;
 N componente normal com a mesma amplitude que o peso [N].

Substituindo em (20), obtém-se para um módulo com quatro patins:

$$F_a = 0,004 \times 3840 \times 4 = 61,44 \text{ N.}$$

Para 24 patins tem-se que:

$$61,44 \times 6 = 368,64 \text{ N.}$$

Força de atrito dos tubos com o garfo

A força de atrito dos tubos com o garfo é de rolamento. O cálculo para esta força é dado pela expressão [60]:

$$F_R = \frac{f \cdot F_N}{r}, \quad (21)$$

em que:

- F_R Força de atrito de rolamento [N];
 f Coeficiente de atrito rolante;
 F_N Força normal [N];
 r Raio [mm].

Deste modo, resulta:

$$F_R = \frac{0,05 \cdot 3840}{323,9/2} = 1,185 \text{ N.}$$

Multiplicando pelo número total de garfos:

$$1,185 \times 6 = 7,113 \text{ N.}$$

Força provocada pelo peso dos tubos

A força provocada pelos tubos é calculada pela 2ª Lei de Newton:

$$F = m \cdot a. \quad (22)$$

Para a determinação da aceleração, considerou-se que o garfo apresenta um movimento uniformemente acelerado, depois constante e, de seguida, uniformemente retardado. Este movimento decorre ao longo de 3 segundos, valor de referência retirado de empacotadoras já existentes.

Deste modo, ficam definidos os requisitos para cálculo da aceleração:

- O garfo percorre 1,20 m;
- O tempo de movimento é de 3 s.

É possível calcular a velocidade, sendo descrita por:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (23)$$

$$V_m = \frac{1,2}{3} = 0,4 \text{ m/s.}$$

Definindo que o movimento uniformemente acelerado decorre nos primeiros 0,6 m do percurso graças à presença de um variador de velocidade, é possível descobrir o tempo que demora a percorrer esse espaço:

$$0,4 = \frac{0 - 0,15}{0 - t} \Leftrightarrow t = 0,3755 \text{ s.}$$

Com isto é possível determinar a aceleração, dado que:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (24)$$

$$a = \frac{0 - 0,4}{0 - 0,3755} = 1,067 \text{ m/s}^2.$$

Substituindo em (22):

$$F = 384 \times 1,067 = 409,728 \text{ N.}$$

Multiplicando pelo número total de módulos:

$$409,728 \times 6 = 2458,368 \text{ N.}$$

Somando as três forças verifica-se que a força total a movimentar é 2834,12 N. Para o cálculo do momento tissor utilizou-se a expressão (25).

$$M = F_t \cdot r; \quad (25)$$

onde:

F_t força tangencial no pinhão;

r raio do pinhão.

É considerada apenas a força tangencial uma vez que é a componente útil na transmissão do momento tissor [61]. A força tangencial é dada por:

$$F_t = F \cdot \cos \theta; \quad (26)$$

em que:

$$F = 4712,89 \text{ N};$$

θ ângulo de pressão 20°.

Logo:

$$F_t = 2834,12 \times \cos 20^\circ = 2663,2 \text{ N}.$$

Substituindo em (25), o momento tissor é:

$$M = 2663,2 \times 0,05 = 133,16 \text{ N.m}.$$

Considerando um coeficiente de segurança de 1,5, para perdas desconhecidas, tem-se:

$$M = 133,16 \times 1,5 = 199,74 \text{ N.m}.$$

A velocidade angular é calculada com a expressão (27) [60]:

$$v = d \cdot \pi \cdot n, \quad (27)$$

onde:

v velocidade média calculada anteriormente, mas em m/min , logo $v = 24 \text{ m/min}$;

d diâmetro primitivo do pinhão 0,1 m;

n número de rotações, [1/min].

Substituindo em (27),

$$n = \frac{24}{0,1 \times \pi} = 76,39 \text{ rpm}.$$

Calculados o momento torsor e a velocidade angular, através do *software* da *NORD*, inserindo estas variáveis (Figura 113), a potência do motoredutor a usar é de 2,2 kW (Figura 114).

Intervalo de rotação de saída [rpm]

76 ✓ +/- 7,6 ✓

Fator de serviço

1 ✓

Torque de saída [Nm]

200 ✓

Figura 113 - Variáveis para a seleção do motor dos garfos

Tipo de Accionamento	Designação	Eficiência	P ₁ [kW]	n ₂ [rpm]	M ₂ [Nm]	g _F
► Redutores de eixos paralelos BLOCK	SK 2282-APAB 100LP/4	IE3	2.2	79	266	1.8

Figura 114 - Motoredutor selecionado para os garfos

3.7.3.3 Motoredutor de recuo

O motor selecionado para o batente de recuo é do mesmo tipo do motor para os garfos (Figura 115).

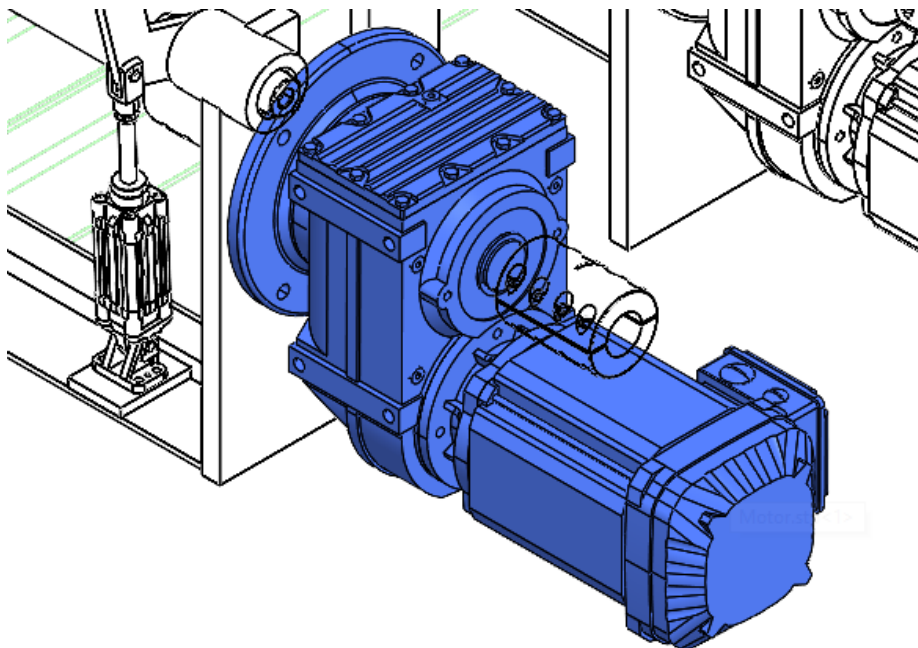


Figura 115 - Motor para os batentes de recuo

Para o motor de recuo que aciona o batente que impede que os tubos recuo junto com o garfo, é necessário ter em conta a força de atrito dos tubos sobre garfo. Com auxílio ao diagrama representado na Figura 116.

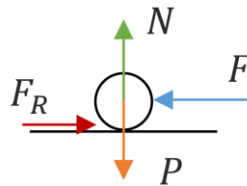


Figura 116 - Diagrama de forças do batente de recuo

A nomenclatura usada na Figura 116 é a seguinte:

F – Força necessária para segurar o tubo [N];

P – Peso do tubo [N];

N – Normal [N];

F_R – Força de atrito estático [N].

A força exercida pelos tubos é dada pelo peso dos tubos, sendo este igual ao enunciado anteriormente:

$$P = 2304 \times 10 = 23040 \text{ N.}$$

A força de atrito é dada pela equação (20), sendo:

$$F_a = 23040 \times 0.10 = 2304 \text{ N.}$$

Pela soma das forças, verifica-se que a força a exercer para impedir o movimento dos tubos tem de ser igual ou superior à força de atrito.

O momento torsor é calculado à semelhança do apresentado para o motor dos garfos, apenas variando o raio. O pinhão utilizado neste mecanismo tem módulo de 3 mm e 25 dentes. O raio é de 3,75 mm.

Considerando apenas a força tangencial e substituindo na equação (26):

$$F_t = 2304 \times \cos 20^\circ = 2165,05 \text{ N.}$$

Recorrendo à equação (25), obtém-se:

$$M = 2165,05 \times 0,0375 = 81,19 \text{ N. m.}$$

Para calcular a velocidade angular, utiliza-se a expressão (27) e considerando a mesma velocidade calculada para o movimento do garfo:

$$n = \frac{24}{0,075 \times \pi} = 101,86 \text{ rpm.}$$

Através do *software* da *NORD*, inserindo-se as variáveis (Figura 117), o motoredutor devolvido é 1,5 kW (Figura 118).

Intervalo de rotação de saída [rpm]

101 ✓ +/- 10,1 ✓

Fator de serviço

1 ✓

Torque de saída [Nm]

82 ✓

Figura 117 - Variáveis para a seleção do motor do batente de recuo

Tipo de Accionamento	Designação	Eficiência	P ₁ [kW]	n ₂ [rpm]	M ₂ [Nm]	s _F
► Redutores de eixos paralelos BLOCK	SK 0282.1-90LP/4	IE3	1.5	99	145	1.4

Figura 118 - Motoredutor devolvido para o batente de recuo

3.7.3.4 Motoredutor do doseador

Sabendo que o braço tem de ter capacidade de empurrar o tubo que esteja no rolo, o cálculo é feito para o pior caso possível, que seria um tubo de diâmetro de 323,9 mm e um peso arredondado de 1200 kg. O motoredutor selecionado (Figura 119) é do mesmo tipo dos motoredutores para os garfos e para os batentes de recuo.

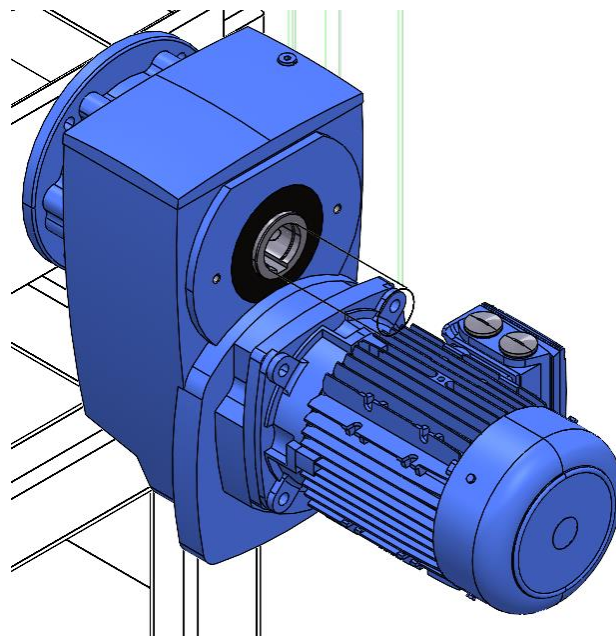


Figura 119 - Motoredutor para o doseador

Pode ser elaborado um diagrama de corpo livre (Figura 120) para auxílio na realização dos cálculos.

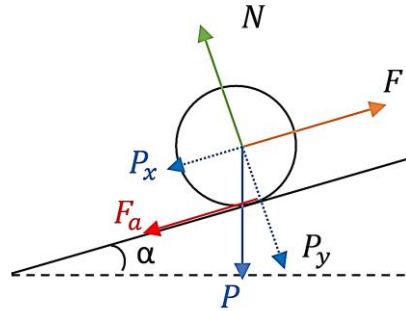


Figura 120 - Diagrama de corpo livre do tubo no rolo para cálculo do motor

Em que a nomenclatura é definida por:

- F – Força necessária para movimentar o tubo [N];
- P – Peso do tubo [N];
- P_x – Componente em x do peso [N];
- P_y – Componente em y do peso [N];
- N – Normal [N];
- F_a – Força de atrito [N].

Por outro lado, sabe-se que:

$$\begin{aligned} \alpha &= 10^\circ; \\ P &= 12000 \text{ N}; \\ P_x &= P \cos \alpha = 12\,000 \times \cos 10^\circ = 11\,817,70 \text{ N}; \\ P_y &= P \sin \alpha = 12\,000 \times \sin 10^\circ = 2\,083,78 \text{ N}; \\ F_a &= \mu \cdot N; \\ \mu &= 0,10. \end{aligned}$$

Pelas equações do equilíbrio:

$$\begin{aligned} \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases} &\Leftrightarrow \begin{cases} F - P_x - F_a = 0 \\ -P_y + N = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \begin{cases} F - 11817,70 - (0,10 \times 2083,78) = 0 \\ N = P_y \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} F = 11\,609,32 \text{ N} \\ N = P_y = 2\,083,78 \text{ N} \end{cases} \end{aligned}$$

O momento é calculado tendo em conta a distância do centro do veio e a extremidade do doseador, representando na Figura 11:

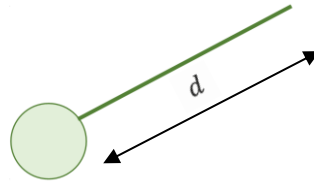


Figura 121 - Representação esquemática do braço do doseador

sendo:

$$d = 360 \text{ mm}$$

O momento é:

$$M = F \cdot d \quad (28)$$

$$M = 11\,609,32 \times 0,360 = 4\,179,36 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Observando equipamentos semelhantes na Ferpinta, e em discussão de projeto, ficou definido como requisito que os rolos deveriam movimentar-se com uma velocidade de 20 m/min.

Para a rotação verifica-se:

$$v = \omega r, \quad (29)$$

sabendo que:

$$v = 20 \text{ m/min} = 0,333 \text{ m/s}$$

$$r = 0,320 \text{ m}$$

$$\omega = \frac{0,333}{0,320} = 1,0406 \text{ rad/s}.$$

De modo a saber o número de rotações por minutos, recorre-se à expressão (30):

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}. \quad (30)$$

Sendo n a incógnita, obtém-se:

$$n = \frac{60 \times 1,0406}{2\pi} = 9,937 \text{ rpm}.$$

Colocando os dados no *software* da *NORD* (Figura 122), é devolvido que o motor utilizado é de 4 kW (Figura 123).

Intervalo de rotação de saída [rpm]

9 +/- 0,9

Fator de serviço

1

Torque de saída [Nm]

4180

Figura 122 - Variáveis para a seleção do motor do doseador

Tipo de Accionamento	Designação	Eficiência	P ₁ [kW]	n ₂ [rpm]	M ₂ [Nm]	σ _F
▶ Redutores de eixos paralelos BLOCK	SK 6382-112MP/4	IE3	4	9	4247	1.4

Figura 123 - Motoredutor devolvido para o doseador

3.7.3.5 Motoredutor dos rolos

Para a movimentação dos rolos, o tipo de motoredutor é de engrenagens helicoidais.

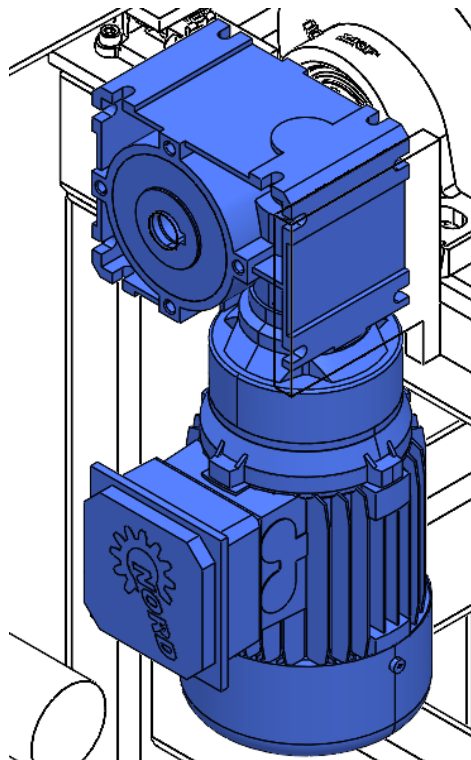


Figura 124 - Motor para os rolos

Uma vez que cada rolo terá um motor dedicado, é necessário dividir a carga pela totalidade de rolos:

$$1200 \div 6 = 200 \text{ kg.}$$

Da expressão (28), calcula-se o momento sabendo que a distância do centro do veio à força é o raio do rolo:

$$F = 2000 \text{ N}$$

$$d = 0,105 \text{ m}$$

$$M = 2000 \times 0,105 = 210 \text{ N.m.}$$

Através da equação (29), obtém-se a velocidade angular, tomando como referência o mesmo valor de velocidade de 20 m/min.

$$v = 20 \text{ m/min} = 0,333 \text{ m/s}$$

$$r = 0,105 \text{ m}$$

$$\omega = \frac{0,333}{0,105} = 3,1714 \text{ rad/s.}$$

Substituindo na equação (30):

$$n = \frac{60 \times 3,1714}{2\pi} = 30,28 \text{ rpm}$$

Com estes parâmetros (Figura 125), conclui-se que o motor necessário é de 0,75 kW (Figura 126).

Intervalo de rotação de saída [rpm]

30 ✓ +/- 3 ✓

Fator de serviço

1 ✓

Torque de saída [Nm]

210 ✓

Figura 125 - Variáveis para a seleção do motor dos rolos

Tipo de Accionamento	Designação	Eficiência	P ₁ [kW]	n ₂ [rpm]	M ₂ [Nm]	s _F
► Redutores de eixos paralelos BLOCK	SK 1282-80LP/4	IE3	0.75	29	249	1

Figura 126 - Motoredutor devolvido para os rolos

3.7.4 Projeto de automação

O projeto de automação é realizado posteriormente ao projeto mecânico pelo engenheiro responsável pela parte elétrica. É fornecido o projeto mecânico onde se dá uma discussão das etapas necessárias.

A automação inicia-se à saída da Testes 3, aproveitando a automação incluída na sua conceção. Quando se dá o teste hidrostático é ativado um sensor que indica a presença de um tubo no teste. Este sensor dará sinal à empacotadora que chegará um tubo e iniciará os motores dos rolos para o alinhamento. O tubo desce por gravidade e encontra o primeiro sensor da empacotadora. Este sensor localiza-se junto do doseador que dá sinal ao motor e fará com que o braço fique numa determinada posição para servir de batente, como demonstrado na Figura 127.

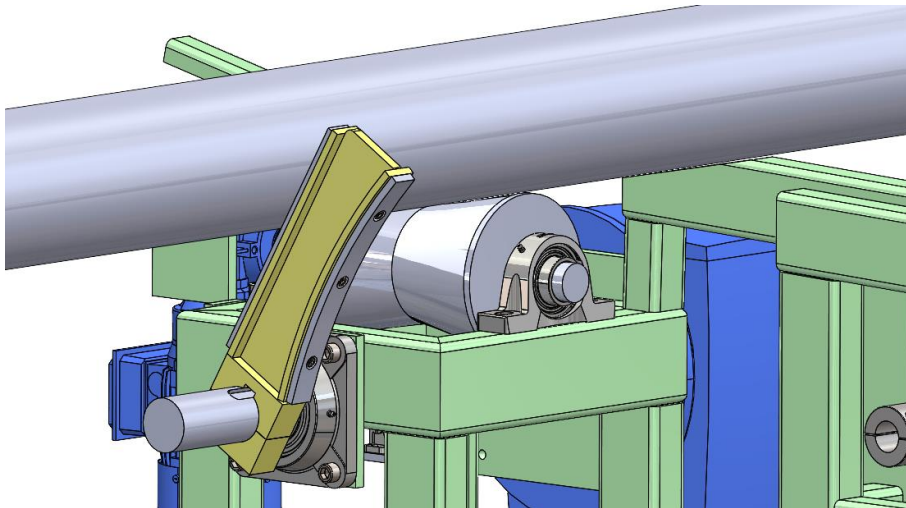


Figura 127 - Doseador serve de batente

Posteriormente, a presença do tubo ativa o motor dos rolos e do motor do doseador, permitindo que o doseador rode para empurrar o tubo para a zona de acumulação no topo da estrutura principal e volta à posição inicial.

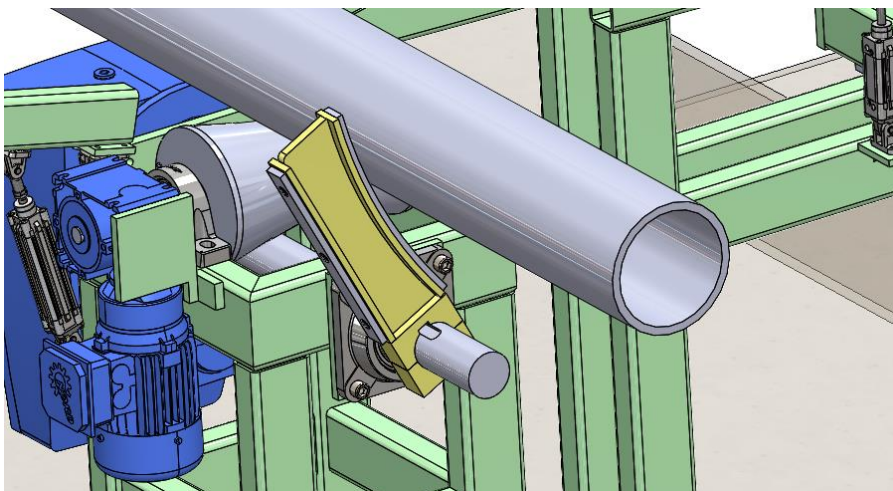


Figura 128 - Doseador empurra o tubo para o topo da estrutura

Este sensor servirá também de contador. Cada volta que o doseador dê corresponde ao avanço de um tubo. Ao contar os tubos, será enviada a informação para os batentes de contagem e de fileira presentes na estrutura. O batente de contagem está desativado

até que o número de tubos de uma fileira a formar seja atingido, enquanto o batente de fileiras está ativo para reter os tubos até que a fila se forme (Figura 129).

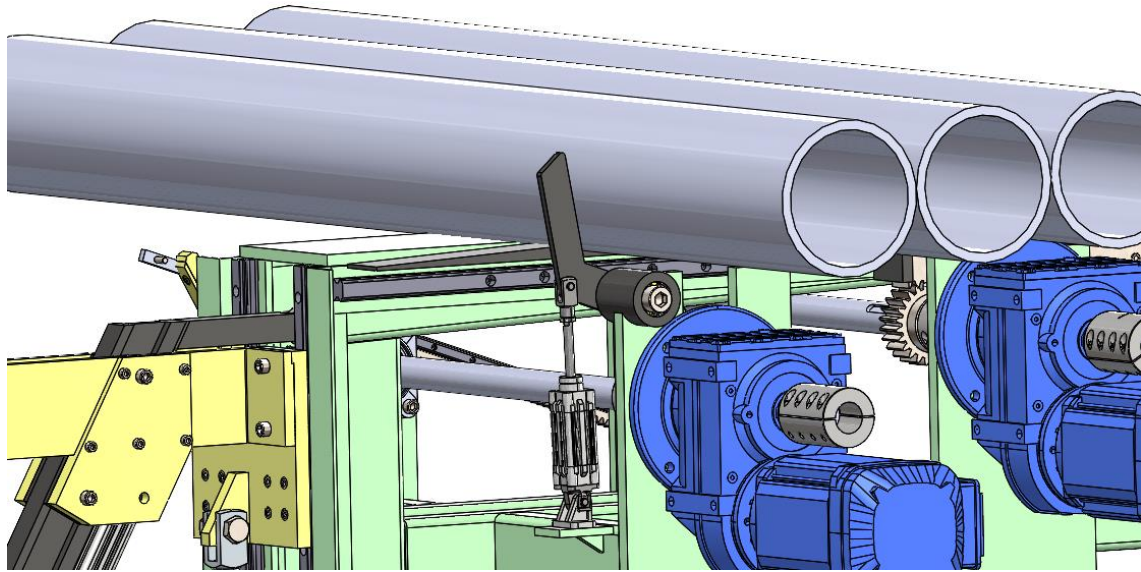


Figura 129 - Retenção dos tubos para a formação das fileiras

Quando for dada a informação que para aquela fileira já foram contados todos os tubos, o atuador do batente de contagem é ativado e qualquer tubo que chegue dos rolos será retido (Figura 130) e o batente de fileiras é desativado, recolhendo-se para que seja feita a entrega dos tubos pelo garfo.

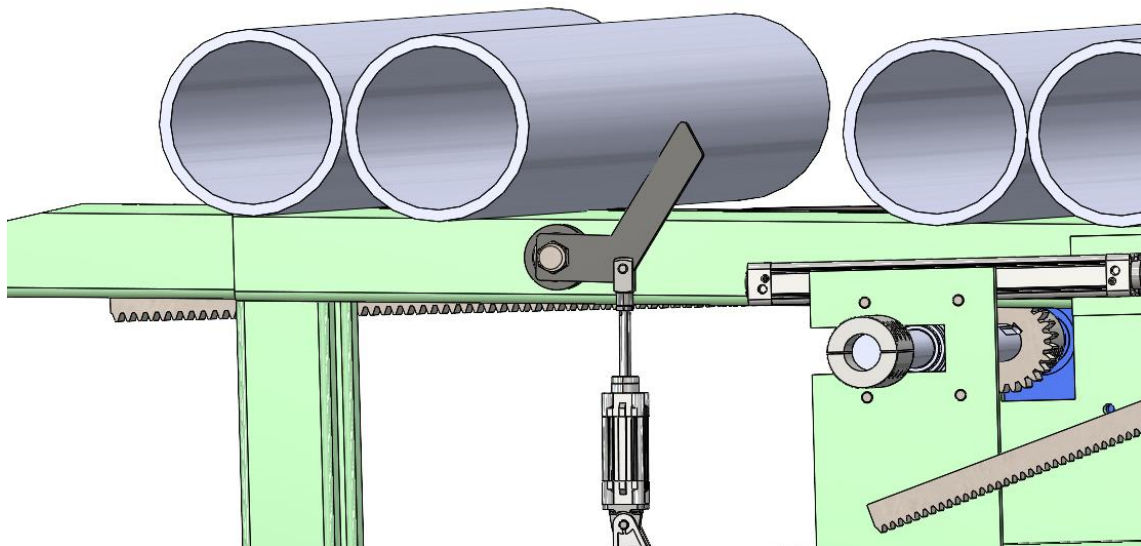


Figura 130 - Retenção dos tubos quando a fileira está completa

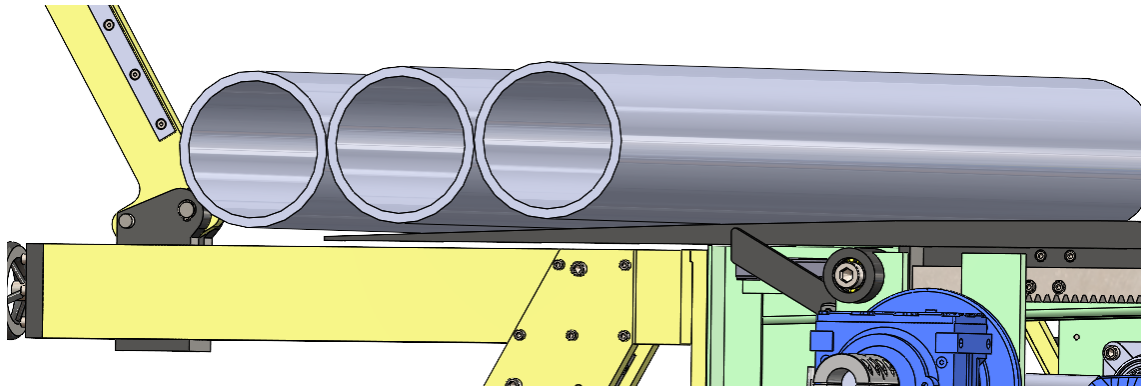


Figura 131 - Recuo do batente de fileira e avanço do garfo

Esta informação de quando uma fileira de tubos está formada é transmitida para o motor do garfo, que fará a entrega dos tubos assim que o batente se recolha (Figura 131). O motor do *screwjack* está equipado com um *encoder* para garantir a altura do braço do atado consoante a fila de tubos a receber. O garfo faz a entrega da fileira e é ativado o batente de recuo para que o garfo se recolha sem que os tubos recuem (Figura 132).

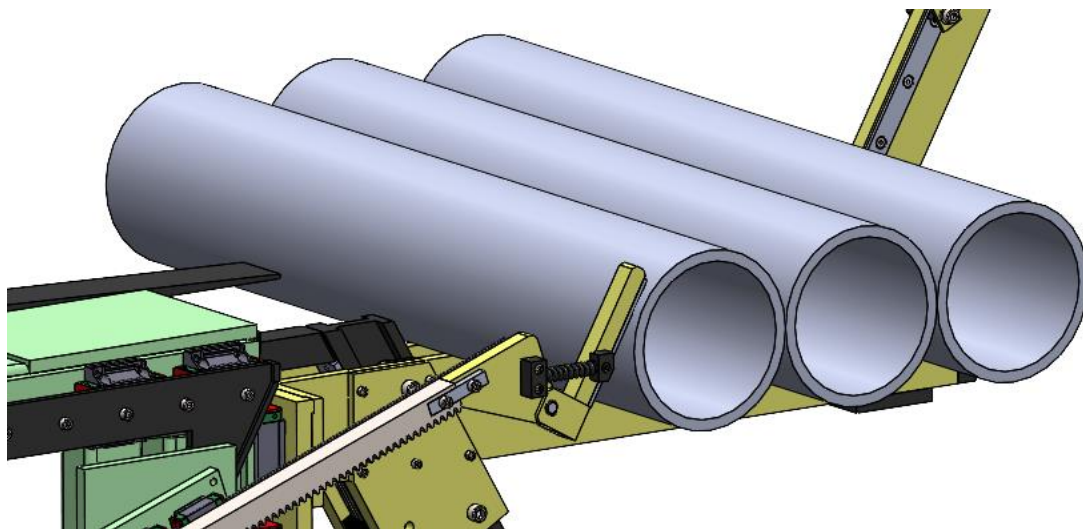


Figura 132 - Avanço do batente aquando do recuo do garfo

Este batente de recuo está equipado com um sensor junto a uma mola que lê o deslocamento gerado quando o batente encontra o atado. Assim que este sensor é ativado, o motor do batente para. Quando o garfo se recolher, o batente recolhe também e é dada a informação ao motor do *screwjack* para este proceder à descida do braço do atado. Nesta altura, é ativado o atuador pneumático responsável pelo apoio do atado no lado inferior mais próximo da máquina.

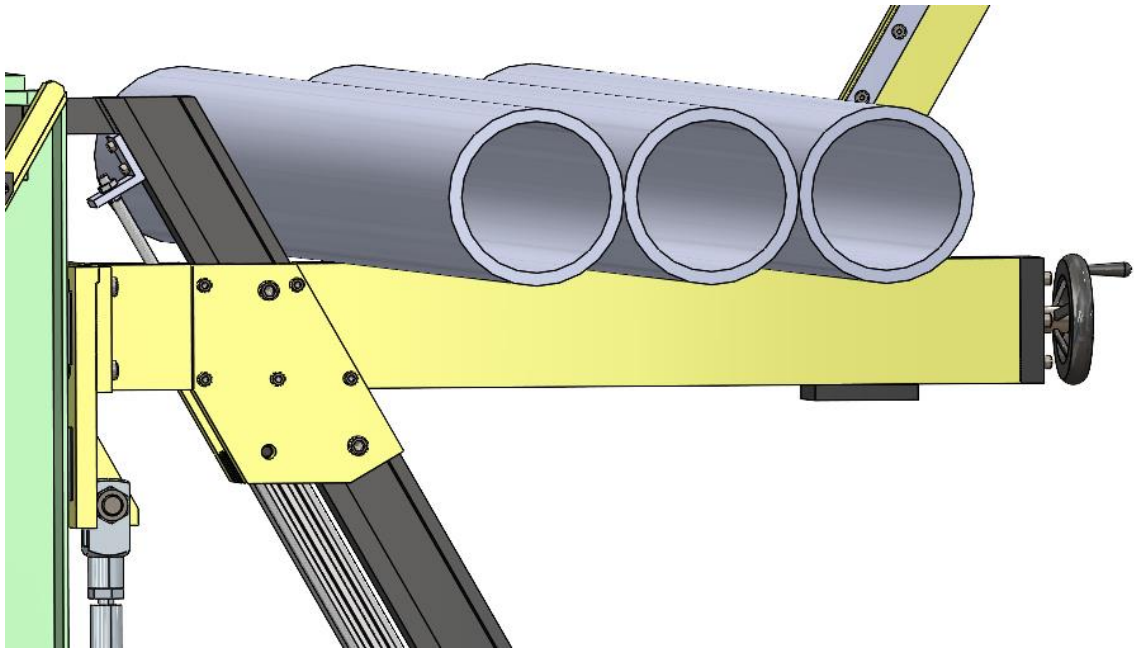


Figura 133 - Descida do braço para formação de uma nova fileira

Esta sequência repete-se deste modo até à criação da primeira metade do atado. Após este conjunto de operações, é desativado o atuador do apoio inferior e é ativado o apoio superior do atado (Figura 134). Estes movimentos repetem-se até ao final da formação do atado.

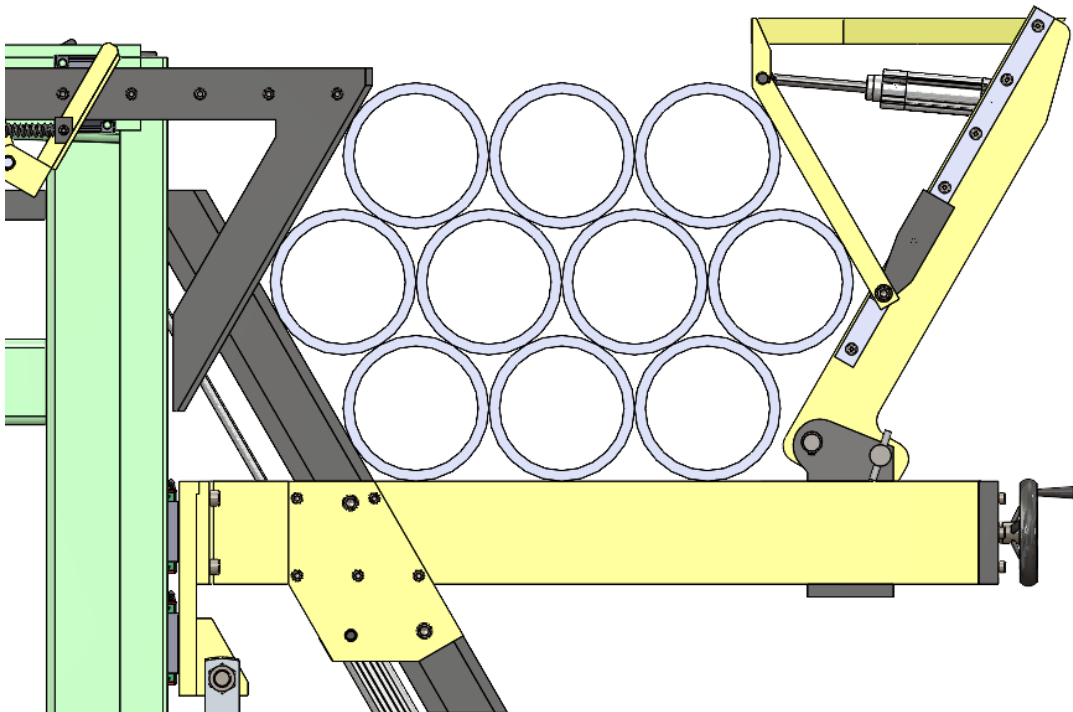


Figura 134 - Avanço do apoio da metade superior do atado

3.7.5 Sistemas de segurança

Ainda que a implementação do equipamento não esteja terminada, a diretiva de máquinas impõe requisitos para impedir a ocorrência de acidentes. Para isso, é necessária a idealização prévia do equipamento e do seu funcionamento para se instalarem soluções para os riscos delineados.

A avaliação dos riscos é feita tomando como referência o normal funcionamento da máquina. Para uma abordagem correta, primeiro imagina-se uma máquina livre de todos os dispositivos de segurança e é considerado um grau de perigo nesta situação.

Após a identificação dos perigos (Figura 136), são propostas soluções de modo a mitigar quaisquer acidentes. Ainda assim, podem permanecer alguns riscos intrínsecos ao próprio trabalho, para estes riscos residuais não elimináveis são adotadas ferramentas adequadas de informação.

Para além dos equipamentos de proteção individual, serão implementadas soluções complementares para a minimização de riscos. Estas devem-se a perigos de natureza mecânica, elétrica, pneumática e hidráulica.

O principal perigo de natureza mecânica é o esmagamento de mãos enquanto se dão movimentos na máquina. Para este risco, a solução apresentada é a criação de barreiras de proteção Figura 135.



Figura 135 - Exemplo de uma barreira de proteção

Nos riscos de natureza elétrica, o contacto com as partes energizadas ou o contacto direto com partes de tensão residual superiores a 60 V, impõem um risco de choque elétrico. As soluções visam na presença de um disjuntor em cada circuito e na implementação de etiquetas adesivas “aviso de perigo” colocado no interior do quadro.

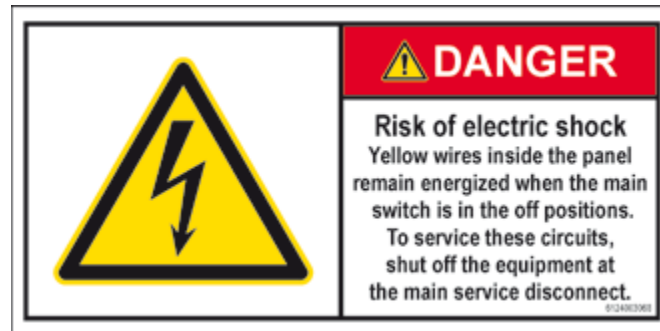


Figura 136 - Sinalética de perigo de choque elétrico

Para os riscos de natureza pneumática dão-se movimentos ativos de elementos perigosos, que pode implicar a ausência ou redução de pressão no sistema de ar, provocando paragem da máquina, jatos de ar comprimido, impacto, esmagamento ou choques. Como soluções aplicadas encontra-se um interruptor de pressão de linha, barreiras de segurança, válvulas de bloqueia montadas sobre os atuadores para bloquear movimentos perigosos.

Para garantir que a máquina é inacessível durante o seu funcionamento, é comum a instalação de portões de segurança que apenas são abertos com a autorização programada para este fim (Figura 137). Estes portões apenas permitem a passagem quando é assegurada uma movimentação segura.



Figura 137 - Exemplo de um portão com comando de abertura

3.8 Construção do protótipo

Terminado o projeto e validadas as premissas estabelecidas, antes da construção do equipamento por inteiro, devido à escolha do método de construção por módulos, é possível construir um protótipo de apenas um módulo e validar o sistema escolhido. Para o fabrico do protótipo, seguiram-se os seguintes passos:

1. Elaboração dos desenhos técnicos

Definidas todas as geometrias dos componentes, elaboram-se os desenhos técnicos de cada um deles, discriminando os materiais, quantidades e especificações relevantes. É necessária, ainda, a elaboração dos desenhos de conjunto para a posterior construção. O conjunto destes desenhos pode ser consultado no Anexo C.

2. Recolha dos componentes para corte a laser ou oxicorte

Uma vez que um dos requisitos é recorrer ao máximo material da Ferpinta, a utilização de chapas é uma das formas de validar este requisito. Para as configurações que foram estabelecidas a partir de chapa, foi necessária a compilação destes componentes e a criação de uma tabela com a designação, material e quantidade para fornecer a informação à empresa responsável pelo corte, neste caso a Herculano, que também pertence ao Grupo Ferpinta. O recurso a esta empresa permite uma poupança de custos.

3. Verificação de material

Antes da construção, foi necessária a verificação do material em *stock* para que, caso algum deste esteja em falta, seja possível encomendar com tempo de antecedência.

4. Construção do protótipo

Uma vez estabelecidos todos os pontos anteriormente referidos, é possível iniciar a construção do protótipo. É feita a divisão dos desenhos por secção de processo de fabrico e, à medida que os componentes vão ficando finalizados, procede-se à construção da empacotadora conforme descrito nos desenhos técnicos elaborados.

3.9 Análise económica

Embora existam orçamentos para um equipamento deste género, por questões de confidencialidade apenas pode ser apresentado o valor final. Em média, a aquisição de uma empacotadora ronda os 100 000€. Uma vez que todo o material estrutural pertence à Ferpinta, e que grande parte deste são sobras de outros projetos, este material tem custo zero dado ao facto de já ter sido amortizado na primeira finalidade. Seguidamente, quase todos os componentes de automação já foram adquiridos anteriormente e encontram-se em *stock*, reduzindo a necessidade de obter novos componentes. Posto isto, os custos finais do equipamento referem-se principalmente a:

- Abertura de carotes por contratação de terceiros;
- Aquisição de equipamentos em falta;
- Mão-de-obra;
- Gasto de máquinas.

Tendo em conta estes parâmetros, estima-se que o equipamento final ronde os 30 000€. Ultimamente, um dos benefícios do desenvolvimento desta empacotadora é que esta está adaptada para o local indicado, capaz de criar atados de uma gama que não se encontra no mercado e para vários formatos.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

- 4.1 Conclusões
- 4.2 Propostas de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

A concepção de um sistema mecanizado carece de uma análise crítica sobre várias perspectivas de modo a cumprir a funcionalidade desejada e a segurança obrigatória. Um aspeto importante para qualquer projeto mecânico é o custo que o seu planeamento e produção acarretam. Estas seriam as bases para os objetivos e requisitos definidos inicialmente. É necessário referir que em termos de funcionalidade é expectável neste novo equipamento:

- Utilizar o menor número de mecanismos;
- Considerar materiais usados pertencentes à Ferpinta;
- Realização de atados hexagonais e quadrados com comprimentos entre os 3 e 12 metros de tubos de diâmetros entre os 17,2 e 323,9 mm.

Em termos financeiros:

- Automatização do processo contrariando atualmente o implementado, poupando recursos humanos;
- Equipamento que requer um investimento comedido e que assegure as premissas impostas.

Estes objetivos funcionais e financeiros foram cumpridos a 100%, tendo resultado deste trabalho uma empacotadora que se antevê eficaz, funcional e capaz de criar atados que melhor se inserem na logística selecionada pela empresa.

É ainda de salientar que a idealização deste equipamento cumpre a diretiva de máquinas.

4.2 Propostas de trabalhos futuros

À data desta dissertação, a construção da empacotadora ainda não se encontra concluída, sendo ainda necessária a sua validação. Com a construção do protótipo e através da sua análise, a delineação de pontos de melhoria tornar-se-á mais fluída. No entanto, e como em qualquer equipamento industrial, haverá sempre forma de melhoramento tanto de recursos materiais, energéticos e financeiros. Por sua vez, no futuro, poderá pensar-se numa forma de empacotamento de outros formatos que se introduziram recentemente no sistema de stock da empresa.

Futuramente, poderá ser aproveitado o sistema implementado no alimentador de tubos, nomeadamente, a capacidade de rotação, e instalar um atuador pneumático de forma a levantar esses tubos para que, caso o tubo proveniente da Testes 3 não esteja nos conformes, este possa ser facilmente descartado para uma zona na parte inferior da máquina e assim impedir longas paragens de produção.

Por último, como já foi mencionada a inexistência de um carro de retirada como acontece nas outras empacotadoras, a implementação de uma zona de cintagem no próprio braço do atado.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

1. Eurostat, S.O. e O.f. OECD, *Manual de Oslo - Diretrizes para a Recolha, Relatórios e Uso de Dados sobre Inovação*. 4ª Edição ed. 2018, Luxemburgo, Luxemburgo: OECD.
2. Santos, M.M., *Os Capitais Metalomecânicos em Portugal: 1840-1920*, in *Tese de Doutoramento*. 2000, (Tese de Doutoramento), Faculdade de Letras da Universidade do Porto: Porto, Portugal.
3. Alves, A.M.R.C.D., *Análise de Acidentes de Trabalho numa Indústria Metalomecânica*. 2012, (Tese de Mestrado), Escola Superior de Ciências Empresariais: Setúbal, Portugal.
4. Menezes, J.M. e E.J.C. Beira, *Inovação e Indústria de moldes em Portugal: a introdução do CAD/CAM/CAE nos anos 80*. 2001, Working papers "Mercados e Negócios" TSI: Minho, Portugal.
5. Campos, A.J.d.C., *Metalurgia e Metalomecânica - Número Um das Exportações*. 2018, aeicep Portugal Global: Lisboa, Portugal. p. 22-26.
6. FFMS. *Empresas no setor da indústria transformadora: total e por tipo*. 2019 [Acedido em: 27/10/2020]; Available from: <https://www.pordata.pt/Portugal/Empresas+no+sector+da+ind+c3%baustria+tr+ansformadora+total+e+por+tipo-2955>.
7. INE. *Classificação Portuguesa das Atividades Económicas Rev.3*. 2019 [Acedido em: 27/10/2020]; Available from: https://www.ine.pt/ine_novidades/semin/cae/CAE_REV_3.pdf.
8. Guia, J.d.O., *Metalurgia e Metalomecânica - Número Um das Exportações*, in *Portugalglobal*. 2018, aicep Portugal Global: Lisboa, Portugal. p. 7-9.
9. Vieira, S., *Governo quer repartir esforço de 3% do PIB dedicado à ciência*. Notícias ao Minuto, 2020.
10. DGEEC, *Sumários Estatísticos: CIS 2016 - Inquérito Comunitário à Inovação*. 2018.
11. Anil, M., A. Desai, A. Subramanian, e A. Mital, *Product Development: A Structured Approach to Consumer Product Development, Design and Manufacture*. 2ª ed. 2015, Amesterdão, Países Baixos: Elsevier. 133-158.
12. Groover, M.P., *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. 5ª ed, ed. J.W.a.S. Ltd. 2012, Michigan, EUA: Wiley. 10-17.
13. DeGarmo, J.T. Black, e R.A. Kosher, *Materials and Processes in Manufacturing*. 13ª ed, ed. J.W.a.S. Ltd. 2019, Nova Jérсия, EUA: Wiley. 2.
14. Nayyar, M.L., *Piping Handbook*. 7ª ed. 2000, Nova Iorque, EUA: McGraw-Hill Handbooks. 243-259.
15. Parisher, R.A. e R.A. Rhea, *Pipe Drafting and Design*. 2ª ed. 2002, Oxford, Reino Unido: Gulf Professional Publishing. 4-12.
16. NewCore. *ERW Pipe - Electric Resistance Welded Pipe*. 2020 [Acedido em: 30/10/2020]; Available from: <http://www.newcore.net.in/product/erw-pipe-electric-resistance-welded-pipe/index.html>.
17. LTD, M.T. *Spiral Submerged - Arc Welded Steel Pipe*. 2020 [Acedido em: 10/1/2020]; Available from: <http://www.manhattans.co/ssaw%20steel%20pipe.htm>.
18. Borboni, A., R. Bussola, R. Faglia, P. Magnani, e A. Menegolo, *Movement Optimization of a Redundant Serial Robot for High-Quality Pipe Cutting*. *Journal of Mechanical Design*, 2008. **130**: p. 0823011-0823016.
19. Kasuga, Y., T. Machida, e N. Kato, *Effect of cutting conditions on press cutting of a square pipe*. *Journal of Materials Processing Technology* 2003. **143**: p. 716-722.

20. Jin, L., S. Deng, C. Xie, Z. Wang, e C. Gao, *The precision cutting control research of automotive stainless steel thin wall pipe*, in *MATEC Web of Conferences*. 2015, EDP Sciences. p. 02012.
21. Gopinathar, P., G. Prabha, e K. Ravichandran, *The Role of Packaging in Manufacturing - A Brief Understanding* IOSR Journal of Business and Management, 2016. **18**(12).
22. Ferraguti, L., *The next generation of automated tube and pipe packing*. The Tube & Pipe Journal, 2021.
23. Research, M. *Packaging machines*. 2021 [Acedido em: 02/11/2020]; Available from: <https://www.mair-research.com/en/P/packaging-machines-23>.
24. Santos, A.F.d., *Estruturas Metálicas Projeto e Detalhes para Fabricação*. 3ª ed. 1977, Rio de Janeiro, Brasil: McGraw-Hill.
25. Ullman, D.G., *The Mechanical Design Process*. 4ª ed. 2010, Nova Iorque, EUA: McGraw-Hill.
26. Lamb, F., *Industrial Automation Hands-On*. 2013, Londres, Reino Unido: McGraw Hill Education.
27. Kurfess, T.R., *Robotics and Automation Handbook*. 2005, Nova Iorque, EUA: CRC Press.
28. TJUE, *Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia*, EUR-Lex, Editor. 2016, Jornal Oficial da União Europeia.
29. Veritas, B. *Segurança de Máquinas e Equipamentos de Trabalho*. 2019 [Acedido em: 20/1/2020]; Available from: <https://www.bureauveritas.pt/os-nossos-servicos/inspecoes-e-ensaios-de-instalacoes-e-equipamentos/seguranca-de-maquinas-e>.
30. Gomes, E., Guilherminacoelho, J. Cavaca, J.P. Carvalho, M.D.F. Moreira, A. Martins, M.F. Teixeira, C. Montemor, P. Braz, e F. Matos, *Segurança de Máquinas e Equipamento de Trabalho*, ACT, Editor. 2013: Lisboa, Portugal.
31. *Decreto-Lei n.º 103/2008*. 2008: Diário da República n.º 120/2008, Série I de 2008-06-24.
32. Pestalozzi, J.H., *Antologia de Pestalozzi*. 1946, Buenos Aires, Argentina: Losada.
33. Zagottis, A.D., *Introdução da segurança no projeto estrutural*. 1974: São Paulo, Brasil.
34. Sáles, J.J., M. Malite, e M.R. Gonçalves, *Segurança nas estruturas*. 2004, Notas de aula da disciplina "SET-403 - Sistemas Estruturais": Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
35. Clough, R.W., *The finite element method in plane stress analysis*, in *Proceedings of the 2nd ASCE Conference on Electronic Computation*. 1960: Pittsburgh, EUA.
36. Jagota, V., A.S. Sethi, e K. Kumar, *Finite Element Method: An Overview*. Walailak Journal, 2013.
37. Campilho, R., *Método de Elementos Finitos Ferramentas para Análise Estrutural*. 2012, Porto, Portugal: Publindústria.
38. Bi, Z., *Finite Element Analysis Applications*. 1ª ed. 2018, Cambridge, EUA: Academic Press.
39. Hutton, D.V., *Fundamentals of Finite Element Analysis*. 1.ª ed. 2004, Nova Iorque, EUA: McGraw Hill.
40. Giraldo, G. *Structural Analysis Software Without a Large Investment in Hardware*. 2020 [Acedido em: 10/1/2021]; Available from: <https://www.simscale.com/>.
41. Bo., W. *Natural frequency on a lattice bridge*. 2014 [Acedido em: 10/1/2021]; Available from: <https://www.simscale.com/>.
42. Afolabi, S.O., B.I. Oladapo, C.O. Ijagbemi, A.O.M. Adeoye, e J.F. Kayode, *Design and finite element analysis of a fatigue life prediction for safe and economical machine shaft*. Journal of Material Research and Technology, 2019. **8**(1).
43. Abbey, T. *How to Use FEA for Thermal Analysis*. 2014 [Acedido em: 11/1/2021]; Available from: <https://www.digitalengineering247.com/article/use-fea-thermal-analysis/>.

44. Chatzopolou, G., S.A. Karamanos, e G.E. Varelis, *Finite Element analysis of UOE manufacturing process and its effect on mechanical behavior of offshore pipes*. International Journal of Solids and Structures, 2016. **83**: p. 13-27.
45. Tanwaer, T.S., H. Hariyani, e M. Dadhich, *Flow simulation (CDF) and static structural analysis (FEA) of a radial turbine*. International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 2012. **3**(3): p. 252-269.
46. Oliveira, T.J.d.S., *Análise numérica de juntas adesivas tubulares sujeitas a um carregamento de torção*, in (Tese de Mestrado), Departamento de Engenharia Mecânica. 2019, Instituto Superior de Engenharia do Porto: Porto, Portugal.
47. Santos, A.M.D.S.d., *Análise numérica e experimental de um modelo dinâmico da ponte ferroviária de Antuã*, in (Tese de Mestrado), Departamento de Engenharia Civil. 2014, Instituto Superior de Engenharia do Porto: Porto, Portugal.
48. Gonçalves, P.J.A., *Desenvolvimento de um braço de suspensão de um automóvel elétrico em material compósito*, in (Tese de Mestrado), Departamento de Engenharia Mecânica. 2017, Instituto Superior de Engenharia do Porto: Porto, Portugal.
49. Monteiro, E.V., *Otimização da topologia estrutural recorrendo a técnicas discretas computacionais*, in (Tese de Mestrado), Departamento de Engenharia Mecânica. 2020, Instituto Superior de Engenharia do Porto: Porto, Portugal.
50. Bonilha, P.S., *Passarelas de vidro estrutural - Um estudo comparativo entre normas internacionais e método dos elementos finitos*, in (Tese de Mestrado), Departamento de Engenharia Civil. 2019, Instituto Superior de Engenharia do Porto: Porto, Portugal.
51. *Screw Jack Systems (Catálogo)*. 2015, ZIMM Austria Lustenau, Áustria.
52. *NPEN 1993-1-8 Eurocódigo 3 - Projeto de estruturas de aço. Parte 1-8: Projeto de ligações*. 2010.
53. Gomes, P.J.F., *Resistência dos Materiais*. 2015, Porto, Portugal.
54. Morais, J.M.d.S., *Desenho Técnico Básico - 3*. 26 ed. 2015, Porto, Portugal: Porto Editora, Lda.
55. Soares, P., *Aços Características tratamentos*. 6ª ed. 2009, Porto, Portugal: Publindústria.
56. *LinearGuideway Technical Information (Catálogo)*. 2019, HIWIN Technologies Corp.: Taichung, Taiwan.
57. Vilaça, A., *Engrenagens (Apontamentos de aula da unidade curricular de Órgãos de Máquinas, lecionada no ISEP, LEM)*. 2010: Porto, Portugal.
58. *Rolamento de esferas (Catálogo)*. 2015, SKF: Gotemburgo, Suécia.
59. *Products Catalog (Catálogo)*. 2020, AirTAC Pneumatic Equipment: Taipé, Taiwan.
60. Fischer, U., R. Gomeringer, M. Heinzler, R. Kilgus, F. Naher, S. Oesterle, H. Paetzold, e A. Stephan, *Manual de Tecnologia Metal Mecânica*. 2008, São Paulo, Brasil: Blucher.
61. Domingues, J.J.M.S., *Engrenagens (Apontamentos de aula da unidade curricular de Órgãos de Máquinas, lecionada no ISEP, LEM)*. 2010: Porto, Portugal.

ANEXOS

6.1 Anexo A

6.2 Anexo B

6.3 Anexo C

6 ANEXOS

6.1 Anexo A

SEQUÊNCIA DOS PROCESSOS DE FABRICO

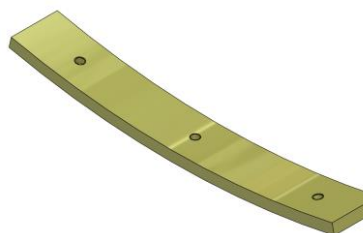
Componente	Material	Corte	Corte a laser	Furação	Soldadura	Torneamento	Fresagem	Roscagem	Rebarbagem
	S355	1			3				2,4
	S355		1						



NBR

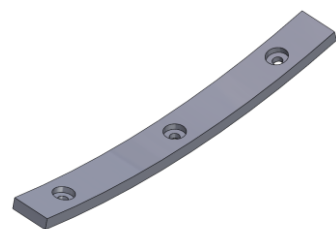
1

2



S355

1

2 (+
prensa,
arqueam
ento)

NBR

1

2 (+
prensa,
arqueam
ento)



C 45 E

1

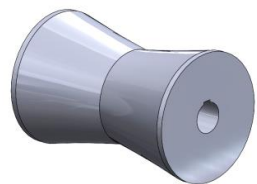
2



C 45 E

1

2

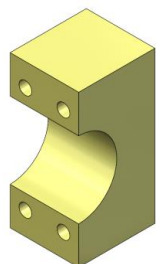
X 153
CrMoV 12

1



Cu Sn7
Pb7 Zn3

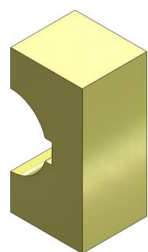
1



C 45 E

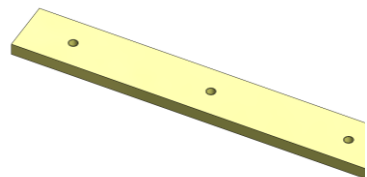
2

1



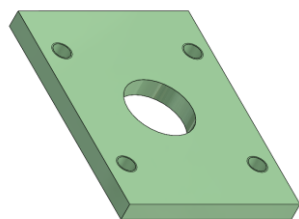
C 45 E

1



S355

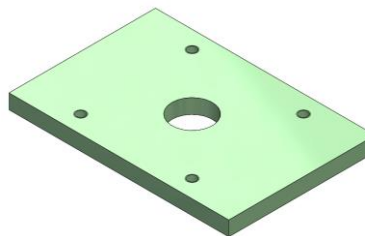
1



S355

1

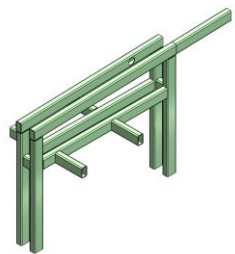
2



S355

1

2

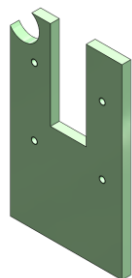


S355

1

3

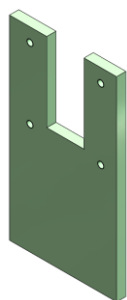
2,4



S355

1

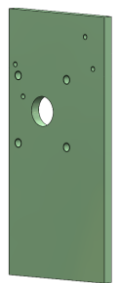
2



S355

1

2



S355

1

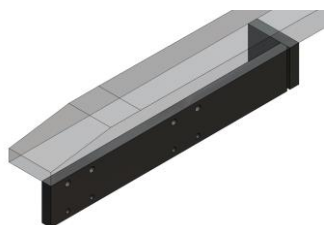
2



S355

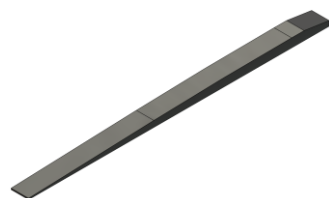
1

2

34
CrNiMo 6

1

2 (+
quinagem)



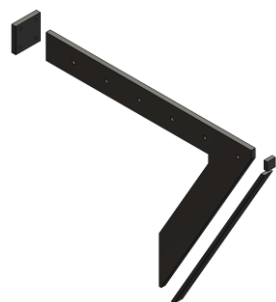
34
CrNiMo 6

1

2



C 45 E

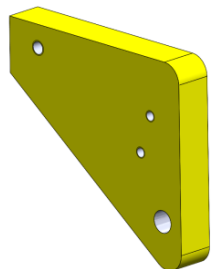


S355

1

2

3



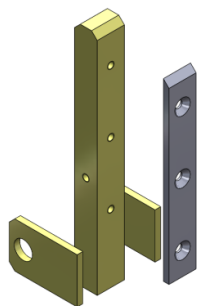
S355

1

3

4

2



S355

1

2



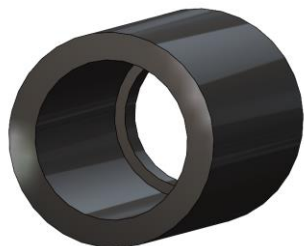
C 45 E

1



C 45 E

1



C 45 E

1

Cu Sn7
Pb7 Zn3

1



Cu Sn7
Pb7 Zn3

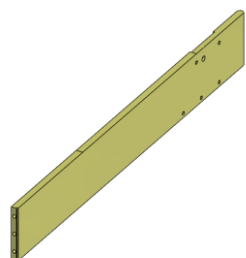
1

2



S355

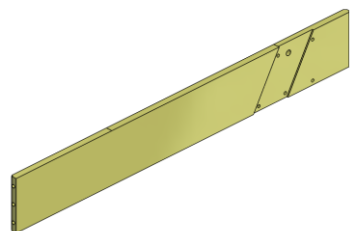
1



S355

1

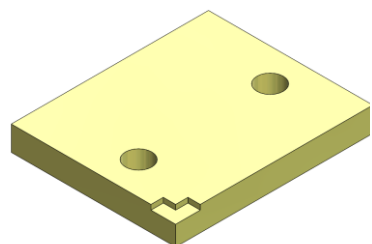
2



S355

1

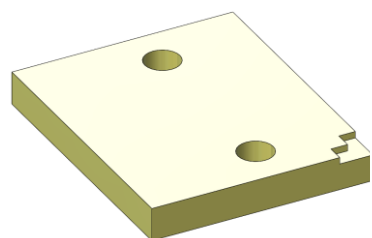
2



S355

1

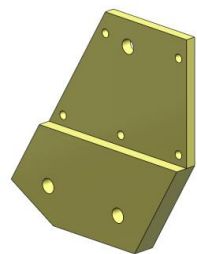
2



S355

1

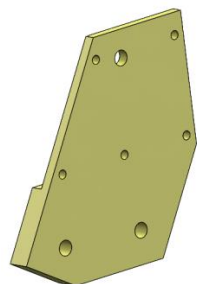
2



S355

1

2



S355

1

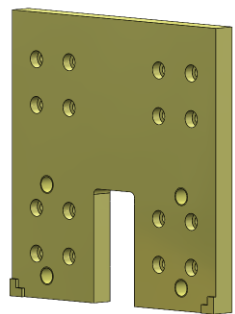
2



S355

1

2



S355

1

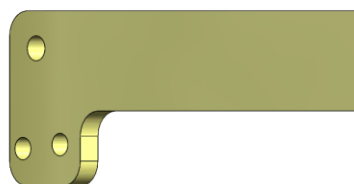
2



C 45 E

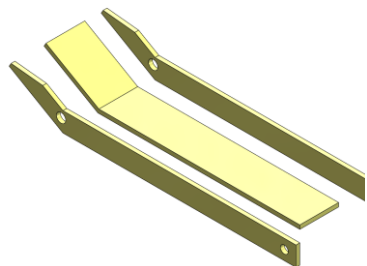
1

2



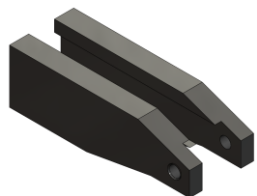
S355

1



S355

1



C 45 E

1

2



C 45 E

1

2

3



C 45 E 1

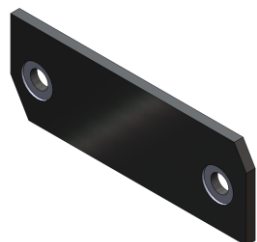
2

3



C 45 E 1

2



Nylon

1

2

6.2 Anexo B

TENSÃO LIMITE DE HERTZ

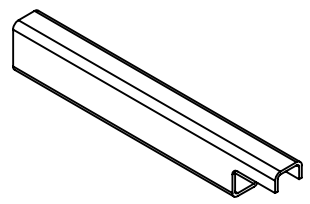
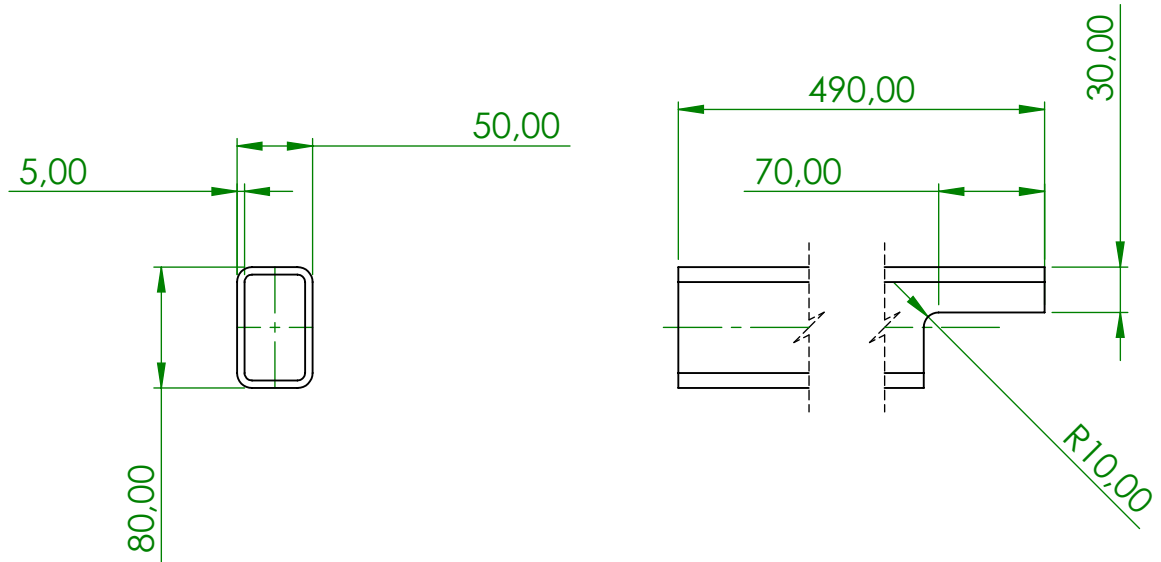
Table 17-14 Carburized Gears – Allowable Hertz Stress

Material		Effective Carburized Depth	Surface Hardness HV (Quenched)	$\sigma_{H \text{ lim}}$ kgf/mm ²
Structural Carbon Steel	S15C	Relatively Shallow (See Table 17-14A, row A)	580	115
			600	117
			620	118
			640	119
			660	120
			680	120
	S15CK		700	120
			720	119
			740	118
			760	117
			780	115
			800	113
Structural Alloy Steel	SCM415	Relatively Shallow (See Table 17-14A, row A)	580	131
			600	134
			620	137
			640	138
			660	138
			680	138
			700	138
			720	137
			740	136
			760	134
			780	132
			800	130
	SCM420	Relatively Thick (See Table 17-14A, row B)	580	156
			600	160
			620	164
			640	166
			660	166
			680	166
	SNC420	Relatively Thick (See Table 17-14A, row B)	700	164
			720	161
			740	158
			760	154
			780	150
			800	146
SNC815	Relatively Thick (See Table 17-14A, row B)	580	156	
		600	160	
		620	164	
		640	166	
		660	166	
		680	166	
SNCM420	Relatively Thick (See Table 17-14A, row B)	700	164	
		720	161	
		740	158	
		760	154	
		780	150	
		800	146	

- NOTES:**
- Gears with thin effective carburized depth have "A" row values in the Table 17-14A on the following page. For thicker depths, use "B" values. The effective carburized depth is defined as the depth which has the hardness greater than HV 513 or HRC 50.
 - The effective carburizing depth of ground gears is defined as the residual layer depth after grinding to final dimensions.

6.3 Anexo C

DESENHOS TÉCNICOS



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Alim.1																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

F

F

E

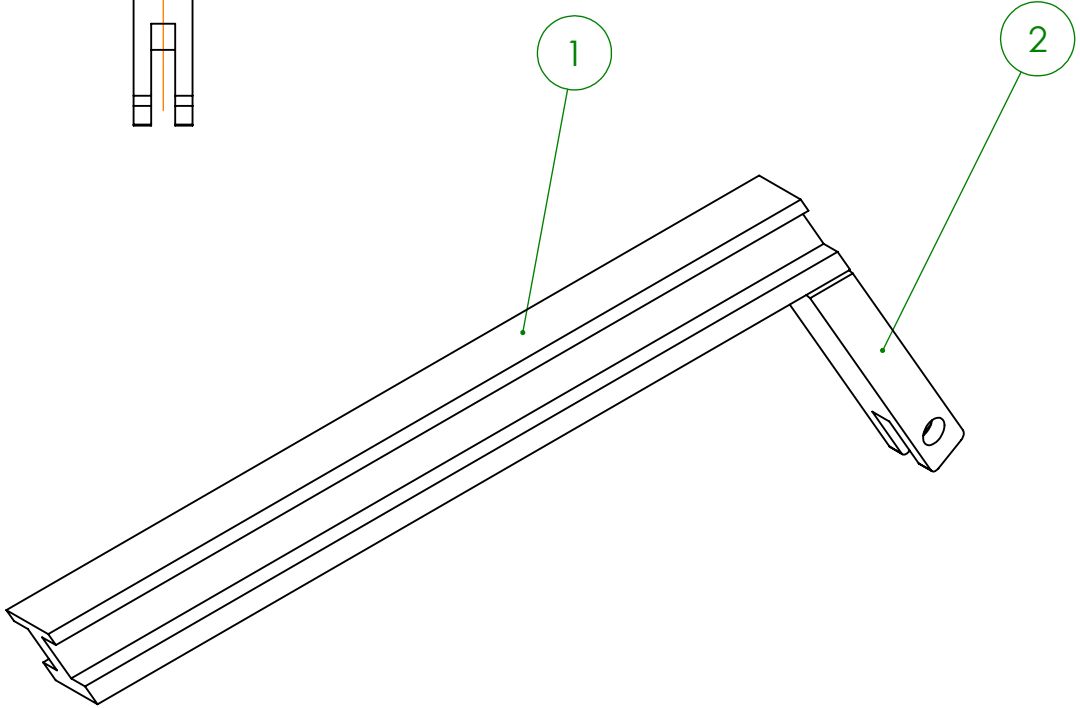
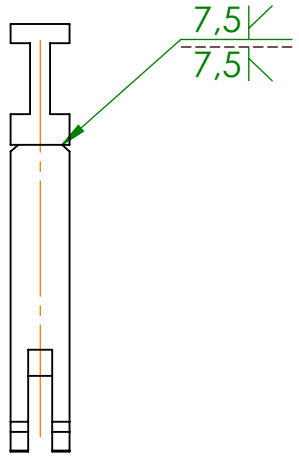
E

D

D

C

C



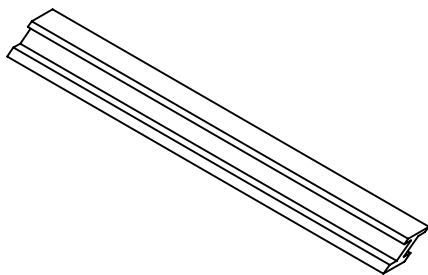
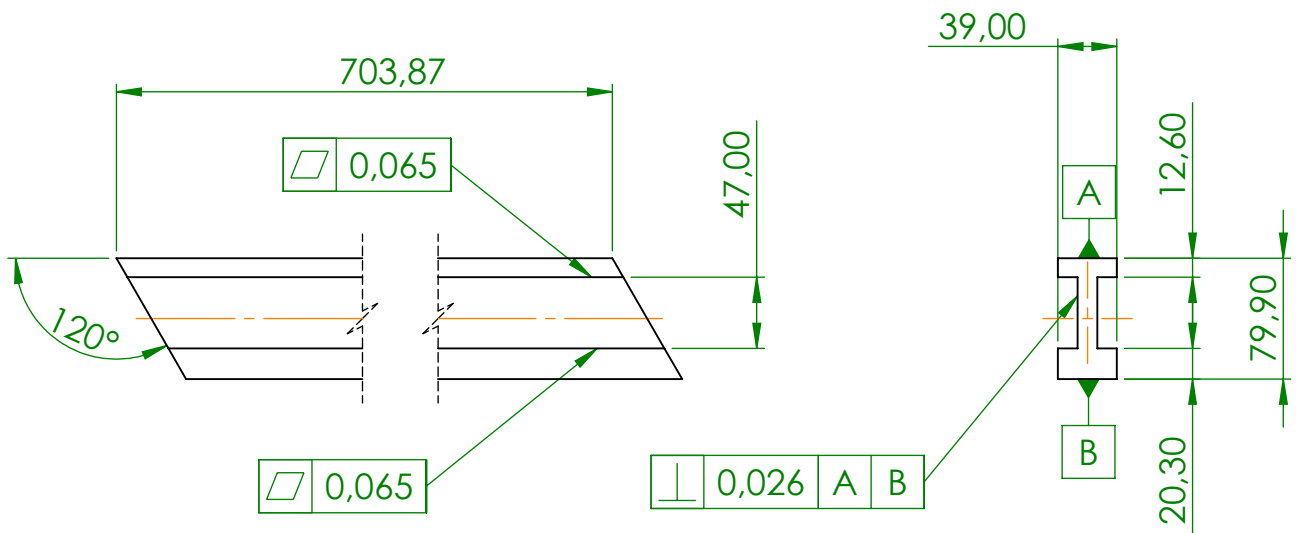
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Ângulo_1	1
2	Ângulo_2	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5	ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
	SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: <h1>Ângulo</h1>		
	TÍTULO:			
	NOME ASSINATURA DATA	MATERIAL:	DESENHO NO.	A4
FERPINTA		QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1

A

A

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0,5
 CORTE: ±0,8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1,5

ACABAMENTO: 12,5

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Ângulo_1

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

C45E

DESENHO NO.

A4

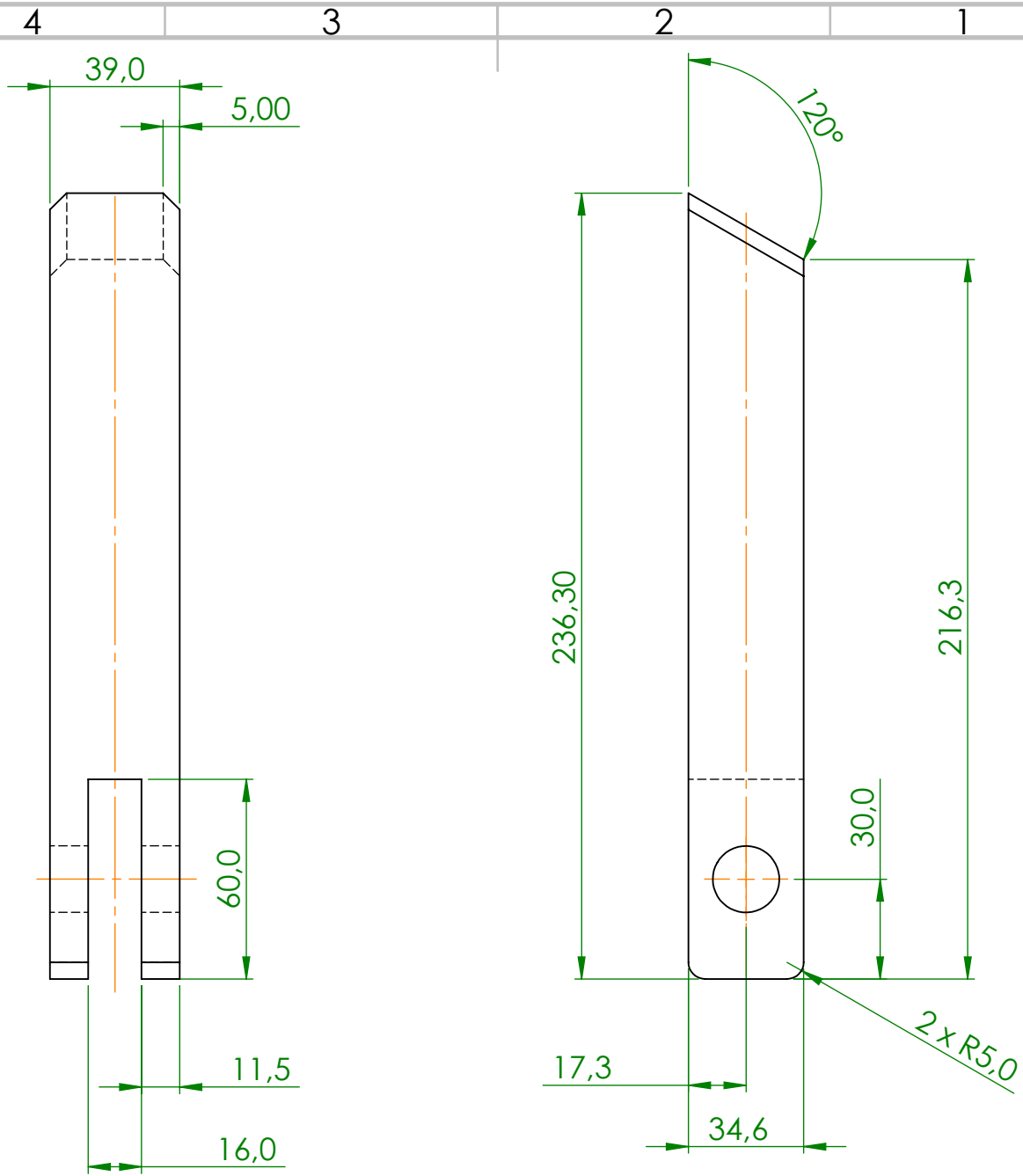
FERPINTA



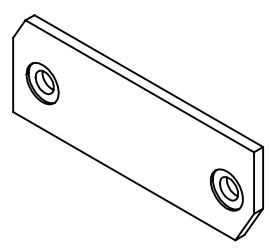
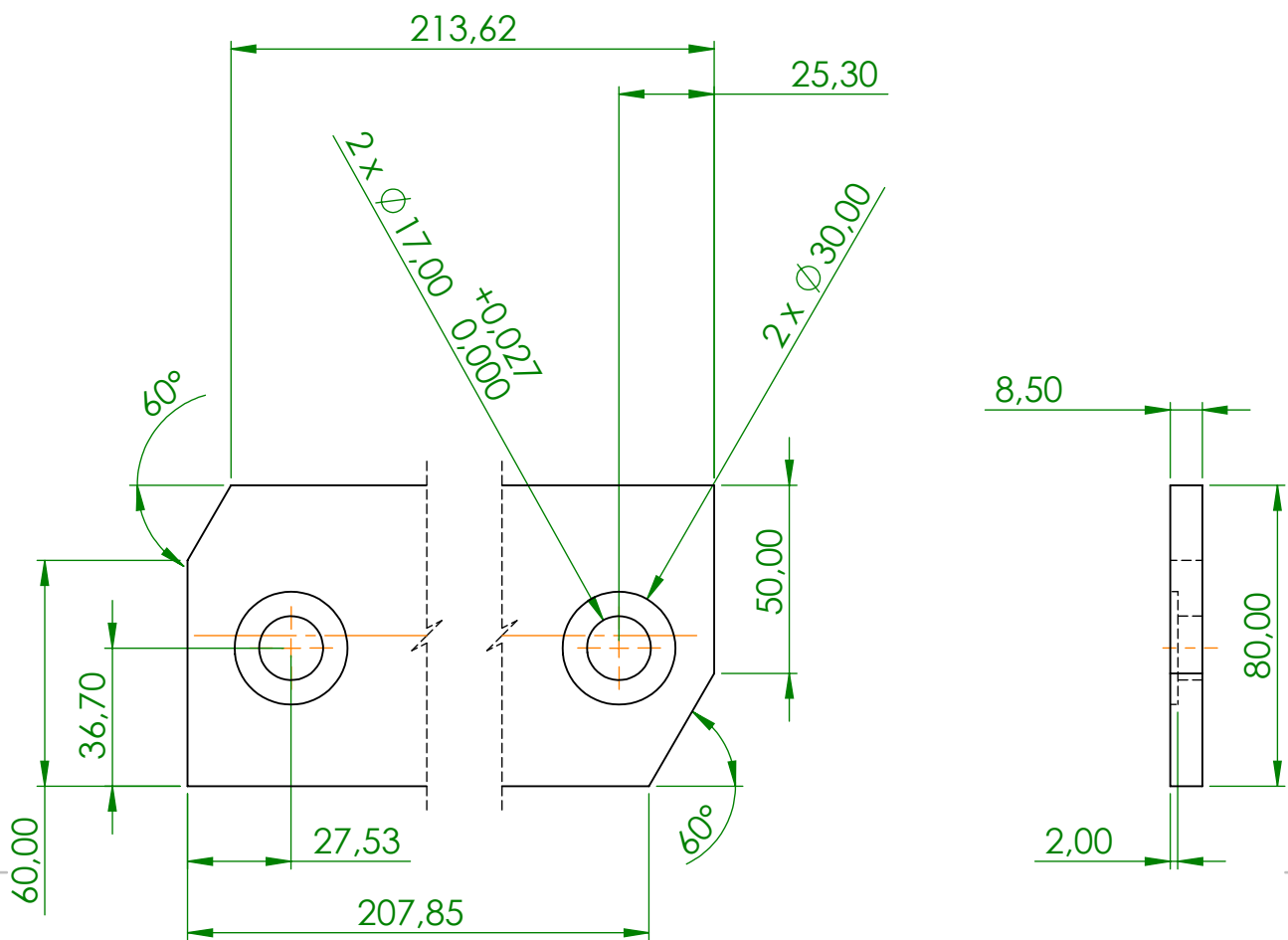
QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:5

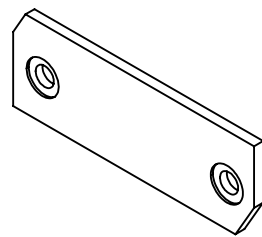
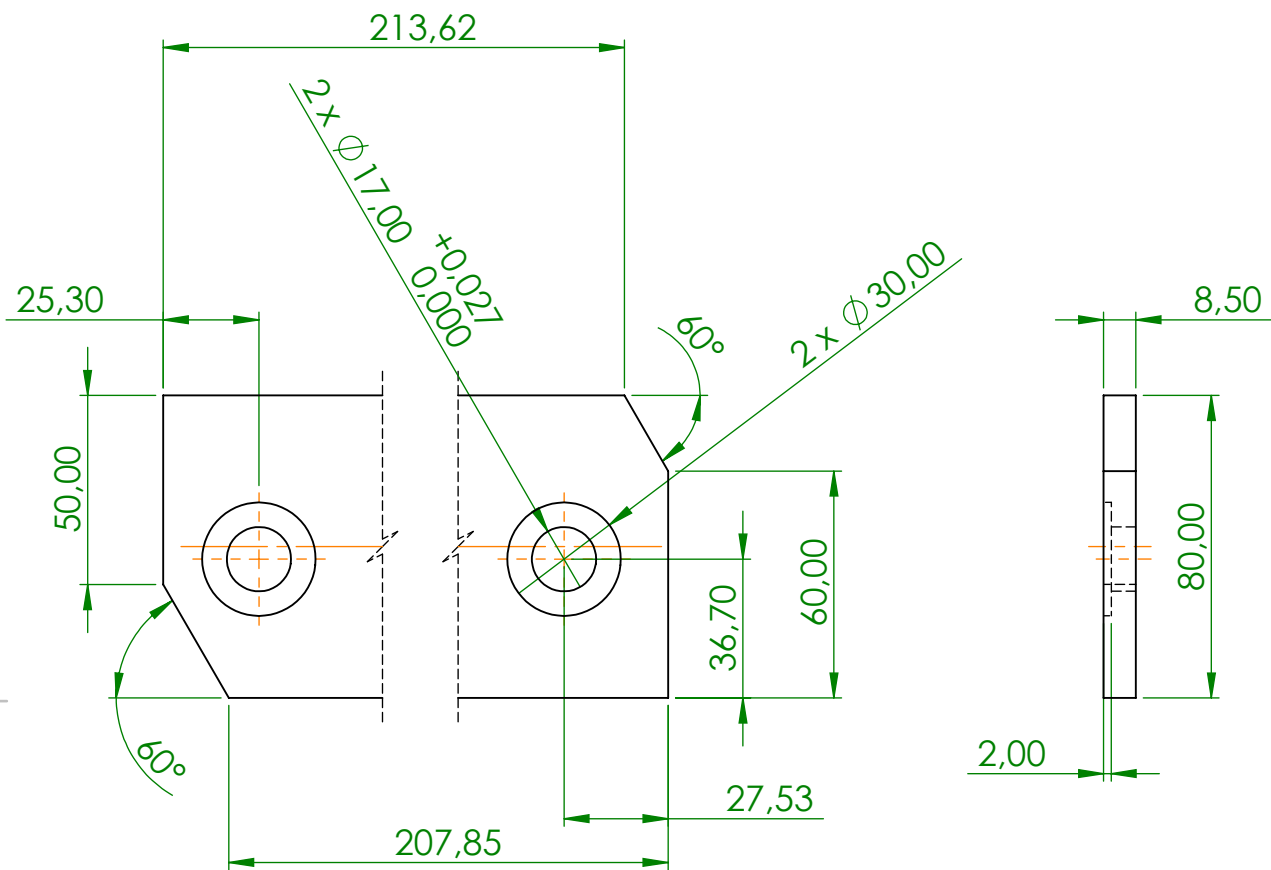
FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Ângulo_2		
			07.18			
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: C45E		
VERIF.						
APROV.						
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 1	DESENHO NO.	A4	
			ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1		



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0,5 CORTE: ±0,8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1,5			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO													
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	0,71e	TÍTULO: Ângulo_3														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA			DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.		
NOME	ASSINATURA	DATA																	
DES.																			
VERIF.																			
APROV.																			
QUAL.																			
MATERIAL: Nylon			DESENHO NO.		A4														
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1														



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0,5
 CORTE: ±0,8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1,5

ACABAMENTO: 12,5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Ângulo_4

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

Nylon

DESENHO NO.

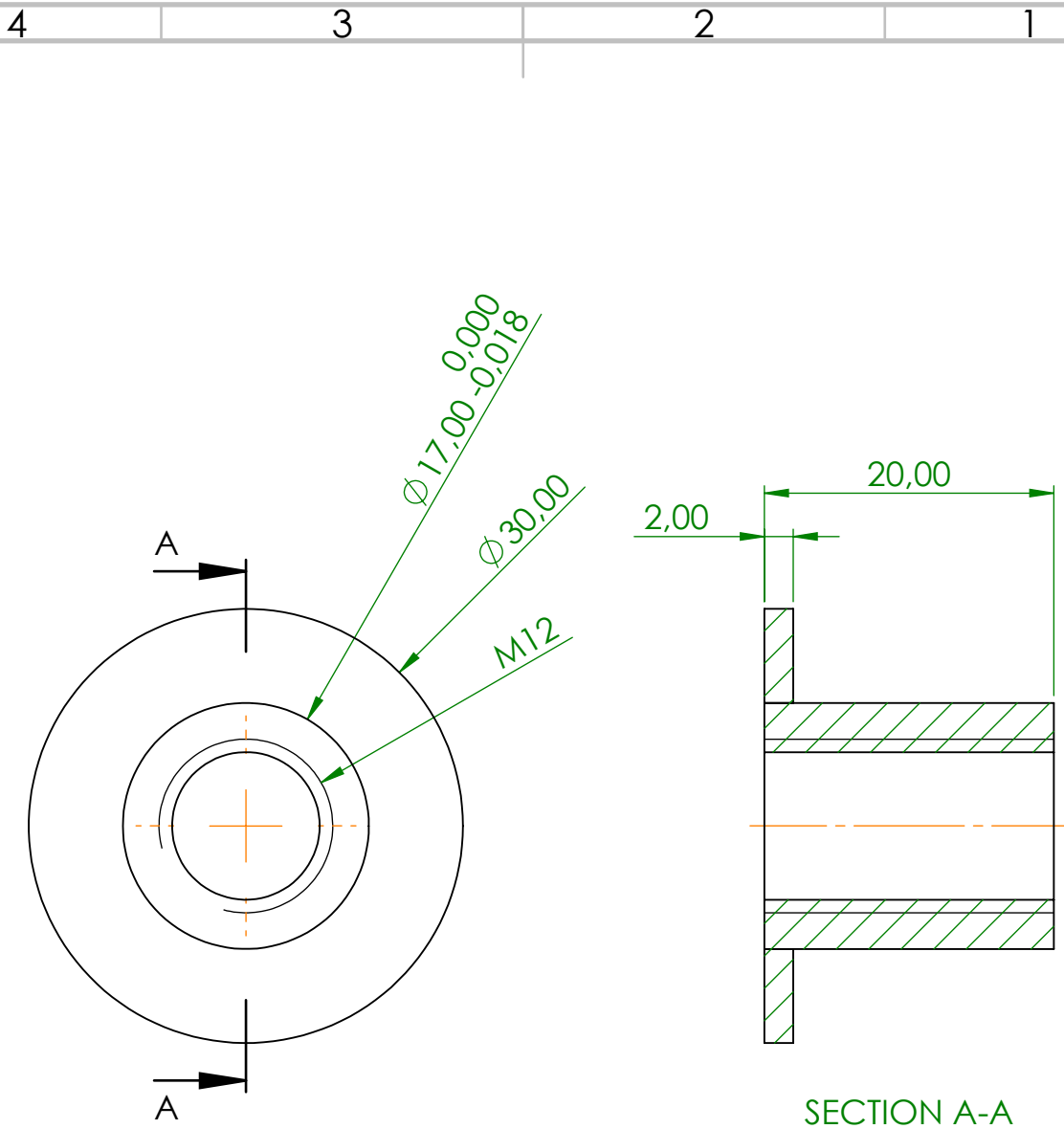
A4



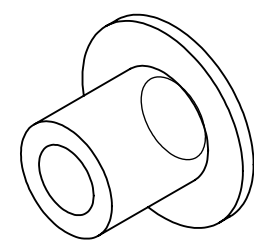
QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:2

FOLHA 1 DE 1



SECTION A-A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
			TÍTULO: Ângulo_5			
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 4	ESCALA: 2:1	FOLHA 1 DE 1	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

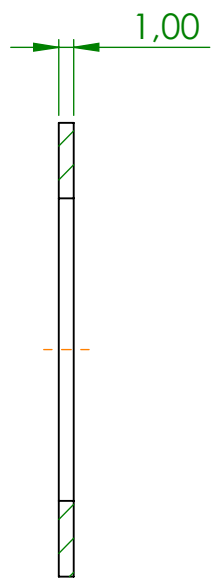
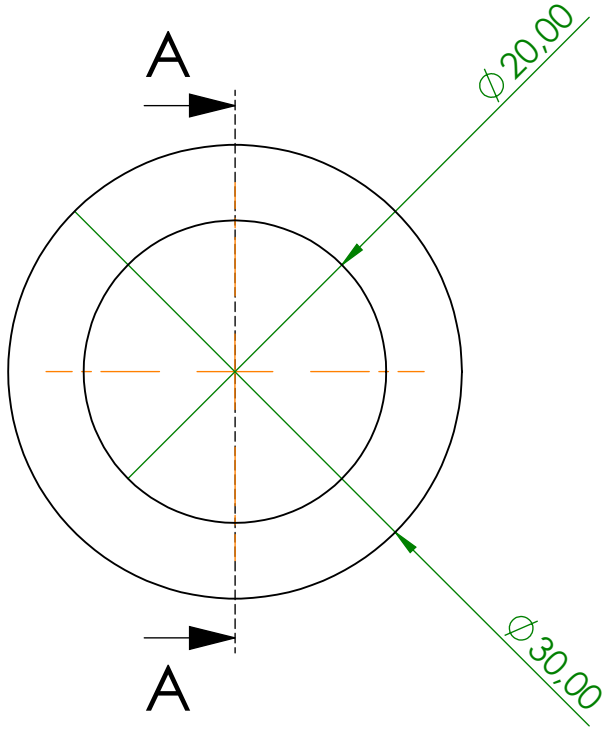
D

C



C

B

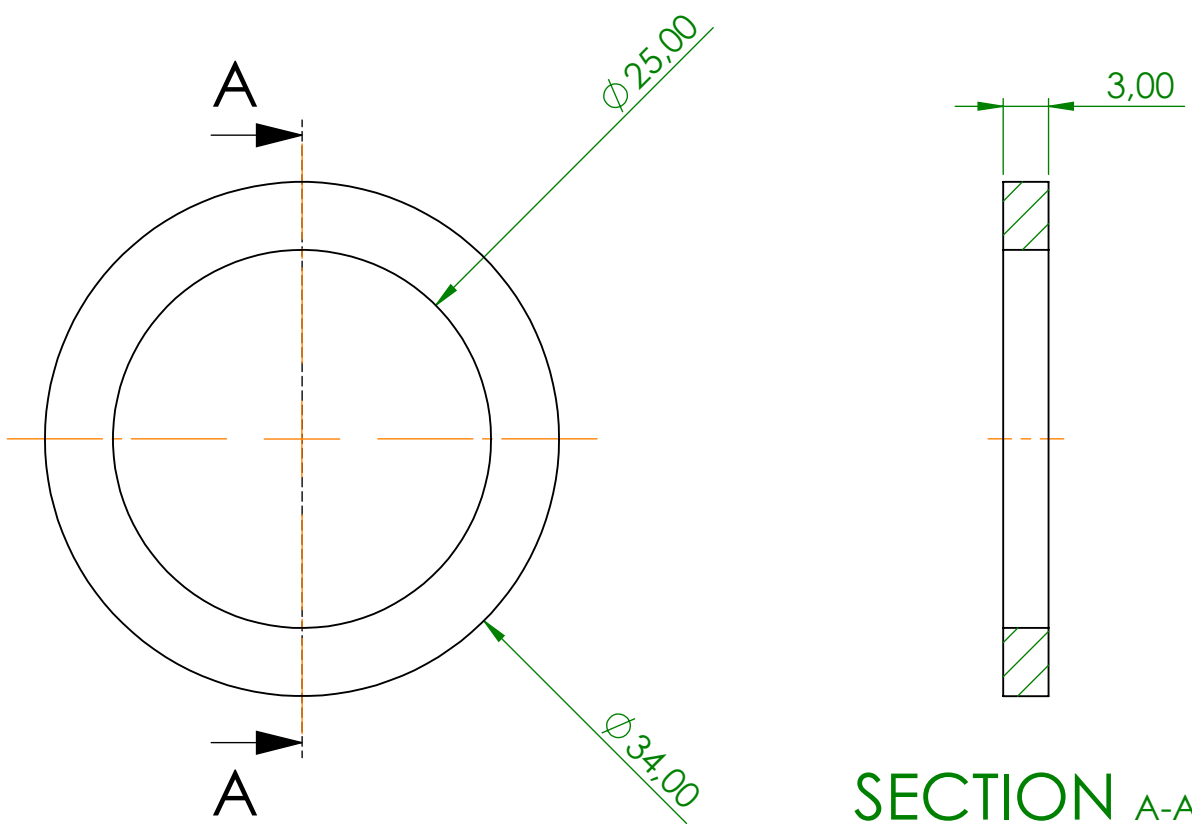
B



SECTION A-A

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO																			
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Anilha_Rolamento_Ângulo																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DES.</th> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			DES.	NOME	ASSINATURA	DATA																	MATERIAL: Cu Sn7 Pb7 Zn3 (CB1)	DESENHO NO.	A4
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA																						
 			QUANTIDADE: 2	ESCALA: 2:1	FOLHA 1 DE 1																				

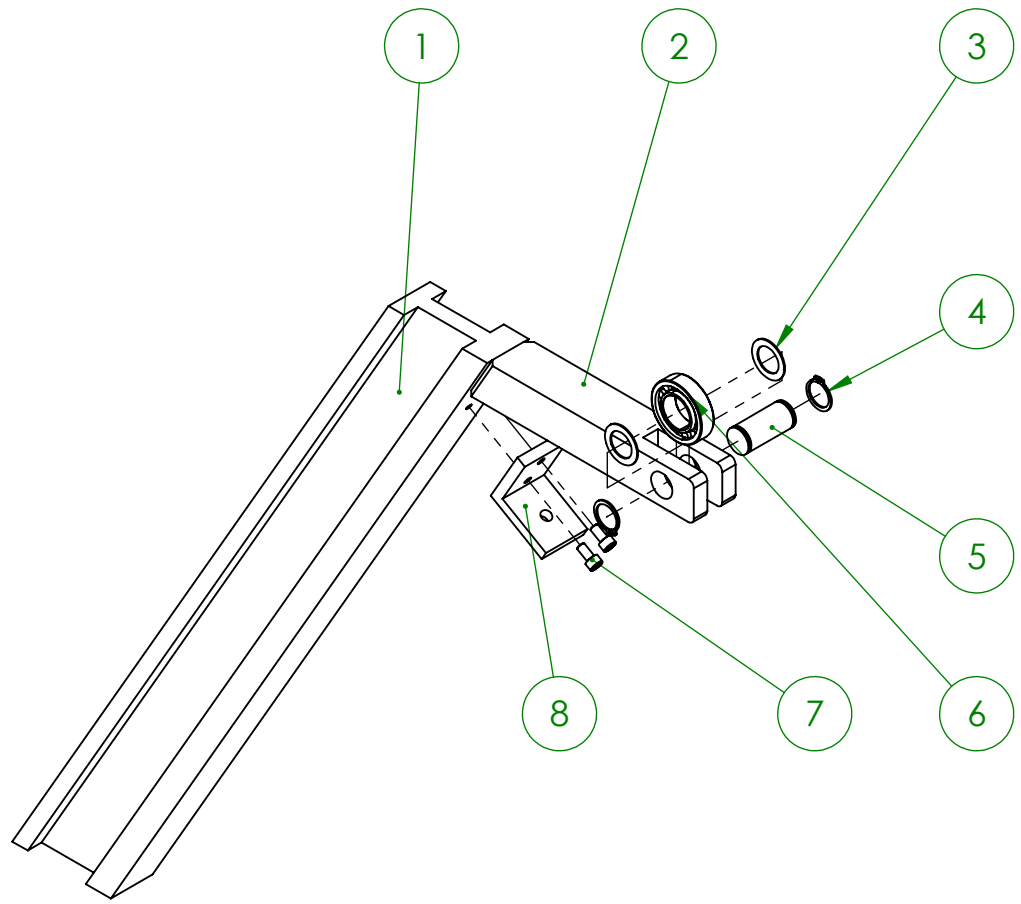
4 3 2 1



SECTION A-A

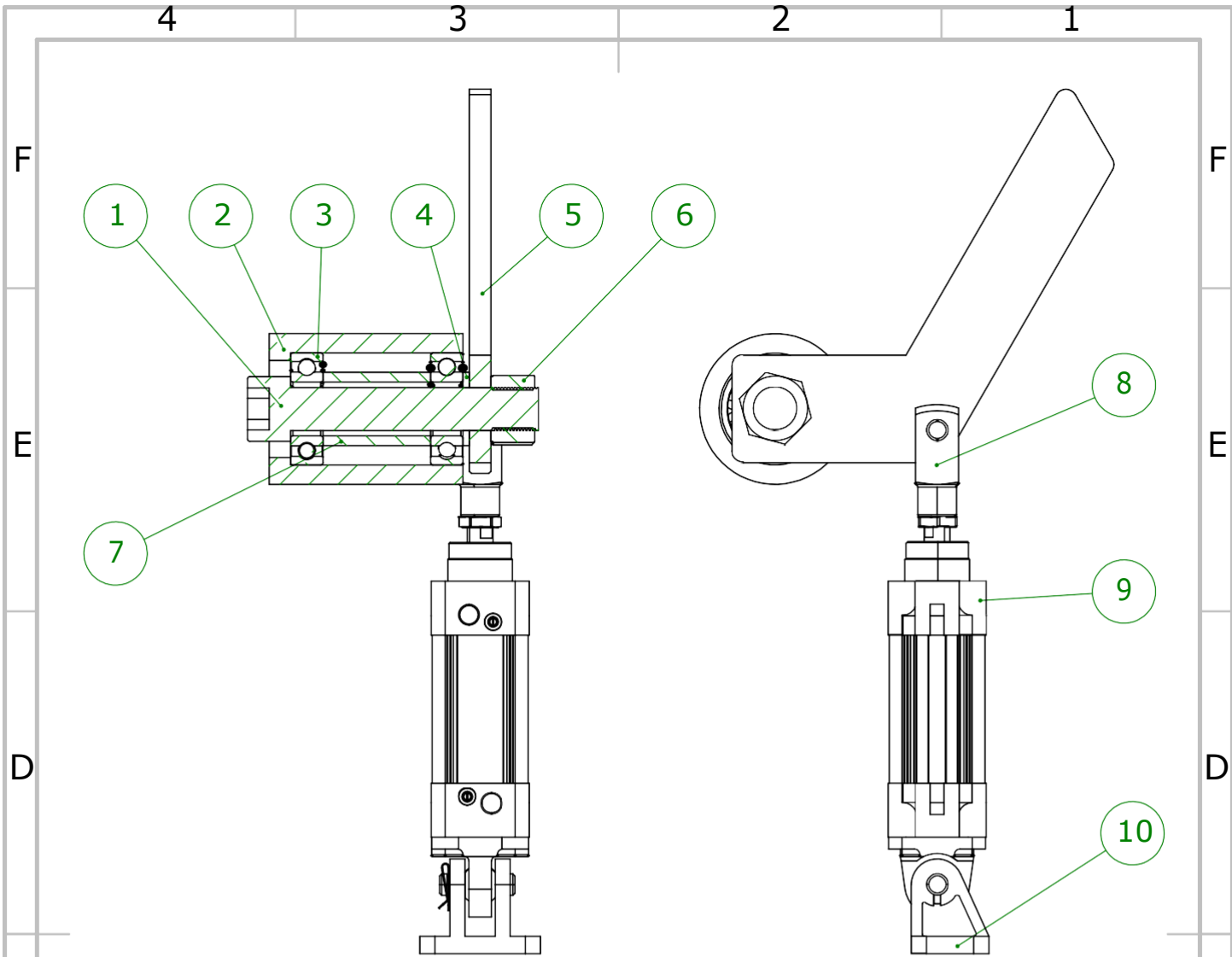
SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
			TÍTULO: Anilha_Rolamento_Batente			
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL: Cu Sn7 Pb7 Zn3	DESENHO NO.	A4
QUAL.				QUANTIDADE: 2	ESCALA: 2:1	FOLHA 1 DE 1





ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Ângulo_1	1
2	Ângulo_2	1
3	Anilha_Rolamento_Ângulo	2
4	Circlip DIN 471 - 20 x 1.2	2
5	Pino_Rolamento_Topo_Ângulo	1
6	Rolamento	1
7	DIN 912 M6 x 12 --- 12N	2
8	Suporte atuador	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5	ACABAMENTO: 12.5 	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS 	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
	TÍTULO: Assem_Ângulo			
NOME ASSINATURA DATA	MATERIAL:		DESENHO NO.	
DES. VERIF. APROV. QUAL.			A4	
		QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1

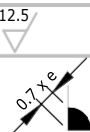


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Pino_Batente_Fileira	1
2	Cubo_Rolamento	1
3	SKF_6205_23	2
4	Anilha_Rolamento_Batente	1
5	Batente_Fila_Contagem	1
6	Hexagon Nut DIN 934 - M20	1
7	Casquilho_Rolamento	1
8	6144_SG_M10x1_25_5	1
9	163319_DNC_32_25_PPV	1
10	31761_LBG_32_7	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Assem_Batente_Fila_Contagem

DES.	NOME	ASSINATURA	DATA

MATERIAL:

DESENHO NO.

A4

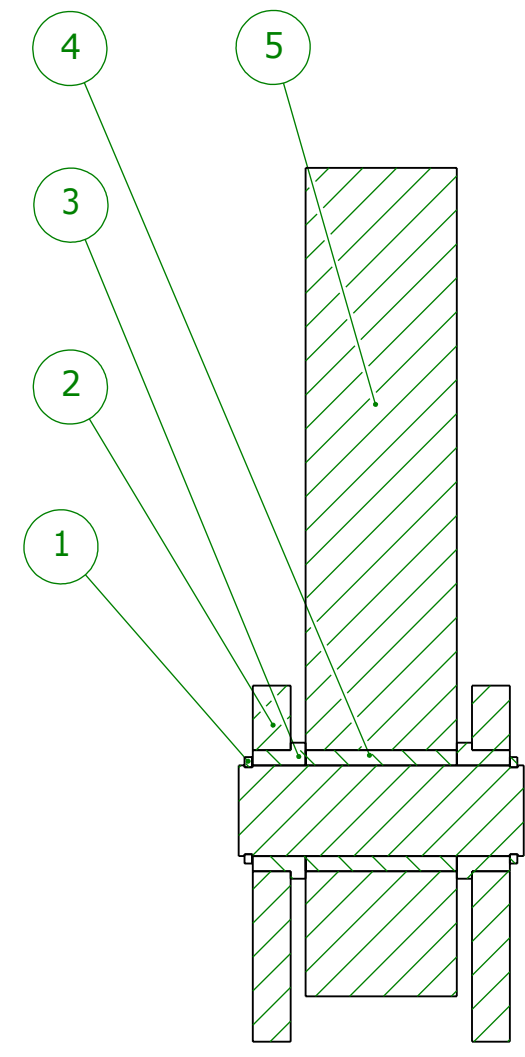
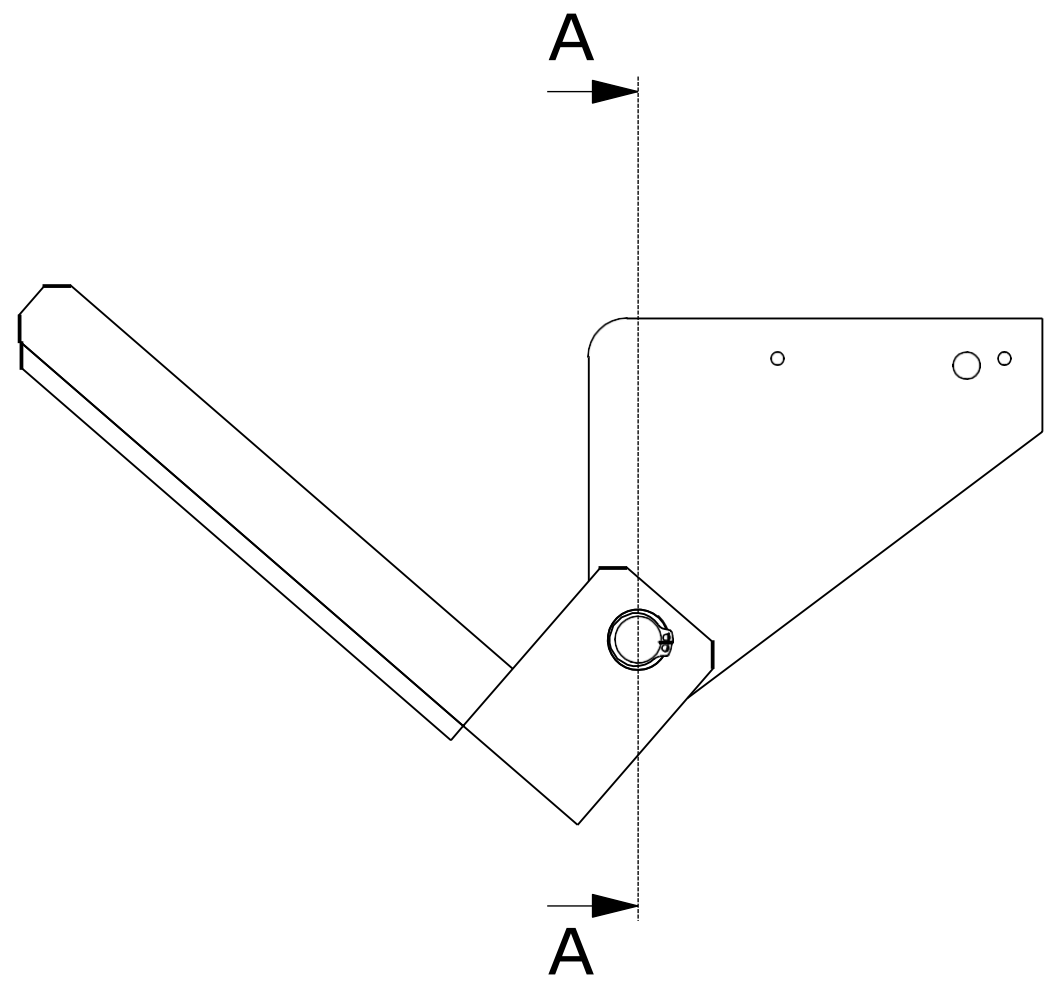
FERPINTA



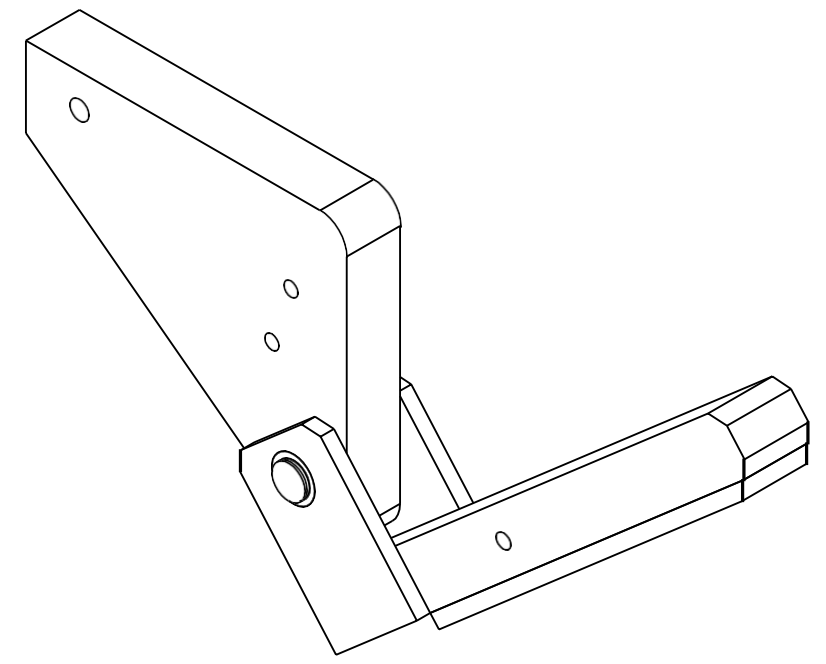
QUANTIDADE: 2

ESCALA: 1:3

FOLHA 1 DE 1



SECTION A-A



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Circlip DIN 471 - 12 x 1	2
2	Batente_2_Recuo	1
3	Casquilho_Batente_Recuo	2
4	Casquilho_Bronze_Recuo	1
5	Batente_Recuo	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR: ±0.5
 MAQUINAGEM: ±0.8
 CORTE: ±1°
 QUINAGEM: ±1.5
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

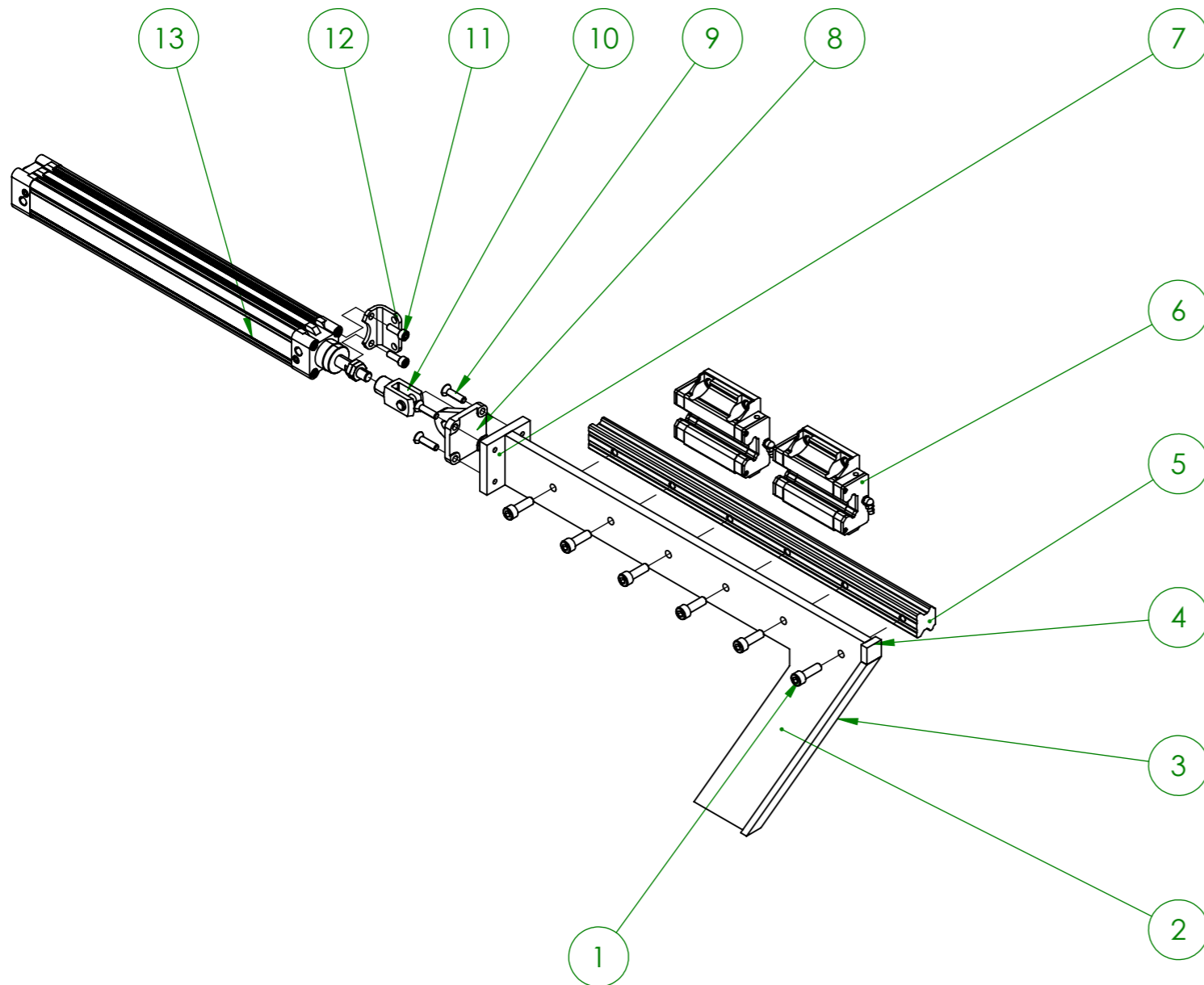
TÍTULO: **Assem_Batente_Recuo**

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

MATERIAL: _____ DESENHO NO. _____ A3

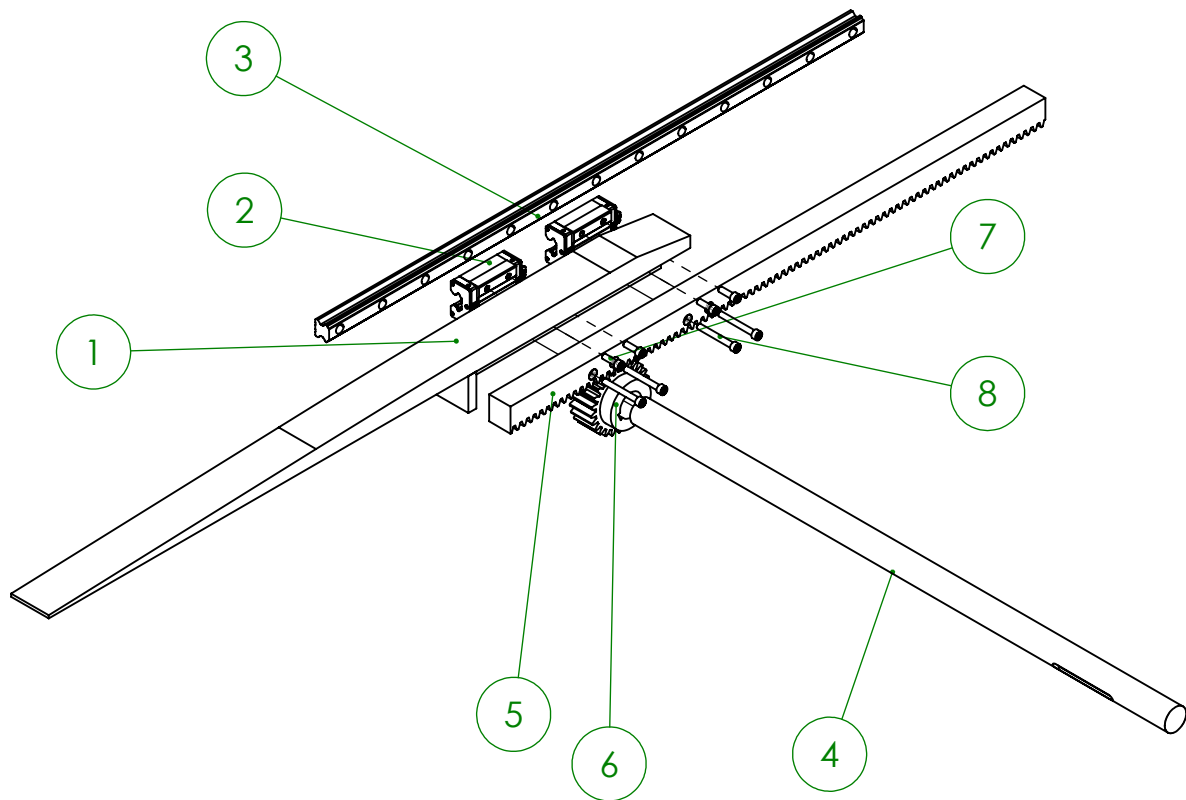
QUANTIDADE: 1 ESCALA: 1:1 FOLHA 1 DE 1





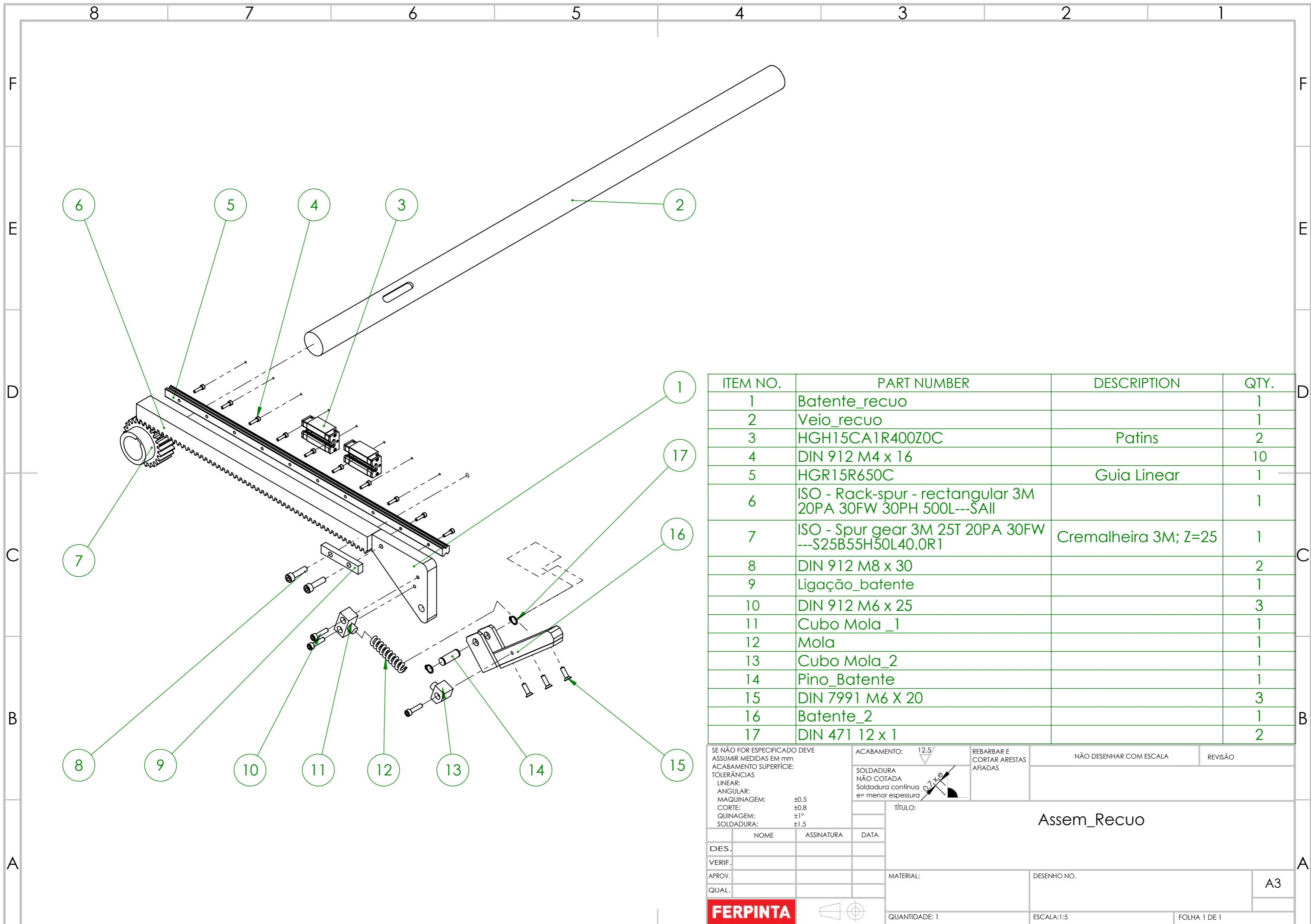
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	DIN 912 M8 x 25 --- 25N		6
2	Formato_Int._1		1
3	Formato_Int._3		1
4	Formato_Int._2		1
5	HGR30T456C	Guia Linear	1
6	HGW30CCZ0C	Patins	2
7	Formato_Int._4		1
8	Acessório Atuador Pneumático		1
9	Parafuso Acessório		4
10	Forquilha_Atuador		1
11	Parafusos Suporte		2
12	Suporte		1
13	Atuador Pneumático DNC 32_320		1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE:		ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5		SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Assem_FormatoInt.		
NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL:	DESENHO NO.	A3
DES.			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:6	FOLHA 1 DE 1
VERIF.					
APROV.					
QUAL.					



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Garfo		1
2	HGH30CAZ0C	Patins	2
3	HGR30R1000C	Guia Linear	1
4	Veio_garfo		1
5	Cremalheira_Garfo	Cremalheira 4M	1
6	DIN - Spur gear 4M 25T 20PA 40FW	Pinhão - 4M; Z=25	1
7	DIN 912 M8 x 25 --- 25N		4
8	DIN 912 M8 X 65		4

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5		ACABAMENTO: 12.5 SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
TÍTULO: Assem_Garfo					
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA		
VERIF.					
APROV.				MATERIAL:	DESENHO NO.
QUAL.					A4
FERPINTA		QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:10	FOLHA 1 DE 1	



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Batente_recuo		1
2	Veio_recuo		1
3	HGH15CA1R400Z0C	Patins	2
4	DIN 912 M4 x 16		10
5	HGR15R650C	Guia Linear	1
6	ISO - Rack-spur - rectangular 3M 20PA 30FW 30PH 500L---SAII		1
7	ISO - Spur gear 3M 25T 20PA 30FW ---S25B55H50L40.0R1	Cremalheira 3M; Z=25	1
8	DIN 912 M8 x 30		2
9	Ligação_batente		1
10	DIN 912 M6 x 25		3
11	Cubo Mola_1		1
12	Mola		1
13	Cubo Mola_2		1
14	Pino_Batente		1
15	DIN 7991 M6 X 20		3
16	Batente_2		1
17	DIN 471 12 x 1		2

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
ACABAMENTO SUPERFÍCIE:

TOLERÂNCIAS
LINEAR:
ANGULAR:
MAQUINAGEM: ±0.5
CORTE: ±0.8
QUINAGEM: ±1°
SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5/

SOLDADURA NÃO COTADA
Soldadura contínua
e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: **Assem_Recuo**

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

MATERIAL:

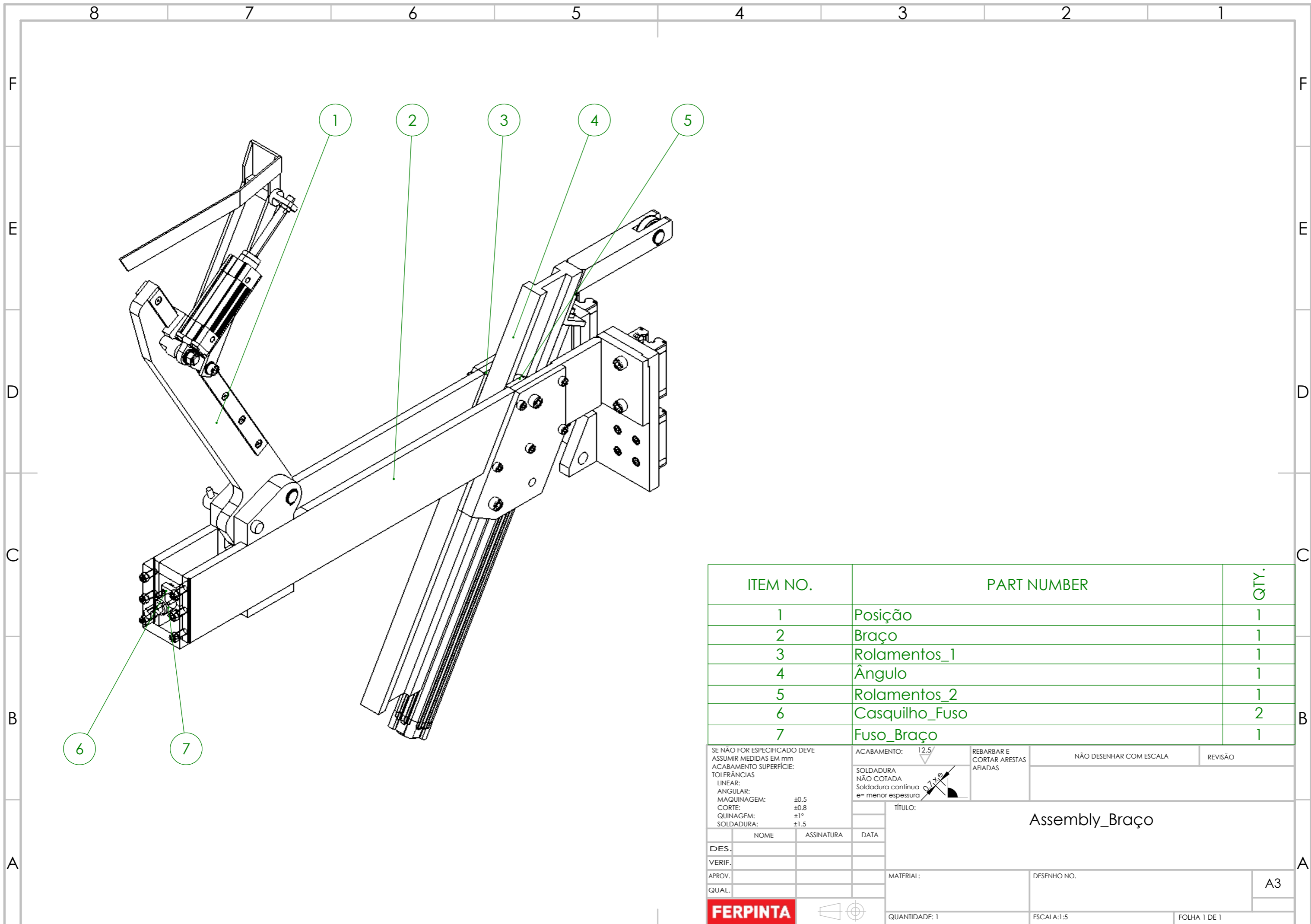
DESENHO NO. **A3**

QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1

FERPINTA



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Posição	1
2	Braço	1
3	Rolamentos_1	1
4	Ângulo	1
5	Rolamentos_2	1
6	Casquilho_Fuso	2
7	Fuso_Braço	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR: ±0.5
 MAQUINAGEM: ±0.8
 CORTE: ±1°
 QUINAGEM: ±1.5
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5/

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO: Assembly_Braço

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

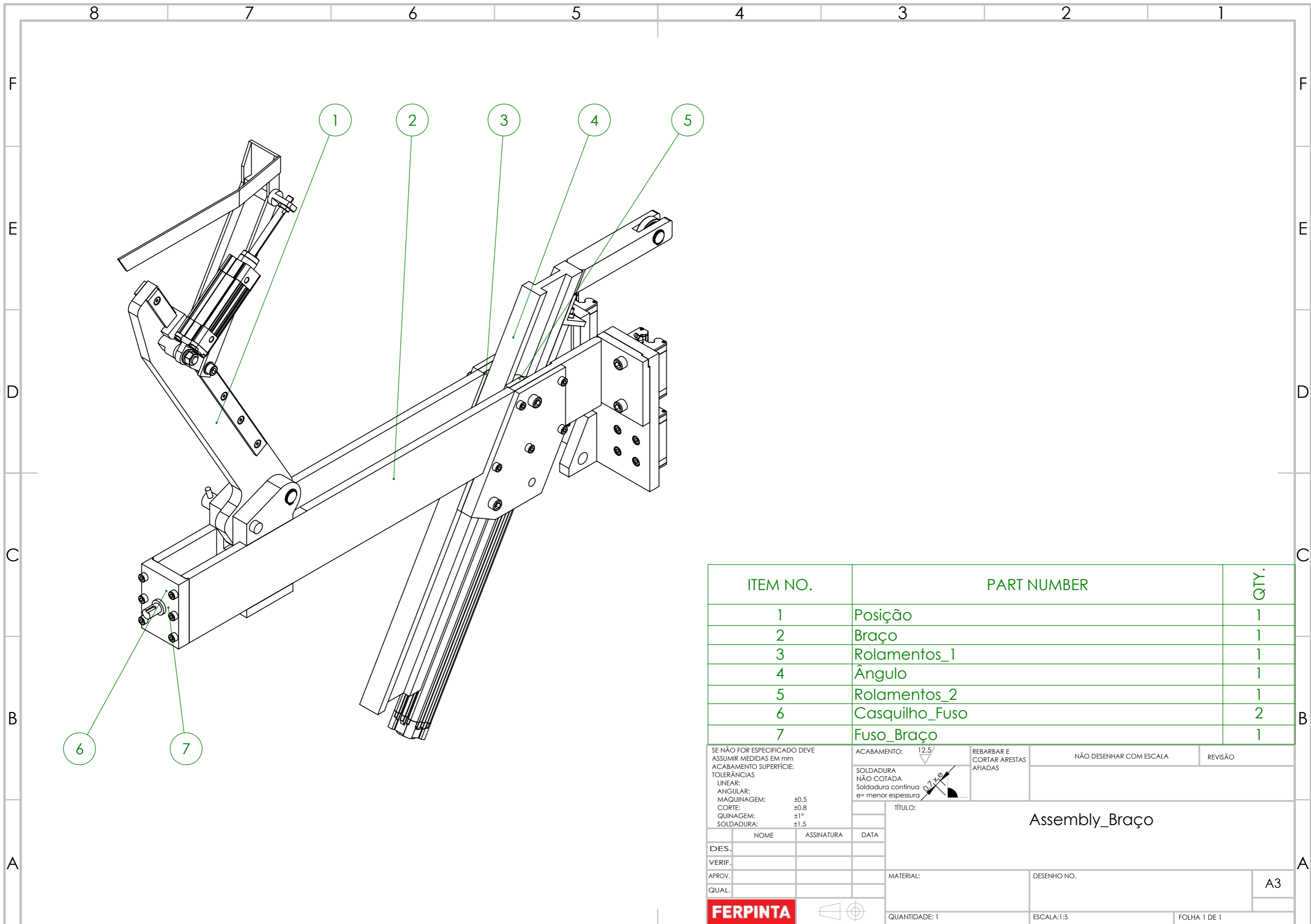
MATERIAL:

DESENHO NO. A3

QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Posição	1
2	Braço	1
3	Rolamentos_1	1
4	Ângulo	1
5	Rolamentos_2	1
6	Casquilho_Fuso	2
7	Fuso_Braço	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5/
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: Assembly_Braço

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

MATERIAL:

DESENHO NO. A3

QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

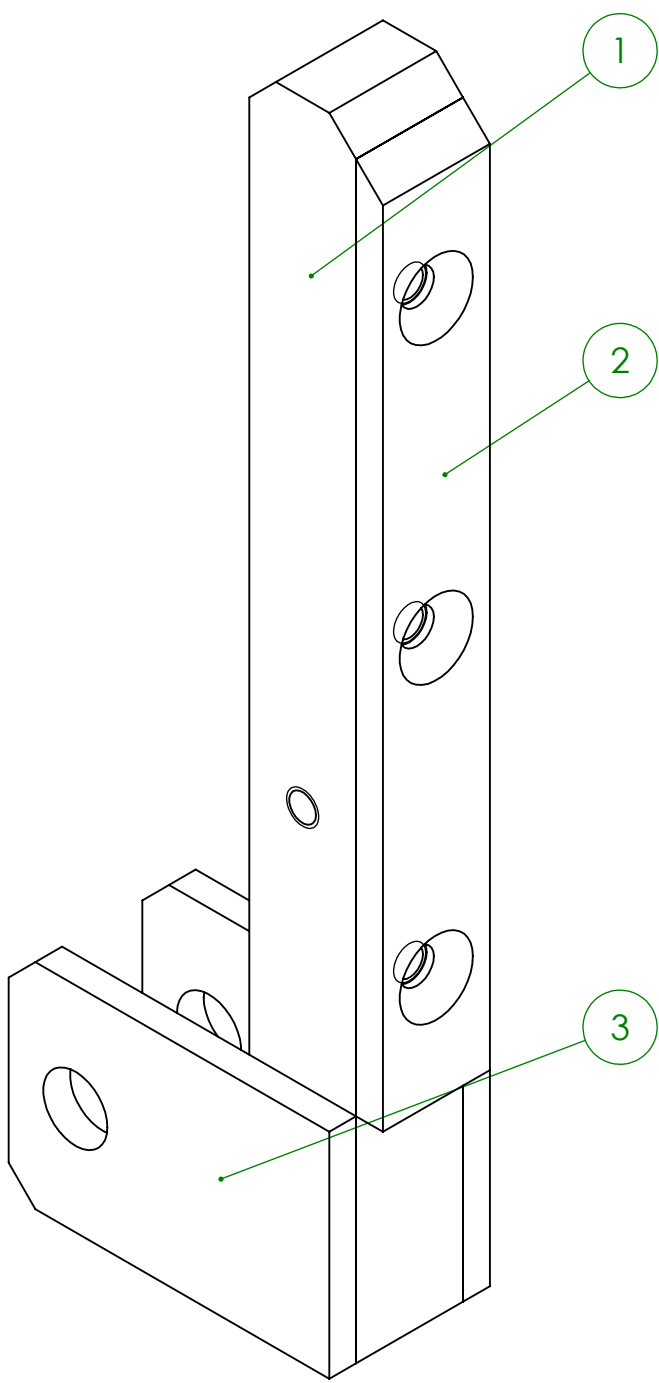
E

D

D

C

C



B

B

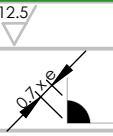
A

A

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Batente_2_centro	1
2	Batente_2_frente	1
3	Batente_2_lateral	2

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Batente_2

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

DESENHO NO.

A4

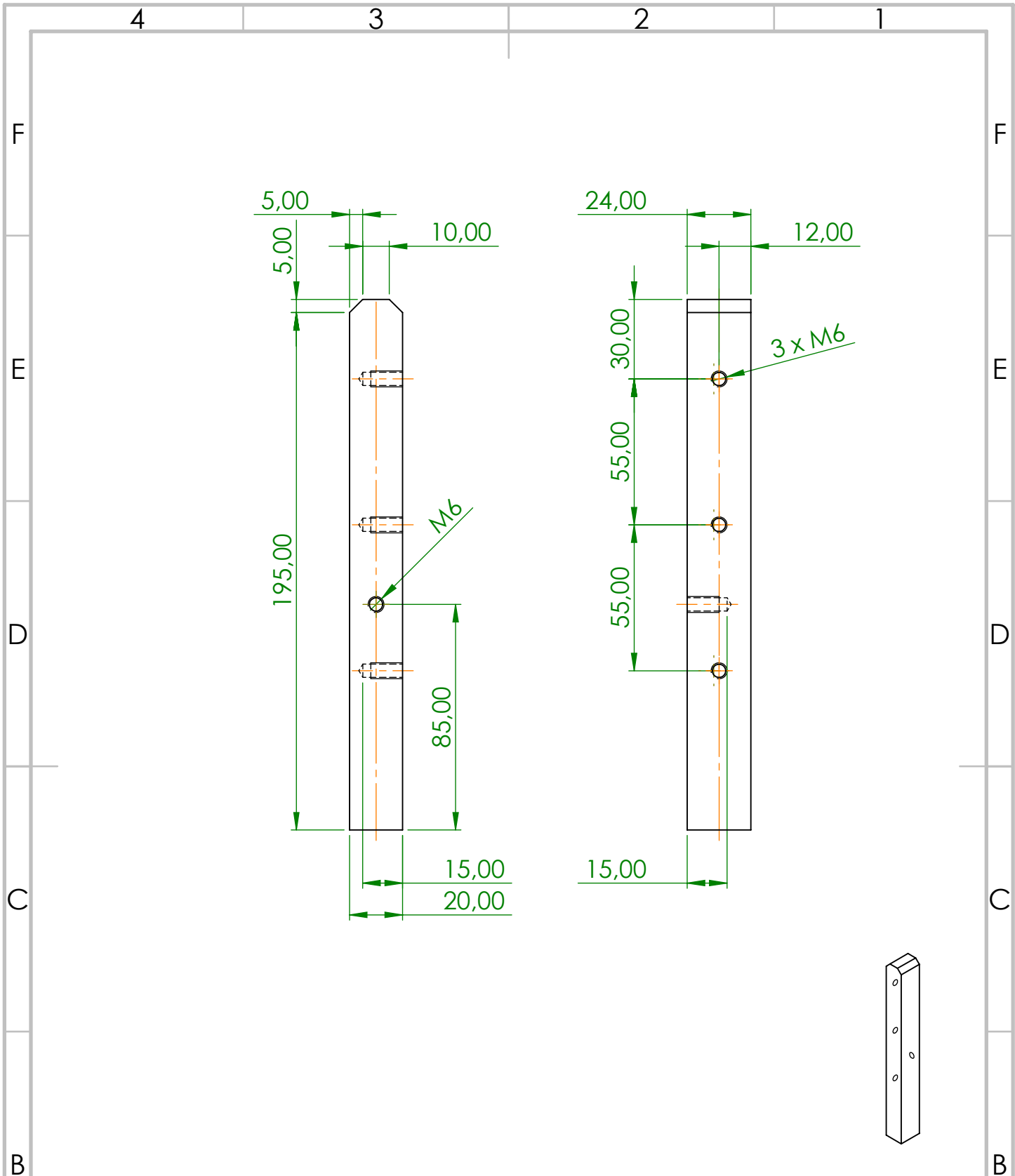


QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:1

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Batente_2_centro

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

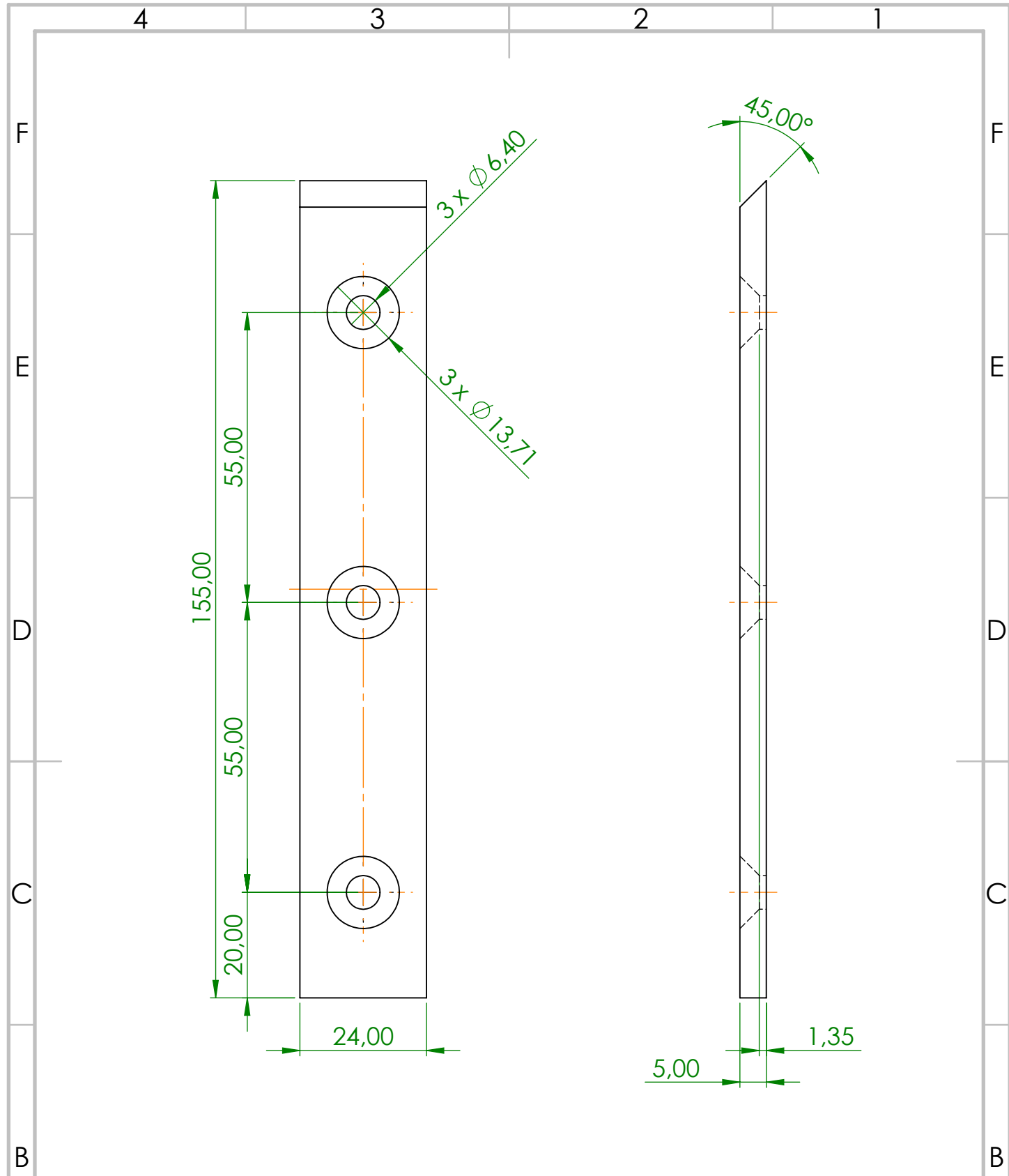
A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:2

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0,5
 CORTE: ±0,8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1,5

ACABAMENTO: 12,5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Batente_2_frente

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

NBR

DESENHO NO.

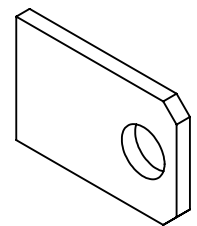
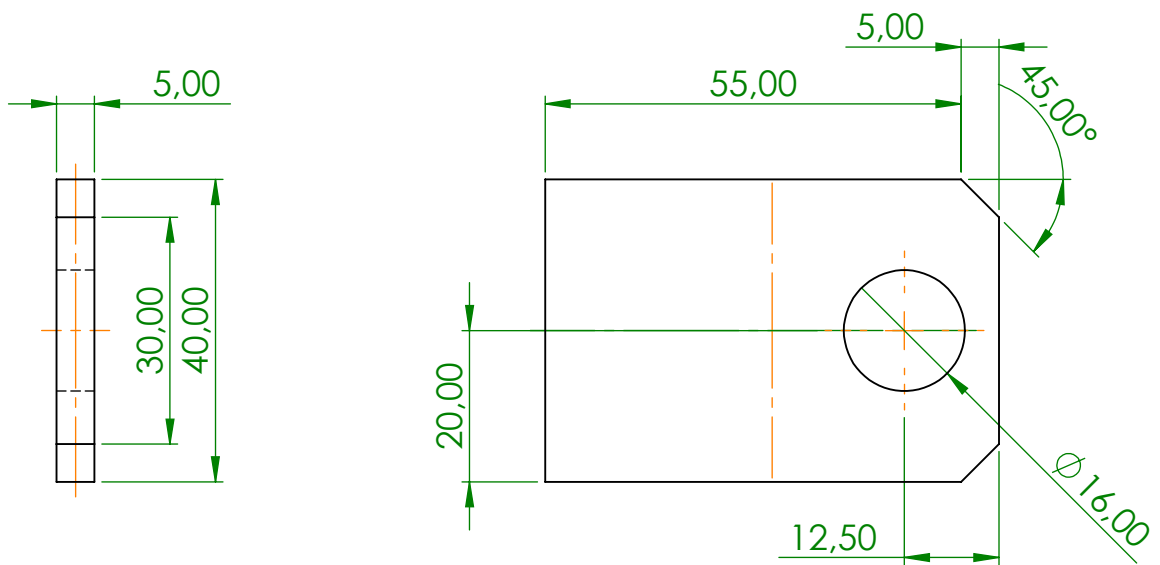
A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:1

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: Batente_2_lateral

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: S355

DESENHO NO.

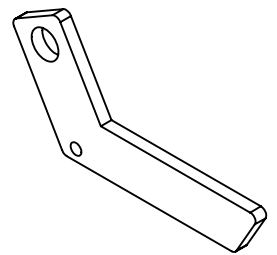
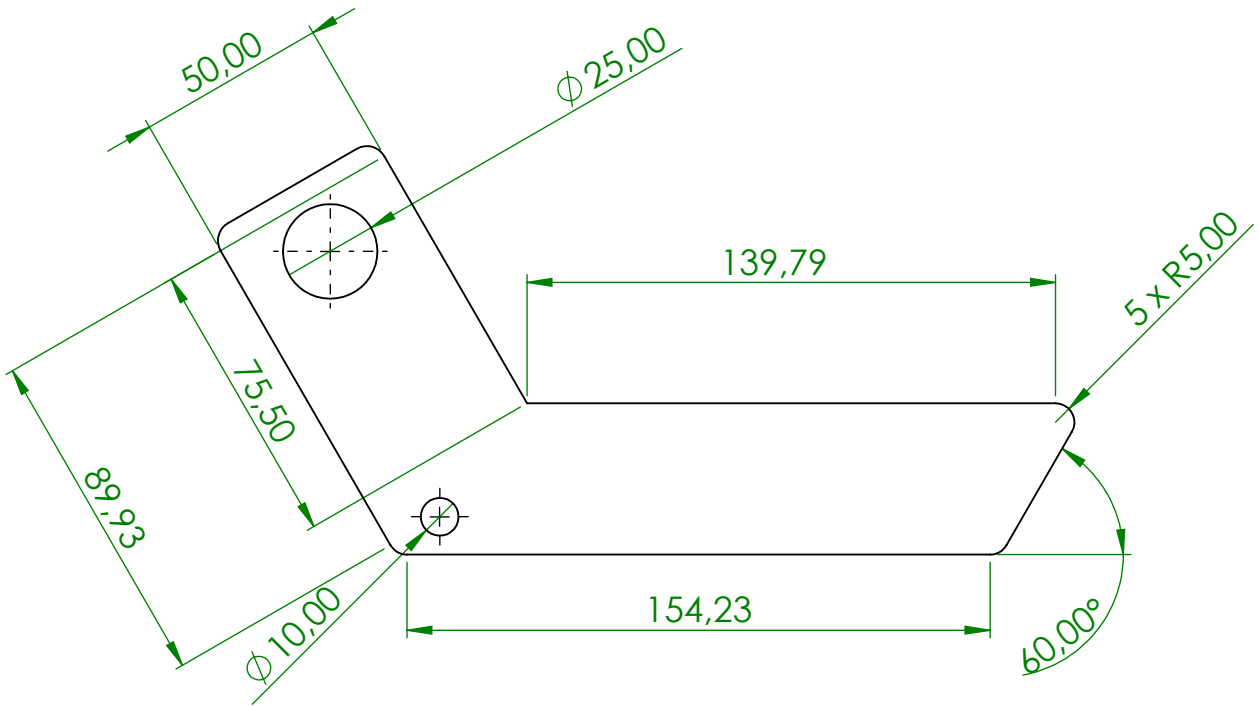
A4



QUANTIDADE: 2

ESCALA: 1:1

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO:

Batente_Fila_Contagem

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

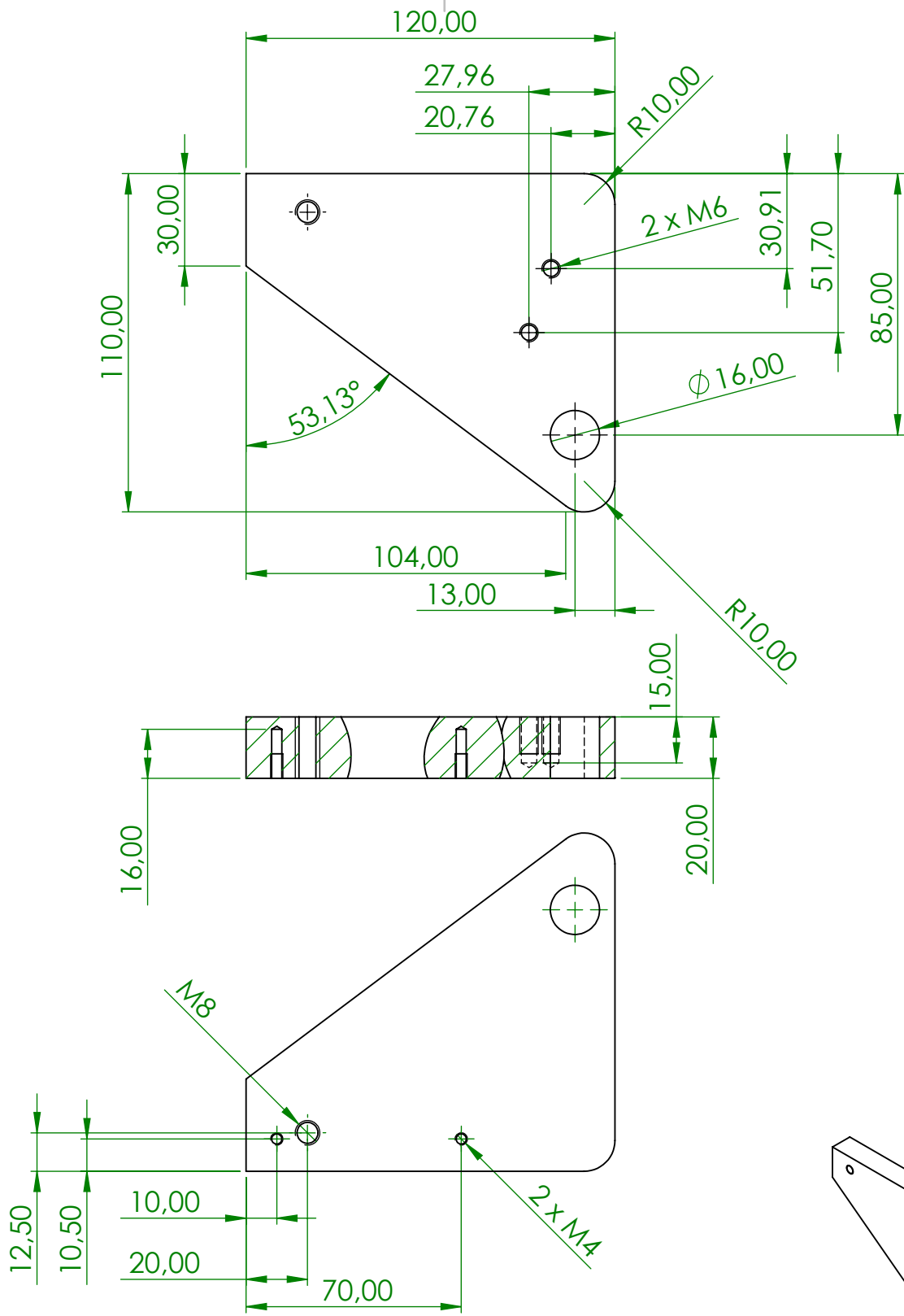
FERPINTA

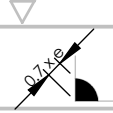


QUANTIDADE: 2

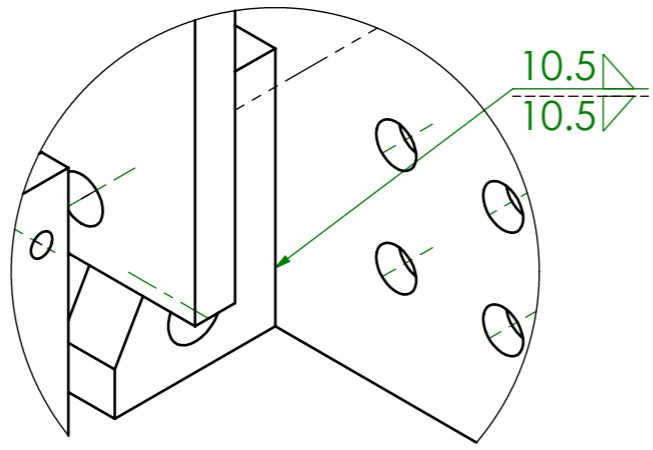
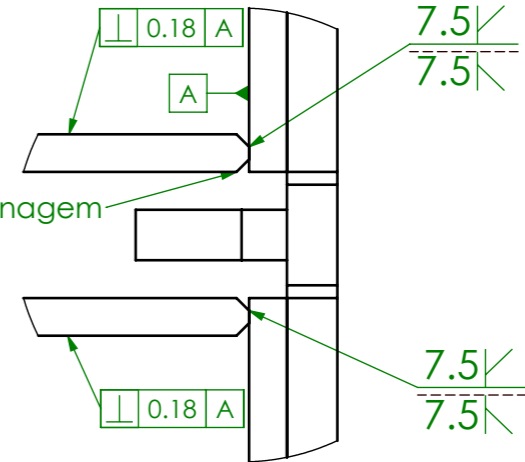
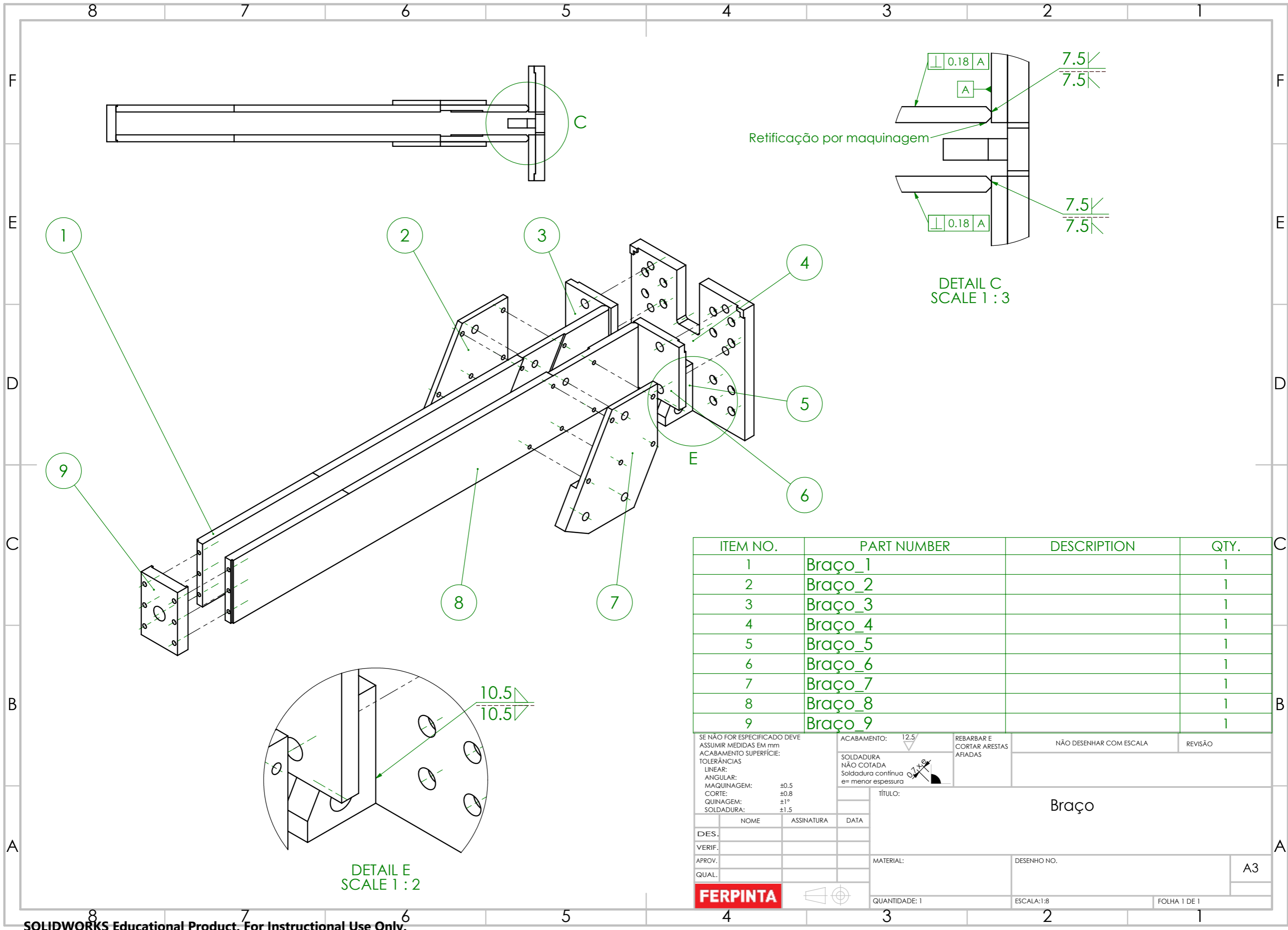
ESCALA: 1:2

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
LINEAR: ±0.5					<p style="text-align: center;">TÍTULO: Batente_recuo</p>	
ANGULAR: ±0.8						
MAQUINAGEM: ±1°						
CORTE: ±1.5						
SOLDADURA: ±1.5						
TÍTULO: Batente_recuo						
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4
QUAL.				QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1





ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Braço_1		1
2	Braço_2		1
3	Braço_3		1
4	Braço_4		1
5	Braço_5		1
6	Braço_6		1
7	Braço_7		1
8	Braço_8		1
9	Braço_9		1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
ACABAMENTO SUPERFÍCIE:

TOLERÂNCIAS
LINEAR:
ANGULAR:
MAQUINAGEM: ±0.5
CORTE: ±0.8
QUINAGEM: ±1°
SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5

SOLDADURA NÃO COTADA
Soldadura contínua
e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: Braço

MATERIAL: _____

DESENHO NO. _____

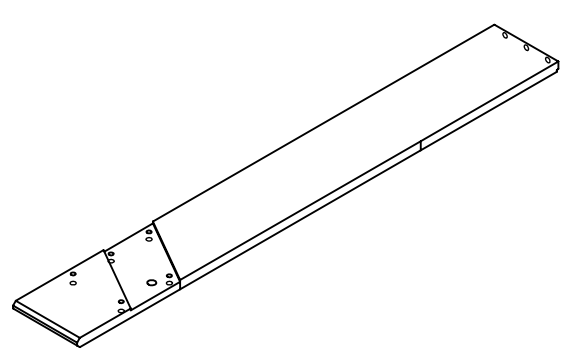
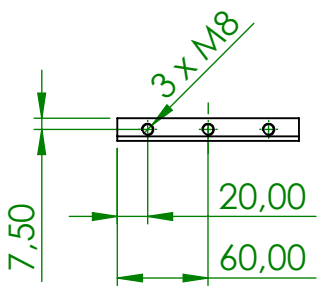
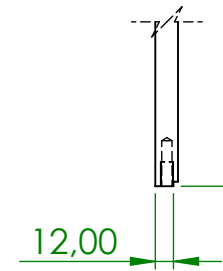
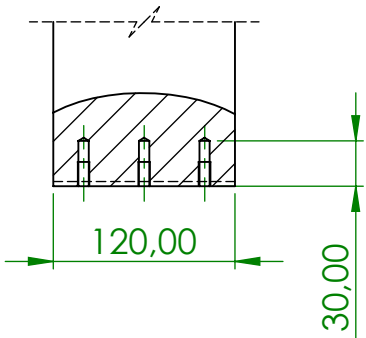
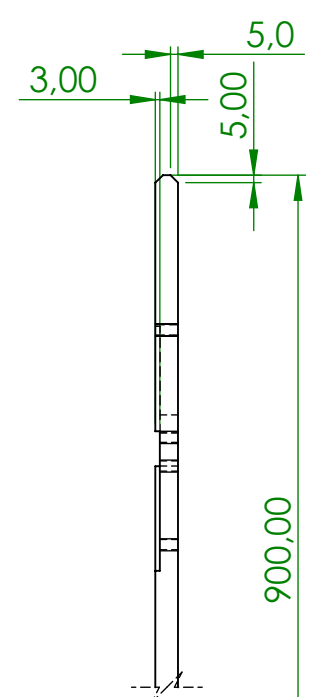
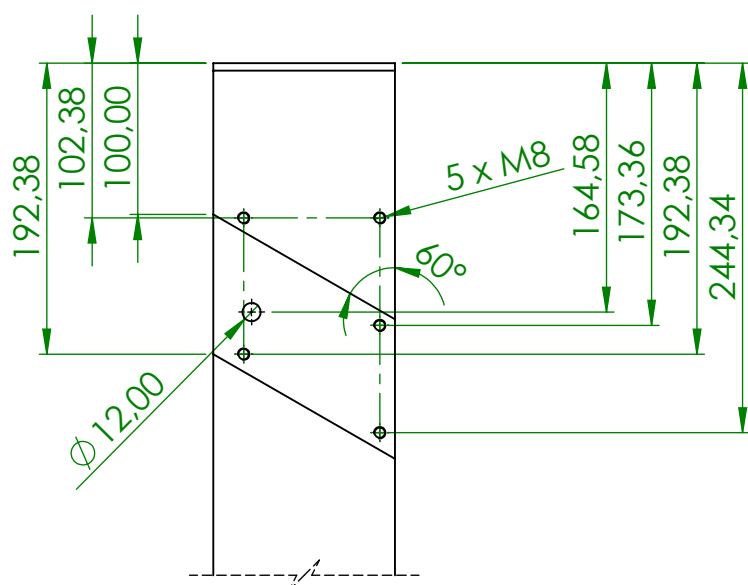
QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:8

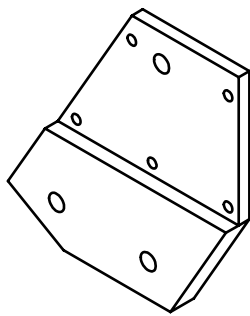
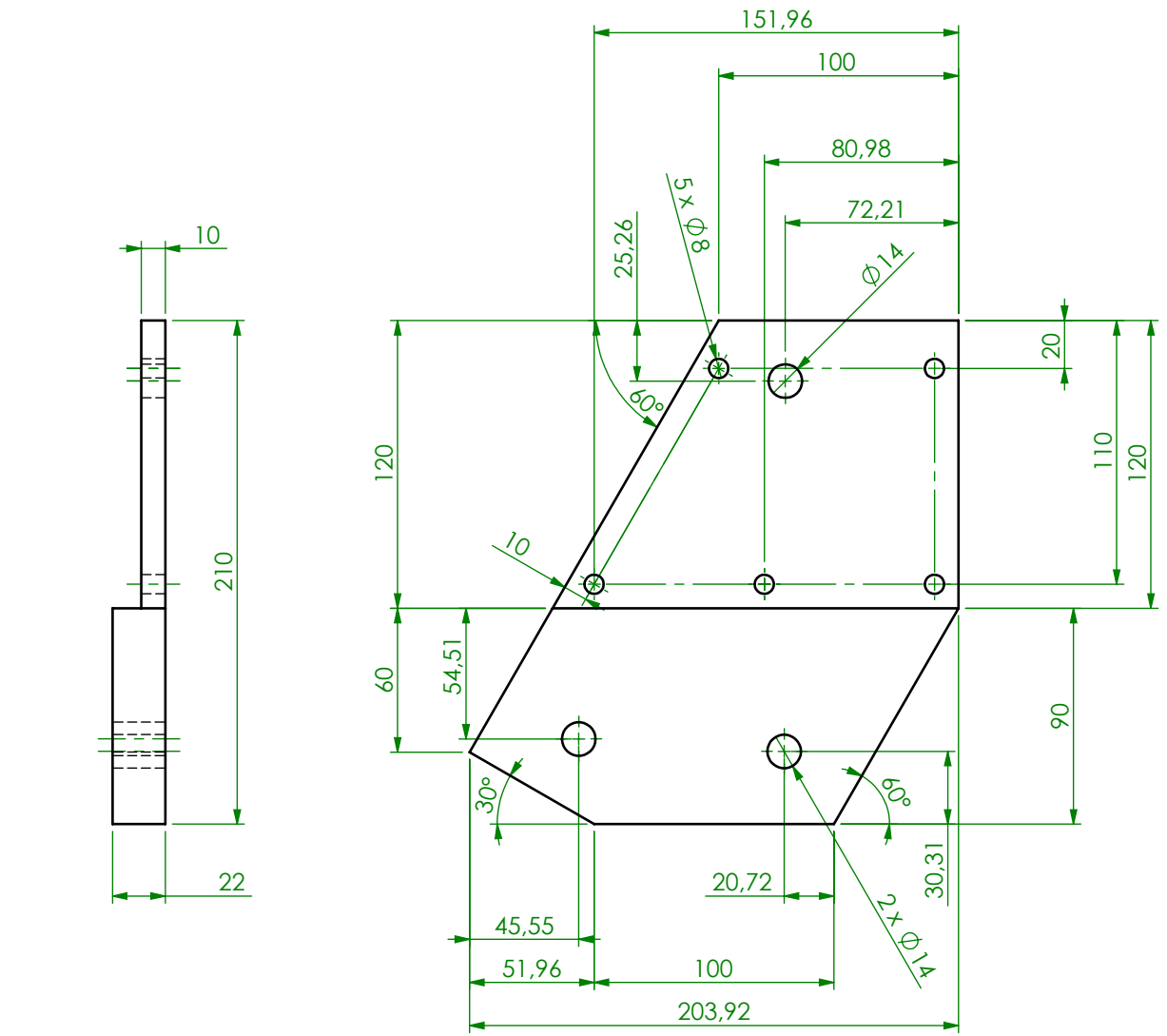
FOLHA 1 DE 1

A3

FERPINTA



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0,5 CORTE: ±0,8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1,5			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Braço_1																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Braço_2

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: S355

DESENHO NO.

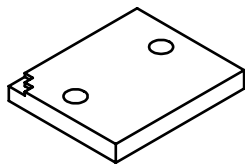
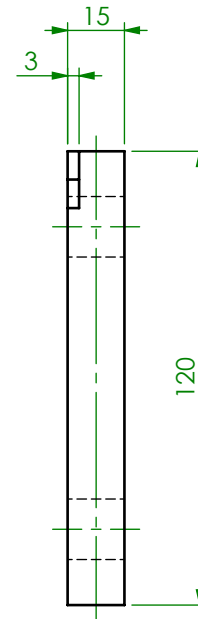
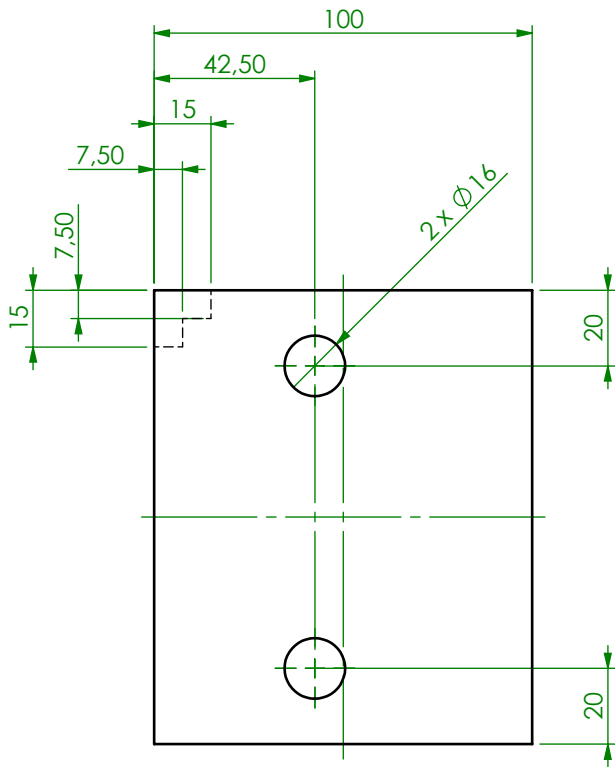
A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:3

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO:

Braço_3

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

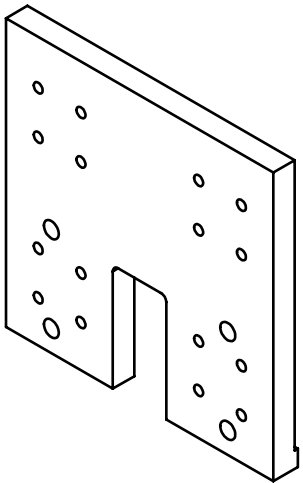
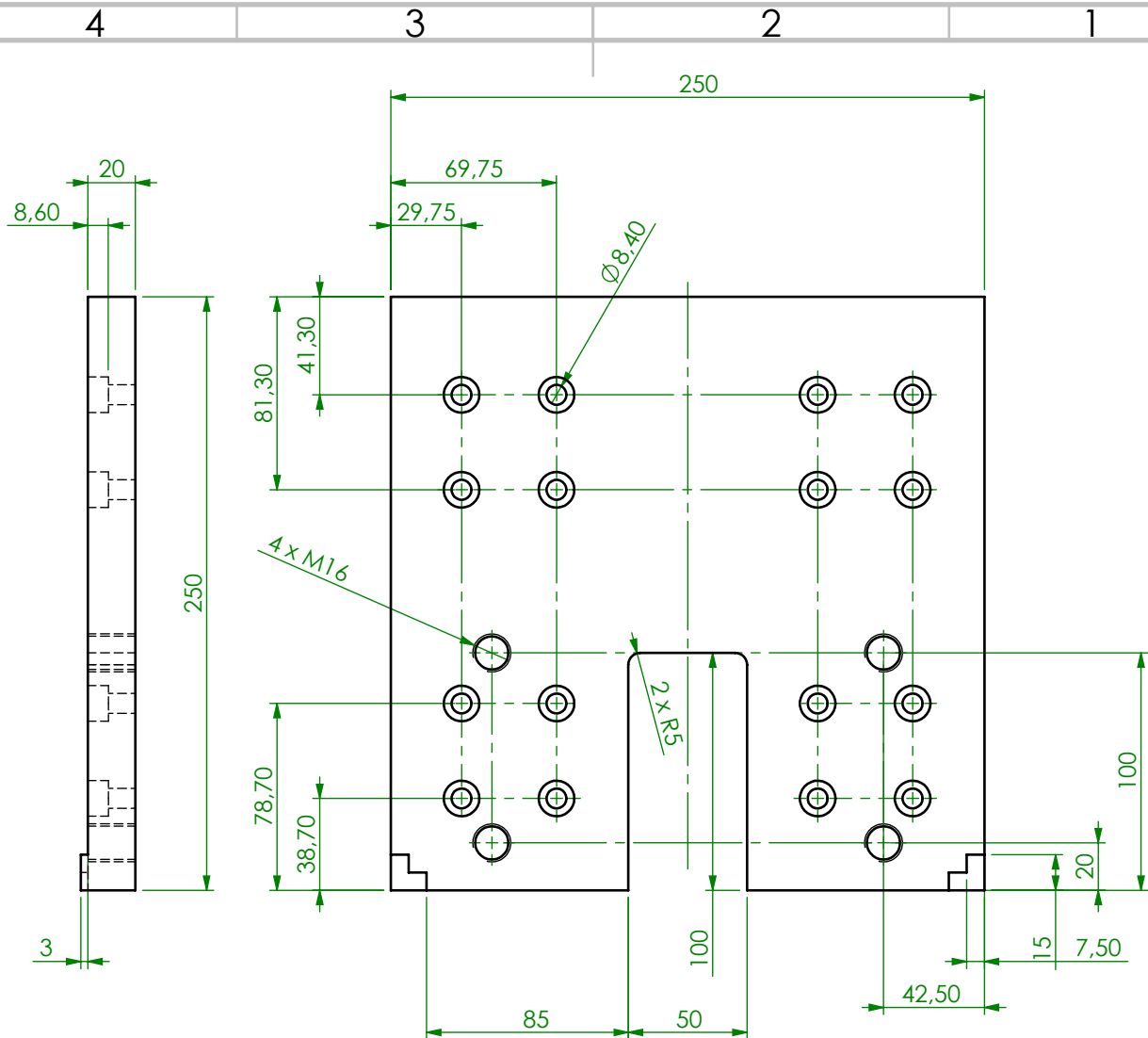
A4



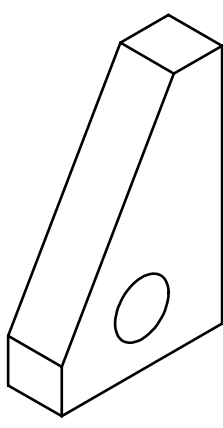
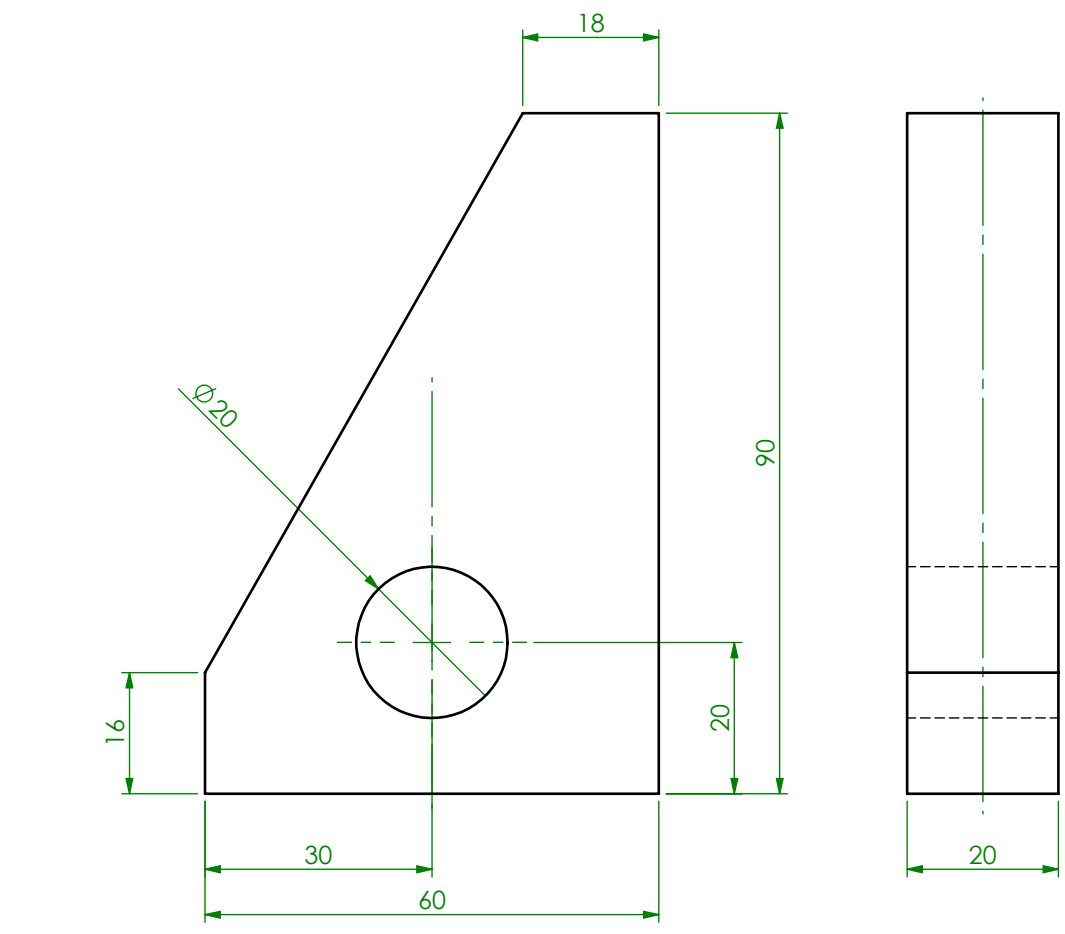
QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:2

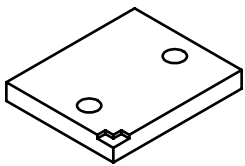
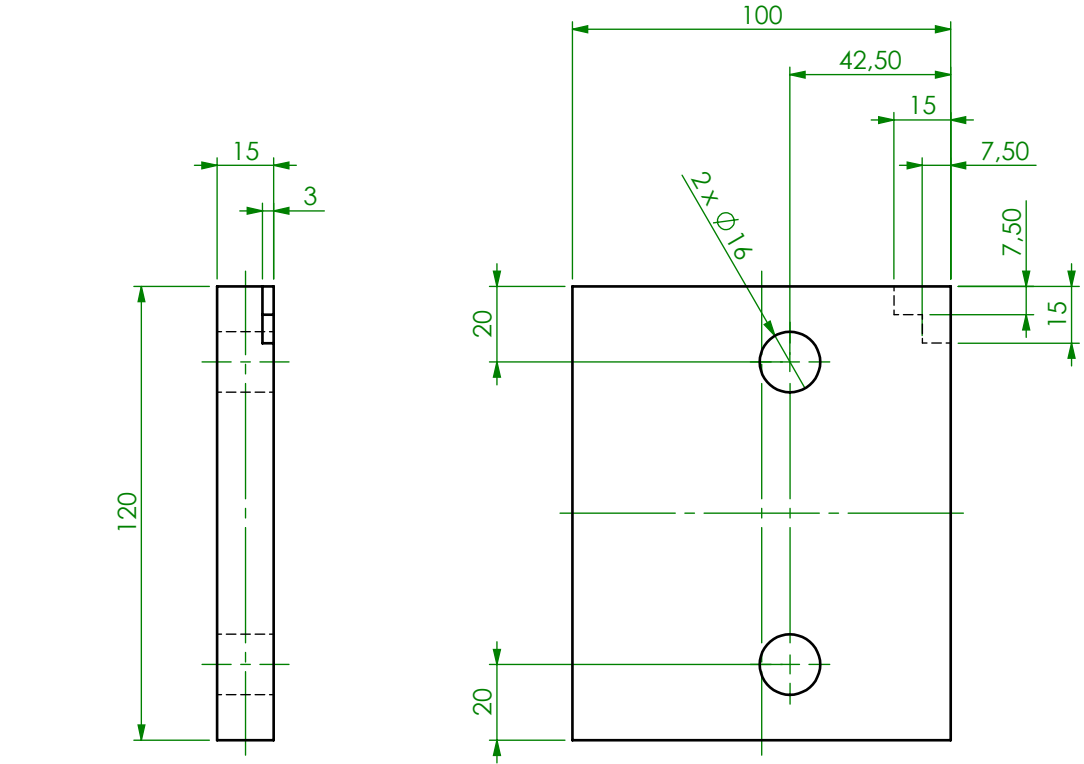
FOLHA 1 DE 1



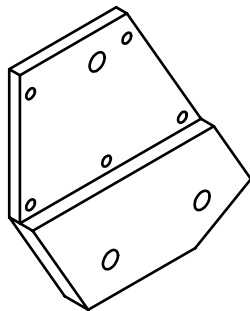
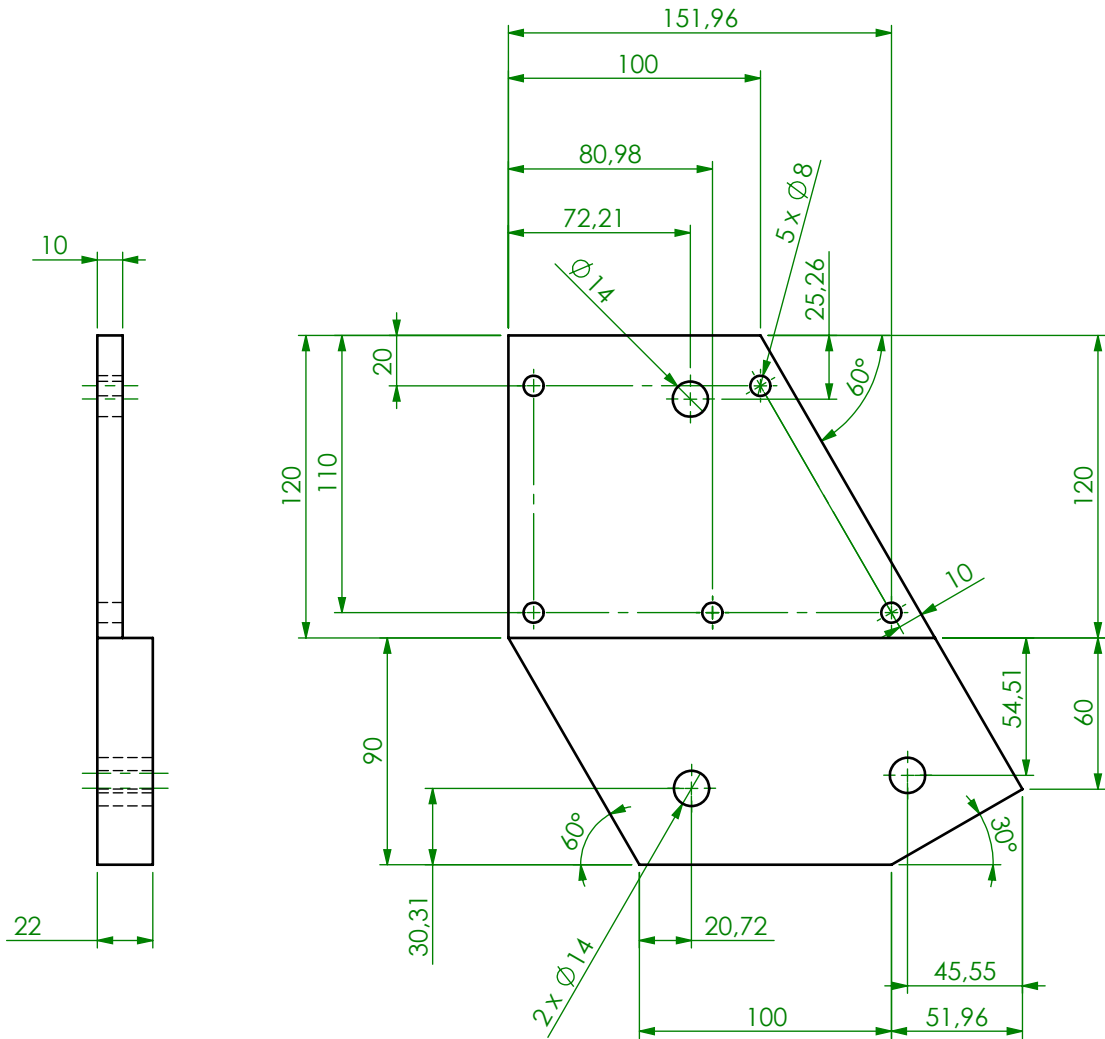
SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Braço_4		
				MATERIAL: S355		
				DESENHO NO. A4		
FERPINTA			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:3		FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Braço_5																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																

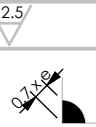


SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Braço_6																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0,5
 CORTE: ±0,8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1,5

ACABAMENTO: 12,5



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO:

Braço_7

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

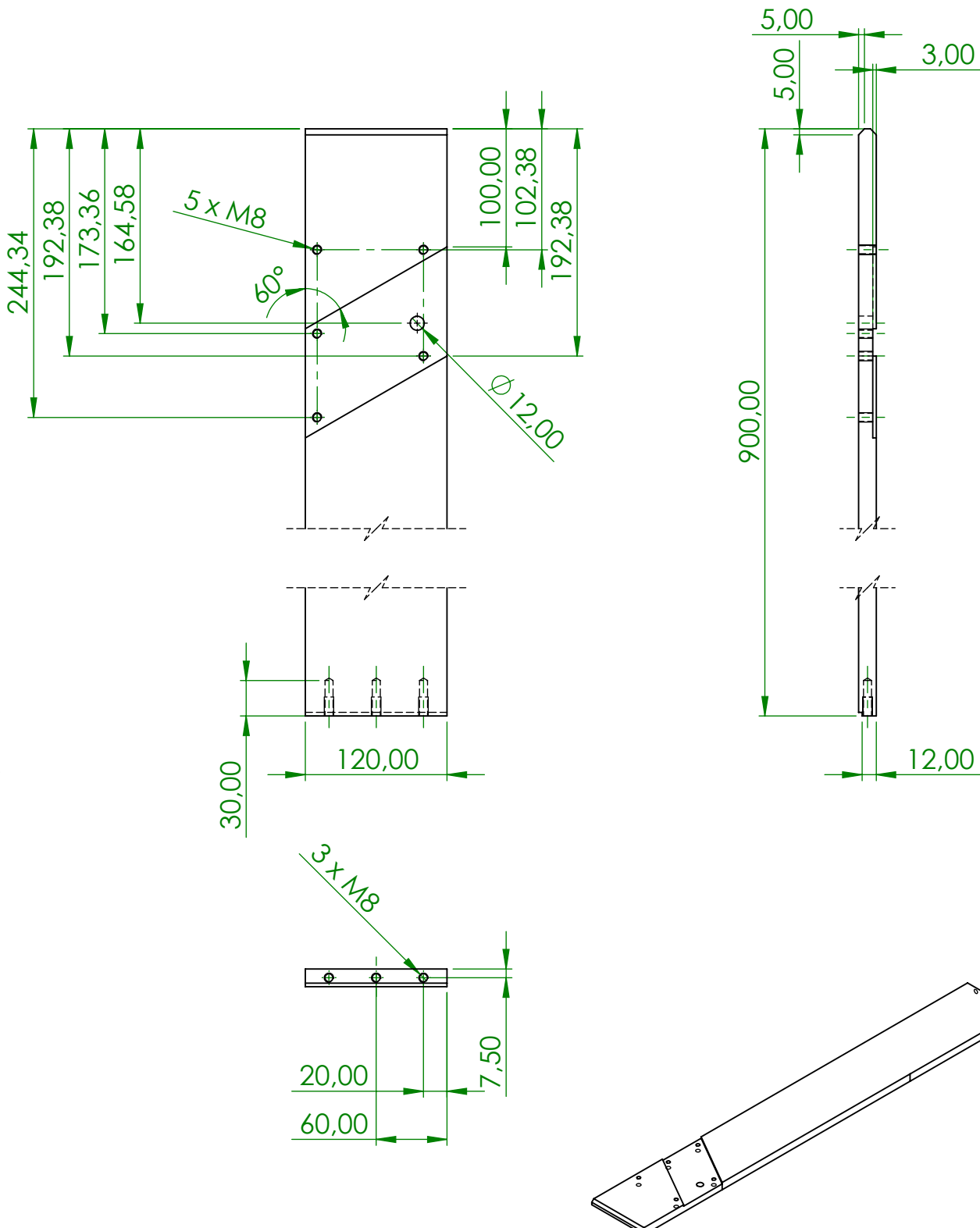
FERPINTA



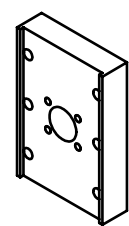
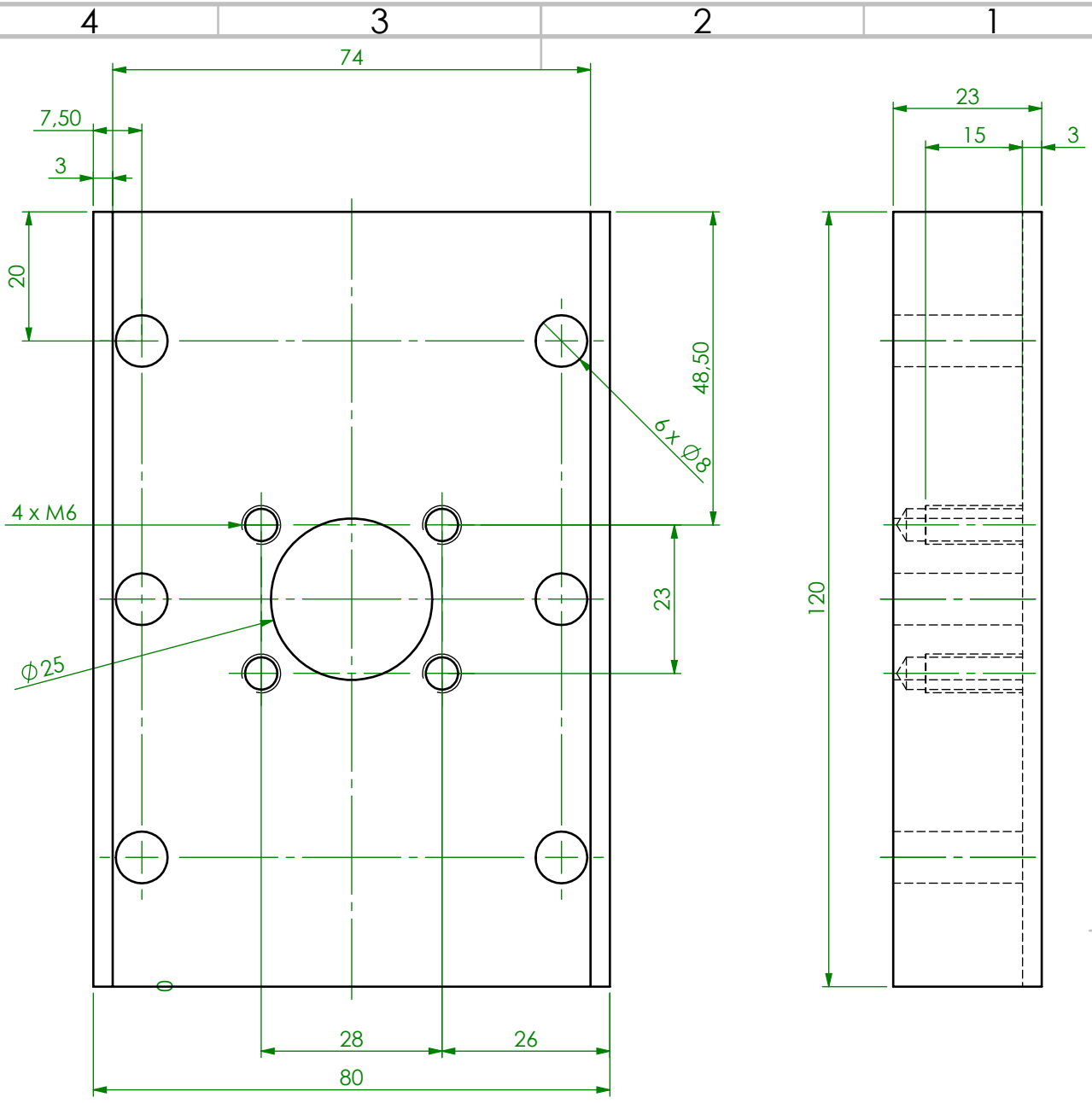
QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:3

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0,5 CORTE: ±0,8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1,5			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Braço_8		
			07-18			
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4
VERIF.				QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1
APROV.				FERPINTA		
QUAL.				SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.		



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Braço_9																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

F

F

E

E

D

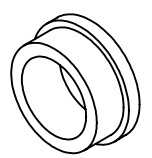
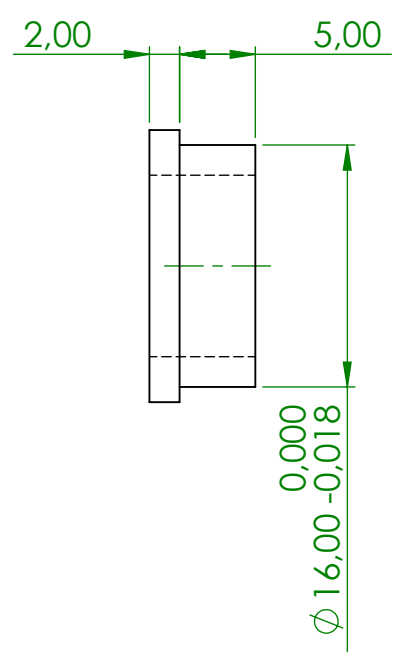
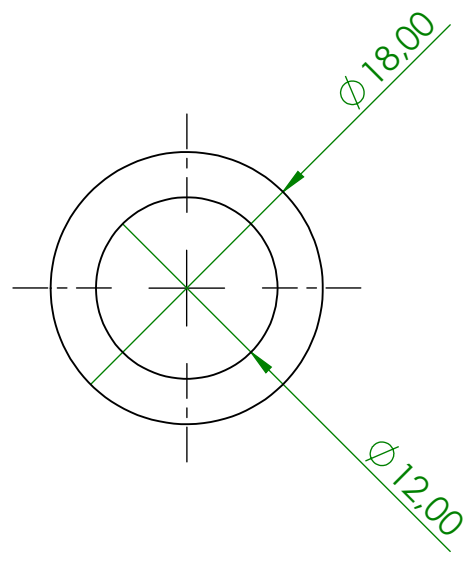
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: Casquilho_Batente_Recuo

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: ISO 1338 Cu Sn7 Pb7 Zn3

DESENHO NO. A4

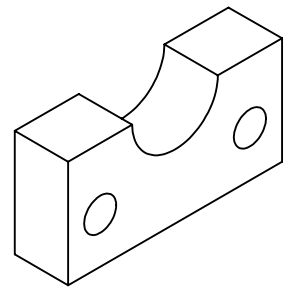
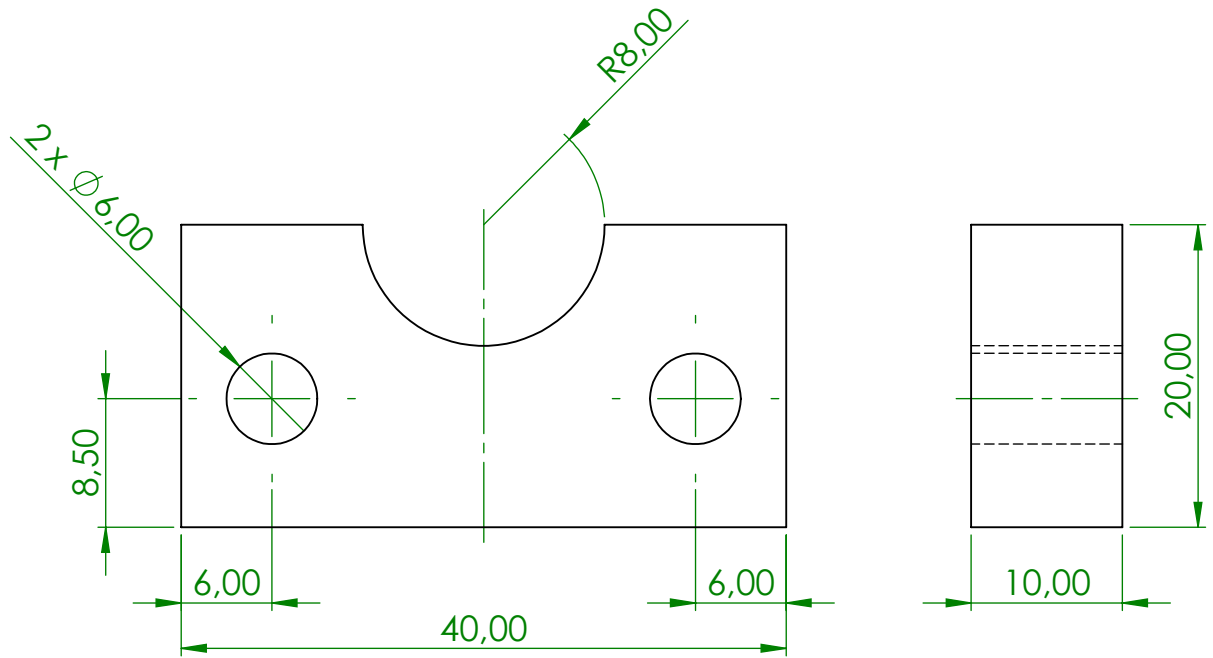


QUANTIDADE: 2

ESCALA:2:1

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



TÍTULO:

Casquilha_Fuso

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

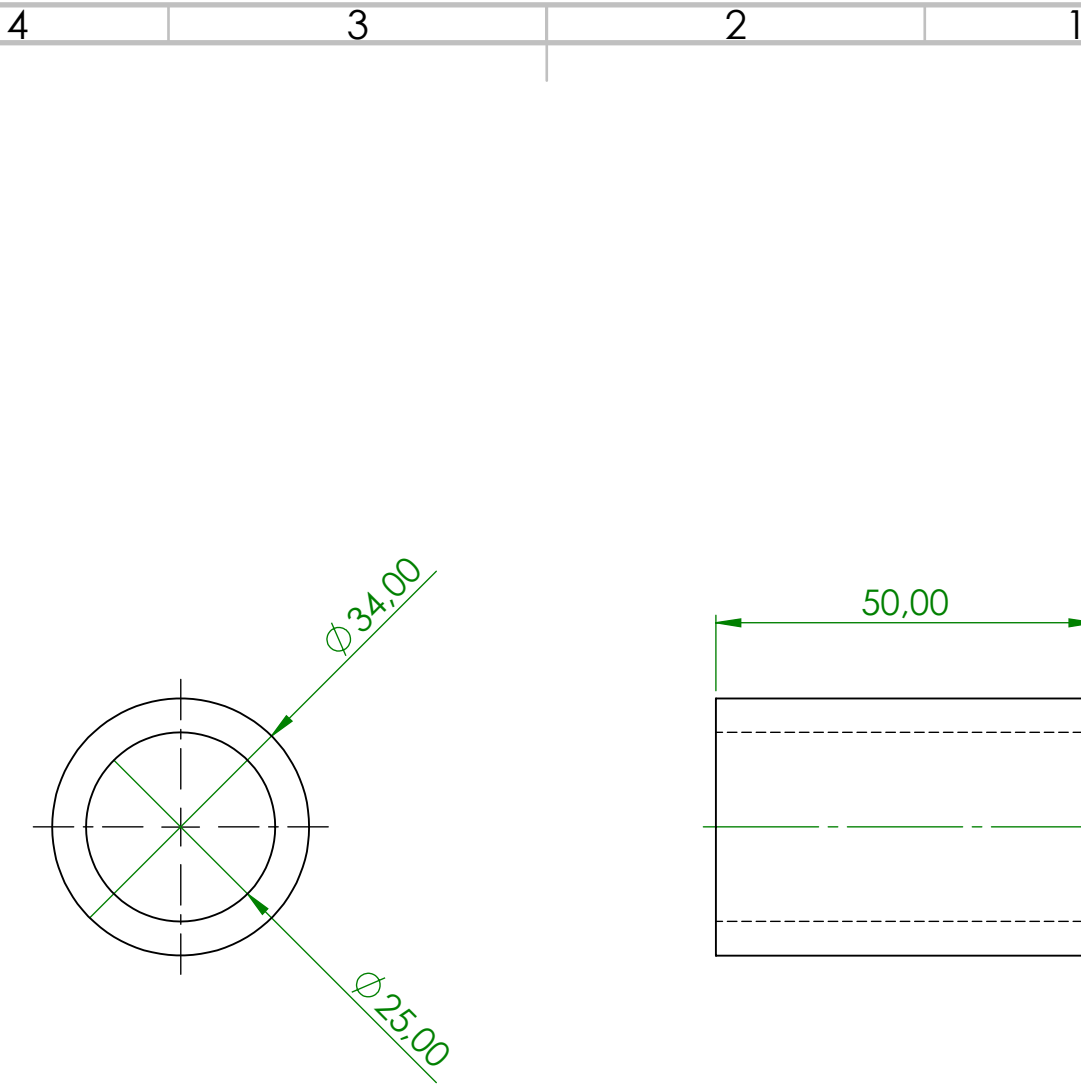
FERPINTA



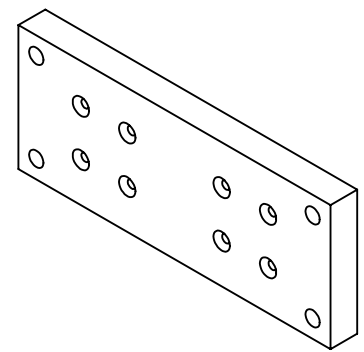
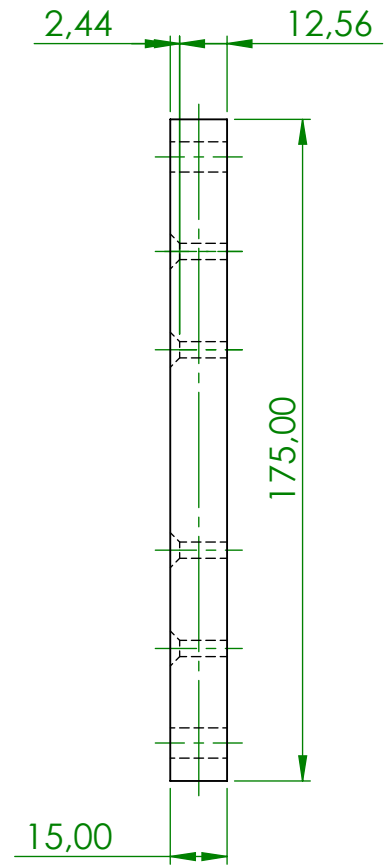
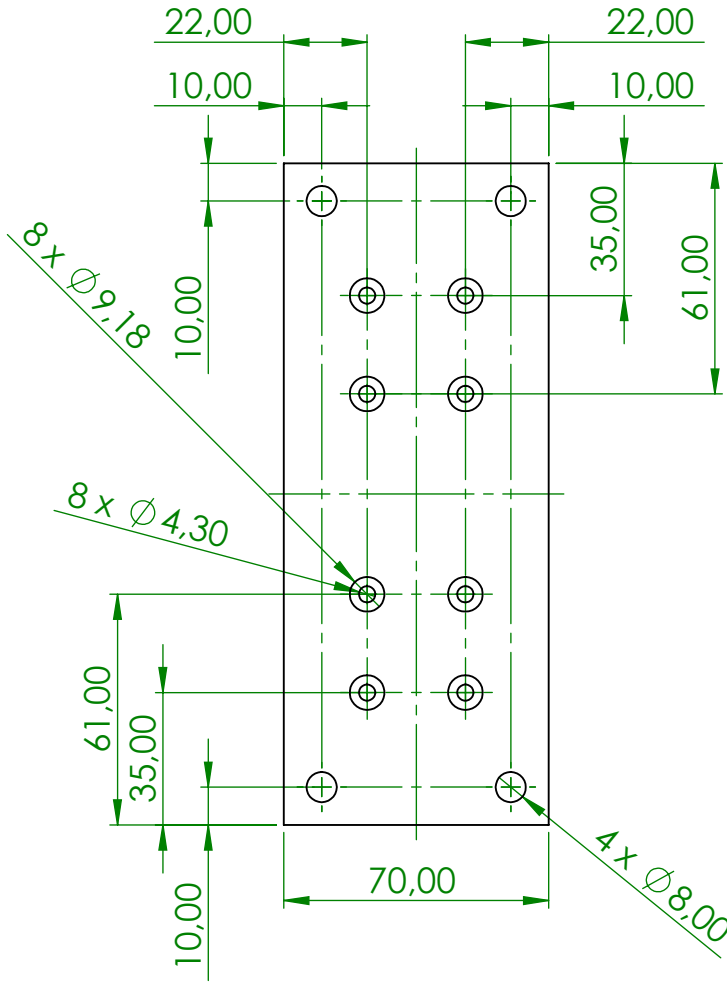
QUANTIDADE: 2

ESCALA:2:1

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Casquilho_Rolamento																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: Cu Sn7 Pb7 Zn3	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 2	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: $\pm 0,5$
 CORTE: $\pm 0,8$
 QUINAGEM: $\pm 1^\circ$
 SOLDADURA: $\pm 1,5$

ACABAMENTO: 12.5

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO:

Chapa batente_patins

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

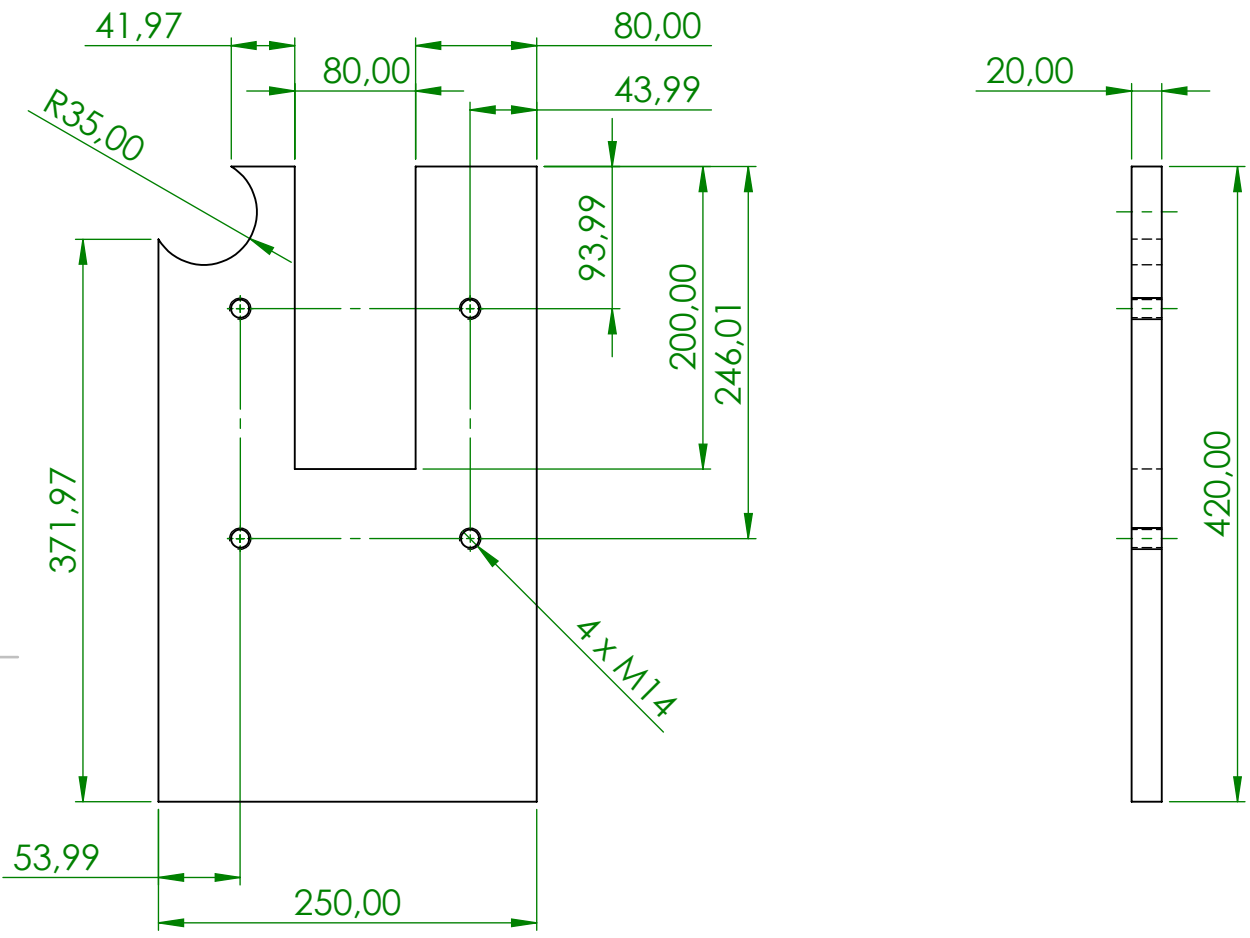
FERPINTA



QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:2

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0,5
 CORTE: ±0,8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1,5

ACABAMENTO: 12,5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Chapa motor_batente

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

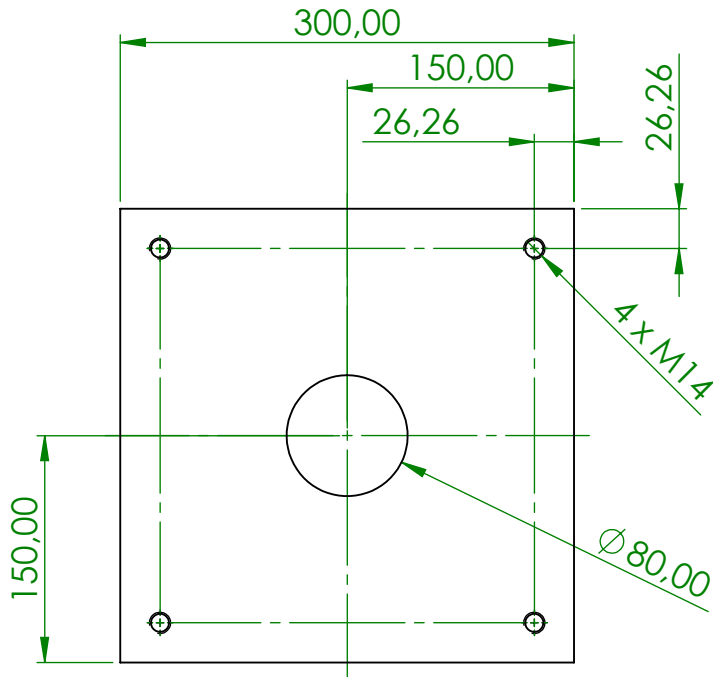
A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO:

Chapa Motor_Doseador

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

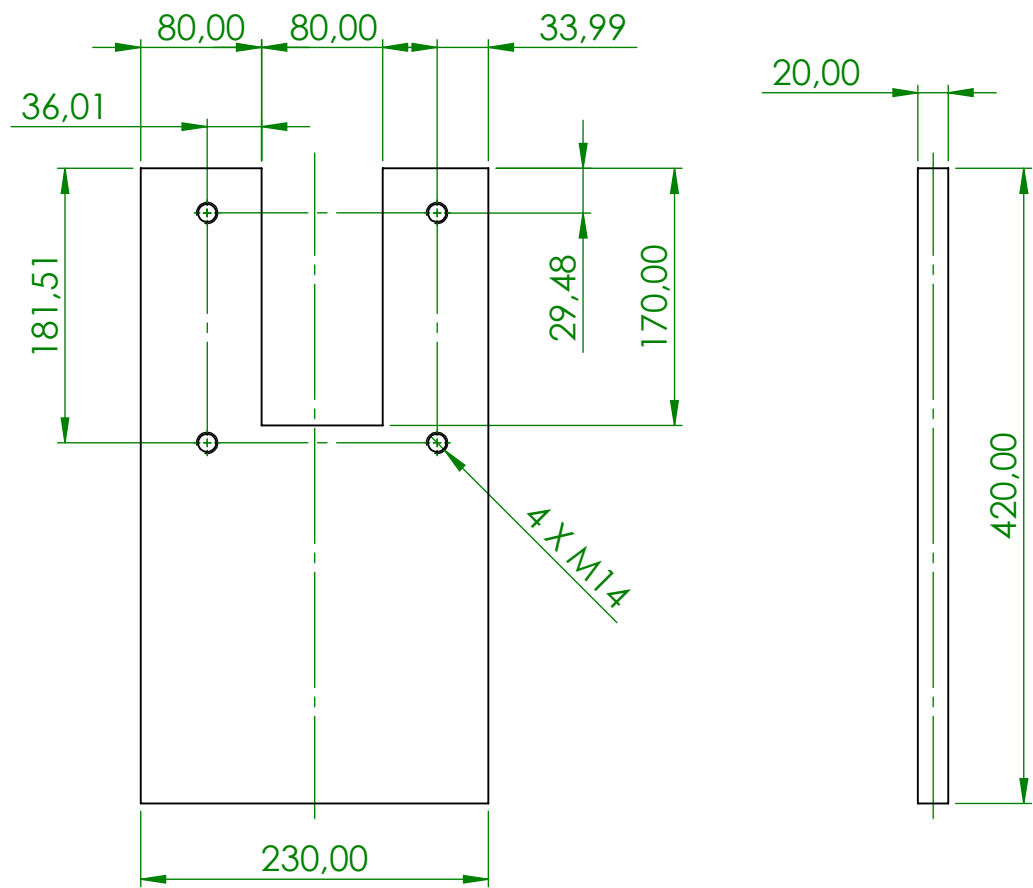
FERPINTA



QUANTIDADE: 1

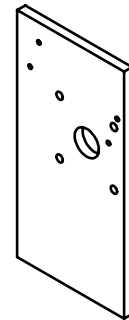
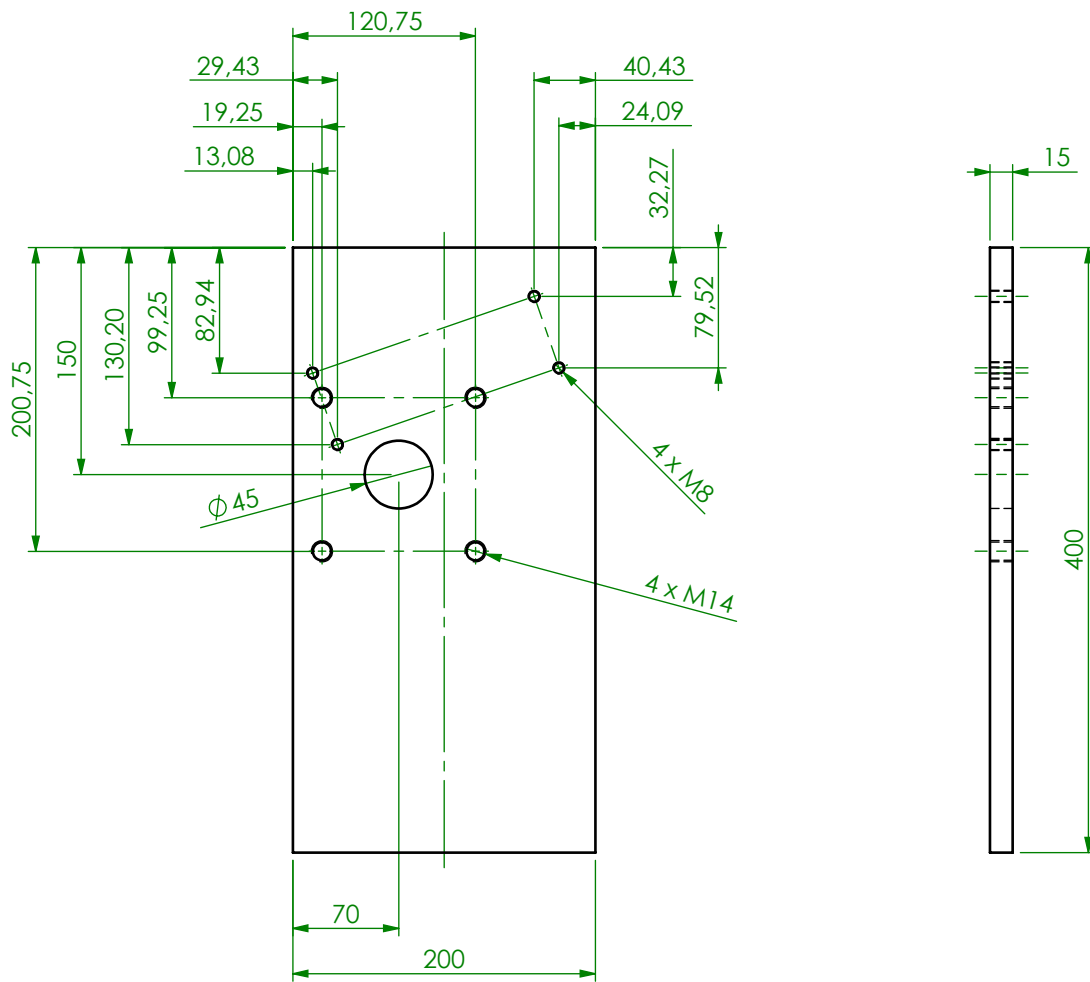
ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5					TÍTULO: Chapa motor_garfo	
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4
QUAL.				QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1





SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



TÍTULO:

Chapa veio 1

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

FERPINTA



QUANTIDADE: 1

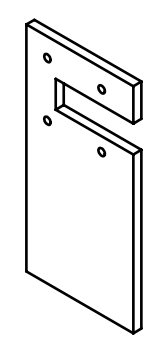
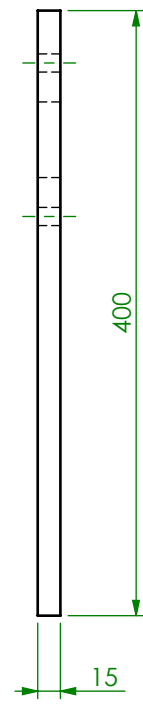
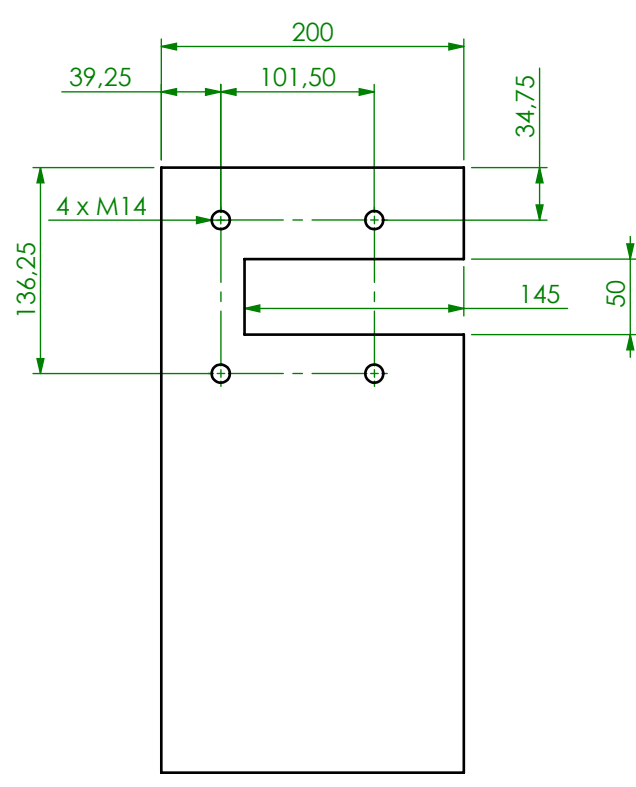
ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F



E

E

D

D

C

C

B

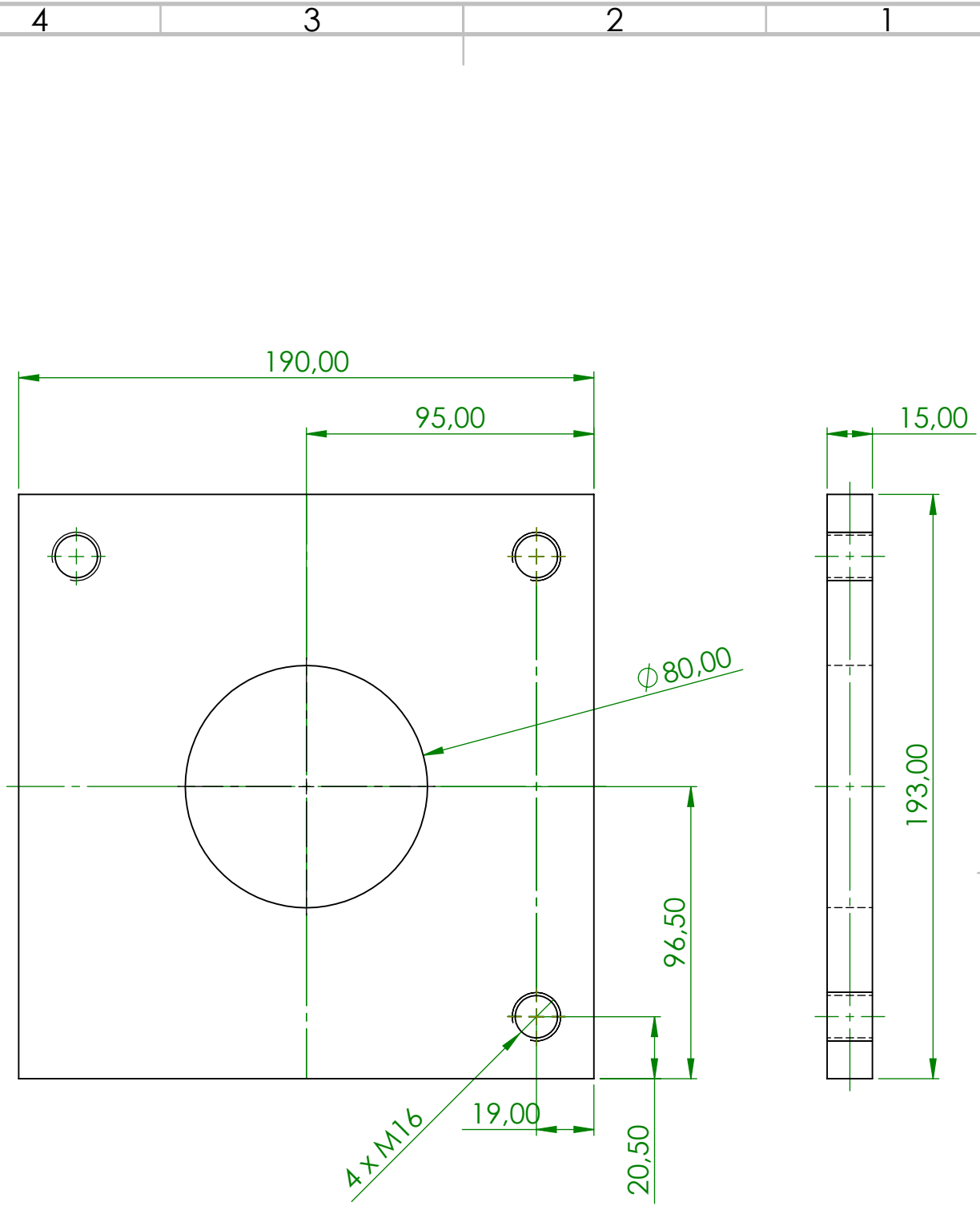
B

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Chapa veio 2		
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: S355		
VERIF.						
APROV.						
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 1	DESENHO NO.	A4	
			ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1		

A

A

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Chapa_Doseador																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

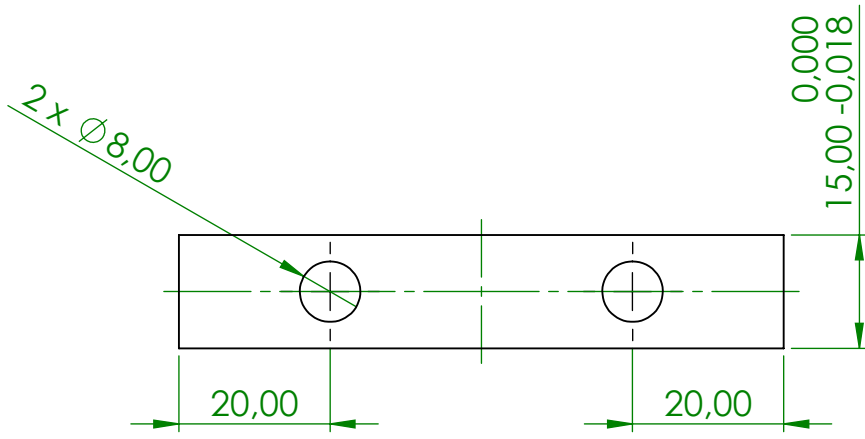
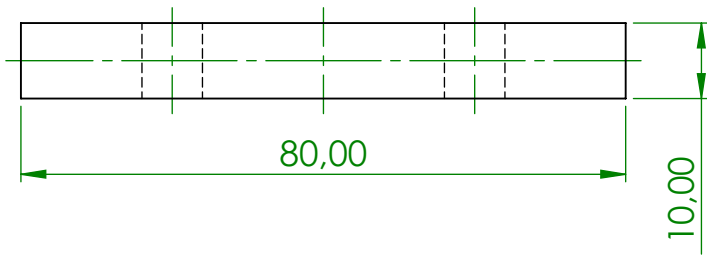
C

B

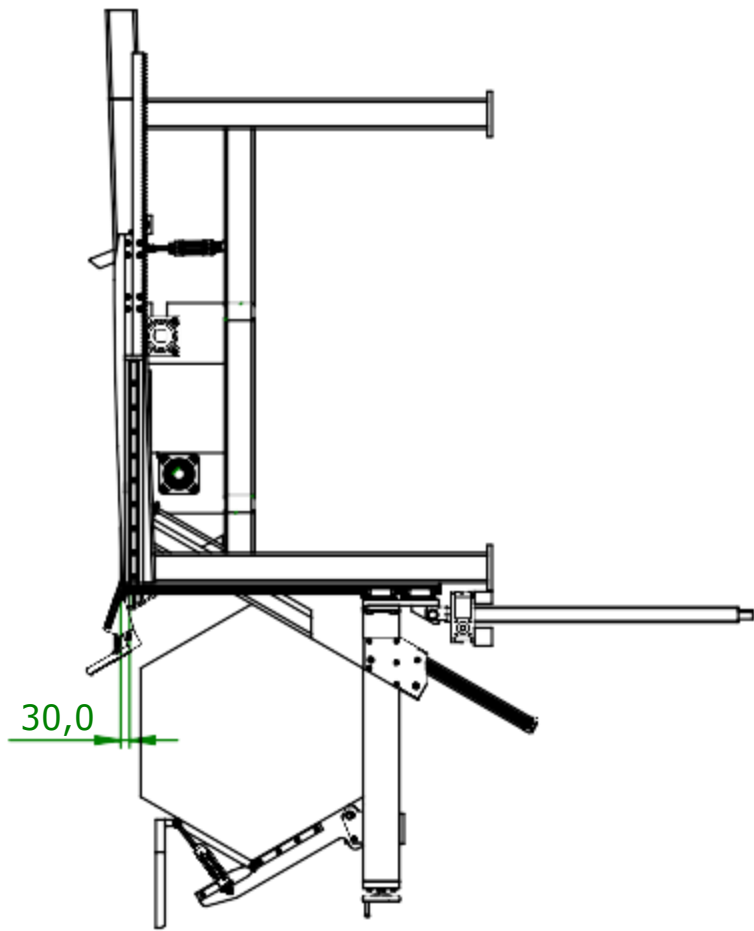
B

A

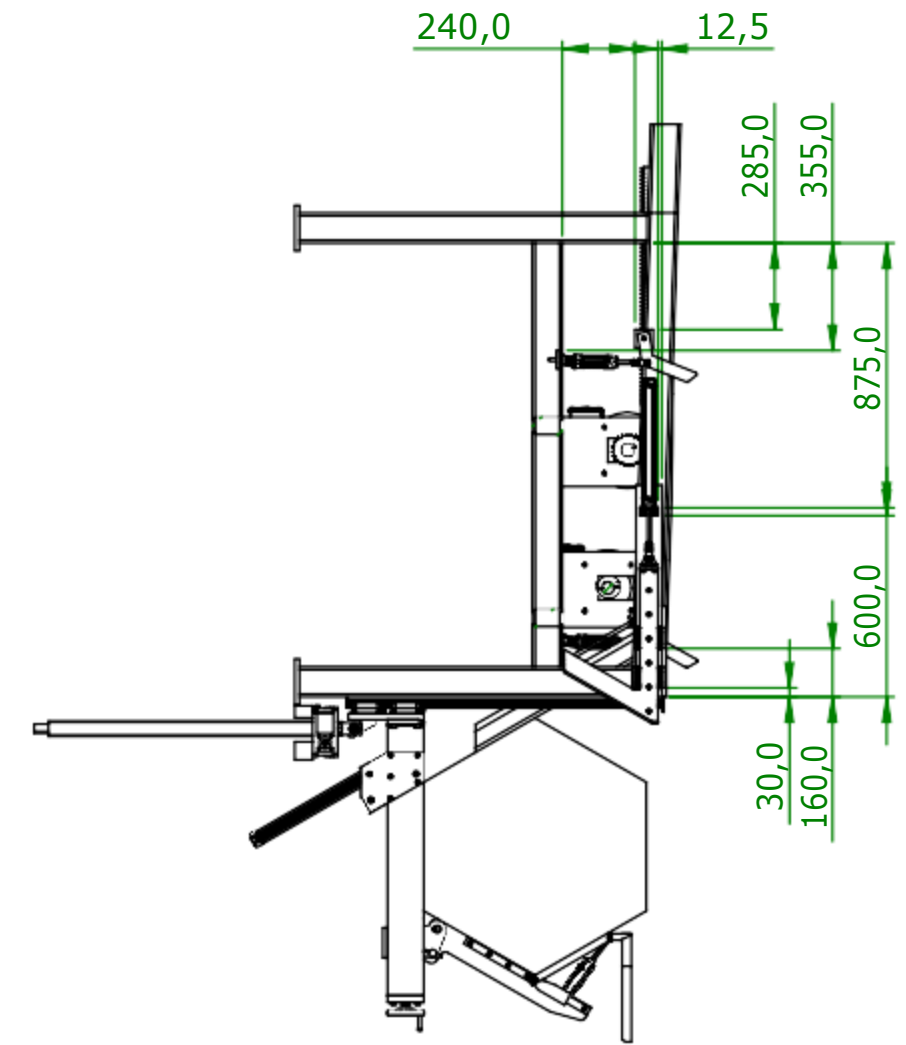
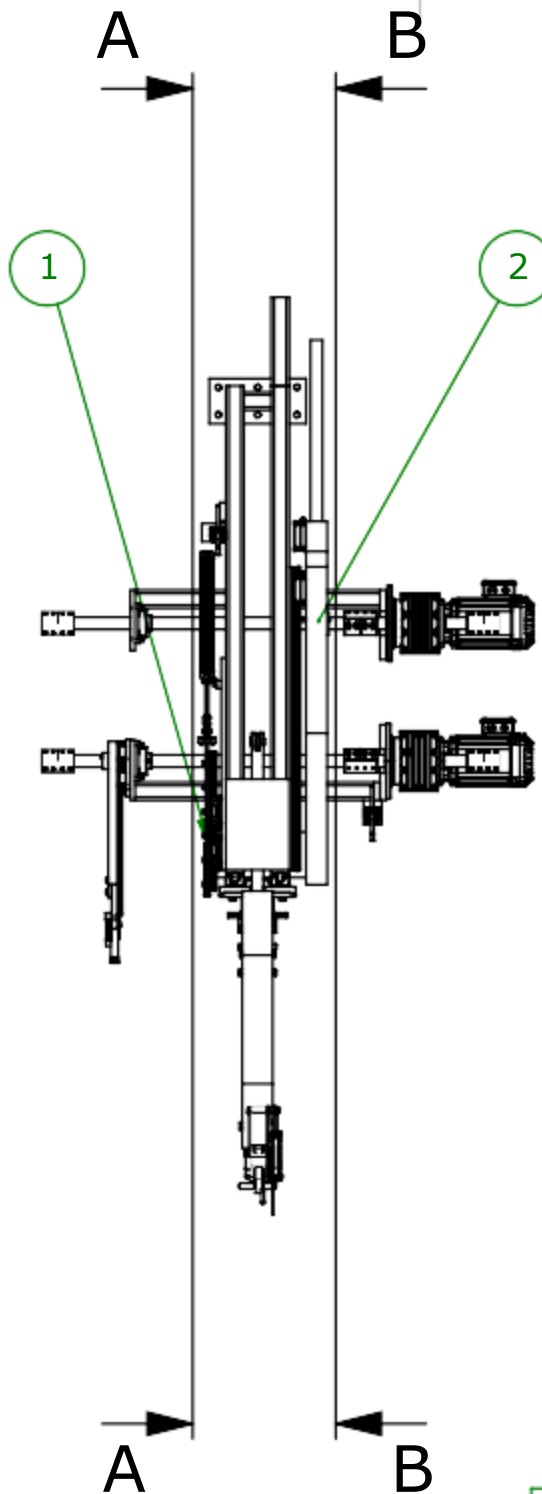
A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
			TÍTULO: Chaveta_Batente_Cremalheira			
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4
VERIF.						
APROV.						
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1	



SECTION B-B



SECTION A-A

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Assem_FormatoInt.	1
2	Assem_Garfo	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
ACABAMENTO SUPERFÍCIE:			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
TOLERÂNCIAS					TÍTULO: Cortes_FormatoInt._Garfo	
LINEAR:						
ANGULAR:						
MAQUINAGEM: ±0,5						
CORTE: ±0,8						
QUINAGEM: ±1°						
SOLDADURA: ±1,5						
NOME	ASSINATURA	DATA				
DES.						
VERIF.						
APROV.			MATERIAL:	DESENHO NO.		
QUAL.						A3
FERPINTA			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:25	FOLHA 1 DE 1	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

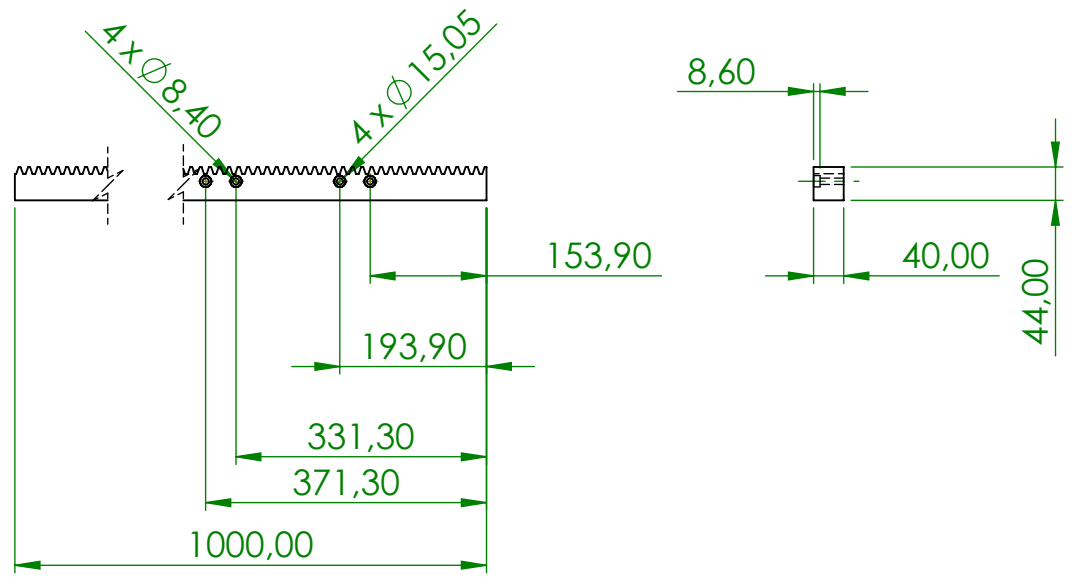
C

B

B

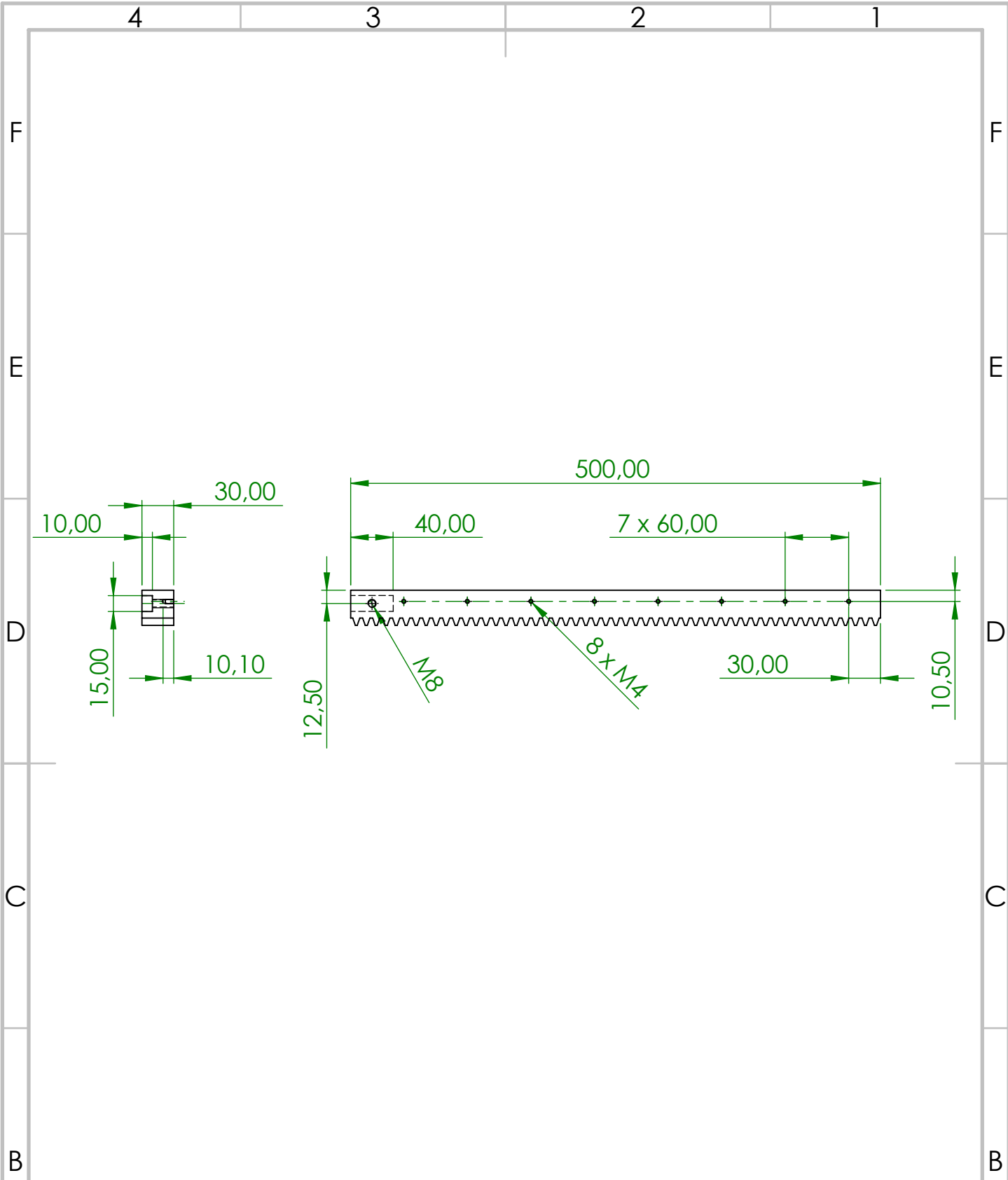
A

A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Cremalheira Módulo 4_Garfo		
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL:		
VERIF.				DESENHO NO.		
APROV.				A4		
QUAL.				QUANTIDADE: 1		
FERPINTA				ESCALA: 1:10		FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5°	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Cremalheira_Batente		
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL:	DESENHO NO.	A4
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1	

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

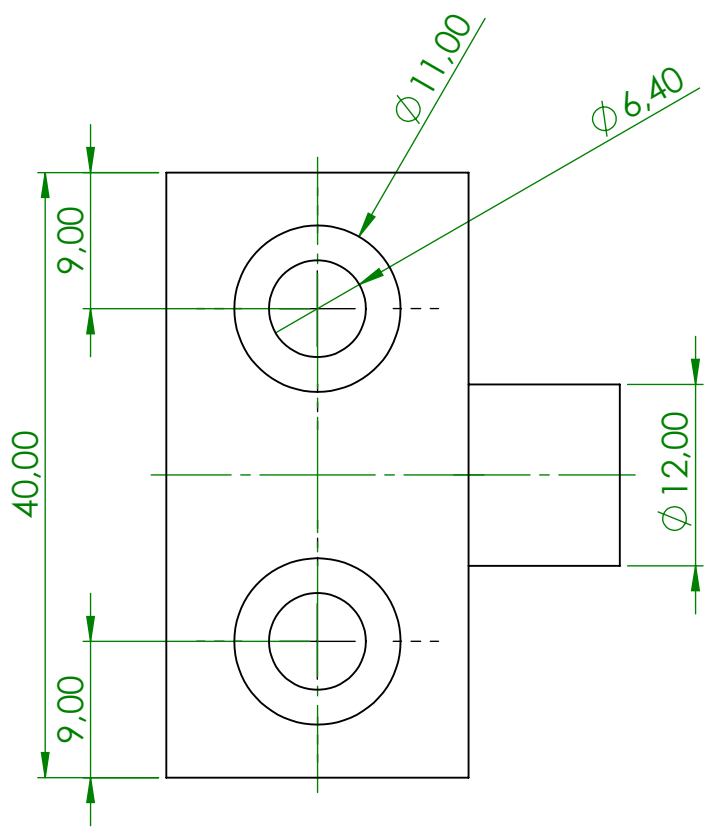
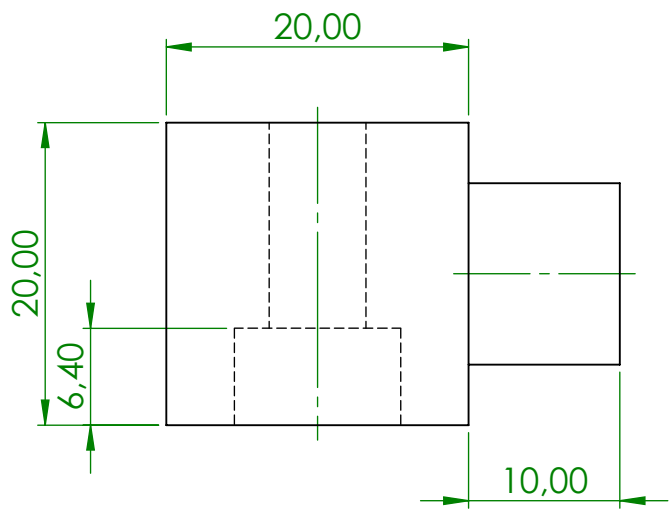
C

B

B

A

A



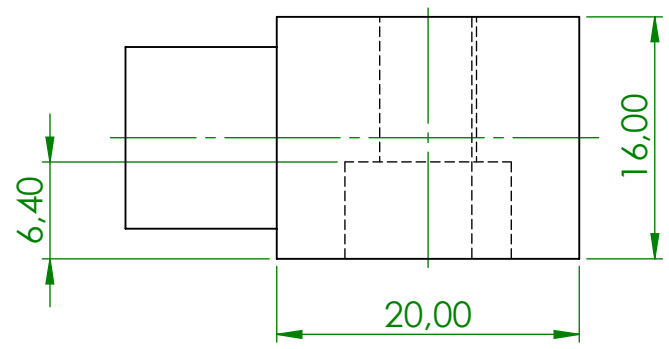
SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			TÍTULO: Cubo Mola_1			
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4
VERIF.				QUANTIDADE: 1	ESCALA: 2:1	FOLHA 1 DE 1
APROV.				FERPINTA		
QUAL.				SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.		

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

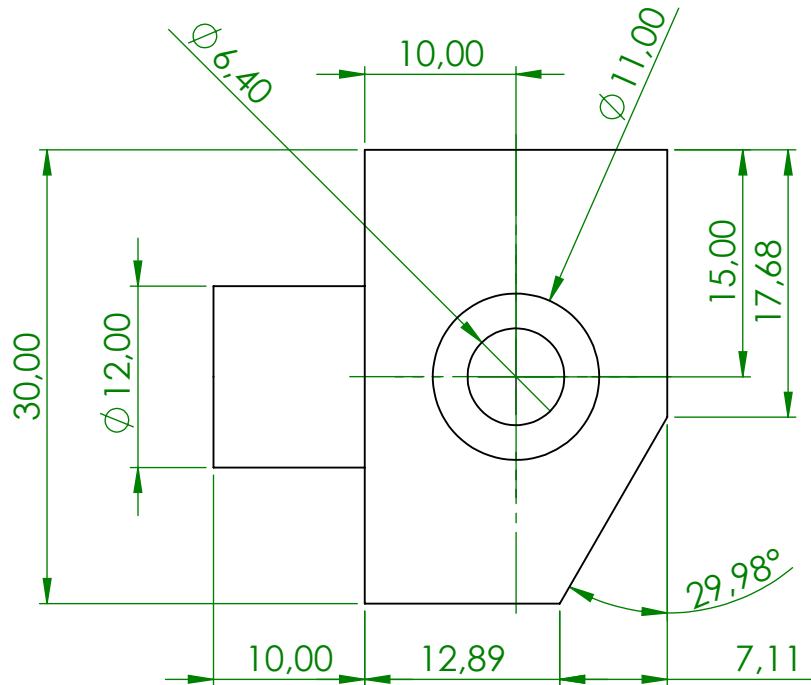


E

E

D

D



C

C

B

B

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5	ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
	SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			

TÍTULO: **Cubo Mola_2**

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4
----------------	-------------	----

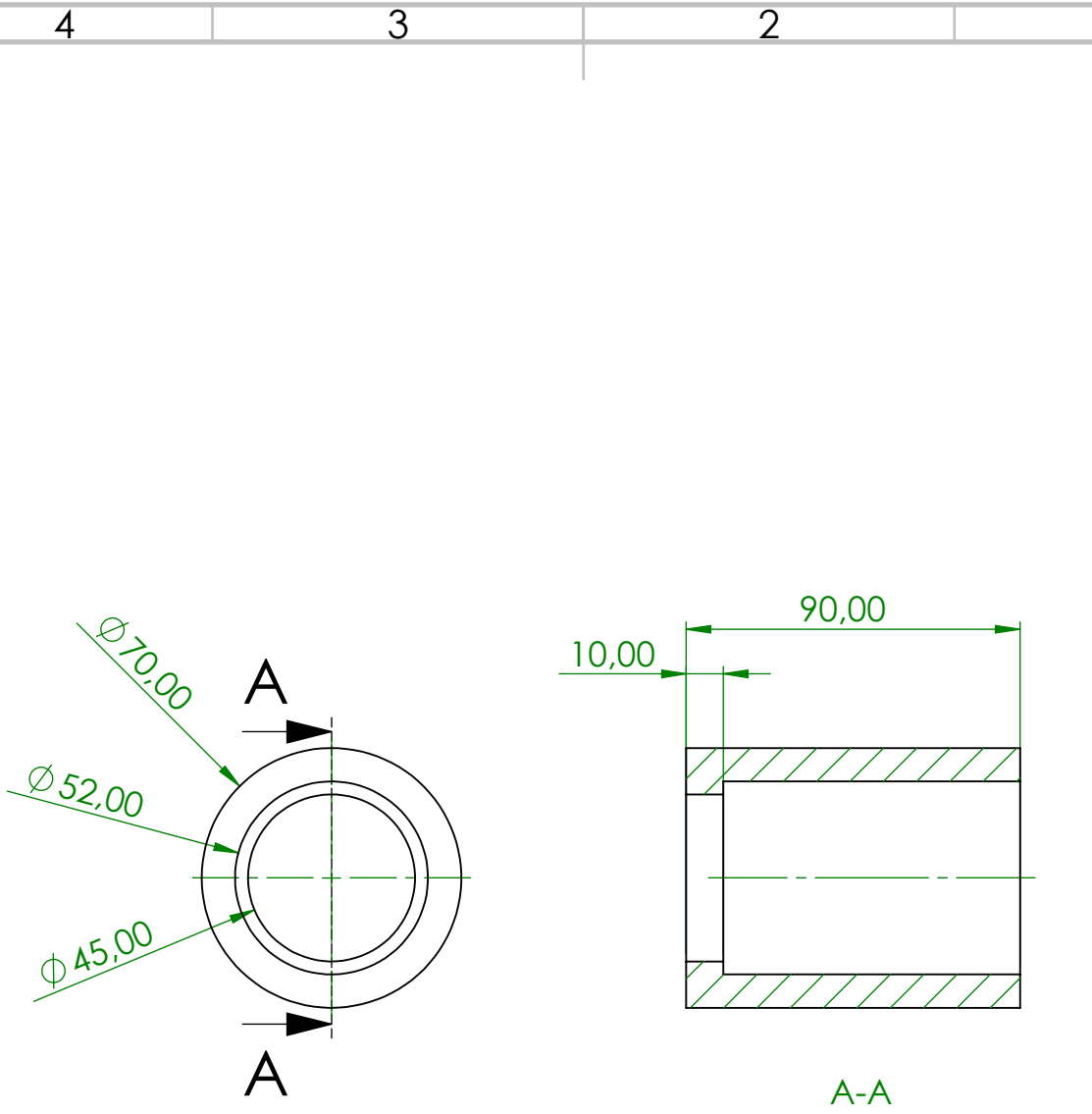


QUANTIDADE: 1	ESCALA: 2:1	FOLHA 1 DE 1
---------------	-------------	--------------

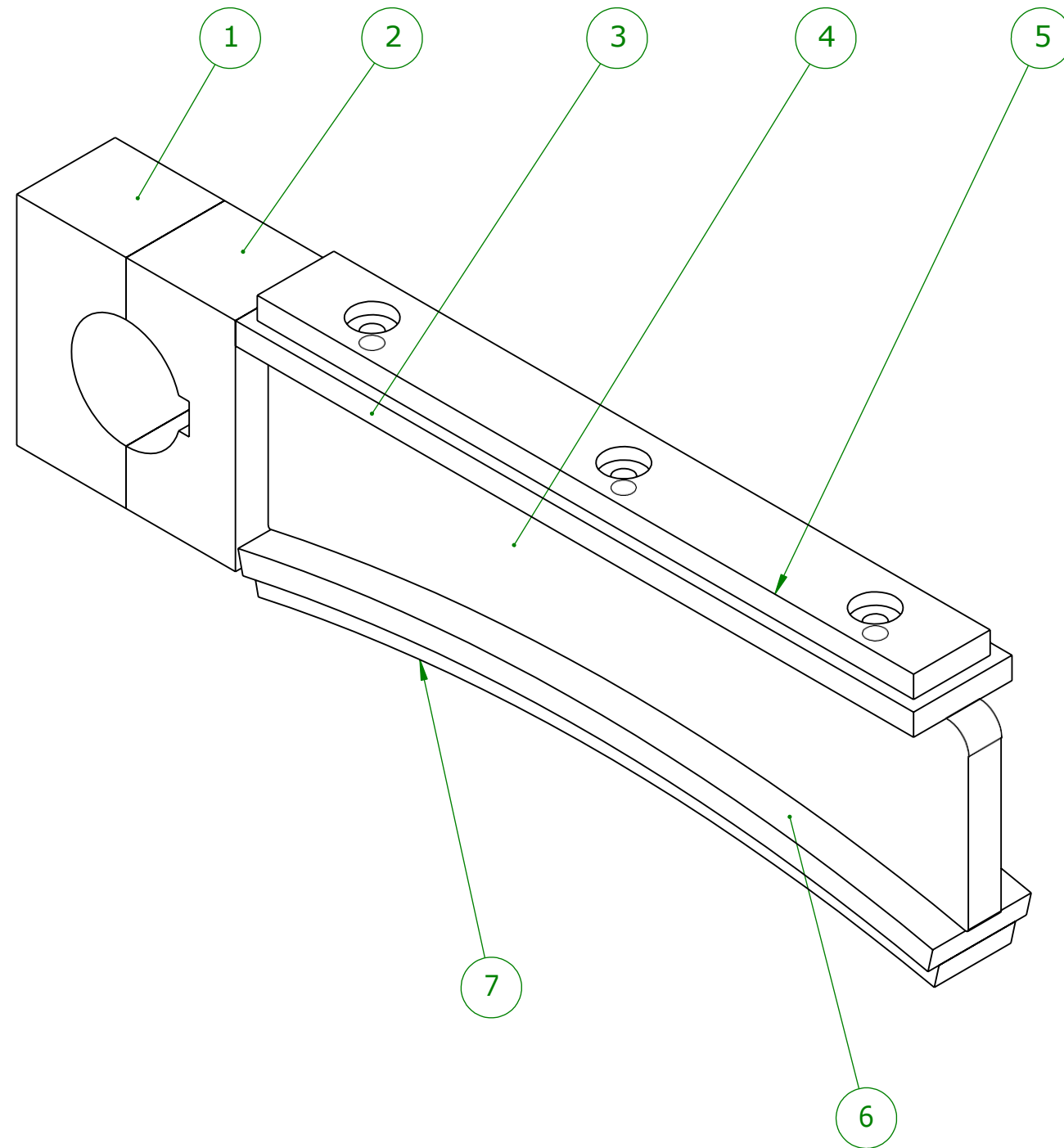
A

A

4 3 2 1

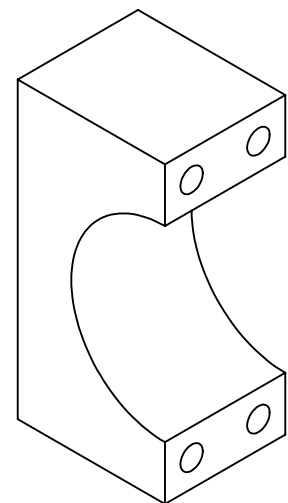
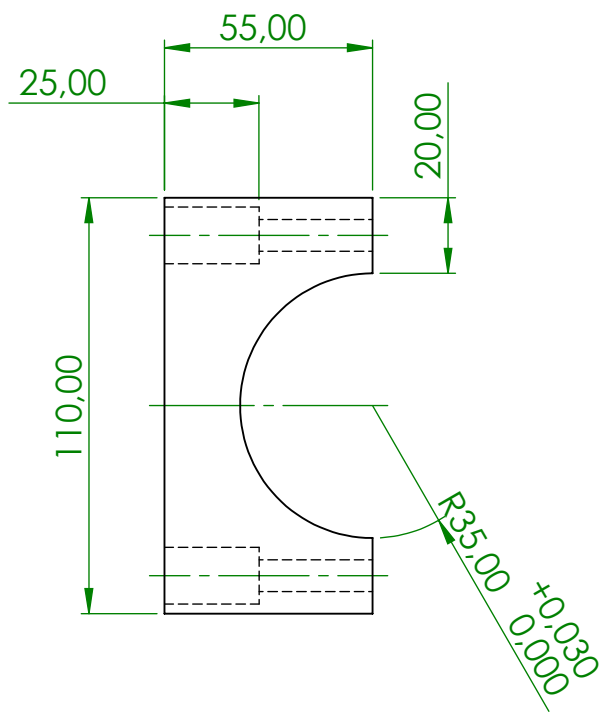
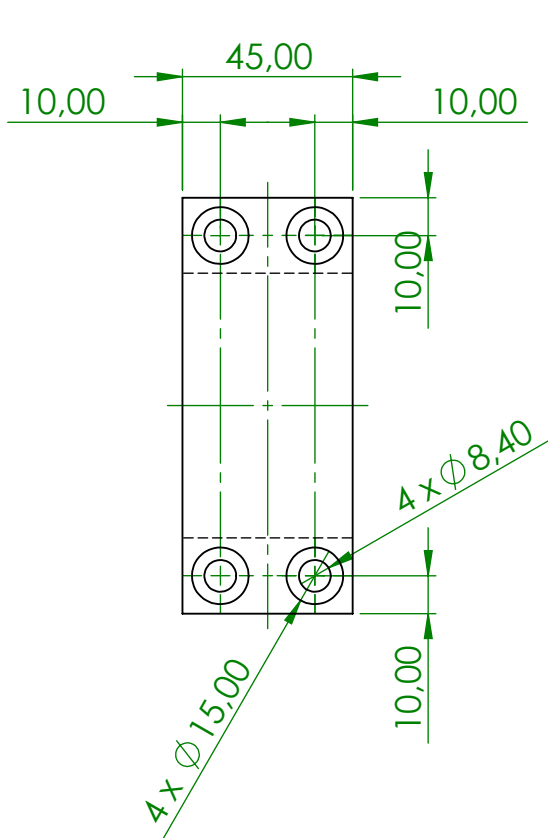


SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: $\pm 0,5$ CORTE: $\pm 0,8$ QUINAGEM: $\pm 1^\circ$ SOLDADURA: $\pm 1,5$			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Cubo_Rolamento_Batente		
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4
VERIF.				QUANTIDADE: 2	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1
APROV.				FERPINTA		
QUAL.				SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.		



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Doseador_1		1
2	Doseador_2		1
3	Doseador_3		1
4	Doseador_4		1
5	Doseador_5		1
6	Doseador_6		1
7	Doseador_7		1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Doseador		
NOME			ASSINATURA	DATA		
DES.						
VERIF.						
APROV.			MATERIAL:			DESENHO NO.
QUAL.						A3
FERPINTA			QUANTIDADE: 1			ESCALA: 1:2
						FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: Doseador_1

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: C45E

DESENHO NO.

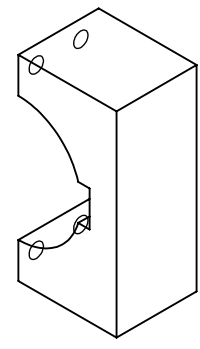
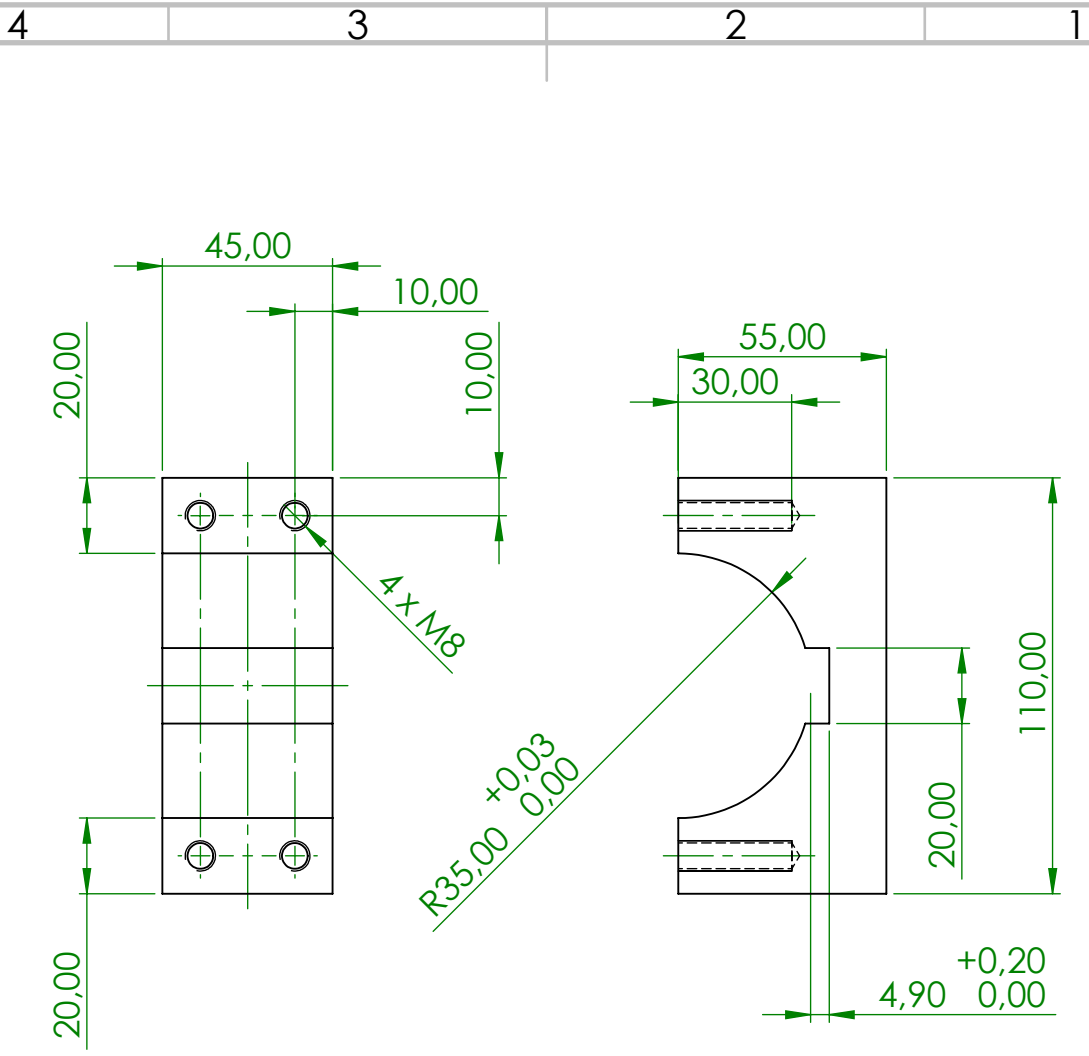
A4



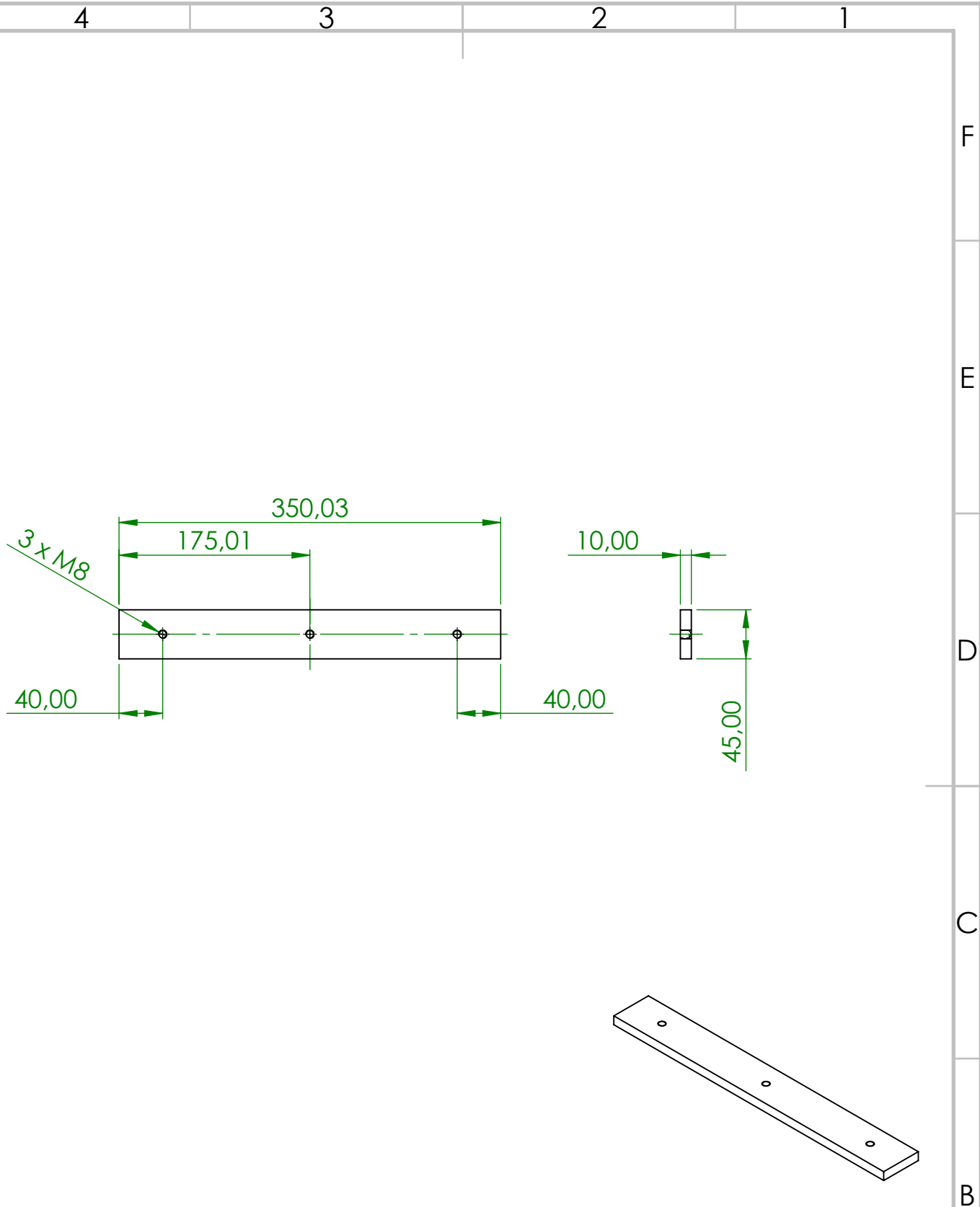
QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:2

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Doseador_2																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura																		
LINEAR:					TÍTULO: Doseador_3																
ANGULAR:																					
MAQUINAGEM: ±0.5																					
CORTE: ±0.8																					
QUINAGEM: ±1°																					
SOLDADURA: ±1.5																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355		DESENHO NO.	A4
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1		ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1															

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

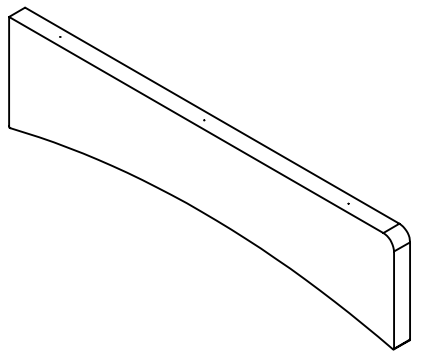
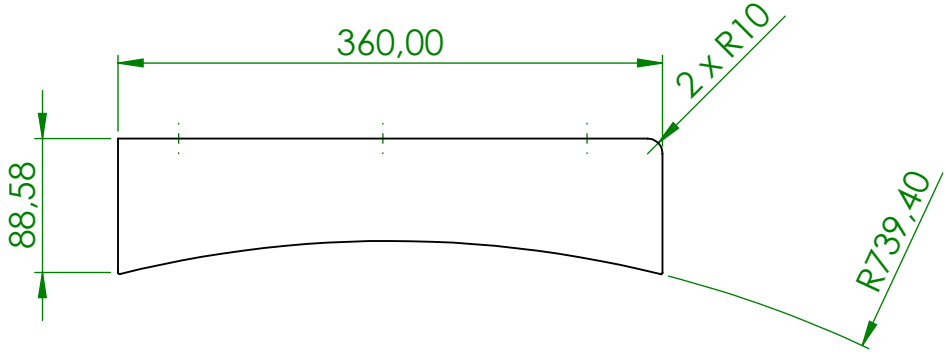
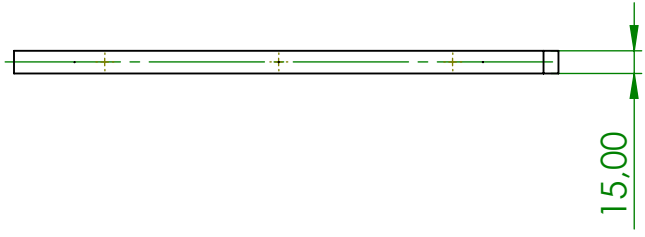
C

B

B

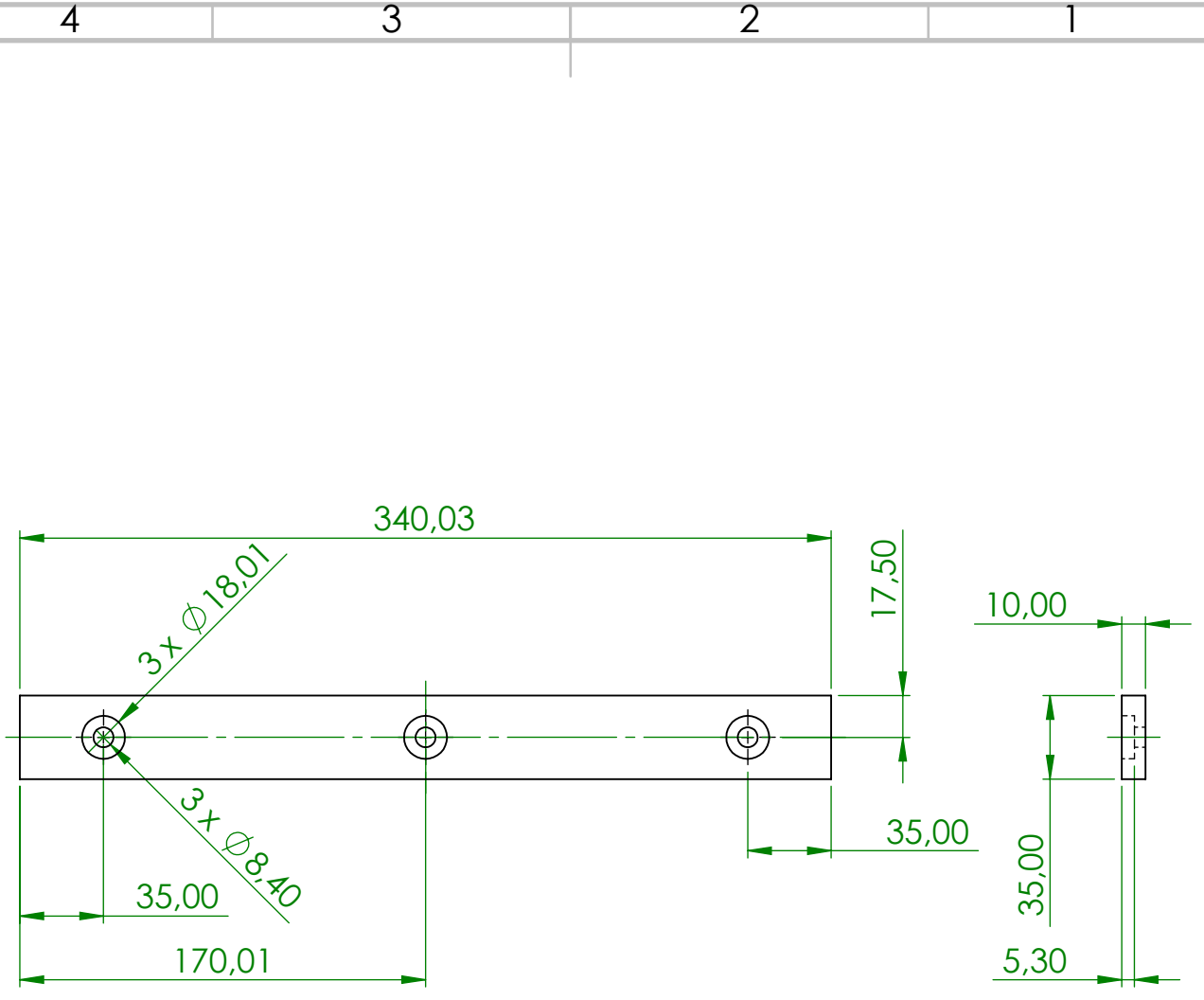
A

A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
			TÍTULO: Doseador_4			
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4
QUAL.				QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1





SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0,5 CORTE: ±0,8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1,5			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Doseador_5																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: NTR	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:3	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

F

F

E

E

D

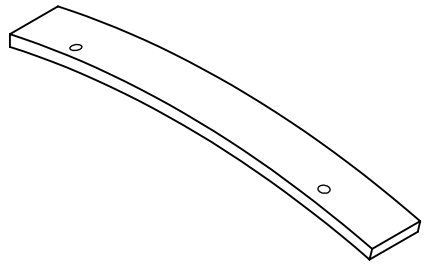
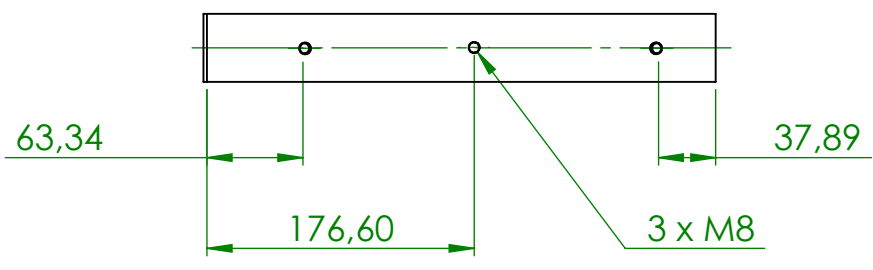
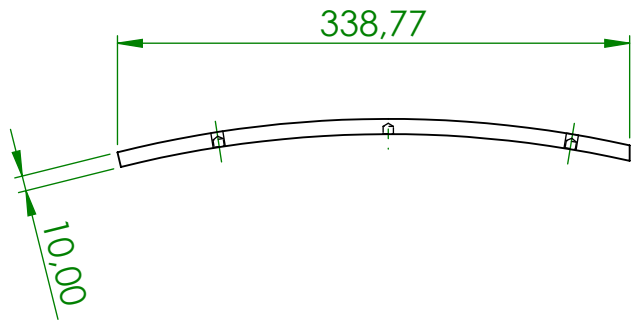
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Doseador_6		
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: S355		
VERIF.						
APROV.						
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 1	DESENHO NO.	A4	
			ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1		

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

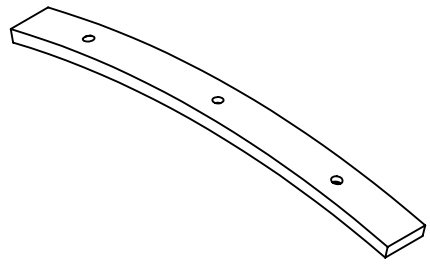
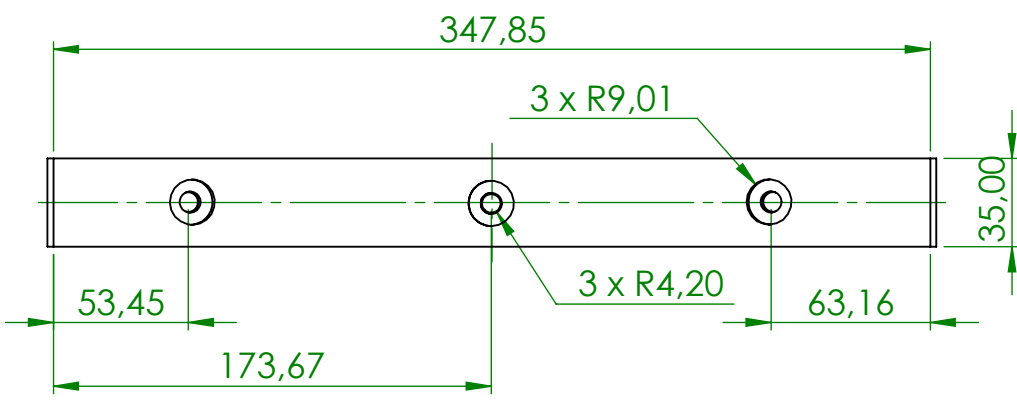
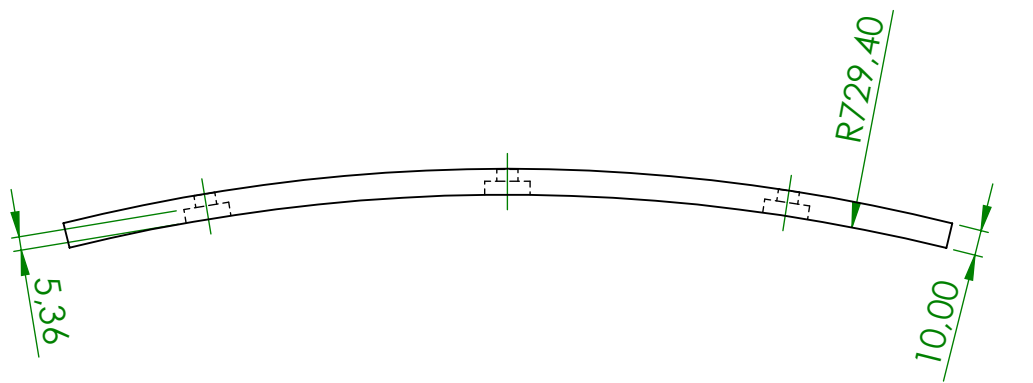
D

C

C

B

B

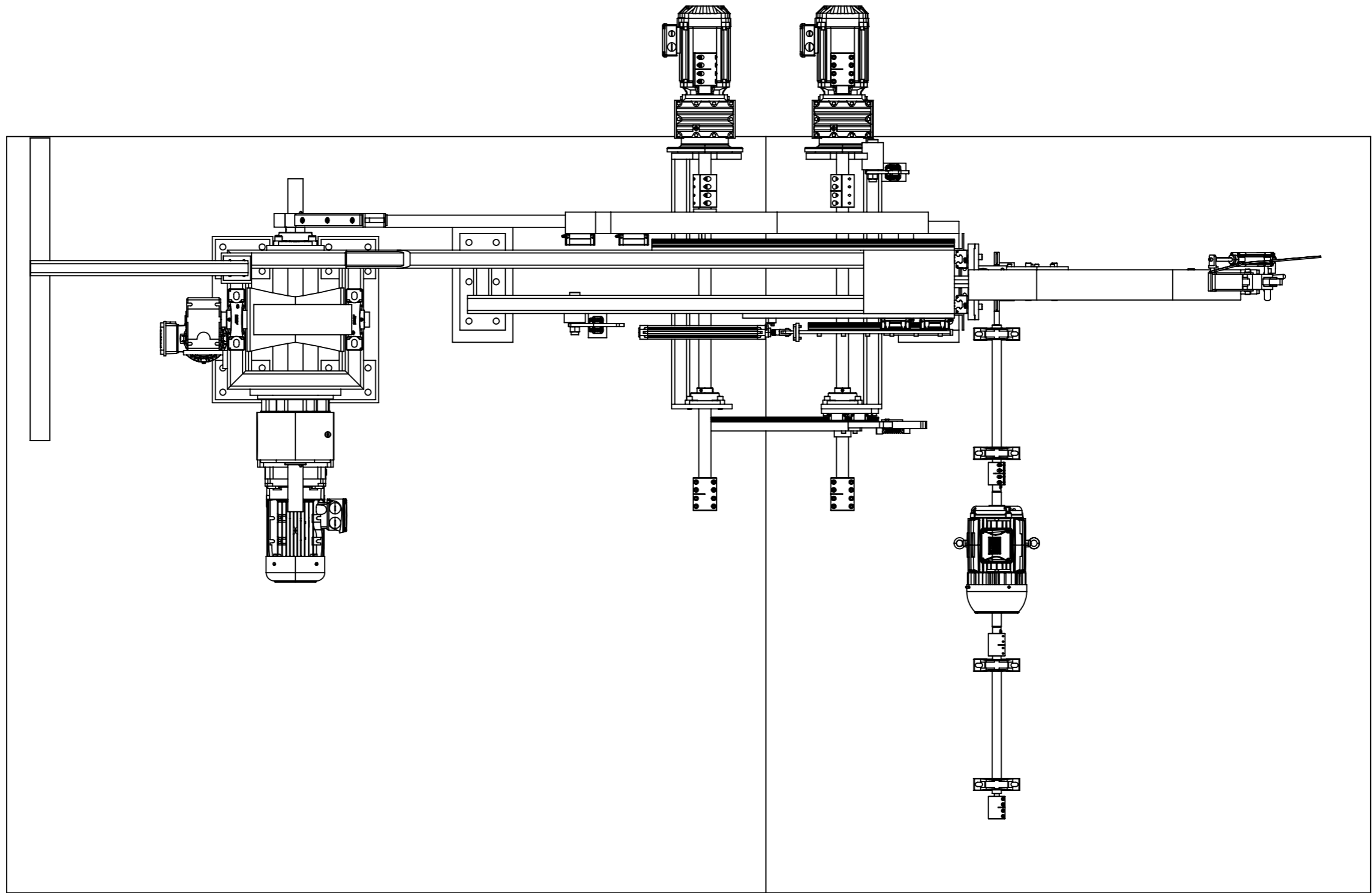


SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0,5 CORTE: ±0,8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1,5			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Doseador_7																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: NTR	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:3	FOLHA 1 DE 1																

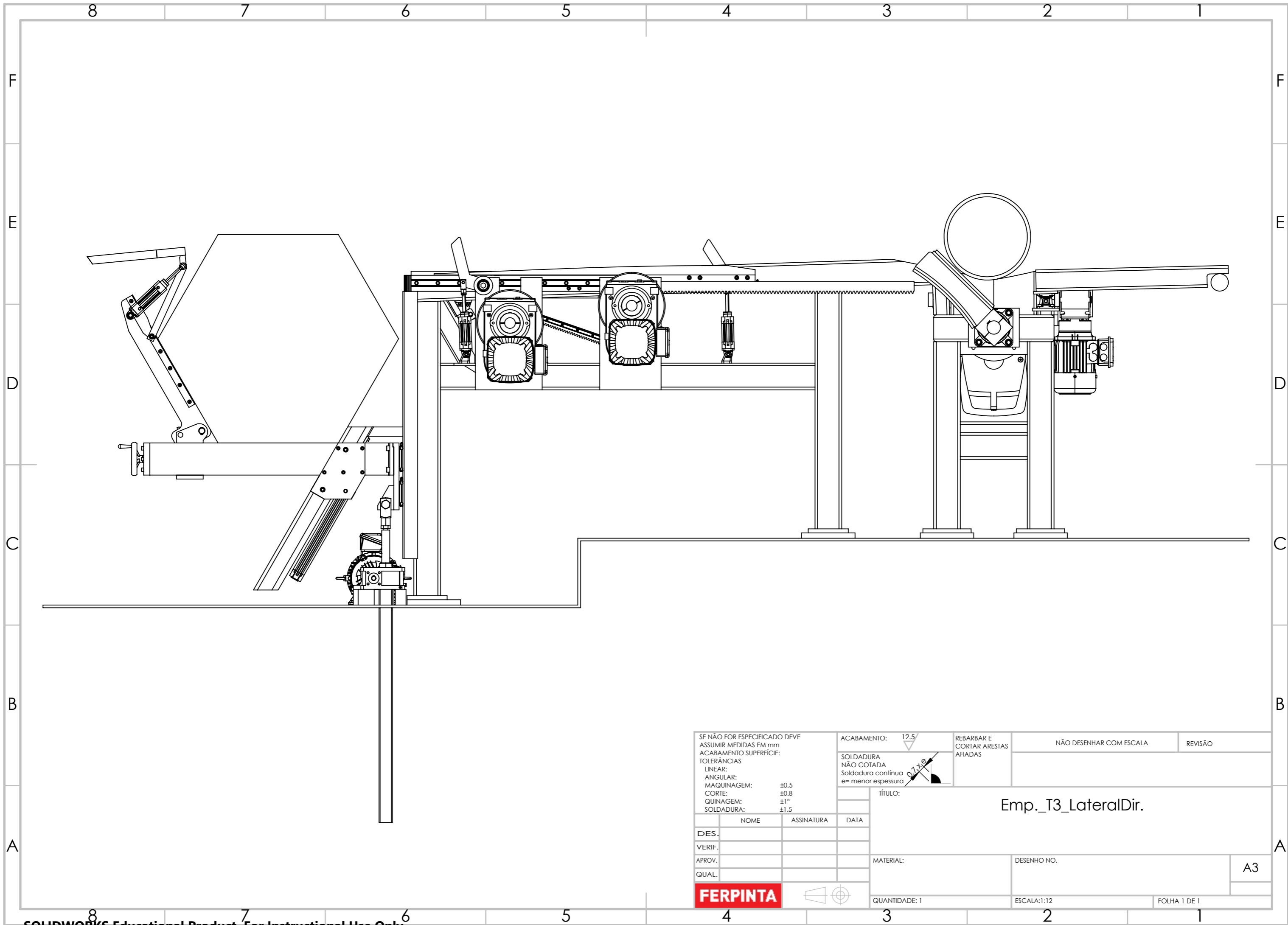
A

A

4 3 2 1



G9BEC : CF 9GD97 = 758C 89J 9 5GG A F A 98-85G9A a a 57565A 9BHC G D9F: æ 9. HC @F a B 7-5G " @B 95F. " 5B: I @5F. " A 5E I B5: 9A-\$) " 7CFHR-\$) " E I B5: 9A-% " GC @B581 F5-%	57565A 9BHC. %&?) GC @B581 F5 BEC 7CH585 G: XUXi fU V: b hbi U Y1 a YbcfYgdYgj fU H@ @C.	F965F65F 9 7CFHF 5F9G5G 5: 585G	BEC 89G9B<5F 7CA 9G75@5	F9J @E C
BCA 9	5GG85H F5	85H5	9a d "SH S7 ja U	
8 9G				
J 9F =				
5DFCJ *			A 5H@F 5@	89G9B<C BC *
E I 5@				5'
FERPINTA			E I 5BH8589. %	9G75 @5. %&?)
				: C @5. %89%



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5/
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Emp._T3_LateralDir.

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

DESENHO NO.

A3

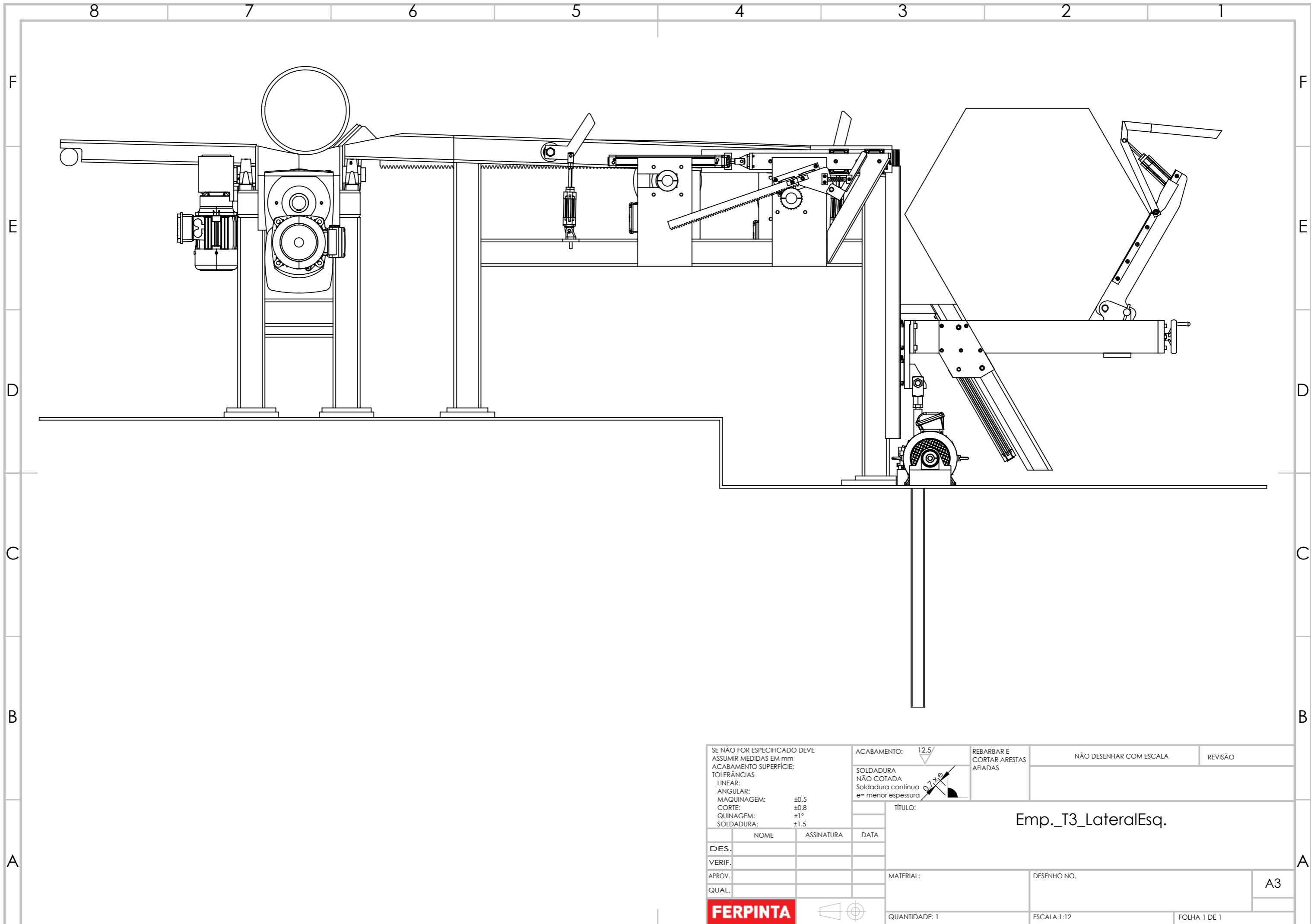
FERPINTA



QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:12

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR: ±0.5
 MAQUINAGEM: ±0.8
 CORTE: ±1°
 QUINAGEM: ±1.5
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5/
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Emp._T3_LateralEsq.

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

DESENHO NO.

A3

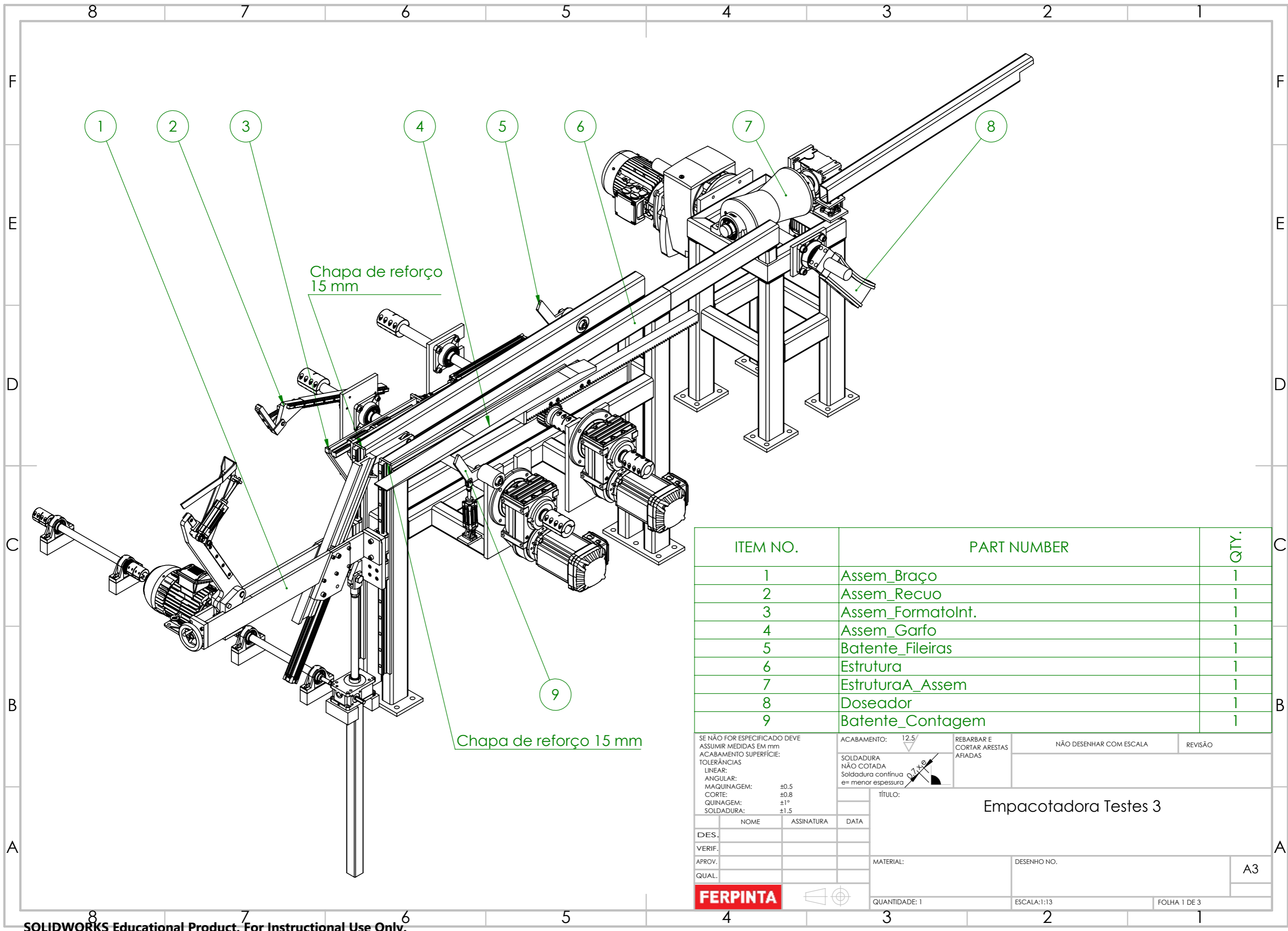
FERPINTA



QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:12

FOLHA 1 DE 1



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Assem_Braço	1
2	Assem_Recuo	1
3	Assem_FormatInt.	1
4	Assem_Garfo	1
5	Batente_Fileiras	1
6	Estrutura	1
7	EstruturaA_Assem	1
8	Doseador	1
9	Batente_Contagem	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: **Empacotadora Testes 3**

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

MATERIAL:

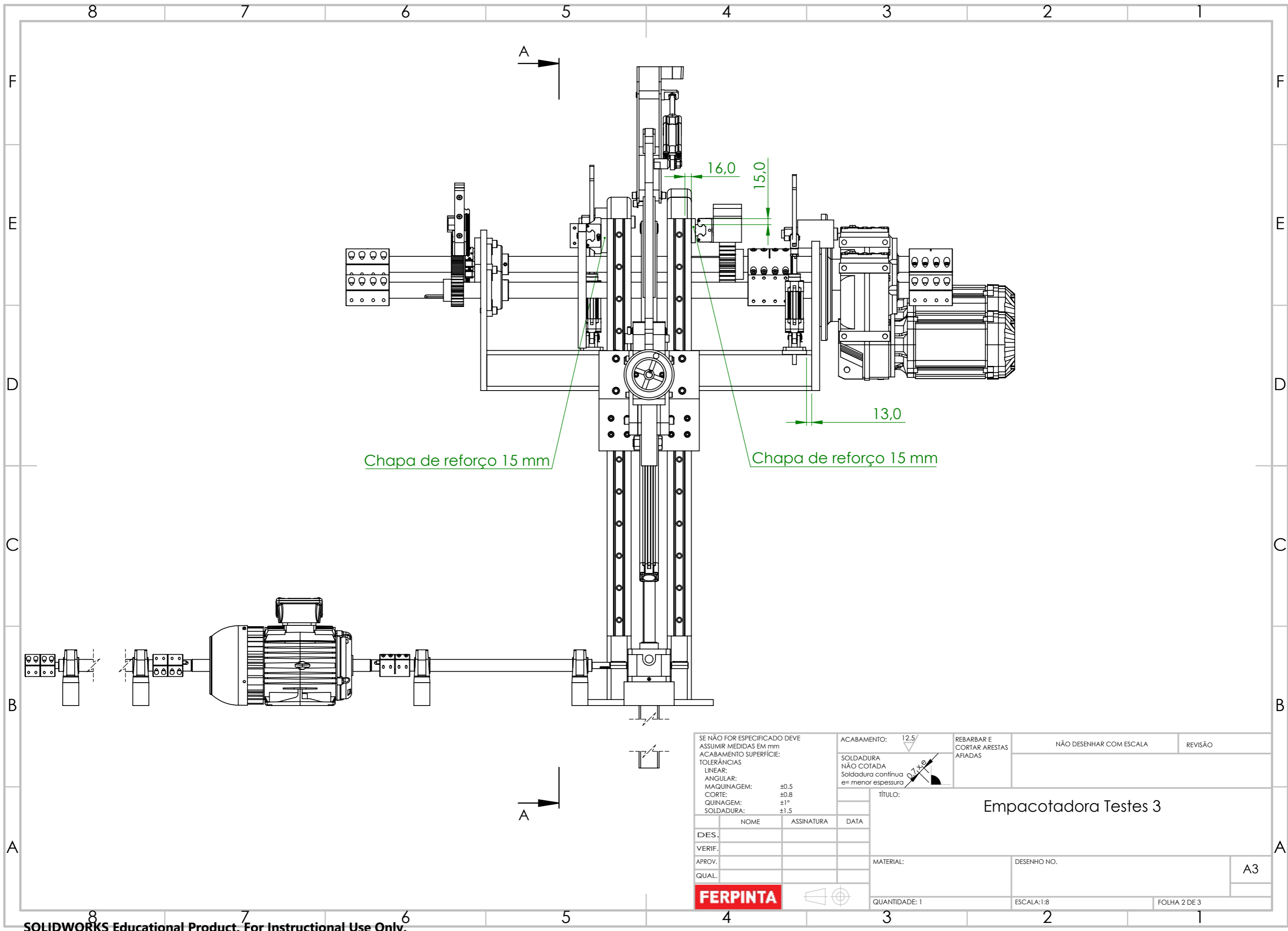
DESENHO NO. **A3**

QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:13

FOLHA 1 DE 3





Chapa de reforço 15 mm

Chapa de reforço 15 mm

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5/
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Empacotadora Testes 3

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

DESENHO NO.

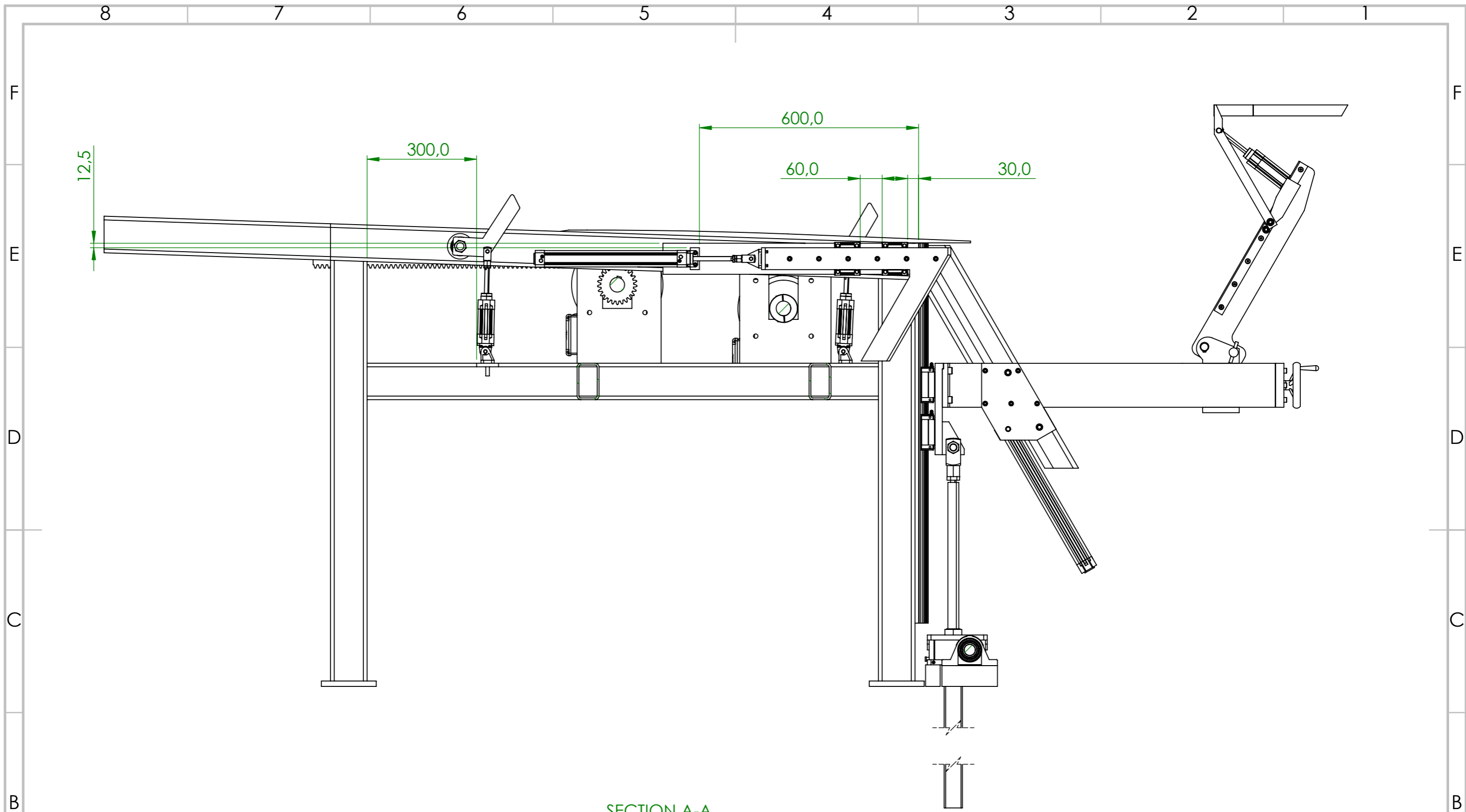
A3

FERPINTA

QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:8

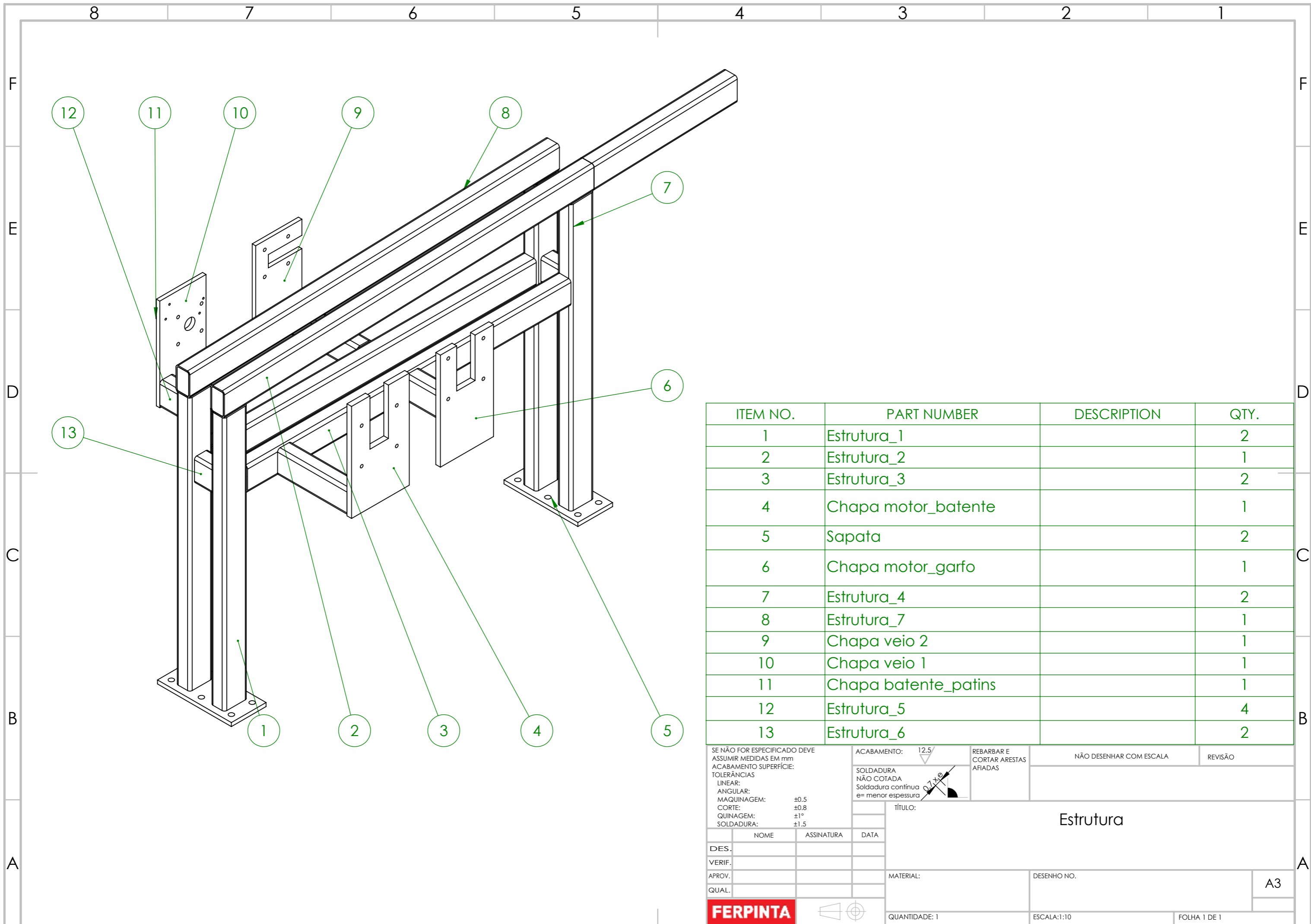
FOLHA 2 DE 3



SECTION A-A

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Empacotadora Testes 3		
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL:	DESENHO NO.	A3
QUAL.				QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:10	FOLHA 3 DE 3

FERPINTA



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Estrutura_1		2
2	Estrutura_2		1
3	Estrutura_3		2
4	Chapa motor_batente		1
5	Sapata		2
6	Chapa motor_garfo		1
7	Estrutura_4		2
8	Estrutura_7		1
9	Chapa veio 2		1
10	Chapa veio 1		1
11	Chapa batente_patins		1
12	Estrutura_5		4
13	Estrutura_6		2

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5/
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

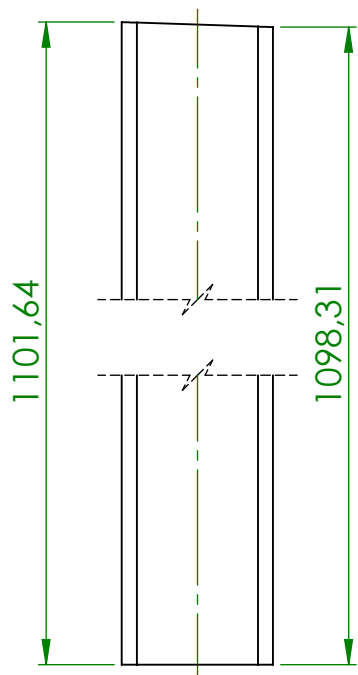
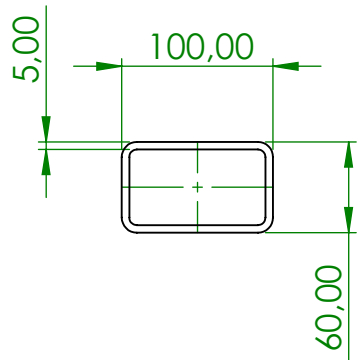
REVISÃO

TÍTULO: Estrutura

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

MATERIAL: DESENHO NO. A3

QUANTIDADE: 1 ESCALA:1:10 FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO	
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	Estrutura_1			
			TÍTULO:				
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: S355			A4
VERIF.							
APROV.							
QUAL.							
FERPINTA			QUANTIDADE: 2	ESCALA: 1:15	FOLHA 1 DE 1		

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

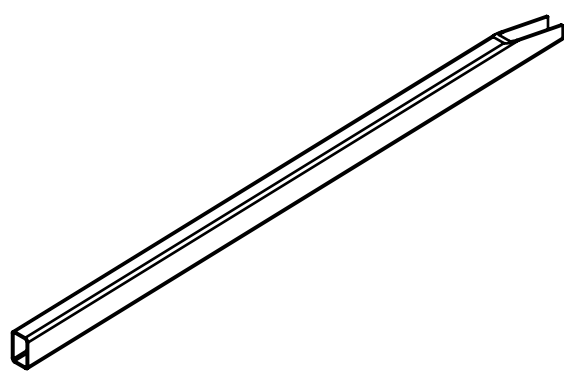
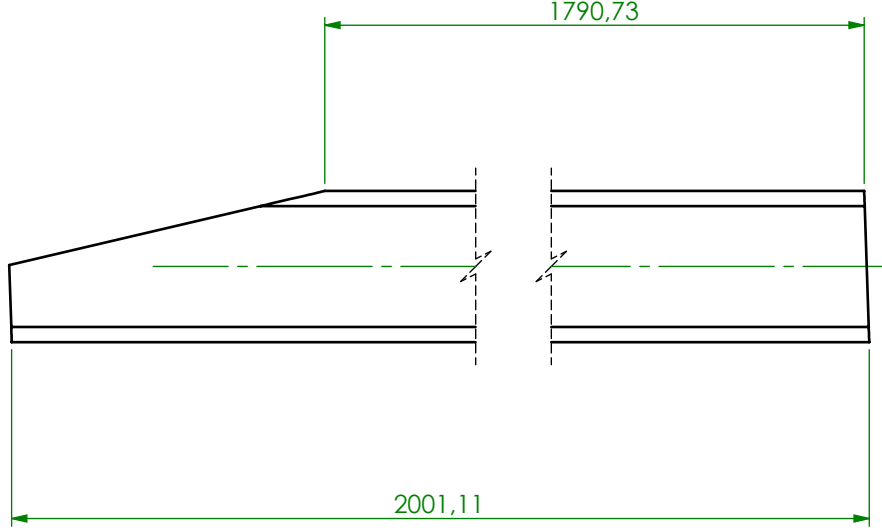
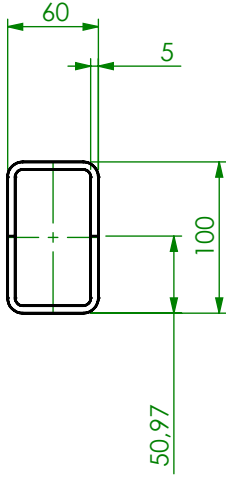
C

B

B

A

A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Estrutura_2																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

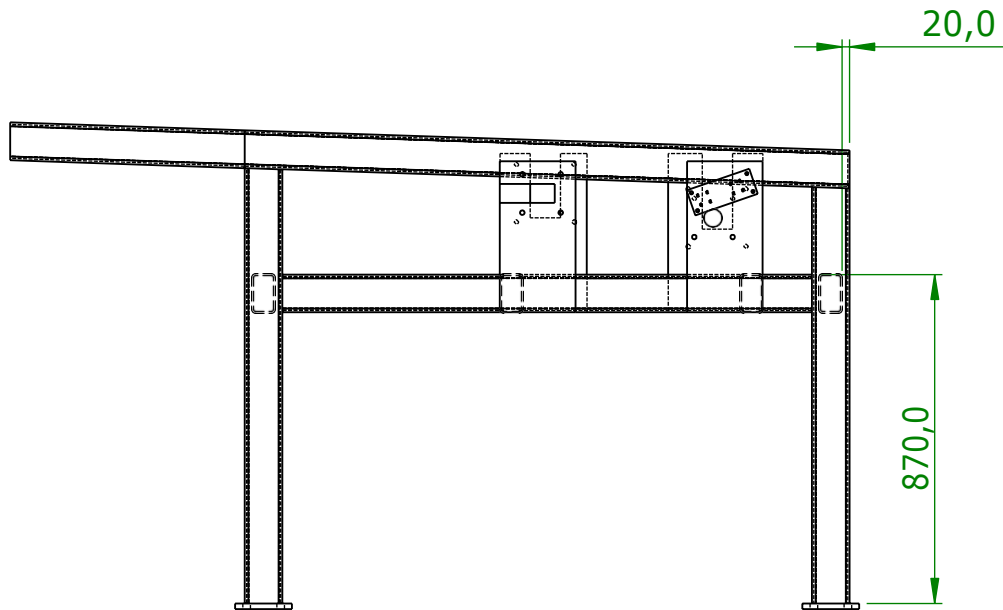
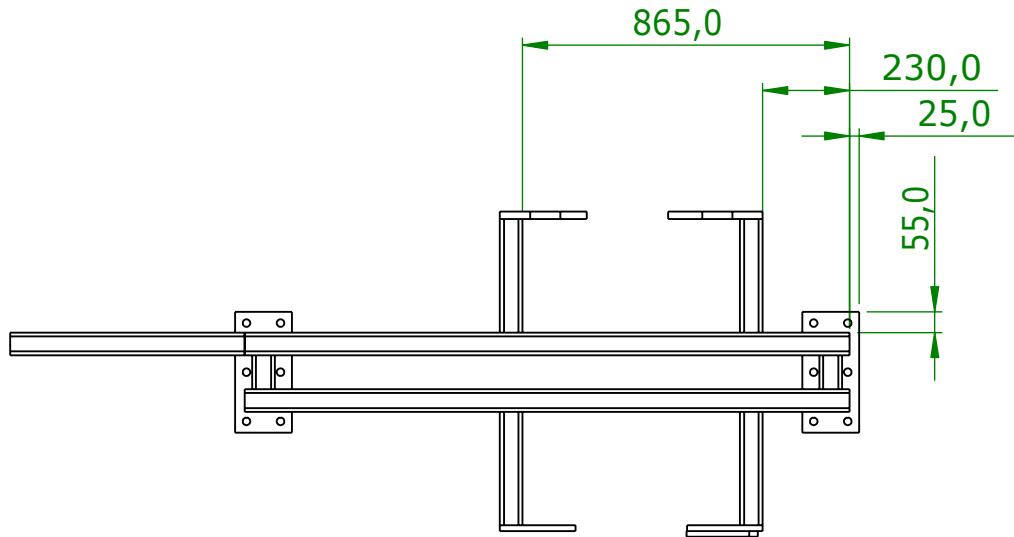
C

B

B

A

A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Estrutura_2D

DES.	NOME	ASSINATURA	DATA

--	--	--	--

--	--	--	--

--	--	--	--

MATERIAL:

DESENHO NO.

A4

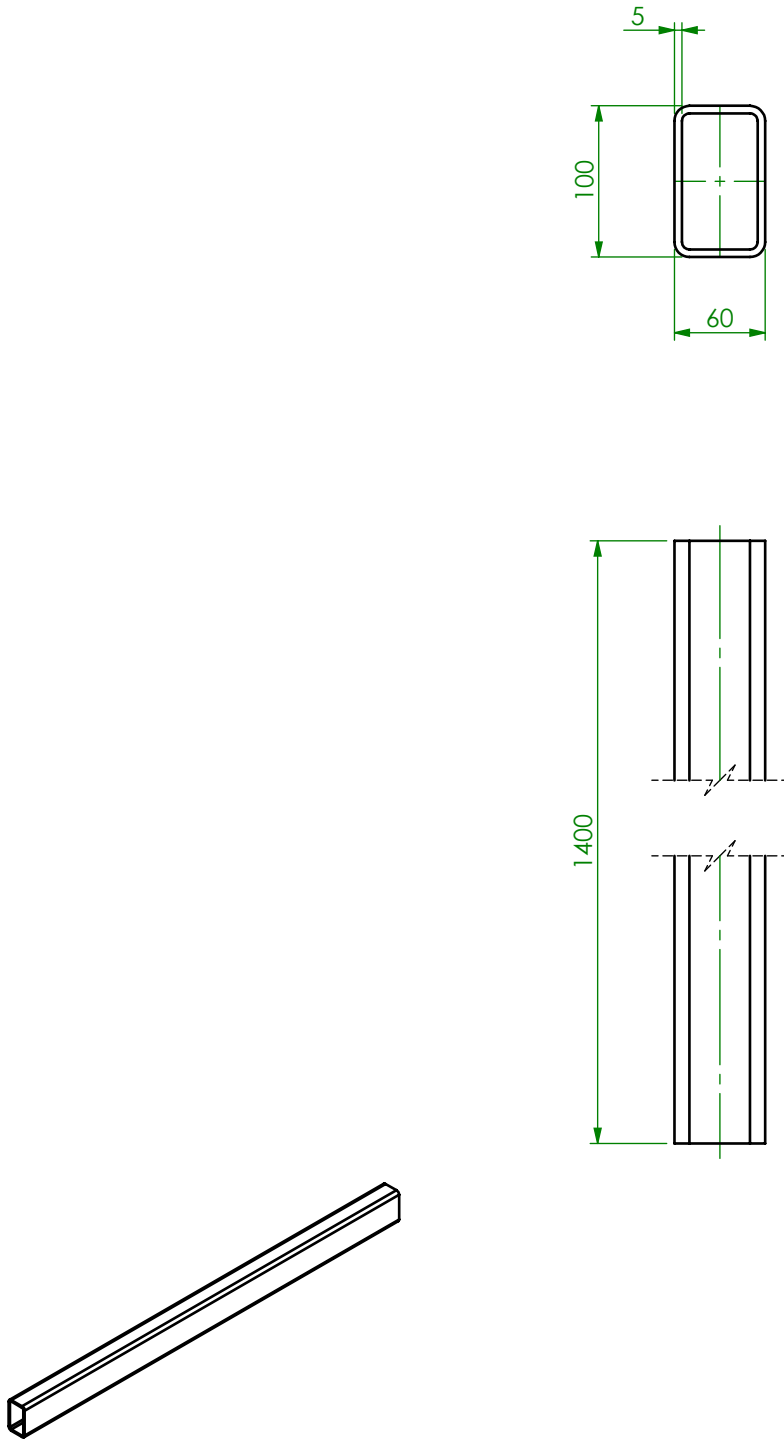


QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:20

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

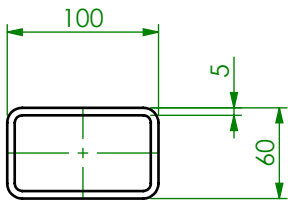


SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Estrutura_3																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 2	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

F

F

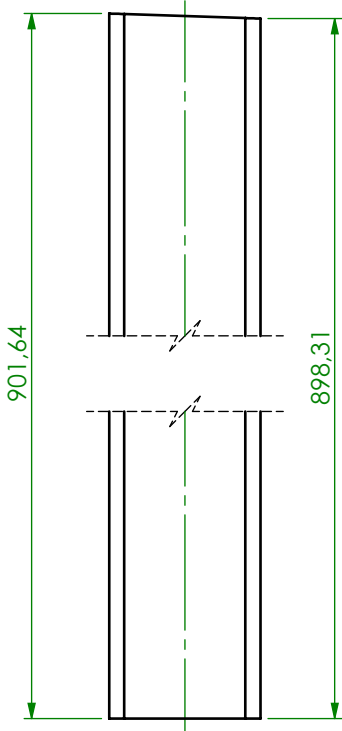


E

E

D

D



C

C



B

B

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO



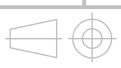
TÍTULO: Estrutura_4

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: S355

DESENHO NO.

A4



QUANTIDADE: 2

ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

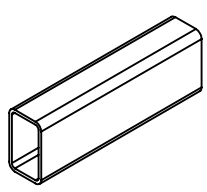
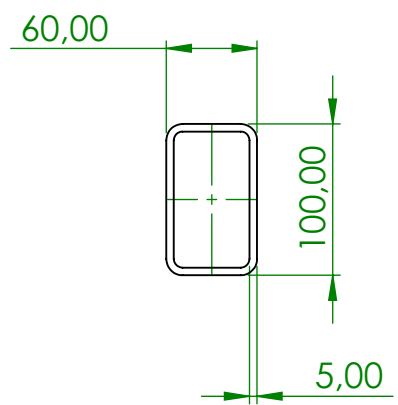
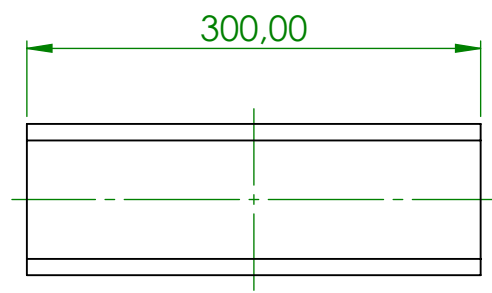
C

B

B

A

A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Estrutura_5																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 4	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

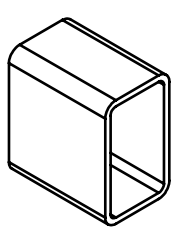
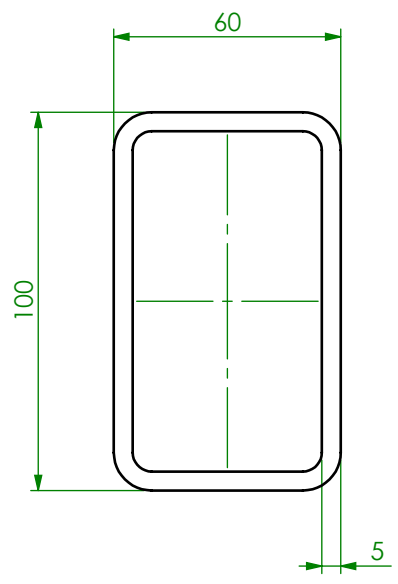
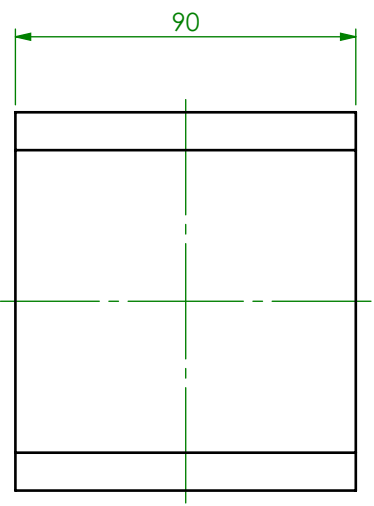
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: Estrutura_6

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: S355

DESENHO NO. A4



QUANTIDADE: 2

ESCALA: 1:2

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

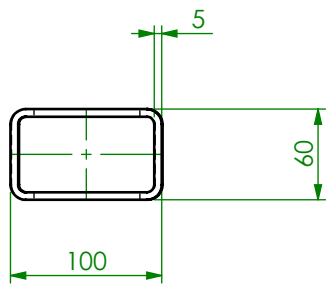
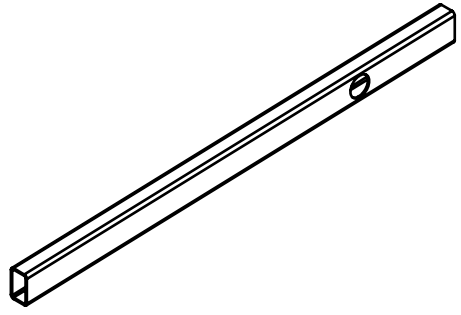
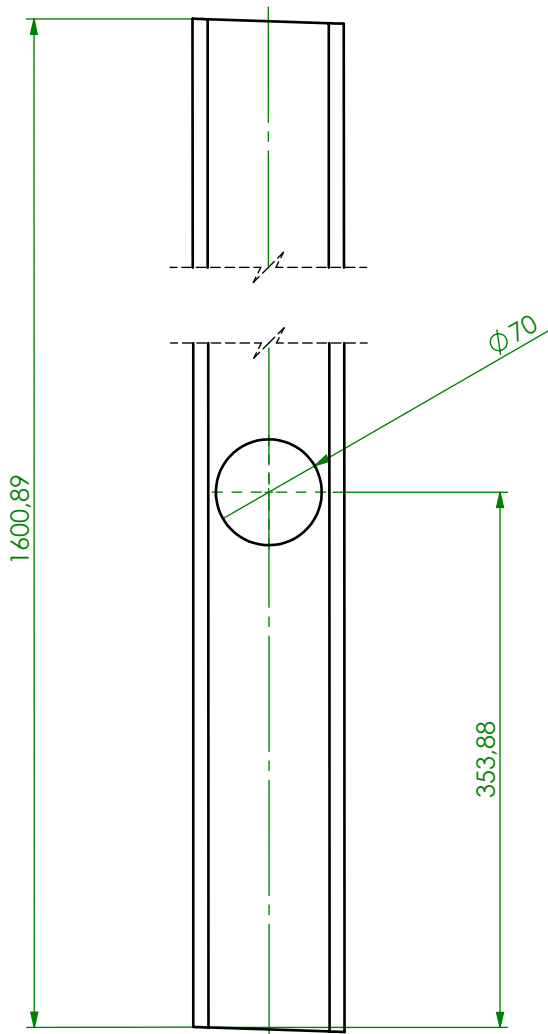
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ± 0.5
 CORTE: ± 0.8
 QUINAGEM: $\pm 1^\circ$
 SOLDADURA: ± 1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Estrutura_7

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:
S355

DESENHO NO.

A4

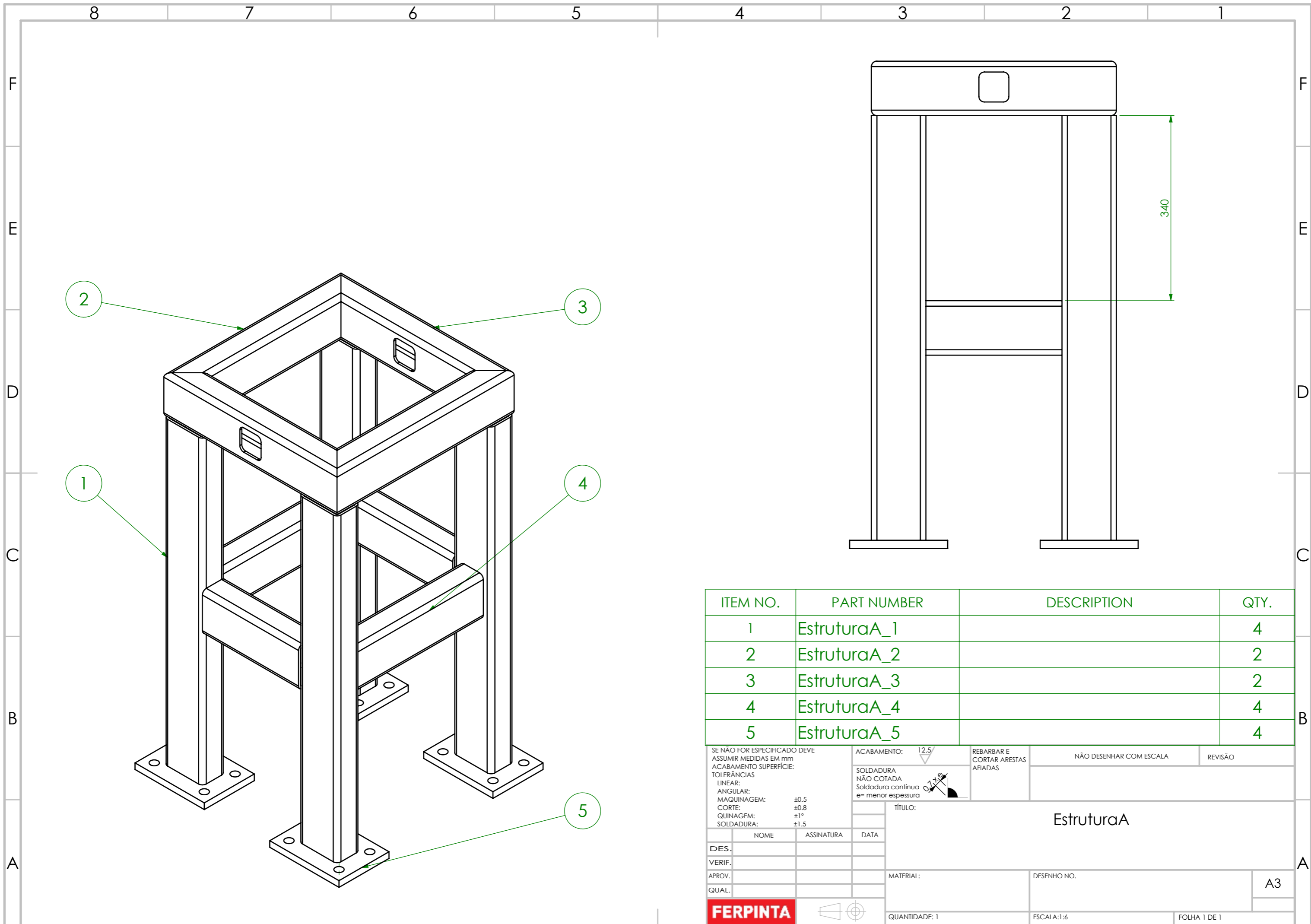


QUANTIDADE: 2

ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	EstruturaA_1		4
2	EstruturaA_2		2
3	EstruturaA_3		2
4	EstruturaA_4		4
5	EstruturaA_5		4

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO: 12.5
 REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS
 NÃO DESENHAR COM ESCALA
 REVISÃO

TOLERÂNCIAS
 LINEAR: ±0.5
 ANGULAR: ±0.8
 MAQUINAGEM: ±1°
 CORTE: ±1.5
 SOLDADURA: ±1.5

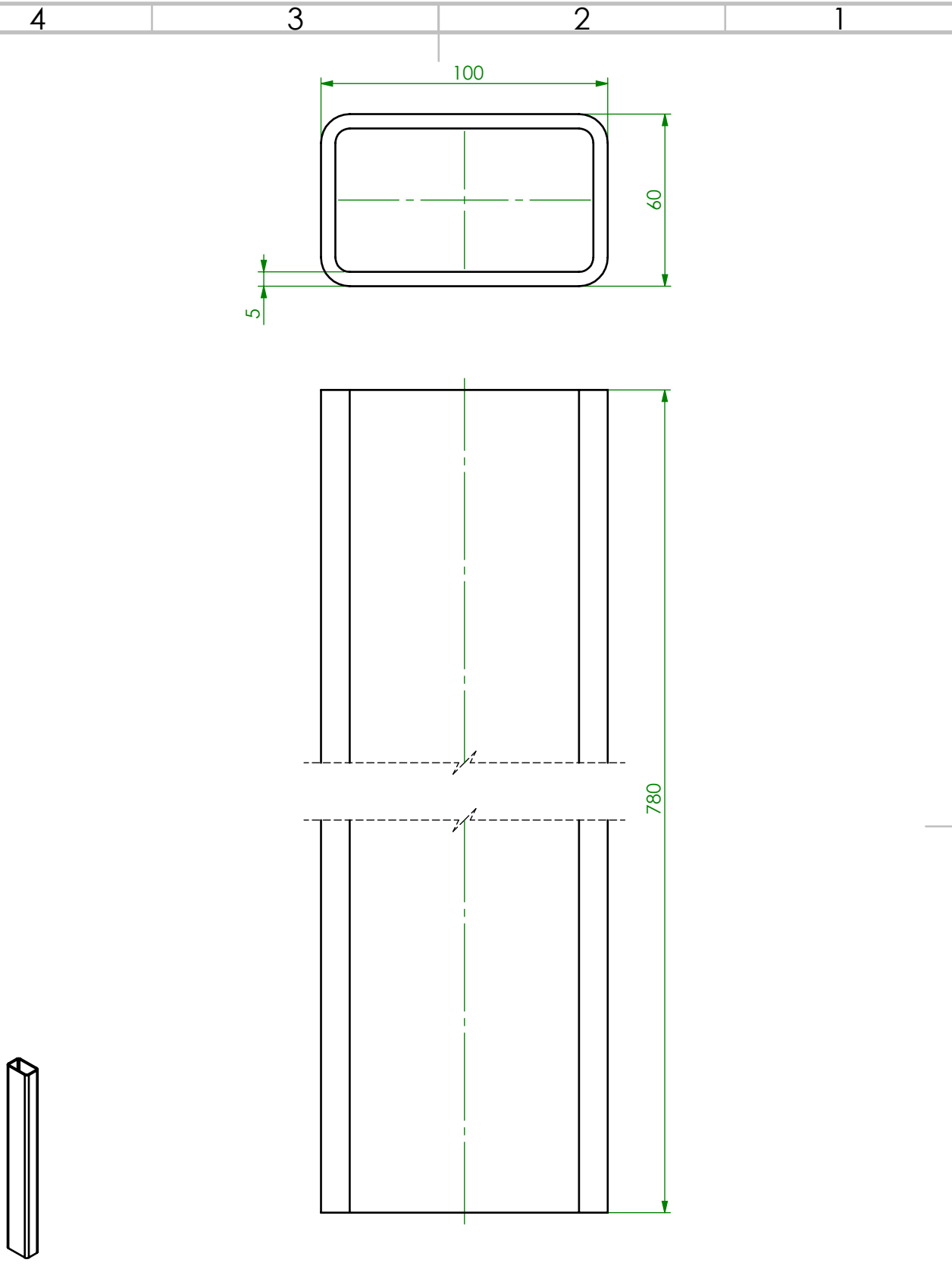
SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO: EstruturaA

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

MATERIAL: _____ DESENHO NO. _____ A3

QUANTIDADE: 1 ESCALA: 1:6 FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
ACABAMENTO SUPERFÍCIE:			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
TOLERÂNCIAS					TÍTULO: EstruturaA_1	
LINEAR:						
ANGULAR:						
MAQUINAGEM: ±0.5						
CORTE: ±0.8						
QUINAGEM: ±1°						
SOLDADURA: ±1.5						
NOME			ASSINATURA	DATA		
DES.						
VERIF.						
APROV.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
QUAL.			QUANTIDADE: 4	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1	



4 3 2 1

F

F

E

E

D

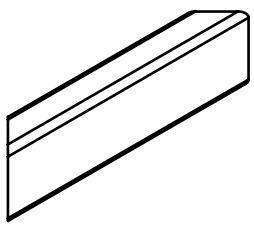
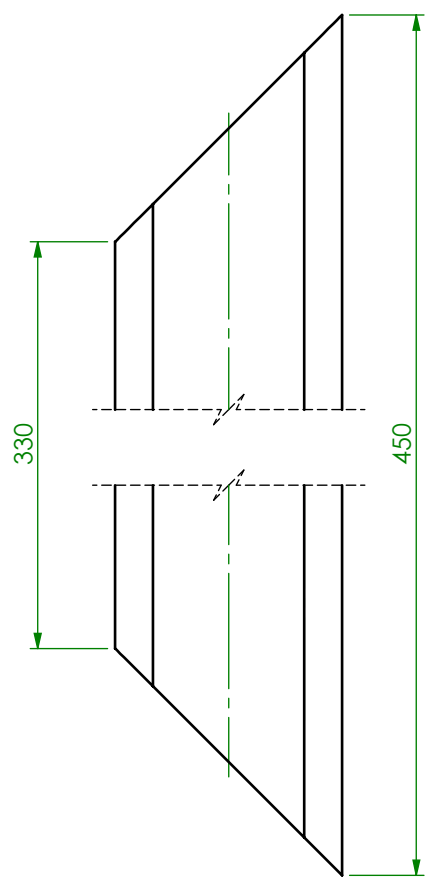
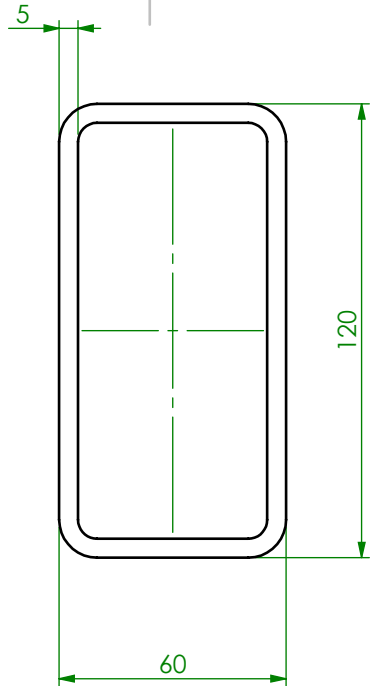
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: EstruturaA_2																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 2	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

F

F

E

E

D

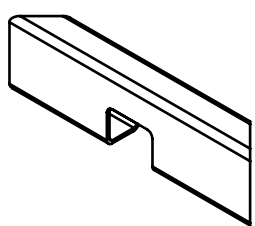
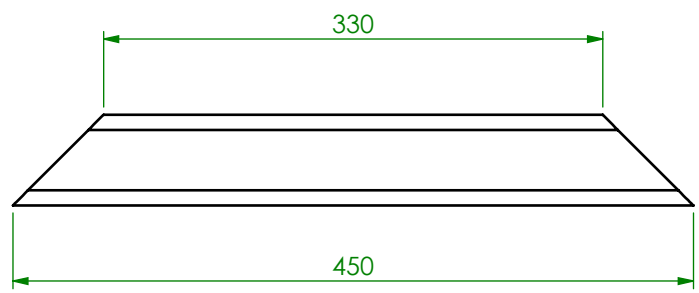
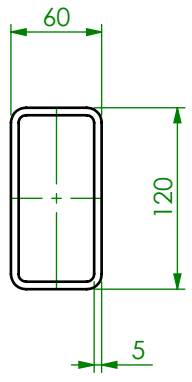
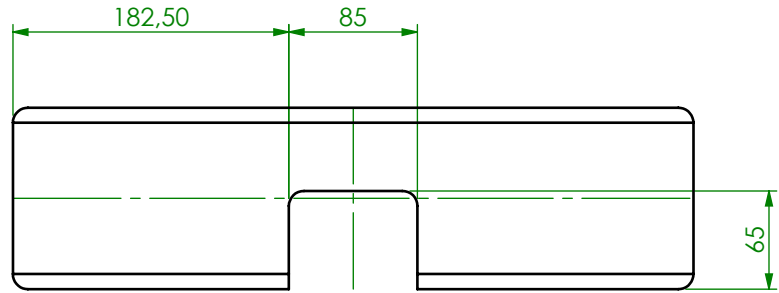
D

C

C

B

B

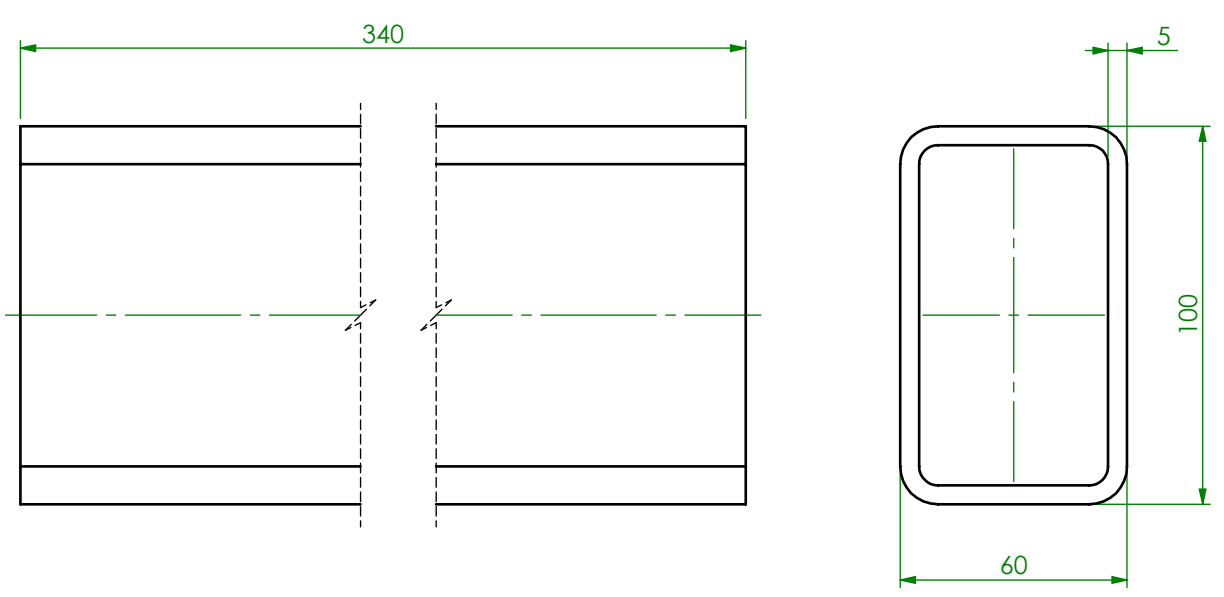


SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: EstruturaA_3		
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: S355		
VERIF.						
APROV.						
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 2	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1	

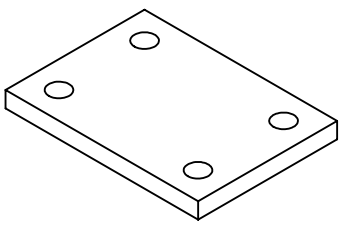
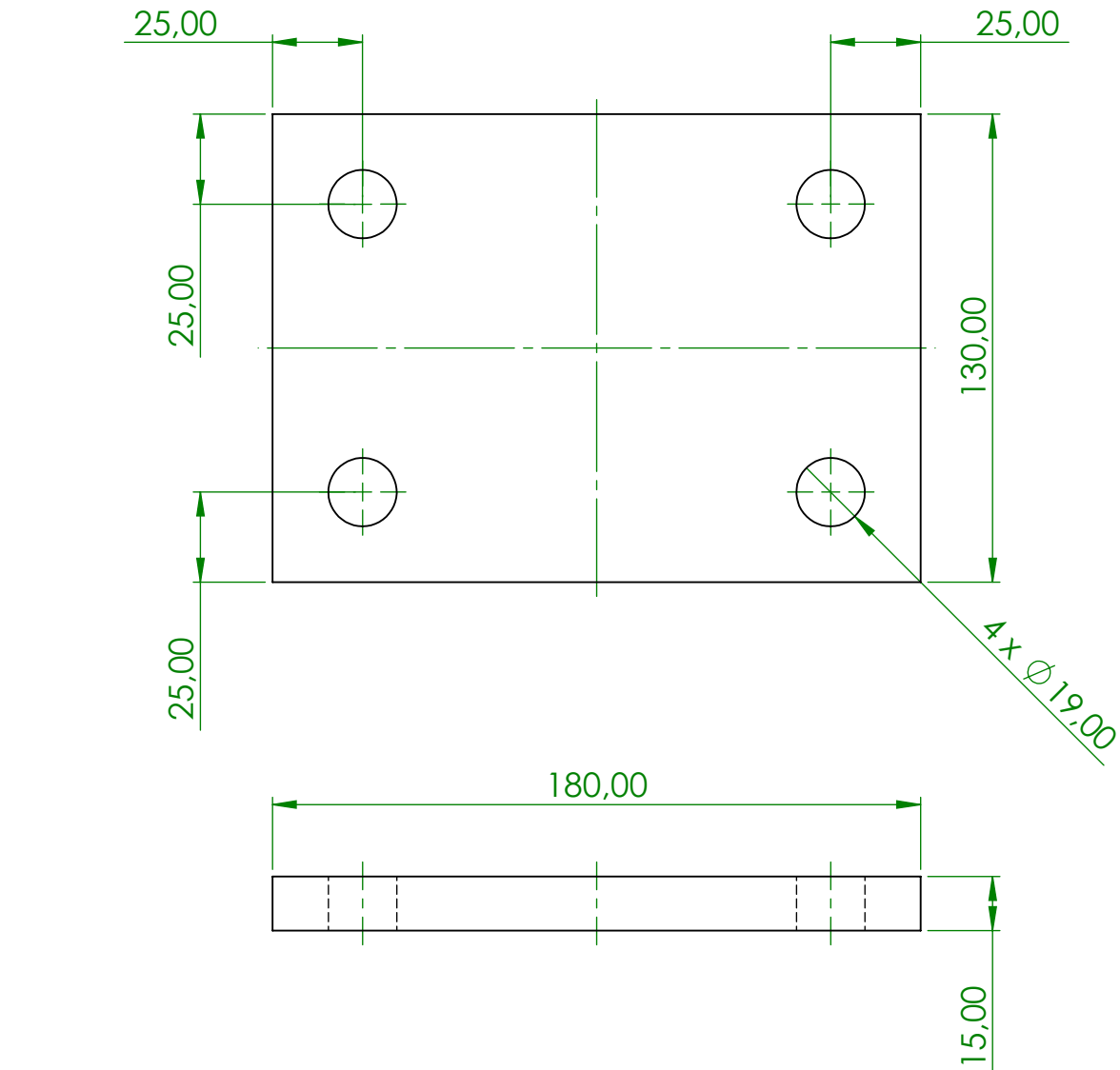
A

A

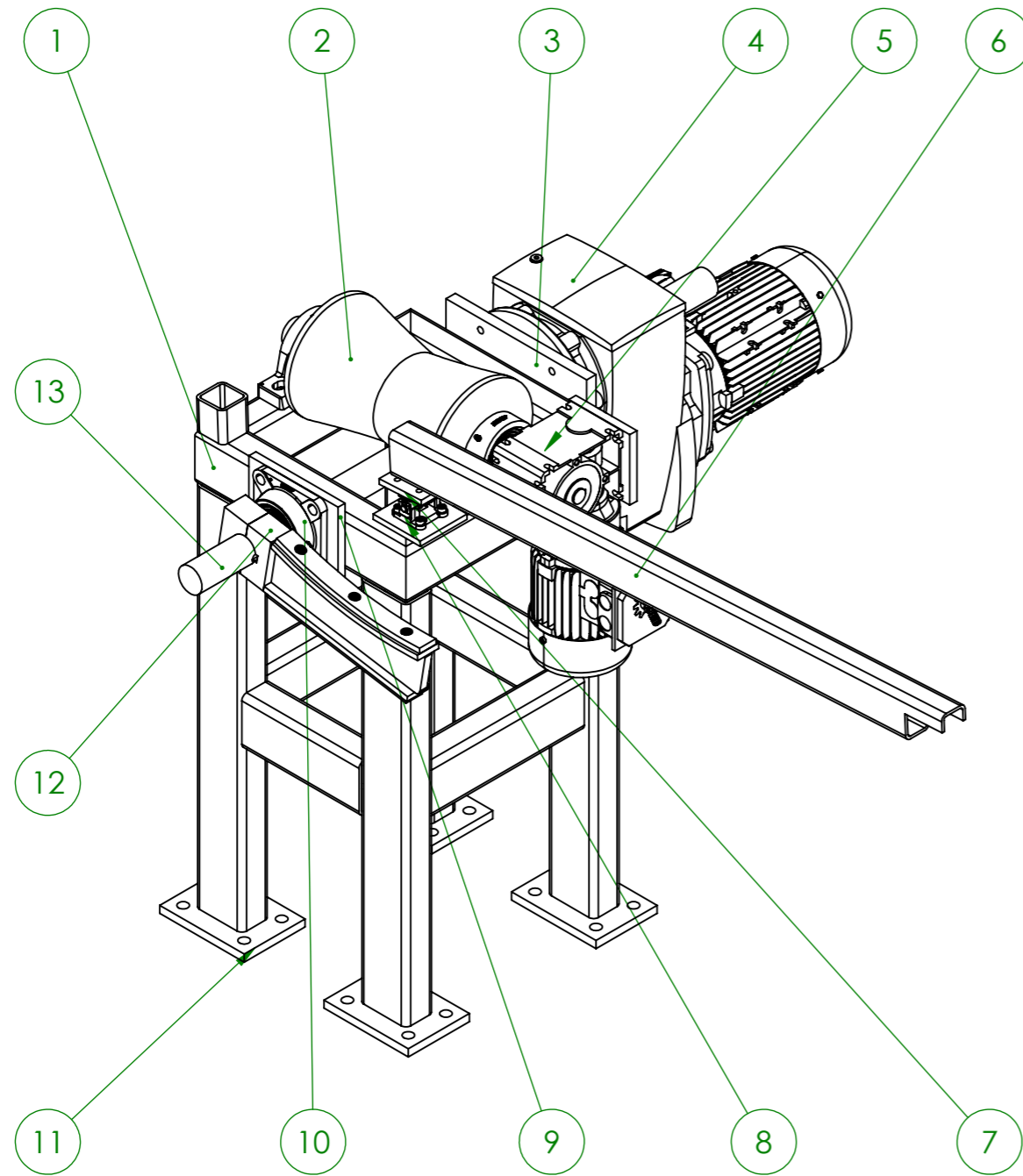
4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: EstruturaA_4																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 4	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: EstruturaA_5																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 4	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1																



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	EstruturaA	1
2	Rolo_assem	1
3	Chapa Motor_Doseador	1
4	Motor_Doseador	1
5	Motor_Rolo	1
6	Alim. 1	1
7	Fixação Alim. 1	1
8	174392_SNCB_50__0_	1
9	Chapa_Doseador	1
10	SKF_FY_50_TF	1
11	EstruturaA_5	4
12	Doseador	1
13	Veio Doseador	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
TOLERÂNCIAS
LINEAR:
ANGULAR:
MAQUINAGEM: ±0.5
CORTE: ±0.8
QUINAGEM: ±1°
SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
SOLDADURA NÃO COTADA
Soldadura contínua
e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: EstruturaA_Assem.

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

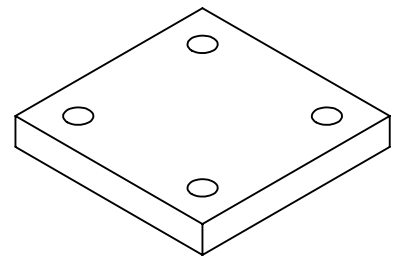
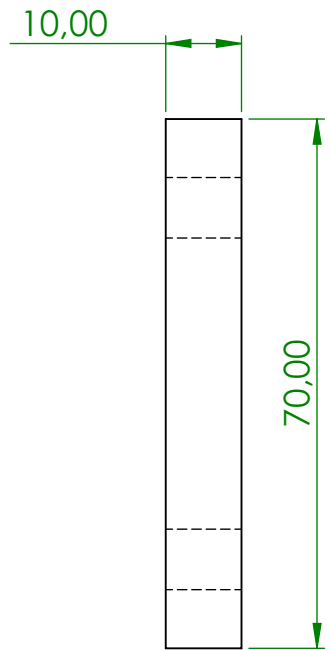
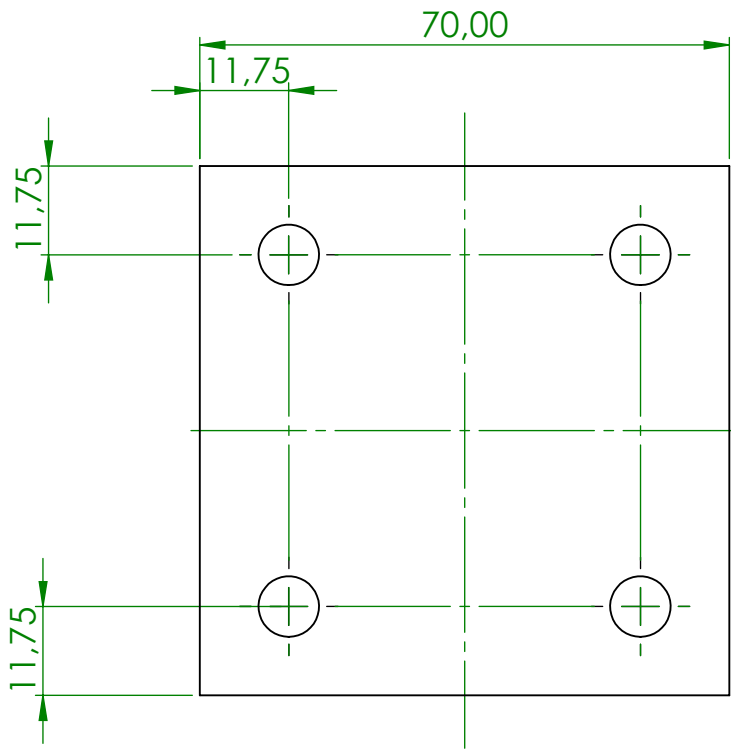
MATERIAL:

DESENHO NO. A3

QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:10

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Fixação Alim. 1

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

FERPINTA



QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:1

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

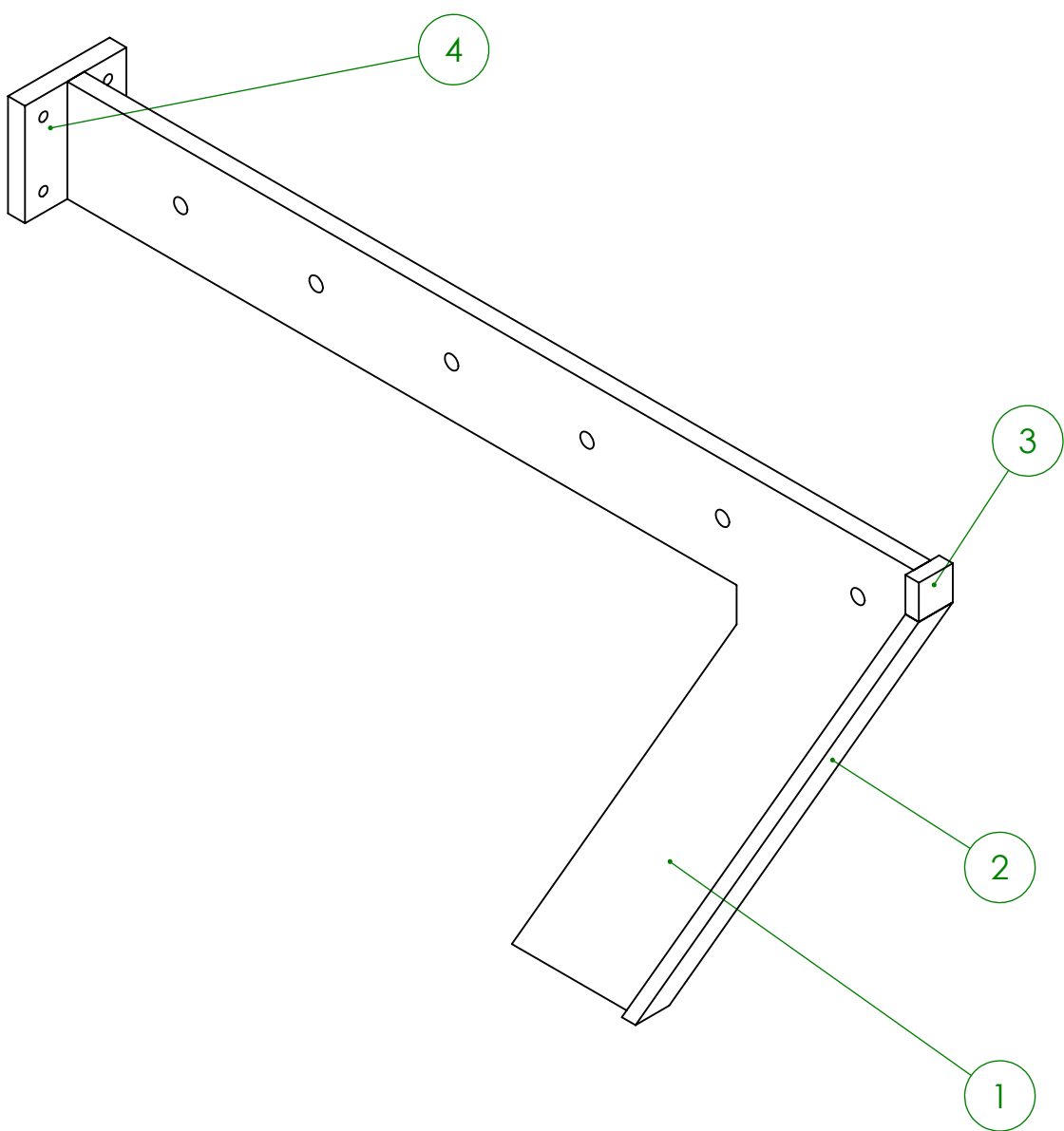
E

D

D

C

C



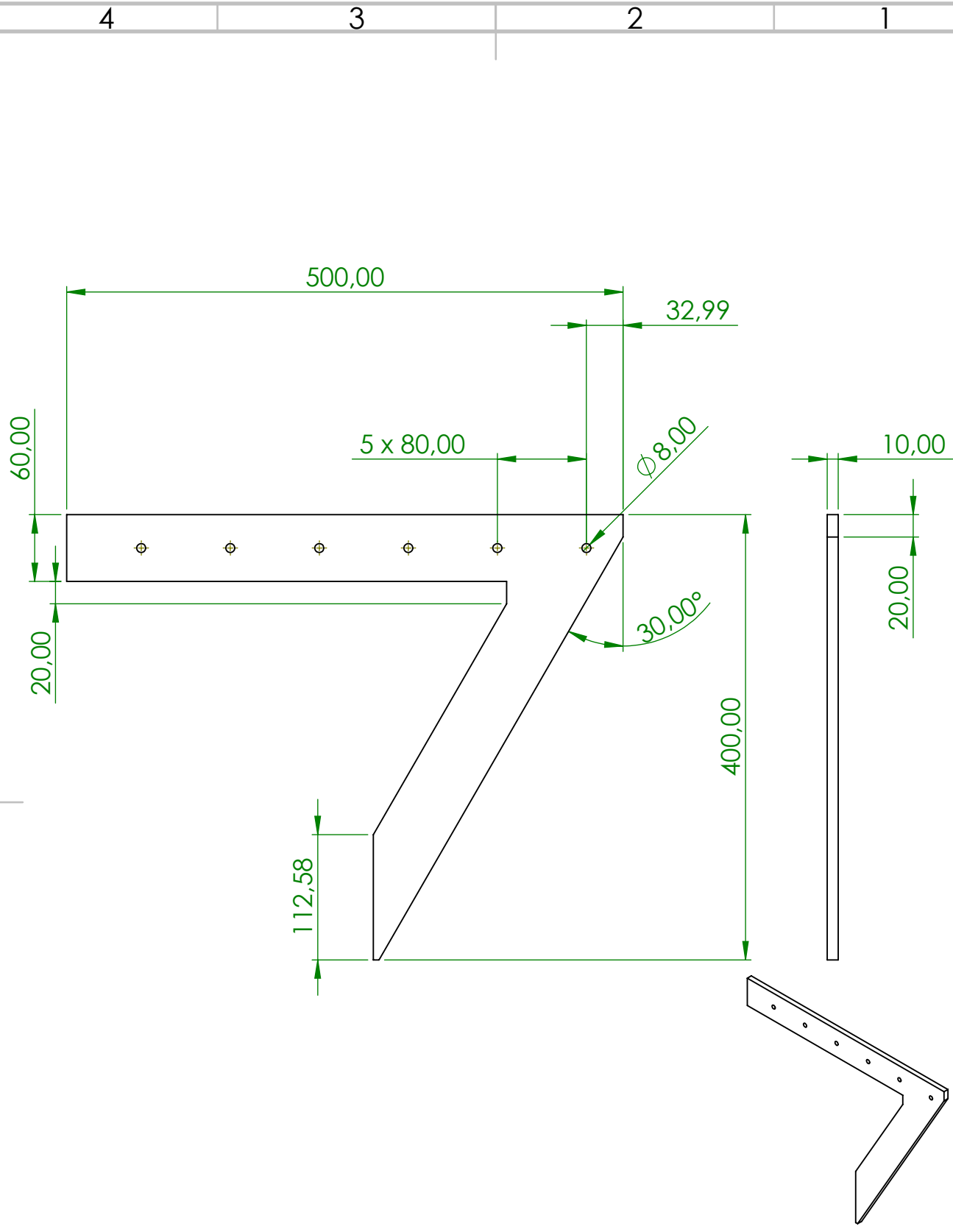
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Formato_Int._1	1
2	Formato_Int._3	1
3	Formato_Int._2	1
4	Formato_Int._4	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5	ACABAMENTO: 12.5 SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO	
	TÍTULO: Formato_Int.				
	NOME DES. VERIF. APROV. QUAL.	ASSINATURA DATA	MATERIAL:	DESENHO NO.	A4
	FERPINTA		QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:3	FOLHA 1 DE 1

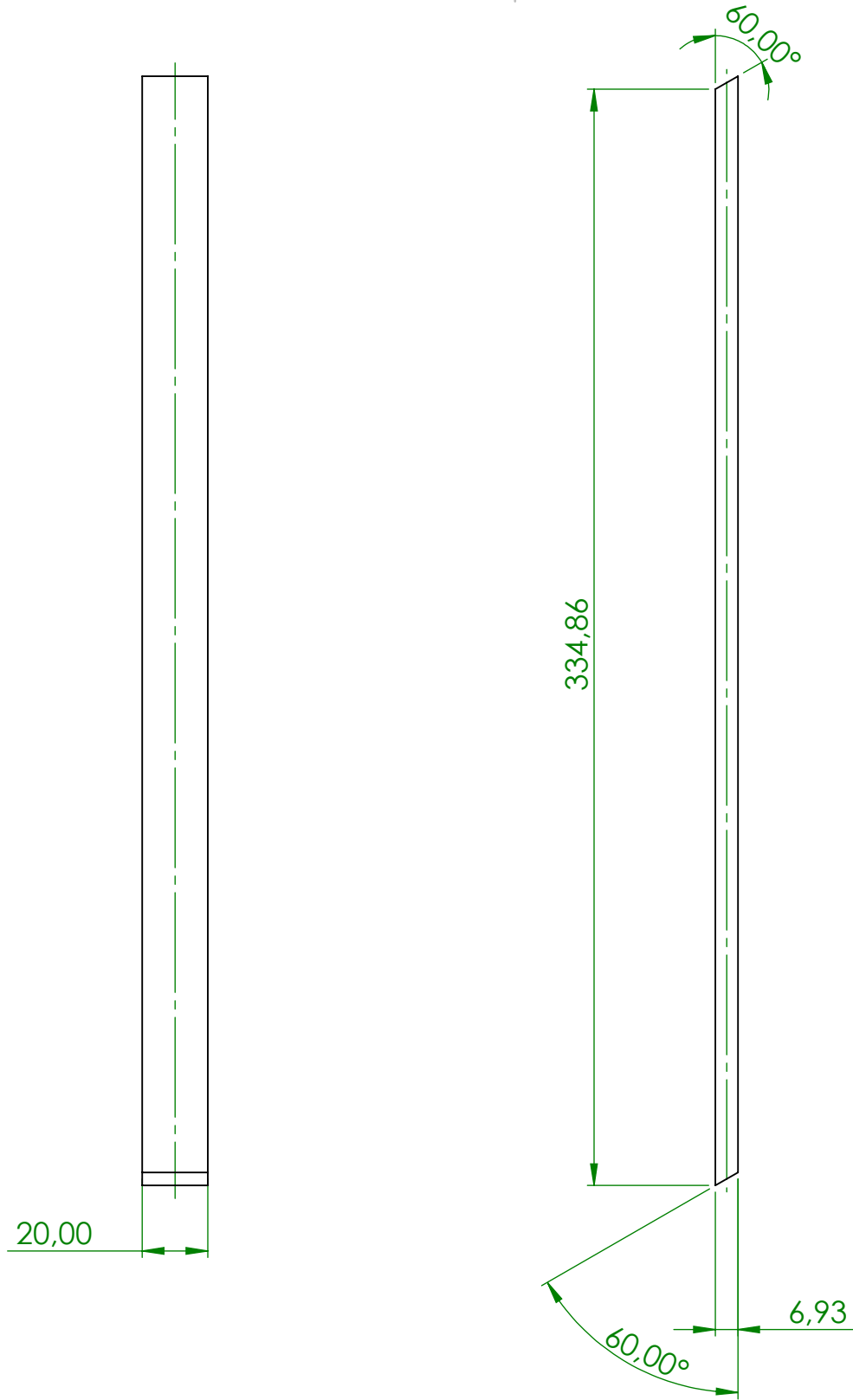
A

A

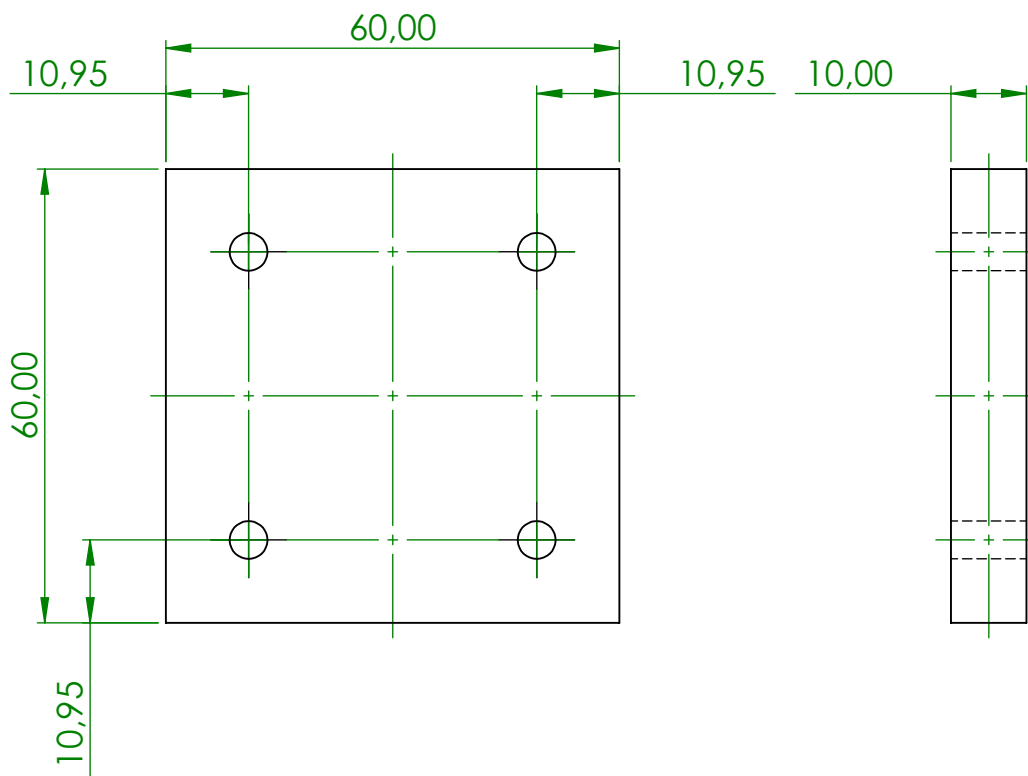
4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura																		
LINEAR: ±0,5					TÍTULO: Formato_Int_1																
ANGULAR: ±0,8																					
CORTE: ±1°																					
QUINAGEM: ±1,5																					
SOLDADURA: ±1,5																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355		DESENHO NO. A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1		ESCALA: 1:5																
					FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0,5 CORTE: ±0,8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1,5			ACABAMENTO: 12,5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Formato_Int_3																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: Formato_Int._4

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: S355

DESENHO NO.

A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:1

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

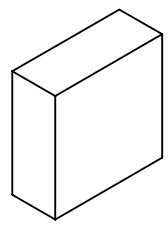
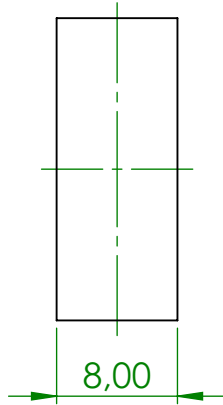
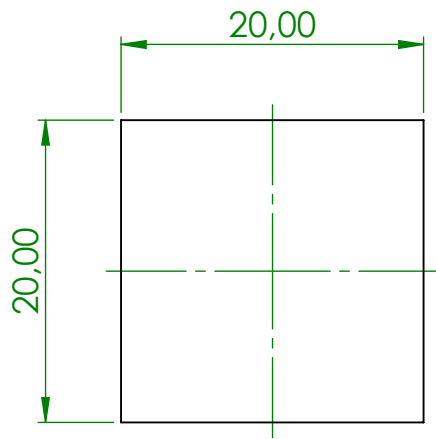
D

C

C

B

B

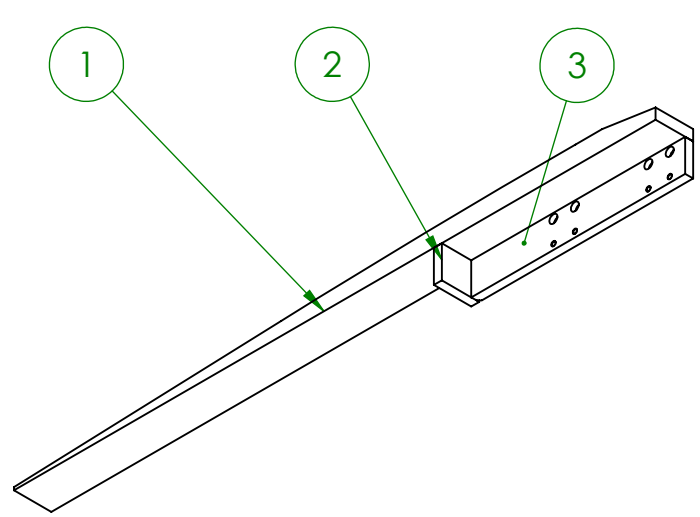
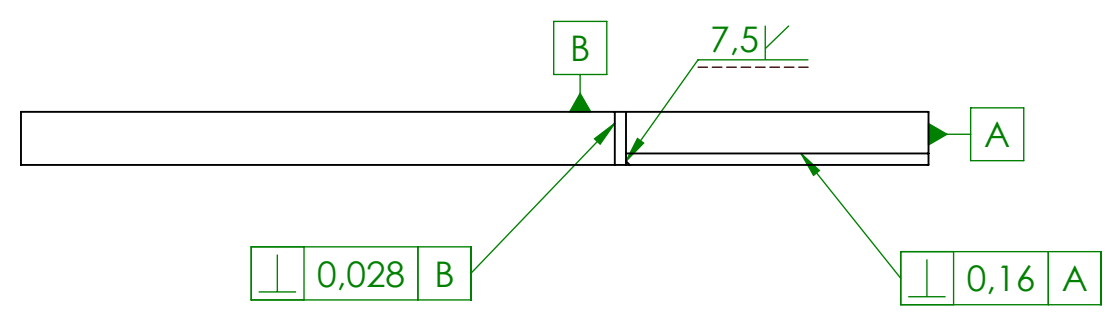


SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Formato_Int_2																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA:2:1	FOLHA 1 DE 1																

A

A

4 3 2 1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Garfo_1		1
2	Garfo_2		1
3	Garfo_3		1

<p>SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm</p> <p>ACABAMENTO SUPERFÍCIE:</p> <p>TOLERÂNCIAS</p> <p>LINEAR:</p> <p>ANGULAR:</p> <p>MAQUINAGEM: ±0.5</p> <p>CORTE: ±0.8</p> <p>QUINAGEM: ±1°</p> <p>SOLDADURA: ±1.5</p>	ACABAMENTO: 12.5	<p>REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS</p>	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
	<p>SOLDADURA NÃO COTADA</p> <p>Soldadura contínua</p> <p>e= menor espessura</p>		<p>TÍTULO: Garfo</p>																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: 1.6582	DESENHO NO.	A4
	NOME	ASSINATURA	DATA																
DES.																			
VERIF.																			
APROV.																			
QUAL.																			
	QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:10	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

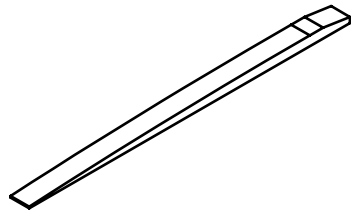
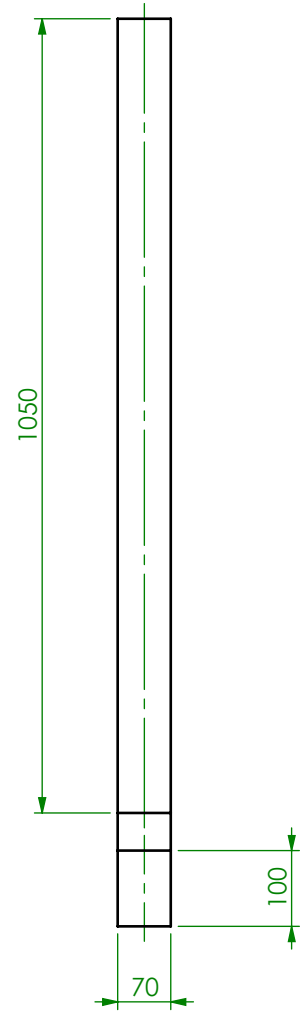
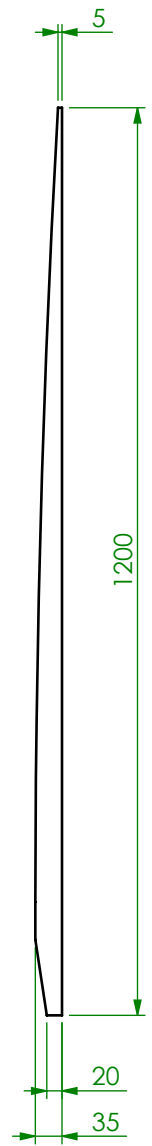
C

B

B

A

A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Garfo_1																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: 1.6582	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:10	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

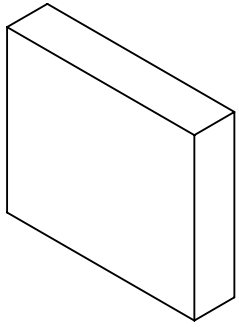
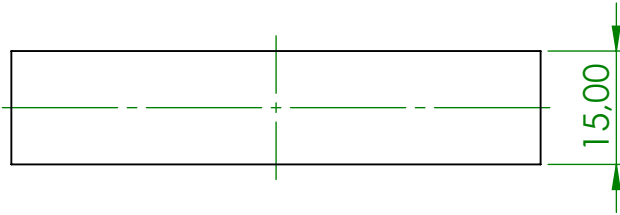
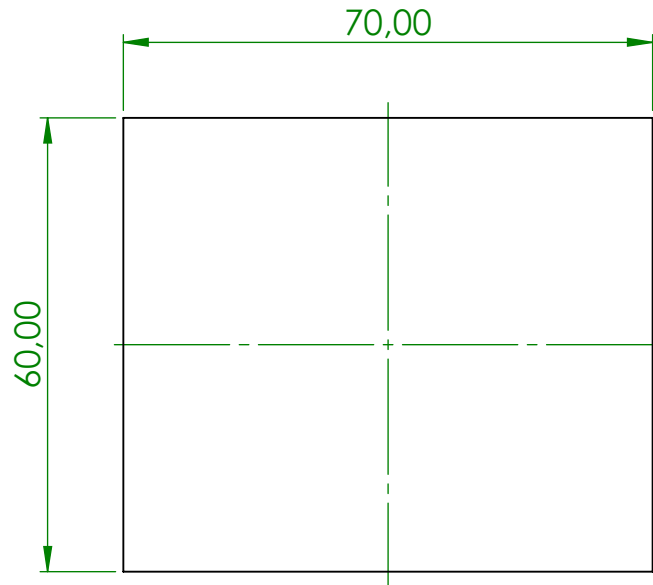
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Garfo_2

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: 1.6582

DESENHO NO. A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:1

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

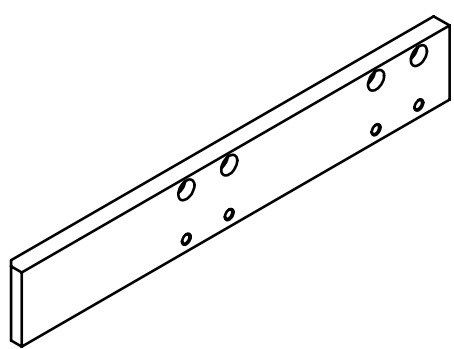
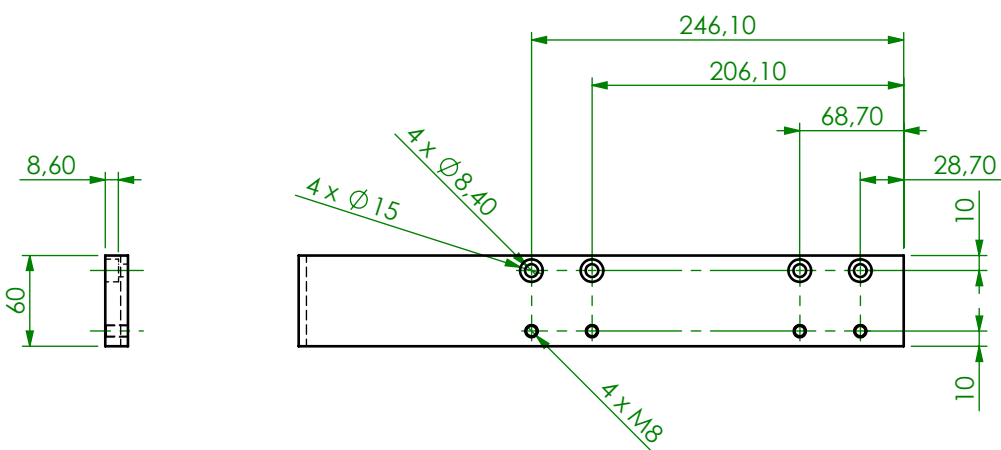
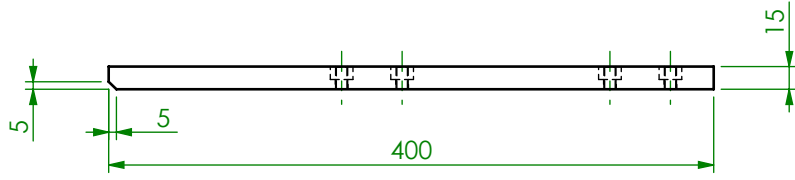
C

B

B

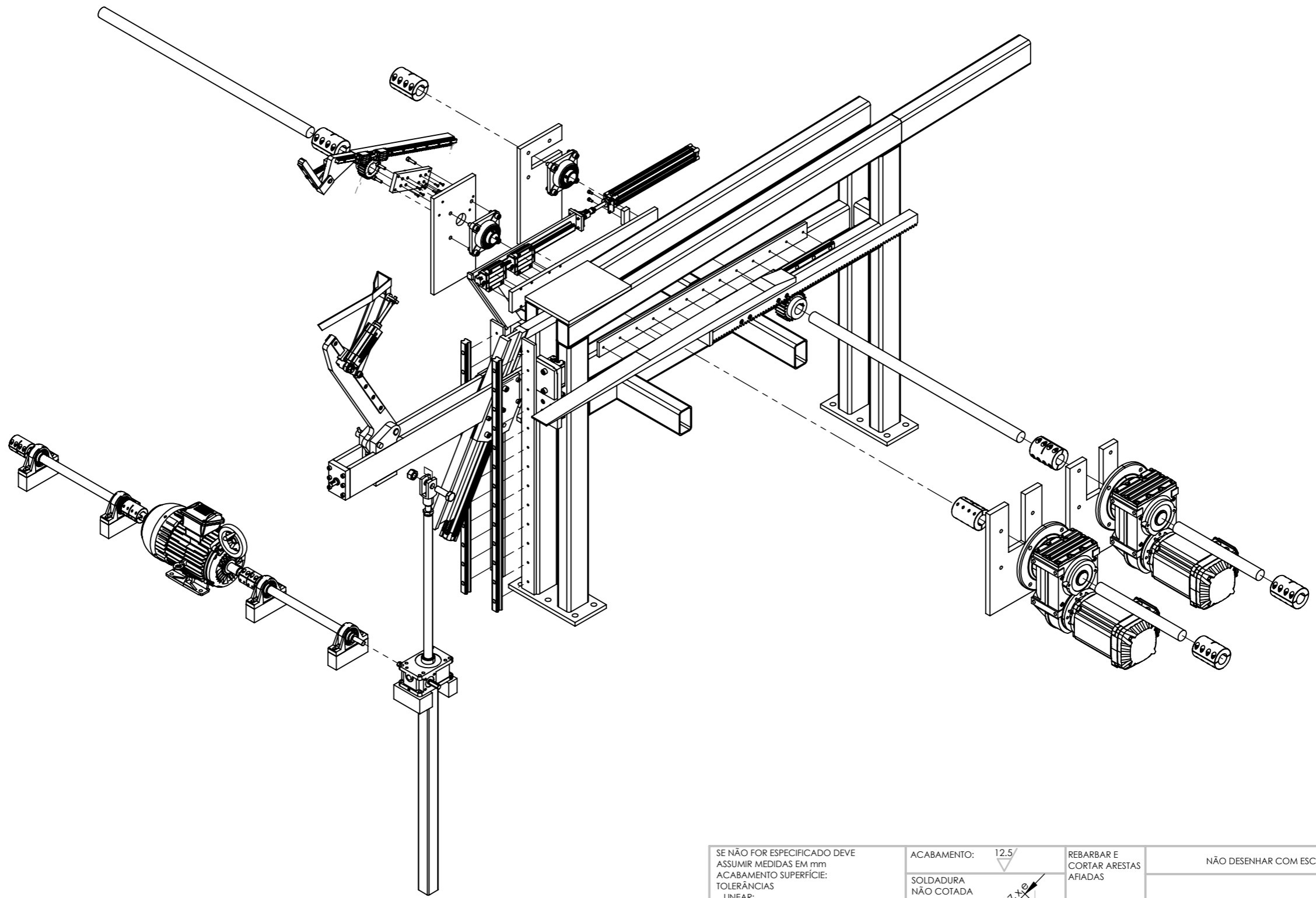
A

A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Garfo_3																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: 1.6582	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1																

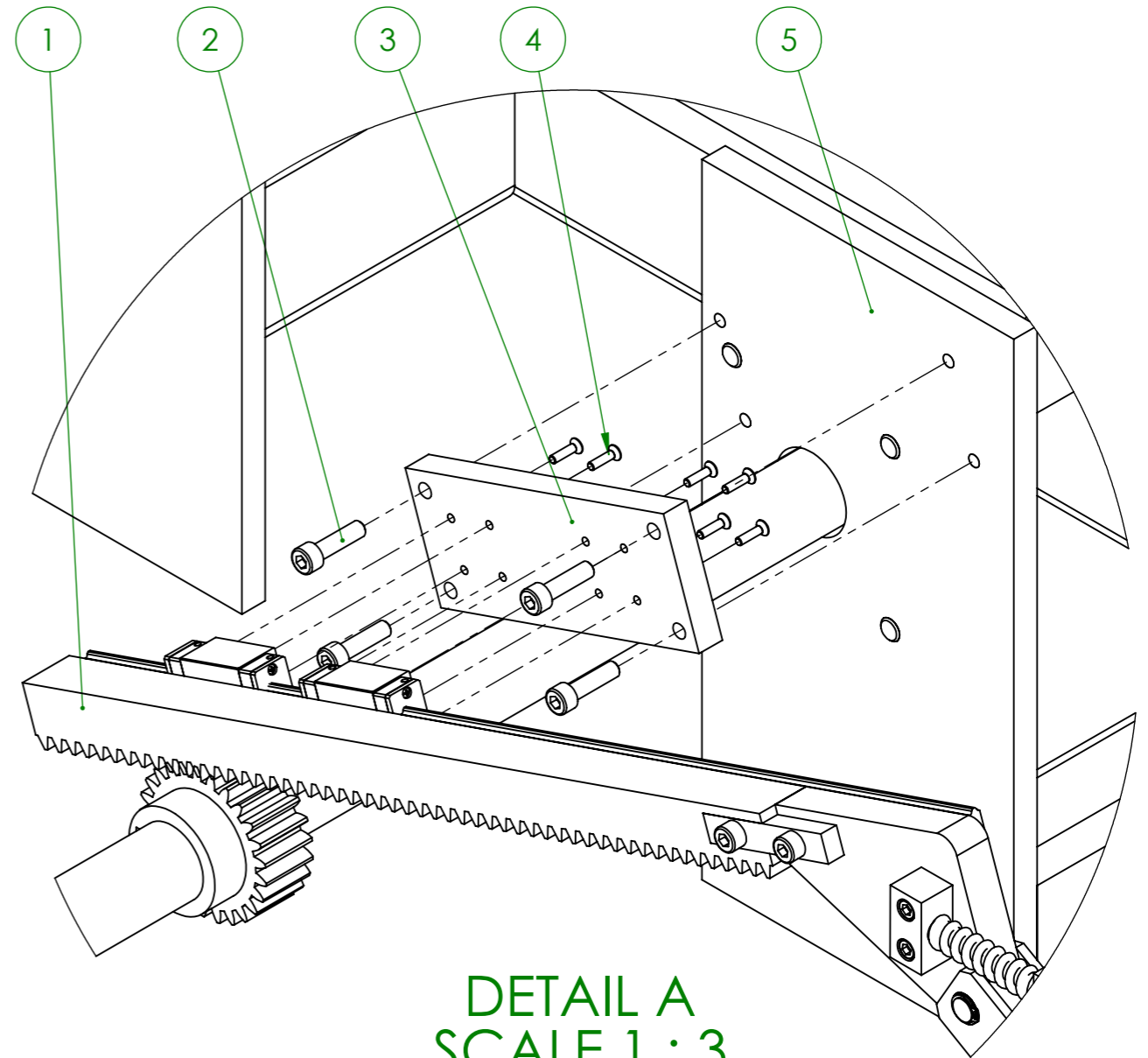
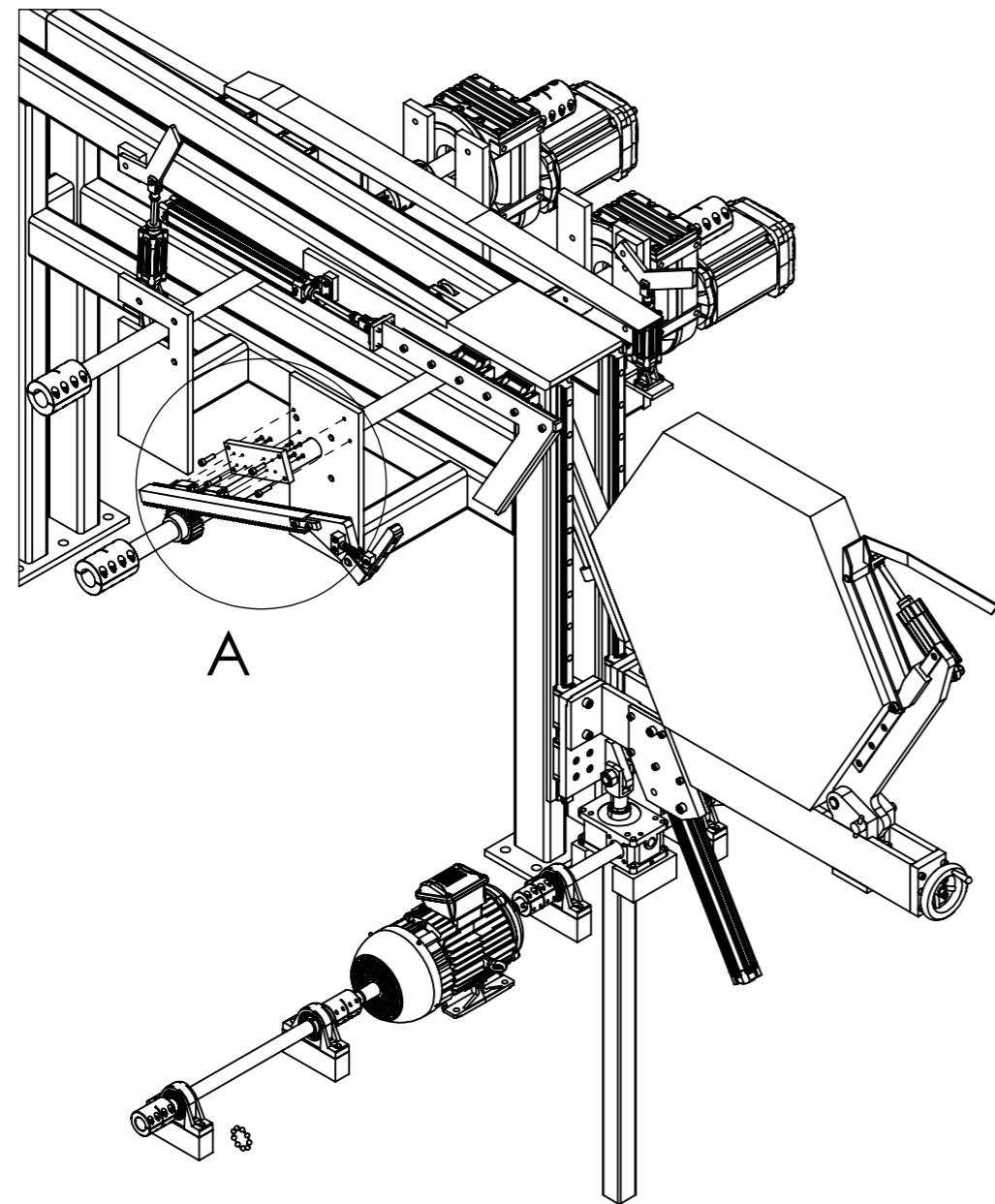
4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5/	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Módulo central		
			MATERIAL:			
			DESENHO NO.			
			ESCALA: 1:15			
			QUANTIDADE: 1			
			FOLHA 1 DE 1			

FERPINTA





DETAIL A
SCALE 1 : 3

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Assem_Recuo	1
2	DIN 912 M8 x 30 --- 30N	4
3	Chapa batente_patins	1
4	DIN 7991 - M4 x 16 --- 11.6N	8
5	Chapa veio 1	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5		ACABAMENTO: 12.5/	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
		SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Montagem_Assem_Recuo		
NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL:	DESENHO NO.	A3
DES.			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:20	FOLHA 1 DE 1
VERIF.					
APROV.					
QUAL.					

FERPINTA

4

3

2

1

F

F

E

E

D

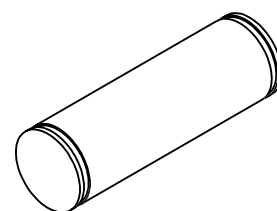
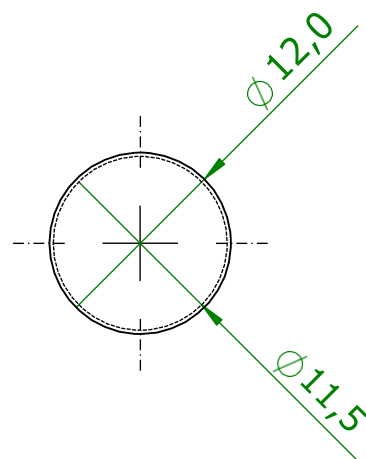
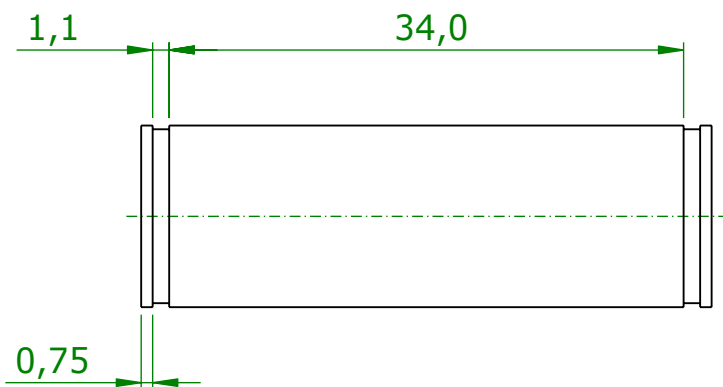
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



TÍTULO:

Pino_Batente

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

C45E

DESENHO NO.

A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA: 2:1

FOLHA 1 DE 1

4

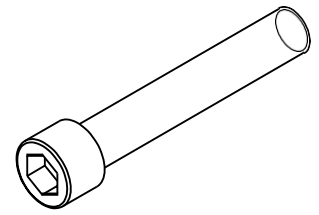
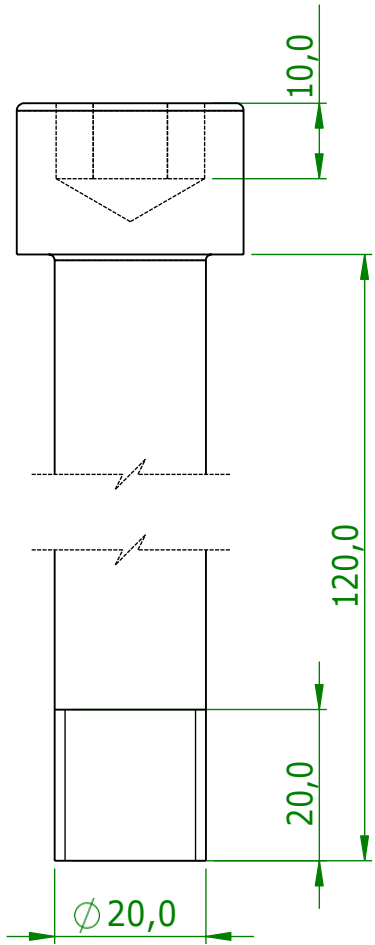
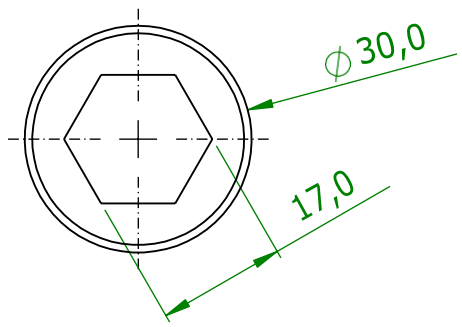
3

2

1

A

A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Pino_Batente_Fileira

DES.	NOME	ASSINATURA	DATA

MATERIAL:

DESENHO NO.

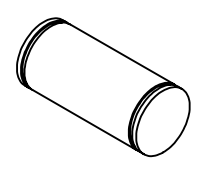
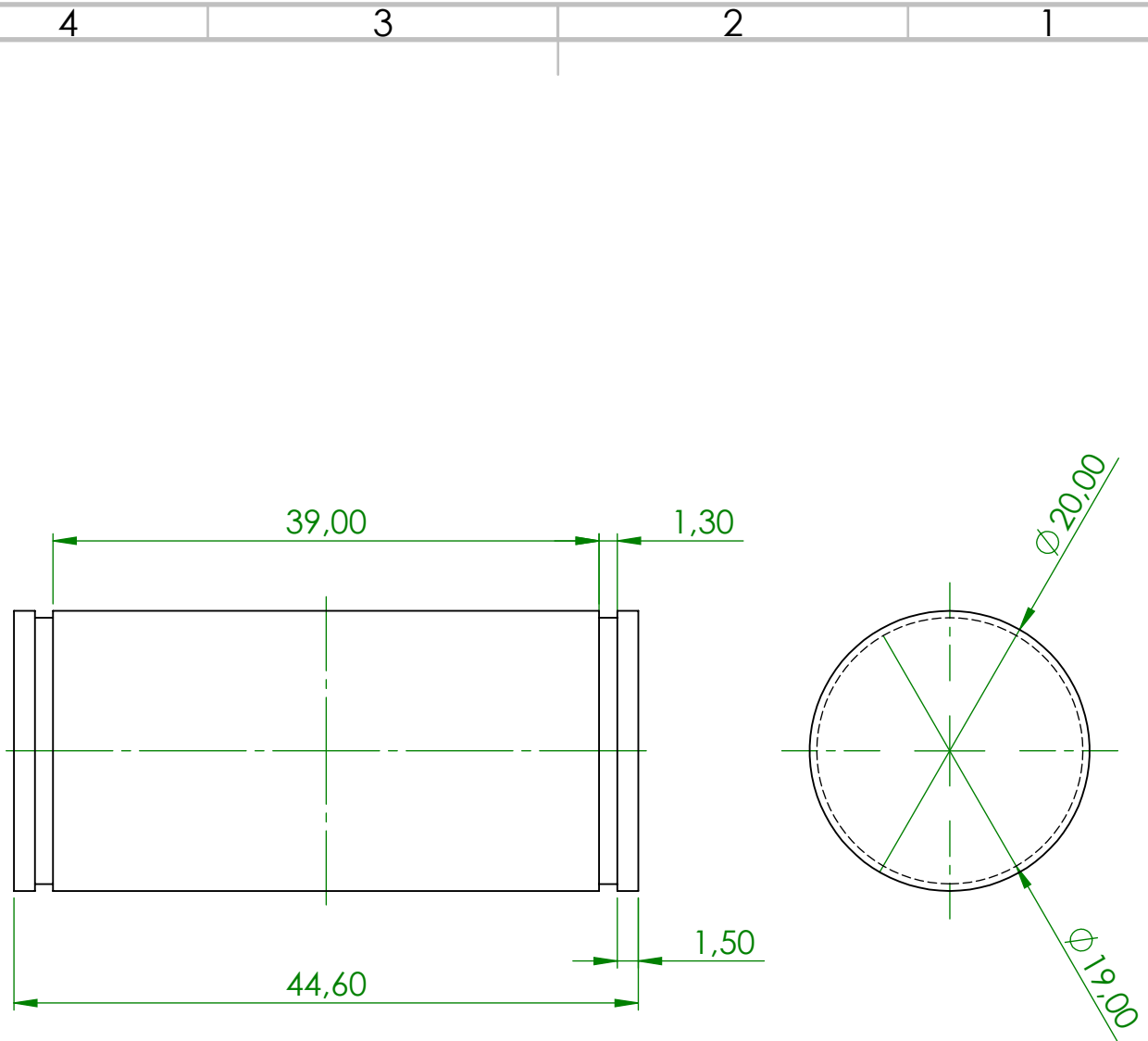
A4



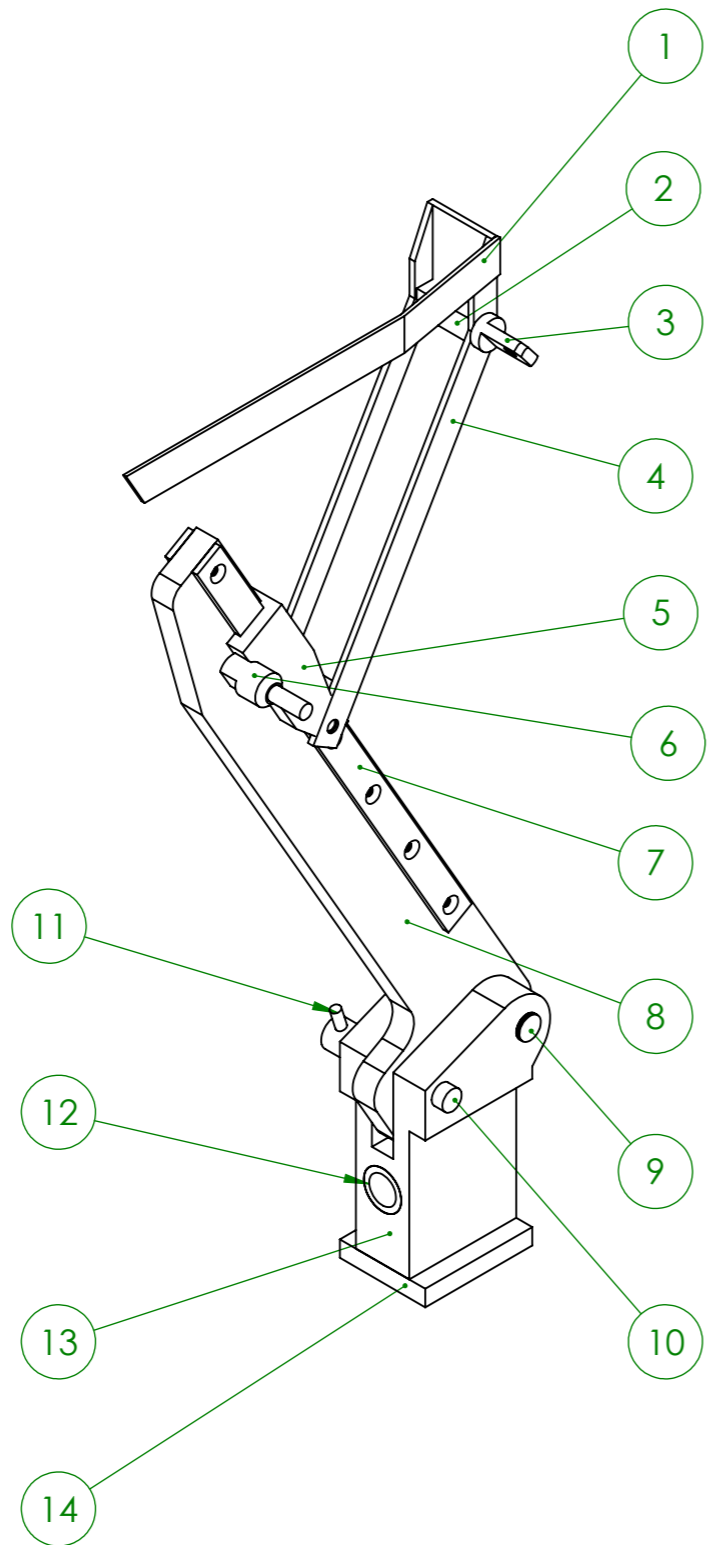
QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:1

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Pino_Rolamento_Topo_Ângulo																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 2:1	FOLHA 1 DE 1																



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Posição_1		1
2	Posição_2		1
3	Posição_3		1
4	Posição_4		1
5	Posição_5		1
6	Posição_6		1
7	Posição_7		2
8	Posição_8		1
9	Posição_9		1
10	Posição_10		1
11	Posição_11		1
12	Posição_12		1
13	Posição_13		1
14	Posição_14		1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR: ±0.5
 ANGULAR: ±0.8
 MAQUINAGEM: ±1°
 CORTE: ±1.5
 QUINAGEM: ±1.5
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5/
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO: Posição

NOME	ASSINATURA	DATA
DES.		
VERIF.		
APROV.		
QUAL.		

MATERIAL: _____ DESENHO NO. _____ A3

QUANTIDADE: 1 ESCALA: 1:5 FOLHA 1 DE 1

FERPINTA

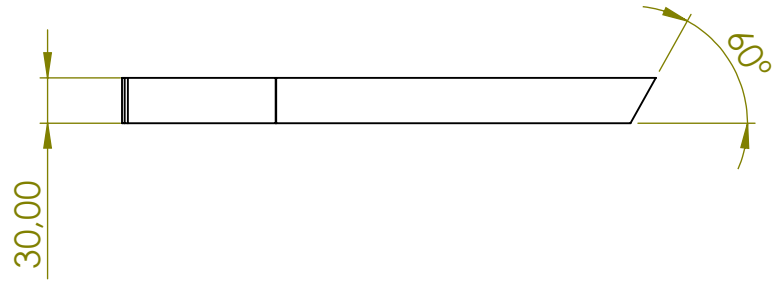
4 3 2 1

F

F

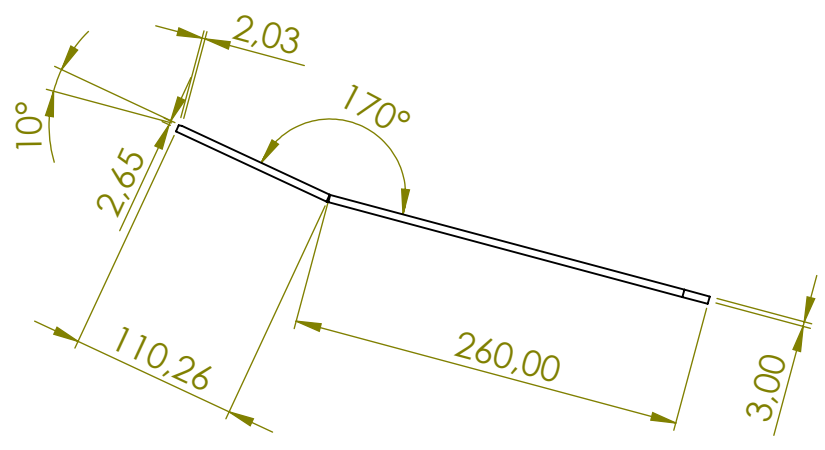
E

E



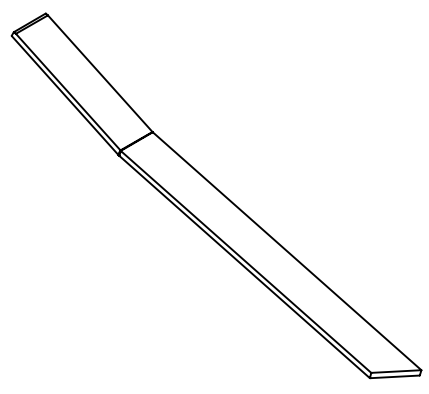
D

D



C

C



B

B

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5	ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
	SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			

TÍTULO: Posição_1

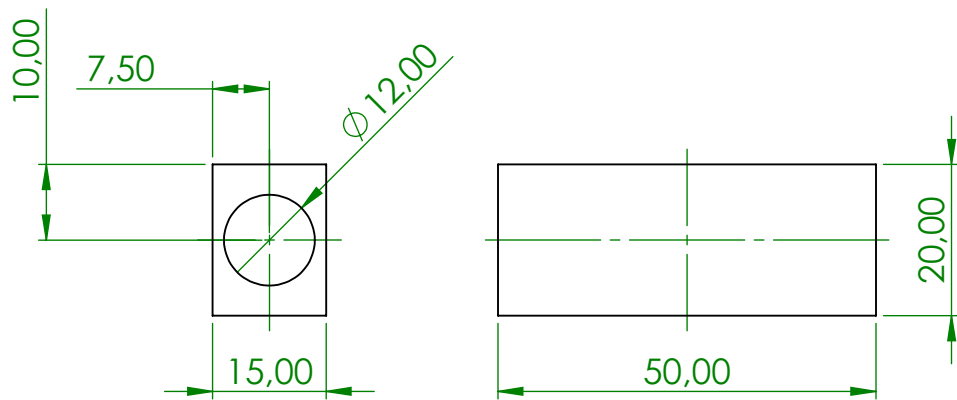
	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4
----------------	-------------	----



QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1
---------------	-------------	--------------

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO:

Posição_2

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

C45E

DESENHO NO.

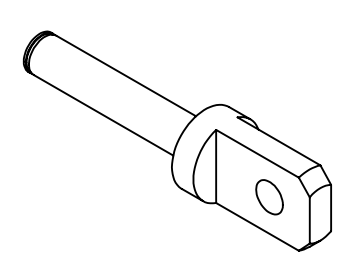
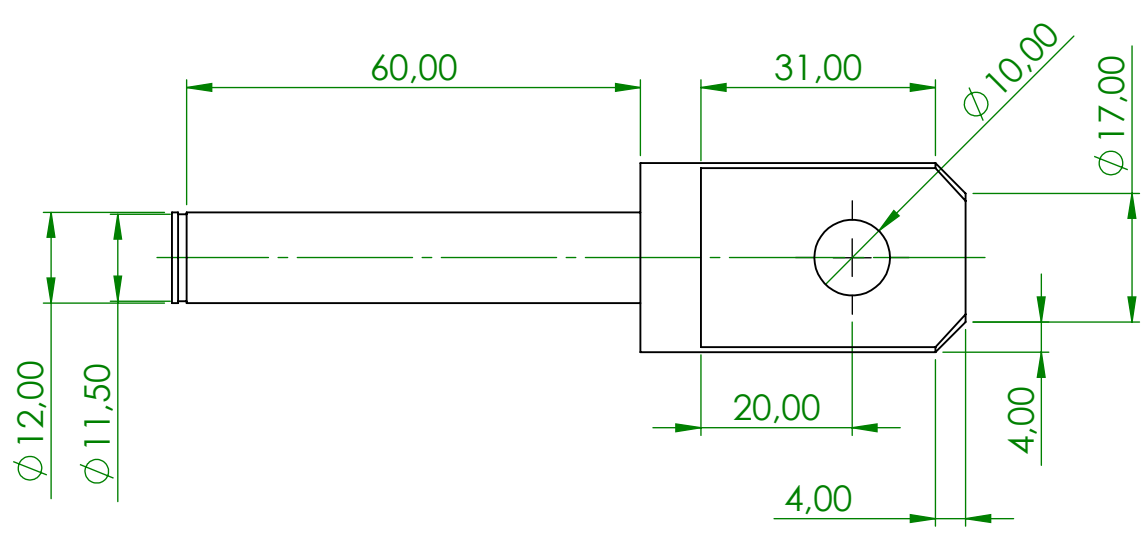
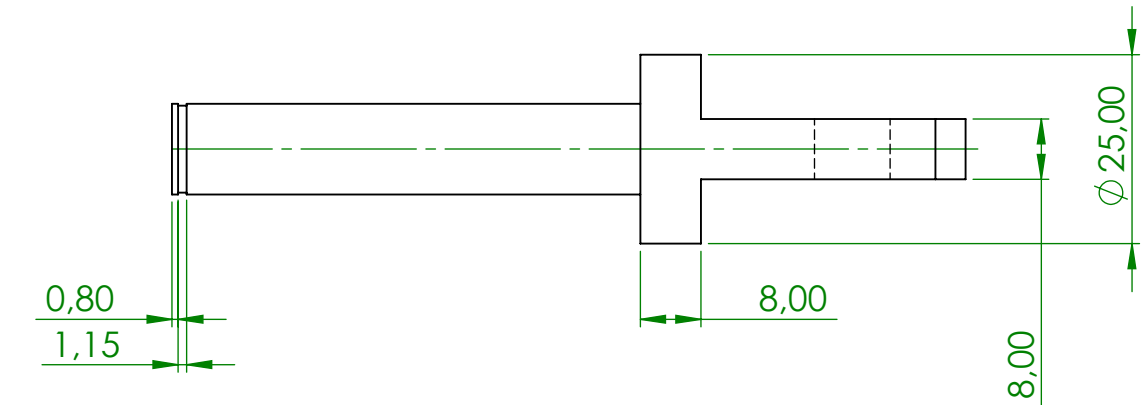
A4



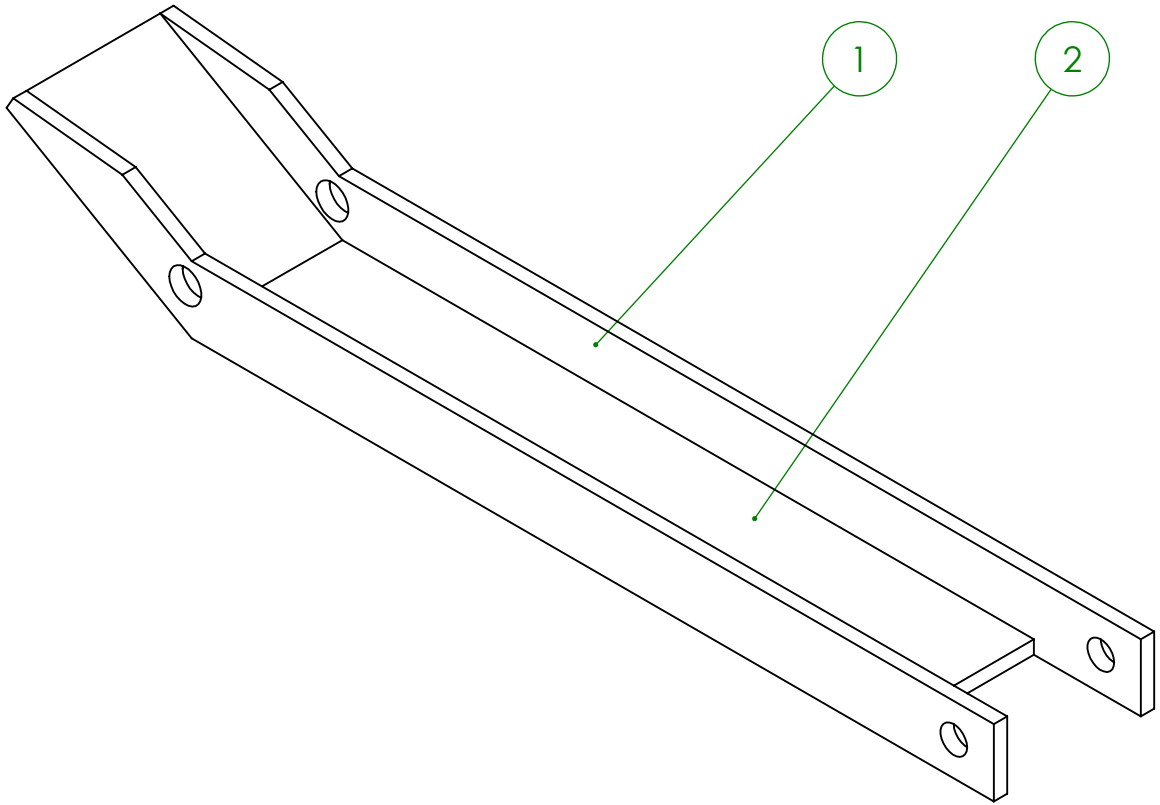
QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:1

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: $\pm 0,5$ CORTE: $\pm 0,8$ QUINAGEM: $\pm 1^\circ$ SOLDADURA: $\pm 1,5$			ACABAMENTO: 12.5 SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
TÍTULO: Posição_3						
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4
QUAL.				QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Posição_4_Lateral	1
2	Posição_4_Fundo	1

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5 SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
TÍTULO: Posição_4						
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA			
VERIF.						
APROV.				MATERIAL:	DESENHO NO.	A4
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1	

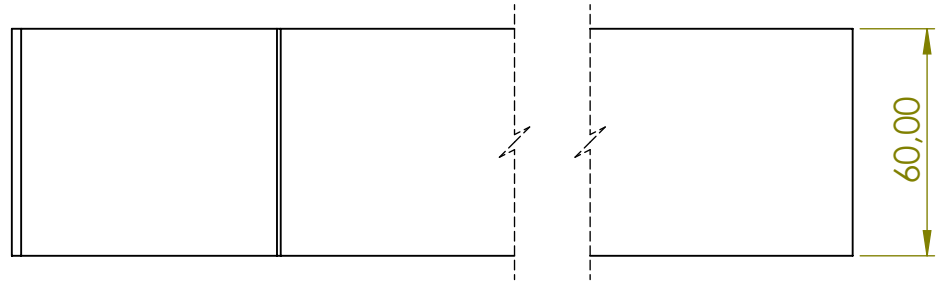
4 3 2 1

F

F

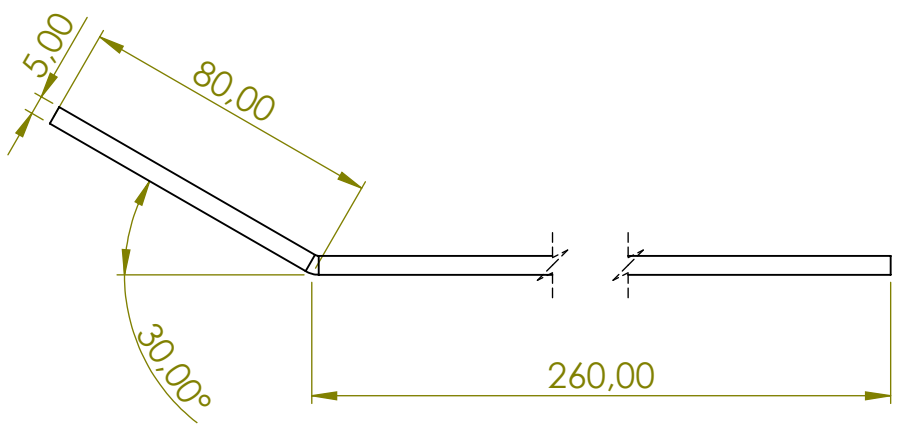
E

E



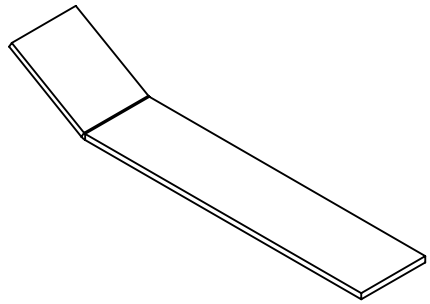
D

D



C

C



B

B

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5	ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS 	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
	SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura		TÍTULO: Posição_4_Fundo	

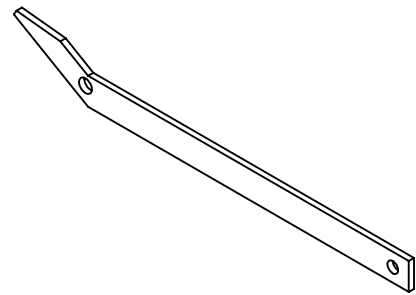
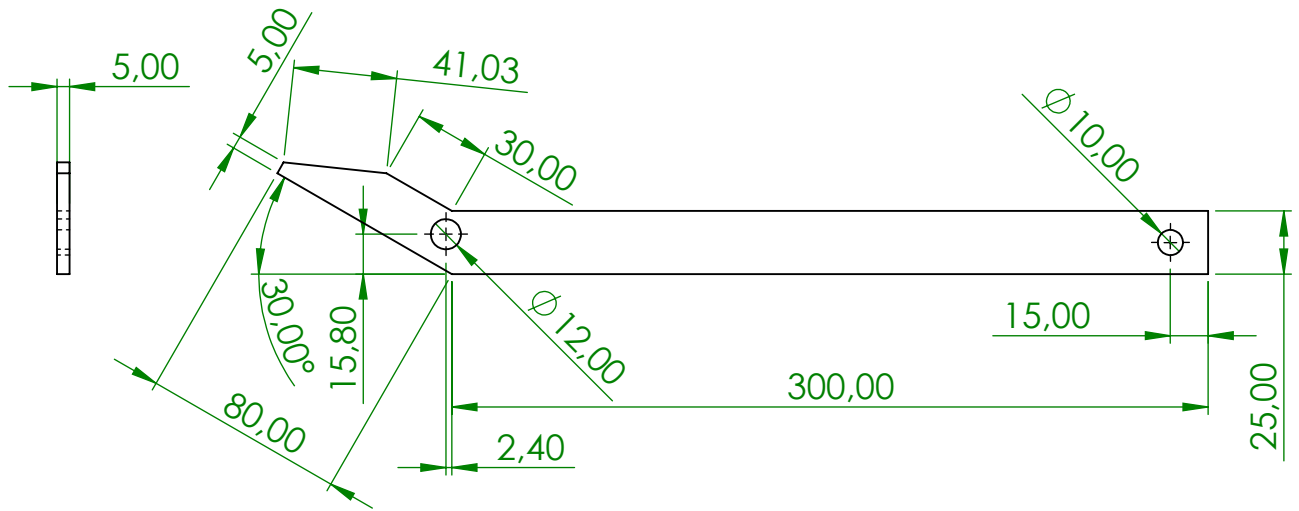
	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4
----------------	-------------	----

FERPINTA

QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1
---------------	-------------	--------------

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Posição_4_Lateral

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

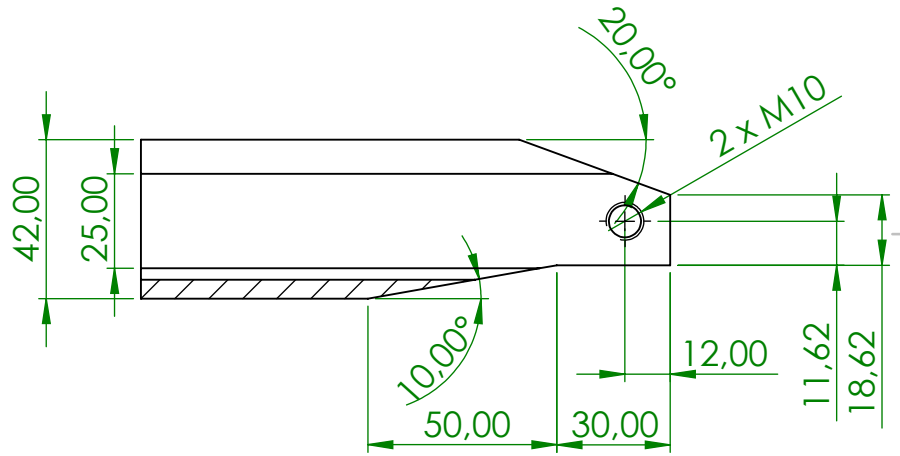
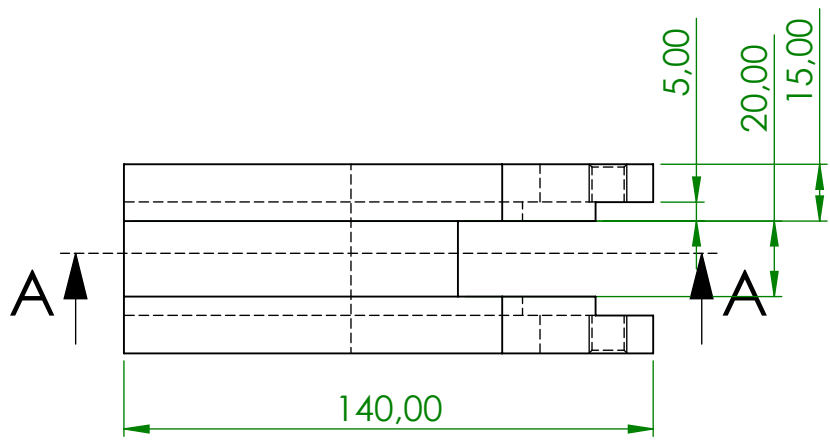
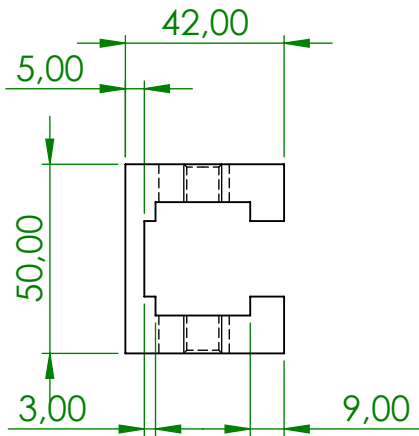
FERPINTA



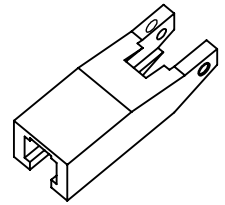
QUANTIDADE: 2

ESCALA: 1:3

FOLHA 1 DE 1



SECTION A-A



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Posição_5

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

C45E

DESENHO NO.

A4

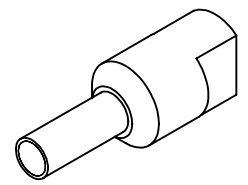
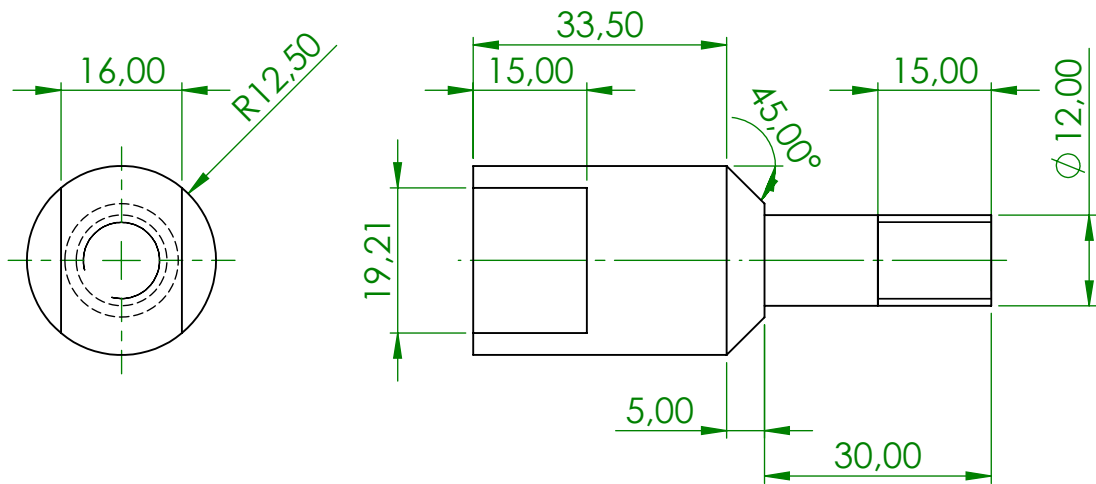
FERPINTA



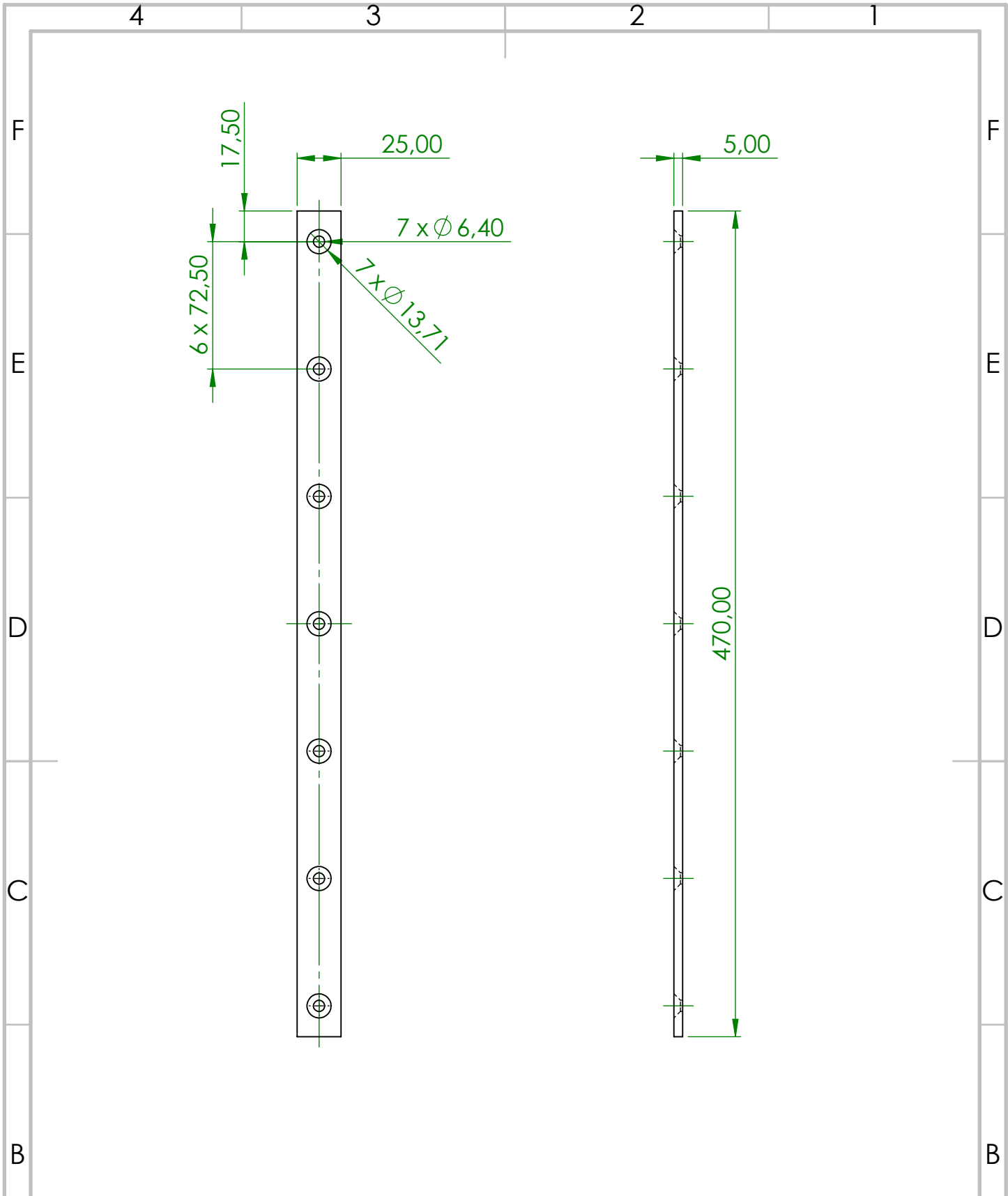
QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:2

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			07.18	TÍTULO: Posição_6																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Posição_7		
DES.	NOME	ASSINATURA	DATA	MATERIAL: S355		
VERIF.						
APROV.						
QUAL.						
FERPINTA			QUANTIDADE: 2	DESENHO NO.	A4	
			ESCALA: 1:3	FOLHA 1 DE 1		

4 3 2 1

F

F

E

E

D

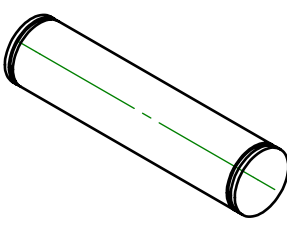
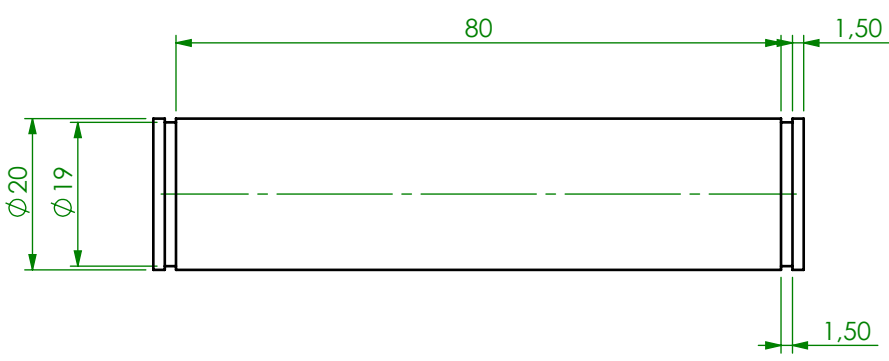
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Posição_9																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

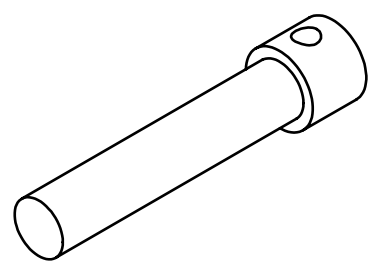
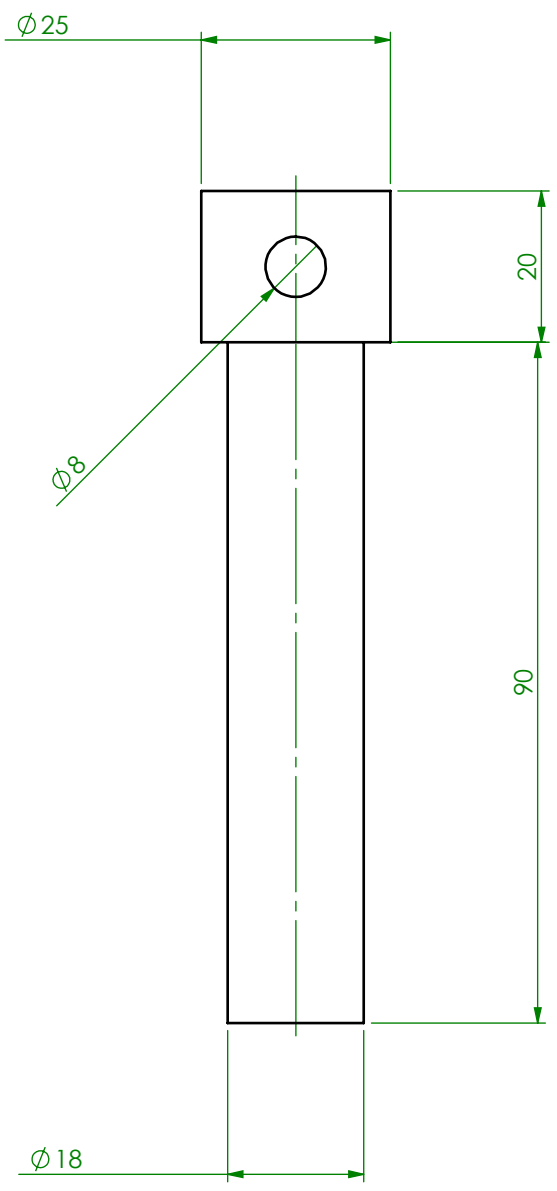
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5°	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Posição_10																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

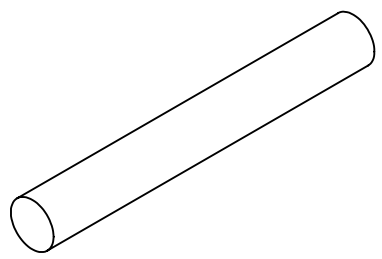
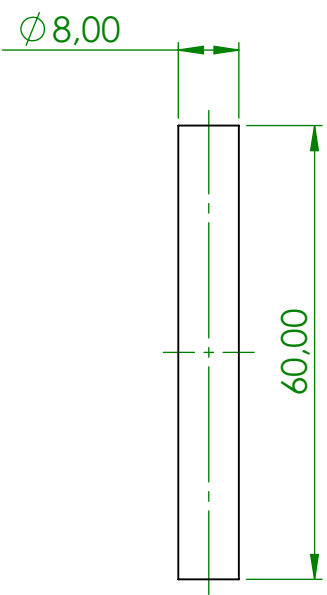
D

C

C

B

B

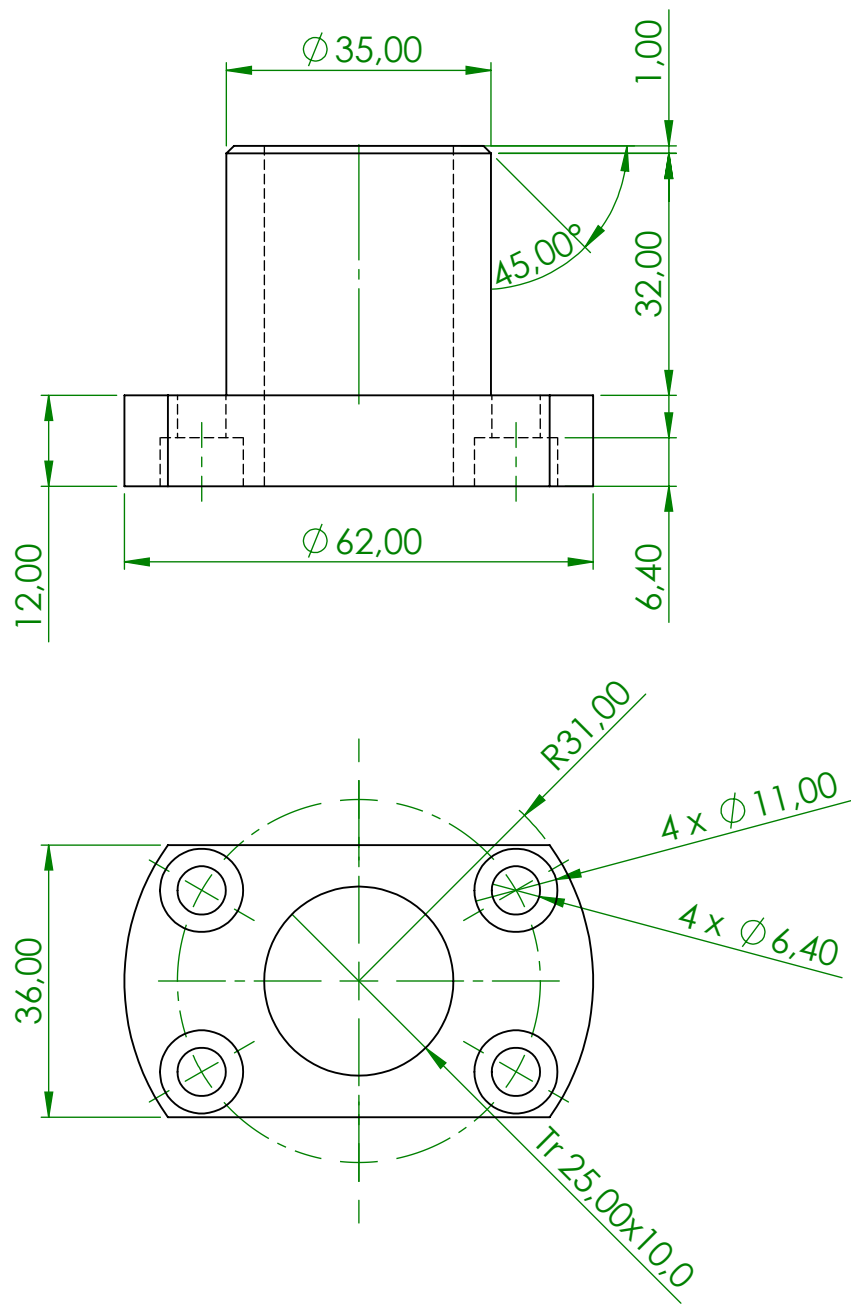


SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Posição_11																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																

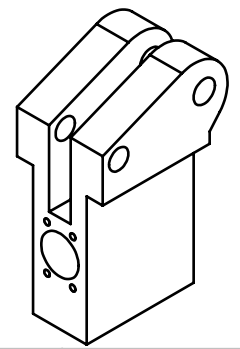
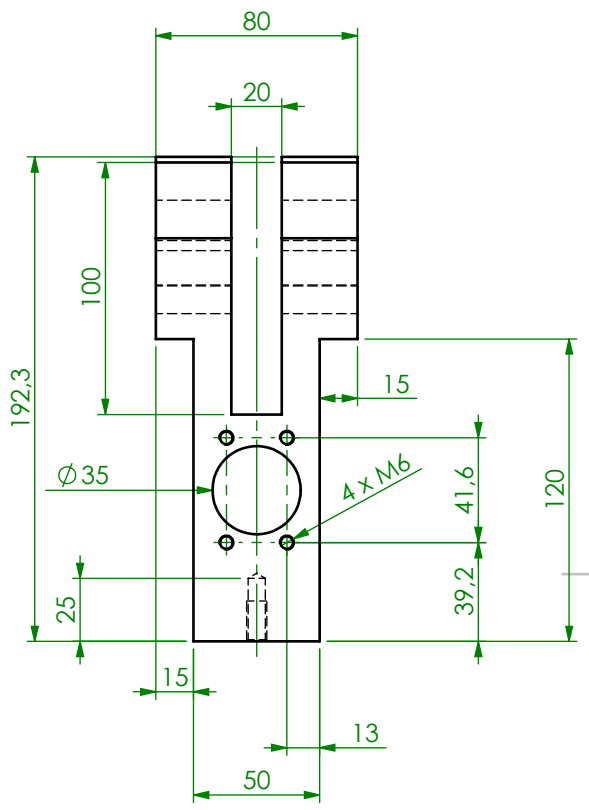
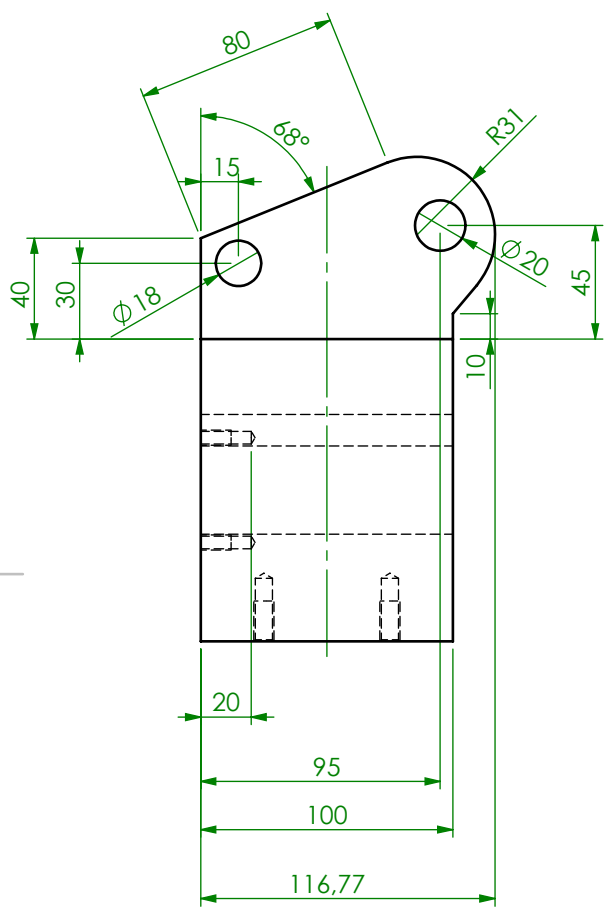
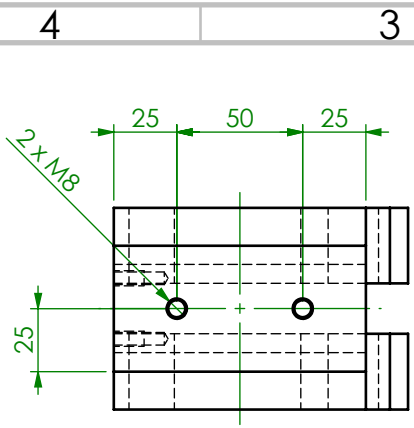
A

A

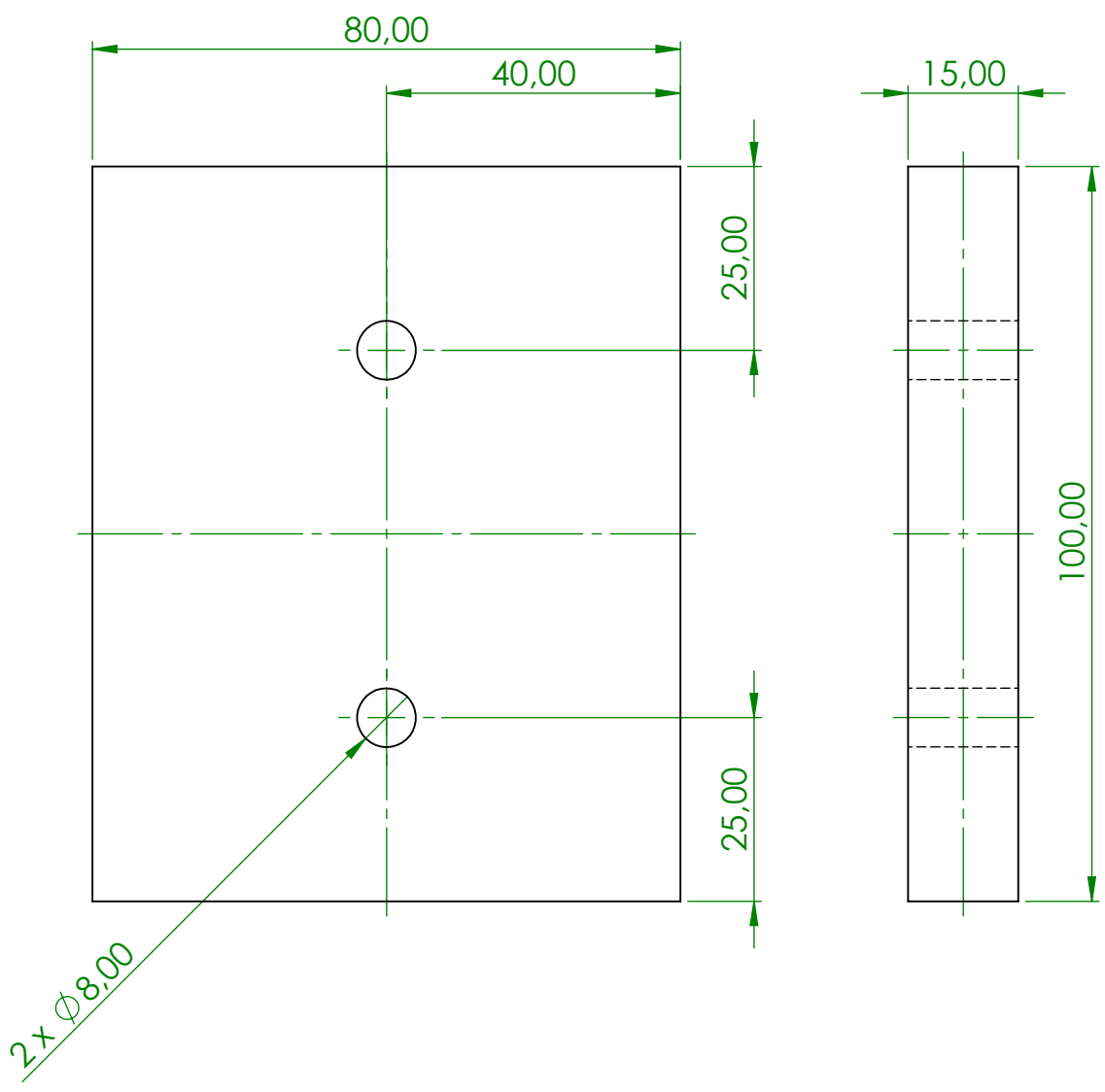
4 3 2 1



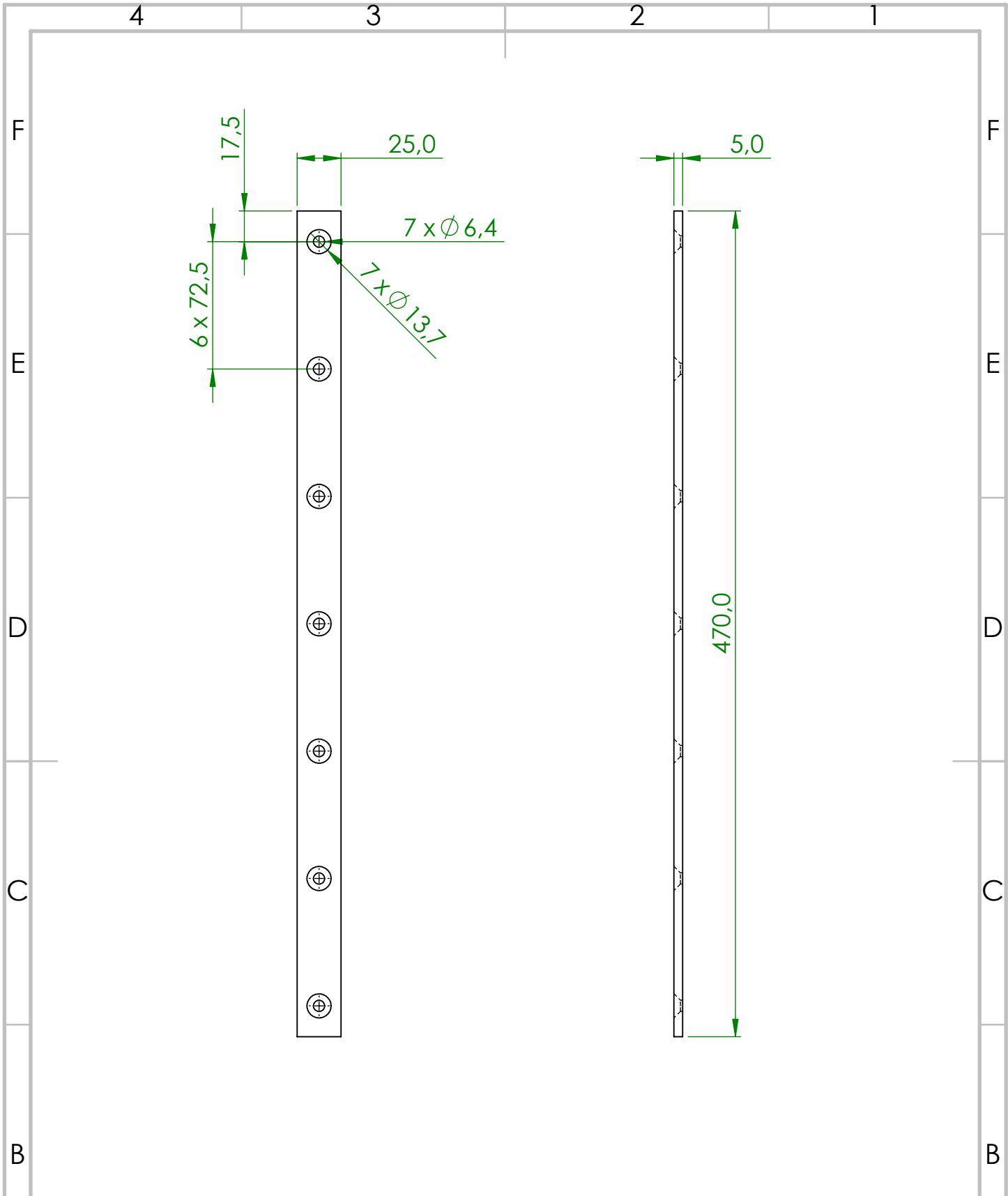
SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura																		
			TÍTULO: Posição_12																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: Cu-Sn12-C	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Posição_13																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:3	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Posição_14																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Posição_7

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

FERPINTA



QUANTIDADE: 2

ESCALA: 1:3

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

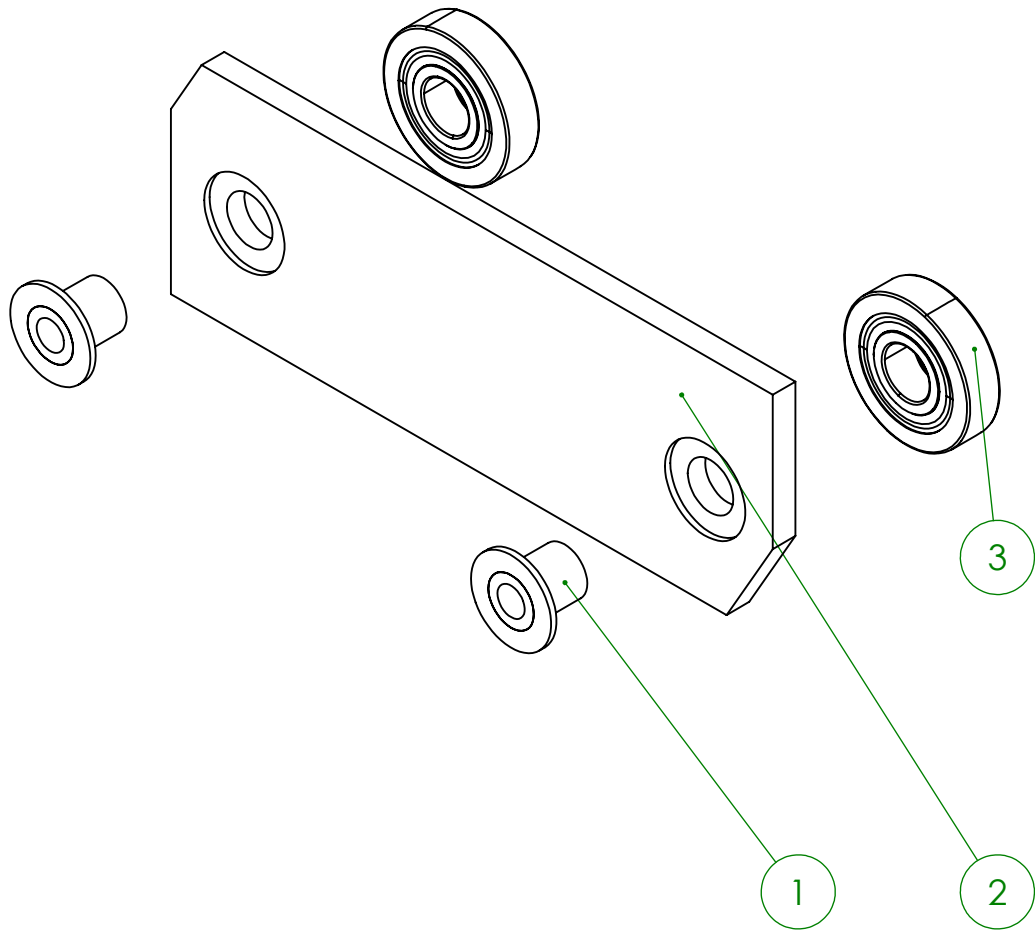
E

D

D

C

C



B

B

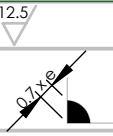
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Ângulo_5	2
2	Ângulo_3	1
3	361203_R	2

A

A

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5
 SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Rolamentos_1

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

DESENHO NO.

A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:2

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

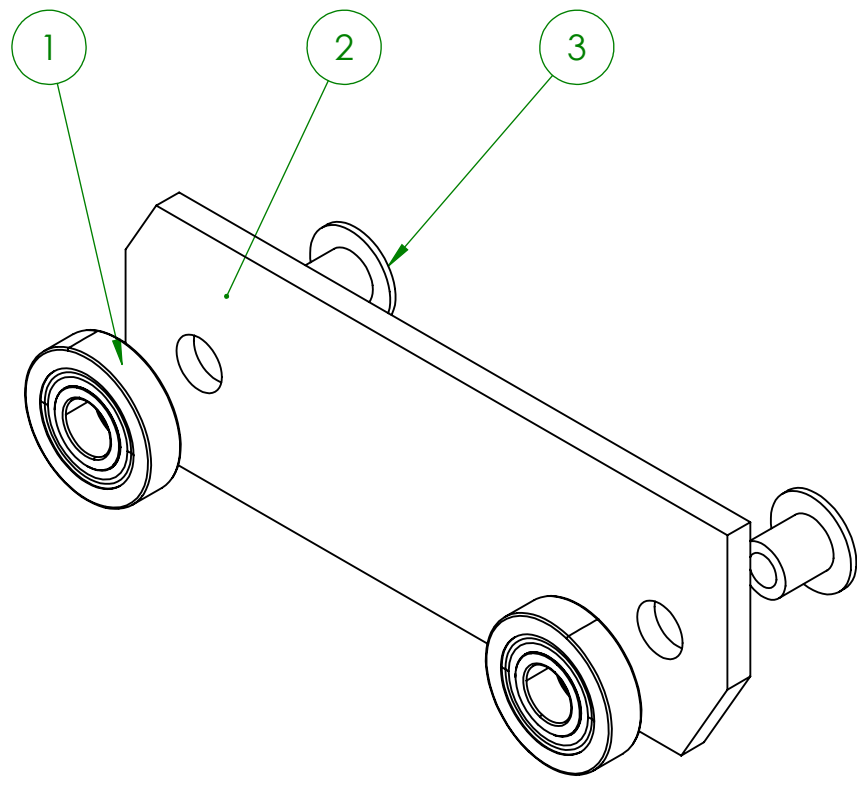
E

D

D

C

C



B

B

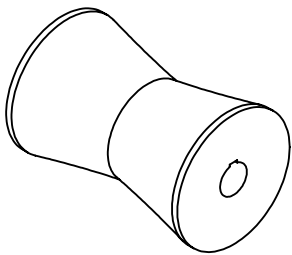
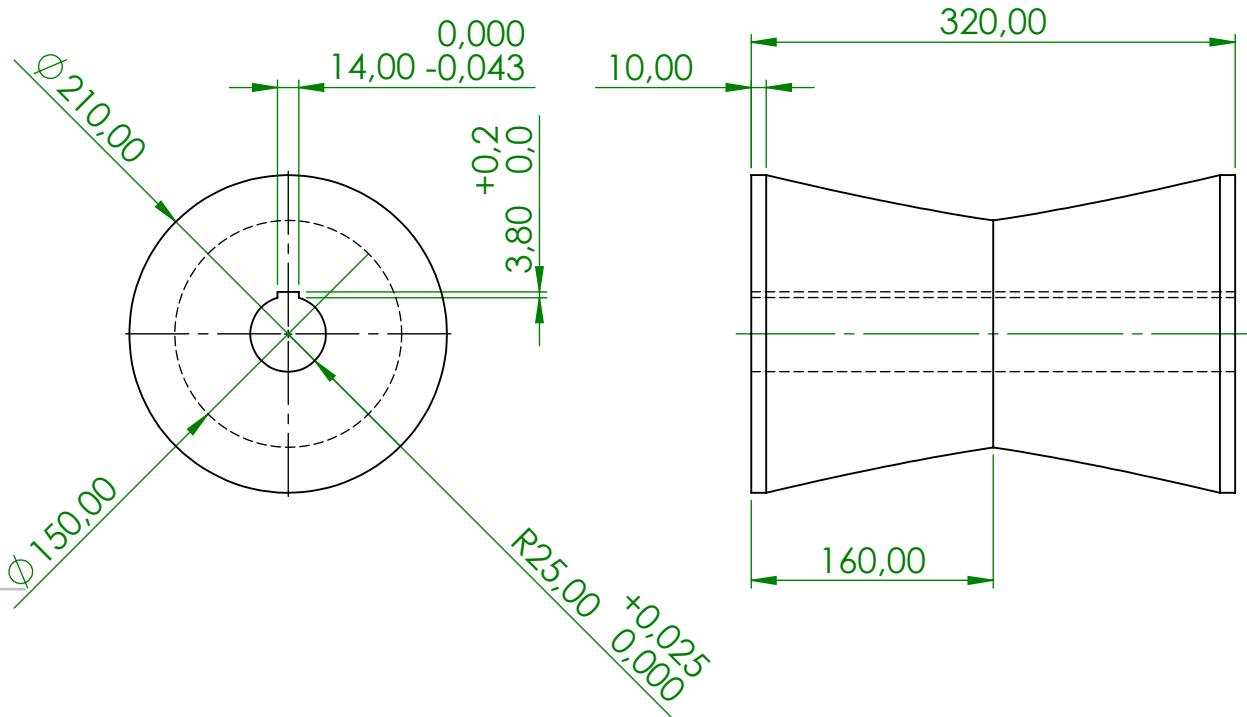
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	361203_R	2
2	Ângulo_5	1
3	Ângulo_4	2

A

A

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5		ACABAMENTO: 12.5 SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			TÍTULO: Rolamentos_2			
NOME	ASSINATURA	DATA																		
DES.																				
VERIF.																				
APROV.																				
QUAL.																				
MATERIAL:		DESENHO NO.		A4																
QUANTIDADE: 1		ESCALA:1:2		FOLHA 1 DE 1																





SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: $\pm 0,5$
 CORTE: $\pm 0,8$
 QUINAGEM: $\pm 1^\circ$
 SOLDADURA: $\pm 1,5$

ACABAMENTO: $12,5$

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Rolo

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

1.2379

DESENHO NO.

A4

FERPINTA



QUANTIDADE: 1

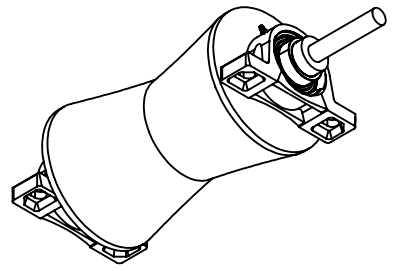
ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

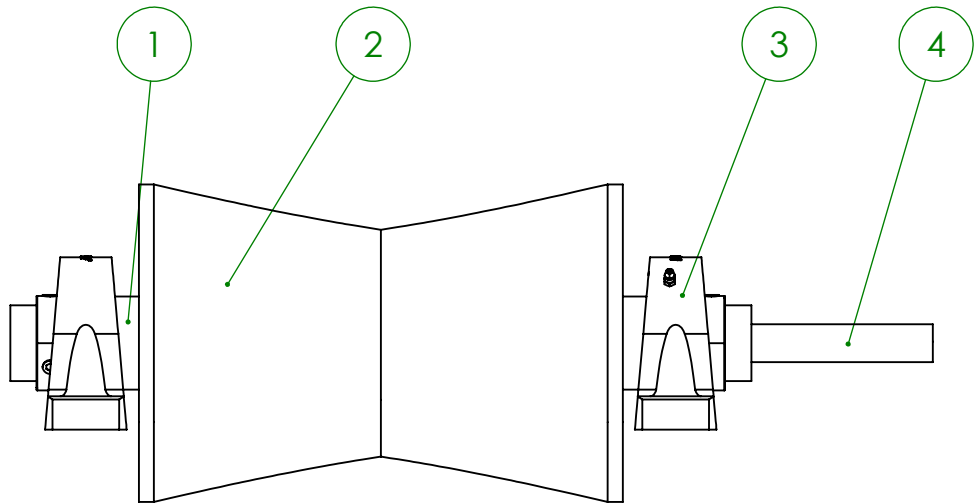
F

F



E

E



D

D

C

C

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Casquilho_Rolo		2
2	Rolo		1
3	SKF_SY_50_TR		2
4	Eixo_Rolo		1

B

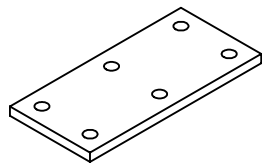
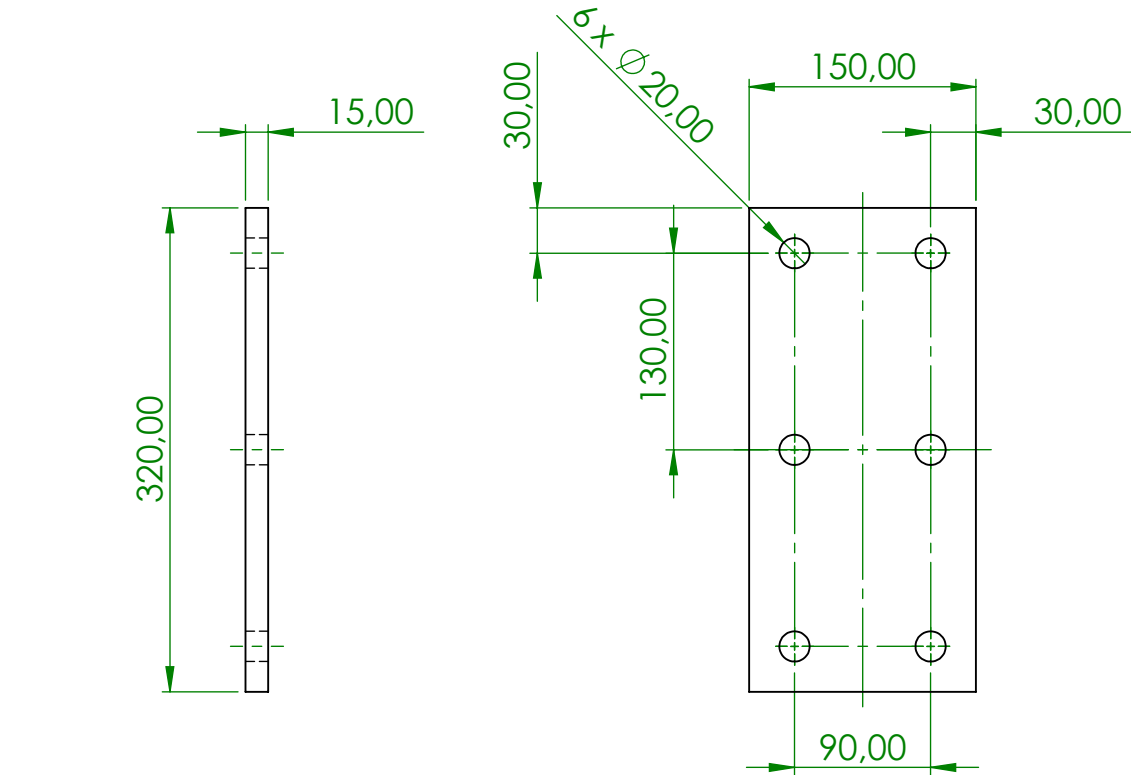
B

SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm		ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO
ACABAMENTO SUPERFÍCIE:		SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura			
TOLERÂNCIAS				TÍTULO: Rolo_assm.	
LINEAR:					
ANGULAR:					
MAQUINAGEM: ±0.5					
CORTE: ±0.8					
QUINAGEM: ±1°					
SOLDADURA: ±1.5					
NOME	ASSINATURA	DATA			
DES.					
VERIF.					
APROV.			MATERIAL:	DESENHO NO.	A4
QUAL.					
FERPINTA		QUANTIDADE: 1		ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1

A

A

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

TÍTULO:

Sapata

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

S355

DESENHO NO.

A4

FERPINTA



QUANTIDADE: 2

ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

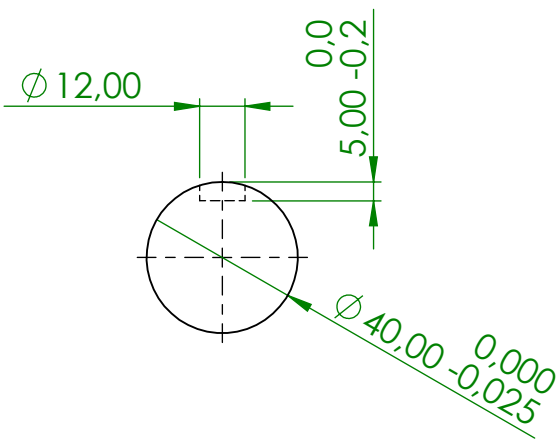
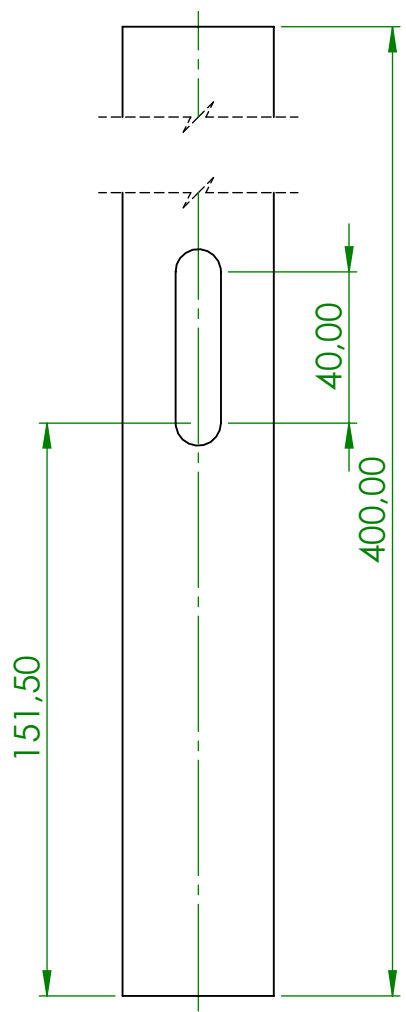
D

C

C

B

B



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Secção Veio Motores																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 2	ESCALA: 1:2	FOLHA 1 DE 1																

A

A

4 3 2 1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

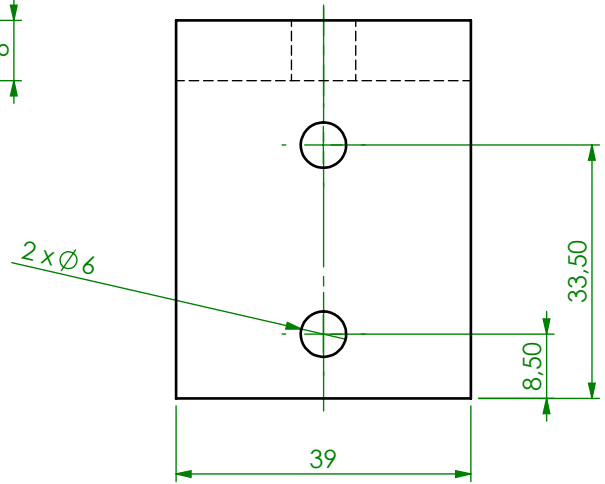
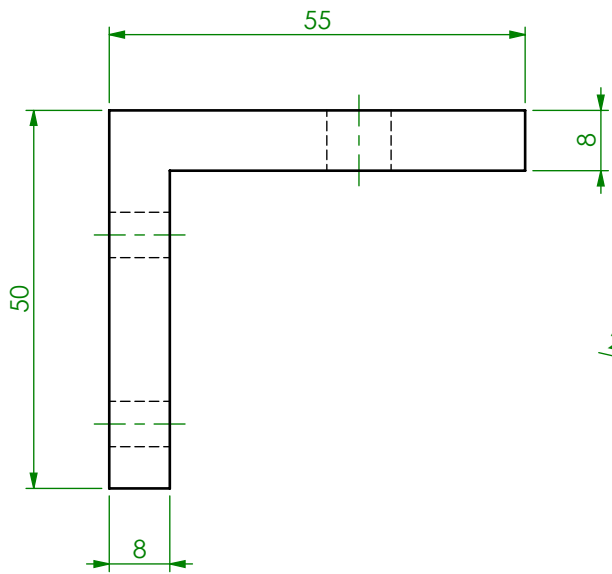
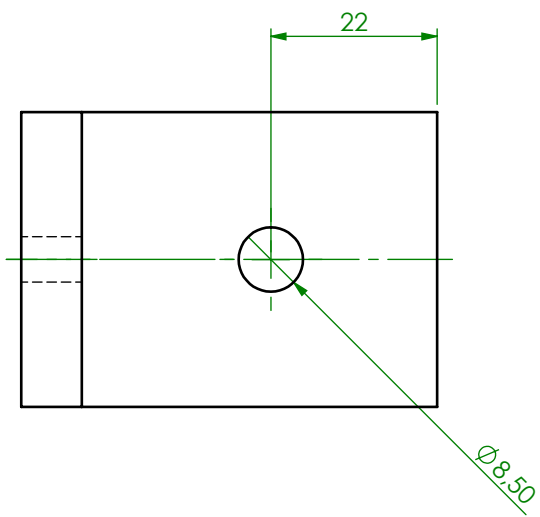
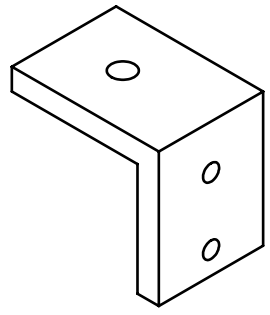
C

B

B

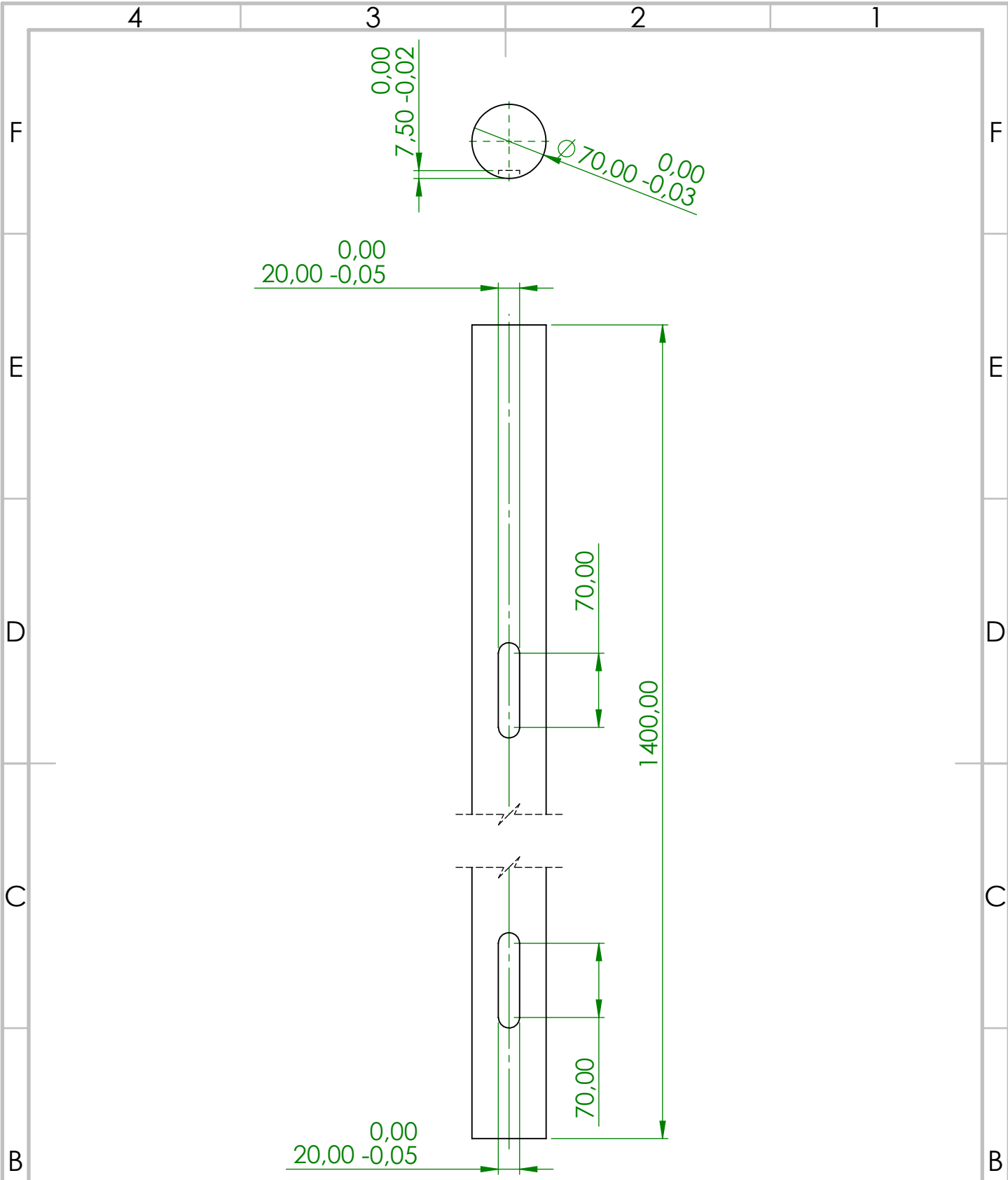
A

A

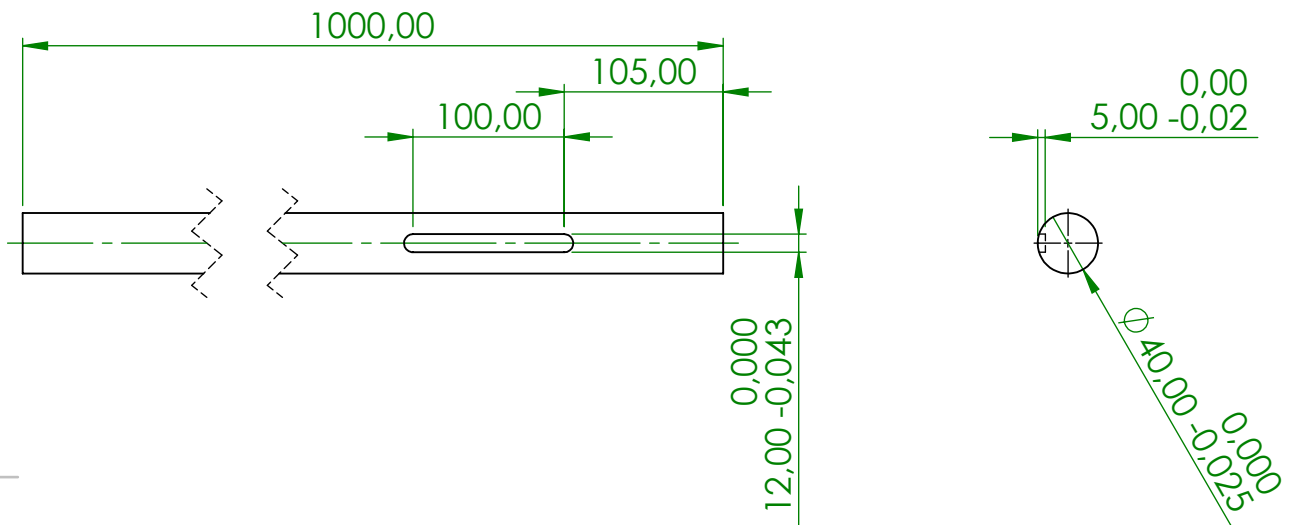


SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Suporte atuador																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: S355	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:1	FOLHA 1 DE 1																

4 3 2 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Veio Doseador																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1																



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO:

Veio_Garfo

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

C45E

DESENHO NO.

A4

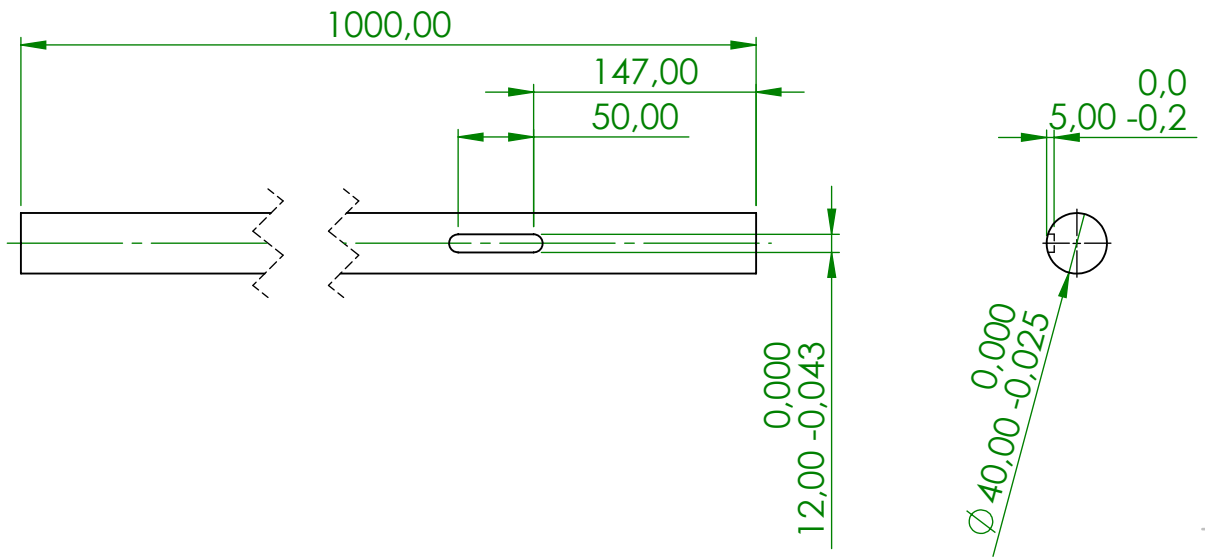
FERPINTA



QUANTIDADE: 1

ESCALA:1:5

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm
 ACABAMENTO SUPERFÍCIE:
 TOLERÂNCIAS
 LINEAR:
 ANGULAR:
 MAQUINAGEM: ±0.5
 CORTE: ±0.8
 QUINAGEM: ±1°
 SOLDADURA: ±1.5

ACABAMENTO: 12.5



REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS

NÃO DESENHAR COM ESCALA

REVISÃO

SOLDADURA NÃO COTADA
 Soldadura contínua
 e= menor espessura

TÍTULO:

Veio_Recuo

	NOME	ASSINATURA	DATA
DES.			
VERIF.			
APROV.			
QUAL.			

MATERIAL:

C45E

DESENHO NO.

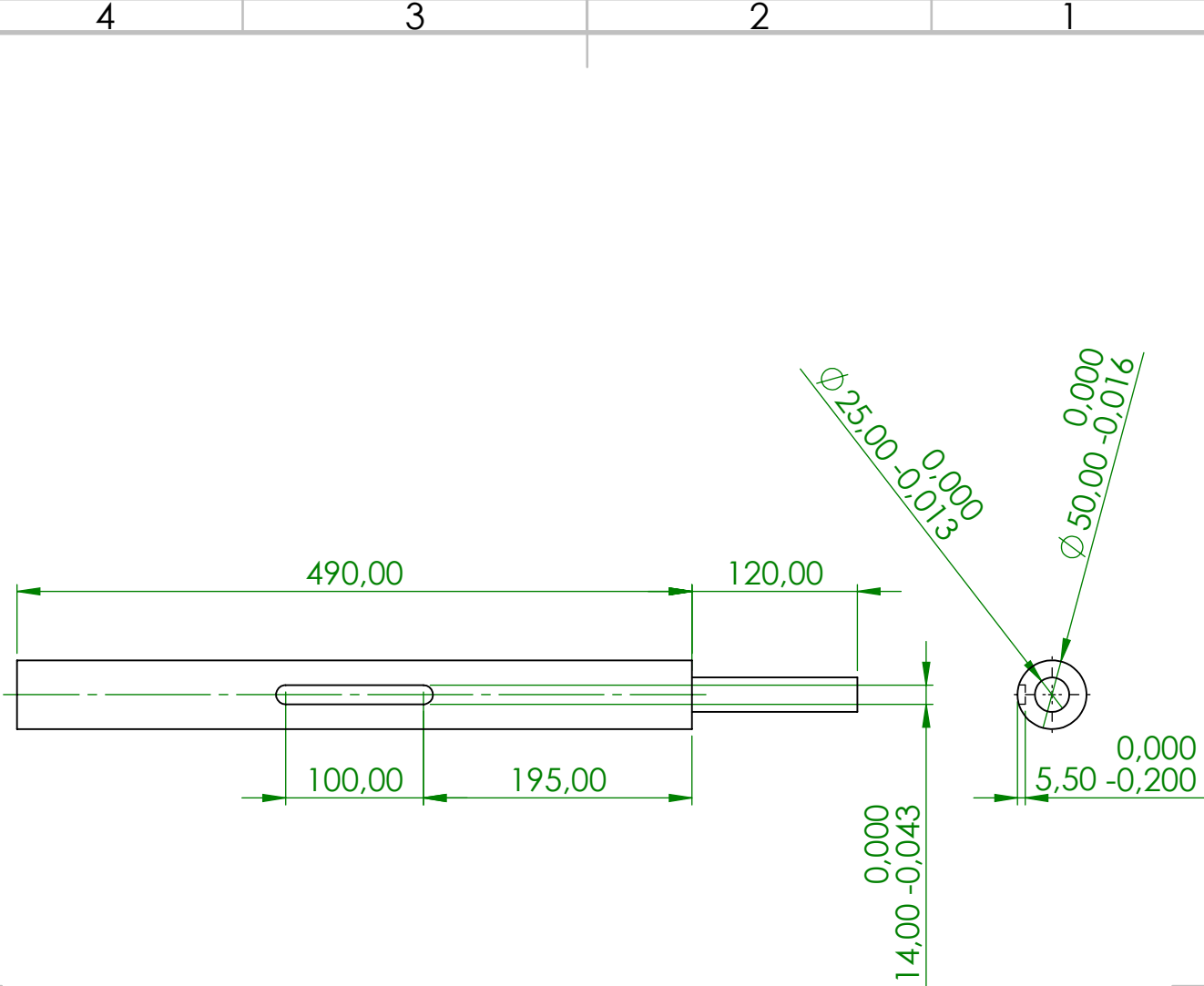
A4



QUANTIDADE: 1

ESCALA: 1:5

FOLHA 1 DE 1



SE NÃO FOR ESPECIFICADO DEVE ASSUMIR MEDIDAS EM mm ACABAMENTO SUPERFÍCIE: TOLERÂNCIAS LINEAR: ANGULAR: MAQUINAGEM: ±0.5 CORTE: ±0.8 QUINAGEM: ±1° SOLDADURA: ±1.5			ACABAMENTO: 12.5	REBARBAR E CORTAR ARESTAS AFIADAS	NÃO DESENHAR COM ESCALA	REVISÃO															
			SOLDADURA NÃO COTADA Soldadura contínua e= menor espessura	TÍTULO: Veio_Rolo_Alimentador																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NOME</th> <th>ASSINATURA</th> <th>DATA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DES.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VERIF.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>APROV.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>QUAL.</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			NOME	ASSINATURA	DATA	DES.			VERIF.			APROV.			QUAL.			MATERIAL: C45E	DESENHO NO.	A4	
NOME	ASSINATURA	DATA																			
DES.																					
VERIF.																					
APROV.																					
QUAL.																					
			QUANTIDADE: 1	ESCALA: 1:5	FOLHA 1 DE 1																