



Projeto mecânico de uma máquina de recolha de produto alimentar em embalagens

GUILHERME DE CASTRO SOARES

julho de 2025



Projeto mecânico de uma máquina de recolha de produto alimentar em embalagens

Guilherme de Castro Soares

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica, Área de Especialização em
Construções Mecânicas**

Orientador: Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho

Júri:

Presidente:

Elza Maria Morais Fonseca

Vogais:

António Manuel de Bastos Pereira

Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho

Porto, junho 2025

Agradecimentos

No âmbito da realização da presente dissertação de mestrado, gostaria de expressar o meu sincero agradecimento a todas as pessoas que, de diferentes formas, contribuíram para a concretização deste projeto.

Ao meu orientador, Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho pela disponibilidade, excelente orientação e constante dedicação demonstrada ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao supervisor da empresa de acolhimento, Eng. Luís Bernardo, por toda a disponibilidade e contributos para a possível realização deste projeto. Agradeço igualmente ao Eng. Diogo Nunes por todo o apoio prestado, pela paciência demonstrada e pelos esclarecimentos sempre claros e precisos ao longo do desenvolvimento deste trabalho, cuja qualidade final muito beneficiou do seu contributo.

Aos meus pais e à minha família no geral, pelo apoio, confiança e motivação constante ao longo deste percurso. Aos meus amigos mais próximos, especialmente ao João Lourenço, Luís Príncipe e Miguel Ramalho, por me terem motivado e acompanhado nesta jornada. E um especial agradecimento à minha parceira, por todo o apoio incondicional, pela paciência e pela motivação constante demonstrados ao longo dos últimos tempos.

Resumo

A indústria alimentar tem vindo a evoluir tecnologicamente, no sentido de responder à crescente exigência por produtos de elevada qualidade, segurança e maior eficiência produtiva. A automação tem assumido um papel central neste progresso, já que permite reduzir desperdícios e melhorar o desempenho dos processos. No setor alimentar líquido, é comum a rejeição de embalagens devido a defeitos, mesmo quando o conteúdo se encontra em boas condições. Nestes casos, é necessário realizar o desempacotamento para reaproveitamento do produto, e torna-se necessária a implementação de soluções automatizadas, de modo a substituir o processo manual, e assim reduzir custos operacionais enquanto é garantida a higiene e a rapidez do processo.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação partiu de uma necessidade identificada pela empresa JPM Industry, relacionada com o desenvolvimento de um novo equipamento de recolha de produto alimentar em embalagens, com a finalidade de ultrapassar limitações encontradas na solução anteriormente desenvolvida pela empresa. Neste âmbito, o objetivo da dissertação consiste no desenvolvimento de um equipamento de desempacotamento, estanque e higiénico, que processe diferentes tipos de embalagens, de modo a promover o aumento da eficiência do reaproveitamento do produto. O sistema de desempacotamento foi reformulado de forma a cumprir os objetivos estabelecidos, nomeadamente o aumento da cadência de processamento. Foi construído um protótipo para validação do sistema de desempacotamento e avaliar o comportamento das embalagens. O desenvolvimento do projeto seguiu a metodologia *Design Science Research* (DSR).

Com o desenvolvimento deste novo equipamento, tornou-se possível o processamento de embalagens Tetra Pak e embalagens de PET. Para além disso, o novo conceito mostrou-se superior ao anterior em termos de higiene e estanquicidade, assim como na cadência de processamento das embalagens (aumento em cerca de 476%).

Palavras-chave: Projeto Mecânico, Indústria Alimentar, Desempacotamento, Metodologia *Design Science Research*, Método de Elementos Finitos.

Abstract

The food industry has technically evolved to respond to increasing consumer demands for quality, safety and production efficiency in its products. Automation has played a central role in this progress, as it reduces waste and optimises process performance. In the liquid food sector, it is common for packaging to be rejected due to defects, even when the contents are in good condition. In these cases, it is necessary to unpack the product for reuse, making it imperative to implement automated solutions to replace the manual process, thereby reducing operating costs while ensuring hygiene and speed.

The work developed in this dissertation started with a need identified by the company JPM Industry. This need relates to the development of new equipment to collect food products in packaging. The aim is to overcome the limitations encountered in the previously developed solution by the company. In this context, the objective of this dissertation is to develop watertight and hygienic unpacking equipment that can process different types of packaging to increase the efficiency of product reuse. The unpacking system was redesigned to achieve the established objectives, namely to increase the processing rate. A prototype was built to validate the unpacking system and evaluate the behaviour of the packaging. The project was developed using the Design Science Research (DSR) methodology.

The development of this new equipment enabled the processing of Tetra Pak and PET packaging. In addition, the new concept demonstrated superiority over the previous one, both in terms of hygiene and leak tightness, as well as in the processing rate of the packaging, which showed an increase of around 476%.

KEYWORDS: Mechanical Design, Food Industry, Depacking, Design Science Research Methodology, Finite Element Method

Índice

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas.....	xvii
Acrónimos e Símbolos.....	xix
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento e motivação.....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.3. Estrutura	2
1.4. Apresentação da Empresa	2
2. Revisão bibliográfica	3
2.1. Indústria alimentar	3
2.1.1. Caracterização do setor industrial.....	3
2.1.2. Indústria alimentar mundial e nacional.....	4
2.1.3. Princípios e pilares da indústria.....	4
2.1.4. Normalização e qualidade.....	5
2.1.5. Processamento de bebidas	5
2.1.6. Inovação na indústria alimentar.....	7
2.2. Projeto mecânico.....	8
2.2.1. Caracterização geral e etapas do projeto	8
2.2.1.1. Engenharia inversa.....	9
2.2.2. Normalização aplicável	9
2.2.2.1. Diretiva	10
2.2.2.2. Norma.....	10
2.2.3. Materiais e processos de fabrico.....	11
2.2.4. Princípios de modelação	13
2.2.5. Dimensionamento de componentes e otimização.....	14
2.2.5.1. Dimensionamento analítico.....	14
2.2.5.2. Método de elementos finitos	15
2.2.6. Automação e controlo	16
2.2.6.1. Tipos de automação	16
2.2.6.2. Processos automáticos	16

2.2.6.3. Programa de instruções.....	17
2.2.6.4. Sistema de controlo	17
2.2.7. Fabrico e comissionamento	18
2.2.8. Estado-da-arte.....	18
2.3. Manuseamento de produtos para a indústria alimentar	19
2.3.1. Necessidade de manuseamento	19
2.3.1.1. Manuseamento na indústria alimentar.....	20
2.3.2. Tipos de manuseamento e aplicações.....	21
2.3.2.1. Manuseamento manual	21
2.3.2.2. Manuseamento automático	21
2.3.3. Vantagens do manuseamento automático	24
2.3.4. Sustentabilidade	25
2.3.5. Equipamentos de desempacotamento automático	26
2.3.6. Soluções de projeto associadas.....	27
2.3.7. Estado-da-arte.....	28
3. Desenvolvimento	31
3.1. Empresa de acolhimento	31
3.2. Métodos.....	32
3.2.1. Metodologia DSR.....	32
3.2.2. Descrição do processo	33
3.2.3. Equipamento de desempacotamento atual.....	34
3.2.4. Identificação de limitações e problemas	37
3.2.5. Definição de objetivos específicos.....	38
3.2.6. Requisitos e especificações	38
3.3. Anteprojeto	39
3.3.1. Descrição das embalagens	40
3.3.2. Técnica da matriz de seleção	41
3.3.3. Sistema de desempacotamento.....	44
3.3.3.1. Rolos duplos.....	44
3.3.3.2. Rolo simples com rampa	45
3.3.3.3. Matriz de seleção do sistema de desempacotamento.....	46
3.3.4. Sistema de acionamento.....	47
3.3.4.1. Métodos de acionamento	47
3.3.4.2. Matriz de seleção do sistema de acionamento	48
3.3.5. Desenvolvimento do protótipo	49
3.3.5.1. Rolo rotativo	49
3.3.5.2. Superfície de deslizamento e esmagamento	52
3.3.5.3. Conjunto de impedimento.....	53

3.3.5.4. Sistema de acionamento	54
3.3.5.5. Estrutura	57
3.3.6. Fabricação e montagem do protótipo	58
3.3.7. Validação de ideias	61
3.4. Projeto	63
3.4.1. Solução final	63
3.4.2. Desenvolvimento do sistema de desempacotamento	64
3.4.3. Desenvolvimento do sistema de acionamento	70
3.4.4. Desenvolvimento dos restantes sistemas.....	72
3.4.4.1. Estrutura do equipamento	72
3.4.4.2. Túnel de entrada com rampa.....	74
3.4.4.3. Conjunto de embate.....	75
3.4.4.4. Rampa de saída das embalagens vazias	75
3.4.4.5. Túnel de saída de embalagens vazias.....	77
3.4.4.6. Gaveta de filtração	78
3.4.4.7. Reservatório.....	84
3.4.4.8. Sistema de bombeamento do equipamento	85
3.4.4.9. Porta frontal.....	87
3.4.4.10. Porta lateral	88
3.4.4.11. CIP	89
3.4.4.12. Sistema elétrico do equipamento.....	91
3.4.5. Materiais e processos de fabrico.....	93
3.4.6. Dimensionamento de sistemas	94
3.4.6.1. Dimensionamento do motorreductor.....	94
3.4.6.2. Dimensionamento do sistema de molas a gás.....	98
3.4.7. Validação estrutural.....	102
3.4.7.1. Pré-processamento	102
3.4.7.2. Resultados da análise	107
3.4.8. Elementos e medidas de segurança	108
3.4.9. Detalhes construtivos de fabrico.....	110
3.4.10. Plano de manutenção	111
3.4.11. Análise de custos e retorno de investimento.....	112
4. Conclusão	115
4.1. Conclusões finais	115
4.2. Limitações e trabalhos futuros.....	116
Referências.....	117
Declaração de Integridade	123

Apêndice A – Desenhos técnicos do protótipo desenvolvido	125
Apêndice B – Lista de componentes de fabricação	127
Apêndice C – Desenho com cotas de atravancamento	133
Anexo A – Fichas técnicas dos componentes de compra	136

Lista de Figuras

Figura 1 - Evolução mundial do setor [5]	4
Figura 2 - Categorias de bebidas (adaptado de [14])	6
Figura 3 - Drones utilizados na agricultura [15]	7
Figura 4 - Sensores inteligentes de inspeção de embalagens [16]	7
Figura 5 - Etapas do projeto (adaptado de [19])	8
Figura 6 - Etapas de EI: a) Digitalização 3D [21]; b) Processamento e modelo CAD [22]	9
Figura 7 - Marcação CE [26]	10
Figura 8 - Diagrama de Ashby [34]	11
Figura 9 - Diagrama de relações de seleção de materiais (adaptado de [33])	12
Figura 10 - Diagrama das famílias de materiais (adaptado de [35])	12
Figura 11 - Processos de fabrico (adaptado de [36])	13
Figura 12 - a) CAD de um motor [42]; b) Simulação de um chassi de um automóvel [43]; c) Simulação CAM [44]	14
Figura 13 – Exemplo de simulação através de MEF [49]	15
Figura 14 - Processos automáticos (adaptado de [51])	16
Figura 15 - Sistema de controlo de malha fechada (adaptado de [51])	17
Figura 16 - Sistema de controlo de malha aberta (adaptado de [51])	17
Figura 17 - Princípios do manuseamento (adaptado de [60])	20
Figura 18 - Matérias-primas a manuseadas na indústria alimentar (adaptado de [62])	20
Figura 19 - a) Transportadores com alhetas [68]; b) Transportadores inclinados com alhetas [69]	22
Figura 20 - Transportadores: a) de rolos [72]; b) de rosca [73]	22
Figura 21 - Veículos autónomos: a) SC [74]; b) RGV [75]	23
Figura 22 - Exemplo de um AGV [77]	23
Figura 23 - Sistemas de manuseamento automático: a) Braço robótico para a indústria alimentar [79]; b) Armazém automático [80]	24
Figura 24 - Conceito de economia circular [83]	26
Figura 25 - Depacker [84]	26
Figura 26 - Depackaging machine DRM [85]	26
Figura 27 - LiquiDrainer [86]	27
Figura 28 - Mecanismo com rolo rotativo [86]	28
Figura 29 - Pulverizador CIP [88]	28
Figura 30 - Instalações da JPM Industry [93]	31
Figura 31 - Grupo JPM [93]	32
Figura 32 - Esboço do processo de desempacotamento	34
Figura 33 - Equipamento de desempacotamento atual	34
Figura 34 - Transportador inclinado de entrada de embalagens	35
Figura 35 - Módulo de desempacotamento de embalagens	36
Figura 36 - Reservatório e sistema de bombeamento	37
Figura 37 - Transportador inclinado de saída de embalagens vazias	37

Figura 38 - Composição embalagens Tetra Pak (adaptado de [100])	40
Figura 39 - Garrafa de leite de PET [101]	41
Figura 40 - Esboço do mecanismo de desempacotamento de rolos duplos.....	45
Figura 41 - Esboço do mecanismo de desempacotamento de rolo simples com superfície de deslizamento	46
Figura 42 - Modo de preenchimento da matriz da seleção	46
Figura 43 - Soluções do sistema de acionamento: a) Motorreductor acoplado no veio; b) Sistema de engrenagens; c) Transmissão por correia; d) Transmissão por corrente	47
Figura 44 - Projeto do protótipo.....	49
Figura 45 - Rolo rotativo.....	49
Figura 46 - Embalagens no protótipo.....	50
Figura 47 - Vista de corte do rolo rotativo	50
Figura 48 - Desfasamento dos discos do rolo rotativo.....	50
Figura 49 - Conjunto com a chumaceira do rolo rotativo	51
Figura 50 - Alojamento da chaveta no veio do rolo rotativo	51
Figura 51 - Conjunto de chapas da rampa de esmagamento.....	52
Figura 52 - Chapa quinada superior	52
Figura 53 - Conjunto soldado da rampa de esmagamento	53
Figura 54 - Vista em perspetiva das barras soldadas na rampa	53
Figura 55 - Conjunto de impedimento.....	54
Figura 56 - Posicionamento do conjunto de impedimento no rolo rotativo	54
Figura 57 - Sistema de acionamento do protótipo	55
Figura 58 - Conjunto da roda dentada do motorreductor	55
Figura 59 - Conjunto da primeira corrente: a) Conjunto do veio secundário; b) Vista isométrica	56
Figura 60 - Primeiro conjunto de roda dentada	56
Figura 61 - Segundo conjunto de roda dentada	56
Figura 62 - Conjunto da roda dentada acoplado no rolo rotativo	57
Figura 63 - Estrutura tubular	57
Figura 64 - Estrutura tubular com chapas soldadas.....	58
Figura 65 - Peças do protótipo cortadas a laser	58
Figura 66 - Conjunto soldado da estrutura do protótipo	59
Figura 67 - Montagem do protótipo finalizada – vista 1.....	59
Figura 68 - Montagem do protótipo finalizada – vista 2.....	60
Figura 69 - Montagem do protótipo finalizada – vista 3.....	60
Figura 70 - Embalagem Tetra Pak após desempacotamento: a) vista frontal; b) vista lateral ...	61
Figura 71 - Embalagem PET após desempacotamento.....	62
Figura 72 - Saída das embalagens: a) Barreira de saída; b) Embalagem presa na barreira	62
Figura 73 – Conjunto da solução final.....	63
Figura 74 - Esquema de funcionamento do equipamento de desempacotamento	64
Figura 75 - Sistema de desempacotamento do equipamento final.....	65
Figura 76 - Versão final do rolo rotativo	65
Figura 77 - Chumaceira fechada fixada no equipamento	66

Figura 78 - Acoplamento para a chaveta para transmissão de binário do motorreductor	66
Figura 79 - Subconjunto de entrada da unidade de esmagamento	67
Figura 80 – Superfície de deslizamento do subconjunto de entrada da unidade de esmagamento: a) Vista lateral; b) Vista isométrica; c) Vista frontal.....	67
Figura 81 - Subconjunto de saída da unidade de esmagamento.....	68
Figura 82 - Rotação do subconjunto por ação da gravidade.....	68
Figura 83 - Suportes de fixação do subconjunto de saída da unidade de esmagamento: a) Suporte apertado; b) Suporte a soldar	69
Figura 84 - Rampa de esmagamento do subconjunto de saída da unidade de esmagamento..	69
Figura 85 - Veio de 25 mm	69
Figura 86 - Veio de 22 mm	70
Figura 87 - Veio de 15 mm	70
Figura 88 - Tubo espaçador	70
Figura 89 - Veio do rolo rotativo acoplado no motorreductor	71
Figura 90 - Vedante do veio do rolo rotativo	71
Figura 91 - Fixação do braço de binário à estrutura do equipamento.....	72
Figura 92 - Estrutura tubular: a) Vista isométrica; b) Tubos com as faces rodadas	73
Figura 93 - Estrutura do equipamento com acessórios: a) Vista isométrica 1; b) Vista isométrica 2	73
Figura 94 - Túnel de entrada com rampa	74
Figura 95 - Suporte de fixação do túnel: a) Vista isométrica; b) Fixação do túnel	74
Figura 96 - Rampa de encaminhamento de embalagens cheias na entrada do equipamento..	75
Figura 97 - Conjunto de embate: a) Vista isométrica; b) Componente fixado na estrutura	75
Figura 98 - Rampa de saída das embalagens vazias	76
Figura 99 - Zonas de soldadura para fixação do subconjunto	76
Figura 100 – a) Varandim da rampa de saída de embalagens vazias; b) Fixação do varandim..	77
Figura 101 - Túnel de saída de embalagens vazias	77
Figura 102 - a) Cortinas do túnel de saída; b) Chapa de proteção do túnel.....	78
Figura 103 - Gaveta de filtração	78
Figura 104 - Estrutura da gaveta.....	79
Figura 105 - Chapa de fixação da vedação da gaveta	79
Figura 106 - Filtro de rede	79
Figura 107 - Mecanismo de rodas deslizantes	80
Figura 108 - Conjunto de rodas de guia	80
Figura 109 - Posicionamento das rodas na gaveta	81
Figura 110 – Veios das rodas	81
Figura 111 - Sistema de fecho com travas	81
Figura 112 - Sistema de segurança da gaveta	82
Figura 113 - Esquema de funcionamento do sensor indutivo da gaveta	82
Figura 114 - Funcionamento do sistema de impedimento: a) Gaveta a abrir; b) Gaveta a fechar	83
Figura 115 – a) Batente rotativo da gaveta b) Veio central do batente rotativo	83
Figura 116 - Componente com mecanismo de mola	83

Figura 117 - Chapas de escorregamento.....	84
Figura 118 - Reservatório de produto alimentar líquido	84
Figura 119 - Acesso ao interior do reservatório do equipamento.....	85
Figura 120 - Sistema de bombeamento do equipamento	85
Figura 121 - Portal frontal: a) Vista exterior; b) Vista interior.....	87
Figura 122 - Engate do linguete do manipulador da porta frontal	88
Figura 123 - Portal lateral.....	88
Figura 124 - Sistema de molas a gás da porta lateral: a) Porta aberta ; b) Blindagem da porta lateral	89
Figura 125 - Suportes de fixação das molas a gás: a) Suporte da porta; b) Suporte da estrutura	89
Figura 126 - Tubagem CIP no equipamento	90
Figura 127 - Jatos de limpeza localizada do rolo rotativo [103]	90
Figura 128 - Acessório CIP no túnel de entrada [104]	91
Figura 129 – Posicionamento das pinhas rotativas de lavagem no equipamento: a) Pinhas superiores; b) Pinhas inferiores.....	91
Figura 130 - Sistema elétrico do equipamento: a) Calha armada; b) Varão quinado	92
Figura 131 - Esquema elétrico do equipamento	93
Figura 132 - Diagrama de momentos torsores	95
Figura 133 - Área de contacto crítica do disco com a embalagem	95
Figura 134 - Cargas impostas na simulação da garrafa.....	96
Figura 135 - Tensão equivalente de von Mises na simulação da embalagem	96
Figura 136 - Deslocamento máximo da embalagem na simulação antes da rotura.....	97
Figura 137 - Deslocamentos máximos da garrafa durante o processamento.....	97
Figura 138 - DCL da porta aberta (93°)	100
Figura 139 - DCL da porta fechada (0°)	101
Figura 140 - Gráfico força - abertura	102
Figura 141 - Zonas de fixação e aplicação de cargas na estrutura.....	103
Figura 142 - Reação da carga de rebentamento da embalagem.....	104
Figura 143 - Força de rebentamento da embalagem	104
Figura 144 - Carga de esmagamento da embalagem	105
Figura 145 - Massa do líquido alimentar.....	105
Figura 146 - Malha da estrutura: a) Vista isométrica 1; b) Vista isométrica 2	106
Figura 147 - Diagrama de tensão equivalente de von Mises da estrutura	107
Figura 148 - Diagrama de deslocamentos da estrutura	108
Figura 149 - Botão de emergência do equipamento	109
Figura 150 - Sensores eletromagnéticos de segurança das portas	109
Figura 151 - Sensor indutivo da gaveta de filtração	109
Figura 152 - Detalhes construtivos: a) Superfícies inclinadas; b) Porcas cegas DIN 1587	110
Figura 153 - Desenho técnico do rolo rotativo.....	111
Figura 154 - Gráfico de amortização do novo equipamento.....	114

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Princípios e pilares da indústria alimentar	5
Tabela 2 - Etapas do processamento de bebidas (adaptado de [14]).....	6
Tabela 3 - Componentes de engenharia normalizados (adaptado de [31])	11
Tabela 4 - Categorias de programas de ciclos de trabalho [51]	17
Tabela 5 - Estado-da-arte de projeto mecânico	18
Tabela 6 - Dimensões do manuseamento (adaptado de [60])	20
Tabela 7 - Equipamentos de desempacotamento automático	26
Tabela 8 - Estado-da-arte de manuseamento na indústria alimentar	29
Tabela 9 - Metodologia DSR [56]	33
Tabela 10 - Pesos relativos de cada critério do mecanismo de desempacotamento	42
Tabela 11 - Pesos relativos de cada critério do sistema de acionamento	43
Tabela 12 - Classificação das ideias.....	44
Tabela 13 - Matriz de seleção do mecanismo de desempacotamento	46
Tabela 14 - Vantagens e desvantagens das soluções do sistema de acionamento.....	48
Tabela 15 - Matriz de seleção do sistema de acionamento	48
Tabela 16 - Manutenção do sistema de bombeamento	87
Tabela 17 - Funcionamento dos botões do equipamento	92
Tabela 18 - Indicação das cores do sinal luminoso	93
Tabela 19 - Características da mola a gás selecionada	99
Tabela 20 - Parâmetros da malha	106
Tabela 21 - Tabela de manutenção do equipamento de desempacotamento	111
Tabela 22 - Custo dos componentes de fabricação	112
Tabela 23 - Custo dos componentes de compra	112
Tabela 24 – Lista de peças do túnel de entrada	127
Tabela 25 – Lista de peças do sistema de desempacotamento	128
Tabela 26 - Lista de peças do subconjunto da gaveta de filtração	129
Tabela 27 - Lista de peças da estrutura e acessórios	130

Acrónimos e Símbolos

Lista de Acrónimos

3D	Tridimensional
AGV	<i>Automatic Guided Vehicles</i>
AISI	<i>American Iron and Steel Institute</i>
AS/RS	<i>Automated Storage and Retrieval System</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAE	<i>Computer-Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing</i>
CIP	<i>Cleaning-in-Place</i>
CLC	<i>Chassis Load Calculator</i>
CNC	Controlo Numérico Computorizado
DCL	Diagrama de Corpo Livre
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
EI	Engenharia Inversa
EN	<i>European Norm</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
HACCP	<i>Hazard Analysis and Critical Control Point</i>
IA	Inteligência Artificial
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MEF	Método de Elementos Finitos
NP	Norma Portuguesa
P.PORTO	Instituto Politécnico do Porto
PET	Polietileno Tereftalato
POM	Polioximetileno
PVC	Policloreto de vinila
RGV	<i>Rail Guided Vehicles</i>
SC	<i>Shuttle Cars</i>
TIG	<i>Tungsten Inert Gas</i>
TO	<i>Topological Optimization</i>
UE	União Europeia

Lista de Símbolos

θ	Ângulo de abertura da porta	°
C	Carbono	-
Ω	Classificação final de cada ideia	-
V_i	Classificação numérica	-
β_i	Classificação ponderada	-
$C.S.Min$	Coeficiente de segurança mínimo	-
Q	Coeficiente relativo	-
CO_a	Custo operacional mensal do equipamento antigo	€
CO_n	Custo operacional mensal do equipamento novo	€
CO_2	Dióxido de Carbono	-
$F.S.Anteproj$	Fator de segurança do motorreductor do anteprojeto	-
$F.S.Proj$	Fator de segurança do motorreductor do projeto	-
O	Força a executar pelo operador	N
M	Força das molas a gás	N
F_{da}	Força do disco adjacente	N
F_{dc}	Força do disco central	N
ω_i	Importância relativa	-
γ	Índice de desempenho	-
MV_i	Maior classificação numérica	-
m	Massa	kg
ρ	Massa volúmica	kg/m ³
Mo	Molibdénio	-
M_{da}	Momento do disco adjacente	N.m
M_{dc}	Momento do disco central	N.m
M_{min}	Momento mínimo	N.m
M_{MR}	Momento motorreductor	N.m
M_{RR}	Momento rolo rotativo	N.m
P	Peso próprio da porta	N
t	Tempo	Meses
σ_{adm}	Tensão admissível	MPa
σ_{ced}	Tensão de cedência	MPa
σ_T	Tensão equivalente de Tresca	MPa
σ_M	Tensão equivalente de von Mises	MPa
σ_2	Tensão principal intermédia	MPa
σ_1	Tensão principal maior	MPa
V	Volume	m ³

1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento e a motivação do trabalho realizado, definem-se os principais objetivos, descreve-se a estrutura da dissertação e realiza-se uma breve apresentação da empresa de acolhimento.

1.1. Enquadramento e motivação

A indústria alimentar tem mostrado uma evolução tecnológica constante com o decorrer dos anos. Com o crescimento da população, e de modo a satisfazer as suas necessidades, a indústria de alimentos tem como obrigação entregar produtos de elevada qualidade e segurança, assim como aumentar as cadências de produção. As empresas deste setor têm vindo a investir em tecnologias de ponta, o que permite reduzir os desperdícios e aumentar a eficiência de produção. Neste ramo, é comum as grandes marcas alimentares realizarem parcerias com empresas especializadas em engenharia e desenvolvimento de equipamentos automatizados que sejam capazes de cumprir os requisitos das linhas de produção alimentares, desde a fase de preparação do produto até ao embalamento do mesmo. A automação é um dos principais tópicos da inovação na indústria alimentar. Equipamentos implementados com sistemas automáticos realizam tarefas contínuas e repetitivas com elevada precisão e com uma percentagem de erro baixa. Com este tipo de máquinas é possível aumentar a cadência de produção e obter uma melhoria de todo o ciclo, desde gerir *stocks* de ingredientes até ao aumento do nível higiénico. Um aspeto crucial neste ramo industrial é o combate ao desperdício. Durante o processo de fabricação/embalamento dos alimentos, mesmo com toda a automação existente, podem ocorrer falhas. Na indústria de alimentos líquidos é comum a rejeição de embalagens devido à existência de defeitos nas mesmas. De modo a reaproveitar o líquido, visto que o mesmo se encontra em bom estado, é necessário realizar o *depacking*, ou seja, fazer a separação do alimento e da embalagem. Para este procedimento não ser realizado de modo manual, o que incrementa desnecessariamente os custos e alocação de mão-de-obra, considera-se necessária a integração de soluções automáticas com elevada cadência, que sejam capazes de realizar o procedimento de forma rápida, limpa e com custo reduzido.

1.2. Objetivos

O presente trabalho tem como principal objetivo desenvolver um projeto mecânico, integrado com um sistema de automação, de um novo conceito de equipamento de recolha de produto alimentar líquido em embalagens. Este equipamento foi concebido como uma evolução de um

outro previamente desenvolvido pela empresa, mantendo os requisitos do seu antecessor, mas com a finalidade de ultrapassar as suas limitações. Entre as melhorias implementadas destacam-se a capacidade de operar com diferentes tipos de embalagens e a garantia de estanquicidade, assegurando assim uma solução totalmente higiénica. Com o desenvolvimento desta solução pretende-se também o aumento significativo na cadência de processamento das embalagens, em comparação com a solução anterior. Pretende-se com este tipo de equipamento reduzir o desempacotamento manual do produto alimentar, o que permite evitar tarefas repetitivas por parte do operador e promover a automação. O trabalho desenvolvido nesta dissertação seguiu a metodologia *Design Science Research* (DSR).

1.3. Estrutura

Esta dissertação está dividida nos quatro seguintes capítulos:

- **Introdução:** Este capítulo tem como objetivo enquadrar o leitor sobre o tema do trabalho, os objetivos, a estrutura da dissertação e uma breve apresentação da empresa;
- **Revisão bibliográfica:** Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica deste trabalho. É feito um enquadramento sobre a indústria alimentar, referindo tanto as normalizações aplicadas, bem como os princípios utilizados. De seguida, é feita uma abordagem acerca de projeto mecânico, materiais e processos de fabrico, dimensionamento de componentes, equipamentos automatizados e o estado-da-arte do tema. Por fim, é feita uma pesquisa sobre manuseamento no setor alimentar, assim como as vantagens e aplicações, uma solução de projeto associado ao tema do trabalho e o respetivo estado-da-arte;
- **Desenvolvimento:** Este capítulo, dedicado ao projeto do equipamento de desempacotamento de embalagens, inicia-se com a apresentação da empresa acolhedora, referindo as suas áreas de atuação no mercado. É neste capítulo que se inicia a primeira etapa da metodologia utilizada na dissertação, na qual são identificados os problemas a ultrapassar e se definem os objetivos a cumprir. Posteriormente, dá-se início à etapa de anteprojecto, onde é construído um protótipo para validação do novo conceito. Por fim, já na etapa de projeto, é detalhada a solução final do equipamento desenvolvido, e são documentados todos os dimensionamentos e validações necessárias para garantir o êxito do mesmo;
- **Conclusão:** No último capítulo apresentam-se as conclusões retiradas do trabalho desenvolvido, bem como propostas de trabalhos futuros que visam dar continuidade à solução final do projeto desenvolvido.

1.4. Apresentação da Empresa

O estágio curricular para a elaboração da dissertação é realizado na empresa JPM Industry, situada em Vale de Cambra, com supervisão do Eng. Luís Bernardo. Fundada em 1994, a JPM é uma empresa de ponta em tecnologia, atuando nas áreas de automação industrial e metalomecânica. Com o passar dos anos, esta especializou-se na produção, instalação, manutenção e reparação de equipamentos e unidades industriais.

2. Revisão bibliográfica

Este capítulo consiste numa revisão da literatura estruturada em três tópicos principais, considerados os mais relevantes para o desenvolvimento deste trabalho: a indústria alimentar, o projeto mecânico e o manuseamento de produtos para a indústria alimentar. A informação exposta neste capítulo foi maioritariamente obtida através da consulta de livros e artigos científicos.

2.1. Indústria alimentar

A indústria alimentar é um dos setores de produção mais importantes do mundo. Este subcapítulo tem como objetivo apresentar a indústria alimentar e abordar aspetos relacionados ao cenário global e nacional. As principais normas aplicadas neste setor são também apresentadas, assim como a inovação que existe neste tipo de indústria e os princípios do processamento de bebidas.

2.1.1. Caracterização do setor industrial

O setor alimentar enfrenta constantemente grandes desafios relacionados com o aumento da população, alterações climáticas e o aumento da procura de alimentos. Com isto, este tipo de indústria tende a procurar uma otimização dos processos de fabrico e consequentemente aumento da produção de alimentos para satisfazer as exigências da população [1]. O principal objetivo do setor alimentar é a produção de alimentos finais com um elevado nível de segurança e qualidade, através do processamento de matérias-primas. A composição e as características das matérias-primas, como a geometria ou a cor, podem influenciar diretamente a qualidade final dos produtos alimentares [2]. Este setor industrial é caracterizado por [3]:

- Um grande número de pequenas e médias empresas bastante competitivas;
- Várias mudanças rápidas nos produtos;
- Baixas margens de lucro;
- Em muitas áreas do setor ainda é comum a utilização de bastantes operações de trabalho manual;
- Atualmente, existe um maior investimento em atividades de investigação e desenvolvimento por partes das empresas.

2.1.2. Indústria alimentar mundial e nacional

Estima-se que a população mundial em 2050 irá ser superior a 9,5 bilhões [4]. O crescimento da população é uma grande preocupação para a indústria alimentar, visto que nos dias de hoje centenas de milhões de pessoas não têm comida suficiente para conseguirem ter uma vida saudável. De forma a garantir a existência de produtos alimentares para toda a população, a indústria deve aumentar a produtividade de alimentos, como já foi referido anteriormente, ou expandir a rede de processamento dos produtos alimentares [4]. De acordo com a Figura 1, o mercado da tecnologia e produtos alimentares encontra-se em elevado crescimento. Estimou-se que em 2024 este setor chegou aos 782,59 mil milhões de dólares, e que até 2032, com uma taxa de crescimento anual composta de 8,12%, este setor consiga atingir os 1461,45 mil milhões de dólares [5].

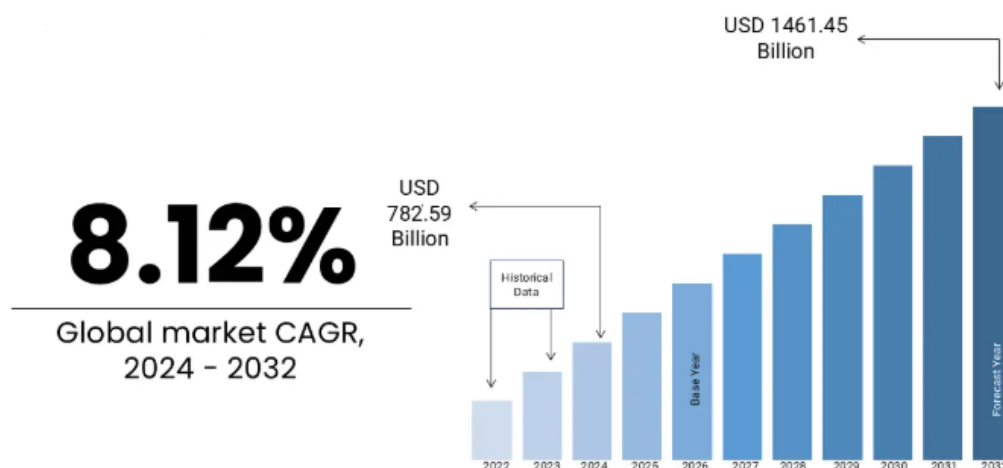


Figura 1 - Evolução mundial do setor [5]

Em Portugal, este setor industrial apresenta-se muito dinâmico, robusto e com uma mão-de-obra de topo [6]. A indústria alimentar nacional emprega mais de 300 mil funcionários e mais de metade da produção é para exportação. Devido aos excelentes solos e condições climáticas favoráveis, Portugal é dos maiores produtores da Europa, capaz de oferecer artigos de elevada qualidade e variedade. No que toca a bebidas, Portugal destaca-se pela sua produção de vinho, conseguindo atingir o 9º lugar de maior exportador mundial. Com investidores internacionais, Portugal tende a expandir cada vez mais o setor de produtos alimentares, pela aposta consistente na inovação [6].

2.1.3. Princípios e pilares da indústria

Para um desempenho harmonioso da indústria alimentar, esta deve fundamentar-se em princípios e pilares, de modo a permitir o sucesso e crescimento de todas as empresas da área. Na Tabela 1 são apresentados os principais princípios e pilares presentes neste setor industrial.

Tabela 1 - Princípios e pilares da indústria alimentar

Higiene e Segurança	Referem-se à garantia de que os alimentos produzidos, armazenados e distribuídos sejam seguros para o consumo humano. Com a adoção de práticas higiénicas no <i>design</i> de equipamentos e manuseamento dos produtos, obtém-se um menor risco de contaminação alimentar. Em muitas empresas é implementado o sistema <i>Hazard Analysis and Critical Control Point</i> (HACCP), que tem como objetivo evitar potenciais riscos que possam causar efeitos nocivos aos consumidores [7].
Qualidade	Consiste no conjunto de características sensoriais e nutricionais dos alimentos que atendem às expectativas dos clientes e consumidores [8].
Sustentabilidade	Envolve práticas que buscam minimizar os impactos ambientais negativos da produção alimentar, porém com o objetivo de satisfazer as exigências da população e a apoiar o bem-estar da mesma [9].
Responsabilidade social	Apresenta um conjunto de sete dimensões que devem ser cumpridas no setor alimentar: ambiente, segurança dos produtos, nutrição, bem-estar dos trabalhadores, bem-estar dos animais, presença no mercado local e responsabilidade económica [10].
Normas e regulamentações	São fundamentais para garantir que a indústria alimentar atue de forma higiénica e segura, o que permite obter a confiança dos clientes [11].

2.1.4. Normalização e qualidade

No setor alimentar, a implementação de regras e requisitos é fundamental para assegurar a segurança e qualidade dos produtos alimentares, de modo a garantir a confiança dos consumidores. A ISO 22000 é uma norma que estabelece um sistema de gestão da segurança alimentar que fornece todos os parâmetros que uma organização necessita para demonstrar a sua capacidade de controlar os perigos correntes neste setor, de forma a garantir que os alimentos produzidos sejam seguros [11]. A ISO 22000 abrange todas as organizações da indústria alimentar, desde a atividade agrícola até ao produto final, o que permite uma melhor comunicação dentro e entre todas as organizações da cadeia alimentar. Esta norma possui uma abordagem preventiva através do conceito HACCP, de modo a incorporar os princípios da ISO 9001, norma para sistemas de gestão da qualidade. Para as organizações conseguirem monitorizar e melhorar os seus sistemas de gestão de segurança alimentar, a norma possui ainda um quadro aplicável a todas as empresas do setor [12]. Em suma, os principais benefícios da implementação e posterior certificação de acordo com a norma ISO 22000 são [13]:

- Definição dos requisitos genéricos que permitem uma flexibilidade na escolha das metodologias a implementar;
- Otimização da gestão de recursos e a melhoria da eficiência na produção de alimentos;
- Contribuição para o aumento da confiança dos clientes e consumidores, ao adotar padrões elevados de conformidade alimentar.

2.1.5. Processamento de bebidas

As bebidas são o elemento fundamental na alimentação do ser humano. Independente da faixa etária, este produto alimentar é consumido no mundo inteiro. As bebidas são definidas como

fluidos adequados para o consumo humano através da ingestão. Estas são capazes de saciar a sede e ainda possuem um poder nutritivo [14]. Nesta gama de produtos são incluídas as categorias presentes na Figura 2.

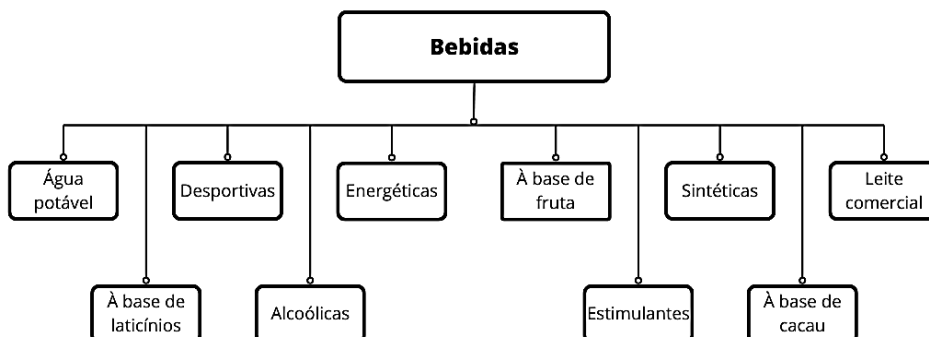


Figura 2 - Categorias de bebidas (adaptado de [14])

De modo a se realizar o processamento de bebidas, existem uma série de etapas gerais que são cuidadosamente planeadas para garantir a qualidade, sabor e segurança do produto final. Na Tabela 2 são apresentadas essas mesmas etapas.

Tabela 2 - Etapas do processamento de bebidas (adaptado de [14])

Polpação	É geralmente realizada na produção de bebidas à base de frutas, como a papaia ou manga. Consiste na extração ou separação da polpa do fruto. Existe um equipamento industrial próprio para a realização deste tipo de operação.
Extração de sumo	Consiste na extração ou separação do sumo de frutas como a laranja ou ananás. Este processo pode ser realizado numa prensa com formato de rolo, de êmbolo ou de parafuso. Contudo, todos estes tipos de equipamento possuem o mesmo objetivo.
Clarificação	Tem o objetivo de clarificar as bebidas de sumos, ou seja, remover as impurezas ou partículas em suspensão, fazendo que o líquido fique menos turvo. Normalmente este processo é realizado por uma centrífugadora ou através da utilização de filtros.
Pasteurização	É realizada na maior parte das categorias de bebidas, como as bebidas alcoólicas ou à base de laticínios. Este processo tem como objetivos realizar a inativação microbiana e inativação enzimática. Os permutadores de calor são os equipamentos responsáveis pela realização desta etapa de processamento.
Carbonatação	É realizada em bebidas com gás como os refrigerantes e algumas bebidas alcoólicas. Consiste na adição de dióxido de carbono sob pressão. O gás de CO ₂ pode ser injetado através do efeito Venturi no fluxo da bebida líquida.
Fermentação	Consiste na conversão do material base dos hidratos de carbono em álcool ou ácido. É uma etapa importante no processamento de bebidas alcoólicas ou algumas à base de laticínios. É normalmente realizada em tanques com ambientes muito controlados.
Fabricação de cerveja	Está associada à fabricação de cerveja e consiste na extração de componentes vegetais através de água quente. Esta etapa de processamento também é realizada em tanques.
Destilação	É realizada em grande parte de bebidas alcoólicas, denominadas bebidas espirituosas como <i>vodka</i> ou <i>whisky</i> . Este processo pode ser realizado como destilação em lote ou destilação em coluna contínua.

Tabela 2 - Etapas do processamento de bebidas (adaptado de [14]), continuação

Maturação e envelhecimento	São etapas fundamentais na produção de vinho. A maturação refere-se ao tempo entre a fermentação alcoólica e o engarrafamento da bebida. O envelhecimento é o processo pelo qual o vinho permanece na garrafa por um período elevado e continua bom para consumo.
Embalamento	É a etapa final de processamento de cada bebida. Tem como função proteger, conter e acomodar qualquer tipo de bebida. Dependendo da necessidade do produto, existe a possibilidade de as embalagens serem produzidas em materiais distintos como garrafas de vidro, garrafas de Polietileno Tereftalato (PET), latas de metal, sacos, Tetra Pak, entre outras.

2.1.6. Inovação na indústria alimentar

A evolução das tecnologias e a atual transformação digital estão a revolucionar toda a cadeia alimentar, que abrange todas as etapas de fabricação, desde o campo até ao prato, que inclui os processos de produção de matérias-primas agrícolas, o processamento de alimentos, a embalagem e o transporte. O aumento da produtividade das lavouras é possibilitado pela utilização de novas tecnologias que surgem na agricultura, como robôs autónomos, *drones* para analisar o solo, pulverizar as culturas e monitorizar o decorrer dos cultivos (Figura 3), e ainda a utilização de imagens de satélite e máquinas agrícolas de precisão [1].



Figura 3 - Drones utilizados na agricultura [15]

As novas tecnologias relacionadas com a Indústria 4.0, como a automação, robótica e inteligência artificial (IA), têm a capacidade de melhorar o processamento de alimentos e os processos de embalagem dos mesmos. Desta forma, é possível obter produtos de melhor qualidade com uma redução significativa do consumo de energia. Para tornar os procedimentos de segurança alimentar mais precisos e menos trabalhosos para os operadores, é possível ainda adaptar sistemas automatizados em grande parte das empresas deste setor [1]. Um exemplo de implementação da inteligência artificial na indústria alimentar são as soluções da empresa americana denominada COGNEX, que oferecem sensores inteligentes (Figura 4) que conseguem detetar se as embalagens alimentares possuem vazamentos, o que permite o controlo e consequentemente redução da contaminação dos alimentos [16].



Figura 4 - Sensores inteligentes de inspeção de embalagens [16]

2.2. Projeto mecânico

No desenvolvimento de um projeto na área da engenharia mecânica são aplicados conceitos de diversos âmbitos. Neste capítulo são apresentadas as etapas de desenvolvimento do projeto, assim como normas aplicáveis, metodologias de seleção de materiais e processos de fabrico, dimensionamento de componentes e sistemas de automação.

2.2.1. Caracterização geral e etapas do projeto

O projeto mecânico consiste no estabelecimento e definição de soluções para problemas distintos, e envolve criar um novo produto caso não exista solução para o problema, ou realizar melhorias e adaptações a soluções já existentes [17]. Além de um conhecimento sólido dos fundamentos, é necessário o julgamento de engenharia para se chegar a uma solução viável para qualquer problema. No projeto mecânico, existem inúmeras soluções para um determinado problema. Contudo, as melhores soluções têm em consideração a funcionalidade, fiabilidade, capacidade de produção e comercialização do produto [18]. O engenheiro mecânico projetista apresenta um papel fundamental no desenvolvimento do projeto. Este utiliza a sua capacidade intelectual para aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos, de modo que o produto final cumpra as necessidades do mercado, e seja produzido através do método mais eficiente [17]. Assim, o projetista deve ter em conta os seguintes aspetos durante o desenvolvimento da solução: tipo(s) de material a utilizar, dimensões do produto, custo, segurança, manutenção, produção, entre outros aspetos [18].

Etapas do projeto

Existe uma sequência de etapas a serem ultrapassadas ao projetar uma solução de engenharia mecânica, como é possível analisar na Figura 5.

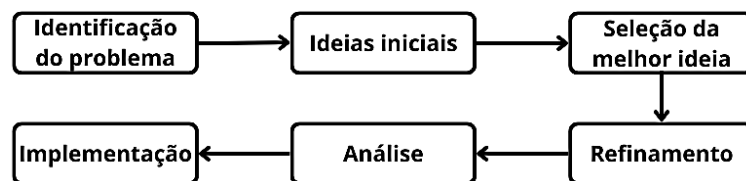


Figura 5 - Etapas do projeto (adaptado de [19])

Após a análise da Figura 5, as etapas a serem superadas durante o desenvolvimento de um projeto de engenharia são [19]:

- **Identificação do problema:** Consiste no reconhecimento dos requisitos impostos no projeto, como por exemplo: cargas aplicadas, limitações geométricas ou materiais a utilizar. Nesta etapa é feita uma análise ao sistema atual e são identificados os defeitos e limitações mais importantes, através de métodos de gestão, para conseguir ultrapassá-las;

- **Ideias iniciais:** Nesta etapa o engenheiro usa uma abordagem de *brainstorming* e, baseado em projetos e conceitos já existentes no mercado, reúne as possíveis soluções de projeto, fazendo um esboço da solução. Neste ponto, a capacidade de observação, a experiência e o bom senso são mais-valias para um bom desenvolvimento de soluções;
- **Seleção da melhor ideia:** É necessário estabelecer um conjunto de critérios, classificados com um grau de importância, para ser possível definir a melhor ideia de projeto. O custo e o peso do equipamento são exemplos de critérios a impor;
- **Refinamento:** A ideia anteriormente selecionada, nesta fase, é refinada, ou seja, são implementadas alterações ao modelo *Computer-Aided Design* (CAD) de um equipamento e são definidos mais alguns parâmetros importantes;
- **Análise:** Esta etapa consiste no desenvolvimento do equipamento final. Durante o processo são definidos todos os formatos, materiais e dimensões dos componentes da solução a desenvolver;
- **Implementação:** Os desenhos técnicos dos componentes e de conjuntos são realizados nesta etapa para futura industrialização e montagem de todo o projeto.

2.2.1.1. Engenharia inversa

É recorrente, durante o desenvolvimento de projeto, utilizar um processo de análise denominado Engenharia Inversa (EI). Esta ferramenta é aplicada a projetos que não têm informações técnicas disponíveis sobre componentes ou conjuntos. Esta abordagem tem-se mostrado extremamente eficaz na redução dos ciclos de desenvolvimento de novos produtos, o que é benéfico nos dias atuais, devido à competição entre fabricantes. O processo da EI apresenta três etapas principais: a digitalização tridimensional (3D) da geometria de uma determinada peça, o processamento e filtragem dos dados obtidos, e a criação de um modelo CAD (Figura 6). Muitas vezes, na indústria, uma empresa adquire um produto recém lançado por concorrentes para estudo e desenvolvimento de uma solução análoga [20].

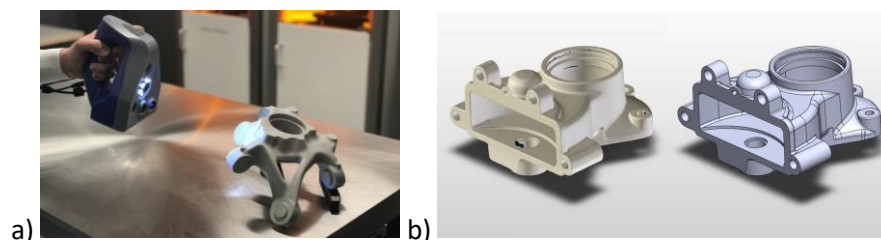


Figura 6 - Etapas de EI: a) Digitalização 3D [21]; b) Processamento e modelo CAD [22]

2.2.2. Normalização aplicável

O manuseamento de máquinas e equipamentos industriais é uma das principais causas dos acidentes de trabalho [23]. Como tal, durante o desenvolvimento de um projeto mecânico, é necessário ter em conta o cumprimento de algumas Diretivas. A utilização de Normas também é crucial, visto que estas facilitam o serviço industrial e de engenharia. Para garantir a segurança em projetos de estruturas, existem ainda os Eurocódigos.

2.2.2.1. Diretiva

Uma "diretiva" é um ato legislativo que estabelece um objetivo a ser atingido pelos países da União Europeia (UE). Contudo, cada país tem autonomia para adaptar a legislação de forma a cumprir esses objetivos [24]. Quando se trata do desenvolvimento de um equipamento, é necessário que este cumpra as seguintes diretivas:

- **Diretiva máquinas (n.º 2006/42/CE)**

A Diretiva 2006/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de maio de 2006, relativa às máquinas, é um documento que assegura a livre circulação de máquinas dentro da UE, pela imposição de requisitos de saúde e segurança, aplicáveis às máquinas, estabelecidos pela UE [25]. Esta diretiva é aplicável a todas as máquinas novas ou máquinas usadas provenientes de fora da UE [23]. As máquinas que garantam os requisitos da diretiva deverão ter a marcação CE, tal como na Figura 7 [26]. Ainda, as máquinas que cumpram esta diretiva são consideradas seguras, contribuindo assim para uma redução do número de acidentes no trabalho [27].

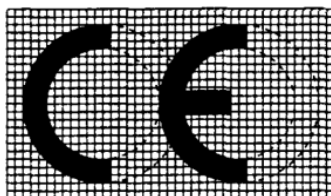


Figura 7 - Marcação CE [26]

- **Diretiva equipamentos de trabalho (n.º 2009/104/CE)**

A Diretiva 2009/104/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de setembro de 2009, estabelece prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização de equipamentos de trabalho no local de trabalho. Esta estabelece regras destinadas a promover uma melhoria da saúde e segurança dos trabalhadores no ambiente de trabalho. A diretiva dirige-se maioritariamente às entidades patronais, para que garantam a segurança dos equipamentos de trabalho [28]. Um aspeto fundamental mencionado na diretiva é o facto de que a entidade patronal deve garantir todos os princípios ergonómicos no posto de trabalho do operador dos equipamentos [29].

2.2.2.2. Norma

Segundo a NP EN 45020: 2009, Norma é um documento que define regras, linhas de orientação ou características para atividades ou resultados, destinadas à utilização comum repetitiva. Uma norma deve ser escrita por uma entidade competente e deve ser baseada na ciência, técnica e experiência, aplicando benefícios para a comunidade [30]. Em engenharia mecânica, e durante o desenvolvimento de um projeto, a normalização apresenta vantagens na indústria, tais como a simplificação e redução do tempo de projeto, melhoria na comunicação entre partes interessadas, economia do tempo de produção, melhor especificação de produtos, entre outras [30]. Durante a realização dos desenhos técnicos dos componentes mecânicos modelados é utilizada uma grande quantidade de normas. Estas têm como objetivo definir os princípios

gerais de representação aplicáveis aos desenhos técnicos de todos os domínios. Exemplos de algumas normas usadas nos desenhos são a norma **ISO 2768** e **ISO 8062** que correspondem, respetivamente, às tolerâncias geométricas gerais e às tolerâncias gerais em peças de fundição [31]. Na indústria, outro exemplo vastamente aplicável em projeto mecânico são as normas de produtos, inseridas na tipologia funcional de normas. Este documento define todos ou parte dos requisitos que um produto ou grupo de produtos deve atender para alcançar sua finalidade [30]. Na Tabela 3 são apresentados alguns exemplos de componentes normalizados.

Tabela 3 - Componentes de engenharia normalizados (adaptado de [31])

Parafusos e porcas
Rolamentos
Engrenagens
Chavetas
Anéis elásticos
Tambores e correias

2.2.3. Materiais e processos de fabrico

A escolha do material a utilizar numa certa aplicação de projeto não pode ser feita independentemente da escolha do processo de fabrico [32]. Ao realizar a tarefa de seleção de materiais é necessário fazer uma análise das diversas famílias de materiais de engenharia. Conforme a aplicação de projeto, é necessário analisar os atributos de cada material, isto é, a densidade, resistência, custo, entre outros [33]. O primeiro passo para a escolha de um material é examinar os requisitos do projeto para identificar as restrições existentes. Assim, é possível eliminar um vasto número de materiais que não cumprem as restrições de projeto [33]. Um dos métodos mais populares para a seleção inicial de um grupo de materiais é a utilização dos diagramas de Ashby (Figura 8). Estes diagramas consistem na comparação dos diferentes grupos de materiais através de índices de desempenho impostos no projeto. São exemplos destes índices o módulo de elasticidade, densidade, tensão de cedência, resistência à fratura, entre outros [34].

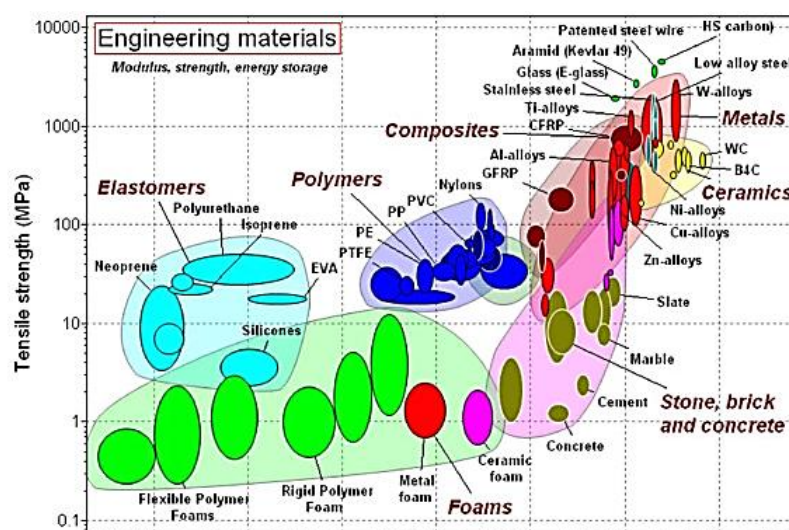


Figura 8 - Diagrama de Ashby [34]

Feita a análise das classes dos materiais, identificados os atributos e as limitações do projeto, é necessário fazer uma ligação com a função, processo de fabrico e formato do componente a fabricar (Figura 9). Para uma escolha certa, é preciso ter em conta que todos estes fatores estão interligados [33].

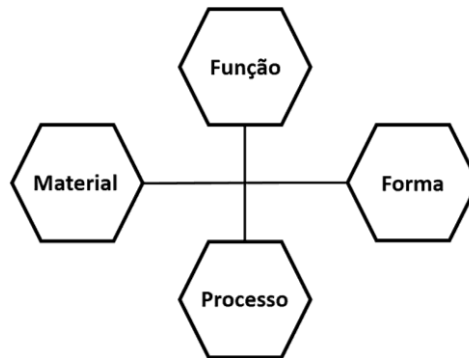


Figura 9 - Diagrama de relações de seleção de materiais (adaptado de [33])

Como é possível verificar na Figura 10 existem seis famílias distintas de materiais de engenharia: metais, polímeros, elastómeros, cerâmicos, vidros e materiais híbridos [35].

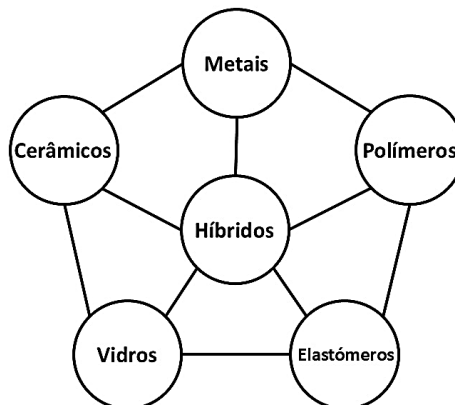


Figura 10 - Diagrama das famílias de materiais (adaptado de [35])

Um processo de fabrico é o método de moldar, unir ou dar acabamento a um determinado material. O processo depende, primeiramente, do material do componente a fabricar, da sua forma, das dimensões, precisão, rugosidade e ainda do número de peças a produzir [36]. É possível organizar os processos de fabrico nos quatro seguintes segmentos (Figura 11) [36]:

- **Processos primários:** responsáveis pela criação de formas iniciais de um componente;
- **Processos secundários:** utilizados para modificar as formas ou propriedades previamente estabelecidas;
- **Processos de união:** aplicados para unir diferentes componentes em um único conjunto;
- **Processos de tratamento superficial:** visam melhorar o acabamento, a rugosidade ou outras características da superfície do componente.

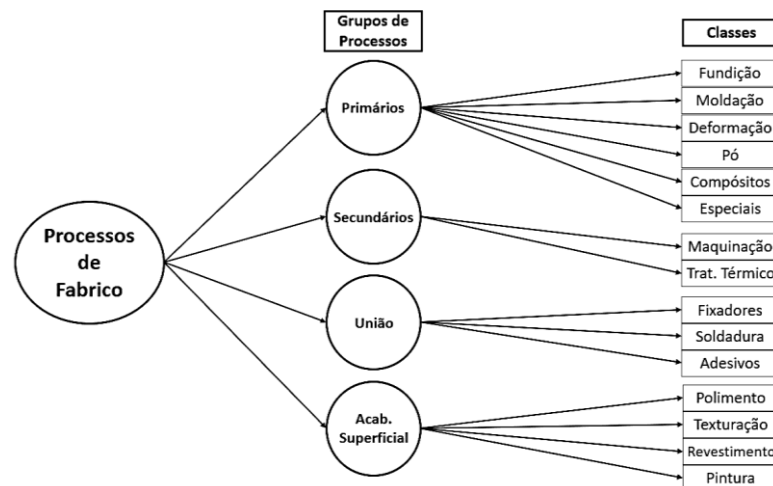


Figura 11 - Processos de fabrico (adaptado de [36])

2.2.4. Princípios de modelação

O desenho, engenharia e fabricação, assistidos por computador, são ferramentas cruciais no que toca ao desenvolvimento e modelação de um determinado componente ou equipamento.

CAD

Durante o desenvolvimento de um projeto mecânico é essencial a realização de desenhos de componentes e equipamentos. No início da década de 80, com o aparecimento dos primeiros programas de desenho assistido por computador ou CAD, houve uma redução no número de desenhadores nas empresas e, com o avanço da tecnologia e a evolução dos *softwares*, nos dias atuais o desenho manual torna-se cada vez mais escasso. O CAD consiste na criação de um modelo 3D de um equipamento ou componente (Figura 12 a)) [37]. O modelo 3D é desenvolvido pela adição progressiva e sequencial de características geométricas. É gerada uma estrutura interconectada que, quando corretamente definida, facilita a criação de modelos mais flexíveis e reutilizáveis. Todo o processo é registado em forma de árvore no *software* [38]. Os *softwares* CAD têm diversas aplicações nas díspares áreas de negócio, mas atualmente é imprescindível a sua utilização em engenharia [37]. Alguns exemplos de *softwares* CAD usados em engenharia incluem o Solidworks®, Autocad, Catia e Zwcad.

CAE

A engenharia assistida por computador ou *Computer-Aided Engineering* (CAE) consiste numa tecnologia de simulação utilizada, amplamente na engenharia, para gerar, verificar, validar e otimizar as soluções de projeto [39]. Enquanto o CAD é utilizado para definir a forma e o design do componente modelado, o CAE é usado para verificação estrutural [40]. Esta tecnologia permite simular o desempenho de produtos para melhoria do seu design e assistir à resolução de problemas de engenharia [39]. Por detrás desta tecnologia de simulação, uma das ferramentas numéricas mais usadas é o método de elementos finitos (MEF). Este método, quando aplicado a uma estrutura mecânica, é capaz de proporcionar ao engenheiro uma análise detalhada das tensões, deformações e frequências modais da estrutura (Figura 12 b)) [40]. Alguns *softwares* CAE utilizados são o Solidworks®, Ansys Mechanical e Abaqus/CAE.

CAM

O fabrico assistido por computador ou *Computer-Aided Manufacturing* (CAM) consiste numa ferramenta que utiliza a tecnologia computacional para auxiliar o processo de fabrico. O CAM está diretamente relacionado com o CAD, sendo necessário possuir o modelo 3D para serem definidas, no *software*, as etapas de fabricação. Trata-se de um procedimento automatizado, através da utilização de um método de controlo numérico computadorizado (CNC), que permite um elevado controlo dos processos de fabrico como a furação ou o torneamento. O CAM permite ainda precisão elevada na produção dos componentes. O fabrico por CNC é usado para criar um código de programação, *G-code*, posteriormente inserido em máquinas CNC, para realizar todos os passos de fabrico (Figura 12 c)) [41]. Powermill, Mastercam e EnRoute são exemplos de *softwares* CAM usados na indústria.

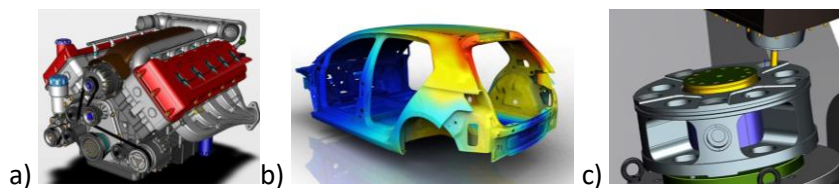


Figura 12 - a) CAD de um motor [42]; b) Simulação de um chassi de um automóvel [43]; c) Simulação CAM [44]

2.2.5. Dimensionamento de componentes e otimização

Durante o desenvolvimento de um projeto mecânico há a necessidade de o engenheiro realizar a respetiva verificação estrutural de modo a garantir a fiabilidade e segurança de todos os componentes. Assim, é possível dividir este processo em dois grupos: dimensionamento através de técnicas analíticas e dimensionamento usando o MEF. Normalmente, a análise analítica é usada numa fase de dimensionamento inicial do projeto, enquanto o MEF permite uma resposta realista de detalhes do produto a desenvolver. A análise analítica pode ser incorporada em processos de dimensionamento de componentes menos complexos. Posteriormente, o projeto pode ser analisado e refinado com o uso do MEF [45].

2.2.5.1. Dimensionamento analítico

O dimensionamento analítico, em engenharia, consiste no cálculo manual das dimensões de componentes estruturais de um projeto, sujeitos a cargas. O objetivo deste tipo de análise é verificar se o material é capaz de suportar as cargas impostas, ou seja, a tensão de cedência do material deverá ser superior à tensão equivalente num determinado ponto. Para este efeito, destacam-se dois critérios de dimensionamento, denominados critério de Tresca e critério de von Mises.

- **Critério de Tresca**

A tensão equivalente no critério de Tresca ou critério da tensão tangencial máxima, apresentada na Equação (1), é definida por metade da diferença máxima absoluta entre as

tensões principais máxima e mínima num determinado ponto da estrutura ou componente a ser analisada [46].

$$\sigma_T = \sigma_1 - \sigma_3. \quad (1)$$

- **Critério de von Mises**

Pelo critério de von Mises ou critério de Energia de Distorção, a tensão equivalente, apresentada na Equação (2), é definida pela raiz quadrada de metade da soma dos quadrados das diferenças entre as tensões principais instaladas no componente a ser estudado [46].

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \quad (2)$$

2.2.5.2. Método de elementos finitos

O MEF é uma metodologia numérica que visa auxiliar o engenheiro projetista durante o desenvolvimento de soluções de projeto. Este método, na sua forma mais comum, resulta de um sistema de equações diferenciais ou integrais, que tem como base o método dos deslocamentos. No MEF estão envolvidas operações aritméticas de um grau de complexidade muito elevado devido ao tamanho das matrizes provenientes do sistema matemático [47].

Ao analisar uma estrutura ou um componente, o MEF divide o item em diversos elementos mais pequenos, conectados entre si por nós, nas suas fronteiras (Figura 13). Existem vários tipos de elementos, com diferentes características e graus de liberdade, aplicáveis em diferentes tipos de estruturas. Os elementos podem ser unidimensionais, bidimensionais, tridimensionais, entre outros. Estas análises podem ser estáticas ou dinâmicas [47]. Esta ferramenta tecnológica, através de o uso de *softwares* CAE, é bastante útil em diversas áreas de engenharia. Pode ser aplicado para realizar análises [47, 48]:

- De tensões e deformações;
- Térmicas;
- Sísmica;
- Eletromagnética;
- De vibrações e acústica;
- Entre outras.

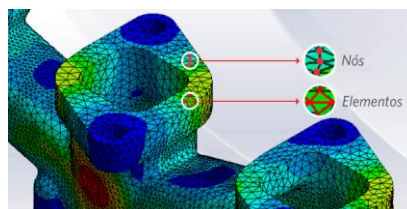


Figura 13 – Exemplo de simulação através de MEF [49]

Otimização

Por meio da aplicação do MEF, é possível otimizar estruturalmente os componentes e equipamentos projetados, uma tarefa que, nos dias atuais, se revela indispensável para o

desenvolvimento de soluções eficientes e inovadoras. Esta metodologia, denominada *Topological Optimization* (TO), consiste na realização de cálculos matemáticos iterativos de forma a analisar e melhorar as soluções de design dos componentes. A TO permite calcular a distribuição ideal de material num componente, ajustando a densidade de seus elementos para eliminar excessos ou partes desnecessárias, garantindo apenas o material essencial para suportar as cargas aplicadas, sem comprometer a falha da peça/estrutura. Esta ferramenta é muito relevante para peças sujeitas a cargas elevadas [50].

2.2.6. Automação e controlo

Com o avanço da tecnologia e o decorrer das revoluções industriais, os sistemas automáticos foram cada vez mais implementados em todos os setores da indústria. Estes sistemas consistem na realização de tarefas executadas por uma máquina, sem assistência humana.

2.2.6.1. Tipos de automação

Os sistemas de automação estão classificados em três tipos: automação fixa, programável e flexível. O tipo de automação a ser implementada num determinado processo depende de algumas variáveis como o volume de produção e a variedade de produtos existentes no processo [51]:

- **Automação fixa:** utiliza equipamentos para automatizar uma sequência fixa de operações de montagem, por exemplo. Esta encontra-se associada normalmente a elevadas taxas de produção com poucas mudanças de design do produto [52];
- **Automação programável:** usa equipamentos para acomodar uma classe específica de alterações no produto e nas operações de processamento. É adequada para “produção em lote”. Máquinas CNC são um bom exemplo deste tipo de automação [52];
- **Automação flexível:** o equipamento é concebido para produzir uma variedade de produtos com mudanças rápidas (entre produtos). É possível alterar os produtos a fabricar de forma rápida [52].

2.2.6.2. Processos automáticos

Para a execução destes processos automáticos é necessário que exista energia (neste caso energia elétrica), um programa de instruções para guiar o processo e um sistema de controlo que aciona as instruções dadas ao equipamento, como mostra a Figura 14 [51].

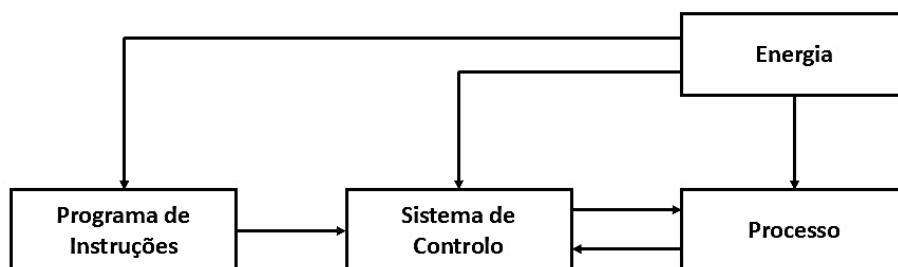


Figura 14 - Processos automáticos (adaptado de [51])

2.2.6.3. Programa de instruções

As ações realizadas por um processo automatizado são determinadas por um programa de instruções. Para qualquer operação de fabrico de um determinado componente, é necessário pelo menos uma etapa de processamento, exclusiva a essa mesma peça a produzir. As etapas de processamento são executadas durante um ciclo de trabalho. Todo o conjunto destas etapas é especificado num programa de ciclo de trabalho, denominado como programa de peça em controlo numérico. O programa de instruções é repetido a cada ciclo de trabalho [51]. Existem cinco categorias de programas de ciclos de trabalho, descrito na Tabela 4 desde o mais simples ao mais complexo.

Tabela 4 - Categorias de programas de ciclos de trabalho [51]

Controlo de <i>set-point</i>	O valor do parâmetro do processo é constante.
Controlo lógico	O valor do parâmetro do processo depende de variáveis.
Controlo sequencial	O valor do parâmetro muda em função do tempo.
Programa interativo	Ocorre interação entre o sistema de controlo e o operador.
Programa inteligente	O sistema de controlo exibe diversos aspetos inteligentes como resultado do programa do ciclo de trabalho.

Para orientar as operações de um sistema automático, é necessário ter em conta as seguintes características dos programas de ciclo de trabalho: parâmetros de processo, diferentes estilos de peças processados pelo sistema, número de etapas no ciclo de trabalho, participação manual no ciclo de trabalho, interação do operado, variações nos estilos de peças e variações nas unidades de trabalho iniciais [51].

2.2.6.4. Sistema de controlo

O sistema de controlo de um sistema de automação executa o programa de instruções. O sistema de controlo faz cumprir a função definida, ou seja, alguma operação. Os sistemas de controlo, num sistema automático, podem ser de [51]:

- Malha fechada, ou mais conhecido como sistema de controlo por *feedback*, visível na Figura 15;

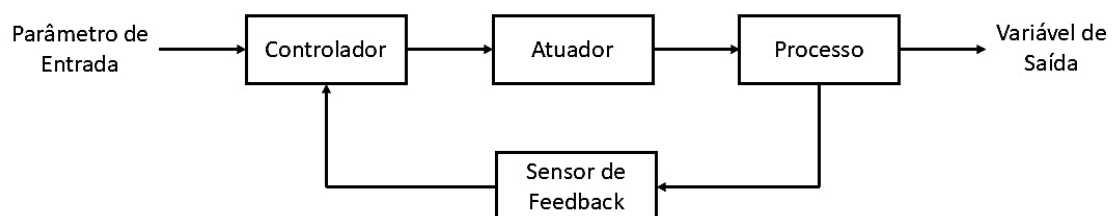


Figura 15 - Sistema de controlo de malha fechada (adaptado de [51])

- Malha aberta, em que o sistema opera sem malha de *feedback*, visível na Figura 16.

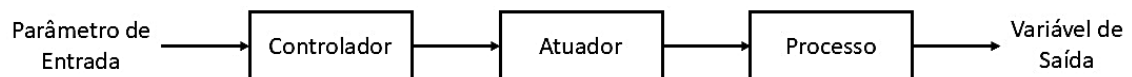


Figura 16 - Sistema de controlo de malha aberta (adaptado de [51])

2.2.7. Fabrico e comissionamento

Fabrico

O fabrico é um conjunto de procedimentos que tem como objetivo a agregação de valor. As matérias-primas, componentes ou peças são convertidos em bens, produtos finalizados ou mercadorias que conseguem satisfazer as expectativas dos clientes. Atualmente, ao contrário do que acontecia no passado, a maior parte dos processos realizados durante o fabrico são realizados com o auxílio de ferramentas e máquinas tecnologicamente avançadas. Os produtos ou equipamentos fabricados podem ser diretamente vendidos ao cliente final, ou revendidos como produtos finais ou ainda comprados por outros fabricantes para pós-processamento. Estes produtos são vendidos a um preço superior aos custos da matéria-prima e da produção, de modo a obter lucro, decorrente do valor acrescentado introduzido [53].

Comissionamento

O comissionamento é uma abordagem de engenharia bem planeada, documentada e gerida, destinada ao arranque e entrega de instalações, sistemas e equipamentos ao utilizador final. Este processo tem o objetivo de garantir um ambiente seguro e funcional, que atenda aos requisitos de projeto definidos e às expectativas das partes interessadas (*stakeholders*). Ou seja, o comissionamento verifica se todos os componentes especificados no projeto foram instalados, se o equipamento funciona corretamente e se foi entregue com sucesso ao utilizador. Desta forma, é possível assegurar que, caso o equipamento ou sistema seja comissionado com sucesso, este fica certificado para utilização industrial [54]. O comissionamento pode ser aplicado a novos equipamentos ou a equipamentos já em funcionamento, sendo necessária atenção especial para projetos recém desenvolvidos [55].

2.2.8. Estado-da-arte

Na Tabela 5 são expostos trabalhos relevantes elaborados recentemente na área de desenvolvimento de projeto de equipamentos.

Tabela 5 - Estado-da-arte de projeto mecânico

Autor(es)	Descrição
Barbosa, et al. [56]	Este trabalho teve como objetivo desenvolver um projeto de uma máquina de corte duplo de cabos espirais para um setor automóvel, que tem vindo a procurar tecnologias e implementação de equipamentos inovadores. Durante o processo de desenvolvimento utilizou-se a metodologia <i>Design Science Research</i> (DSR). Baseado em estudos de equipamentos já existentes no mercado, o desenvolvimento desta máquina automática permitiu que se obtivesse como principal resultado a duplicação da produção, visto que geralmente este processo é realizado por um corte simples. O equipamento apresentou uma redução no custo de 28% face ao projeto inicial. As dimensões da máquina também foram reduzidas e o sistema de limpeza foi simplificado, o que permitiu facilitar a montagem da mesma.

Tabela 5 - Estado-da-arte de projeto mecânico, continuação

Autor(es)	Descrição
Pereira, et al. [57]	Este projeto consistiu no desenvolvimento de um sistema de carregamento sem fios para veículos subaquáticos autónomos. Esta tecnologia permite que os veículos possam permanecer mais tempo debaixo de água, carregando a bateria numa estação de acoplamento. Foram desenvolvidos protótipos, previamente analisados com ferramentas de MEF, após a escolha do material pelo método de Ashby. Os resultados deste desenvolvimento foram positivos, já que permitiu a otimização do carregamento sem fios e garantindo até 75% de eficiência energética.
Nunes, et al. [58]	Este trabalho teve como objetivo analisar e melhorar a eficiência de um processo de fabrico, a estampagem, na indústria automóvel. Um dos principais objetivos era a redução dos tempos de fabrico, visto que neste ramo industrial o número de encomendas tende a aumentar. É impraticável aumentar o número de equipamentos ou de operadores numa empresa, sendo que os processos existentes não se encontram otimizados. Com isto, depois de aplicadas algumas ferramentas como a análise <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA), o novo conceito conseguiu reduzir os tempos do processo, e ainda demonstrou uma elevada redução de peso, o que permitiu obter uma maior fiabilidade do sistema.
Alarinta, et al. [59]	Neste estudo foi integrada uma metodologia de projeto de chassi de automóveis elétricos de competição, seguindo o regulamento da <i>Shell Eco Marathon</i> . Esta metodologia, denominada <i>Chassis Load Calculator</i> (CLC) e baseada na modelação e simulação do chassi, tem como função calcular automaticamente as cargas totais impostas na estrutura do veículo e determinar o valor mais elevado da tensão instalada. Foi feita a análise através do método de elementos finitos com auxílio do <i>solver</i> Ansys. Este estudo destaca-se pela sua precisão, baixo custo e elevada rapidez na determinação de resultados. Como trabalho futuro é referido aplicar o CLC em mais casos de estudo para otimização de dimensões e materiais a utilizar.

2.3. Manuseamento de produtos para a indústria alimentar

O manuseamento de produtos na indústria alimentar requer algumas precauções a nível de higiene e segurança, de modo a garantir a qualidade do produto final. Neste capítulo são abordados temas como o manuseamento e a sustentabilidade destes produtos, culminando na solução de projeto de desenvolvimento de uma máquina de desempacotamento automático. Também são apresentados os artigos mais recentes sobre este tema.

2.3.1. Necessidade de manuseamento

O manuseamento consiste na função de mover o material correto para o local certo, no momento exato, na quantidade e sequência corretas e colocação na posição planeada [60]. Com a evolução da cultura e melhoria dos sistemas de produção e distribuição, é natural que haja a necessidade de um desenvolvimento das práticas de manuseamento dos materiais. O manuseamento de produtos desempenha um papel crucial na indústria visto que o transporte de componentes e materiais é uma etapa-chave entre processos de produção e distribuição. O manuseamento industrial eficiente tem um impacto significativo na produtividade, segurança, qualidade dos produtos e os custos operacionais [61]. Na atualidade, os sistemas de controlo de materiais, como sistemas de numeração de peças ou sistemas de *stocks*, são fundamentais

nos processos de manuseamento. O manuseamento de materiais pode ser dividido em cinco dimensões distintas, verificadas na Tabela 6 [60].

Tabela 6 - Dimensões do manuseamento (adaptado de [60])

Movimento	Transporte de um material de um ponto para outro
Quantidade	Determina o tipo do equipamento a utilizar, bem como o custo por unidade
Tempo	Determina a rapidez com que o produto se pode movimentar pela instalação
Espaço	Diz respeito ao espaço ocupado para o armazenamento do material e dos equipamentos de movimentação
Controlo	Rastreamento do material e gestão de <i>stocks</i> são exemplos de controlo de manuseamento

O processo de manuseamento pode ser dividido em 10 princípios, o que permite facilitar todas as etapas do processo e reduzir o número de falhas ou acidentes durante o transporte de materiais ou componentes [60]. Estes 10 princípios estão enumerados na Figura 17.

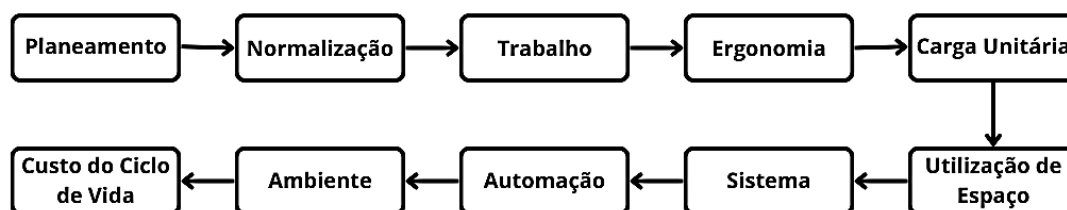


Figura 17 - Princípios do manuseamento (adaptado de [60])

2.3.1.1. Manuseamento na indústria alimentar

Na indústria alimentar é de salientar que todas as etapas de manuseamento requerem um cuidado suplementar no que toca a higiene e segurança. Neste tipo de indústria são manuseados três tipos de matérias-primas a incorporar o produto final: matérias-primas sólidas, líquidas e gases (Figura 18) [62].

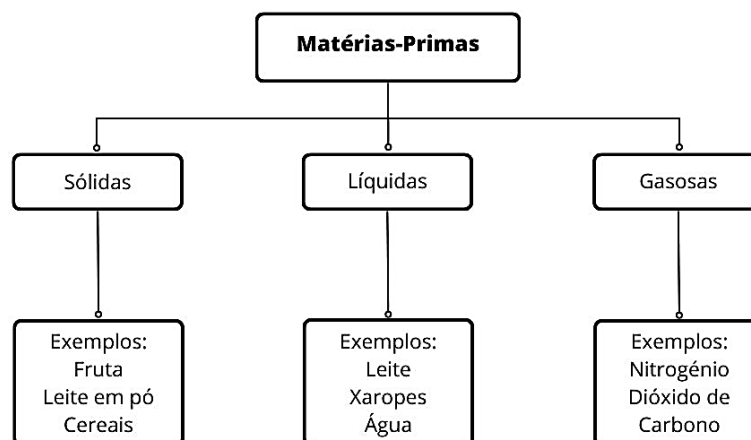


Figura 18 - Matérias-primas a manuseadas na indústria alimentar (adaptado de [62])

Dependendo do estado físico da matéria-prima, determinadas propriedades condicionam o manuseamento e armazenamento desta na área de produção, mas também o seu transporte

externo até ao local de fabricação ou armazém. Grande parte dos produtos alimentares são armazenados em tanques e futuramente transportados para a linha de produção por bombagem ou transporte pneumático, hidráulico ou mecânico, sujeitos a procedimentos intermediários como limpeza e triagem. Algumas características físicas e geométricas, como o tamanho, densidade e viscosidade, desempenham papéis fundamentais nestas etapas de manuseamento de produtos alimentares [62].

2.3.2. Tipos de manuseamento e aplicações

Como já referido, o manuseamento é uma etapa fundamental na indústria. No setor alimentar o manuseamento pode ser dividido em dois grandes grupos: **manuseamento manual**, que envolve a intervenção direta do ser humano, e **manuseamento automático**, realizado por máquinas para uma maior eficiência. Cada um destes tipos é aplicado conforme as necessidades de cada processo, sempre com o objetivo de garantir a segurança do transporte.

2.3.2.1. Manuseamento manual

O manuseamento manual é definido como qualquer atividade que exija o uso de força exercida por uma pessoa para levantar, baixar, empurrar, puxar, transportar ou de qualquer outra forma mover, segurar ou conter um objeto, pessoa ou animal. Como o manuseamento manual requer esforço humano, estas atividades podem causar riscos para a saúde dos operadores. Na indústria, atividades de manuseamento manual são comuns em ramos como a transformação, manutenção e reparação de equipamentos e instalações técnicas [63]. Os ergonomistas têm vindo a desenvolver medidas e procurar soluções para reduzir o risco de lesões e acidentes de trabalho aos operadores, aplicando abordagens epidemiológicas, biomecânicas, fisiológicas e psicofisiológicas. Lesões nas costas são as mais usuais nos trabalhadores que executam tarefas de manuseamento manual [64, 65]. Considera-se os seguintes tipos de manuseamento como os mais usuais: empurrar, puxar, carregar e conter [64].

2.3.2.2. Manuseamento automático

O manuseamento automático consiste no transporte, armazenamento e manuseamento de produtos através do uso de máquinas automatizadas e equipamentos eletrónicos [66]. Na indústria alimentar, as principais categorias de equipamentos de manuseamento automático são: sistemas de transporte, sistemas robóticos e sistemas de armazenamento.

Sistemas de transporte

Transportadores

Os transportadores são equipamentos utilizados na indústria para movimentar cargas, de forma contínua ou intermitente, ao longo de um percurso fixo. Estes equipamentos podem ser gravitacionais ou movidos a motor. Este tipo de máquina mantém-se estático, porém alguns dos seus componentes movem-se, fazendo com que as cargas a transportar se desloquem sobre o equipamento [67]. Os principais tipos de transportadores na indústria são:

- **Transportadores de correia:** Estes transportadores são constituídos por uma correia, plana e flexível, que pode ser fabricada de diversos materiais como tecido, borracha, plástico, entre outros. Esta correia é colocada sobre dois tambores nas extremidades, um deles acionado por um motor elétrico. Ao rodar, o motor faz movimentar a correia, que por sua vez transporta os materiais colocados sobre este. Para manter a correia esticada existe um mecanismo de tensionamento. Todos estes componentes estão montados numa estrutura metálica fixa, capaz de oferecer a rigidez necessária ao equipamento. Existem diversos modelos de transportadores de correia, cada um deles com aplicações diferentes nas diversas áreas industriais. No setor alimentar é muito comum encontrar transportadores com alhetas (Figura 19 a)), capazes de transportar embalagens individuais em cada um dos espaçamentos do transportador, por exemplo. Uma variação destes transportadores são os transportadores inclinados com alhetas (Figura 19 b)), capazes de transportar os produtos para uma posição com uma altura superior quando comparada com a posição inicial [67].

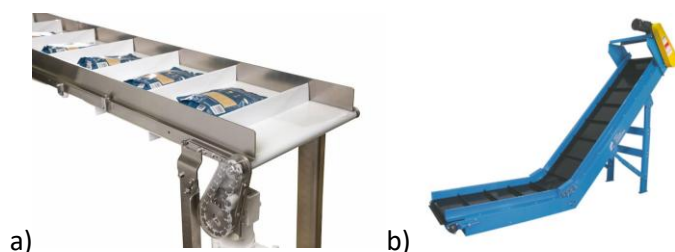


Figura 19 - a) Transportadores com alhetas [68]; b) Transportadores inclinados com alhetas [69]

- **Transportadores de rolos:** Este tipo de transportadores (Figura 20 a)) é construído com rolos, tal como o nome indica. Toda a estrutura metálica que suporta os rolos é estática e, apenas com a rotação dos rolos, as cargas são movimentadas na direção de rotação. Estes transportadores podem ser livres ou acionados por um motor. Estes últimos permitem o transporte de materiais sem nenhum impulso externo, ou seja, de forma automática [70].
- **Transportadores helicoidais:** Estes transportadores (Figura 20 b)) funcionam como um parafuso. Estes tipos de transportadores são constituídos por um tubo central e uma hélice à volta do tubo, como se fosse uma rosca. À medida que o tubo gira, o produto é empurrado pela hélice. Assim, com cada rotação do tubo, o produto consegue mover-se na direção axial do tubo. Este tipo de equipamento é muito utilizado na indústria alimentar para transportar produtos a granel, como por exemplo frutas, vegetais e cereais [71].

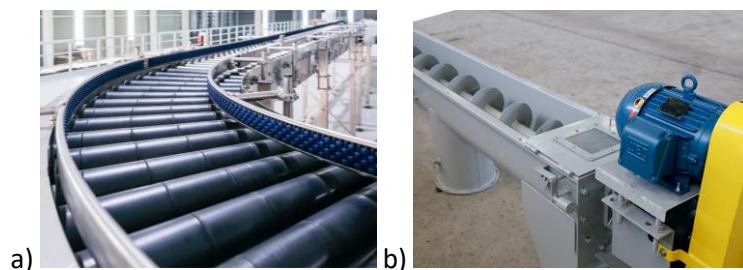


Figura 20 - Transportadores: a) de rolos [72]; b) de rosca [73]

Veículos autônomos

Os veículos autônomos são utilizados amplamente na indústria para deslocar mercadorias de um ponto da fábrica para outro, sem que seja necessária a manipulação de um operador. Os veículos mais comuns são o *Shuttle Cars* (SC), *Rail Guided Vehicles* (RGV) e *Automatic Guided Vehicles* (AGV). Os SC e os RGV são veículos autônomos que circulam em carris, ou seja, têm o seu itinerário definido. O SC (Figura 21 a)) e os RGV (Figura 21 b)) conseguem transportar materiais de forma eficiente e precisa, sendo amplamente utilizados para movimentação de cargas em ambientes industriais.

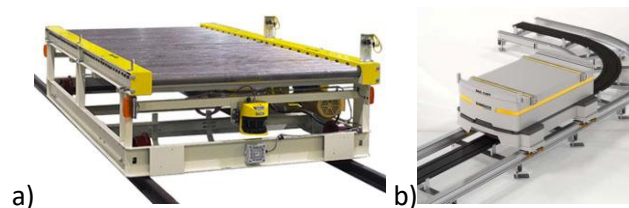


Figura 21 - Veículos autônomos: a) SC [74]; b) RGV [75]

O AGV (Figura 22) é um veículo não tripulado, que, como já referido, tem como objetivo realizar o transporte de materiais no chão de fábrica. Este sistema possui sensores de distância, um controlador e uma bateria para fornecer energia para este se movimentar. Este equipamento realiza uma condução automatizada e é capaz de reconhecer locais. O AGV consegue transportar cargas de um determinado ponto até outro sem que colida com pessoas ou objetos. Este veículo, com a chegada de sistemas de automação inteligentes à indústria, tem sido bastante requisitado, principalmente para resolver problemas de logística [76].



Figura 22 - Exemplo de um AGV [77]

Sistemas robóticos

Segundo o Instituto de Robótica da América, um robô é um manipulador multifuncional reprogramável, concebido para mover materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis programados para a execução de tarefas. Existem quatro principais grupos de componentes que constituem um robô [67]:

- **Manipulador:** Consiste no corpo do robô e tem como função a movimentação e articulação do robô. O manipulador robótico é capaz de se movimentar segundo vários graus de liberdade, conforme a aplicação desejada. O manipulador tem normalmente três elementos estruturais: o braço, o pulso e a mão, como se fosse um membro humano. A mão é responsável por segurar os materiais a transportar;
- **Sensores:** Têm como principal função informar o controlador do robô sobre o estado do manipulador. Existem diversos tipos de sensores, aplicados para fornecer informações de força, velocidade, posição e reconhecimento de objetos, por exemplo;

- **Controlador:** É o microcomputador que atua como o cérebro do robô. Estes equipamentos têm geralmente três funções: i) Controlar os movimentos e a sequência dos robôs, nos pontos desejados; ii) Armazenar dados de posição e sequência; iii) Comunicação com os sensores instalados no robô;
- **Fonte de alimentação energética:** Este componente tem como função fornecer energia elétrica ao robô para permitir o movimento do manipulador e o normal funcionamento do controlador e dos sensores.

Na indústria alimentar existe uma grande variedade de robôs, aplicáveis em quase todo o tipo de funções. No que toca a manuseamento, os braços robóticos (Figura 23 a)) desempenham um trabalho crucial e permitem o transporte de cargas com uma precisão elevadíssima.

Sistemas de armazenamento

Neste tipo de sistemas estão incluídos os armazéns automáticos. Estes armazéns, conhecidos como AS/RS - *automated storage and retrieval system* (Figura 23 b)), consistem num conjunto de equipamentos e controlos que armazenam e retornam, com precisão, componentes e materiais, conforme o pedido. Na atualidade, este tipo de equipamento é fundamental em indústrias de grandes dimensões, pois permite controlar o stock existente de forma automática devido ao registo de entrada e saída dos produtos armazenados. Também é registada a localização dos materiais através de sistemas de codificação [78].

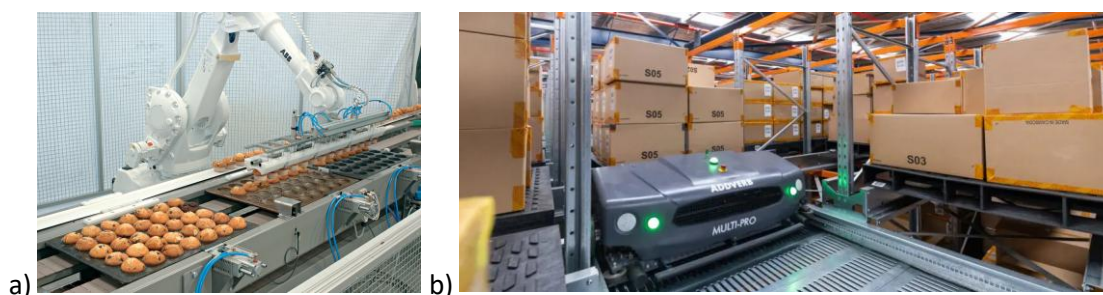


Figura 23 - Sistemas de manuseamento automático: a) Braço robótico para a indústria alimentar [79]; b) Armazém automático [80]

2.3.3. Vantagens do manuseamento automático

Implementar a automação em processos de manuseamento traz uma variedade de vantagens em comparação com o manuseamento manual. As principais vantagens são [51, 60]:

- **Redução do custo de produção.** O aumento do custo de mão-de-obra tem sido uma tendência em todos os setores industriais de todo o mundo. Por consequência, é feito um maior investimento em automação para substituir as operações manuais, de modo a ser mais rentável economicamente reduzir o custo unitário do produto;
- **Aumento da produtividade do trabalho.** Automatizar uma operação de manuseamento aumenta invariavelmente a taxa de produção e a produtividade do trabalho, visto que os materiais são transportados com mais rapidez e eficiência. Deste modo, é possível obter uma maior produção por hora de trabalho;

- Melhoria da segurança e das condições de trabalho dos operadores. O processo de automatização uma determinada operação de manuseamento, e transferência do trabalhador de uma participação ativa no processo para uma função de monitorização, ou remoção total do trabalhador do procedimento, torna o trabalho mais seguro. A Indústria 5.0 foca-se na segurança e no bem-estar físico do trabalhador, o que promove um aumento dos processos automatizados e retira operações potencialmente perigosas para o ser humano, no que toca a manuseamento;
- Melhoria da qualidade do produto. A automatização não só resulta em taxas de produção mais elevadas do que a operação manual, como também realiza o processo de fabrico com maior consistência e conformidade com as especificações de qualidade;
- Eliminação de tarefas manuais repetitivas. O processo de automatizar elimina operações que são rotineiras e cansativas, como por exemplo colocar manualmente produto num determinado recipiente durante todo o expediente. A automatização de este tipo de tarefas melhora as condições de trabalho do operador, o que possibilita aumentar a sua eficiência e reduzir o cansaço físico e psicológico;
- Redução do *lead time* de fabricação. A automatização de processos de manuseamento contribui para diminuir o tempo entre o pedido do cliente e a entrega do produto, o que proporciona uma vantagem competitiva ao fabricante para futuras encomendas. Com a redução do *lead time*, também é possível diminuir o *stock* em processo, sendo possível ter um maior controlo do mesmo.

2.3.4.Sustentabilidade

Na indústria alimentar, a sustentabilidade é definida pela produção e consumo de alimentos de forma a apoiar o bem-estar das gerações, satisfazendo as necessidades do presente sem comprometer o futuro. Com o crescimento rápido da indústria alimentar, têm-se observado processos a melhorar a nível da sustentabilidade. Exemplos destas práticas são o consumo exagerado de água nos alimentos, elevadas emissões de gases que provocam efeito de estufa, uso de produtos químicos nocivos à saúde e consumo extremo de energia elétrica [9]. Associado à indústria alimentar e aos problemas ambientais, está a reciclagem das embalagens dos alimentos. A UE mantém-se focada em minimizar o impacto ambiental neste sentido. Para este efeito, o processo de deposição de embalagens, assim como a eliminação dos resíduos alimentares das embalagens, deve ser melhorado. Durante o processo industrial de embalamento dos alimentos, é preciso ter em conta a utilização de embalagens adequadas, produzidas com material reciclável, para reduzir o efeito negativo das mesmas no ambiente [81]. A economia circular (Figura 24) é um conceito ambiental e económico que tem como ideologia a regeneração e circulação, ou seja, a transformação ou utilização de resíduos em novos produtos ou processos, o que possibilita fechar o círculo “produto - resíduo – produto”. Com o aumento da indústria alimentar, mais resíduos são gerados e o grande objetivo deste conceito é dar utilidade a estes restos. É essencial que as indústrias do setor alimentar se consciencializem que estes resíduos têm diversas aplicações, como matérias-primas incorporadas noutros processos [82].



Figura 24 - Conceito de economia circular [83]

2.3.5. Equipamentos de desempacotamento automático

De modo a incorporar um comportamento sustentável e economicamente vantajoso, foi feito um estudo do mercado de equipamentos de desempacotamento automático. Todos estes equipamentos têm com objetivo separar o conteúdo inserido no interior de embalagens, destas mesmas, o que possibilita enviar as embalagens praticamente sem resíduos para reciclagem. Os restos alimentares, dependendo da aplicação e do equipamento utilizado, podem ou não ser reaproveitados devido à contaminação e falta de higiene durante o processo de desempacotamento. Na Tabela 7 são apresentados equipamentos de desempacotamento automáticos para embalagens de líquidos.

Tabela 7 - Equipamentos de desempacotamento automático

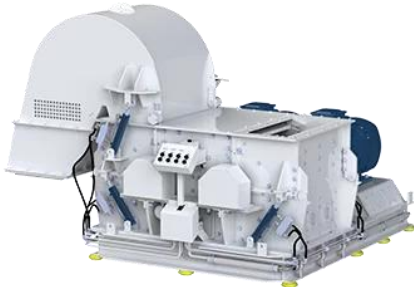
<i>Depacker</i>  Figura 25 - Depacker [84]	A Tecnofer, empresa situada da Itália, comercializa a <i>Depacker</i> que consiste num equipamento de separação de resíduos das suas embalagens. Esta máquina é projetada para separar embalagens de cartão, plástico e alumínio de resíduos sólidos e líquidos. A <i>Depacker</i> uma capacidade de desempacotamento de até 50 toneladas por hora, dependendo do material. Este equipamento está enquadrado na economia circular e reduz a pegada de carbono, devido a possuir um baixo consumo energético, e reduz o custo de reciclagem [84].
<i>Depackaging machine DRM</i>  Figura 26 - Depackaging machine DRM [85]	Esta máquina, produzida pela Tietjen, empresa Alemã, foi concretizada para realizar a separação de produtos através de um mecanismo de rolo duplo. Este equipamento possui foco na eficiência económica, apresenta um baixo consumo de água e energia elétrica. Esta é uma máquina versátil, que permite o desempacotamento de produtos alimentar diversos, sólidos e líquidos. Esta tem ainda uma capacidade de processamento de até 25 toneladas por hora [85].

Tabela 7 - Equipamentos de desempacotamento automático, continuação

LiquiDrainer	Este equipamento, fabricado pela empresa Alemã denominada Strautmann Umwelttechnik, é capaz de esvaziar embalagens de produtos alimentares líquidos. A máquina separa os produtos alimentares das embalagens e ainda consegue direcionar os líquidos para um reservatório ou linha de bombeamento. Estima-se que 7500 garrafas de litro sejam esvaziadas por hora, o que permite uma otimização de custos e de tempo ao cliente. Com este equipamento, tarefas de manuseamento manual monótonas são eliminadas, o que é uma mais valia [86].
	
Figura 27 - LiquiDrainer [86]	

2.3.6. Soluções de projeto associadas

Após se realizar uma análise dos mecanismos existentes no mercado, foi possível concluir que os equipamentos desempenham a função de desempacotamento e separação dos produtos alimentares com sucesso. Porém, nenhuma destas máquinas tem o objetivo de reaproveitamento do conteúdo alimentar para um novo consumo. Deste modo, e de acordo com o principal objetivo deste trabalho, é necessário pensar num futuro desenvolvimento de um equipamento 100% higiénico, que possibilite a não contaminação do produto alimentar em questão. Assim, é necessário decompor este projeto, de forma prévia, em partes, de modo a obter uma solução de projeto. Para que este seja cumprido com sucesso, o mecanismo tem de possuir diversos sistemas, representados de seguida:

- Sistema de transporte das embalagens até ao equipamento de desempacotamento;
- Sistema de desempacotamento;
- Sistema de bombeamento do produto;
- Sistema de lavagem automático;
- Sistema de transporte das embalagens vazias.

Sistema de transporte das embalagens até ao equipamento de desempacotamento

Para se realizar o transporte das embalagens até ao sistema de desempacotamento é necessário pensar numa solução. Como as embalagens podem ter formas variadas e caso seja necessário individualizá-las, uma opção a considerar é um transportador de correia com alhetas (Figura 19).

Sistema de desempacotamento

Para a etapa de desempacotamento, é possível utilizar um mecanismo semelhante ao da máquina LiquiDrainer (Figura 27). Este equipamento apresenta um mecanismo de um rolo rotativo que perfura, rebenta e esmaga as embalagens, como é possível visualizar na Figura 28. Este tipo de mecanismo suporta o desempacotamento de qualquer tipo de embalagem, o que pode ser uma vantagem, a analisar durante o desenvolvimento de um projeto [86].

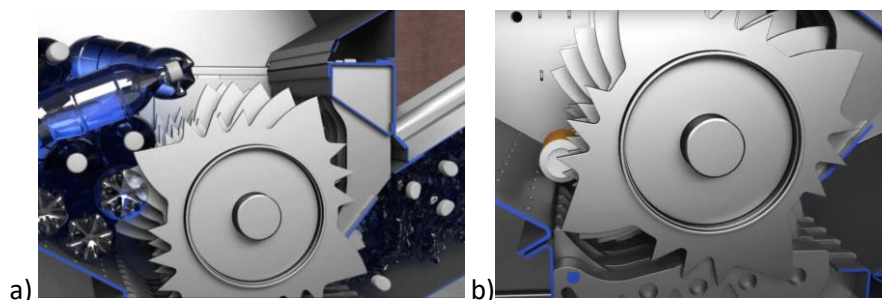


Figura 28 - Mecanismo com rolo rotativo [86]

Sistema de bombeamento do produto

Como se pretende reaproveitar o produto alimentar líquido, para ser colocado numa nova embalagem, é necessário que no projeto exista um sistema de bombeamento. Este sistema, constituído por uma bomba e um sistema de tubagens, está acoplado a um possível reservatório existente na máquina a desenvolver.

Sistema de lavagem automático

De modo a se desenvolver um projeto higiénico, é crucial a limpeza do equipamento. De modo a facilitar as tarefas do operador e higienizar todo o interior da máquina, é necessário instalar um sistema de lavagem automático, denominado *Cleaning-in-Place* (CIP). Os sistemas CIP permitem a limpeza de equipamentos ou tubagens sem que seja necessário realizar a desmontagem ou abertura do equipamento, e sem nenhum envolvimento manual por parte do operador. O processo de limpeza é realizado através de jato ou pulverizador (Figura 29), que fazem incidir soluções líquidas sobre as superfícies a higienizar [87]. Assim, de modo a manter a máquina sempre limpa após cada ciclo de trabalho, é essencial estudar a localização dos jatos ou pulverizadores a instalar no interior do equipamento.



Figura 29 - Pulverizador CIP [88]

Sistema de transporte das embalagens vazias

Para transportar as embalagens já sem conteúdo alimentar, é preciso recorrer a um transportador. Poderá ser também um transportador de correia, instalado no final do sistema de desempacotamento.

2.3.7. Estado-da-arte

Na Tabela 8 são expostos trabalhos relevantes elaborados recentemente na área de manuseamento na indústria alimentar.

Tabela 8 - Estado-da-arte de manuseamento na indústria alimentar

Autor(es)	Descrição
Soufi, Z. et al. [89]	Este estudo teve como objetivo analisar cinco empresas acerca dos sistemas de manuseamento utilizados, de modo a identificar os principais objetivos a enfrentar na inserção da indústria 4.0. Durante o estudo focou-se em alguns aspetos principais como o manuseamento de materiais e manuseamento automático de produtos. Concluiu-se que existe uma grande dificuldade na integração da automatização de manuseamento, devido à falta de um método bem estruturado para a aplicação prática de sistemas de manuseamento, o que leva a perdas financeiras significativas. De modo a melhorar estes aspetos, foi recomendado às empresas um maior desenvolvimento na recolha e tratamento de dados.
Harisha, S. et al. [90]	Este trabalho apresentou o projeto e implementação de um sistema automatizado de manuseamento de materiais para montagem de um equipamento de gravação de peças. Numa fase inicial foram analisadas todas as limitações existentes de modo a conseguir desenvolver a melhor solução possível. De modo a aumentar a produtividade e eliminar o cansado dos operadores, devido à tarefa repetitiva de gravação, foi projetada uma solução económica com um microcontrolador para automatizar o processo. Este equipamento apresentou uma melhoria significativa no ciclo de gravação dos componentes, conseguindo um tempo recorde de 18 segundos. A produtividade foi aumentada três vezes quando comparada ao manuseamento manual do processo.
Troisi, D. et al. [91]	Neste trabalho é apresentada uma pinça robótica destinada ao manuseamento de produtos alimentares. Deste modo, a pinça necessita de agarrar os alimentos de forma suave para não os danificar, porém sem deixar cair o produto. Foi desenvolvida uma solução de garra com quatro “dedos”, o que permitia uma melhor distribuição da pressão de contacto, evitando picos localizados. A “palma” da garra foi desenvolvida com duas partes macias de modo a otimizar o processo e facilitar a limpeza. Foram ainda realizados testes para avaliar a qualidade do transporte dos produtos alimentares, que foi considerada positiva. Contudo, existem melhorias a fazer no que toca ao <i>design</i> e rugosidade de algumas superfícies, de modo a tornar a ação de agarrar os alimentos ainda mais suave.
Vanderbeken, M. [92]	Este artigo de revisão expõe todos os requisitos que um desempacotador e separador alimentar, focado na reciclagem das embalagens, deve apresentar para ser de boa qualidade, e demonstra ainda as principais funções destes equipamentos. Estes, segundo o autor, são capazes de evitar desperdícios, focar na reutilização e reciclagem e além disso evitar a deposição das embalagens em aterros. Máquinas deste tipo devem ser capazes de aceitar todo o tipo de resíduos e abrir todo o tipo de embalagens, independente do tamanho ou formato. Além disso o equipamento deve ter como função não só abrir as embalagens, mas também esvaziá-las completamente, de modo a não entupir a saída das mesmas do mecanismo. O autor refere ainda alguns exemplos de desempacotadores existentes no mercado.

3. Desenvolvimento

Este capítulo apresenta de forma detalhada o projeto desenvolvido durante o estágio realizado na empresa de acolhimento, JPM Industry. É descrito o processo de desenvolvimento de um novo equipamento para o esmagamento de embalagens, baseado numa versão previamente existente que apresentava necessidades de melhoria.

3.1. Empresa de acolhimento

A empresa de acolhimento que permitiu a elaboração do projeto que resulta nesta dissertação é a JPM Industry, situada em Vila Cova de Perrinho, Vale de Cambra. Fundada em 1994 por José Paulo Martins, a JPM é uma empresa de referência internacional no desenvolvimento de soluções de engenharia. Caracterizada no mercado como sendo uma “fábrica de fábricas”, a JPM Industry desenvolve soluções e equipamentos para melhoria de processos industriais e intralogísticos dos seus clientes. A JPM possuiu uma forte presença nos setores alimentar, farmacêutico, químico e de intralogística. A empresa conta com instalações que ocupam uma área total de aproximadamente 15000 m² (Figura 30), onde estão localizados os setores de desenvolvimento e produção.



Figura 30 - Instalações da JPM Industry [93]

O desenvolvimento de novas soluções é da responsável da equipa de engenharia da empresa. Posteriormente, estas são encaminhadas para o setor de produção, onde são concretizadas com o suporte de toda a equipa de produção com o auxílio de uma gama de equipamentos de elevada qualidade disponíveis na empresa, sendo assim realizado um fabrico completamente interno [94]. A JPM aposta em soluções integradas e inovadoras, sustentadas por tecnologia de ponta, tendo como principais clientes de todo o mundo [95]. Com o crescimento da empresa ao longo dos anos, tornou-se necessário constituir um grupo empresarial que permitisse a expansão para outras áreas de mercado. Neste contexto, surgiu o Grupo JPM, atualmente composto por quatro empresas: JPM Industry, NFA - Nova Fabril Angola, Joint Steel Process Technologies e JPM Renováveis (Figura 31) [93].



Figura 31 - Grupo JPM [93]

A JPM Industry apresenta soluções de robótica e robótica móvel, bem como máquinas customizadas, sistemas de transportadores e soluções chave-na-mão, todas fundamentadas em sistemas de automação industrial e processos metalomecânicos. A empresa é capaz ainda de prestar uma gama completa de serviços desde a produção e instalação de equipamentos, até ao comissionamento e manutenção dos mesmos [96]. Em suma, a missão da JPM Industry é conceber, produzir, entregar e manter soluções tecnológicas, equipamentos, transportadores, sistemas intralogísticos e fábricas chave-na-mão, atendendo a clientes de diversos setores industriais a nível global, com o objetivo de maximizar a criação de valor. A visão da JPM Industry é alcançar um crescimento sustentável a longo prazo, consolidando-se como o principal parceiro industrial de empresas de alcance internacional [97].

3.2. Métodos

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada no presente trabalho, assim como as suas respetivas etapas. É ainda apresentado o equipamento de desempacotamento existente, e são definidos os requisitos que a nova máquina deve de cumprir.

3.2.1. Metodologia DSR

A metodologia utilizada no desenvolvimento desta dissertação foi a *Design Science Research* (DSR). Esta abordagem é amplamente utilizada em contextos em que se pretende a criação de novos conceitos com base em equipamentos ou sistemas já existentes [56]. Considerando que o propósito deste trabalho é desenvolver um novo conceito de equipamento, fundamentado numa unidade de esmagamento de embalagens já existente, a escolha da metodologia DSR mostra-se adequada [98]. De acordo com a estrutura proposta por esta metodologia, o processo de desenvolvimento do novo conceito foi organizado em seis etapas sequenciais, apresentadas e detalhadas na Tabela 9.

Tabela 9 - Metodologia DSR [56]

Identificação do problema	Análise da máquina atual, com descrição das suas limitações e identificação dos aspetos a melhorar.
Definição dos objetivos da solução	Estabelecimento dos objetivos e requisitos necessários para alcançar o resultado pretendido.
Criação da solução	Desenvolvimento do novo conceito, com base nos requisitos definidos.
Demonstração da solução	Implementação do conceito desenvolvido.
Avaliação da solução	Avaliação do desempenho da solução desenvolvida, com a verificação do cumprimento dos objetivos e requisitos estabelecidos.
Comunicação da solução	Comparação do equipamento inicial com o novo conceito desenvolvido, destacando-se as principais melhorias e resultados obtidos.

Como é possível verificar através da Tabela 9, o projeto começa com a análise do conceito atual, permitindo a identificação dos problemas e aspetos a melhorar no desenvolvimento do novo conceito. Após essa etapa estar concluída foi possível definir os objetivos e requisitos para alcançar um novo conceito que seja capaz de eliminar os problemas do equipamento atual. A primeira etapa do método DSR é detalhada nos capítulos 3.2.2., 3.2.3. e 3.2.4., enquanto a segunda etapa se encontra nos capítulos 3.2.5. e 3.2.6. A terceira etapa da metodologia, descrita no capítulo 3.3., consiste na criação da ideia do novo conceito, através do anteprojeto e produção de um protótipo de modo a validar o mecanismo desenvolvido. Na quarta e quinta etapas da metodologia DSR, apresentadas no capítulo 3.4., foi desenvolvido e validado analítica e numericamente o equipamento final, de modo a cumprir todos os requisitos e objetivos impostos inicialmente. No capítulo 4 foi realizada a última etapa da metodologia, realizando uma comparação entre o equipamento inicial e o equipamento desenvolvido nesta dissertação.

3.2.2. Descrição do processo

Neste capítulo, inicia-se a primeira etapa da metodologia DSR, que consiste no estudo do equipamento inicial e na identificação dos seus problemas. A empresa já havia desenvolvido um esmagador de embalagens, no entanto, surgiu a necessidade de desenvolver um novo conceito que resolvesse algumas limitações do equipamento existente, a detalhar posteriormente. O equipamento a desenvolver pretende constituir uma solução inovadora que garanta o esmagamento de embalagens de polietileno tereftalato (PET) assim como embalagens Tetra Pak.

É de salientar ainda que este tipo de equipamento é altamente eficiente em ambientes industriais, capaz de oferecer diversas vantagens para empresas do setor alimentar que lidam com produtos líquidos. Com a utilização de equipamentos deste género, o trabalho manual de desempacotamento é eliminado, o tempo de produção é otimizado, a necessidade de mão de obra é reduzida e, acima de tudo, evita-se o desperdício alimentar. Este tipo de equipamento normalmente segue uma sequência de etapas (Figura 32):

- 1) Embalagens rejeitadas da produção, por razões múltiplas, são transportadas até ao módulo de desempacotamento;
- 2) O módulo de desempacotamento tem de ser capaz de separar o produto alimentar da embalagem, num ambiente completamente higiénico de forma a não ocorrerem contaminações no alimento. A embalagem vazia e o produto alimentar líquido são encaminhados para o exterior do módulo de desempacotamento, porém por caminhos distintos;
- 3) As embalagens vazias são depositadas num contentor à saída do equipamento, para reciclagem;
- 4) O produto alimentar é enviado para uma linha de reaproveitamento por uma bomba;
- 5) Por fim, o equipamento deve ser equipado com um sistema CIP para garantir uma limpeza eficiente, de modo a assegurar que todo o processo seja realizado de forma higiénica.

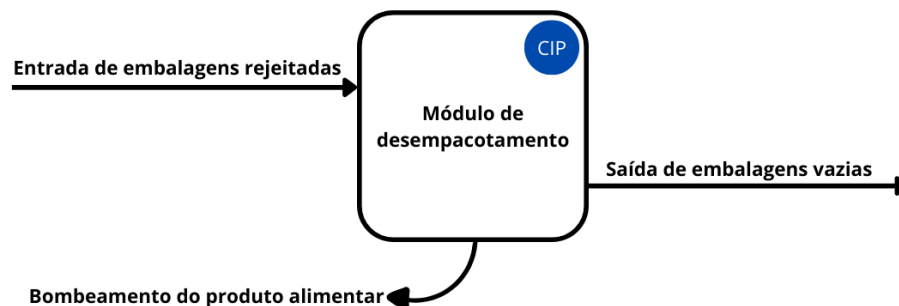


Figura 32 - Esboço do processo de desempacotamento

3.2.3. Equipamento de desempacotamento atual

Para se iniciar o desenvolvimento de um novo equipamento de desempacotamento foi necessário analisar o equipamento atual, já desenvolvido pela empresa no passado, apresentado na Figura 33. Este estudo foi essencial para perceber todo o funcionamento da máquina, compreender a função de todos os componentes e ainda perceber quais os aspetos a evoluir no desenvolvimento do novo equipamento. É de salientar que este mecanismo apenas esmaga embalagens Tetra Pak devido à geometria e posicionamento dos conjunto de rolos.

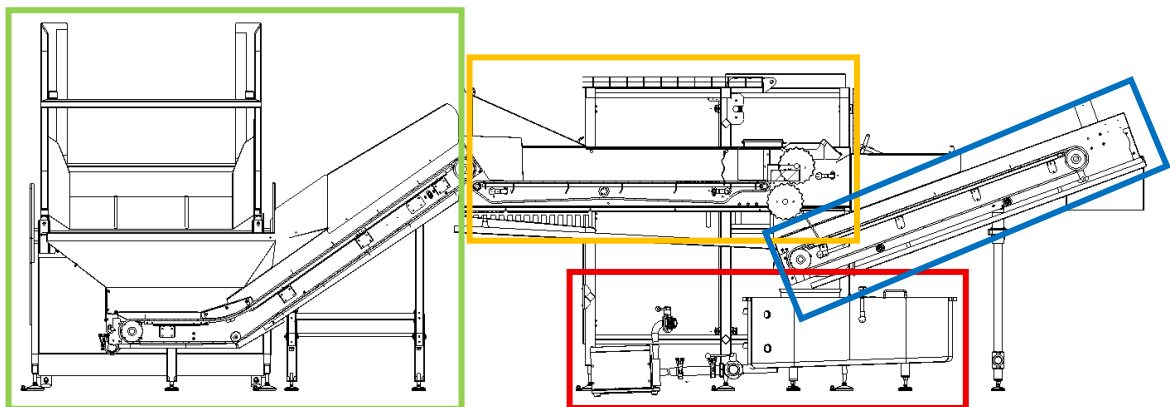


Figura 33 - Equipamento de desempacotamento atual

Numa fase inicial foi feita uma análise geral ao projeto de modo a se conseguir destacar os aspetos mais relevantes e realizar-se uma divisão do equipamento em subconjuntos. Este equipamento é composto então por 4 subconjuntos, designadamente:

- Transportador inclinado de embalagens para esmagamento (a verde na Figura 33);
- Módulo de desempacotamento (a laranja na Figura 33);
- Reservatório de produto alimentar e sistema de bombeamento (a vermelho na Figura 33);
- Transportador inclinado de embalagens vazias/esmagadas (a azul na Figura 33).

Após esta análise, foi possível compreender com mais detalhe todo o ciclo de reaproveitamento do produto alimentar, desde a entrada da embalagem no equipamento até à separação de produto e embalagem, sendo possível detalhar de seguida cada um dos quatro subconjuntos referidos.

Transportador inclinado de embalagens para esmagamento

Na fase inicial do processo é necessário que exista um contentor com as embalagens a esmagar (Figura 34). Este contentor é colocado numa base com um sistema elevatório/rotativo. Este mecanismo, composto por um conjunto de cilindros e um motor elétrico, despeja todas as embalagens num transportador inclinado. Para evitar que as embalagens sejam depositadas fora do transportador, existe uma tremonha colocada na zona de despejo. Após as embalagens serem despejadas, o contentor volta à sua posição inicial e o tapete do transportador encaminha as embalagens para o módulo de desempacotamento.

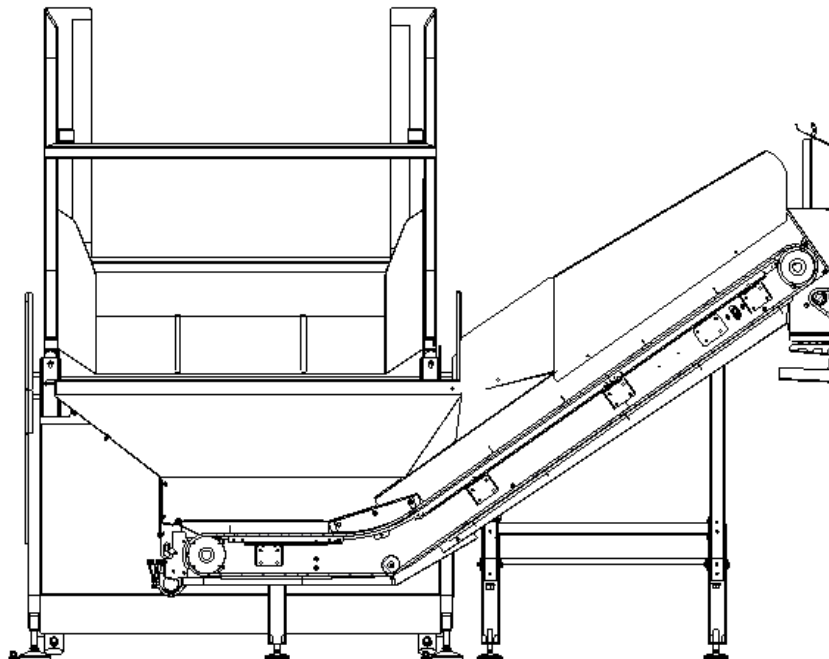


Figura 34 - Transportador inclinado de entrada de embalagens

Módulo de desempacotamento

A análise do conjunto principal, o módulo de desempacotamento, foi de elevada importância para se conseguir compreender o processo de esmagamento das embalagens. Este módulo, presente na Figura 35, é composto maioritariamente por 2 subconjuntos:

- Transportador horizontal de embalagens;
- Conjunto de esmagamento de rolo duplo.

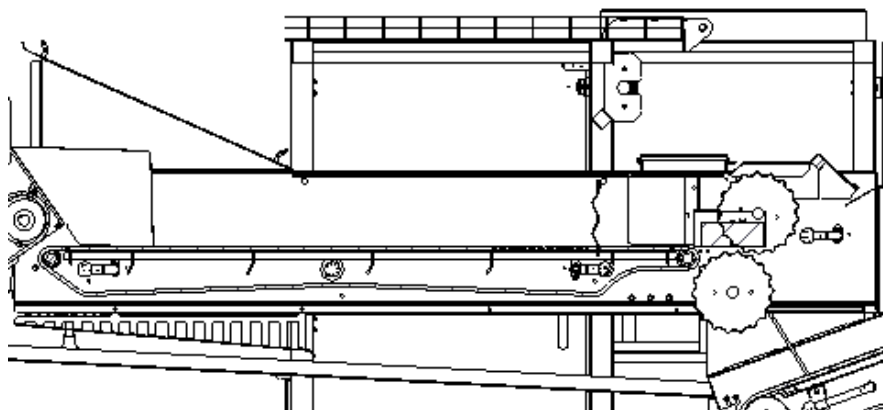


Figura 35 - Módulo de desempacotamento de embalagens

Como é possível visualizar na Figura 35, o transportador conduz as embalagens até ao conjunto de rolo duplo para que estas sejam esmagadas quando passam entre os dois rolos. O tapete do transportador possui saliências que empurram a embalagem, de modo a diminuir o escorregamento desta no tapete. Quando a embalagem chega junto dos rolos, esta é prensada contra os rolos, devido às saliências do tapete. Os rolos possuem também diversas estrias, que têm o objetivo de agarrar a embalagem de modo a esmagá-la. É de salientar ainda que os rolos giram em sentidos opostos de modo a conduzirem a embalagem para o seu interior. Quando a embalagem passa entre os rolos, dá-se uma diminuição do volume interior da garrafa, aumentando a pressão interior da embalagem que leva ao rebentamento da mesma, expelindo o conteúdo alimentar para o exterior do pacote. Posteriormente, a embalagem esmagada sai do lado oposto do rolo para ser transportada para o exterior do equipamento, enquanto o produto alimentar escorre até ao reservatório existente mais abaixo.

Reservatório de produto alimentar e sistema de bombeamento

O reservatório de produto alimentar, localizado no inferior do módulo de desempacotamento, permite acumular o líquido para posteriormente ser bombeado para uma outra linha de enchimento em novas embalagens (Figura 36). O reservatório possui uma determinada inclinação para que ocorra o escorregamento do produto alimentar líquido até à tubagem da bomba. Entre a bomba e o reservatório existe um filtro, assinalado na Figura 36, para impedir que certas impurezas provenientes do processo de esmagamento sejam encaminhadas para a linha de enchimento. O filtro também tem como objetivo impedir que impurezas de grande dimensão danifiquem a bomba.

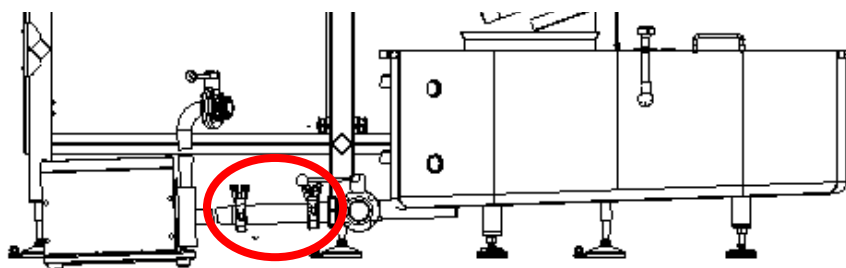


Figura 36 - Reservatório e sistema de bombeamento

Transportador inclinado de embalagens vazias

O transportador inclinado (Figura 37) tem o objetivo de conduzir as embalagens sem produto alimentar para um contentor de reciclagem, existente no final da linha. Quando as embalagens saem dos rolos de esmagamento, estas caem por gravidade neste transportador, cujo tapete é provido de *flaps*, e assim expulsa as embalagens do sistema.

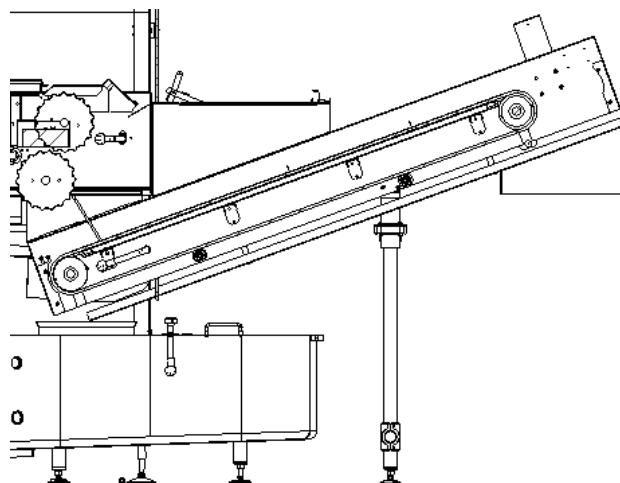


Figura 37 - Transportador inclinado de saída de embalagens vazias

É de salientar ainda que os quatro subconjuntos referidos anteriormente possuem um sistema de lavagem automática (CIP), de modo a higienizar o equipamento após cada ciclo de utilização.

3.2.4. Identificação de limitações e problemas

Após uma análise detalhada do equipamento atual, foi possível identificar as suas limitações e os aspetos a melhorar na nova solução. Esta é uma fase essencial do estudo em questão, pois é a base que permite o desenvolvimento de um novo equipamento eficiente, capaz de suprir as necessidades encontradas.

Limitações e problemas do equipamento atual

- Apenas funciona para embalagens Tetra Pak, devido à geometria e posicionamento do mecanismo utilizado;
- Há escorregamento das embalagens, e foram detetadas ineficiências no esmagamento das embalagens, provocando uma menor cadência (cerca de 1500 litros/hora);

Desenvolvimento

- É uma solução horizontal, como é possível ver na Figura 35, pelo que a gravidade não ajuda o esmagamento das embalagens;
- Não se trata de uma solução 100% estanque devido à construção não garantir a vedação.

Melhorias a aplicar no novo equipamento

- Encontrar uma solução de desempacotamento para embalagens PET e também para embalagens Tetra Pak;
- Adotar uma solução vertical, o que beneficia a capacidade de esmagamento das embalagens;
- Aumentar a cadência de esmagamento;
- Desenvolver um equipamento completamente estanque e higiénico.

3.2.5. Definição de objetivos específicos

Neste subcapítulo inicia-se a segunda etapa da metodologia DSR. Nesta fase são definidos os objetivos específicos que orientam o desenvolvimento da solução proposta. Assim, apresentam-se as metas a alcançar de modo a garantir que o sistema a desenvolver responda de forma eficaz aos problemas identificados anteriormente:

- Definir os requisitos a cumprir no desenvolvimento do projeto;
- Realizar um anteprojeto do equipamento, de modo a avaliar as soluções possíveis de integrar no equipamento;
- Após a definição dos sistemas a adotar, proceder ao desenvolvimento e fabricação de um protótipo de modo a validar o funcionamento adotado;
- Projetar um novo equipamento de desempacotamento completamente higiénico com o mecanismo validado anteriormente;
- Definir materiais e processos de fabrico;
- Desenvolver um plano de manutenção para o equipamento desenvolvido;
- Realizar uma análise de custos do equipamento.

3.2.6. Requisitos e especificações

Como já referido, foi necessário listar todos os requisitos a cumprir de modo a organizar a fase inicial do estudo do novo equipamento de desempacotamento de embalagens. Deste modo, os requisitos são:

- O equipamento de desempacotamento deve desempacotar tanto embalagens de PET como embalagens Tetra Pak;
- A máquina tem de permitir a reutilização do produto alimentar desempacotado, através da utilização de filtros;
- Desenvolver um equipamento de desempacotamento de elevado nível higiénico, adotando algumas práticas construtivas para o efeito, tais como evitar locais de acumulação de resíduos/produto alimentar, priorizar processos de soldadura a processos de ligação aparafusada e o uso de componentes higiénicos;

- O equipamento de desempacotamento tem de ser desmontável de modo a possibilitar a realização de tarefas de manutenção e limpeza manual em alguns locais de difícil acesso;
- Ser um equipamento capaz de garantir a segurança de operação e instalação, de modo a eliminar qualquer perigo para os operadores. Para tal, devem-se usar sensores de segurança em zonas que possam apresentar algum perigo;
- O mecanismo de desempacotamento das embalagens não deve triturar as embalagens, de modo a evitar a formação de resíduos;
- O equipamento tem de reduzir tarefas repetitivas de manuseamento manual e promover a ergonomia no local de trabalho;
- Elevada qualidade construtiva, utilizando materiais higiénicos, como o aço inoxidável AISI 316-L, de modo a evitar contaminações;
- Tentar desenvolver uma solução mais compacta que a anterior;
- Obter uma cadência de desempacotamento superior ao equipamento anterior.

Além dos requisitos apresentados anteriormente, o equipamento tem ainda de cumprir as seguintes normas/diretivas:

- **2014/30/CE - Compatibilidade Eletromagnética** - garante que equipamentos e componentes elétricos não gerem nem sofram interferência eletromagnética, de modo a evitar falhas no seu funcionamento causadas por campos eletromagnéticos inesperados;
- **2006/42/CE - Diretiva Máquinas** - define requisitos de segurança para máquinas novas comercializadas na União Europeia, que tem como objetivo proteger operadores e terceiros contra riscos gerados pelo equipamento;
- **IEC 61439-1 - Sistemas de baixa tensão: Regras Gerais** - norma internacional que tem como objetivo garantir o desempenho seguro e confiável de quadros elétricos de baixa tensão sob diferentes condições de operação;
- **2014/35/EU - Diretiva de Baixa Tensão** - estabelece requisitos de segurança para equipamentos elétricos de modo a garantir a proteção contra riscos como choques e incêndios.

3.3. Anteprojeto

Após ter sido realizada uma análise aos objetivos e requisitos a cumprir no desenvolvimento do projeto, foi dado início ao anteprojeto, que corresponde à terceira etapa da metodologia DSR. O principal objetivo desta etapa é chegar a uma solução que cumpra com sucesso todos os objetivos e requisitos impostos anteriormente. Foram realizadas algumas sessões de *brainstorming* com a equipa de Tecnologia e Inovação da empresa e chegou-se à conclusão que seria essencial a produção de um protótipo para aprovação do mecanismo de desempacotamento a adotar. A escolha deste mecanismo, assim como o modo de acionamento do mesmo, foi realizada através da técnica da matriz de seleção, descrita mais à frente.

3.3.1. Descrição das embalagens

Antes de se iniciar o estudo do equipamento de desempacotamento a desenvolver, é imprescindível realizar uma análise prévia ao tipo de embalagens que a máquina deve ser capaz de processar. De acordo com os requisitos iniciais, este equipamento deve ser capaz de desempacotar embalagens Tetra Pak, bem como embalagens de PET. Deste modo, de seguida é feita uma breve apresentação destes dois tipos de embalagens.

Embalagens Tetra Pak

As embalagens Tetra Pak, bastante utilizadas na indústria alimentar para conservar alimentos líquidos, como por exemplo leite, polpas e sumos, são constituídas por multicamadas de cerca de 70% papel, polietileno e alumínio, como é possível ver na Figura 38. Esta combinação permite proteger o produto alimentar contra a luz, o oxigénio e microrganismos, de modo a evitar contaminações. Deste modo, é possível a conservação dos produtos por alguns meses sem a necessidade de refrigeração. Para além disso, as embalagens Tetra Pak são mais leves e mais sustentáveis do que muitas alternativas de plástico ou vidro, por exemplo [99]. Estas embalagens são denominadas Tetra Pak devido à empresa pioneira na fabricação deste tipo de embalagens, nos anos 50.

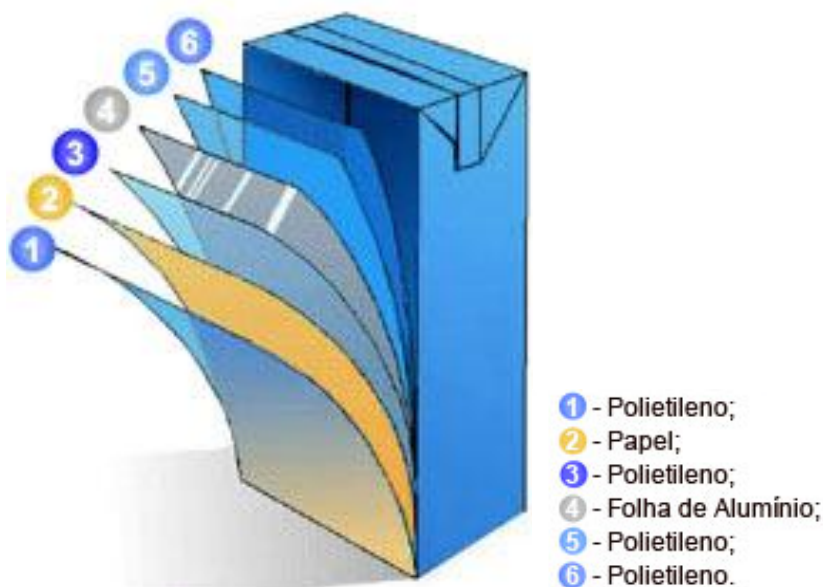


Figura 38 - Composição embalagens Tetra Pak (adaptado de [100])

Embalagens PET

As embalagens feitas de PET (Figura 39), normalmente em formato de garrafa, também são diversamente usadas na indústria alimentar para armazenar produtos como água, leite e sumos. Este material, leve e bastante resistente, destaca-se neste tipo de indústria principalmente pela sua reciclabilidade. Estas embalagens podem ser transparentes ou opacas de modo a evitar o contacto do produto alimentar com a luz.



Figura 39 - Garrafa de leite de PET [101]

Como o objetivo deste trabalho é desenvolver um equipamento que retire o produto alimentar do interior destes dois tipos de embalagem apresentados anteriormente, é necessário escolher um mecanismo capaz de rebentar ou esmagar estas mesmas embalagens. Essa escolha é realizada através da técnica da matriz de seleção, detalhada no capítulo seguinte.

3.3.2. Técnica da matriz de seleção

A matriz de seleção é uma ferramenta amplamente utilizada no apoio à tomada de decisão, nomeadamente quando se pretende realizar uma escolha entre várias alternativas com base em diversos critérios ou atributos [57]. Trata-se de uma técnica que permite avaliar diferentes opções de forma sistemática, de forma clara e objetiva. O principal objetivo desta técnica é fornecer uma estrutura lógica e transparente para a comparação das alternativas. Através da definição de critérios e da atribuição de pesos a esses mesmos critérios, de acordo com a importância de cada um, é possível classificar cada opção com base no seu desempenho relativamente a cada critério. A pontuação final de cada alternativa resulta da multiplicação da nota atribuída por critério pelo respetivo peso, sendo depois efetuada a soma dos valores obtidos. Esta abordagem permite identificar, de forma expedita, qual a alternativa mais vantajosa em função dos critérios estabelecidos [102].

A matriz de seleção é representada através de uma tabela, em que cada linha corresponde a uma alternativa, cada coluna representa um critério e em cada célula da tabela é colocada a pontuação correspondente. Para aplicar este método é necessário definir um conjunto de critérios de seleção, ordenados de acordo com a sua importância (da maior para menor importância). Como este método vai ser aplicado a dois sistemas distintos, foi necessário escolher critérios diferentes, que melhor se ajustem a cada sistema. Inicialmente foram escolhidos os critérios para o mecanismo de desempacotamento, e de seguida para o sistema de acionamento do mesmo. Após os critérios se encontrarem definidos, foram atribuídos os pesos relativos a cada um deles, uma vez que estes têm importâncias distintas sobre as escolhas a realizar.

Crêterios de seleção do mecanismo de desempacotamento

Para o mecanismo de desempacotamento os cr terios escolhidos foram os seguintes:

- 1) **Versatilidade de embalagens** - refere-se   capacidade de o mecanismo processar embalagens de diferentes materiais e diferentes geometrias. Este cr terio   o mais relevante porque o principal objetivo deste trabalho   desenvolver um equipamento que processo tanto embalagens Tetra Pak como embalagens de PET;
- 2) **Maior cadência** - este cr terio avalia a capacidade de o sistema processar um maior número de embalagens num determinado período. Este cr terio foi considerado em segundo lugar visto que um dos objetivos era que o novo equipamento apresentasse uma maior cadência quando comparado com o equipamento já desenvolvido pela empresa;
- 3) **Danos na embalagem** - este cr terio diz respeito ao impacto que o mecanismo pode ter nas embalagens durante o processo de desempacotamento. Um dos requisitos impostos foi o desenvolvimento de uma solução o mais higi nico possível e, deste modo, o equipamento não deve triturar as embalagens para evitar a geração de resíduos excessivos no interior do equipamento;
- 4) **Manutenção** - refere-se tanto   frequência com que são necessárias intervenções quanto   facilidade de realiz -las. Quanto menos intervenções forem exigidas melhor e quanto mais simples for o acesso aos componentes, exigindo a desmontagem de um menor número de peças para realizar substituições ou reparações, mais vantajoso será o mecanismo;
- 5) **Simplicidade do mecanismo** - avalia a dificuldade de produção do mecanismo, assim como o número de componentes envolvidos no funcionamento do sistema. Quanto mais simples for o mecanismo, mais vantajoso este se torna.

Com todos os cr terios definidos, foram atribuídos pesos a cada um deles, como já referido anteriormente. Na Tabela 10 estão definidos os pesos de cada cr terio, sendo realizada uma comparação ao cr terio mais importante, ou seja, a versatilidade de embalagens do mecanismo de desempacotamento. Em seguida, calcula-se o quociente relativo (Q_i) para cada cr terio. Depois, determina-se a importância relativa de cada um deles (ω_i), que corresponde ao valor de Q_i dividido pela soma de todos os Q_i ($\sum Q_i$).

Tabela 10 - Pesos relativos de cada cr terio do mecanismo de desempacotamento

Cr�terio	1/2	1/3	1/4	1/5	Q_i	ω_i
1	60	60	65	70	1	0,303
2	40				0,667	0,202
3		40			0,667	0,202
4			35		0,538	0,163
5				30	0,429	0,130
					$\sum = 3,301$	$\sum = 1$

Crêterios de seleção do sistema de acionamento

Para o sistema de acionamento do mecanismo de desempacotamento, os cr terios escolhidos foram:

- 1) **Simplicidade do sistema** - refere-se à facilidade de operação e ao número de componentes necessários para se transmitir o movimento do motor ao mecanismo de desempacotamento. Este critério foi escolhido como o mais importante porque, uma vez que o equipamento tem de ser o mais higiénico possível, quantas menos peças existirem no sistema de acionamento, mais vantajosa se torna a solução;
- 2) **Manutenção** - este critério avalia a frequência e a complexidade das manutenções necessárias ao longo do tempo. Por outro lado, quanto mais simples for o sistema de acionamento, menor é o número de componentes e consequentemente menor a manutenção a realizar, o que se torna positivo;
- 3) **Transmissão de binário elevado** - este critério refere-se à capacidade de o sistema de acionamento suportar a transmissão de um elevado binário ao mecanismo de desempacotamento. Visto que durante o processo de desempacotamento existem cargas significativas, este é um critério bastante importante de ter em conta;
- 4) **Custo** - este critério envolve tanto os custos iniciais de implementação da solução como os custos de operação e manutenção a longo prazo. Este critério foi escolhido porque é importante considerar o valor total da solução, já que um custo inicial mais baixo é nem sempre é o mais vantajoso, porque pode implicar maiores custos de manutenção a longo prazo;
- 5) **Facilidade de montagem** – refere-se à rapidez e simplicidade do processo de instalação do sistema. Este critério foi selecionado de modo a facilitar a montagem e desmontagem do mecanismo no equipamento, de uma forma prática e sem grandes ajustes.

A Tabela 11 apresenta os pesos atribuídos a cada critério do sistema de acionamento, com base numa comparação em relação ao critério considerado mais importante, ou seja, a simplicidade do sistema.

Tabela 11 - Pesos relativos de cada critério do sistema de acionamento

Critério	1/2	1/3	1/4	1/5	Q_i	ω_i
1	50	50	60	70	1	0,244
2	50				1	0,244
3		50			1	0,244
4			40		0,667	0,163
5				30	0,429	0,105
					$\Sigma = 4,096$	$\Sigma = 1$

Com os critérios e os respetivos pesos já definidos, aplicou-se a técnica da matriz de seleção ao mecanismo e ao sistema previamente mencionados, com o objetivo de fundamentar escolhas mais lógicas e acertadas. Antes de apresentar detalhadamente as ideias consideradas para cada decisão, é importante analisar o procedimento de cálculo que se segue, pois este é essencial para identificar corretamente a solução mais vantajosa.

Primeiramente, a cada uma das ideias é atribuída uma classificação numérica para cada critério (V_i), de acordo com o padrão definido na Tabela 12.

Tabela 12 - Classificação das ideias

Muito insatisfatório	Insatisfatório	Satisfatório	Bom	Muito bom
1	2	3	4	5

Com a importância de cada critério previamente calculada, obtém-se a classificação ponderada de cada um através da seguinte fórmula:

$$\beta_i = \frac{V_i}{MV_i} \times 100, \quad (3)$$

sendo MV_i o maior valor de V_i entre as diferentes ideias, a classificação final de cada ideia para um determinado critério é calculada da seguinte forma:

$$\Omega_i = \omega_i \times \beta_i \quad (4)$$

Desta forma, a classificação final ou índice de desempenho de cada ideia (γ) é dada por:

$$\gamma = \Sigma(\omega_i \times \beta_i) \quad (5)$$

Desta forma, estes cálculos resultam no preenchimento das matrizes de seleção correspondentes a cada uma das escolhas apresentadas nos capítulos 3.3.3. e 3.3.4., referentes ao mecanismo de desempacotamento e ao sistema de acionamento, respetivamente.

3.3.3. Sistema de desempacotamento

O sistema de desempacotamento consiste no mecanismo capaz de realizar o rebentamento e esmagamento das embalagens e expulsar o conteúdo alimentar do seu interior. A escolha deste mecanismo é crucial para o perfeito funcionamento do equipamento, e tem ainda influência na cadência de desempacotamento. Deste modo, são apresentadas de seguidas duas soluções para este mecanismo, das quais se pretende escolher a mais vantajosa através do método da matriz de seleção.

3.3.3.1. Rolos duplos

A primeira solução para o mecanismo de desempacotamento trata-se de um conjunto de rolos duplos que giram em sentidos opostos e agarram e trilham a embalagem, tal como acontece com o equipamento de desempacotamento desenvolvido pela empresa no passado. Na Figura 40 é possível visualizar um esboço do funcionamento do mecanismo, no qual o componente de cor verde representa a embalagem cheia, o componente vermelho consiste na embalagem esmagada e vazia e a cor azul estão representados os dois rolos a girarem em sentidos opostos.

Ao contrário do que acontece com o equipamento desenvolvido pela empresa no passado, os rolos passariam a ser colocados na horizontal, ou seja, as embalagens entram na parte superior dos rolos, e com a ajuda da gravidade são esmagadas mais facilmente, em comparação com a solução antiga.

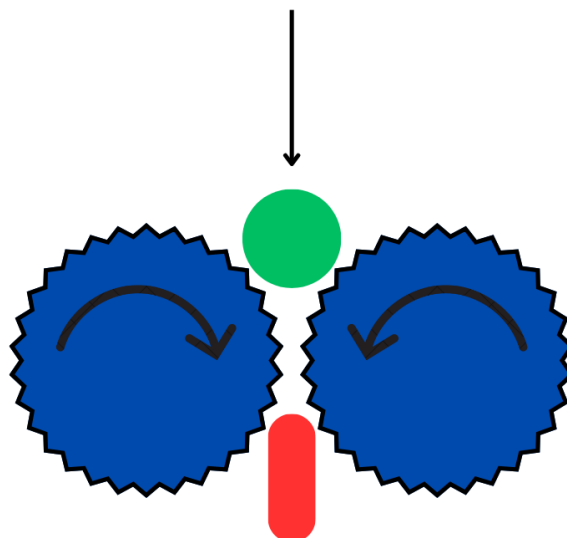


Figura 40 - Esboço do mecanismo de desempacotamento de rolos duplos

A geometria dos rolos seria uma questão a definir, mas possivelmente teria de ter uma superfície geometricamente mais recartilhada do que a solução usada anteriormente, de modo a agarrar e esmagar mais facilmente os diversos tipos de embalagens. A distância entre os dois rolos também seria um aspeto a definir futuramente. Contudo, é de destacar a necessidade de um equilíbrio perfeito entre a capacidade de processamento de diversos tamanhos e formatos de embalagens, e a capacidade de expulsão total do conteúdo alimentar.

3.3.3.2. Rolo simples com rampa

A segunda solução do mecanismo de desempacotamento trata-se de um mecanismo constituído por um rolo rotativo e uma superfície de deslizamento, de forma às embalagens serem prensadas contra a superfície enquanto o rolo roda. A Figura 41 mostra um esboço do mecanismo que auxilia a compreender o seu funcionamento. O componente verde representa a embalagem cheia, o componente vermelho consiste na embalagem esmagada e vazia e a azul está representado o rolo a girar no sentido contrário dos ponteiros do relógio, fazendo esmagar e rebentar as embalagens na superfície representada com uma linha curva preta.

Esta solução, adaptada de um equipamento da indústria de reciclagem, denominado LiquiDrainer [86], fabricado pela empresa Strautmann Umwelttechnik, consiste num tubo com diversos discos soldados em todo o seu comprimento. Estes discos têm a função de agarrar e perfurar as embalagens. A passagem das embalagens na superfície inclinada provoca o seu esmagamento e consequentemente o líquido será expulso do seu interior pelos furos e rasgos causados pelos discos. A geometria dos discos e da superfície inclinada são aspetos fundamentais a definir para garantir um funcionamento adequado do equipamento. Porém, é necessário que a superfície proporcione uma diminuição da distância ao centro do rolo rotativo com o decorrer do seu trajeto, isto é, no início da superfície deve haver espaço suficiente para as embalagens e no seu final esta distância terá de ser obrigatoriamente menor, de modo a ocorrer o esmagamento das embalagens.

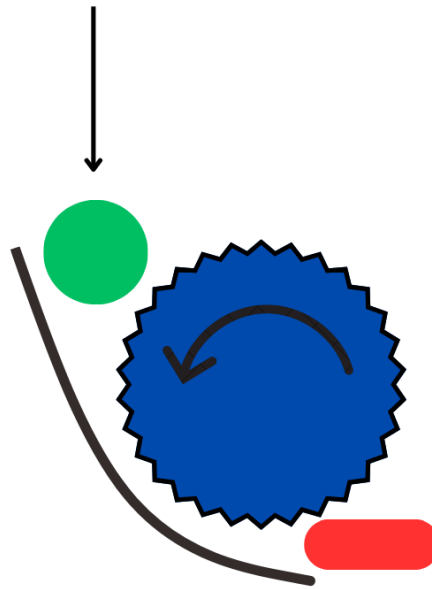


Figura 41 - Esboço do mecanismo de desempacotamento de rolo simples com superfície de deslizamento

3.3.3.3. Matriz de seleção do sistema de desempacotamento

Apresentadas as duas soluções possíveis para o sistema de desempacotamento, foi necessário preencher, de acordo com a Figura 42, a matriz de seleção presente na Tabela 13, de modo a escolher a solução mais benéfica para o problema apresentado.

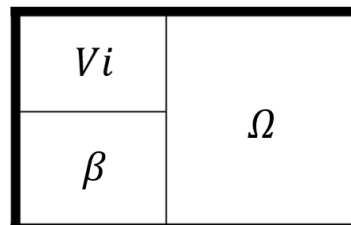


Figura 42 - Modo de preenchimento da matriz da seleção

Tabela 13 - Matriz de seleção do mecanismo de desempacotamento

Ideia		Critérios									Índice desempenho (γ)	
		1 - Versatilidade de embalagens		2 - Maior cadência		3 - Danos na embalagem		4 - Manutenção		5 - Simplicidade do mecanismo		
		ω ₁ = 0,303		ω ₂ = 0,202		ω ₃ = 0,202		ω ₄ = 0,163		ω ₅ = 0,130		
1- Rolos Duplos	2	12,12	2	4,04	3	12,12	3	9,78	3	7,80	45,86	
	40		20		60		60		60			
2- Rolo simples com rampa	5	30,30	4	16,16	3	12,12	4	13,04	4	10,40	82,02	
	100		80		60		80		80			

Depois da matriz de seleção estar completamente preenchida, conclui-se que a solução mais vantajosa, ou seja, aquela que apresenta o maior índice de desempenho, foi a ideia número 2, ou seja, o mecanismo de rolo simples com a superfície de deslizamento, que é o escolhido para o equipamento a projetar.

3.3.4. Sistema de acionamento

O sistema de acionamento consiste no método utilizado para transmitir o movimento de rotação ao mecanismo de desempacotamento selecionado no capítulo anterior, neste caso o mecanismo de rolo simples com superfície inclinada. Para este sistema foram idealizadas soluções distintas, apresentadas no subcapítulo seguinte.

3.3.4.1. Métodos de acionamento

Para o desenvolvimento do sistema de acionamento do equipamento, foram consideradas quatro alternativas viáveis, cada uma com características bastante distintas para a aplicação em questão. As opções analisadas foram as seguintes:

- Motorreductor acoplado no veio do rolo;
- Sistema de engrenagens;
- Transmissão por correia;
- Transmissão por corrente.

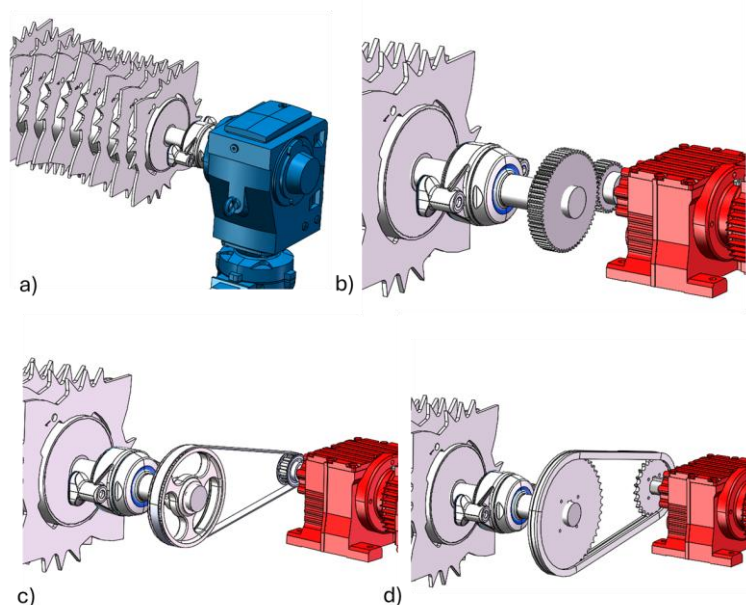


Figura 43 - Soluções do sistema de acionamento: a) Motorreductor acoplado no veio; b) Sistema de engrenagens; c) Transmissão por correia; d) Transmissão por corrente

De modo a organizar a informação, na Tabela 14 são indicadas as vantagens e as desvantagens para cada uma das soluções consideradas para o sistema de acionamento do mecanismo de desempacotamento.

Tabela 14 - Vantagens e desvantagens das soluções do sistema de acionamento

	Vantagens	Desvantagens
Motorreductor acoplado no veio do rolo	- Simplicidade construtiva - Menor perda de potência - Não necessita de manutenção	- Custo elevado - Motorreductor de grandes dimensões para binários elevados - Menor flexibilidade de posicionamento
Sistema de engrenagens	- Alta eficiência de transmissão - Compacto	- Requer maior precisão na montagem - Requer lubrificação
Transmissão por correia	- Absorve vibrações - Fácil manutenção - Baixo custo	- Não suporta elevado binário - Menor eficiência - Desgaste relativamente rápido
Transmissão por corrente	- Alta eficiência - Boa durabilidade	- Requer lubrificação - Pode gerar ruído

3.3.4.2. Matriz de seleção do sistema de acionamento

Após a apresentação detalhada das quatro soluções para aplicar no sistema de acionamento, foi necessário decidir qual das soluções é mais vantajosa. Esta decisão foi tomada com o auxílio da matriz de seleção representada na Tabela 15.

Tabela 15 - Matriz de seleção do sistema de acionamento

Ideia	Critérios										Índice desempenho (γ)
	1 – Simplicidade do sistema		2 - Manutenção		3 - Binário elevado		4 -Custo		5 – Facilidade de montagem		
	$\omega_1 = 0,244$		$\omega_2 = 0,244$		$\omega_3 = 0,244$		$\omega_4 = 0,163$		$\omega_5 = 0,105$		
1- Motorreductor	4	19,52	5	24,40	5	24,40	3	9,78	4	8,40	86,50
	80		100		100		60		80		
2- Engrenagens	2	9,76	3	14,64	3	14,64	3	9,78	3	6,30	55,12
	40		60		60		60		60		
3- Correia	3	14,64	3	14,64	1	4,88	4	13,04	4	8,40	55,60
	60		60		20		80		80		
4- Corrente	3	14,64	3	14,64	4	19,52	4	13,04	4	8,40	70,24
	60		60		80		80		80		

Após o preenchimento e análise da tabela, a solução com maior índice de desempenho foi a ideia número um, ou seja, o acoplamento de um motorreductor diretamente no veio do rolo, que é assim escolhida para o desenvolvimento do projeto. Apesar de apresentar um custo mais elevado, esta solução mostra-se a mais vantajosa porque não necessita de manutenção, e trata-se de um sistema bastante simples com uma montagem relativamente fácil.

3.3.5. Desenvolvimento do protótipo

Após definidos os sistemas de desempacotamento e acionamento do mesmo, deu-se início ao desenvolvimento de um protótipo, com o objetivo de validar o funcionamento do mecanismo. Este protótipo foi projetado através do *software* Solidworks, gerou todos os desenhos necessários para o equipamento ser fabricado e montado na empresa. Como esta máquina apenas possuía o objetivo de validação e não se trata de um equipamento final, o desenvolvimento foi baseado na máxima redução de custos, pelo que alguns componentes de compra foram reaproveitados de outros projetos da empresa e alguns subconjuntos foram projetados de forma a minimizar custos. Na Figura 44 é possível visualizar a versão final do protótipo desenvolvido, e de seguida são apresentados detalhadamente todos os seus componentes.

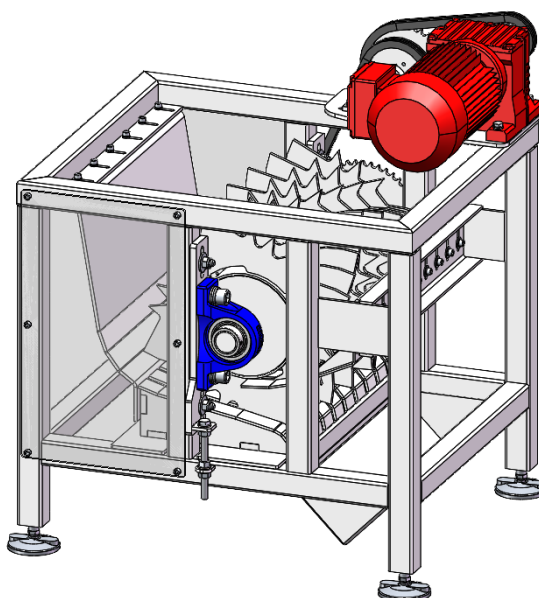


Figura 44 - Projeto do protótipo

3.3.5.1. Rolo rotativo

O primeiro subconjunto do sistema de desempacotamento é o rolo rotativo (Figura 45). Este conjunto soldado foi projetado baseado no equipamento LiquiDrainer, já referido anteriormente.

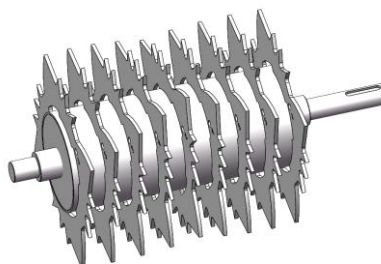


Figura 45 - Rolo rotativo

A função deste rolo é rebentar e esmagar as embalagens inseridas no equipamento à medida que este roda. As embalagens são prensadas contra a superfície de deslizamento, descrito adiante, e o rolo é capaz de perfurar as embalagens, esmagá-las e expelir todo o produto alimentar líquido do seu interior. Este conjunto soldado só roda num sentido, de forma a esmagar as embalagens. Este processo pode ser visualizado na Figura 46.

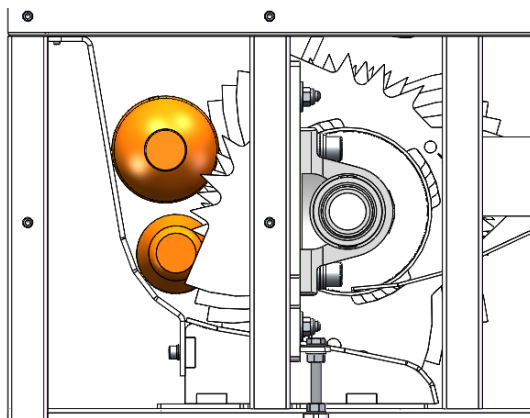


Figura 46 - Embalagens no protótipo

O rolo é composto por um tubo exterior, um veio interior, duas tampas e nove discos perfurantes com extremidades pontiagudas, soldados equidistantes (Figura 47).

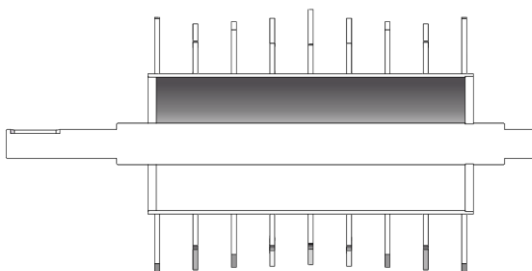


Figura 47 - Vista de corte do rolo rotativo

Os discos são espaçados de 46 mm, para que não seja possível ficarem acumuladas as tampas das embalagens, e são ainda desfasados entre si em relação ao eixo do rolo para permitir melhorar a eficiência de esmagamento através da redução de esforços de pico e um melhor arrasto das embalagens durante o processo, como é possível ver na Figura 48.

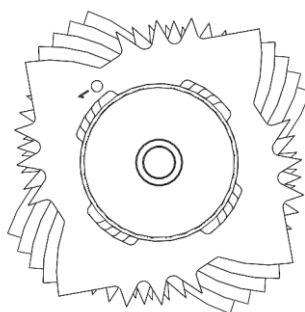


Figura 48 - Desfasamento dos discos do rolo rotativo

O rolo é suportado por duas chumaceiras, da marca SKF, para que seja possível rodar em torno do seu eixo, como é possível visualizar na Figura 49. As chumaceiras, por sua vez, são montadas numa peça que permite ajustar a sua posição verticalmente, para possibilitar definir um maior ou menor esmagamento das embalagens. Estas peças são produzidas através de duas chapas, uma com maior dimensão, onde aperta a chumaceira, e outra de menor dimensão, soldada em T com a chapa maior, na qual é utilizado um parafuso para travar a chumaceira no lugar desejado. A chapa maior possui dois furos oblongos que permitem o ajuste vertical, e possui ainda dois furos roscados onde é apertada a chumaceira. De modo a fixar este conjunto na estrutura, foram soldados à mesma dois pernos roscados, e a fixação dá-se através de duas fêmeas.

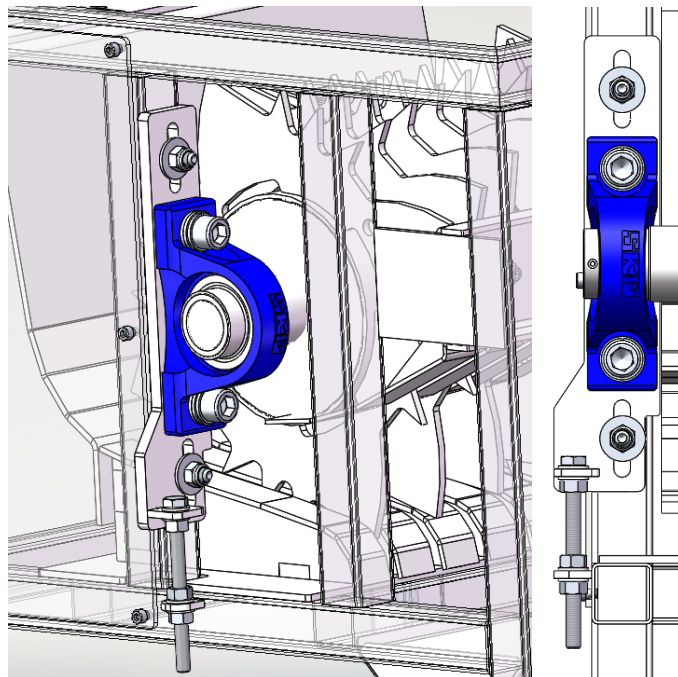


Figura 49 - Conjunto com a chumaceira do rolo rotativo

Por fim, na extremidade mais comprida do veio do rolo rotativo existe um acoplamento para uma chaveta (Figura 50), de modo a ser transmitido o movimento rotativo do sistema de acionamento, descrito mais à frente.

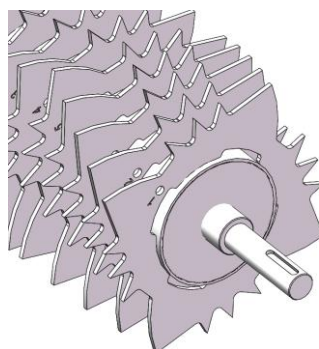


Figura 50 - Alojamento da chaveta no veio do rolo rotativo

3.3.5.2. Superfície de deslizamento e esmagamento

O outro subconjunto do sistema de desempacotamento é um conjunto de chapas que formam a superfície de deslizamento e esmagamento, onde as embalagens são prensadas e esmagadas (Figura 51). Este conjunto de chapas é constituído por uma chapa quinada superior, por dez conjuntos soldados em forma de T e três barras para unir todo o subconjunto.

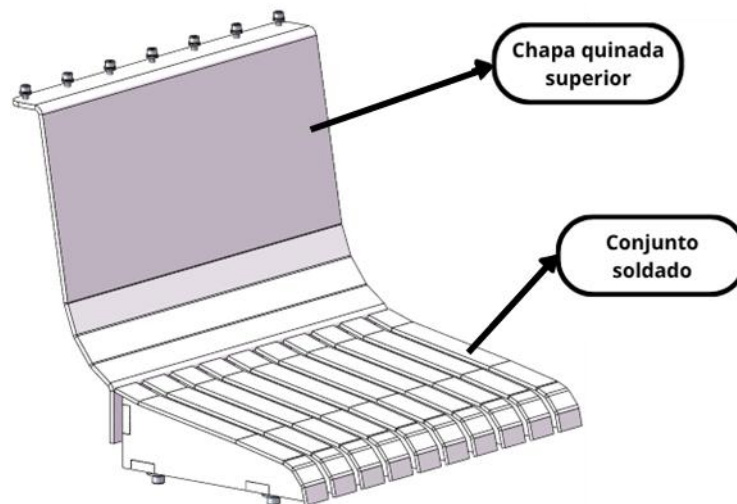


Figura 51 - Conjunto de chapas da rampa de esmagamento

A chapa quinada superior (Figura 52) é quinada a 90° na sua extremidade superior, para esta ser fixa à estrutura na máquina. Já na extremidade inferior, a chapa é quinada várias vezes para ter a curvatura necessária de modo a facilitar a perfuração e o esmagamento das embalagens. Na última superfície quinada da extremidade inferior, disposta na vertical, são realizados furos passantes para fixar ao restante conjunto.

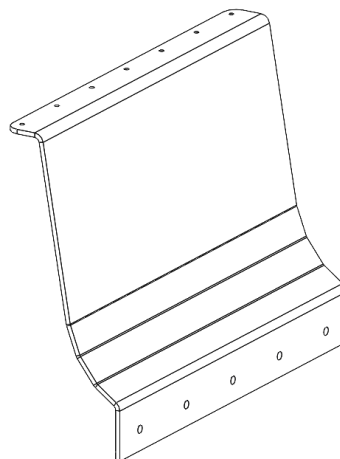


Figura 52 - Chapa quinada superior

Cada conjunto soldado é composto por uma chapa quinada, tangente à trajetória da primeira chapa superior, e outra chapa vertical para suportar a chapa quinada (Figura 53).

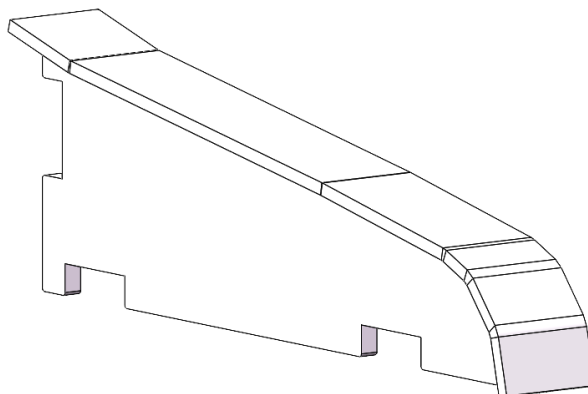


Figura 53 - Conjunto soldado da rampa de esmagamento

Como já referido, são soldadas 3 barras de modo a unir todos os conjuntos soldados em formato de T, como se pode observar na Figura 54. Todas estas barras possuem furos roscados. Na barra vertical, os furos roscados têm a função de fixar a chapa quinada superior. Os furos presentes nas outras duas barras têm a função de fixar todo o conjunto da rampa de esmagamento à estrutura tubular, detalhada posteriormente.

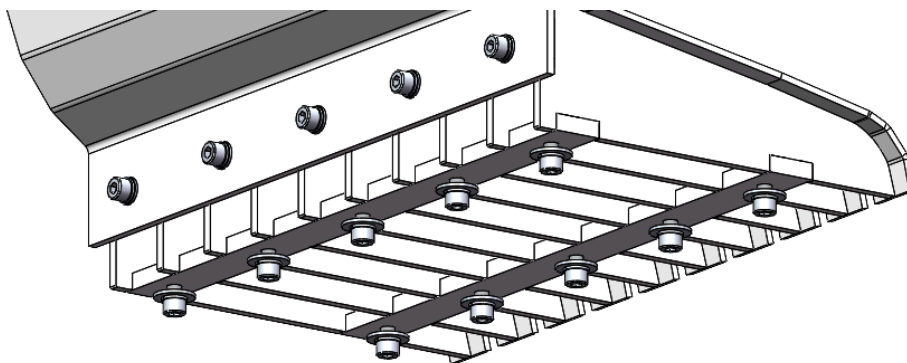


Figura 54 - Vista em perspectiva das barras soldadas na rampa

O conjunto de chapas é ajustável horizontalmente, em relação à estrutura, através dos oblongos, de modo a permitir colocar o conjunto na posição mais adequada em relação ao rolo, em função do grau de esmagamento das embalagens.

3.3.5.3. Conjunto de impedimento

Este conjunto, visível na Figura 55, tem como função impedir que as embalagens perfuradas fiquem presas aos discos do rolo e fiquem permanentemente a rodar no mesmo. Este conjunto é constituído por uma chapa quinada e diversos reforços soldados à chapa, de modo a impedir a deformação excessiva da extremidade da chapa. Caso as embalagens fiquem presas no rolo após a perfuração e esmagamento, estas colidem contra a chapa quinada e conseguem soltar-se do rolo.

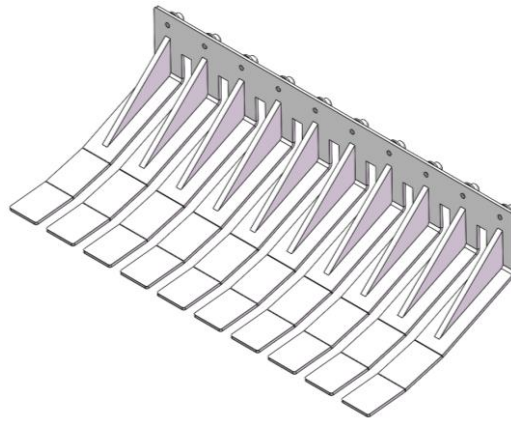


Figura 55 - Conjunto de impedimento

Este conjunto soldado é fixado a um perfil quinado soldado à estrutura tubular, através de parafusos. A extremidade da chapa quinada fica próxima do tubo exterior do rolo, como é possível visualizar na Figura 56, de modo a impedir o máximo de passagem das embalagens durante a rotação do rolo.

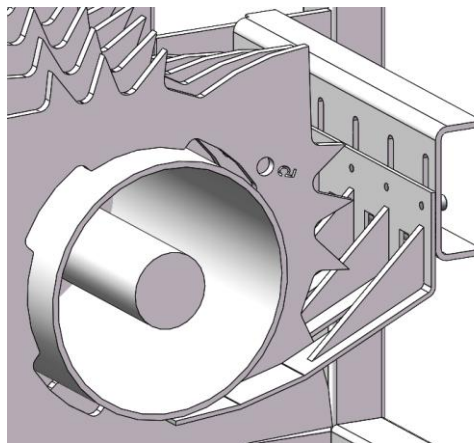


Figura 56 - Posicionamento do conjunto de impedimento no rolo rotativo

3.3.5.4. Sistema de acionamento

A solução adotada para o sistema de acionamento do protótipo não foi aquela definida pela matriz de seleção. Como no protótipo foi priorizado o baixo custo, foi adotada uma solução de acionamento com correntes e rodas dentadas. A aquisição de um motorreductor que proporcionasse o binário suficiente para ocorrer o desempacotamento das embalagens era muito dispendioso, pelo que se utilizou um motorreductor com menor binário e, através da relação de transmissão das rodas dentadas, foi reduzida a velocidade de rotação e aumentado o binário do rolo rotativo. Todos os cálculos relativos a este sistema de acionamento encontram-se descritos no capítulo 3.4.6.

Foi desenvolvida então uma solução de correntes com duas etapas. Foi usada uma corrente do motor até a um veio secundário e outra do veio secundário até ao veio do rolo rotativo, como é possível visualizar na Figura 57.

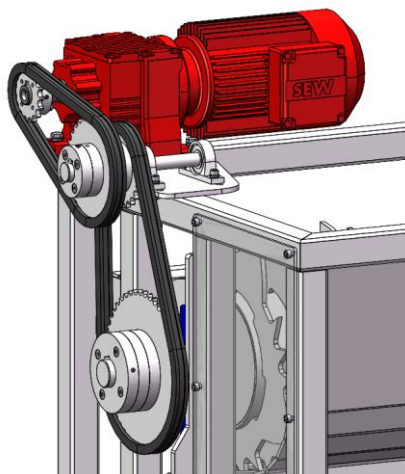


Figura 57 - Sistema de acionamento do protótipo

O motorreductor encontrava-se disponível na empresa para ser usado para testes, daí ter sido o escolhido. Este motorreductor, da marca SEW, possui um binário final de saída de 111 N.m e uma velocidade de rotação de 28,78 rpm. O motorreductor foi fixado através de quatro parafusos a uma chapa soldada à estrutura tubular. Este motorreductor já possuía um veio de 25 mm para ser acoplado a roda dentada. Esta roda dentada, cortada a laser de modo a minimizar os custos, possui 16 dentes e um passo de meia polegada. A roda dentada foi fixada a um anel de ligação através de 4 parafusos de cabeça hexagonal exterior, como é possível ver na Figura 58. O ideal seria utilizar parafusos de cabeça cônica, para se dar uma perfeita centralização da roda dentada com o anel. Contudo, não foi possível implementar esta solução devido ao reduzido diâmetro do anel. Este anel era responsável por transmitir o binário do veio do motorreductor à roda dentada, através de uma chaveta. De modo a ficar este conjunto axialmente, foram utilizados 2 pernos roscados no anel, de modo a fixar o veio do motorreductor.

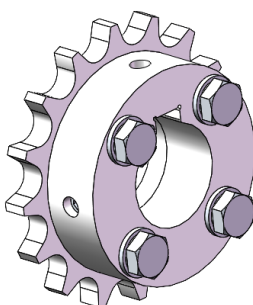


Figura 58 - Conjunto da roda dentada do motorreductor

No veio secundário existiam acoplados dois conjuntos distintos de rodas dentadas. Este veio é inserido em duas chumaceiras, como é visível na Figura 59. As chumaceiras da ASAHI, com referência UP003, são fixadas à mesma chapa de fixação do motorreductor, através de 4 parafusos e 4 porcas no total. Esta chapa possuía furos rasgados de modo a conseguir esticar as correntes de todo o sistema.

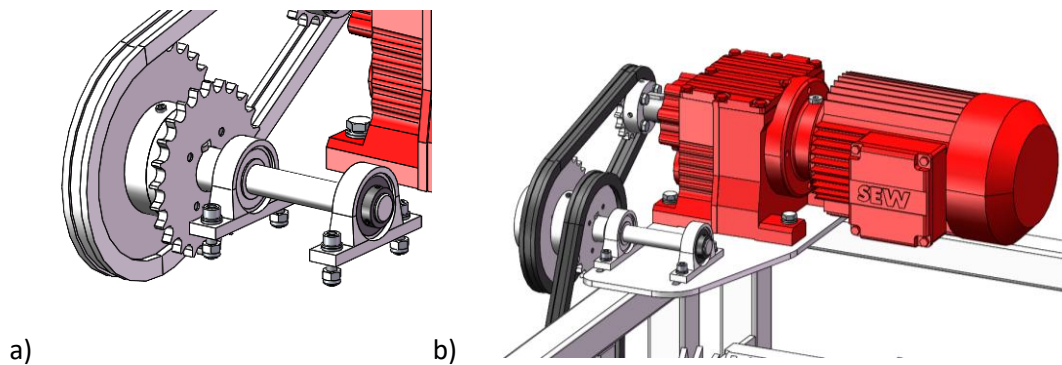


Figura 59 - Conjunto da primeira corrente: a) Conjunto do veio secundário; b) Vista isométrica

O primeiro conjunto de roda dentada, onde se encontra montada a corrente que transmite o movimento do motorreductor, é constituído por uma roda dentada de 32 dentes, dois anéis, de modo a não ocorrer o esmagamento da chaveta, e quatro parafusos de cabeça cônica (Figura 60). Mais uma vez foram utilizados dois pernos roscados para impedir o movimento axial do conjunto. Através da relação de transmissão deste conjunto (1:2), o veio secundário tem uma rotação de 14,39 rpm e um binário de 222 N.m.



Figura 60 - Primeiro conjunto de roda dentada

O segundo conjunto do veio secundário (Figura 61), responsável por transmitir o movimento ao rolo rotativo, é composto por uma roda dentada de 24 dentes, dois anéis, quatro parafusos de cabeça cônica e dois pernos roscados



Figura 61 - Segundo conjunto de roda dentada

Por fim, acoplado no rolo rotativo, existe um conjunto constituído por uma roda dentada de 48 dentes, três anéis, devido ao elevado binário, 4 parafusos cónicos e dois pernos roscados (Figura 62). Com este conjunto acoplado ao veio, e pela relação de transmissão de 1:2, é obtido um binário de 444 N.m e uma velocidade de rotação de 7,20 rpm.

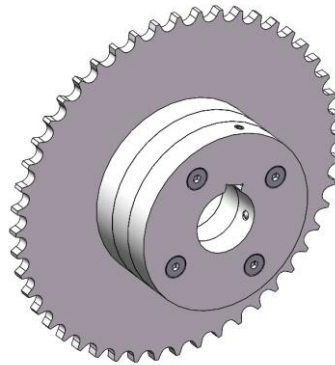


Figura 62 - Conjunto da roda dentada acoplado no rolo rotativo

3.3.5.5. Estrutura

Para finalizar a descrição detalhada do protótipo desenvolvido, a estrutura do equipamento foi projetada através da construção soldada de diversos tubos quadrados com 40 mm de largura e 2 mm de espessura. Esta estrutura tubular, visualizada na Figura 63, tem como função suportar todos os componentes do equipamento, tendo assim a necessidade de ser rígida e resistente o suficiente.

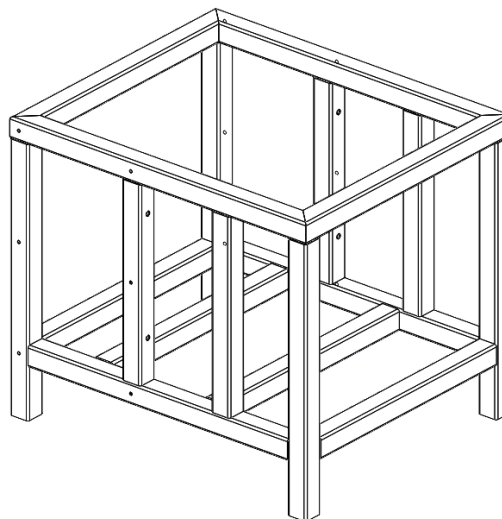


Figura 63 - Estrutura tubular

Nesta estrutura tubular, como já foi referido, houve a necessidade de serem soldadas algumas chapas complementares, de modo a serem fixados todos os componentes da máquina. Na Figura 64 é possível ver de forma legendada todas essas chapas complementares.

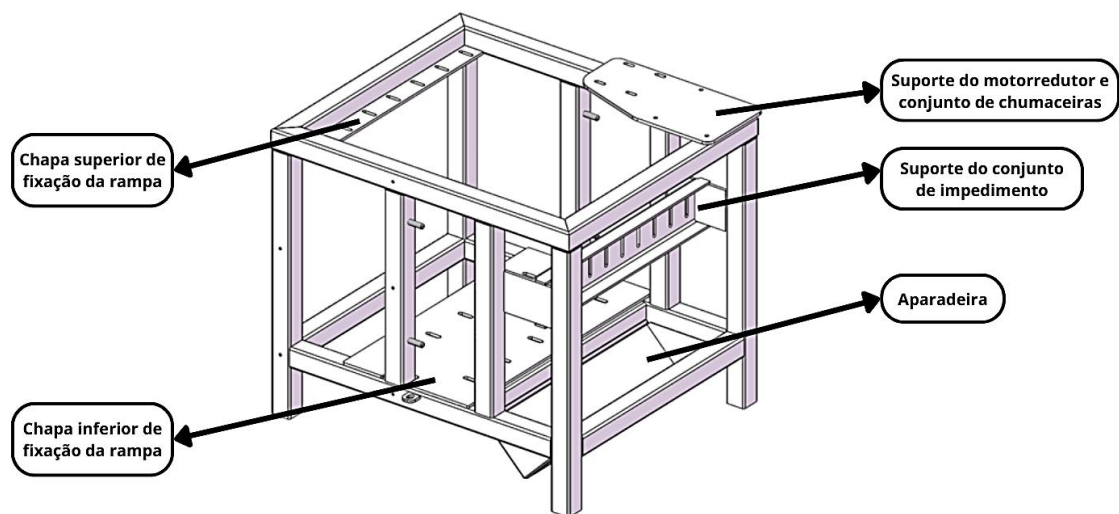


Figura 64 - Estrutura tubular com chapas soldadas

3.3.6. Fabricação e montagem do protótipo

Com o desenvolvimento do protótipo finalizado, foi necessário realizar todos os desenhos técnicos das peças e subconjuntos do equipamento, apresentados no Apêndice A. De seguida foi realizada toda a industrialização da máquina e enviada para a produção. A industrialização consiste na realização de uma gama operatória do conjunto geral, na qual é definida uma ordem de fabrico de todos os componentes que permite a produção do protótipo. Todas as peças do protótipo fabricadas na empresa (chapas e tubos) foram de aço inoxidável AISI 304, para reduzir custos. A maior parte das peças foram cortadas a laser, como se observa na Figura 65. De modo a economizar custos, até as rodas dentadas do sistema de acionamento foram cortadas a laser.



Figura 65 - Peças do protótipo cortadas a laser

O único conjunto que precisou de realizar operações de maquinaria foi o rolo rotativo. Foi necessário maquinar o alojamento da chaveta do veio do rolo e foi preciso rebaixar o interior

do tubo do rolo para que as tampas laterais encaixassem para posteriormente serem soldadas. A realização de furos roscados também foi um processo utilizado em alguns componentes como foi possível perceber no subcapítulo anterior. Depois de todas as peças fabricadas, foi necessário soldar os conjuntos que necessitavam de ser soldados, como por exemplo a estrutura tubular e as chapas complementares, visualizadas na Figura 66.



Figura 66 - Conjunto soldado da estrutura do protótipo

Com todos os conjuntos soldados finalizados, procedeu-se à montagem do protótipo, e obteve-se o equipamento final apreseto na Figura 67, Figura 68 e Figura 69.

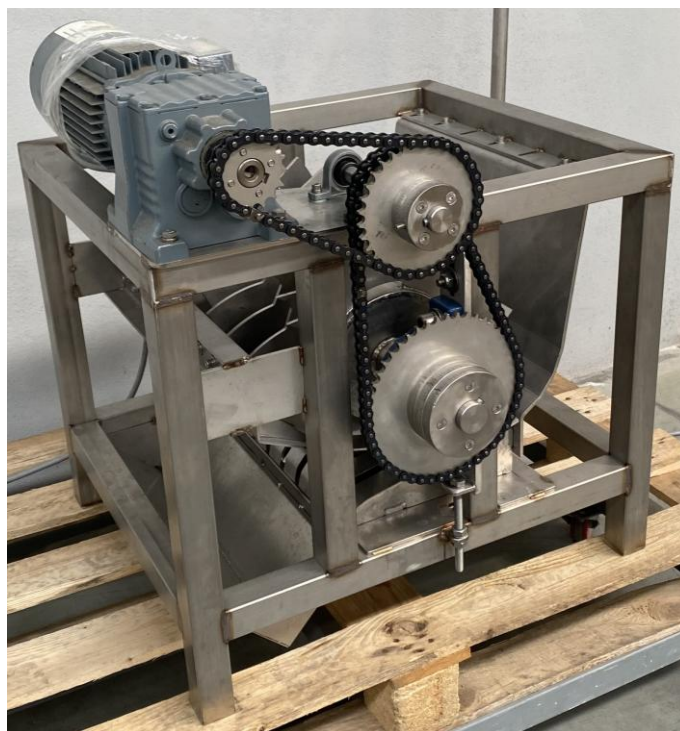


Figura 67 - Montagem do protótipo finalizada – vista 1

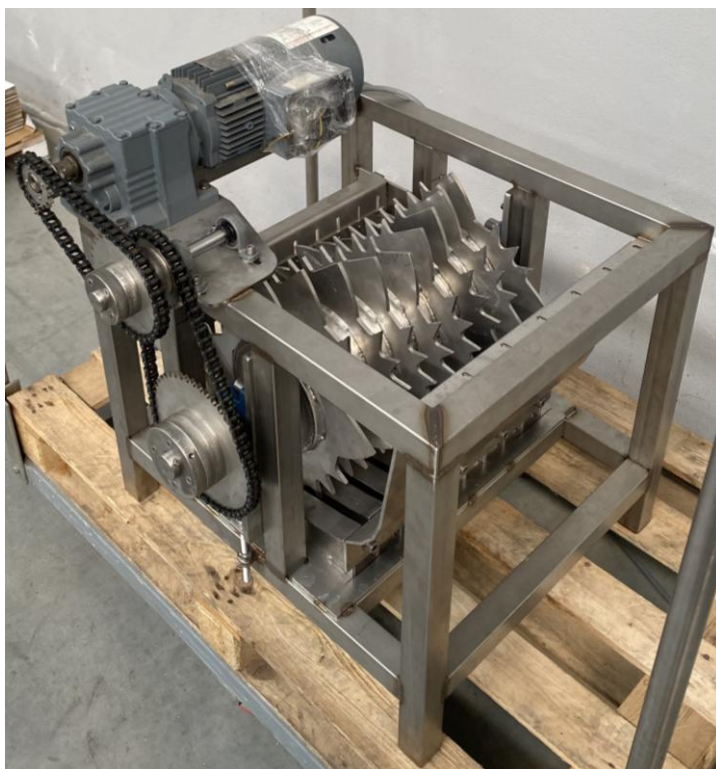


Figura 68 - Montagem do protótipo finalizada – vista 2

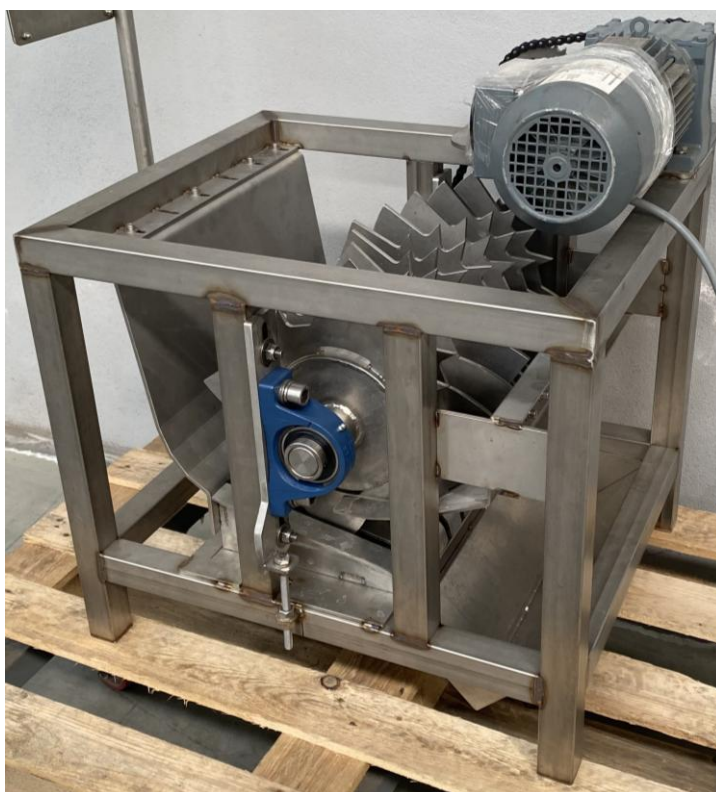


Figura 69 - Montagem do protótipo finalizada – vista 3

3.3.7. Validação de ideias

Com a montagem do protótipo finalizada, foram realizados os primeiros testes ao equipamento, de modo a validar o seu mecanismo, bem com o seu funcionamento e comportamento com os diferentes tipos de embalagens. Estes testes foram realizados com embalagens vazias, que posteriormente foram cheias com água, de modo a não desperdiçar os produtos alimentares.

Numa primeira etapa foram testadas as embalagens Tetra Pak, e o equipamento conseguiu com sucesso perfurar e esmagar a embalagem sem qualquer dificuldade. Contudo, o desempacotamento deste tipo de embalagem provocou a destruição parcial das mesmas e formaram-se detritos que, numa solução final do equipamento, acabariam por se misturar com o produto alimentar. Deste modo, foi necessário implementar no equipamento final um sistema de filtração, para impedir que estes detritos fossem bombeados junto com o líquido alimentar. Na Figura 70 é possível observar a embalagem depois do processo de desempacotamento, incluindo os rasgos provocados na embalagem pelos discos do rolo rotativo que são os responsáveis pela formação dos detritos. Conclui-se então que o processo de desempacotamento de embalagens Tetra Pak está validado, embora seja necessária a filtração dos detritos gerados.



Figura 70 - Embalagem Tetra Pak após desempacotamento: a) vista frontal; b) vista lateral

Numa segunda etapa, foram realizados os testes às embalagens PET. Estas embalagens foram perfuradas e esmagadas com sucesso, porém com mais dificuldade quando comparadas às embalagens Tetra Pak. Durante o processo de desempacotamento, estas embalagens não apresentaram formação de resíduos de PET visíveis a olho nu. Contudo, a existência de microplásticos não pode ser negada e só com uma análise mais precisa se pode excluir a sua presença. Na Figura 71 é possível visualizar umas das embalagens esmagadas após o processo de desempacotamento. É possível concluir também que o esmagamento deste tipo de embalagem está aprovado e validado.



Figura 71 - Embalagem PET após desempacotamento

Após a realização de todos os testes do protótipo, foram notadas algumas melhorias a realizar no equipamento final. Um dos aspetos a melhorar consiste no redesenvolvimento da zona de saída do conjunto soldado do conjunto de chapas. Pelo facto de este conjunto ter sido produzido em forma de T, as embalagens tiveram a tendência a ficar presas na extremidade do conjunto, devido à chapa superior do conjunto terminar de forma vertical, criando uma barreira para as embalagens, visível na Figura 72. Este fenómeno foi mais frequente com as embalagens de PET, devido à sua forma cilíndrica e existência de uma tampa com elevada rigidez.

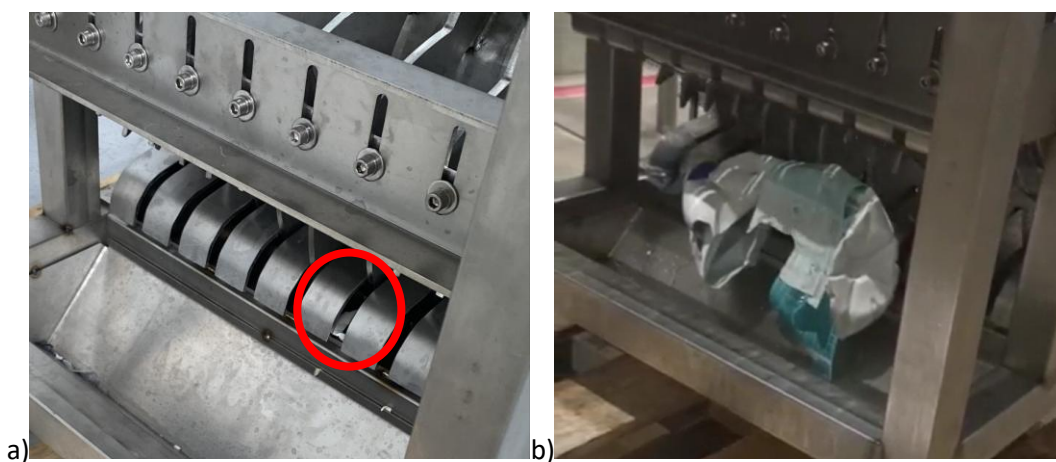


Figura 72 - Saída das embalagens: a) Barreira de saída; b) Embalagem presa na barreira

De modo geral, o funcionamento do protótipo cumpriu com as expectativas e o sistema de desempacotamento definido pelo método da matriz de seleção foi validado. Para o equipamento final é necessário adotar um design completamente higiénico, projetando o equipamento numa cabide completamente estanque e sem superfícies de acumulação, de modo a evitar contaminações alimentares.

3.4. Projeto

Neste capítulo são apresentadas as etapas quatro e cinco da metodologia DSR utilizada para a realização desta dissertação. A etapa quatro consiste na realização do projeto do equipamento, pela implementação dos conceitos selecionados no anteprojeto. A etapa cinco foca na avaliação e verificação dos requisitos iniciais impostos no equipamento.

3.4.1. Solução final

Após a conclusão e validação do anteprojeto, procedeu-se ao desenvolvimento da solução final do equipamento de desempacotamento de embalagens de produto alimentar líquido. Esta nova solução surge como uma evolução face ao equipamento anteriormente desenvolvido pela empresa, o qual apresentava algumas limitações já referidas anteriormente, nomeadamente o seu funcionamento exclusivo com embalagens Tetra Pak. Foram também identificados problemas relacionados com o escorregamento das embalagens durante o funcionamento, o que conduz a uma cadência de trabalho abaixo do desejado. É importante referir também que o equipamento atual não apresenta uma construção completamente estanque, o que não é o mais desejado no contexto da indústria alimentar. Tendo em conta estes constrangimentos, o novo equipamento foi projetado para superar estas limitações. De início, como já referido, foi adotada uma abordagem vertical que aproveita a ação da gravidade para aumentar a eficiência do processo de desempacotamento das embalagens, o que não acontece com o equipamento atual. Para além disso, foi garantida total estanquicidade da máquina e foram incluídas soluções construtivas e materiais adequadas a um ambiente higiénico. A principal melhoria implementada é a capacidade de o equipamento processar não só embalagens Tetra Pak, mas também embalagens de PET. Deste modo, o conjunto das melhorias propostas visa aumentar a cadência de processamento das embalagens, assegurar a higiene e a eficácia do equipamento na indústria alimentar. Assim, o conjunto da solução final está representada na Figura 73, na qual é possível visualizar o módulo de desempacotamento de embalagens, que foi o grande foco deste trabalho.

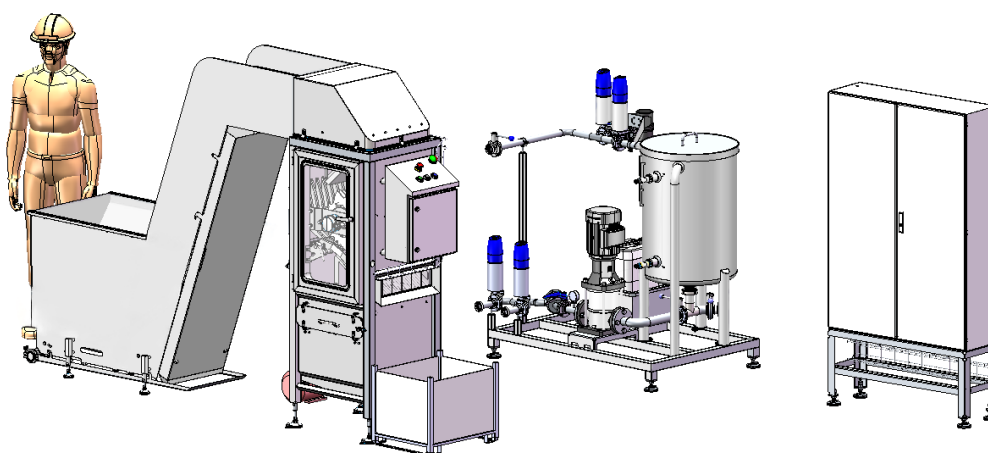


Figura 73 – Conjunto da solução final

O transportador inclinado de entrada de embalagens, a central de lavagem CIP e o conjunto do quadro elétrico não são descritos com grande detalhe, uma vez que estas soluções são produtos de catálogo da empresa. Nesta solução, não foi necessário incluir um transportador de saída, pois a cota de saída das embalagens vazias do módulo de desempacotamento permite que as estas sejam despejadas diretamente num contentor de reciclagem. Deste modo, apenas o equipamento final de desempacotamento é descrito nos subcapítulos seguintes.

O funcionamento do equipamento final de desempacotamento segue a sequência de etapas da Figura 32. As embalagens rejeitadas entram cheias de produto alimentar e o sistema de desempacotamento é responsável por separar a embalagem do produto. As embalagens vazias saem pelo túnel apresentado na Figura 74, e o produto alimentar líquido escorre até ao reservatório para posteriormente ser bombeado para a linha de enchimento principal depois de filtrado.

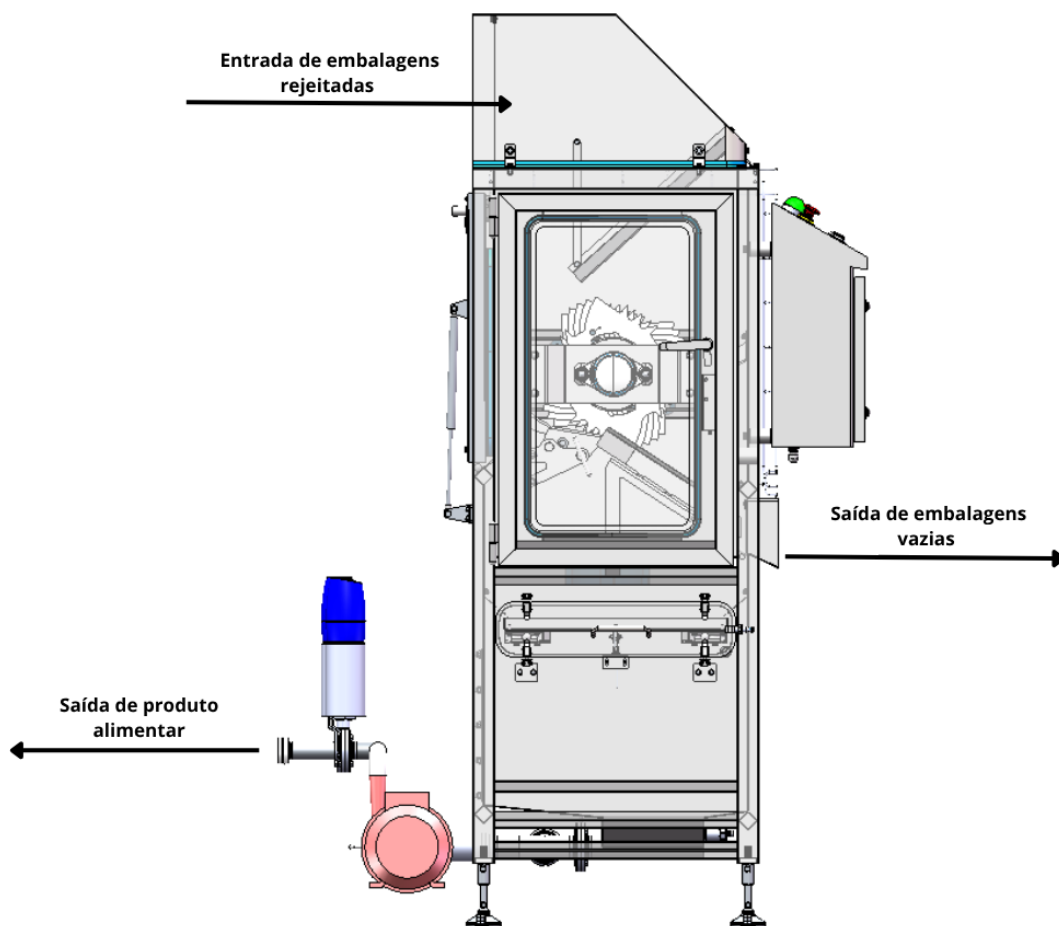


Figura 74 - Esquema de funcionamento do equipamento de desempacotamento

3.4.2. Desenvolvimento do sistema de desempacotamento

O sistema de desempacotamento do equipamento projetado baseou-se no mecanismo utilizado no protótipo desenvolvido no anteprojeto. Como já mencionado, este mecanismo é composto por um rolo rotativo e uma unidade de esmagamento. As embalagens deslizam

verticalmente por ação da gravidade ao longo da zona de alimentação desta unidade, sendo perfuradas e esmagadas à medida que o rolo gira. Após várias iterações, foi desenvolvido o sistema apresentado na Figura 75, dividido em três subconjuntos:

- Rolo rotativo;
- Subconjunto de entrada da unidade de esmagamento;
- Subconjunto de saída da unidade de esmagamento.

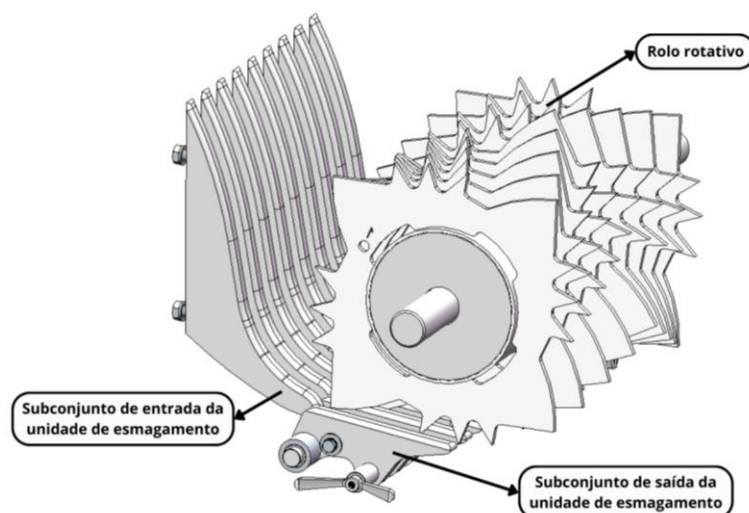


Figura 75 - Sistema de desempacotamento do equipamento final

O posicionamento entre o rolo e a unidade de esmagamento definido na versão final do equipamento de desempacotamento foi considerado aquele que foi utilizado nos testes do protótipo, visto que esta posição relativa entre os dois componentes foi validada, como foi possível concluir no capítulo 3.3.7. Como o protótipo possui afinação, durante os testes foi escolhida a posição ideal de modo a garantir o esmagamento completo e a expulsão total do produto alimentar, sem que as embalagens fossem demasiado danificadas. De seguida são detalhados os três subconjuntos do sistema de desempacotamento.

Rolo rotativo

O rolo rotativo, visível na Figura 76, apresenta grande semelhança com o utilizado no protótipo da etapa de anteprojecto. Foram mantidos os discos dentados, o espaçamento e o desfasamento entre eles, bem como o tubo e as suas respectivas tampas. Neste subconjunto soldado apenas o veio foi alterado, já que foi utilizado um com 40 mm de diâmetro e 845 mm de comprimento.

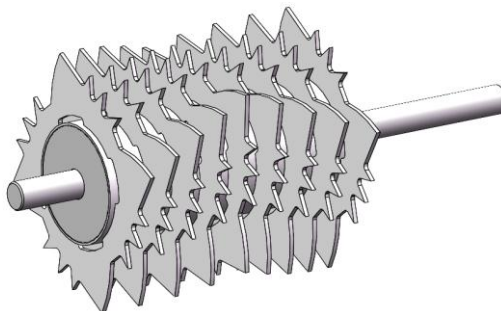


Figura 76 - Versão final do rolo rotativo

Como já referido, este subconjunto rotaciona em torno de um eixo com o objetivo de agarrar, perfurar e esmagar as embalagens que entram no módulo de desempacotamento. Este componente é apoiado em duas chumaceiras completamente higiénicas da marca NGI. Uma das chumaceiras, completamente fechada, é colocada no interior do equipamento e outra foi colocada no exterior, devido à falta de espaço no interior do mesmo. A chumaceira interior é apertada numa chapa quinada, que por sua vez é apertada à estrutura através de quatro porcas cegas, como é visível na Figura 77. A outra chumaceira foi apertada diretamente à estrutura do equipamento, no exterior, como é visível mais adiante na Figura 90.

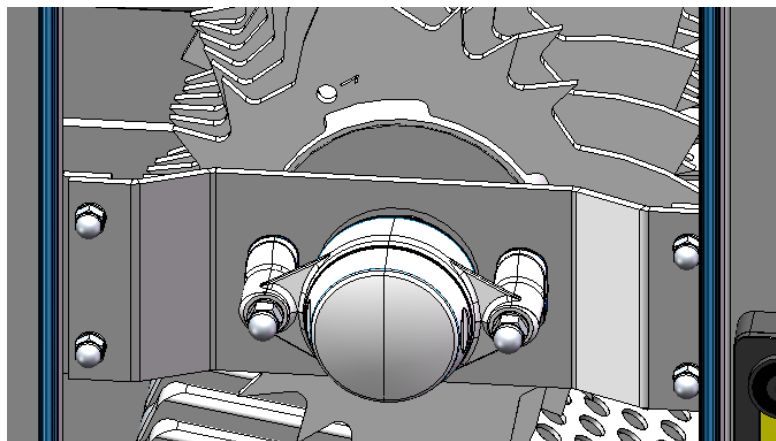


Figura 77 - Chumaceira fechada fixada no equipamento

De forma diferente ao acionamento usado no protótipo, numa das extremidade do veio foi acoplado diretamente um motorreductor, que irá ser detalhado no capítulo 3.4.3. Foi usada uma chaveta acoplada na extremidade mais longa do veio (Figura 78) para assegurar a transmissão de binário do motorreductor para o rolo rotativo. Para fixar axialmente este subconjunto foram utilizados pernos roscados, incluídos nas chumaceiras, e também foi colocado um parafuso no furo roscado existente na extremidade do veio para fixar o motorreductor.

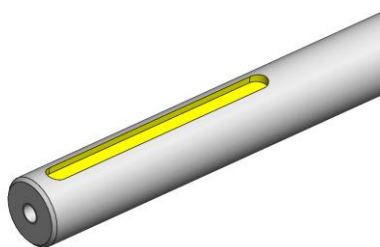


Figura 78 - Acoplamento para a chaveta para transmissão de binário do motorreductor

Subconjunto de entrada da unidade de esmagamento

Este subconjunto, visualizado na Figura 79, é constituído por 9 superfícies de deslizamento maquinadas, com formato de rampa, de modo a permitir o deslizamento das embalagens até próximo do rolo rotativo. É neste subconjunto que ocorre a perfuração das embalagens, por meio da força exercida pelos dentes do rolo rotativo. As embalagens são pressionadas contra as superfícies de deslizamento de tal forma que ficam prensadas entre estas e as arestas dos dentes dos discos do rolo, o que provoca a sua perfuração.

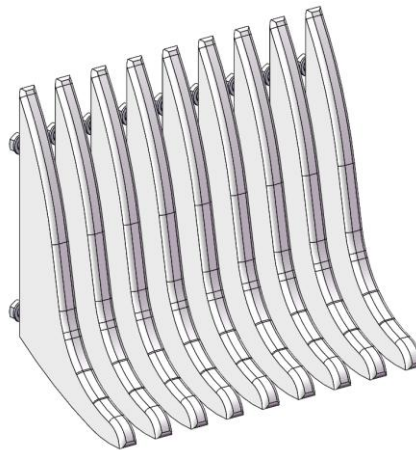


Figura 79 - Subconjunto de entrada da unidade de esmagamento

Estas peças, visualizadas na Figura 80, foram maquinadas devido à necessidade de apresentarem um *design* mais higiênico, que permite o escorregamento do líquido com maior facilidade até ao reservatório. Estas peças encontram-se espaçadas entre si 26 mm, de modo ao subconjunto de saída ser posicionado nesse espaçamento. Este subconjunto encontra-se fixado na porta lateral do equipamento através de dois parafusos M8 em cada peça. A decisão de colocar estes componentes fixados na porta decorreu da necessidade de fácil acesso ao interior do equipamento para se realizarem tarefas de limpeza e inspeção visual no final de cada ciclo de trabalho. Para a fixação mecânica destas superfícies de deslizamento maquinadas utilizaram-se também anilhas de pressão em todos os parafusos de modo a evitar a perda de aperto com o decorrer do tempo.

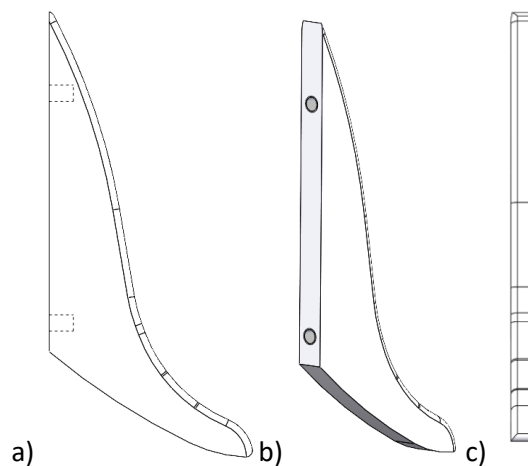


Figura 80 – Superfície de deslizamento do subconjunto de entrada da unidade de esmagamento: a) Vista lateral; b) Vista isométrica; c) Vista frontal

A produção destas peças é dividida em diferentes etapas. Inicialmente, estas são cortadas a laser com o formato desejado, utilizando chapas de aço inoxidável AISI 316-L com espessura de 20 mm. Posteriormente, estas são maquinadas em CNC para conferir o acabamento geral à peça, de modo a remover todas as imperfeições causadas pelo laser. O boleado nas arestas também será realizado em CNC, assim como os furos de fixação. No final é passado um macho M8 para fazer a roscas nos furos das peças.

Subconjunto de saída da unidade de esmagamento

O subconjunto de saída da unidade de esmagamento, visível na Figura 81, é constituído por 10 rampas de esmagamento, três veios, de 15, 22 e de 25 mm (este último com a função de veio pivot do subconjunto), e vários espaçadores tubulares.

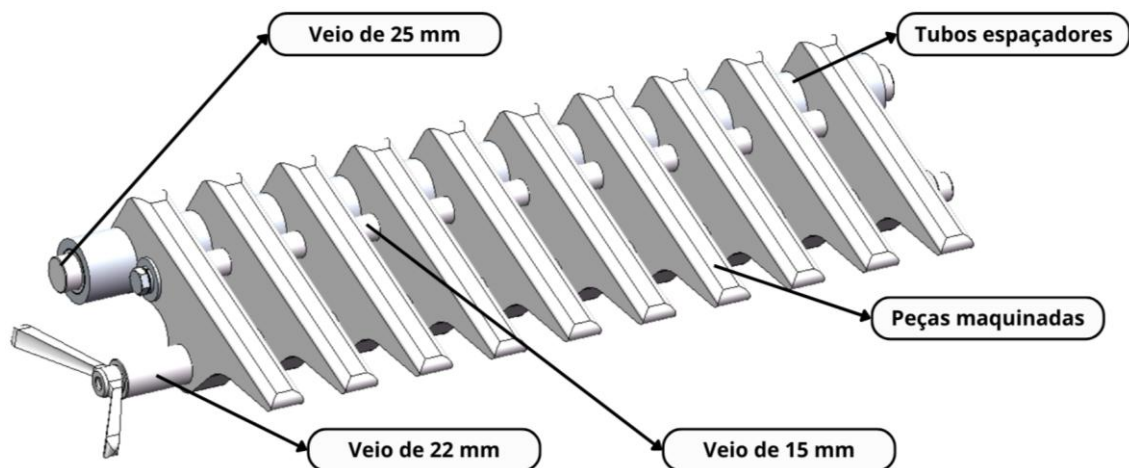


Figura 81 - Subconjunto de saída da unidade de esmagamento

Este subconjunto deve ser móvel, de modo a permitir uma melhor lavagem e inspeção visual para remover qualquer detrito que possa estar preso no rolo rotativo, como é possível visualizar na Figura 82.

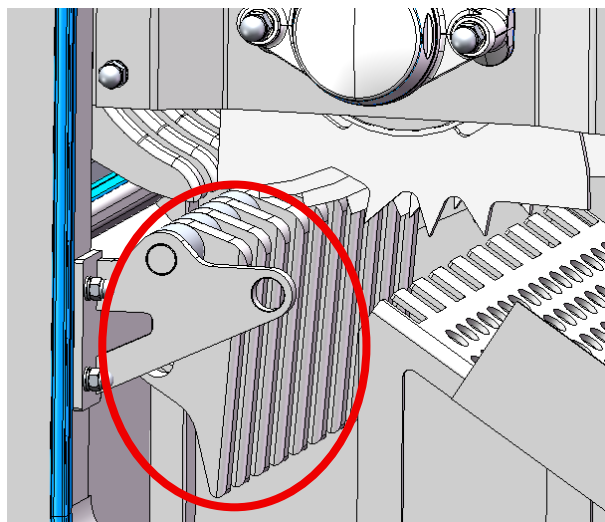


Figura 82 - Rotação do subconjunto por ação da gravidade

Este subconjunto é fixado a dois suportes, representados na Figura 83, que estão fixos à estrutura do equipamento. O suporte o mais afastado da porta frontal é soldado à estrutura enquanto o mais próximo da porta é apenas fixado com duas porcas cegas a dois pernos soldados à estrutura, para que seja possível removê-lo e posteriormente remover o subconjunto referido.

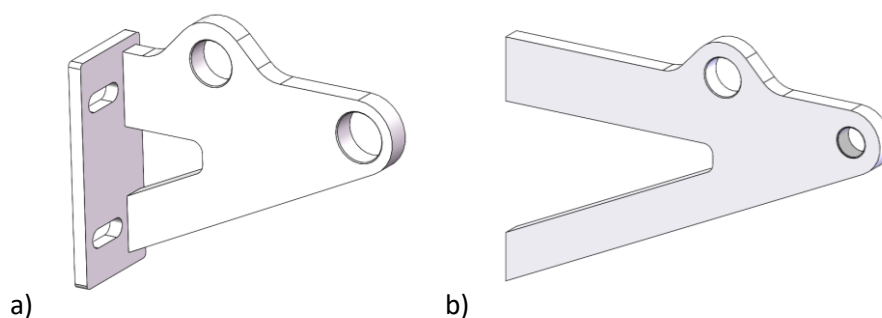


Figura 83 - Suportes de fixação do subconjunto de saída da unidade de esmagamento: a) Suporte apertado; b) Suporte a soldar

As rampas de esmagamento (Figura 84) têm como principal função finalizar o esmagamento das embalagens. Estas peças encontram-se posicionadas de modo que as embalagens continuem o trajeto do subconjunto de entrada da unidade de esmagamento, encaminhando as embalagens para uma posição mais próxima do rolo rotativo, de modo a ocorrer o seu esmagamento e expulsão total do produto alimentar líquido do seu interior. Estas peças são fabricadas a partir de chapas de 20 mm de aço inoxidável cortadas a laser. Posteriormente, estas são maquinadas em CNC, de igual modo às peças do subconjunto de entrada. Estas peças são posicionadas através dos veios de 25 e 22 mm. Estes veios, por sua vez são posicionados e fixados através de dois suportes descritos mais adiante.

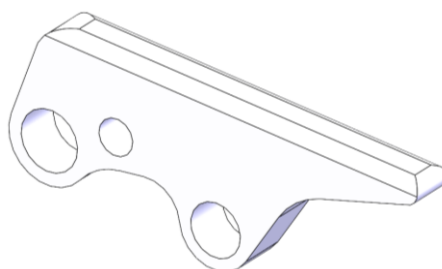


Figura 84 - Rampa de esmagamento do subconjunto de saída da unidade de esmagamento

O veio de 25 mm, apresentado na Figura 85, é colocado no furo mais à esquerda das rampas de esmagamento. Este veio apresenta uma diminuição de diâmetro nas extremidades, para possibilitar a sua inserção nos suportes do subconjunto.

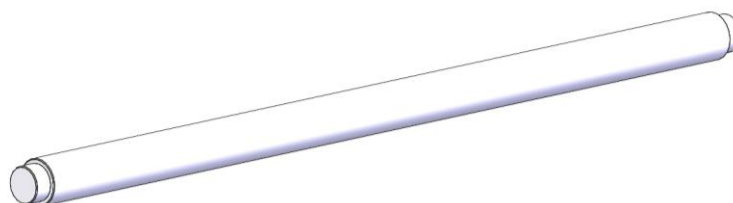


Figura 85 - Veio de 25 mm

O veio de 22 mm, visível na Figura 86, é amovível e deve ser removido a cada ciclo de utilização. Na extremidade assinalada na figura o veio é roscado de modo a fixar no suporte mais distante da porta frontal. Na extremidade do veio mais próxima da porta frontal é soldada uma alavanca, para permitir que o operador desaperte o veio com facilidade e, posteriormente, o remova do

equipamento. Quando este veio é retirado, o conjunto de rampas de esmagamento roda em torno do veio de 25 mm, cujas faces adquirem uma posição vertical por ação da gravidade para permitir uma melhor limpeza, como referido anteriormente.

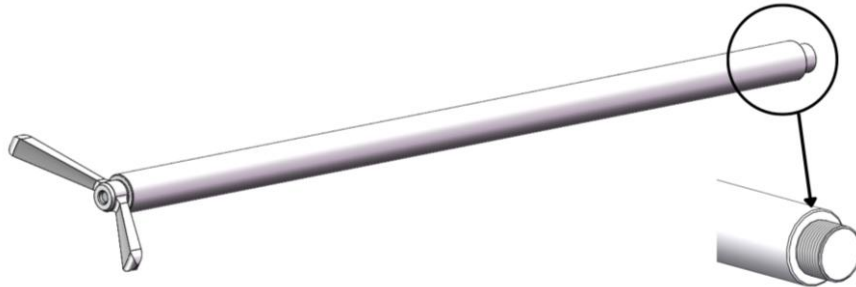


Figura 86 - Veio de 22 mm

O veio de 15 mm (Figura 87) pretende garantir o alinhamento de todas as rampas de esmagamento, de modo que estas rodem em simultâneo em torno do veio de 25 mm. Este veio de 15 mm possui um furo roscado M8 em cada extremidade. Em cada uma destas extremidades são colocados um parafuso e uma anilha para fixar o veio na face exterior das rampas de esmagamento das extremidades.

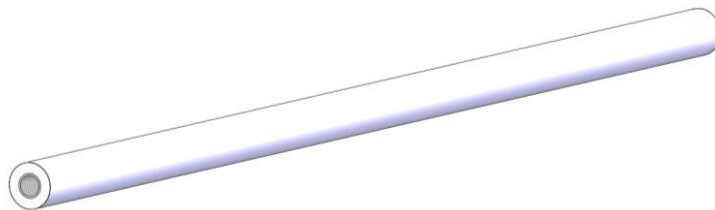


Figura 87 - Veio de 15 mm

De modo às rampas de esmagamento deste subconjunto ficarem distanciadas, foram colocados tubos espaçadores (Figura 88) de 26 mm de comprimento entre as peças. Nas extremidades do veio de 25 mm, entre a peça maquinada da extremidade e os suportes do subconjunto, foram colocados dois tubos de 28 e 30 mm para o posicionar em relação ao equipamento.

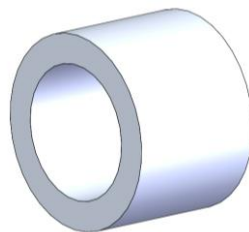


Figura 88 - Tubo espaçador

3.4.3. Desenvolvimento do sistema de acionamento

O sistema de acionamento desenvolvido para o equipamento final advém da solução selecionada através da matriz de seleção apresentada na Tabela 15. Desta forma, foi utilizado um motorreductor acoplado numa das extremidades do rolo rotativo, ao contrário do que foi

utilizado no protótipo devido à redução de custos. A solução desenvolvida encontra-se apresentada na Figura 89, na qual se destaca o motorreductor da marca Nord acoplado ao veio, na parte exterior do equipamento. Foi necessário que o veio do rolo rotativo saísse do interior da máquina de desempacotamento para acoplamento ao motorreductor.

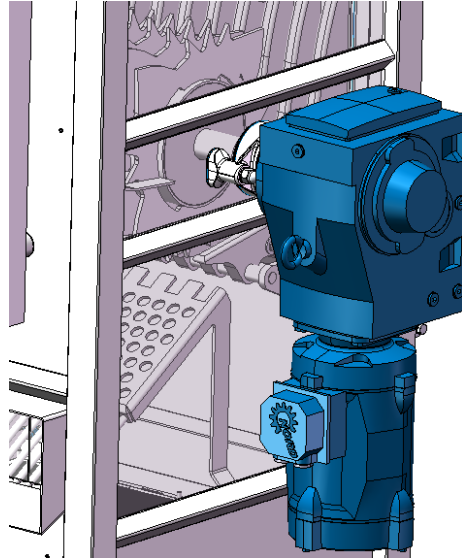


Figura 89 - Veio do rolo rotativo acoplado no motorreductor

Devido a limitações construtivas e de espaço, foi decidido colocar a chumaceira do lado do motorreductor no lado exterior da máquina, como já foi referido. De modo a evitar contaminações do meio exterior com o ambiente interior do equipamento é colocado um vedante no veio, como é possível ver na Figura 90. Este vedante é colocado num tubo maquinado soldado à estrutura.

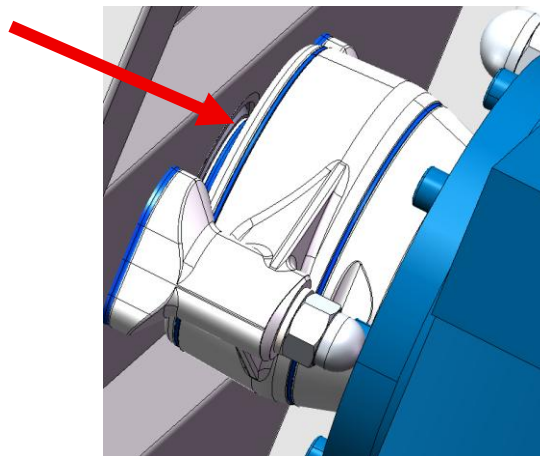


Figura 90 - Vedante do veio do rolo rotativo

O motorreductor da Nord apresenta um elevado grau de higiene, com IP66, devido ao ambiente externo da máquina estar sujeito a lavagem. Este também foi colocado em posição vertical, como mostrado na Figura 89, de modo a todo o líquido da lavagem escorrer por ação da gravidade, evitando acumulações. Este motorreductor foi fixado à estrutura através de um braço de binário, fornecido também pelo fornecedor. O braço de binário aperta num veio soldado à

estrutura do equipamento através de um parafuso M16, inserido no furo roscado existente no veio. O braço de binário possui ainda um sinobloco de borracha para absorver potenciais vibrações causadas pelo funcionamento do equipamento e acomodar desalinhamentos entre o veio do braço de binário e a zona de amarração. O dimensionamento deste motorreductor encontra-se apresentado no capítulo 3.4.6.1.

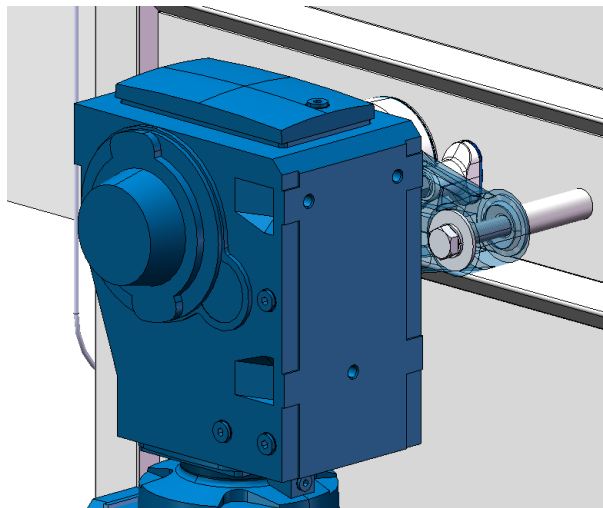


Figura 91 - Fixação do braço de binário à estrutura do equipamento

3.4.4. Desenvolvimento dos restantes sistemas

Após a descrição dos dois sistemas principais, procede-se à apresentação dos restantes sistemas do equipamento que incluem a estrutura do equipamento, o túnel de entrada com rampa, o conjunto de embate, a rampa de saída de embalagens vazias, a gaveta de filtração o reservatório o sistema de bombeamento, as portas frontal e lateral, o sistema de lavagem CIP e o sistema elétrico do equipamento.

3.4.4.1. Estrutura do equipamento

O corpo responsável por sustentar todos os subconjuntos, componentes e acessórios da máquina, é a estrutura do equipamento. Esta é constituída por uma estrutura tubular soldada e um conjunto de chapas soldadas aos tubos. A estrutura tubular, visualizada na Figura 92 a), é composta por um conjunto soldado de tubos quadrados de 50 e 30 mm de lado. Os tubos de maior dimensão, os de 50x50 mm², são responsáveis por definir os limites da estrutura através dos quatro tubos verticais e dos quatro tubos horizontais superiores. De modo a aumentar a rigidez desta estrutura, ao longo dos tubos verticais foram soldados os tubos de 30x30 mm² de lado, com as faces a 45° de modo a evitar zonas de acumulação de líquido, quer no interior quer no exterior do equipamento. Estes tubos rodados (Figura 92 b) permitem que o líquido alimentar do interior do equipamento escorra até ao reservatório e que o líquido de lavagem exterior escorra até ao solo, pela estrutura. Na face inferior dos tubos horizontais foram soldadas chapas com um furo roscado de modo a serem fixados os pés higiénicos de fixação da estrutura.

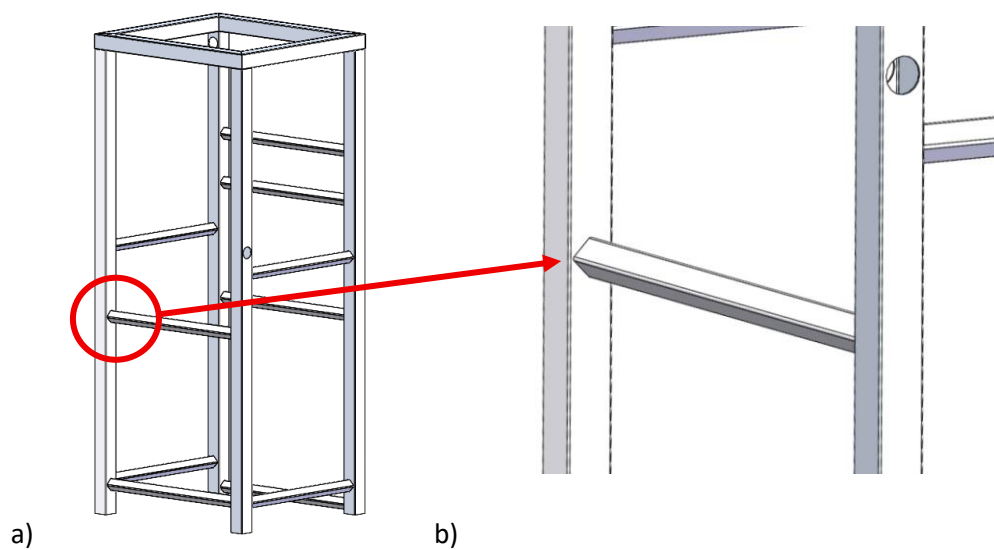


Figura 92 - Estrutura tubular: a) Vista isométrica; b) Tubos com as faces rodadas

Depois de o conjunto tubular estar completamente soldado, foi necessário soldar chapas em todo o redor para separar o ambiente interno e externo do equipamento, contribuindo também para o aumento da rigidez da mesmo. Com as chapas já soldadas aos tubos, foram realizadas diversas alterações ao longo do desenvolvimento do projeto, tais como furos e cortes, de modo a permitir a fixação de todos os componentes e acessórios do equipamento final. Na Figura 93 é possível ver o conjunto final soldado, com todos os componentes descritos.

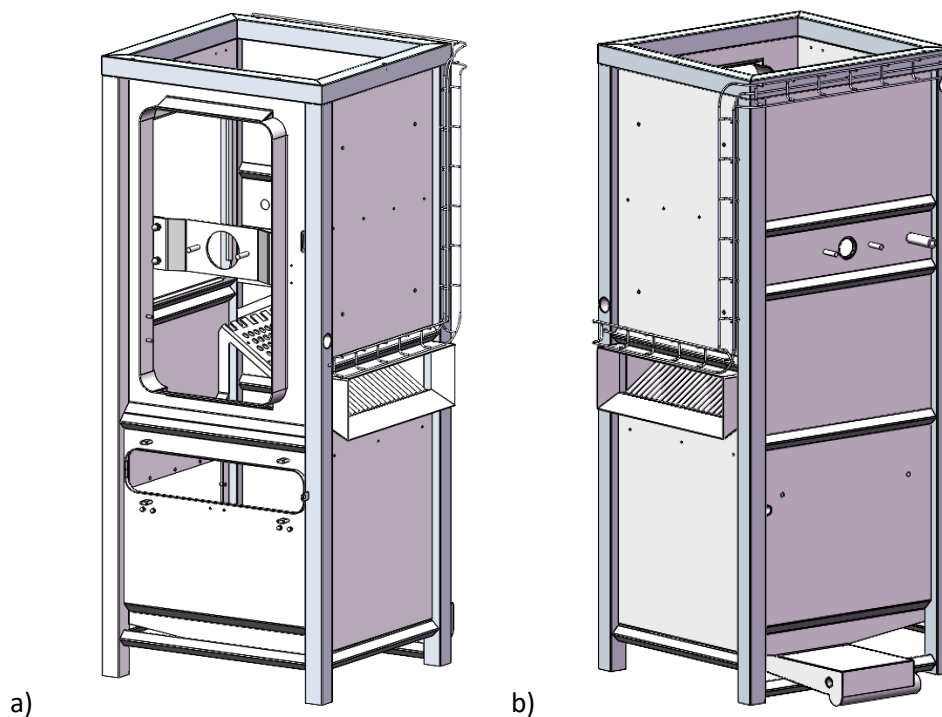


Figura 93 - Estrutura do equipamento com acessórios: a) Vista isométrica 1; b) Vista isométrica 2

3.4.4.2. Túnel de entrada com rampa

O componente que se encontra no topo da máquina é o túnel de entrada com rampa (Figura 94). O túnel é uma estrutura em formato de U invertido que serve para proteger o ambiente interno da máquina na entrada de embalagens rejeitadas para desempacotamento. A rampa com inclinação de 45° apertada ao túnel tem como função encaminhar as embalagens para a zona de desempacotamento.

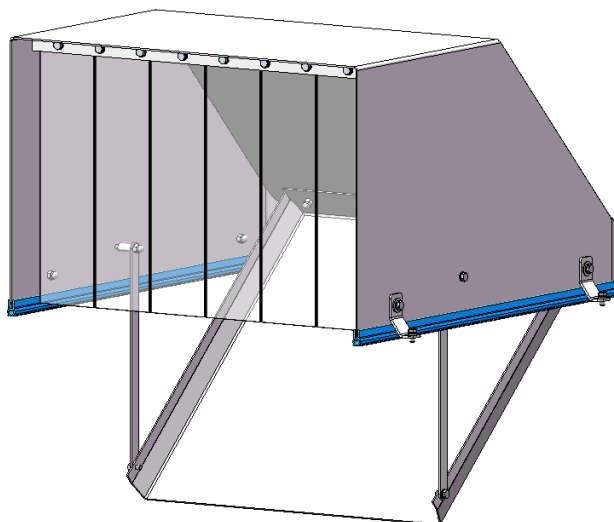


Figura 94 - Túnel de entrada com rampa

O túnel é construído a partir de uma chapa quinada e soldada, sendo fixado à estrutura tubular através de cinco suportes ajustáveis (Figura 95), com furos oblongos, apertados por parafusos e pernos roscados. Na face inferior do túnel é aplicado um perfil de vedação de silicone para evitar contaminações internas. Na entrada de embalagens são aplicadas cortinas de PVC para evitar projeções de produto alimentar para o exterior, sendo fixadas entre duas barras, uma soldada ao túnel e outra com furos passantes, apertadas com parafusos M6.

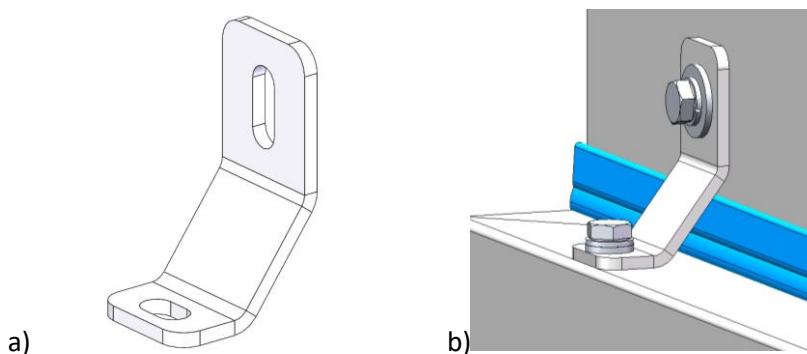


Figura 95 - Suporte de fixação do túnel: a) Vista isométrica; b) Fixação do túnel

A rampa que conduz as embalagens até ao rolo rotativo (Figura 96) é fabricada a partir de uma chapa quinada e fixada ao túnel com cinco parafusos M6, apertados em porcas cegas soldadas. A extremidade inferior da rampa é suportada por tirantes laterais, presos com parafusos e

porcas M6. Adicionalmente, é aplicado um espaçador na fixação dos tirantes ao túnel para garantir o alinhamento correto com a rampa.

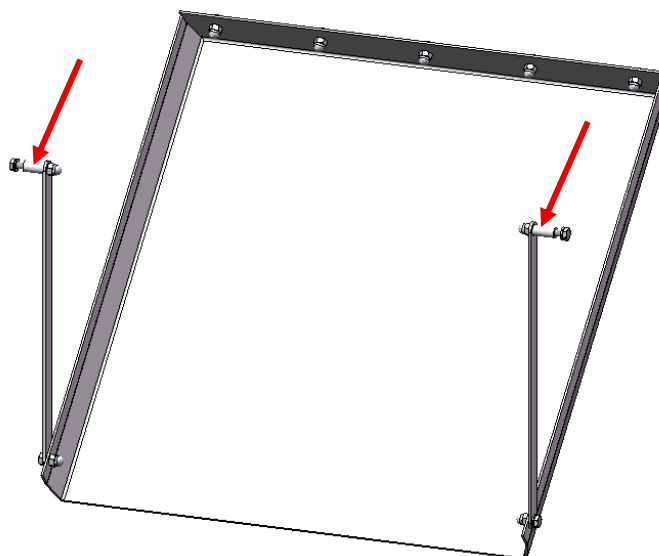


Figura 96 - Rampa de encaminhamento de embalagens cheias na entrada do equipamento

3.4.4.3. Conjunto de embate

O conjunto de embate, apresentado na Figura 97 e anteriormente no protótipo do anteprojeto, tem como função remover embalagens presas nos discos do rolo rotativo. Este conjunto é composto por uma chapa quinada com rasgos para evitar acumulação de líquidos e por quatro cutelos soldados para reforço. A fixação à estrutura é feita através de porcas cegas em pernos soldados à estrutura do equipamento.

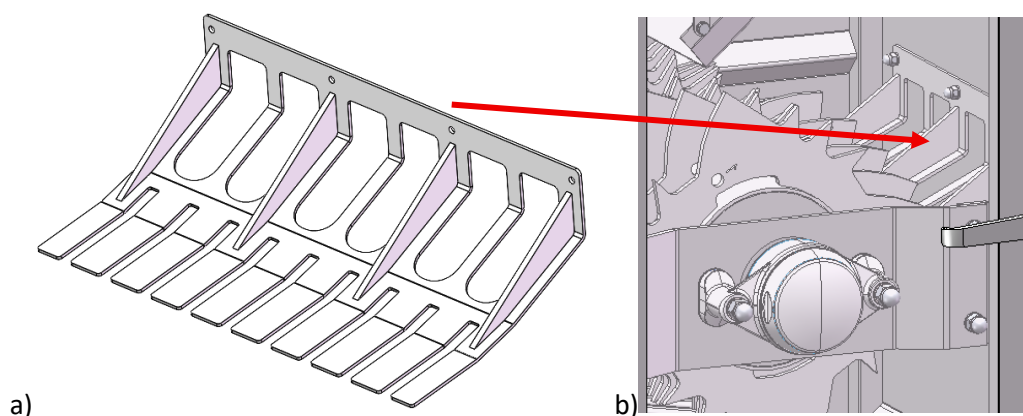


Figura 97 - Conjunto de embate: a) Vista isométrica; b) Componente fixado na estrutura

3.4.4.4. Rampa de saída das embalagens vazias

A rampa de saída de embalagens vazias, representada na Figura 98, foi desenvolvida para conduzir as embalagens vazias até ao exterior no equipamento. Esta rampa é constituída por uma chapa quinada, um conjunto de veios e um varandim em cada lado.

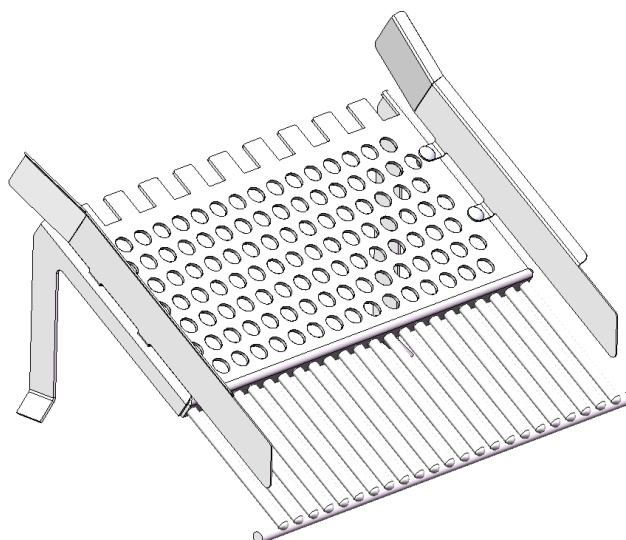


Figura 98 - Rampa de saída das embalagens vazias

A chapa quinada apresenta furos na sua superfície para reduzir a velocidade de escorregamento do líquido, evitando que este seja projetado para o exterior do equipamento em vez de escorrer adequadamente para o reservatório ao atingir os veios. Na parte superior, os rasgos permitem a rotação das peças móveis da unidade de esmagamento. A face quinada possui furos para encaixe e soldadura dos veios, que permitem o escoamento do líquido e impedem a queda das embalagens devido ao espaçamento reduzido entre os veios. O varão transversal soldado na extremidade garante o suporte dos restantes veios e todo o conjunto é fixado à estrutura tubular em quatro pontos, indicados da Figura 99, através de soldadura.

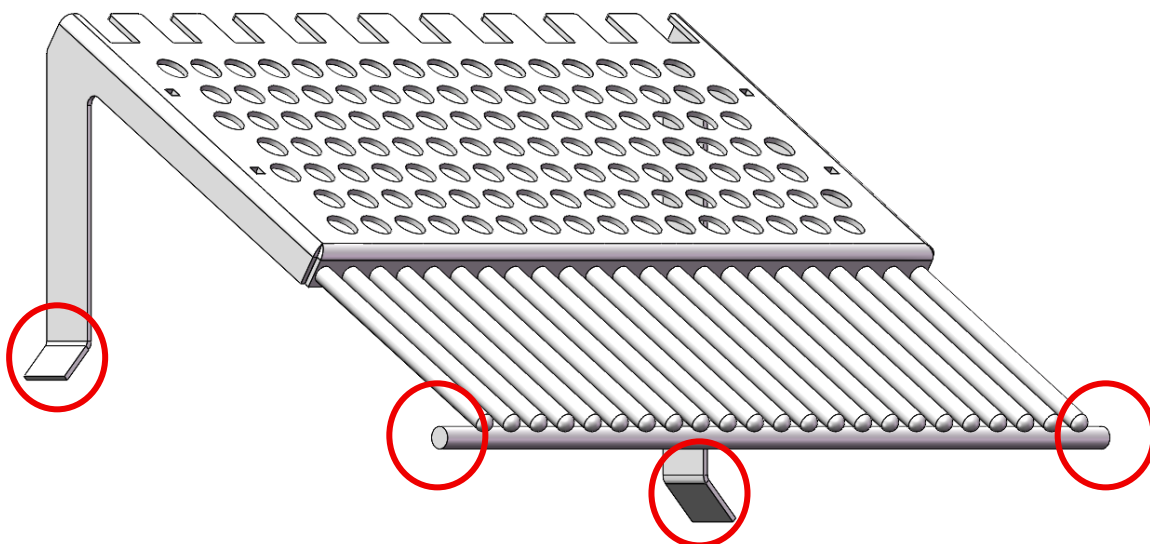


Figura 99 - Zonas de soldadura para fixação do subconjunto

Nas extremidades da chapa quinada são fixados varandins laterais (Figura 100 a), cuja função é guiar as embalagens para o túnel de saída, evitando que estas fiquem presas ou caiam na gaveta de filtração. Cada varandim é constituído por uma chapa com duas orelhas com furos quadrados para a fixação através de parafusos de quadra. Estes parafusos, de cabeça rebaixada,

evitam interferência com as embalagens e são fixados com uma anilha e porca cega na face inferior da rampa (Figura 100b).

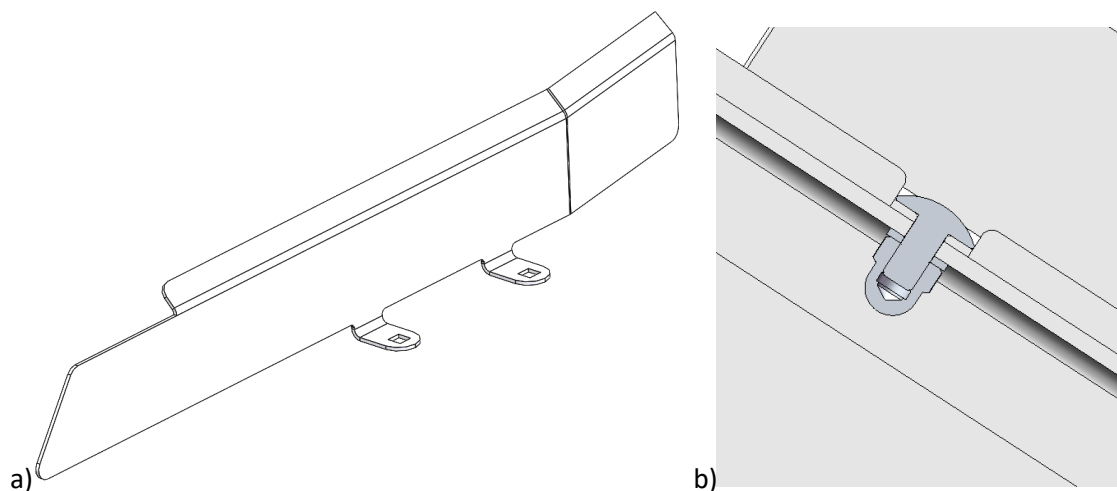


Figura 100 – a) Varandim da rampa de saída de embalagens vazias; b) Fixação do varandim

3.4.4.5. Túnel de saída de embalagens vazias

O túnel de saída de embalagens vazias (Figura 101) é o troço final do equipamento. É neste túnel que as embalagens, depois de perfuradas e esmagadas, voltam a ter contacto com o exterior. Este é formado por duas chapas, uma com quinagem em U invertido e outra que funciona como base. O conjunto é soldado entre si, como indicado na imagem, e posteriormente à estrutura do equipamento.

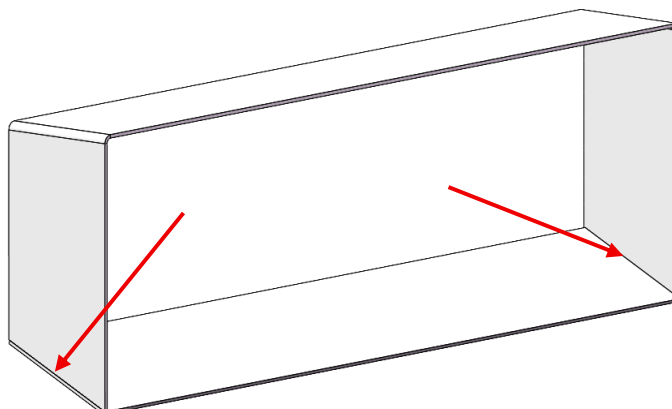


Figura 101 - Túnel de saída de embalagens vazias

No túnel é soldada uma barra com furos roscados para a fixação de cortinas de PVC (Figura 102 a), tal como no túnel de entrada. No interior do equipamento, por cima do túnel, encontra-se uma chapa cuja função é impedir que o produto alimentar escorra diretamente para as cortinas, (Figura 102 b).

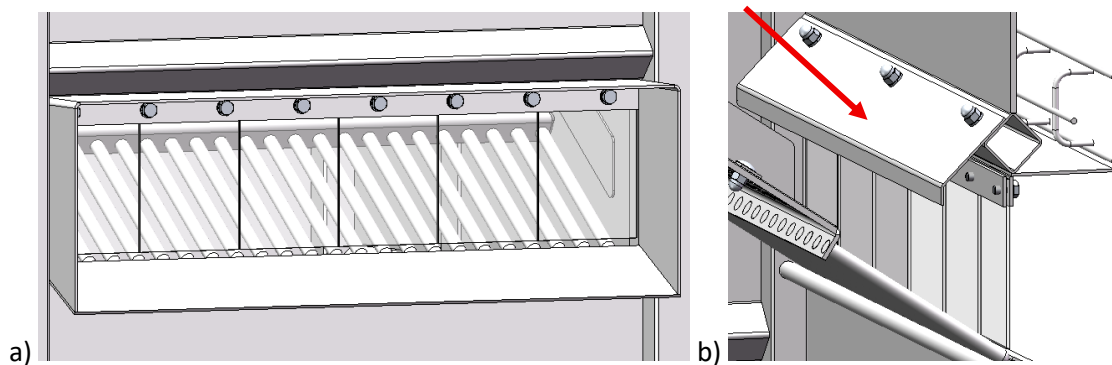


Figura 102 - a) Cortinas do túnel de saída; b) Chapa de proteção do túnel

3.4.4.6. Gaveta de filtração

A gaveta de filtração tem o objetivo de filtrar o líquido antes que este se deposite no reservatório do equipamento. Este filtro é capaz de reter os resíduos de maior dimensão provenientes do processamento das embalagens. Esta gaveta, visível na Figura 103, é constituída por:

- Estrutura da gaveta;
- Filtro de rede;
- Mecanismo de guia;
- Sistema de fecho;
- Sistema de segurança;
- Sistema de impedimento com mola;
- Chapas de escorregamento.

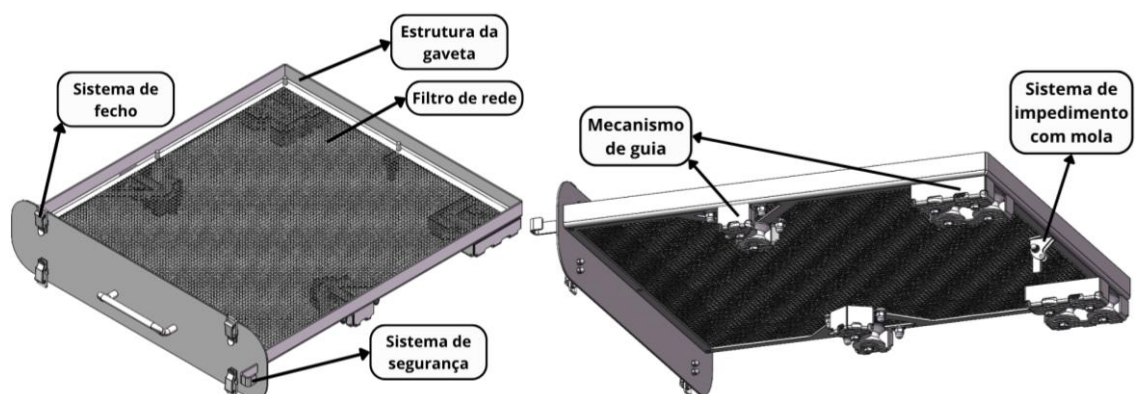


Figura 103 - Gaveta de filtração

Estrutura da gaveta

A estrutura da gaveta (Figura 104) é composta essencialmente por uma chapa quinada e uma chapa com formato oblongo. Na chapa quinada, onde é pousado o filtro de rede, são soldados 8 pinos de modo a posicioná-lo. Nesta chapa são também soldados os conjuntos de rodas, que permitem o seu movimento unidirecional e um dos componentes do sistema de impedimento, que será detalhado posteriormente.

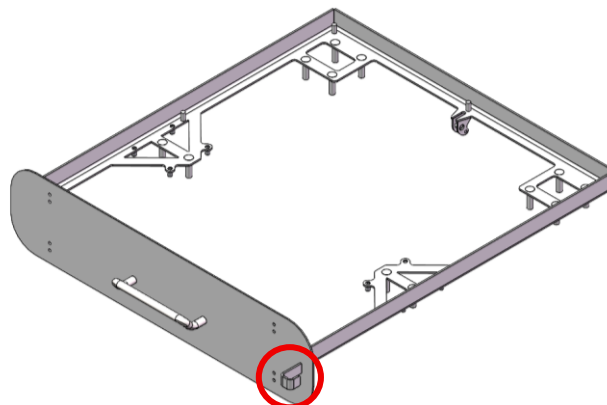


Figura 104 - Estrutura da gaveta

A chapa com formato oblongo permite tapar e vedar a entrada da gaveta. Esta vedação dá-se com o auxílio de um perfil, o mesmo utilizado no túnel de entrada, que é comprimido entre a estrutura e esta chapa. Este perfil é encaixado numa chapa soldada à estrutura do equipamento, como é possível ver na Figura 105. Nesta chapa são instalados os fechos da porta e uma pega que facilita o manuseamento da gaveta, assim como o detetor do sistema de segurança da mesma, indicado na Figura 104.

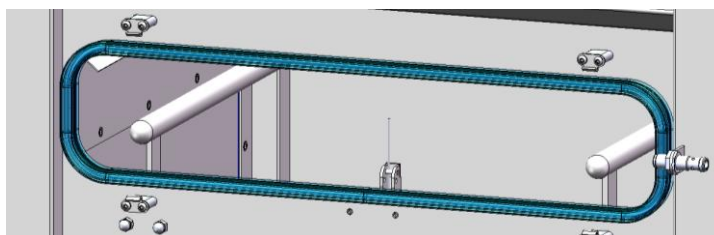


Figura 105 - Chapa de fixação da vedação da gaveta

Filtro de rede

O filtro de rede, representado na Figura 106, é fabricado em chapa cortada a laser com furos de 5 mm, impede a passagem de resíduos maiores para o reservatório. Este filtro possui ainda oito furos nas extremidades para fixação na estrutura da gaveta.

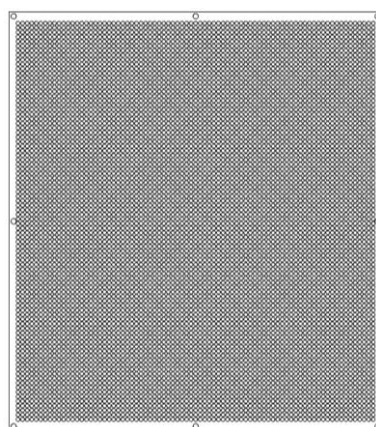


Figura 106 - Filtro de rede

Mecanismo de guia

O movimento da gaveta é assegurado por um mecanismo de guia com rodas horizontais que se movimentam sobre veios fixos, conforme ilustrado na Figura 107. Este sistema é composto por doze conjuntos de rodas instalados na gaveta e dois veios fixos na estrutura do equipamento.

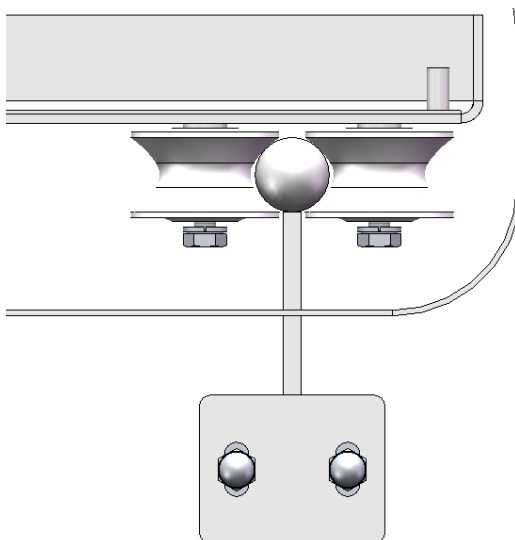


Figura 107 - Mecanismo de rodas deslizantes

Cada conjunto de rodas é formado por um veio soldado à gaveta e por uma roda maquinada em POM, fixada ao veio por meio de uma anilha e um parafuso (Figura 108). As rodas rolam facilmente sem deslizamento devido ao toleranciamento preciso com o veio de suporte, possuindo uma forma côncava que funciona como canal de rolamento para o veio.

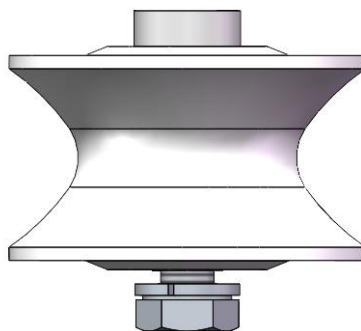


Figura 108 - Conjunto de rodas de guia

Estes conjuntos de rodas são posicionados aos pares na estrutura da gaveta de modo aos veios serem colocados entre cada par de rodas, como é representado na Figura 109. Existem 2 pares de conjuntos de rodas na extremidade da gaveta, outros 2 pares logo de seguida e os últimos dois pares são colocados aproximadamente no centro da gaveta. O posicionamento dos pares dos conjuntos das rodas garante que, no final da abertura da gaveta, esta ainda se encontre guiada. Com o auxílio do sistema de batente com mola, é garantido que a gaveta não tombe, e que as rodas fiquem forçadas nos veios e se desencaixem dos mesmos nesse mesmo momento.

Os conjuntos de rodas são dispostos aos pares na gaveta, permitindo que os veios fiquem posicionados entre cada par, conforme ilustrado na Figura 109.

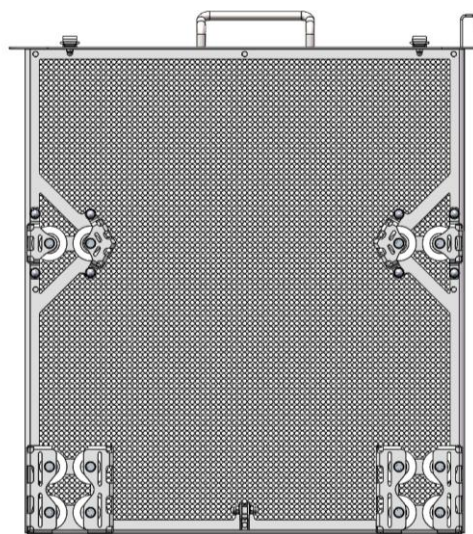


Figura 109 - Posicionamento das rodas na gaveta

Os veios das rodas (Figura 110) são fixados à estrutura pelas duas extremidades. Numa extremidade, estes utilizam um suporte com flange soldado ao veio, preso por dois parafusos e porcas cegas. Este suporte foi projetado para passar entre os conjuntos de rodas sem interferência. Na outra extremidade, o veio possui um furo roscado onde é fixado um parafuso pelo exterior da máquina.



Figura 110 – Veios das rodas

Sistema de fecho

Para fechar a gaveta e comprimir o perfil de vedação da mesma, foram colocados quatro sistemas de fechos de engate da marca Norelem (Figura 111). Cada sistema é composto por duas peças, nomeadamente o fecho fixado na gaveta e o contra gancho fixado na estrutura. Para alinhar estas duas peças com a gaveta fechada, foram soldados quatro espaçadores no exterior do equipamento, com furos roscados para fixação. O uso de parafusos de cabeça tipo queijo deve-se ao espaço limitado disponível nos fechos e nos contra ganchos.

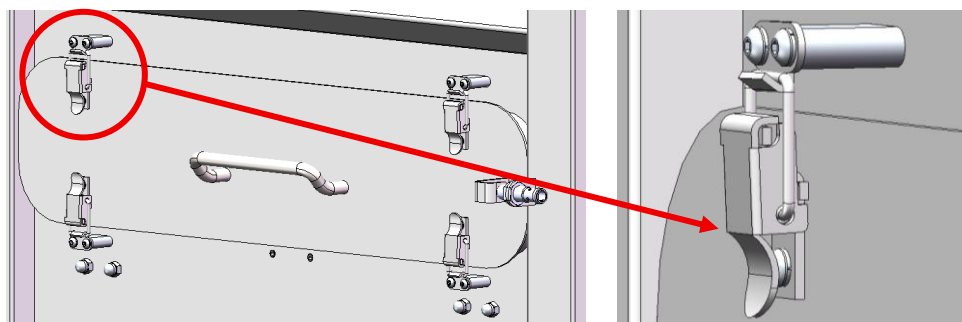


Figura 111 - Sistema de fecho com travas

Sistema de segurança

Para garantir a segurança do operador, foi integrado um sensor indutivo que deteta se a gaveta está fechada. Para isso, foram desenvolvidas duas peças, um suporte soldado à estrutura tubular, com furo para fixação do sensor (Figura 112), e um detetor em chapa quinada, soldado à gaveta, que se aproxima do sensor quando a porta está fechada e vice versa.

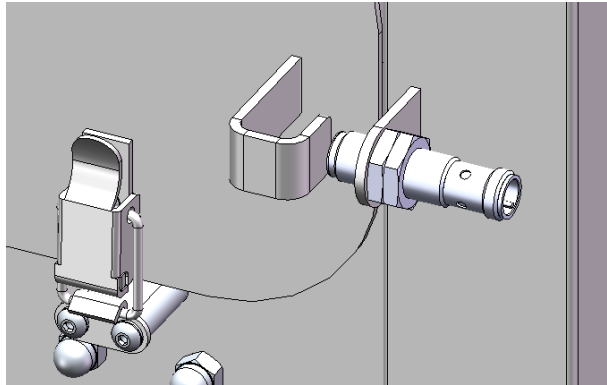


Figura 112 - Sistema de segurança da gaveta

Na Figura 113 é possível compreender o funcionamento deste sistema: em a) gaveta encontra-se fechada e em b) aberta. Quando a porta é aberta repentinamente o sensor deixa de detectar a chapa da gaveta e faz desligar imediatamente o motorreductor para que não seja possível alcançá-lo em movimento, evitando assim uma situação de perigo.

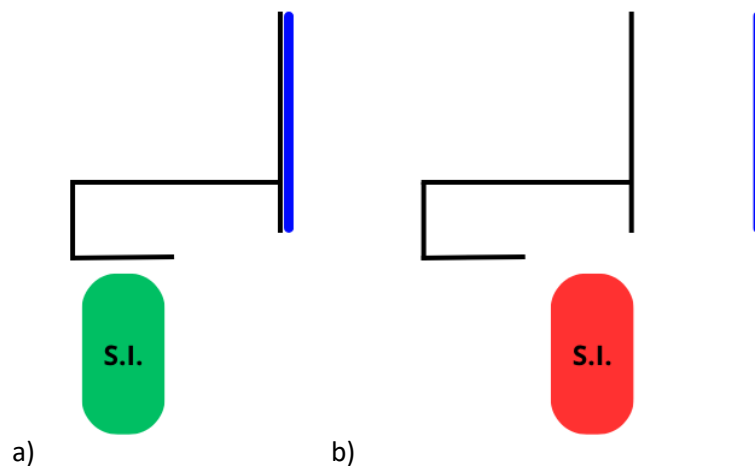


Figura 113 - Esquema de funcionamento do sensor indutivo da gaveta

Sistema de impedimento com mola

O sistema de impedimento com mola foi desenvolvido para impedir a remoção completa da gaveta durante a abertura. Este é composto por dois subconjuntos, um batente rotativo na gaveta e um mecanismo com mola fixado à estrutura. Ao abrir, o batente colide com o mecanismo de mola, limitando o curso. Para remover totalmente a gaveta, o operador deve puxá-la com maior força para vencer a resistência da mola. No fecho, o batente da gaveta roda num único sentido, permitindo a reentrada da gaveta sem esforço. O funcionamento encontra-se ilustrado na Figura 114.

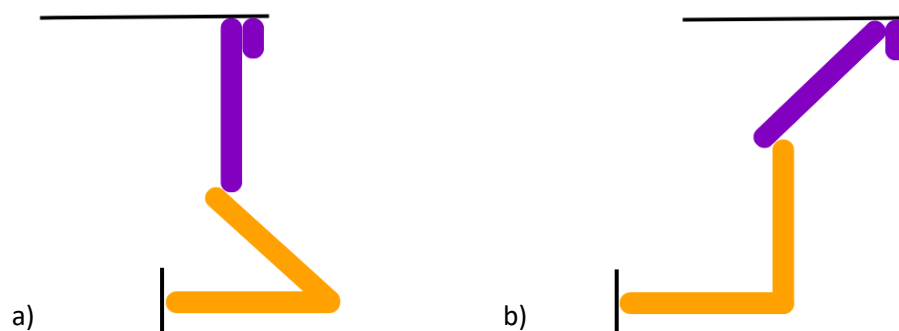


Figura 114 - Funcionamento do sistema de impedimento: a) Gaveta a abrir; b) Gaveta a fechar

O batente rotativo da gaveta (Figura 115 a) é composto por dois suportes soldados à gaveta, um batente em chapa de 8 mm, um veio de 4 mm que limita a rotação a um só sentido e um veio central que serve de eixo de rotação. Este veio central (Figura 115 b) possui um furo roscado onde são soldados dois pernos, garantindo o travamento axial através de anilhas e porcas cegas.

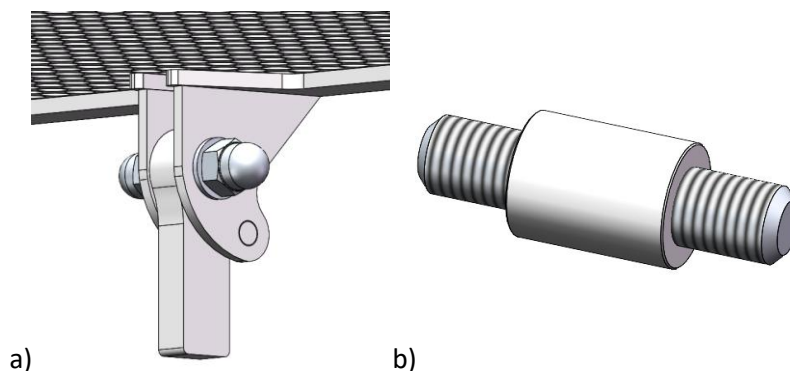


Figura 115 – a) Batente rotativo da gaveta b) Veio central do batente rotativo

O mecanismo com mola (Figura 116) é composto por dois conjuntos soldados, um com uma flange para fixação à estrutura, e outro rotativo em torno do veio, onde está instalada a mola. A mola é presa por dois veios mais pequenos soldados nas peças, e possui as extremidades curvadas para evitar o desencaixe. O sistema inclui um batente que mantém a peça móvel na posição vertical. Porém, ao puxar a gaveta a peça recolhe e, após a passagem do batente, esta retorna automaticamente à posição inicial pela ação da mola.

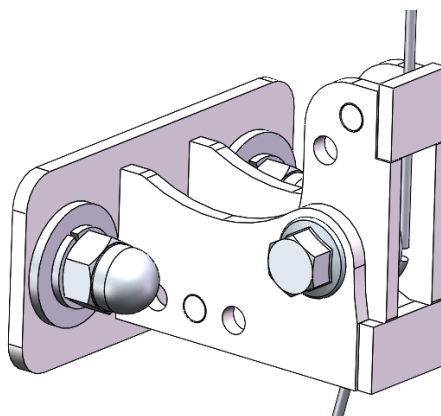


Figura 116 - Componente com mecanismo de mola

Chapas de escorregamento

As duas chapas de escorregamento, apresentadas na Figura 117, são fixadas na estrutura, através de três porcas cegas, e têm o objetivo de fazer com que o líquido não passe entre as laterais da gaveta e as faces interiores da estrutura do equipamento. Estas são quinadas a 50°, em relação à chapa vertical, para facilitar o escoamento do líquido e reter resíduos no filtro.

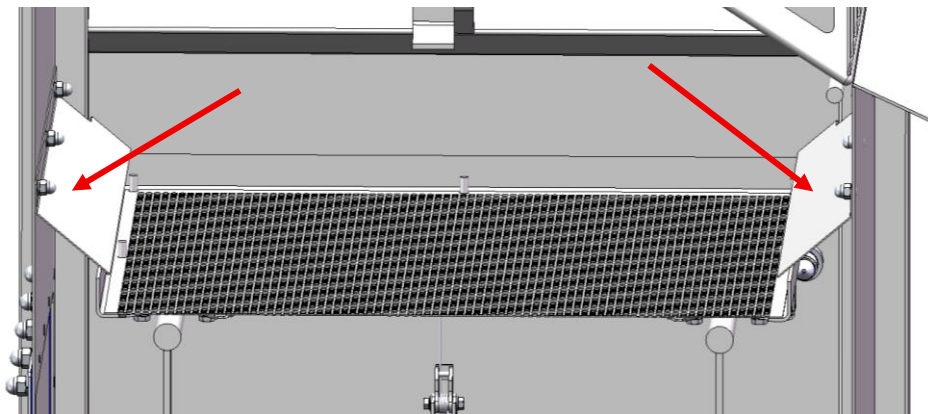


Figura 117 - Chapas de escorregamento

3.4.4.7. Reservatório

O reservatório (Figura 118), com capacidade de cerca de 100 litros, acumula o líquido alimentar antes de este ser bombeado para a linha de enchimento principal, para reaproveitamento. Este reservatório foi projetado com chapas quinadas soldadas à estrutura tubular, de modo a evitar acumulações e garantir o escoamento pela ação da gravidade. Na extremidade do reservatório existe um tubo soldado para encaminhar o líquido para a bomba. No reservatório foram soldados casquilhos roscados para instalar dois sensores de nível, um na parte inferior e outro no topo, que detetam se o reservatório está vazio ou cheio, conforme indicado na figura.

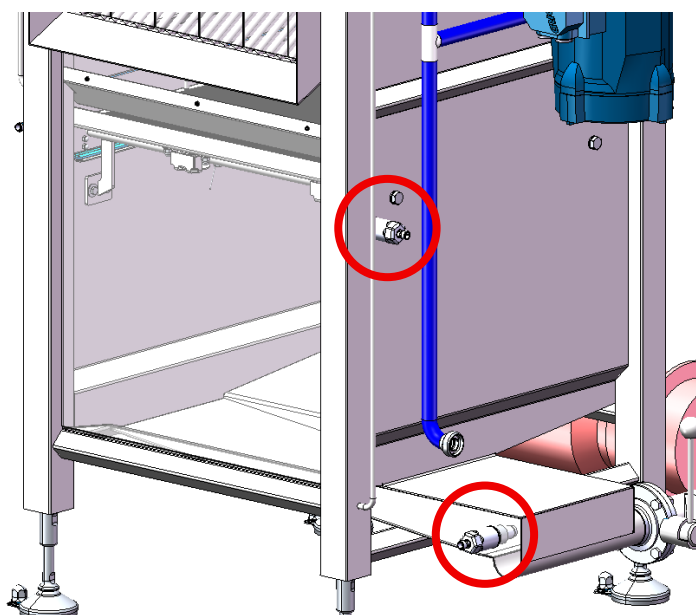


Figura 118 - Reservatório de produto alimentar líquido

Na face lateral do equipamento há um acesso ao reservatório para facilitar a manutenção, indicado na Figura 119. Este acesso consiste num recorte na chapa do reservatório e uma chapa fixada à estrutura com porcas cegas em pernos soldados e vedado por uma folha de silicone.

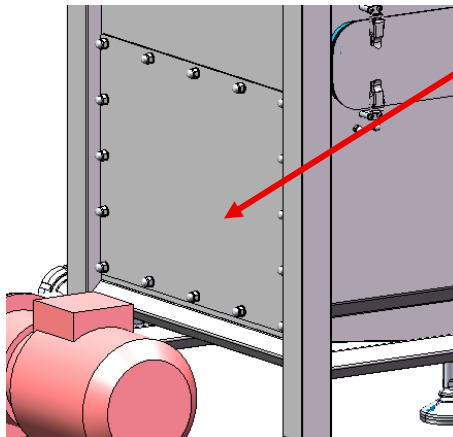


Figura 119 - Acesso ao interior do reservatório do equipamento

3.4.4.8. Sistema de bombeamento do equipamento

Para o produto alimentar e o líquido da lavagem CIP serem expulsos do equipamento, foi necessário desenvolver um sistema de bombeamento do equipamento, representado na Figura 120. Este sistema, conectado ao fundo do reservatório da máquina, é constituído por:

- 1) Uma válvula borboleta manual;
- 2) Um T com tampão de esgoto;
- 3) Um filtro pré-bomba;
- 4) Uma bomba;
- 5) Uma saída com válvula automática para o CIP;
- 6) Uma saída com válvula automática para o líquido alimentar.

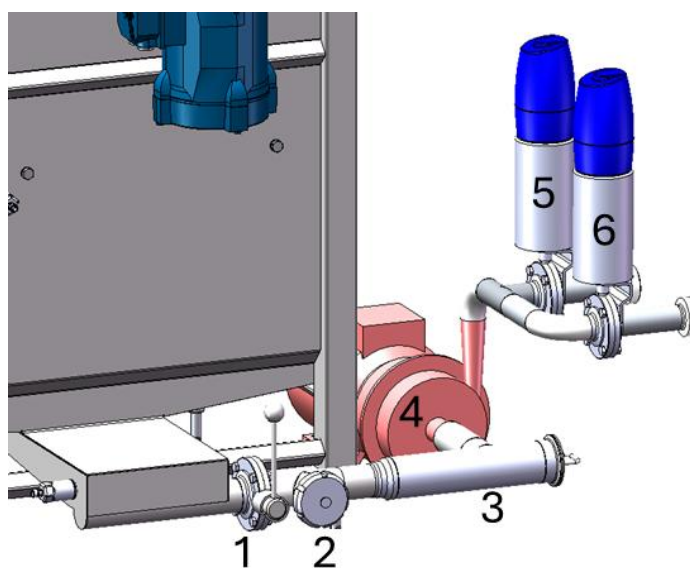


Figura 120 - Sistema de bombeamento do equipamento

Este sistema possui dois modos de funcionamento: o modo de recuperação de líquido alimentar e o modo de lavagem (CIP).

Modo de recuperação de líquido alimentar

Este modo de funcionamento tem como objetivo enviar o produto alimentar líquido, retirado do interior das embalagens, para a linha principal de enchimento, realizando-se o reaproveitamento do mesmo. Este modo de funcionamento possui as seguintes etapas:

- 1) O ciclo inicia quando o sensor de nível máximo do reservatório está ativo, ou seja, quando o reservatório se encontra cheio;
- 2) A válvula borboleta manual tem de estar aberta;
- 3) O tampão de esgoto tem de estar fechado;
- 4) A electroválvula para o líquido alimentar abre;
- 5) A electroválvula para o CIP é fechada;
- 6) A bomba é ligada, expulsando todo o líquido da máquina para a linha de enchimento da fábrica do cliente;
- 7) O ciclo encerra quando o sensor de nível mínimo do reservatório se desativa, ou seja, quando já não deteta a presença de líquido no interior do equipamento, desligando assim a bomba.

Modo de lavagem (CIP)

Após cada ciclo de recuperação de líquido alimentar é necessário lavar o interior do equipamento através do modo de lavagem, na qual o sistema CIP é ativo. Quando a lavagem do equipamento é acionada, é importante salientar que não deve ocorrer acumulação dos produtos de lavagem utilizados no interior da máquina, e por isso este modo de funcionamento segue os seguintes passos:

- 1) Após a lavagem CIP ser ativa, o ciclo inicia quando o sensor de nível mínimo deteta a presença do líquido de lavagem, e após este sinal a bomba começa a trabalhar, de modo a evitar o seu funcionamento em vazio;
- 2) A válvula borboleta manual tem de estar aberta;
- 3) O tampão de esgoto tem de estar fechado;
- 4) A electroválvula para o CIP abre;
- 5) A electroválvula para o líquido alimentar é fechada;
- 6) O ciclo encerra quando a lavagem CIP é parada, sendo a bomba desligada passado alguns segundos. Por algum motivo, caso o sensor de nível máximo detete a presença de líquido neste funcionamento, a lavagem CIP é imediatamente desligada.

Existem ainda mais dois processos de manutenção que são a limpeza do filtro pré-bomba e a limpeza e/ou manutenção da bomba e dos tubos.

Manutenção do sistema de bombeamento

Como já referido, é essencial executar tarefas de manutenção neste sistema, uma vez que se trata de um sistema fundamental para o correto funcionamento do equipamento. A manutenção deste sistema está dividida em duas partes, apresentadas na Tabela 16. Nesta tabela são apresentados os passos para se realizar corretamente as tarefas de manutenção indicadas.

Tabela 16 - Manutenção do sistema de bombeamento

Limpeza do filtro pré-bomba	Manutenção/limpeza da bomba e tubagens
Bomba desligada; Fechar a válvula borboleta; Abertura e limpeza do filtro pré-bomba; Reapertar o filtro na tubagem; Abertura da válvula borboleta.	Bomba desligada; Fechar a válvula borboleta; Abertura do tampão de esgoto; Realizar a limpeza/manutenção na bomba ou tubagens; Recolocar o tampão de esgoto e abrir a válvula borboleta.

3.4.4.9. Porta frontal

Para permitir o acesso ao interior do equipamento foi crucial desenvolver uma porta que garanta a estanquicidade do equipamento. A porta frontal do equipamento (Figura 121), construída com estrutura tubular e chapa soldada, garante a estanquicidade e permite acesso ao interior. Fixada por duas dobradiças que permitem sua abertura giratória, a porta possui um vidro colado para visualização do processo interno. É por esta porta que são inseridos componentes e acessórios, como o rolo rotativo.

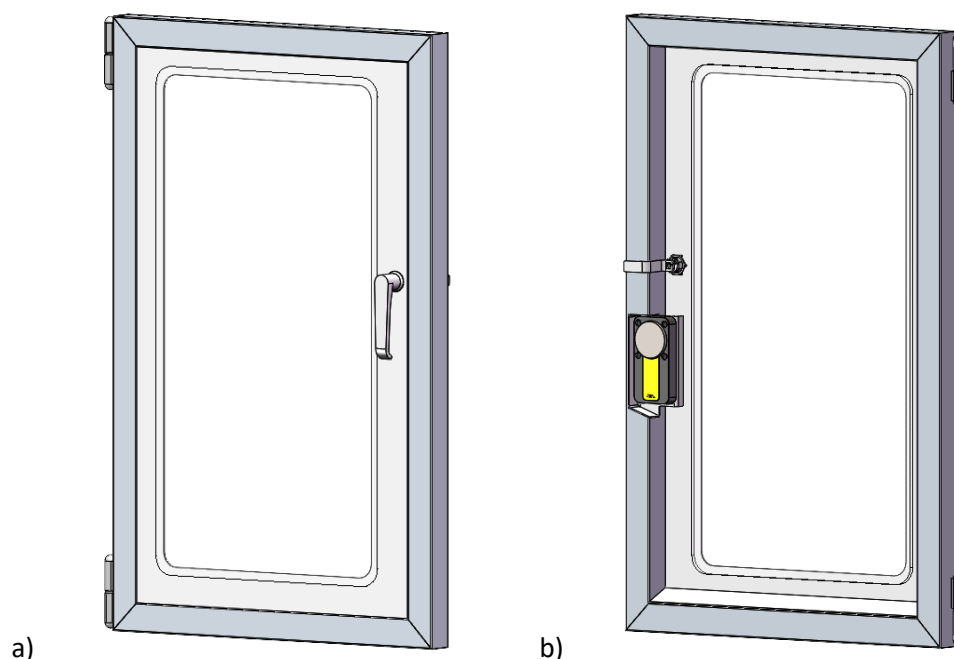


Figura 121 - Portal frontal: a) Vista exterior; b) Vista interior

A porta é mantida fechada por um manípulo higiênico rotacional com linguete, que se encaixa num engate soldado à estrutura do equipamento (Figura 122). Para garantir a segurança, foi instalado um sensor eletromagnético na porta e na estrutura, impedindo a sua abertura caso o linguete não esteja corretamente posicionado. A estanquicidade é assegurada através de um perfil de vedação, igual ao utilizado no túnel de entrada e na gaveta de filtração, encaixado numa chapa quinada da estrutura.

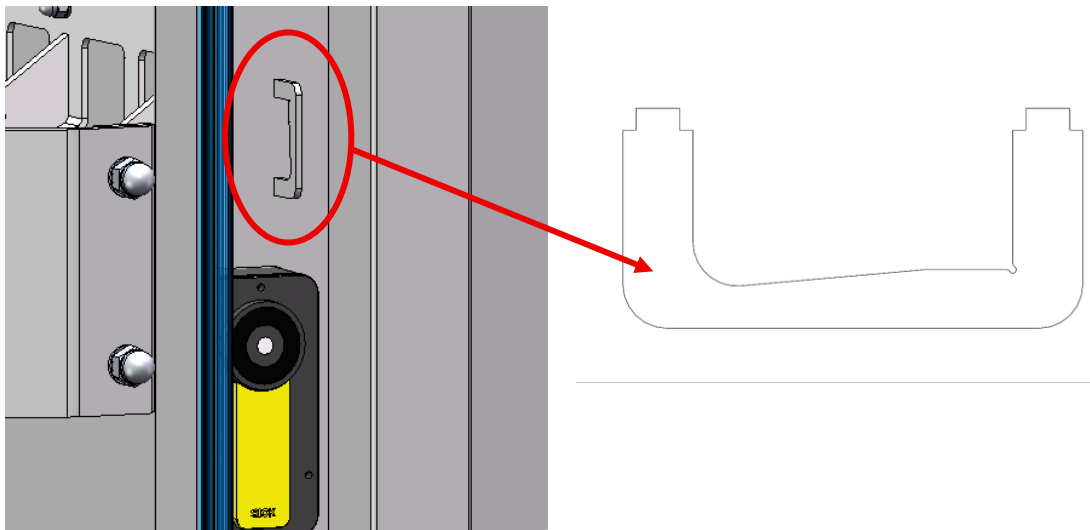


Figura 122 - Engate do linguete do manípulo da porta frontal

3.4.4.10. Porta lateral

Assim como a porta frontal, a porta lateral, visível na Figura 123, é composta por tubos e uma chapa soldada, sendo nela fixado o subconjunto de entrada da unidade de esmagamento. Devido a limitações de espaço e segurança do utilizador, esta porta foi projetada para esta abrir para baixo. As dobradiças foram soldadas na parte inferior da porta e à estrutura do equipamento. A porta é mantida fechada através de dois manípulos com linguete na parte superior, utilizando o mesmo sistema da porta frontal.

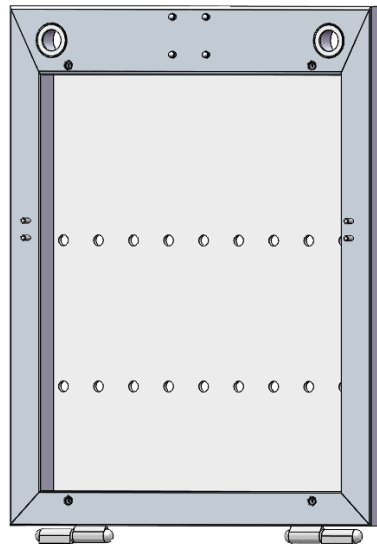


Figura 123 - Portal lateral

Para auxiliar o operador a abrir e fechar a porta, foram utilizadas duas molas a gás, dimensionadas no capítulo 3.4.6.2. e visualizadas na Figura 124. Estas molas a gás foram fixadas à porta e à estrutura do equipamento através de dois suportes maquinados. Para tapar os parafusos do subconjunto foi desenvolvida uma blindagem, apresentada na Figura 124.

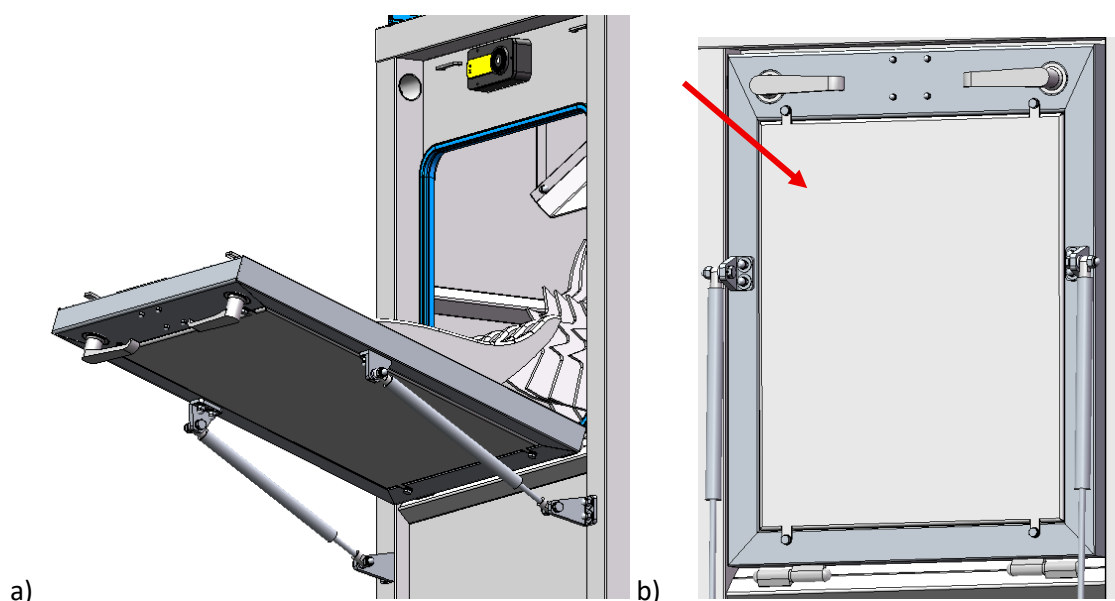


Figura 124 - Sistema de molas a gás da porta lateral: a) Porta aberta ; b) Blindagem da portal lateral

Estes suportes, visíveis na Figura 125, possuem um furo para posicionar e fixar os olhais da mola, através de um parafuso M8, e possuem dois furos oblongos para permitir o ajuste vertical na fixação à porta e à estrutura da máquina.

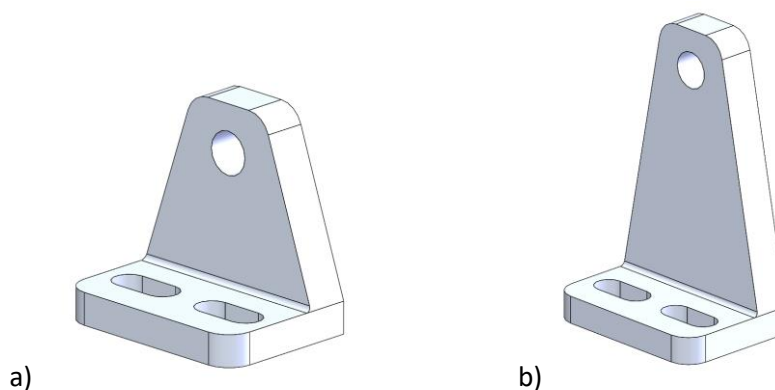


Figura 125 - Suportes de fixação das molas a gás: a) Suporte da porta; b) Suporte da estrutura

3.4.4.11. CIP

Para se realizar a higienização do equipamento, e de acordo com o pressupostos do equipamento, foi instalado um sistema de lavagem automática CIP. Neste capítulo é detalhada apenas a tubagem e os acessórios de lavagem do equipamento, visto que a central de lavagem, representada na Figura 73, é uma solução de catálogo da empresa. No equipamento foram utilizados 11 acessórios de lavagem no interior do equipamento, designadamente 6 jatos e 5 pinhas rotativas. Estes acessórios foram divididos por 5 zonas do equipamento, como indicado na Figura 126. É de salientar que foi necessário definir locais estratégicos de posicionamento dos acessórios de modo a lavar todo o equipamento e evitar que alguma superfície ficasse por higienizar.

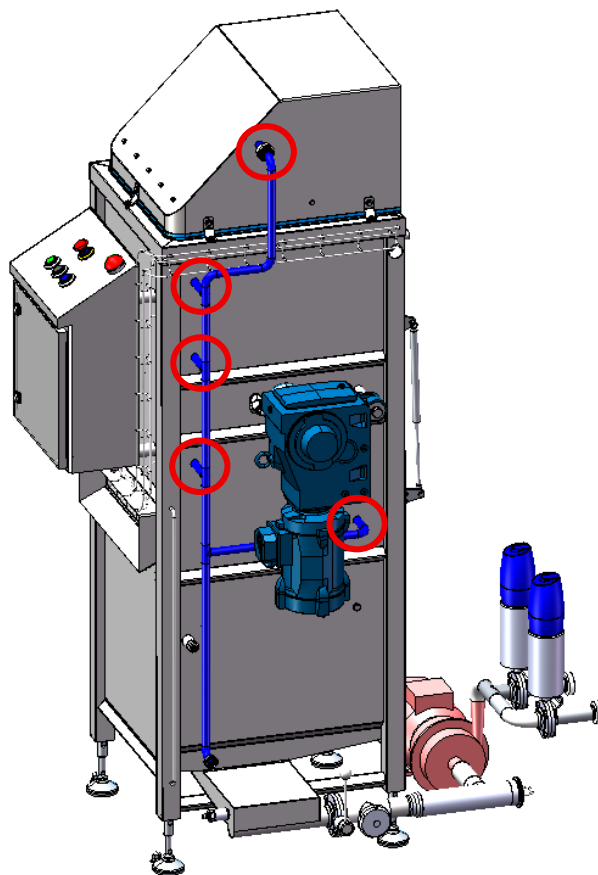


Figura 126 - Tubagem CIP no equipamento

Para a lavagem localizada do rolo rotativo foram utilizados 6 jatos. Metade destes jatos foram colocados num tubo e a outra metade noutro tubo, através de casquilhos roscados soldados. Um dos tubo foi colocado acima do conjunto de embate e o outro tubo foi colocado na zona inferior do mesmo, como visível na Figura 127.

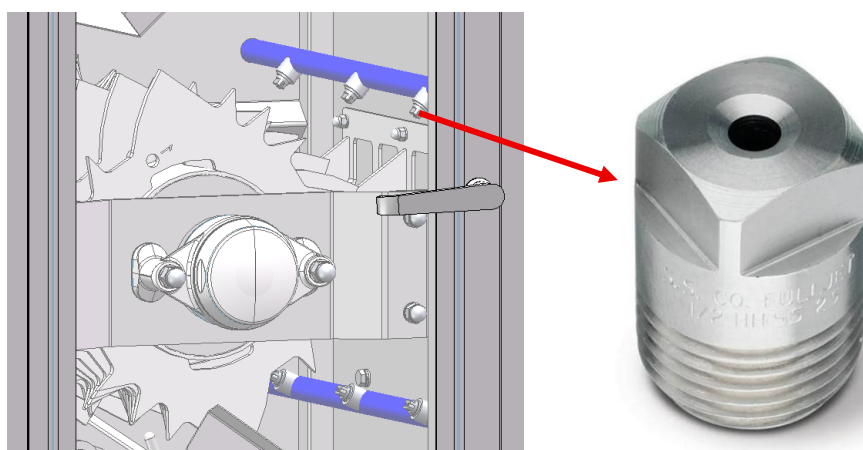


Figura 127 - Jatos de limpeza localizada do rolo rotativo [103]

As pinhas de lavagem rotativas, distribuídas pelas três zonas restantes, foram acopladas à tubagem através de cavilhas. Para lavagem da rampa de entrada das embalagens foi colocada uma pinha no túnel de entrada, como apresentado na Figura 128.

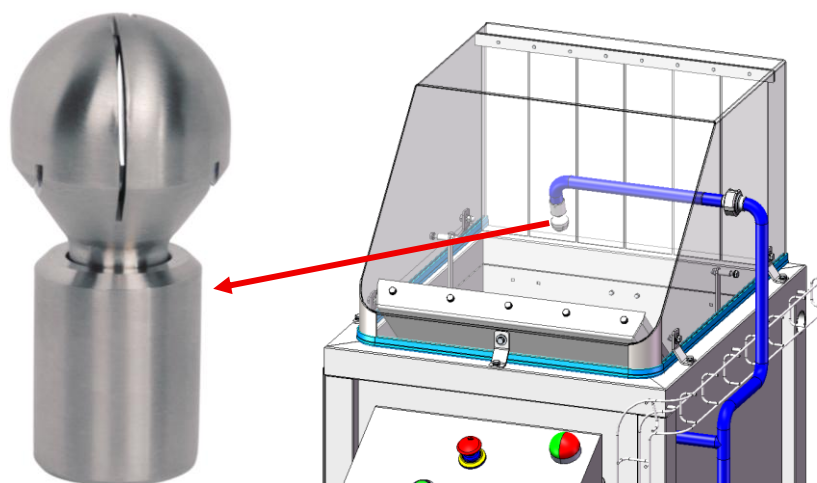


Figura 128 - Acessório CIP no túnel de entrada [104]

Duas pinhas foram colocadas abaixo do sistema de desempacotamento de modo a lavar o reservatório do equipamento, enquanto as outras duas pinhas foram colocadas na parte superior do equipamento, abaixo da rampa de entrada, para lavar a zona de saída das embalagens (Figura 129).

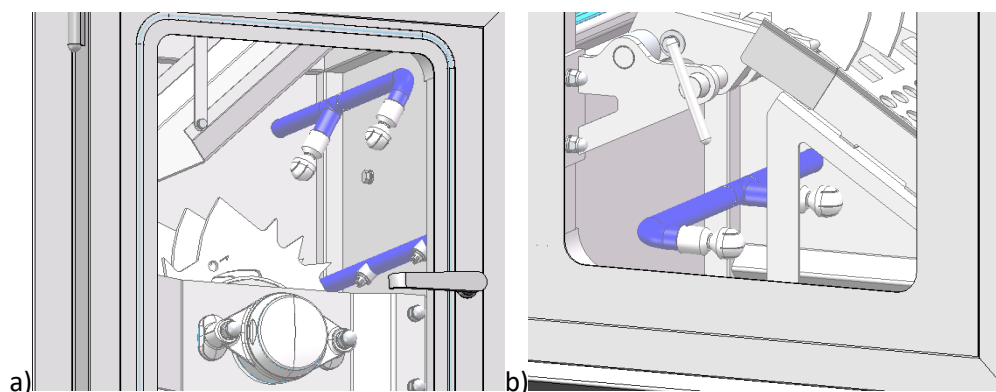


Figura 129 – Posicionamento das pinhas rotativas de lavagem no equipamento: a) Pinhas superiores; b) Pinhas inferiores

Toda a tubagem do sistema de lavagem CIP é soldada à estrutura, existindo uma conexão entre a estrutura do equipamento e o túnel, para que seja possível removê-lo do equipamento, visível na Figura 128. Esta conexão é constituída por uma fêmea e um batente, fixados na tubagem do túnel, e um macho soldado na extremidade da restante da tubagem. A entrada do CIP é realizada também por uma destas conexões, unindo a central de lavagem ao equipamento. Após a entrada do CIP do equipamento, a tubagem ramifica-se para conduzir o produto de lavagem a todos os acessórios. Após cada lavagem, o líquido proveniente da limpeza é expulso do equipamento pelo sistema de bombeamento, como já referido.

3.4.4.12. Sistema elétrico do equipamento

O funcionamento do equipamento depende da utilização de componentes elétricos que garantem a sua operação segura e eficiente. Para integrar e alimentar estes componentes, foi

utilizado um quadro elétrico totalmente higiênico acoplado ao equipamento, conectado ao quadro geral da solução por meio de um cabo de alimentação e um cabo de comunicação PROFINET. Todos os cabos elétricos passam pelo exterior da máquina e são organizados até o quadro elétrico por meio de uma calha armada e varões quinados, como indicado na Figura 130. Os cabos dos sensores das portas são direcionados até a calha por um tubo soldado à estrutura tubular do equipamento, de modo a evitar que fiquem presos entre as portas e os tubos (como destacado na figura). Os cabos dos sensores das portas, do sensor indutivo da gaveta e dos sensores de nível do reservatório são conectados ao interior do quadro elétrico por meio de buçins higiênicos, assim como os cabos de alimentação e de comunicação PROFINET. Este quadro conta ainda com três botões de operação, um botão de emergência e um sinalizador luminoso, para a interação do operador com o equipamento. Além disso, há um quadro geral na solução completa (Figura 73), onde são conectados o motorreductor e a bomba do equipamento, bem como o transportador de embalagens e a central de CIP.

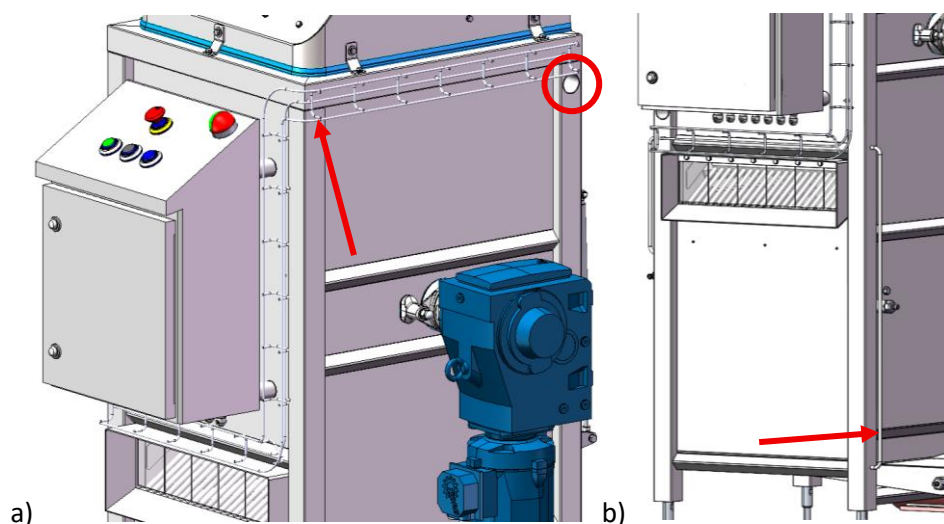


Figura 130 - Sistema elétrico do equipamento: a) Calha armada; b) Varão quinado

No quadro elétrico existem 4 botões e um sinal luminoso, cujas funções e indicação de cores estão indicadas na Tabela 17 e Tabela 18, respectivamente.

Tabela 17 - Funcionamento dos botões do equipamento

Botões	Imagem	Ação
Botão verde		Arranque da máquina
Botão preto		Paragem – Toda a solução é imobilizada e os sensores de segurança das portas são desmagnetizados
Botão azul		Rearme após emergência
Botão de emergência		Para o funcionamento do equipamento imediatamente

Tabela 18 - Indicação das cores do sinal luminoso

Sinal luminoso	Imagem	Indicação
Luz verde		Equipamento em funcionamento
Luz amarela		Indica avaria ou defeito no equipamento
Luz vermelha		Botão de emergência acionado
Luz apagada		Equipamento parado ou desligado

Na Figura 131 está esquematizado o sistema elétrico do equipamento de desempacotamento, de modo a compreender melhor o funcionamento da máquina.

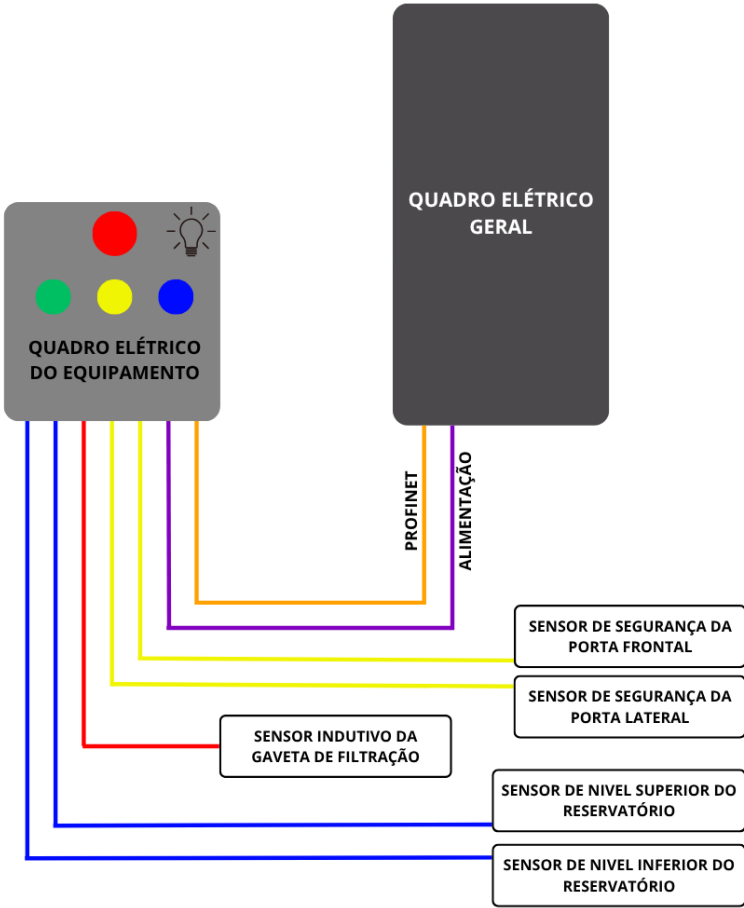


Figura 131 - Esquema elétrico do equipamento

3.4.5. Materiais e processos de fabrico

Neste capítulo são apresentados os processos de fabrico e os materiais utilizados nos componentes do equipamento final de desempacotamento, assim como a quantidade dos mesmos. Os componentes encontram-se divididos em tabelas, de acordo com os subconjuntos do equipamento, apresentadas no Apêndice B. Os processos de fabrico considerados foram

aqueles possíveis de realizar na empresa, de modo a evitar subcontractações desnecessárias, e assim reduzir os custos e o prazo de produção. Todos estes componentes foram produzidos em aço inoxidável **AISI 316-L**, uma vez que este apresenta as seguintes características [105]:

- **Elevada resistência à corrosão:** devido à presença de molibdénio (Mo) e o baixo teor de carbono (C), que melhora a resistência à corrosão após soldadura;
- **Boa soldabilidade:** pode ser soldado com facilidade através de processos como o TIG, por exemplo;
- **Excelente resistência química:** quando em contacto com ácidos, especialmente em ambientes com cloretos;
- **Boa resistência mecânica:** tensão de cedência cerca de 220 MPa;
- **Altamente higiénico:** comum em aplicações para a indústria alimentar.

3.4.6. Dimensionamento de sistemas

Neste capítulo são realizados os dimensionamentos do motorreductor do sistema de acionamento do equipamento bem como das molas a gás da porta lateral, que auxiliam no seu movimento.

3.4.6.1. Dimensionamento do motorreductor

Para o dimensionamento deste sistema foi estimado o binário necessário a impor no rolo rotativo para que este fosse capaz de realizar o processo de desempacotamento das embalagens. Tendo em conta a variedade de embalagens, com diferentes tamanhos, materiais e posições durante o processo, adotou-se uma abordagem conservadora, considerando o cenário mais crítico. Neste contexto, para o estudo selecionou-se uma embalagem de PET de 2 litros, por se tratar de uma das mais exigentes de processar, devido ao seu maior diâmetro, espessura e elevada resistência do material. Assumiu-se que, no momento do colapso da embalagem, esta se encontra na posição horizontal e é comprimida por três discos ao longo do seu comprimento, como descrito no anteprojecto, (Figura 46). Os restantes discos não estão em contacto com a embalagem. Devido ao desfasamento angular entre os discos, considerou-se que o disco central é o primeiro a entrar em contacto com a embalagem, pelo que exerce a maior força. Os discos adjacentes aplicam forças de menor intensidade. Deste modo, estas forças causam um momento no eixo de rotação do rolo rotativo. A soma destes momentos define o binário mínimo que o motorreductor deve transmitir ao veio do rolo, como é visível no esquema da Figura 132. Adotando a abordagem mais crítica, para o cálculo dos momentos foi considerado o maior braço possível, ou seja, o raio do rolo rotativo até ao ponto mais afastado do dente maior de cada disco.

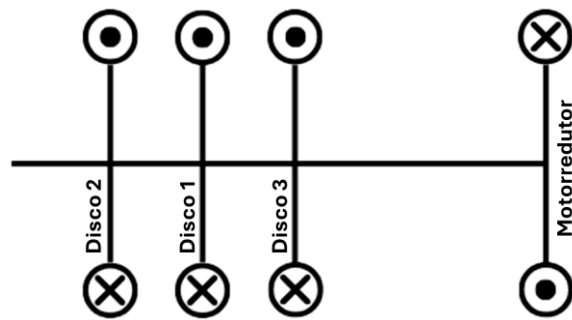


Figura 132 - Diagrama de momentos torsores

Numa fase inicial do estudo, a garrafa de PET de 2 litros foi modelada no *software* Solidworks, com o objetivo de realizar uma série de iterações que permitissem determinar a força necessária para provocar a sua rotura. Esta força corresponde à maior carga aplicada sobre a garrafa, resultante da ação do disco central do rolo rotativo. Para simular corretamente as condições de carregamento, foram criadas duas faces projetadas no modelo da embalagem, que representam os pontos de fixação e a aplicação da carga exercida pelo disco. Considerando novamente o cenário mais crítico, considerou-se que a área de contacto da força corresponde à face curva do disco do rolo rotativo, como indicado a vermelho na Figura 133.

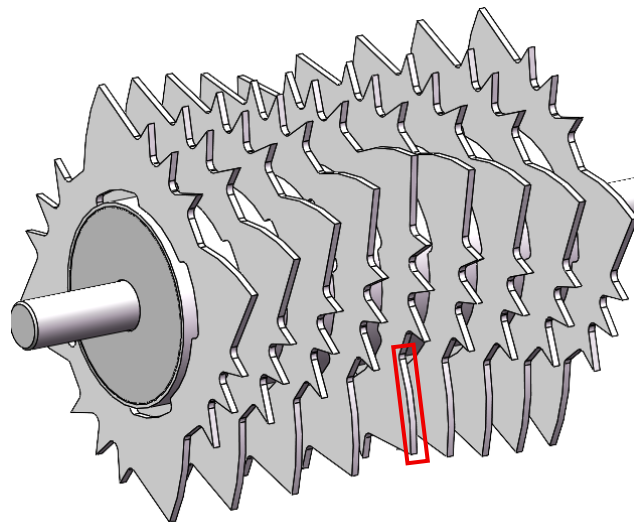


Figura 133 - Área de contacto crítica do disco com a embalagem

Nas simulações realizadas, foi considerada a garrafa fixada numa das suas faces (indicado a verde na Figura 134), a carga imposta pelo disco (a cor-de-rosa), bem como uma pressão interna de 1 MPa aplicada nas faces interiores da embalagem (a vermelho na mesma figura). Esta pressão foi considerada com o objetivo de simular o aumento da pressão interna que ocorre durante a compressão da embalagem. Este fenómeno deve-se à presença de líquido alimentar no seu interior que, por ser incompressível, contribui para um aumento da rigidez da garrafa e, consequentemente, da pressão interna.

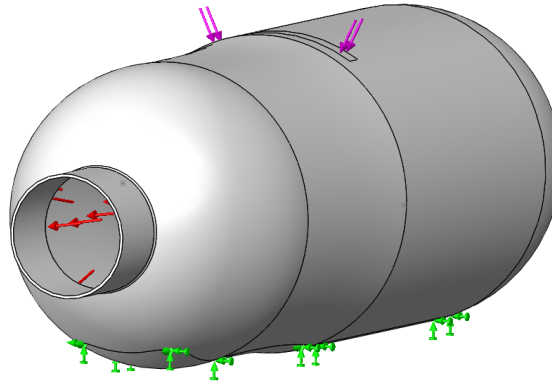


Figura 134 - Cargas impostas na simulação da garrafa

A pressão interna de 1 MPa advém da pressão interna máxima admissível por uma garrafa de PET é, em média, de 12 bar [106], que equivale a 1,2 MPa. Assim, o valor de 1 MPa foi selecionado para garantir que a rotura da embalagem ocorra devido à carga aplicada externamente e não por excesso de pressão interna. Após um processo iterativo de modo a atingir a tensão de rotura do PET, determinou-se que a força necessária para provocar a rotura da embalagem é de 800 N (F_{dc}). Esta força gera uma concentração de tensões, na zona da aplicação da carga, equivalente à tensão de rotura do PET, ou seja, 80 MPa [105], visível na Figura 135.

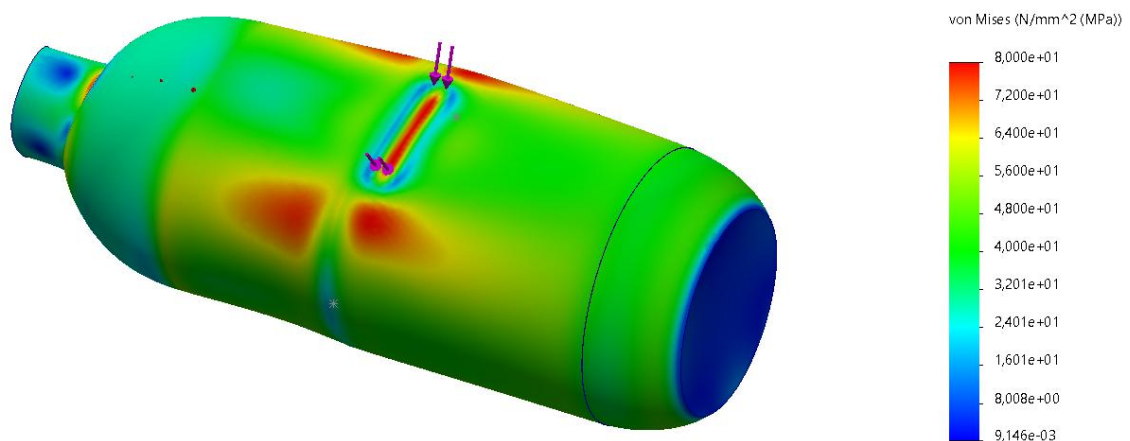


Figura 135 - Tensão equivalente de von Mises na simulação da embalagem

Ainda na mesma simulação, com a mesma carga aplicada, foi possível determinar o deslocamento radial da embalagem, na direção da força. Este representa o deslocamento máximo que a embalagem de PET suporta antes de ocorrer a sua rotura, tendo sido obtido um valor de 7,80 mm na direção Z (direção da aplicação da carga), conforme apresentado na Figura 136.

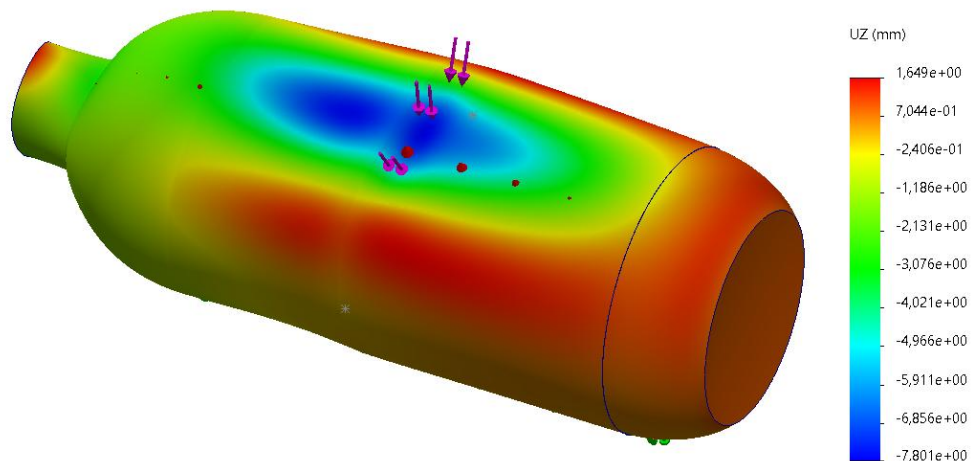


Figura 136 - Deslocamento máximo da embalagem na simulação antes da rotura

Após a determinação da força máxima e do deslocamento imposto pelo disco central do rolo rotativo, foi realizado um estudo complementar para avaliar o deslocamento causado pelos dois discos adjacentes a este. Na Figura 137 é apresentado um esquema que mostra o deslocamento nestes três pontos. Enquanto o disco central provoca um deslocamento de 7,80 mm, os dois discos seguintes geram um deslocamento de 7,41 mm. Importa referir que esta análise é uma aproximação, podendo não refletir com total exatidão o comportamento real da embalagem, devido à sua flexibilidade.

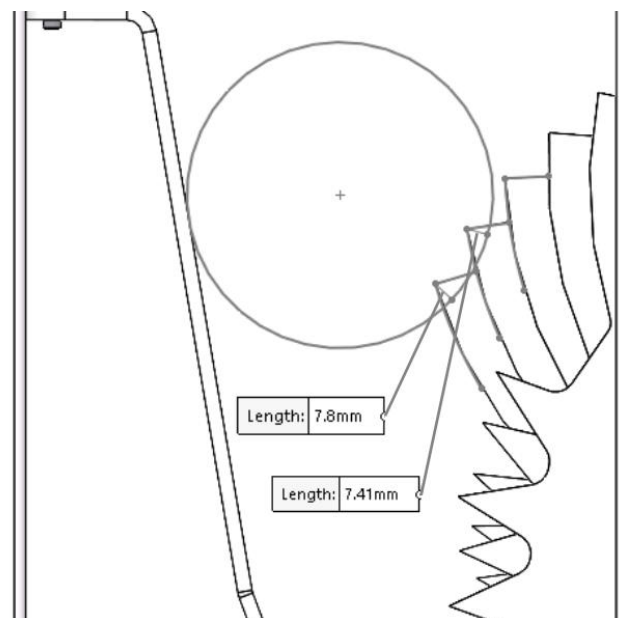


Figura 137 - Deslocamentos máximos da garrafa durante o processamento

Como o PET apresenta um comportamento elástico linear dentro do intervalo considerado, a relação entre a força e o deslocamento é diretamente proporcional. Sabendo que uma força de 800 N gera um deslocamento de 7,80 mm, é possível determinar a força exercida pelos dois discos adjacentes ao central (F_{da}), com base no deslocamento de 7,41 mm que provocam na garrafa.

$$F_{da} = \frac{7,41 \times 800}{7,80} = 760 \text{ N}$$

Com as cargas aplicadas na garrafa pelos três discos, foi possível calcular o momento imposto no veio, multiplicando cada uma destas forças pelo maior braço do rolo rotativo (b), como já referido. Posteriormente é necessário efetuar o somatório destes três momentos para determinar o binário mínimo que o motorreductor deve de transmitir ao rolo rotativo ($M_{\min}$). O momento gerado pelo disco central (M_{dc}) é calculado através de:

$$M_{dc} = F_{dc} \times b = 800 \times 0,178 = 142,4 \text{ N.m,}$$

os momentos gerados pelos discos adjacentes (M_{da}) são calculados através de:

$$M_{da} = F_{da} \times b = 760 \times 0,178 = 135,3 \text{ N.m,}$$

obtendo um somatório de:

$$M_{\min} = M_{dc} + 2 \times M_{da} = 142,4 + 2 \times 135,3 = 413 \text{ N.m}$$

Deste modo, foi escolhido um motorreductor para o anteprojecto com 111 N.m de binário, que multiplicado por quatro, devido à relação de transmissão dos sistemas de rodas dentadas e correntes, permite obter um binário no rolo rotativo de 444 N.m. O fator de segurança com a utilização deste sistema de acionamento foi de:

$$F.S._{Anteproj} = \frac{M_{RR}}{M_{\min}} = \frac{444}{413} = 1,08$$

Para o projeto final, foi utilizado um motorreductor diretamente acoplado no veio do rolo rotativo, com maior binário, de forma a aumentar o fator de segurança. Foi escolhido um motorreductor da Nord com 573 N.m e 18 rpm, obtendo um fator de segurança de:

$$F.S._{Proj} = \frac{M_{MR}}{M_{\min}} = \frac{573}{413} = 1,39$$

Cadência de desempacotamento

Sabendo que este motorreductor tem 18 rpm é possível calcular a cadência do equipamento. Sabendo que em cada rotação do rolo são desempacotadas quatro embalagens de 2 litros de produto alimentar, então por minuto é possível reaproveitar:

$$\text{Reaproveitamento/min} = 4 \times 2 \times 18 = 144 \text{ l}$$

Sendo que por hora é possível reaproveitar:

$$\text{Reaproveitamento/hora} = 60 \times 144 = 8640 \text{ l}$$

3.4.6.2. Dimensionamento do sistema de molas a gás

Para se realizar o dimensionamento do sistema de molas a gás para aplicar na porta lateral do equipamento, foi necessário realizar várias iterações de modo a chegar a uma solução final que

se mostre adequada para a aplicação. Estas iterações foram realizadas de modo a minimizar a força que o operador deve despendar para fechar e abrir a porta, visto que estas são a situação mais crítica a considerar. Numa fase inicial foi necessário ter em conta os seguintes fatores que influenciam o funcionamento do sistema:

- Massa da porta;
- Posicionamento dos apoios das molas a gás;
- Curso utilizado;
- Força das molas a gás.

Inicialmente foi necessário estimar a massa total da porta lateral, incluído o conjunto aparafusado de superfícies de deslizamento do sistema de desempacotamento, procedimento que resultou em cerca de 43,3 kg. Foi definido utilizar duas molas, uma em cada extremidade da porta, de modo a equilibrar a massa da porta. De seguida, foi necessário conjugar a posição dos apoios das molas com a distância máxima e mínima entre os olhais das molas, cuja diferença consiste no curso. Foram testadas várias molas com diferentes cursos e comprimentos, com alteração da posição dos apoios das molas a cada iteração. Deste modo, foi possível testar e analisar cada iteração até chegar a uma solução final. Após várias iterações, foram escolhidas duas molas da gás da marca Norelem, que possui uma construção higiénica, fabricadas em aço inoxidável. Os olhais para fixação das duas molas também foram selecionados da marca Norelem. As molas a gás foram fixadas a dois suportes maquinados que já foram referidas anteriormente. Para finalizar, foi necessário determinar qual a força das molas a utilizar de modo a permitir o bom funcionamento do sistema. É de salientar que as molas a gás não possuem uma força constante, ou seja, dependendo da posição e sentido de movimento do embolo, existe variação da força nominal devido à força de atrito causada pelos vedantes. Contudo, para o efeito de dimensionamento foi considerada a força nominal da mola a gás, de modo a simplificar os cálculos. Esta força nominal acontece no sentido de abertura da mola. Na última iteração foram selecionadas duas molas com 400 N cada, ou seja, 800 N no total. Na Tabela 19 são apresentadas as características gerais da mola a gás selecionada.

Tabela 19 - Características da mola a gás selecionada

Distância máxima entre olhais	468 mm
Distância mínima entre olhais	288 mm
Curso da mola	180 mm
Diâmetro do corpo da mola	19 mm
Diâmetro da haste	8 mm
Força nominal da mola	400 N

De modo a verificar a força necessária a realizar pelo operador para mover a porta, foi necessário realizar dois diagramas de corpo livre (DCL) do sistema nas posições limite. O primeiro DCL, visível na Figura 138, foi realizado com a porta totalmente aberta (a cerca de 93°), de modo a verificar a força necessária para conseguir fechar a porta. Na Figura 138 a porta encontra-se representada a azul, assim como o ângulo θ que corresponde à sua abertura, a mola a gás a vermelho e a força realizada pelo operador a verde.

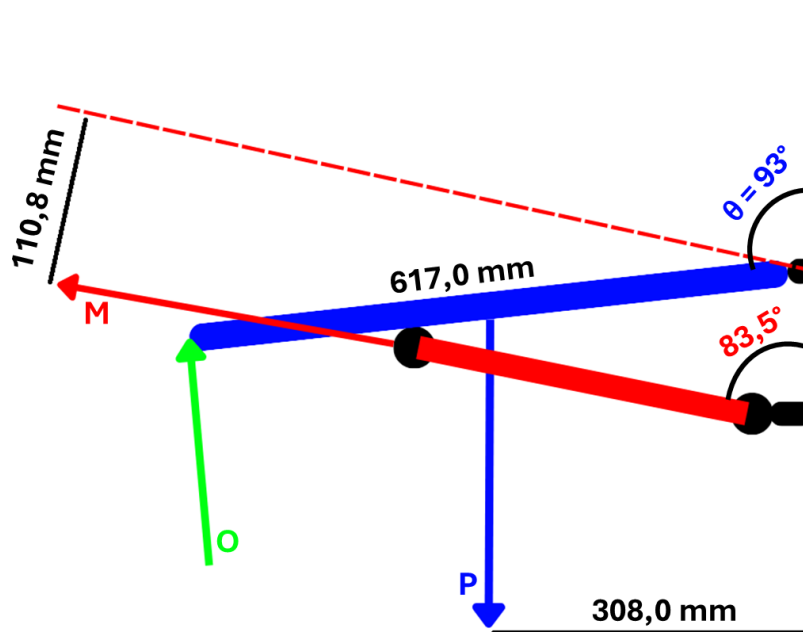


Figura 138 - DCL da porta aberta (93°)

De acordo com o DCL, foi necessário realizar o somatório dos momentos no eixo de rotação da porta (na dobradiça) para o sistema estar em equilíbrio estático, ou seja, igualar o somatório a zero. A única incógnita da equação é a força manual que o operador tem de realizar e assim foi possível determiná-la da seguinte forma:

$$\sum M = 0 \Leftrightarrow P \times 308,0 - M \times 110,8 - O \times 617,0 = 0,$$

sendo:

- P – Peso da porta (**425 N**);
- M - Força total exercida pelo par de molas a gás (**800 N**);
- O - Força realizada pelo operador.

Substituindo na expressão anterior:

$$O = \frac{425 \times 308,0 - 800 \times 110,8}{617,0} = 68,5 \text{ N}$$

Conclui-se assim que o operador deve realizar uma força superior a 68,5 N, ou seja, cerca de 7 kg, visto que esta é a força necessária para garantir o equilíbrio estático do sistema. Visto que a porta tem uma massa elevada, esta força é aceitável e permite assegurar a ergonomia no trabalho. De seguida, foi realizado o DCL, apresentado na Figura 139, com a porta completamente fechada (0°), ou seja, na vertical, de modo a verificar a força necessária para conseguir abrir a porta.

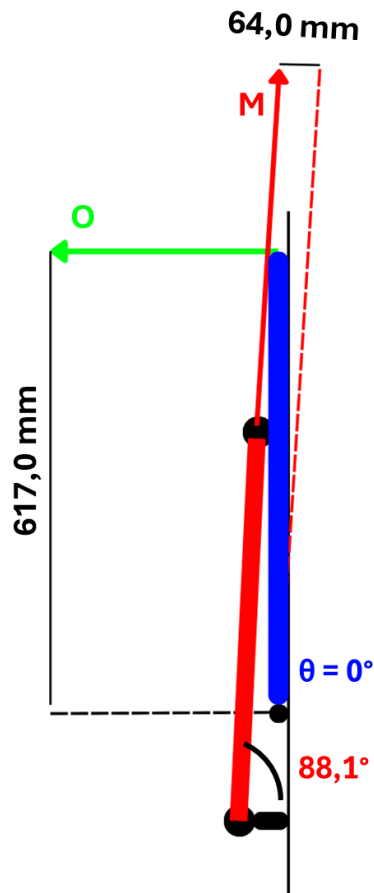


Figura 139 - DCL da porta fechada (0°)

Nesta situação, a massa da porta não provoca momento no sistema, devido a se encontrar na vertical e o seu peso estar perfeitamente alinhado com o eixo de rotação da mesma. Deste modo, a força necessária para abrir a porta é determinada da seguinte forma:

$$\sum M = 0 \Leftrightarrow O \times 617,0 - M \times 64,0 = 0$$

Substituindo o valor de M, obtém-se:

$$O = \frac{800 \times 64,0}{617,0} = 83,0 \text{ N}$$

Considera-se desta forma uma força superior a 8,5 kg para abrir a porta.

De modo a verificar a força necessária para mover a porta em todo o movimento, foi construído um gráfico da força em função do ângulo θ de abertura da porta (Figura 140). Este gráfico foi construído através do cálculo da força num intervalo de 5° dentro dos limites de abertura da porta. Para o desenvolvimento do gráfico, a força do operador foi considerada no sentido de fecho da porta.

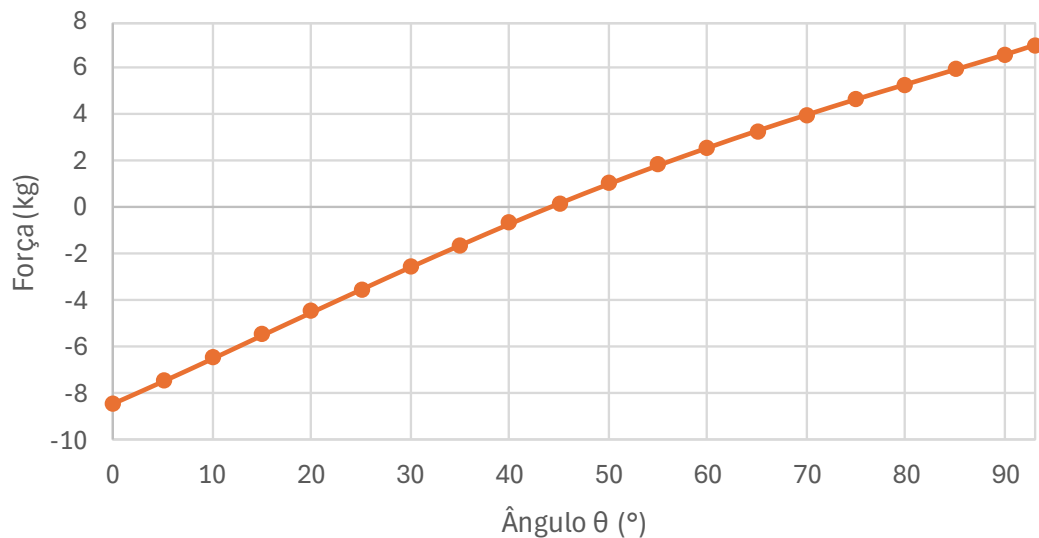


Figura 140 - Gráfico força - abertura

De acordo com a análise e interpretação do gráfico, confirma-se que a situação mais crítica acontece quando a porta se encontra totalmente fechada ($\theta = 0^\circ$), devido à força exercida pela mola. Para $\theta = 45^\circ$ o operador deve inverter o sentido da força de modo a manter o equilíbrio estático da porta. Durante o fecho da porta, para $\theta < 45^\circ$, o operador pode parar de exercer força sobre a porta pois a mola a gás consegue fechá-la automaticamente. O mesmo acontece quando ele estiver a abrir a porta. Entre $0^\circ < \theta < 45^\circ$, o operador deve exercer força. Para $\theta > 45^\circ$, a porta abrirá automaticamente devido ao seu peso.

3.4.7. Validação estrutural

Com o objetivo verificar a resistência e a rigidez do equipamento foi realizada uma análise numérica à estrutura do mesmo.

3.4.7.1. Pré-processamento

Para esta análise, foi realizada uma simulação linear estática no *software* Solidworks, onde foram aplicadas as cargas geradas durante o processo de desempacotamento das embalagens, bem como a massa do líquido alimentar no reservatório. Na simulação, foram retirados todos os componentes secundários do conjunto soldado da estrutura, bem como os elementos de fixação, como parafusos e porcas.

Materiais

O material utilizado e aplicado a todos os componentes da estrutura, como já referido, é aço inoxidável AISI 316-L.

Fixação e aplicação de cargas

A estrutura foi fixada nas chapas de fixação dos pés higiênicos da estrutura, como visível na Figura 141. Foram consideradas então quatro cargas distintas aplicadas no equipamento:

- Reação da carga de rebentamento da embalagem;
- Força de rebentamento da embalagem;
- Carga de esmagamento da embalagem;
- Massa do líquido alimentar.

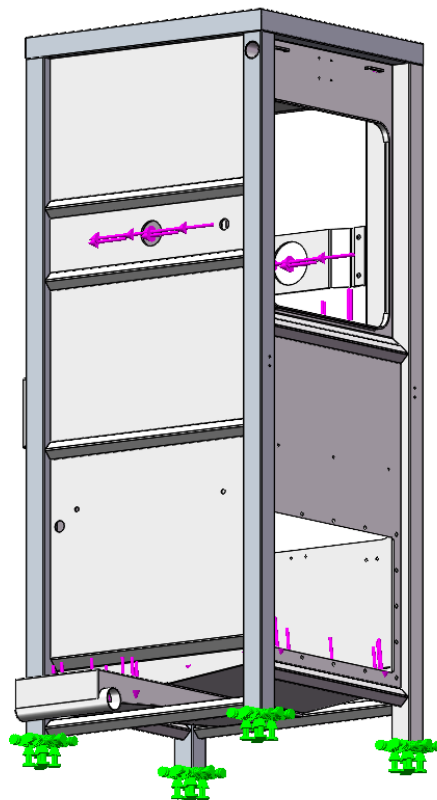


Figura 141 - Zonas de fixação e aplicação de cargas na estrutura

Reação da carga de rebentamento da embalagem

Esta carga foi aplicada nos furos de fixação das chumaceiras, como é possível visualizar na Figura 142, visto que é neste local que se concentra a reação provocada pela rebentação das embalagens. A força gerada pelos discos do rolo rotativo é transmitida inicialmente à chumaceira, depois aos parafusos e, por fim, a estes furos. Como a direção desta carga é variável, foi feita uma aproximação e considerada que esta possui uma direção horizontal. A carga aplicada corresponde ao somatório das forças aplicadas na garrafa, de acordo com o capítulo 3.4.6.1, ou seja, a carga aplicada na embalagem pelo disco central e as cargas dos dois discos adjacentes. Obtém-se então a seguinte força, distribuída igualmente pelos quatro furos:

$$\Sigma F = F_{dc} + 2 \times F_{da} = 800 + 2 \times 760 = 2320 \text{ N}$$

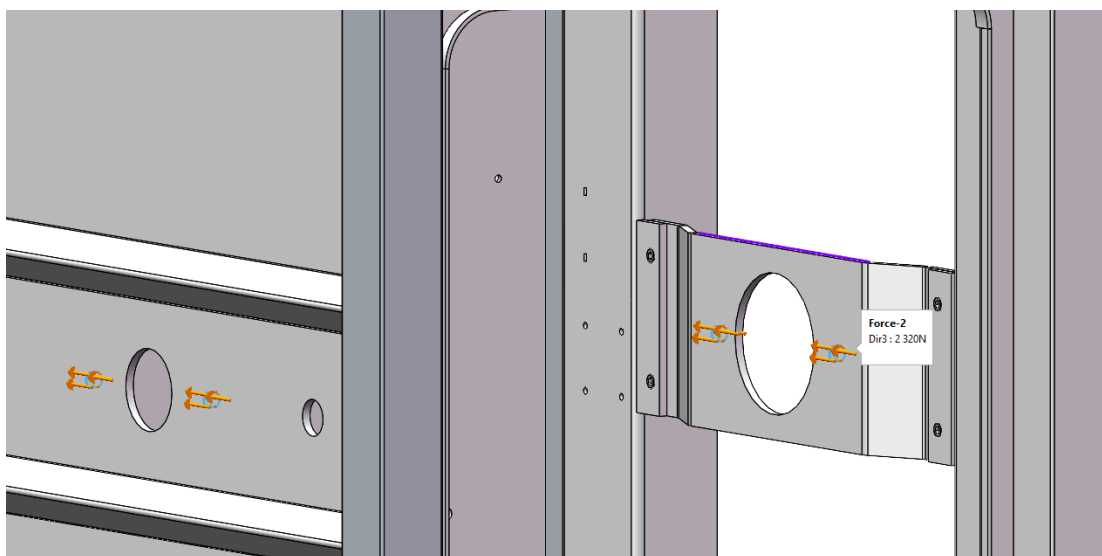


Figura 142 - Reação da carga de rebentamento da embalagem

Força de rebentamento da embalagem

A aplicação desta carga tem como objetivo simular a força exercida pela embalagem contra as superfícies de deslizamento no momento do seu rebentamento. Como estas superfícies estão fixadas na porta lateral, a força é aplicada diretamente nos fechos desta porta, como indicado na Figura 143. Como no caso anterior, foi adotado o somatório das cargas provenientes dos discos, conforme descrito no capítulo 3.4.6.1. Dado que a porta é travada através destes componentes, a carga foi aplicada na área de contacto entre os linguetes e os respetivos fechos.

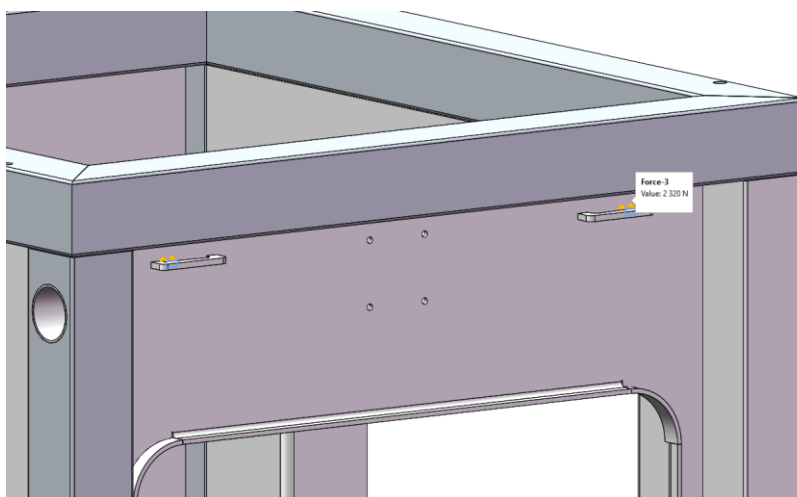


Figura 143 - Força de rebentamento da embalagem

Carga de esmagamento da embalagem

De modo a simular a força exercida pelo rolo rotativo sobre a embalagem, e consequentemente sobre o subconjunto final da unidade de esmagamento, foi aplicada uma carga distribuída nos dois apoios dos dois suportes dos veios do subconjunto (Figura 144). Esta força é significativamente inferior à carga considerada anteriormente, uma vez que, nesta etapa, a embalagem já se encontra rebentada, sendo necessária apenas a força para expulsar o líquido

pelos orifícios provocados pelos discos do rolo rotativo. Para este efeito, foi definida por excesso uma força total de 1000 N, distribuída pelos quatro apoios.

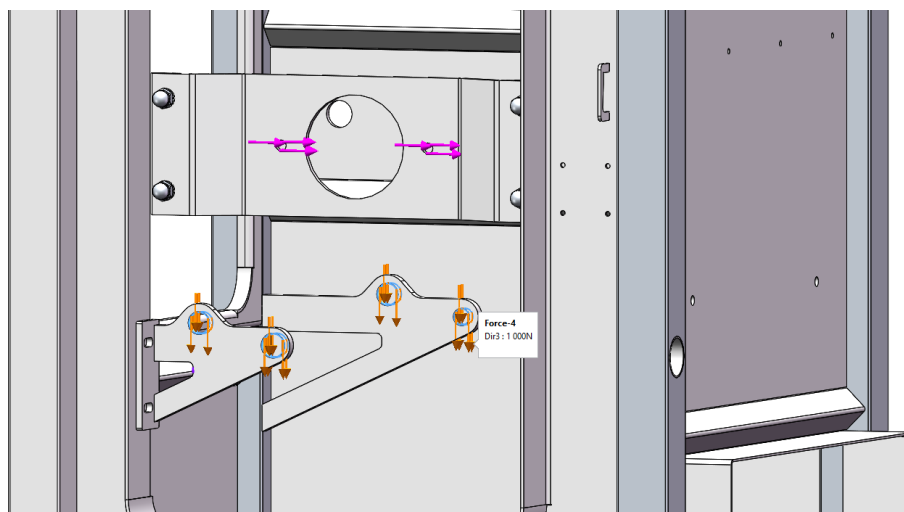


Figura 144 - Carga de esmagamento da embalagem

Massa do líquido alimentar

Para simular a massa do líquido alimentar no reservatório, foi aplicada uma carga distribuída nas faces inferiores do interior do reservatório (Figura 145), com o objetivo de avaliar a sua capacidade para suportar essa massa. Para efeitos de cálculo, considerou-se que o reservatório, com capacidade de 100 litros, estava completamente cheio de leite. Com uma massa volúmica de 1,03 kg/l, foi aplicada a seguinte carga:

$$\rho = \frac{m}{V} \Leftrightarrow m = \rho \times V = 1,03 \times 100 = 103 \text{ kg},$$

que multiplicada pela aceleração gravítica, é obtido um peso de 1010,4 N.

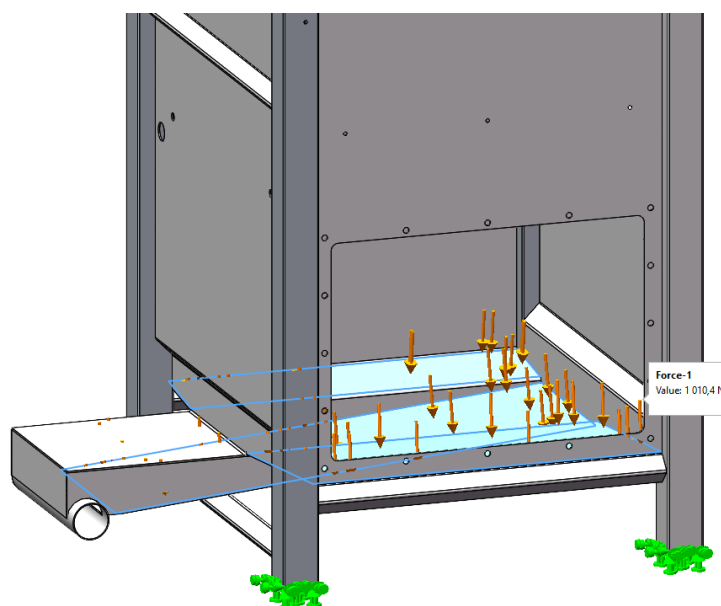


Figura 145 - Massa do líquido alimentar

Parâmetros da simulação

Na simulação realizada, os componentes foram considerados do tipo sólido de modo a facilitar e simplificar o modelo. Adicionalmente, visto que os contactos entre todos os componentes são todos soldados, foram considerados do tipo *Bonded*. Para a criação da malha utilizada na simulação, foi considerado um método de geração de malha do tipo *Blended curvature-based*, com os parâmetros apresentados na Tabela 20. Estes parâmetros foram definidos de modo a equilibrar o tempo computacional de criação da malha e realização da simulação com o nível de refinamento necessário para obter resultados com boa confiabilidade.

Tabela 20 - Parâmetros da malha

Dimensão máxima do elemento	80 mm
Dimensão mínima do elemento	4 mm
Número mínimo de elementos num círculo	8
Rácio de crescimento do elemento	1,4

Após o *software* gerar a malha da estrutura, visível na Figura 146, foi possível correr a simulação e obter os resultados apresentados no capítulo 3.4.7.2. De acordo com a figura, esta malha apresenta elementos mais refinados nos tubos da estrutura e junto a furos existentes nas chapas da estrutura, de modo obter resultados mais precisos.

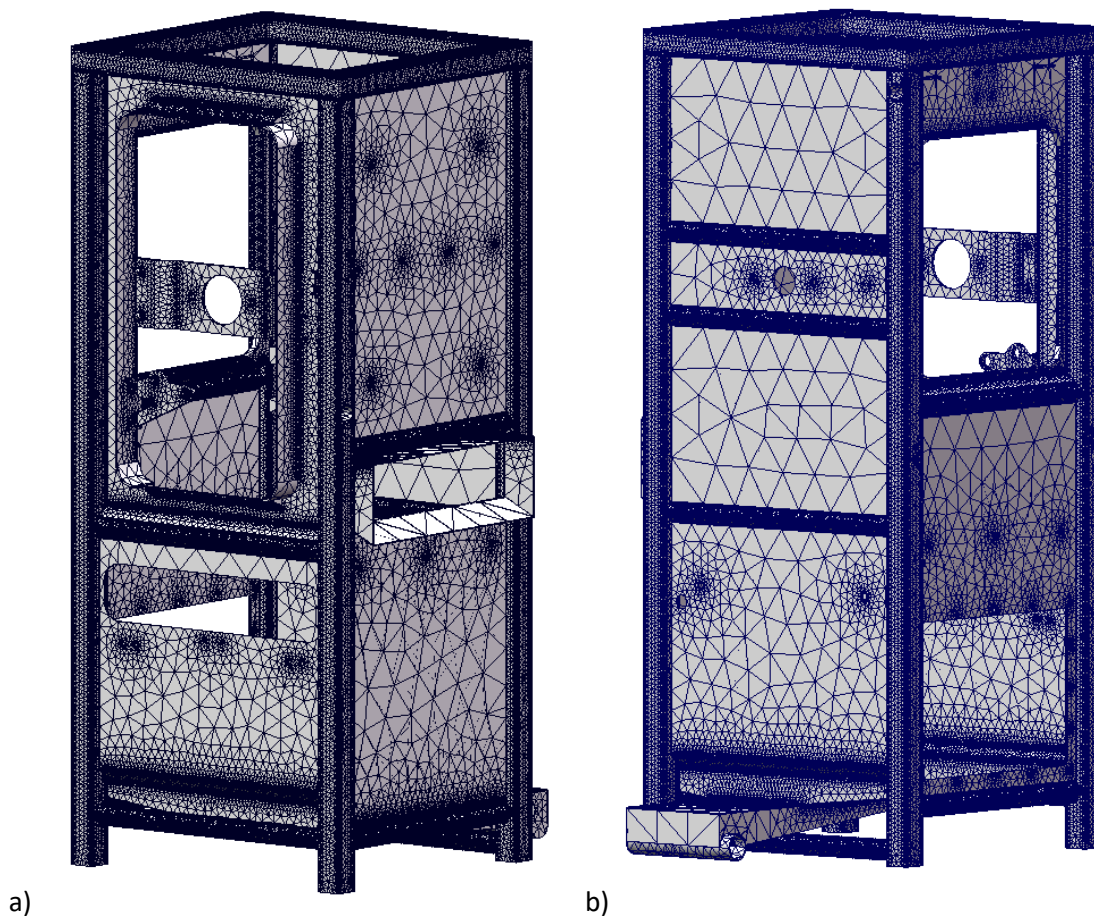


Figura 146 - Malha da estrutura: a) Vista isométrica 1; b) Vista isométrica 2

3.4.7.2. Resultados da análise

Após a execução da simulação, é possível observar, na Figura 147, o diagrama das tensões equivalentes de von Mises e concluir que a estrutura apresenta resistência adequada para suportar as cargas aplicadas durante o processo de desempacotamento das embalagens. A tensão máxima concentra-se nos fechos da porta lateral, resultado da força exercida pela embalagem contra a porta. Esta tensão máxima apresenta um valor em torno de 130 MPa, inferior à tensão de cedência do aço AISI 316-L, que é aproximadamente 220 MPa, conforme já mencionado.

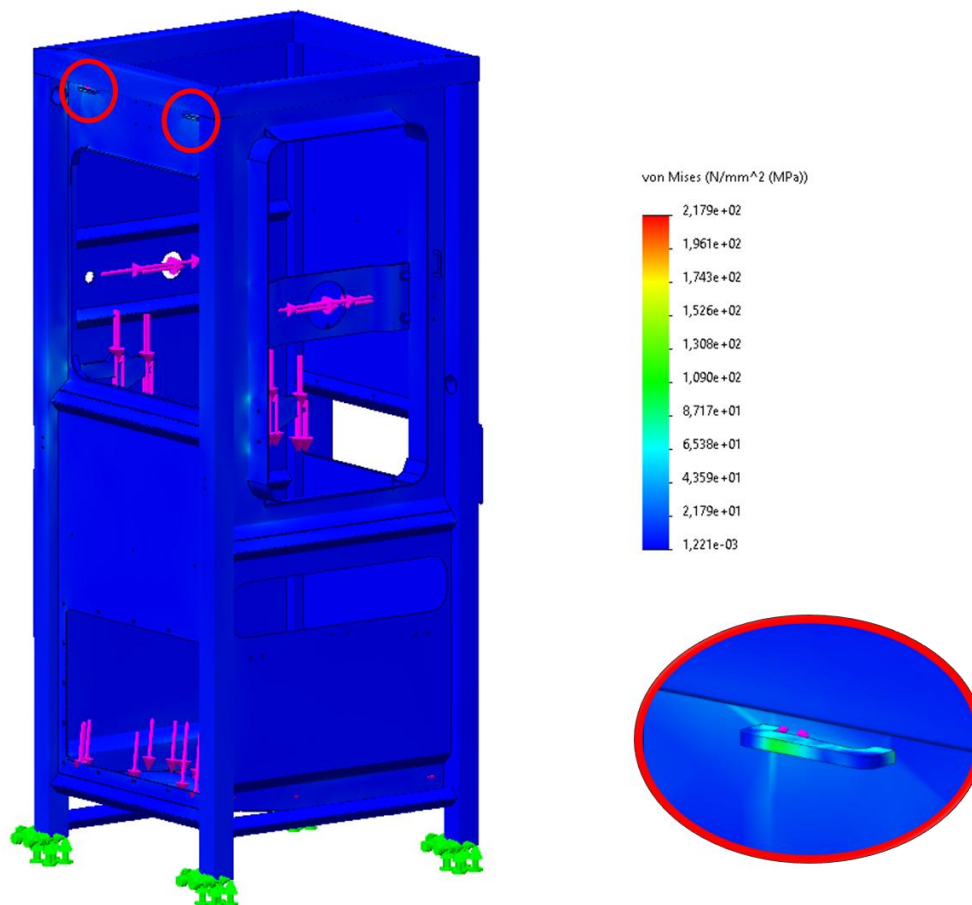


Figura 147 - Diagrama de tensão equivalente de von Mises da estrutura

Desta forma, a estrutura apresenta um coeficiente de segurança mínimo de:

$$C.S._{\min} = \frac{\sigma_{ced}}{\sigma_{adm}} = \frac{220}{130} = 1,69$$

Relativamente aos deslocamentos da estrutura, verificou-se um deslocamento máximo de 0,34 mm no fundo do reservatório, conforme ilustrado na Figura 148, resultado da massa do produto alimentar quando este se encontra cheio. Este valor é considerado aceitável, pois é bastante reduzido para a aplicação. No restante da estrutura, sob a aplicação das outras cargas mencionadas, os deslocamentos máximos, indicados a verde na figura, são de aproximadamente 0,2 mm.

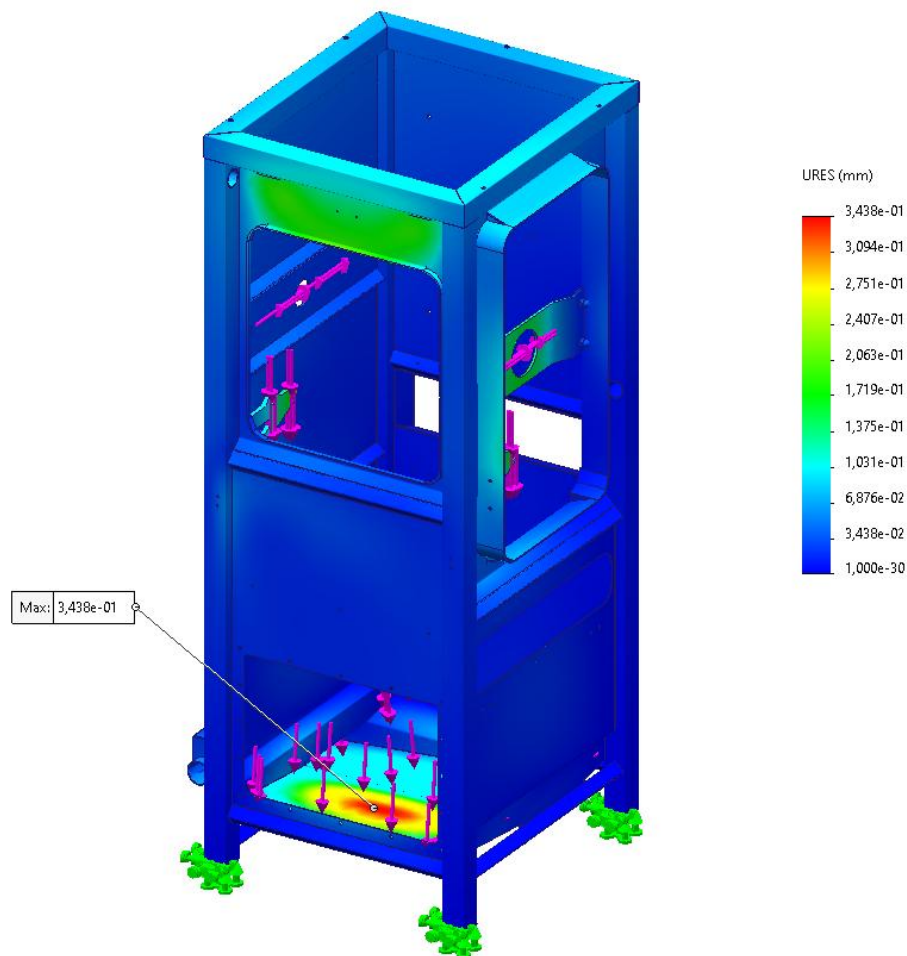


Figura 148 - Diagrama de deslocamentos da estrutura

3.4.8. Elementos e medidas de segurança

Para que o equipamento seja seguro para o operador, foram utilizados componentes e soluções de construção para evitar qualquer perigo para este, tais como:

- Botão de emergência (Figura 130);
- Sensores de segurança nas portas (Figura 122 e Figura 124);
- Sensor indutivo da gaveta (Figura 112);
- Túneis de entrada e saída (Figura 94 e Figura 101);
- Porta rebatível para baixo (Figura 124).

Botão de emergência

Primeiramente, foi colocado um botão de emergência no quadro elétrico do equipamento. Quando este botão, mostrado na Figura 149, é acionado, tanto o módulo de desempacotamento quanto o transportador de entrada e o sistema de bombeamento param imediatamente, prevenindo qualquer situação de perigo.



Figura 149 - Botão de emergência do equipamento

Sensores de segurança nas portas

Em segundo lugar, foram instalados sensores eletromagnéticos de segurança nas duas portas, conforme já referido. Estes sensores permanecem magnetizados enquanto o equipamento está em funcionamento, exercendo uma força de 500 N que impede a abertura das portas pelo operador. Estes sensores, da marca SICK, são sensores eletromagnéticos que apenas se desmagnetizam quando um botão no quadro elétrico é pressionado. Quando o operador tenta ligar a máquina, mas estes sensores não estão ativados, ou seja, as portas se encontram abertas, o equipamento não entra em funcionamento.



Figura 150 - Sensores eletromagnéticos de segurança das portas

Sensor indutivo da gaveta

Na gaveta de filtração existe um sensor indutivo de segurança, como já referido. Quando esta gaveta é aberta com o equipamento em funcionamento, a máquina para imediatamente. O equipamento só pode ser ligado quando a gaveta está devidamente fechada e travada, pois o sensor só detecta o detetor quando a gaveta está fechada com o sistema de fechos presente na mesma.



Figura 151 - Sensor indutivo da gaveta de filtração

Túneis de entrada e saída

Os túneis de entrada e saída (Figura 94 e Figura 101) também têm a função de proteger o operador, impedindo que este introduza os seus membros superiores no interior do equipamento. No túnel de entrada, a introdução de membros é impossibilitada pela conexão do transportador de entrada de embalagens, que bloqueia o espaço disponível. Já no túnel de saída, o espaço estreito impede que o operador consiga inserir os membros.

Porta rebatível para baixo

A porta lateral (Figura 123) também foi projetada para garantir a segurança do operador, rebatendo para baixo de modo a prevenir o esmagamento de dedos ou mãos entre a porta e a estrutura durante o seu fecho. Nesta porta foram instalados dois manípulos que têm a função não só de fechar a porta, mas também de manter as mãos do operador ocupadas, evitando que as coloque na lateral da porta e prevenindo acidentes por esmagamento. Embora com a porta rebatível para baixo possa também ocorrer esmagamento, se a porta fosse rebatível para cima o risco de acidentes seria maior.

3.4.9. Detalhes construtivos de fabrico

Durante o desenvolvimento do equipamento foram adotadas medidas para garantir o bom funcionamento do equipamento, assim como a conformidade com os requisitos de higiene. Desta forma, um dos detalhes construtivos previamente definidos consistiu no projeto do equipamento sem superfícies horizontais, de modo a evitar zonas de acumulação de sujidade, quer no interior quer no exterior do equipamento (Figura 152 a). Adicionalmente, para evitar o contacto direto do produto alimentar com as roscas dos parafusos e pernos roscados, foram aplicadas porcas cegas DIN 1587 em todos os conjuntos aparafusados, de modo a minimizar o risco de acumulação de resíduos (Figura 152 b).

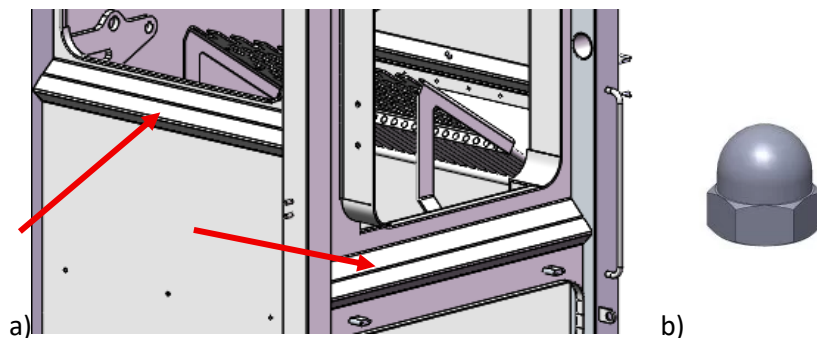


Figura 152 - Detalhes construtivos: a) Superfícies inclinadas; b) Porcas cegas DIN 1587

Por outro lado, todos os componentes de compra selecionados apresentam um elevado nível de higiene, estando em conformidade com os padrões exigidos para este tipo de aplicação. De forma a evitar desapertos durante o funcionamento do equipamento utilizaram-se anilhas de pressão em vários conjuntos aparafusados do mesmo. Do ponto de vista do toleranciamento geométrico, foram aplicadas tolerâncias correntes de deslizamento no veio do rolo rotativo para que este estivesse corretamente posicionado nas chumaceiras. De modo a corrigir ligeiros empenos no rolo rotativo, este primeiramente é soldado, e posteriormente é maquinado para este conjunto garantisse a concentricidade entre o veio, o tubo do rolo e as suas tampas laterais. O processo de soldadura utilizado em todo o equipamento foi o TIG, com o código 141 de acordo com a norma EN ISO 4063. O equipamento foi soldado no seu interior e exterior, em todas as juntas, para evitar fugas e acumulações de líquidos e resíduos. Na Figura 153 é apresentado um exemplo de desenho técnico, do rolo rotativo, onde é possível verificar os toleranciamentos aplicados no veio e a soldadura do mesmo. No Apêndice C é apresentado o desenho técnico com as dimensões gerais do equipamento desenvolvido.

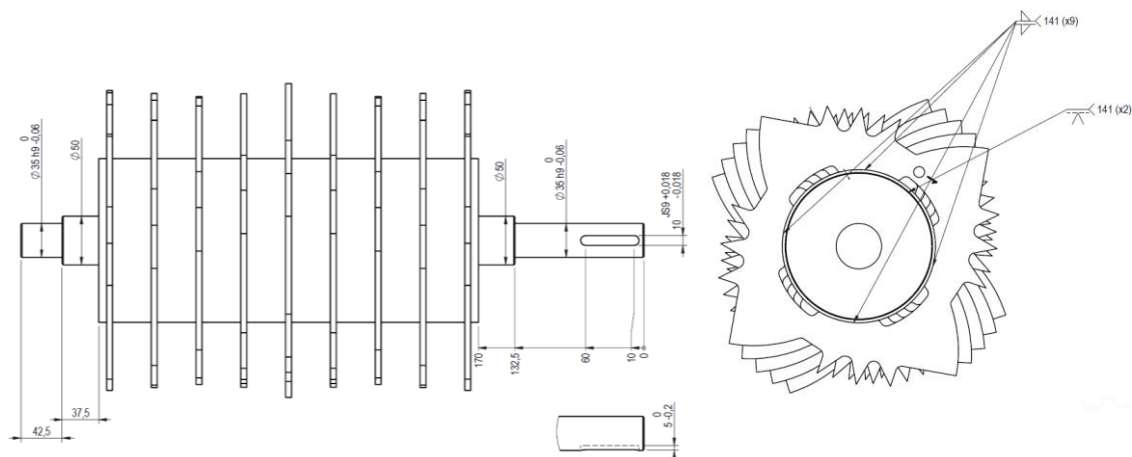


Figura 153 - Desenho técnico do rolo rotativo

3.4.10. Plano de manutenção

A Tabela 21 apresenta o plano de manutenção do equipamento de desempacotamento, que inclui a informação da operação a realizar, o método, as ferramentas e materiais a utilizar e a sua periodicidade.

Tabela 21 - Tabela de manutenção do equipamento de desempacotamento

Periodicidade	Tipo	Tarefa	Método	Ferramentas e materiais
A cada ciclo	Inspeção visual	Examinar o interior do equipamento	Manual	-
	Limpeza	Limpar do filtro de gaveta	Manual	-
Semanal	Limpeza	Limpar do filtro da tubagem	Manual	-
Mensal	Limpeza	Lavar exterior do equipamento	Manual	Máquina de lavagem de pressão
Trimestral	Limpeza	Limpar manualmente o reservatório	Manual	Pano; Chave 13 mm
	Revisão	Verificar desgaste dos componentes do sistema de desempacotamento	Manual	-
	Revisão	Verificar o estado e alinhamento das rodas da gaveta de filtração	Manual	-
Semestral	Revisão	Verificar aperto dos parafusos e porcas do interior do equipamento	Manual	Conjunto de chaves

3.4.11. Análise de custos e retorno de investimento

Neste capítulo são apresentados os custos de produção deste equipamento assim como o retorno de investimento gerado pelo mesmo. Os custos de produção do equipamento estão divididos em duas secções, o custo de componentes de fabricação e o custo dos componentes de compra, que estão apresentados respetivamente na Tabela 22 e Tabela 23. É de salientar que os valores apresentados na Tabela 22, já incluem os custos de mão-de-obra para a fabricação dos componentes. As fichas técnicas dos componentes de compra encontram-se no Anexo A.

Tabela 22 - Custo dos componentes de fabricação

Designação	Subtotal
Conjunto soldado da estrutura do equipamento	3057,76 €
Túnel superior com rampa	386, 47 €
Rampa de saída	478,11 €
Conjunto de superfícies de deslizamento	3812,29 €
Rolo rotativo	303,20 €
Conjunto das rampas de esmagamento, veios e suportes	2132,27 €
Conjunto de embate	212, 10 €
Conjunto da gaveta de filtração	684,38 €
Porta lateral	419,48 €
Portal frontal	489,52 €
Tubagens CIP	821,45 €
Componentes acessórios	150,00 €
TOTAL	12.947,00 €

Tabela 23 - Custo dos componentes de compra

Designação	Marca	Referência	Quantidade	Preço unitário	Subtotal
Cortina de silicone	Borrachas Técnicas	MGO-111002930	5	6,40 €	32,00€
Perfil de vedação	Norelem	96521-05-021X5000	1	68,18 €	68,18 €
Mola a gás	Norelem	26201-0819180X400	2	117,52 €	235,04 €
Olhais mola a gás	Norelem	27618-08081191	4	6,30 €	25,30 €
Dobradiças	Elesa	GN 128.2 L100 D1=16	4	28,20 €	112,80 €
Motorreductor	Nord	SK9022.1AZDH-100LH/4 HM TF	1	991,00 €	991,00 €
Fechos da gaveta	Norelem	05531-1420492	4	3,01 €	12,04 €
Contra gancho	Norelem	05526-91420142	4	0,59 €	2,36 €
Manípulos portas	Norelem	05594-1186	3	50,40 €	151,20 €

Tabela 23 - Custo dos componentes de compra, continuação

Chumaceira fechada	NGI	9017491	1	71,00 €	71,00 €
Chumaceira aberta	NGI	9017443	1	68,90 €	68,90 €
Filtro tubo	Alfa Laval	9612190122	1	205,00 €	205,00 €
Válvula borboleta manual	Leirinox	S/S A-316 DN50	1	70,41 €	70,41 €
Válvula borboleta automática	Inoxpa	4800 Válvula de Borboleta	2	40,64 €	81,28 €
Pés de fixação	NGI	1000175	4	35,48 €	141,92 €
Bomba centrífuga	Inoxpa	EFI-2222 DIN	1	688,54 €	688,54 €
Jato CIP	Spraying Systems	B1/4HH-SS6.5	6	26,22 €	157,32 €
Pinha rotativa CIP	NEUMO-AWH	6650341001231	5	166,51 €	832,55 €
União tubagem CIP (macho + fêmea)	Inoxpa	União Inox DIN 11851 DN15	1	5,95 €	5,95 €
Quadro elétrico	Rittal	1306600	1	442,20 €	442,20 €
Botões de operação	Schmersal	103039537	3	18,41 €	63,84 €
Botão de emergência	Schmersal	103307906	1	33,65 €	33,65 €
Sinalizador luminoso	Banner	802156	1	51,90 €	51,90 €
Sensor de nível do reservatório	IFM	LMT100	2	182,35 €	364,70 €
Sensor indutivo gaveta	IFM	IFT259	1	37,01 €	37,01 €
Sensor de segurança das portas	SICK	MLP1-SMMFOAC	2	128,31 €	256,62 €
Bucins para cabos	LAPP	SKINTOP® HYGIENIC	7	1,24 €	8,68 €
				TOTAL	5.211,39 €

Somando o valor final das duas tabelas, o equipamento tem um custo de fabricação de **18.158,39 €**, sendo já considerado o custo de mão de obra na tabela de custos de fabricação. Deste modo, é possível realizar um estudo do retorno do investimento na aquisição do equipamento, quando comparado com o equipamento antecessor. Inicialmente, é necessário relembrar que este equipamento anterior tem um custo total de **12.725 €**, excluindo a central de lavagem CIP, e possui uma cadência real média de **1500** litros/hora, valor considerado através do seu funcionamento em contínuo. A solução atual, por sua vez, apresenta um custo final de **22.678,40 €**, incluindo o valor do transportador de entrada de embalagens (aproximadamente **4.520 €**) e excluindo também a central de lavagem CIP. De acordo com os cálculos realizados no capítulo 3.4.6.1., este novo equipamento tem uma capacidade de

desempacotamento de **8640** litros/hora. Para avaliar a viabilidade económica, considerou-se que, para igualar a cadência de processamento do novo equipamento, seriam necessários aproximadamente seis equipamentos de desempacotamento antigos, uma vez que estes têm quase seis vezes menor cadência. Deste modo, para manter a cadência, foi considerado um cenário em que um certo cliente possuía seis equipamentos de desempacotamento antigos e pretendia saber se era economicamente rentável rejeitá-los, a custo zero, e adquirir um dos novos equipamentos. Admitiu-se que estes equipamentos possuem um custo de operação mensal, relacionado com os gastos energéticos, custos com água e produtos de lavagem, assim como as tarefas de manutenção. Estes custos, para cada equipamento são:

- Custos de operação mensal de cada equipamento antigo (CO_a) – **150 €**;
- Custos de operação mensal do novo equipamento (CO_n) – **100 €**.

Considerou-se que o equipamento antigo apresenta um custo operacional mensal mais elevado devido à presença de um maior número de componentes elétricos, como motorreductores, que aumentam o consumo de energia. Além disso, por ser um equipamento de maiores dimensões, possui mais acessórios para lavagem CIP, exigindo a limpeza completa de toda a estrutura, o que resulta num maior consumo de água e produtos de limpeza. Estes custos foram estimados pela empresa. Desta forma, foram consideradas duas equações, cuja interseção representa o momento em que o custo de aquisição do novo equipamento está amortizado. Considerando o tempo medido em meses (t), obtêm-se as seguintes equações:

- $6 \times 0 + 6 \times CO_a \times t$, que representa a soma do custo de aquisição dos seis equipamentos, que neste caso é zero uma vez que o cliente já os possuía, com o custo mensal de operação destes equipamentos ao longo do tempo;
- $1 \times 22678,40 + 1 \times CO_n \times t$, que consiste na soma do custo de aquisição do novo equipamento com o seu custo de manutenção mensal.

Assim, ao traçar essas duas equações, conforme ilustrado no gráfico da Figura 154, observa-se que o custo de aquisição do novo equipamento é amortizado em 28 meses e meio. A partir desse momento, a aquisição passa a representar uma solução economicamente vantajosa.

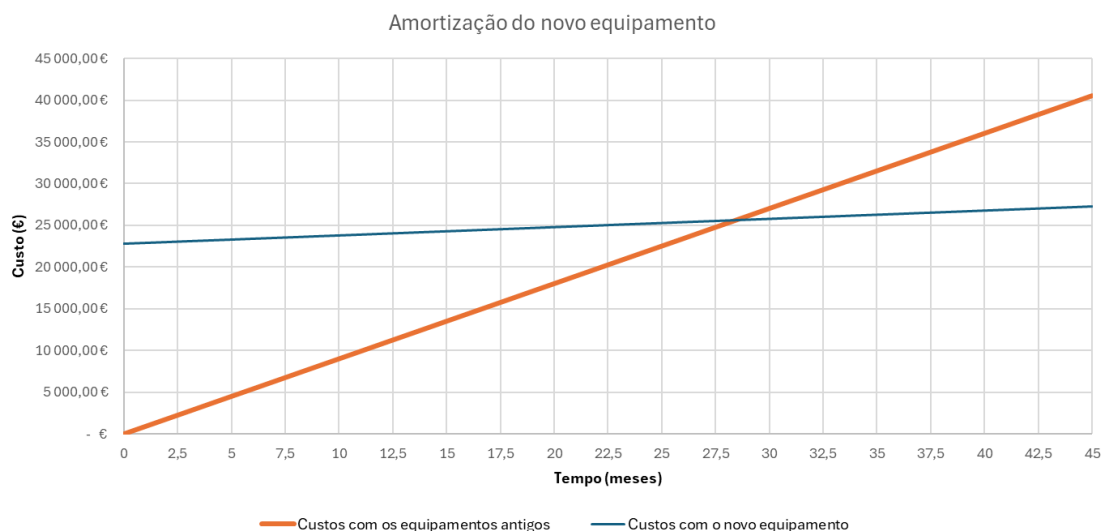


Figura 154 - Gráfico de amortização do novo equipamento

4. Conclusão

Neste capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho desenvolvido na presente dissertação, assim como as principais limitações e propostas de trabalhos futuros que poderão complementar e aprofundar o projeto desenvolvido.

4.1. Conclusões finais

Neste capítulo é introduzida a sexta e última etapa da metodologia DSR, que consiste na comunicação da solução e exposição das conclusões finais do trabalho desenvolvido. Após a finalização deste trabalho é possível afirmar que todos os objetivos propostos foram alcançados com êxito.

De acordo com o objetivos definidos, foi desenvolvido com sucesso um novo equipamento capaz de desempacotar produto alimentar líquido não só em embalagens Tetra Pak, mas também em embalagens fabricadas de PET. Este novo equipamento foi concebido como uma evolução de um outro equipamento desenvolvido pela empresa no passado, através da melhoria de alguns pontos e mitigação das suas limitações existentes. Este novo conceito apresentou um novo sistema de desempacotamento composto por um rolo rotativo e uma superfície de deslizamento e esmagamento. O funcionamento deste novo mecanismo foi validado através de um protótipo fabricado na empresa, detalhado na fase de anteprojeto da dissertação. Este protótipo foi desenvolvido para avaliar o comportamento das embalagens durante e após o processo, tendo sido realizados testes com os diferentes tipos de embalagens. Para o desenvolvimento do protótipo foi adotado como princípio a máxima redução de custos. Conforme um dos requisitos da empresa, o equipamento adotou uma solução vertical, para combater o problema de escorregamento das embalagens, presente na solução anterior. A cadência de desempacotamento de embalagens também aumentou significativamente em relação ao equipamento anterior, cerca de 476%, passando de 1500 litros/hora para 8640 litros/hora. Considerando outro dos objetivos estabelecidos, o equipamento desenvolvido trata-se de uma solução completamente estanque e higiénica, de modo a evitar contaminações do produto alimentar. Para garantir a higiene da solução e que esta seja adequada à indústria alimentar, este novo equipamento possui todos os seus componentes de fabrico em aço inoxidável AISI 316-L, produzidos internamente pela empresa de modo a evitar subcontratações e reduzir custos. Os componentes de compra adquiridos são de elevado nível higiénico para assegurar que o produto alimentar desempacotado não seja contaminado. Adicionalmente, para verificar a resistência e a rigidez do equipamento, foi realizada uma análise numérica à

estrutura do mesmo, através do MEF, que resultou num $C.S._{min} = 1,69$. Além disso, para garantir a segurança do operador, foram implementadas medidas e componentes específicos de proteção no equipamento. Para este novo conceito foi desenvolvido um plano de manutenção para garantir o seu correto funcionamento e durabilidade. Este equipamento teve um custo total de 18.158,39 €, e quando comparado financeiramente com uma série de equipamentos anteriores, de modo a igualar a cadência, apresenta um período de amortização de cerca de 28 meses e meio. De referir que, para além de a solução proposta ir de encontro aos objetivos inicialmente propostos, foi também possível garantir uma solução geometricamente mais compacta, o que beneficia o avanço do equipamento no local de implementação.

4.2. Limitações e trabalhos futuros

Apesar do desenvolvimento realizado ao longo desta dissertação, identificam-se ainda alguns trabalhos complementares que devem ser considerados para a implementação completa da solução proposta. Em primeiro lugar, deverá ser realizada a construção e validação do equipamento final em contexto real de processo, com o objetivo de confirmar o seu desempenho, fiabilidade e conformidade com os requisitos definidos. Esta fase será crucial para assegurar a viabilidade da solução em contexto real e o cumprimento dos padrões de qualidade exigidos no setor alimentar. Em segundo lugar, será necessária a adaptação do transportador de entrada, que é atualmente um produto de catálogo da empresa, de forma a garantir a sua integração com o módulo de desempacotamento projetado. Esta etapa tem como objetivo assegurar a entrada automática e individualizada de embalagens no módulo de desempacotamento. Por fim, torna-se essencial ajustar a disposição de todos os equipamentos envolvidos na solução, bem como as respetivas conexões, tendo em conta as condições reais do espaço disponível nas instalações de um possível cliente. Esta etapa requer uma análise prévia do espaço para permitir otimizar a ergonomia, segurança e eficiência da solução no ambiente final de operação.

Referências

- [1] A. Rogala, R. Nestorowicz, e E. Jerzyk, *Internet of Things in the Food Industry: Challenges and Opportunities for the Internet of Food Things*. Londres, Inglaterra: Routledge, 2023.
- [2] T. Varzakas e C. Tzia, *Handbook of Food Processing: Food Preservation*. Flórida, EUA: CRC Press, 2015.
- [3] S. Y. Nof, *Springer Handbook of Automation*. Berlim , Alemanha: Springer Science & Business Media, 2009.
- [4] K. Saath e A. Fachinello, "Crescimento da Demanda Mundial de Alimentos e Restrições do Fator Terra no Brasil," *Revista de Economia e Sociologia Rural*, vol. 56, pp. 195-212, 2018, doi: 10.1590/1234-56781806-94790560201.
- [5] MARKET DATA FORECAST. "Food and Agriculture Technology and Products Market". <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/food-agriculture-technology-and-products-market> (Data de acesso: 03 janeiro 2025).
- [6] AICEP. "Indústria alimentar e de bebidas". <https://www.portugalglobal.pt/investimento/principais-setores/industria-alimentar-e-de-bebidas/> (Data de acesso: 02 janeiro 2025).
- [7] S. Mil-Homens. "O que é HACCP". <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/haccp.aspx> (Data de acesso: 03 janeiro 2025).
- [8] FAO. "The Food Loss and Waste Challenge". <https://www.fao.org/home/en> (Data de acesso: 2 janeiro 2025).
- [9] E. K. Şimşek, M. Kara, M. B. Kalıpçı, e R. Eren, "Sustainability and the Food Industry: A Bibliometric Analysis," *Sustainability*, vol. 16, no. 7, p. 3070, 2024, doi: 10.3390/su16073070.
- [10] P. Heikkurinen e S. Forsman-Hugg, "Strategic Corporate Responsibility in the Food Chain," *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, vol. 18, pp. 306-316, 2011, doi: 10.1002/csr.257.
- [11] ISO. "ISO 22000 - Food safety management". <https://www.iso.org/iso-22000-food-safety-management.html> (Data de acesso: 27 dezembro 2024).
- [12] NQA. "Guia da ISO 22000". <https://www.nqa.com/pt-pt/resources/blog/february-2019/guide-to-iso-22000> (Data de acesso: 28 dezembro 2024).
- [13] APCER - Associação Portuguesa de Certificação. "ISO 22000 - Sistema de Gestão da Segurança Alimentar". <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/191/iso-22000> (Data de acesso: 30 dezembro 2024).
- [14] D. Mudgil e S. Barak, *Beverages : Processing and Technology*. Rajastão, Índia: Scientific Publishers, 2018.
- [15] LINK TO LEADERS. "Operadores de drones procuram-se para monitorizar agricultura". <https://linktoleaders.com/operadores-de-drones-procuram-se-para-monitorizar-agricultura/> (Data de acesso: 30 dezembro 2024).
- [16] COGNEX. "Inspeção de embalagem de alimentos e bebidas". <https://www.cognex.com/pt-br/industries/food-and-beverage/packaging-inspection> (Data de acesso: 30 dezembro 2024).
- [17] K. S. Hurst, *Engineering Design Principles*. Oxford, Inglaterra: Butterworth-Heinemann, 1999.
- [18] P. C. GOPE, *Machine Design: Fundamentals and Applications*. Nova Delhi, Índia: PHI Learning, 2012.
- [19] A. Golenko, *Fundamentals of Machine Design : a Coursebook for Polish and Foreign Students*. Breslávia, Polónia: Politechnika Wroclawska, 2010.

Referências

- [20] V. Raja e K. J. Fernandes, *Reverse Engineering: A Industrial Perspective*. Berlim, Alemanha: Springer Science & Business Media, 2008.
- [21] N. Kivolya. "How to 3D scan an object with a portable structured-light scanner". <https://www.artec3d.com/learning-center/how-3d-scan-object-portable-structured-light-scanner> (Data de acesso: 06 dezembro 2024).
- [22] POLYGA. "Scan to CAD Samples". <https://www.polyga.com/xtract3d/resources/cad-samples/> (Data de acesso: 06 dezembro 2024).
- [23] E. Gomes, et al, "Segurança de máquinas e equipamentos de trabalho," ACT - Autoridade para as Condições do Trabalho, Lisboa, Portugal, 978-989-99676-6-3, 2020. [Online]. Disponível em: https://portal.act.gov.pt/AnexosPDF/Dossiers%20tem%C3%A1ticos/M%C3%A1quinas%20e%20equipamentos%20de%20trabalho/Guia_Pratico_Seguranca%20de%20Maquinas%20e%20Equipamentos%20de%20Trabalho.pdf
- [24] UNIÃO EUROPEIA. "Tipos de legislação". https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/law/types-legislation_pt (Data de acesso: 28 novembro 2024).
- [25] EUROPEAN UNION. "Segurança das máquinas". <https://eur-lex.europa.eu/PT/legal-content/summary/machinery-safety.html> (Data de acesso: 28 novembro 2024).
- [26] *Directiva 2006/42/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 17 de Maio de 2006 relativa às máquinas e que altera a Directiva 95/16/CE (reformulação)*, UE, Bruxelas, Bélgica, 2006.
- [27] S. Anastasi e L. Monica, "Evolution of European Product Directives in Perspective of Industry 4.0," presented at the Safety and Security Engineering VII, Roma, Itália, 2018. [Online]. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2495/safe170151>.
- [28] EUROPEAN UNION. "Normas mínimas de segurança e de saúde para a utilização de equipamentos de trabalho". <https://eur-lex.europa.eu/PT/legal-content/summary/minimum-health-and-safety-standards-while-using-work-equipment.html> (Data de acesso: 28 novembro 2024).
- [29] *Directiva 2009/104/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Setembro de 2009 relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho no trabalho (segunda directiva especial, na aceção do n.o 1 do artigo 16.o da Directiva 89/391/CEE)*, UE, Bruxelas, Bélgica, 2009.
- [30] J. Almacinha, "Introdução ao Conceito de Normalização em Geral e sua Importância na Engenharia," FEUP; INEGI, Porto, Portugal, 2019. [Online]. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/119216/2/318823.pdf>
- [31] S. Morais, *Desenho Técnico Básico - 3*. Porto, Portugal: Porto Editora, 2012.
- [32] M. F. Ashby, "Chapter 1 - Introduction," in *Materials Selection in Mechanical Design (Fourth Edition)*. Oxford, Inglaterra: Butterworth-Heinemann, 2011, pp. 1-13.
- [33] M. F. Ashby, "Chapter 5 - Materials Selection—The Basics," in *Materials Selection in Mechanical Design (Fourth Edition)*, M. F. A. . Ed. Oxford, Inglaterra: Butterworth-Heinemann, 2011, pp. 97-124.
- [34] D. U. Shah, "Materials Selection Charts for Designing Products With Biocomposites," in *Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials*. Amesterdão, Países Baixos: Elsevier, 2019.
- [35] M. F. Ashby, "Chapter 3 - Engineering Materials and Their Properties," in *Materials Selection in Mechanical Design (Fourth Edition)*. Oxford, Inglaterra: Butterworth-Heinemann, 2011, pp. 31-56.
- [36] H. Shercliff, D. Cebon, e M. Ashby, *Materials Engineering, Science, Processing and Design*. Amesterdão, Países Baixos: Elsevier, 2007.
- [37] M. D. Hazrat Ali, A. Katsuki, S. Kurokawa, e T. Sajima, "Design of Mechanical Actuator in 3D CAD Software," *Procedia Engineering*, vol. 64, pp. 473-478, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.09.121>.
- [38] J. Otey, P. Company, M. Contero, e J. D. Camba, "Revisiting the design intent concept in the context of mechanical CAD education," *Computer-Aided Design and Applications*, vol. 15, pp. 1-14, 2017, doi: 10.1080/16864360.2017.1353733.
- [39] H.-J. Kwon e H.-K. Kwon, "Computer aided engineering (CAE) simulation for the design optimization of gate system on high pressure die casting (HPDC) process," *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 55, pp. 147-153, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2018.01.003>.
- [40] J. Elm e J. Robert, "Integration of Computer-Aided Design and Finite Element Analysis Tools in a Small Manufacturing Enterprise," Carnegie Mellon Software Engineering Institute, Pittsburgh,

- EUA, 2003. [Online]. Disponível em: https://insights.sei.cmu.edu/documents/715/2003_005_001_14246.pdf
- [41] S. L. Gadhave e K. H. Munde, *Computer Aided Manufacturing for GTU 18 Course*. Maharashtra, Índia: Technical Publications, 2021.
- [42] J. Camillo. "CAD Software Aids Assembly". <https://www.assemblymag.com/articles/96217-cad-software-aids-assembly> (Data de acesso: 06 dezembro 2024).
- [43] HEXAGON. "Software de engenharia assistido por computador (software CAE)". <https://hexagon.com/pt/products/product-groups/computer-aided-engineering-software> (Data de acesso: 06 dezembro 2024).
- [44] SIEMENS. "Computer-aided manufacturing". <https://www.sw.siemens.com/en-US/technology/computer-aided-manufacturing-cam/> (Data de acesso: 02 dezembro 2024).
- [45] P. Xie, R. Ramanathan, G. Vakil, e C. Gerada, "Simplified Analytical Machine Sizing for Surface Mounted Permanent Magnet Machines," presented at the 2019 IEEE International Electric Machines & Drives Conference (IEMDC), San Diego, EUA, 2019.
- [46] A. Cunha, Jr., Y. Yanik, C. Olivieri, e S. da Silva, "Tresca Versus Von Mises: Which Failure Criterion is More Conservative in a Probabilistic Context?," *Journal of Applied Mechanics*, vol. 91, no. 11, p. 9, 2024, doi: 10.1115/1.4063894.
- [47] R. D. G. Campilho, *Método de Elementos Finitos - Ferramentas para Análise Estrutural*. Porto, Portugal: Publindústria, 2012.
- [48] R. D. Cook, R. J. Witt, M. E. Plesha, e D. S. Malkus, *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*. Hoboken, EUA: Wiley, 2001.
- [49] G. Mirlisenna. "Método dos Elementos Finitos: o que é?". <https://www.esss.com/blog/metodo-dos-elementos-finitos-o-que-e/> (Data de acesso: 02 dezembro 2024).
- [50] F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, R. M. Gouveia, G. Pinto, e A. Baptista, "A Novel Approach to Optimize the Design of Parts for Additive Manufacturing," *Procedia Manufacturing*, vol. 17, pp. 53-61, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.012>.
- [51] M. Groover, *Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing*. New Jersey, EUA: Prentice Hall, 2008.
- [52] A. K. Gupta e S. K. Arora, *Industrial Automation and Robotics*. Daryaganj, India: Laxmi Publications, 2011.
- [53] Y. Huang, L. Wang, e S. Y. Liang, *Handbook of Manufacturing*. Jurong, Singapura: World Scientific Publishing, 2019.
- [54] T. D. Blackburn, "Commissioning Fundamentals and a Practical Approach," PDH Center, Fairfax, EUA, 2020. [Online]. Disponível em: <https://pdhonline.com/courses/p146/p146content.pdf>
- [55] G. Ney e M. Fortes, "Metodologia para processo integrado de comissionamento em unidades industriais," *Sistema & Gestão*, vol. 12, p. 246, 2017, doi: 10.20985/1980-5160.2017.v12n2.1189.
- [56] A. F. G. Barbosa, R. D. S. G. Campilho, F. J. G. Silva, I. J. Sánchez-Arce, C. Prakash, e D. Buddhi, "Design of a Spiral Double-Cutting Machine for an Automotive Bowden Cable Assembly Line," *Machines*, vol. 10, no. 9, p. 811, 2022.
- [57] P. N. d. A. d. S. Pereira, R. D. S. G. Campilho, e A. M. G. Pinto, "Application of a Design for Excellence Methodology for a Wireless Charger Housing in Underwater Environments," *Machines*, vol. 10, no. 4, p. 232, 2022.
- [58] D. Nunes, R. Campilho, e F. Silva, "Design of a transfer system for the automotive industry," *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, vol. 236, no. 5, pp. 2044-2055, 2022, doi: 10.1177/09544089221080042.
- [59] E. Tsirogiannis, G. Stavroulakis, e S. Makridis, "Electric Car Chassis for Shell Eco Marathon Competition: Design, Modelling and Finite Element Analysis," *World Electric Vehicle Journal*, vol. 10, pp. 8-21, 2019, doi: 10.3390/wevj10010008.
- [60] M. P. Stephens e F. E. Meyers, *Manufacturing Facilities Design and Material Handling*. West Lafayette, EUA: Purdue University Press, 2013.
- [61] R. J. Graves, M. R. Wilhelm, L. F. McGinnis, e R. E. Ward, *Material Handling '90: 2 (Progress in Material Handling and Logistics)*. Berlim, Alemanha: Springer Science & Business Media, 1991.
- [62] T. Varzakas e C. Tzia, *Handbook of Food Processing: Food Safety, Quality, and Manufacturing Processes*. Flórida, EUA: CRC Press, 2015.

Referências

- [63] G. Darsana, R. Iqbal, V. Khanzode, e A. De, "Manual material handling and occupational low back disorders: a narrative literature review emphasising maximum acceptable weight of load," *International Journal of Human Factors and Ergonomics*, vol. 3, pp. 376-392, 2015, doi: 10.1504/IJHFE.2015.073010.
- [64] A. Mital, A. S. Nicholson, e M. M. Ayoub, *Guide to Manual Materials Handling*, 2 ed. Flórida, EUA: CRC Press, 2017.
- [65] A. Roriz, A. Mendes, A. Peixoto, P. Carneiro, A. Colim, e M. P. Barroso, "Ergonomic analysis of a manual material handling activity in the food sector," presented at the 15th International Symposium on Occupational Safety and Hygiene Guimarães, Portugal, 2019.
- [66] C. Pop e G. Mailat, "Automated material handling systems (AMHS) in libraries and archives: automated storage/retrieval and return/sorting systems," in *NNECFSIC'12: Proceedings of the 12th WSEAS international conference on Neural networks, fuzzy systems, evolutionary computing & automation*, Roménia, 2011: World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), pp. 189 - 194.
- [67] S. Ray, *Introduction to Materials Handling*. Nova Delhi, Índia: New Age International (P) Limited, 2007.
- [68] DORNER CONVEYORS. "Food Grade Conveyor Belts for Food Handling and Processing". <https://www.dornerconveyors.com/europe/industries/food-handling-and-processing> (Data de acesso: 19 dezembro 2024).
- [69] CONVEYORS & DRIVERS, INC. "New London Model 361 Standard-Duty V-Belt Guided Cleated Inclined Belt Conveyor". <https://www.condrives.com/product/new-london-361-cleated-belt-incline-conveyor/> (Data de acesso: 20 dezembro 2024).
- [70] P. M. McGuire, *Conveyors: Application, Selection, and Integration*. Flórida, EUA: CRC Press, 2009.
- [71] L. Tian. "Application of Stainless Steel Shaftless Screw Conveyor". <https://www.linkedin.com/pulse/application-stainless-steel-shaftless-screw-conveyor-lan-tian/> (Data de acesso: 19 dezembro 2024).
- [72] ROLTIA. "O transportador de rolos e a sua importancia na industria". <https://eurotransis.com/pt-pt/o-transportador-de-rolos-e-a-sua-importancia-na-industria/> (Data de acesso: 18 dezembro 2024).
- [73] BRANDT. "Roscas Transportadoras". <https://brandt.ind.br/produto/roscas-transportadoras/> (Data de acesso: 18 dezembro 2024).
- [74] SIMPLIMATIC. "Pallet Transfer Shuttle Cars". <https://www.simplimatic.com/automations/pallet-shuttle-cars/> (Data de acesso: 17 dezembro 2024).
- [75] DAMBACH LAGERSYSTEME. "MONOFLEX System Rail Guided Vehicle: High Throughput Rates and Maximum Scalability". <http://www.dambach-lagersysteme.cn/en/products/conveyor-systems/rail-guided-vehicle-rgv.html> (Data de acesso: 17 dezembro 2024).
- [76] J. Long e C. L. Zhang, "The Summary of AGV Guidance Technology," presented at the Manufacturing Engineering and Automation II, PTS 1-3, Zurich, Switzerland, 2012.
- [77] MAXON. "The future is AGV". <https://www.maxongroup.com/en-in/knowledge-and-support/blog/the-future-is-agv-172800> (Data de acesso: 17 dezembro 2024).
- [78] M. Rashid, B. Kasemi, e M. Rahman, "New Automated Storage and Retrieval System (ASRS) using wireless communications," presented at the 4th International Conference on Mechatronics (ICOM), Kuala Lumpur, Malásia, 2011.
- [79] A. Anand. "Robotic Food Processing". <https://www.linkedin.com/pulse/robotic-food-processing-aparna-anand/> (Data de acesso: 18 dezembro 2024).
- [80] ADDVERB. "6 Benefits of AS/RS systems and which ASRS is right for you?". <https://addverb.com/benefits-of-as-rs-system-which-asrs-is-right-for-you/> (Data de acesso: 23 dezembro 2024).
- [81] J. Alarinta, M. Närvä, e G. Wirtanen, "Recycling of Plastic Food Packages: A Case Study with Finnish University Students," *Recycling*, vol. 8, no. 1, p. 23, 2023, doi: 10.3390/recycling8010023.
- [82] M. Rajković, D. Popović Minić, D. Milinčić, e M. Zdravković, "Circular economy in food industry," *Zastita materijala*, vol. 61, pp. 229-250, 2020, doi: 10.5937/zasmat2003229R6.
- [83] CENTRO DE RECURSOS ECONOMIA CIRCULAR. "Economia Circular". <https://www.ctcv.pt/economiacircular/acerca.html> (Data de acesso: 13 dezembro 2024).

- [84] TECNOFER. "Depacker". <https://www.tecnofer.biz/en/machines/depacker/> (Data de acesso: 20 dezembro 2024).
- [85] TIETJEN. "Separation of Organic Waste from Packaging and Foreign Matter - Depackaging machine DRM". <https://www.tietjen-original.com/en/products/machines/depacaging-machine-drm/> (Data de acesso: 20 dezembro 2024).
- [86] STRAUMANN UMWELTECHNIK. "LiquiDrainer®: Drainer for emptying entire containers". <https://www.straumann-umwelt.com/en/products/dewatering-screw-press/> (Data de acesso: 20 dezembro 2024).
- [87] A. Y. Tamime, *Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations*. Hoboken, EUA: Wiley, 2009.
- [88] MUSTANGPLURON. "Entenda o sistema Clean in Place (CIP), e como implantá-lo". <https://mustangpluron.com/clean-in-place/> (Data de acesso: 23 dezembro 2024).
- [89] Z. Soufi, P. David, e Z. Yahouni, "Challenges of Material Handling System Design in the Context of Industry 4.0," in *12th International Workshop on Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing (SOHOMA)*, University Politehnica Bucharest, Bucureste, Roménia, Sep 22-23 2022, vol. 1083: Springer, in *Studies in Computational Intelligence*, 2023, pp. 291-303, doi: 10.1007/978-3-031-24291-5_23.
- [90] S. K. Harisha, M. Biradar, B. V. Uppar, e R. S. Kulkarni, "Design and Fabrication of Automatic Material Handling System for Engraving Machine," *Procedia Materials Science*, vol. 5, pp. 1540-1549, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.341>.
- [91] D. Troisi, M. Dragusanu, M. Pozzi, D. Prattichizzo, e M. Malvezzi, "A Soft-Rigid Gripper for Safe Handling and Transportation," *Advanced Materials Technologies*, 2401592, 2024, doi: 10.1002/admt.202401592.
- [92] M. Vanderbeken, "Food Waste Depackaging and Separation Functions and Recent Industry Advances " *Biogas Magazine*, vol. 19, pp. 16-19, 2022.
- [93] J. Industry. "A nossa história". <https://jpm.pt/a-nossa-historia/> (Data de acesso: 01 maio 2025).
- [94] C. Portugal. "JPM Indústria". <https://cotecportugal.pt/associates/jpm-industria/> (Data de acesso: 01 maio 2025).
- [95] U. A. I. "JPM Indústria". <https://uptec.up.pt/pt-pt/empresas/jpm-industria/> (Data de acesso: 01 maio 2025).
- [96] J. Industry. "Empowering Industries". <https://jpm.pt/> (Data de acesso: 01 maio 2025).
- [97] J. Industry. "Política de Gestão Integrada". <https://www.jpm.pt/politica-gestao-integrada/> (Data de acesso: 01 maio 2025).
- [98] P. Ramalho, R. Campilho, A. Pedroso, e R. D. C. Sales - Contini, "Productivity improvement of control cable manufacturing machine for the automotive industry," *Mechanics Based Design of Structures and Machines*, vol. 52, pp. 1-24, 05/07 2024, doi: 10.1080/15397734.2024.2349903.
- [99] T. PAK. "Materials". <https://www.tetrapak.com/solutions/packaging/packaging-material> (Data de acesso: 01 maio 2025).
- [100] E. T. Pak. "Ecolife Tetra Pak". <https://ecolifetetrapak.wordpress.com/reciclagem/> (Data de acesso: 01 maio 2025).
- [101] J. P. S. Anna. "Pet: Multicamada oferece praticidade e segurança para embalar lácteos". <https://www.plastico.com.br/pet-multicamada-oferece-praticidade-e-seguranca-para-embalar-lacteos/> (Data de acesso: 01 maio 2025).
- [102] P. M. Institute, *Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)–Sixth Edition*. Newtown Square, EUA: Project Management Institute, 2017.
- [103] S. S. CO. "FullJet® Nozzle, 303 Stainless Steel, 1/4HH-SS6.5". <https://portal.spray.com/en-us/products/1-4hh-ss6-5?srsId=AfmBOopNlk5DbolXlsSZx6QMYskKj6nqZkegaJXbUUKgRBflx63B2w> (Data de acesso: 10 junho 2025).
- [104] A. NEUMO. "TANKO-S30". <https://www.awh.eu/shop/en/s/cleaning-technology/spate-cleaners/tanko-s30/> (Data de acesso: 10 junho 2025).
- [105] F. Cardarelli, *Materials Handbook: A Concise Desktop Reference*. Springer London, 2008.
- [106] C. Coriolani, F. Licciardello, e G. Muratore, "Stress-cracking of PET bottle as an unpredictable factor limiting the commercial life of carbonated soft drinks," *Italian Journal of Food Science*, vol. 24, pp. 170-173, 12/01 2012.

Referências

Declaração de Integridade

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade. Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

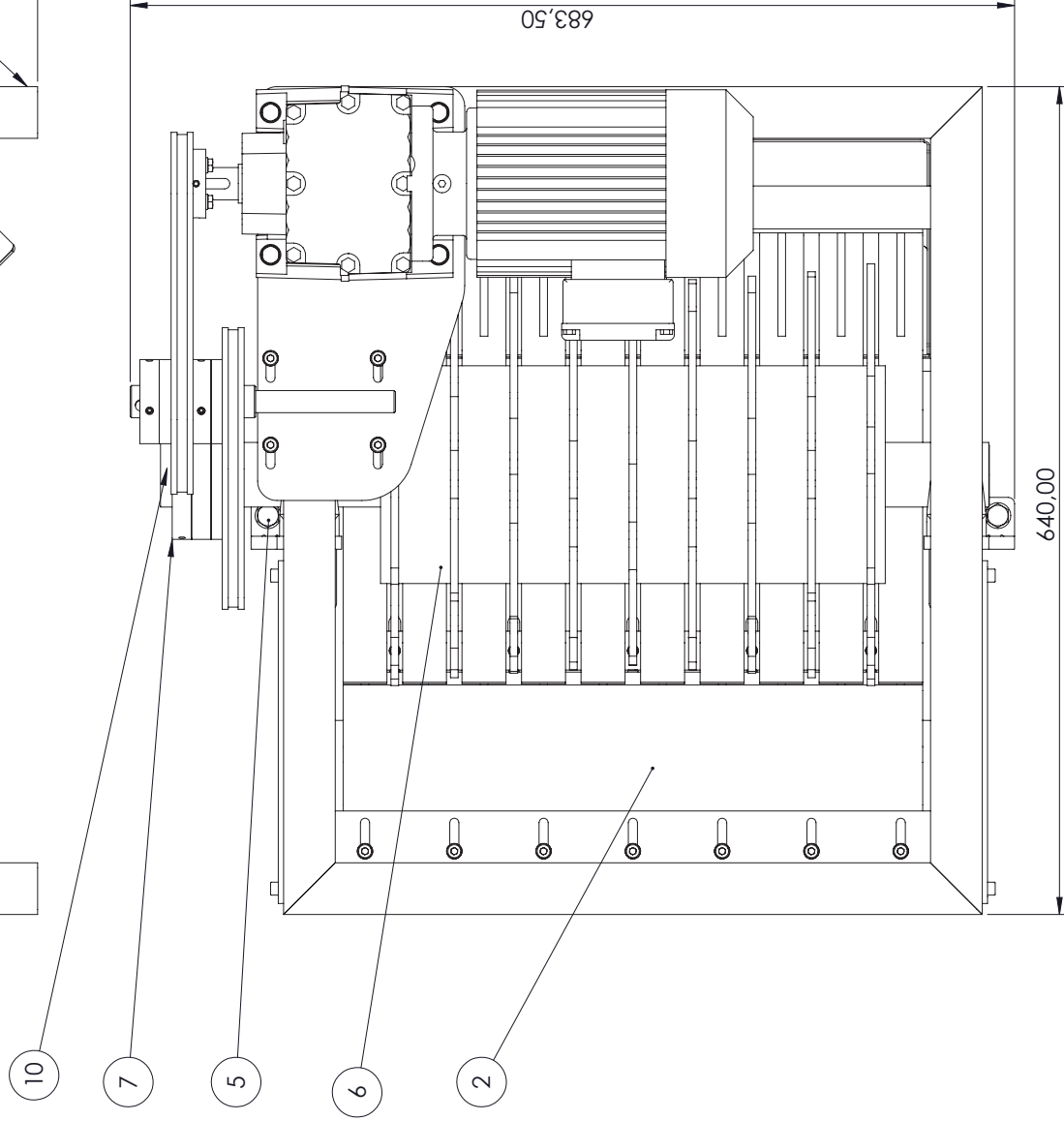
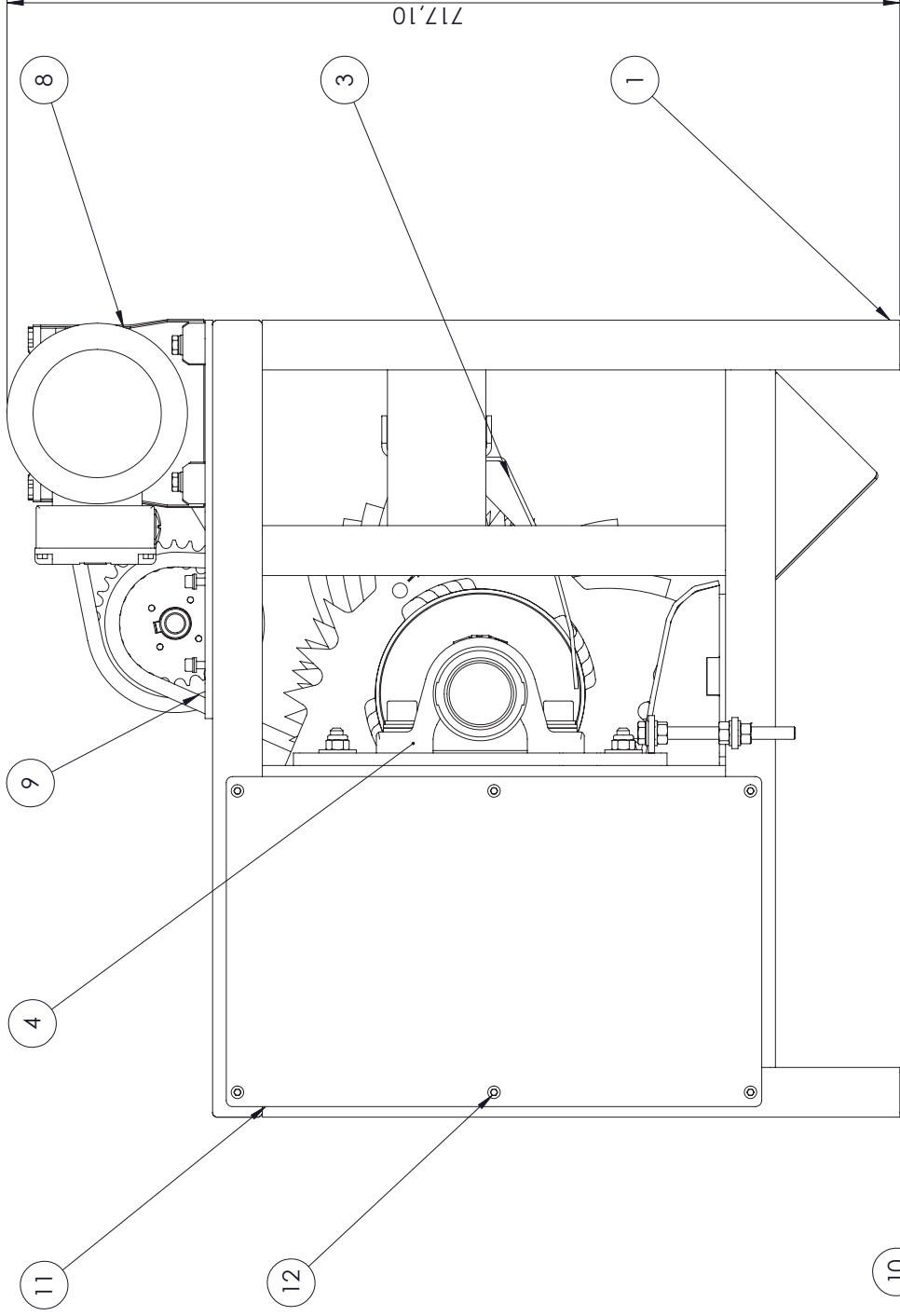
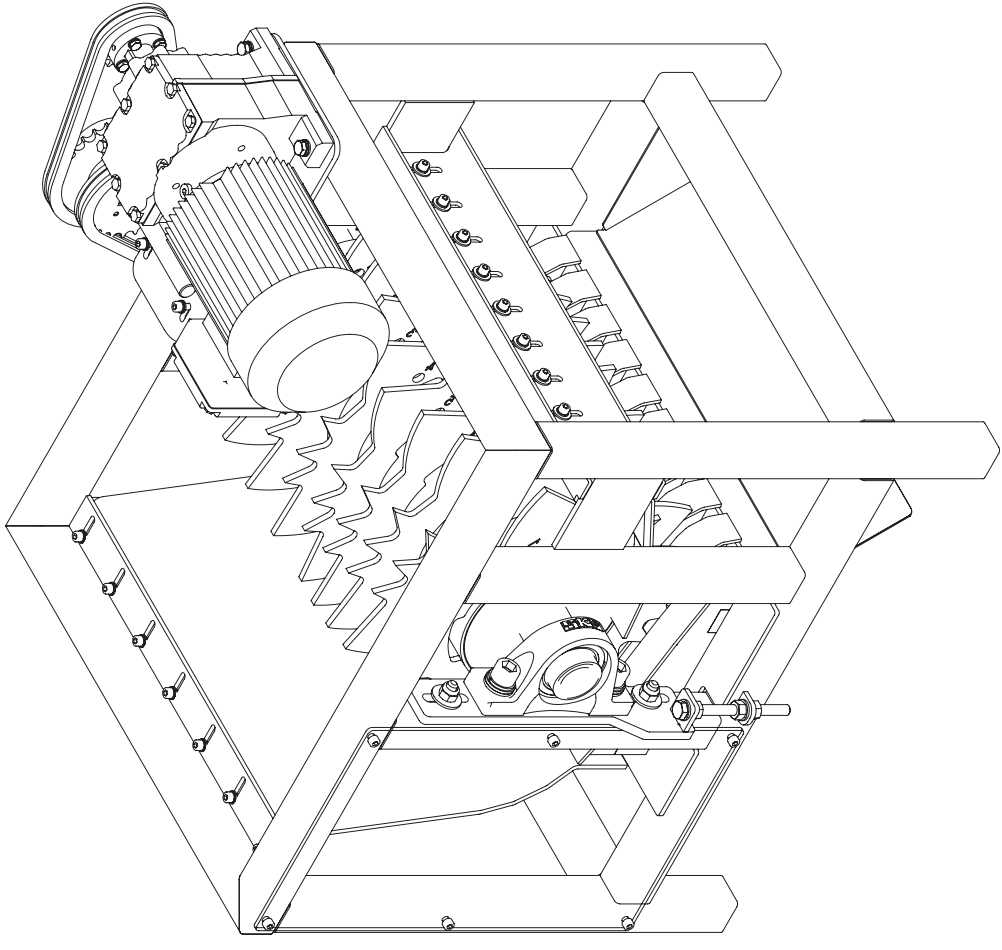
Declaro que o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

NOME: Guilherme de Castro Soares

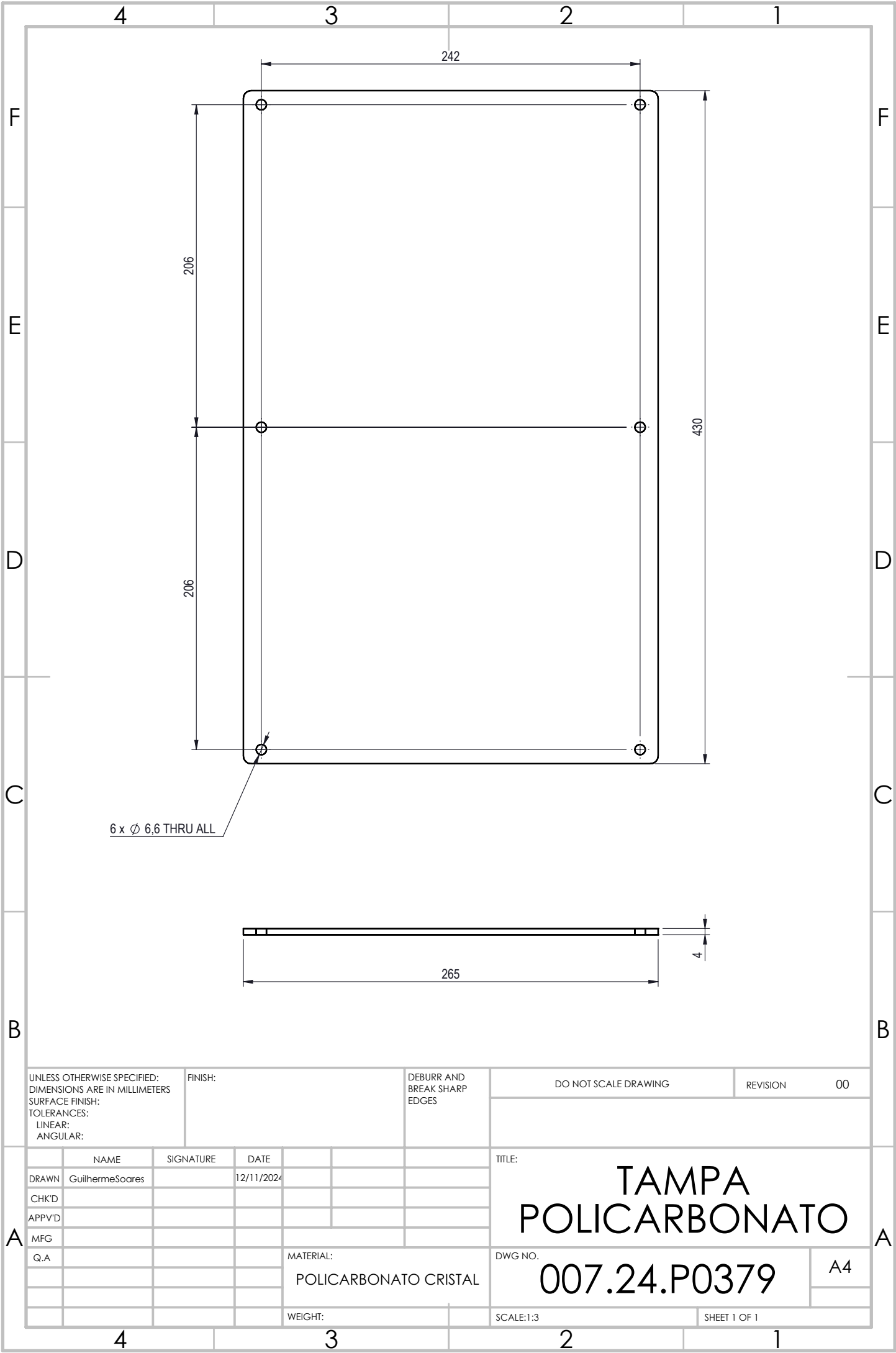
ISEP, Porto, 14 de junho de 2025

Apêndice A – Desenhos técnicos do protótipo desenvolvido



12	SCREW, M6x5 DIN 912, M6x8 A3 70	12	ALSI 304	200401141
11	TAMPA POLICARBONATO	2	POLICARBONATO CRISTAL	007.24.P0379 00
10	CHAVETA PARALELA INOX DIN6885 10x8x60	1	ALSI 304	300716136 00
9	CORRENTE SIMPLES TRACÇÃO	1	5235 JR	00
8	CONJ MOTOR	1	-	007.24.M0062 00
7	CONJ CREMALHEIRA 48D	1	-	007.24.M0066 00
6	ROLO	1	-	007.24.M0051 03
5	CONJUNTO AFINADOR ROLO LADO MTR	1	-	007.24.M0059 00
4	CONJUNTO AFINADOR ROLO LADO OPO MTR	1	-	007.24.M0058 00
3	ESTRUTURA SAÍDA EMB	1	-	007.24.M0056 00
2	CONJ RAMPA	1	-	007.24.M0055 00
1	ESTRUTURA SOLDADA C/ ACESSÓRIOS	1	-	007.24.M0061 00
#	DESCRIPTION <i>DESCRIPTION</i>	QT.	MATERIAL	CODE <i>CODE</i>
				REV.

BILL OF MATERIALS										
COST (MATERIALS)										
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
										01
DRAWN: Guillermo Scores			SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHRD					11/11/2024		PROTÓTIPO			
APPVD							ESMAGADORA			
MFG										
Q.A							MATERIAL:		DWG NO.	
							-		007.24.A0026	
									A3	
									SCALE: 1/8	
									SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN	GuilhermeSoares	12/11/2024			
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:
POLICARBONATO CRISTAL

WEIGHT:

TITLE:

TAMPA
POLICARBONATO

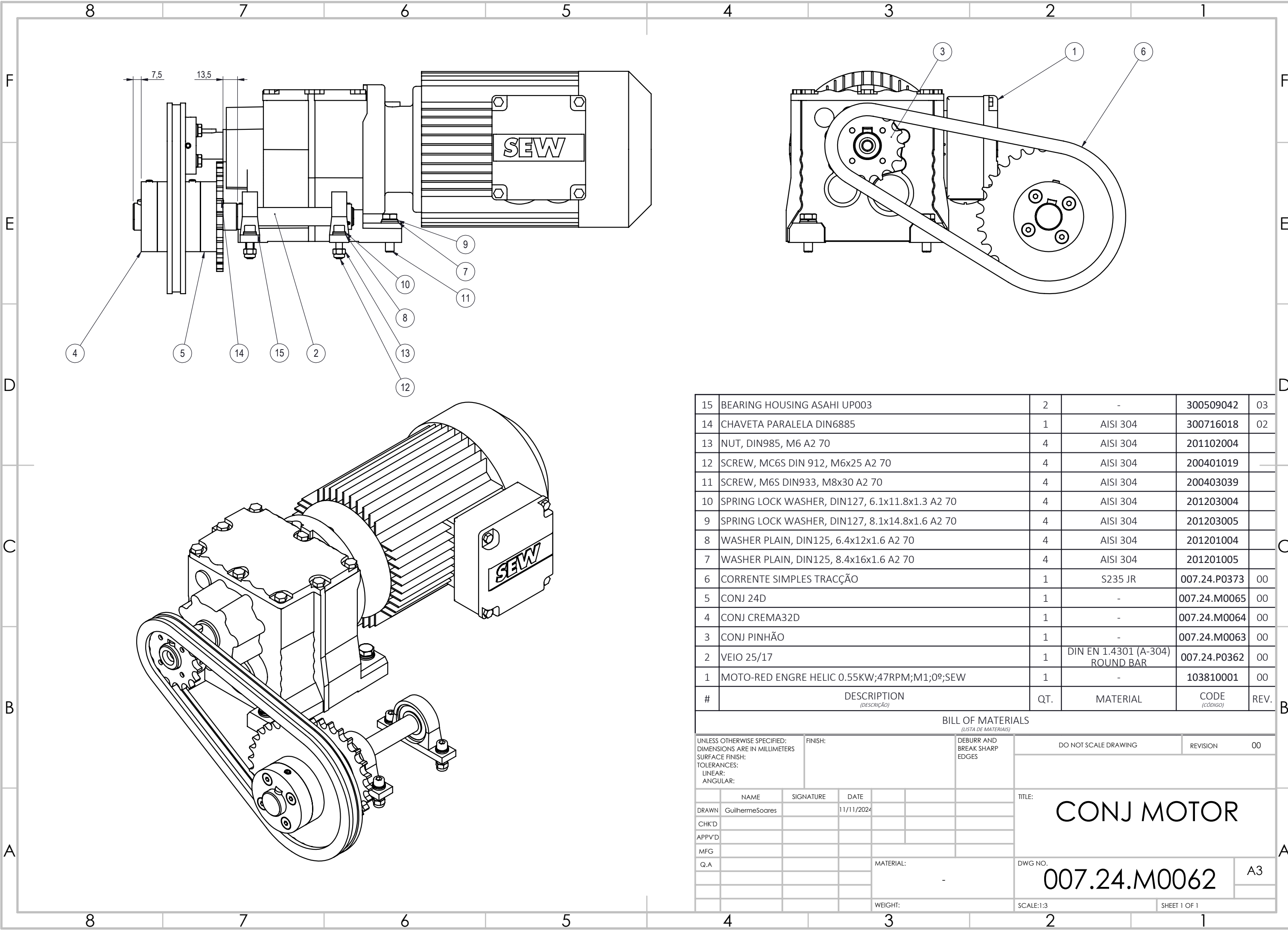
DWG NO.

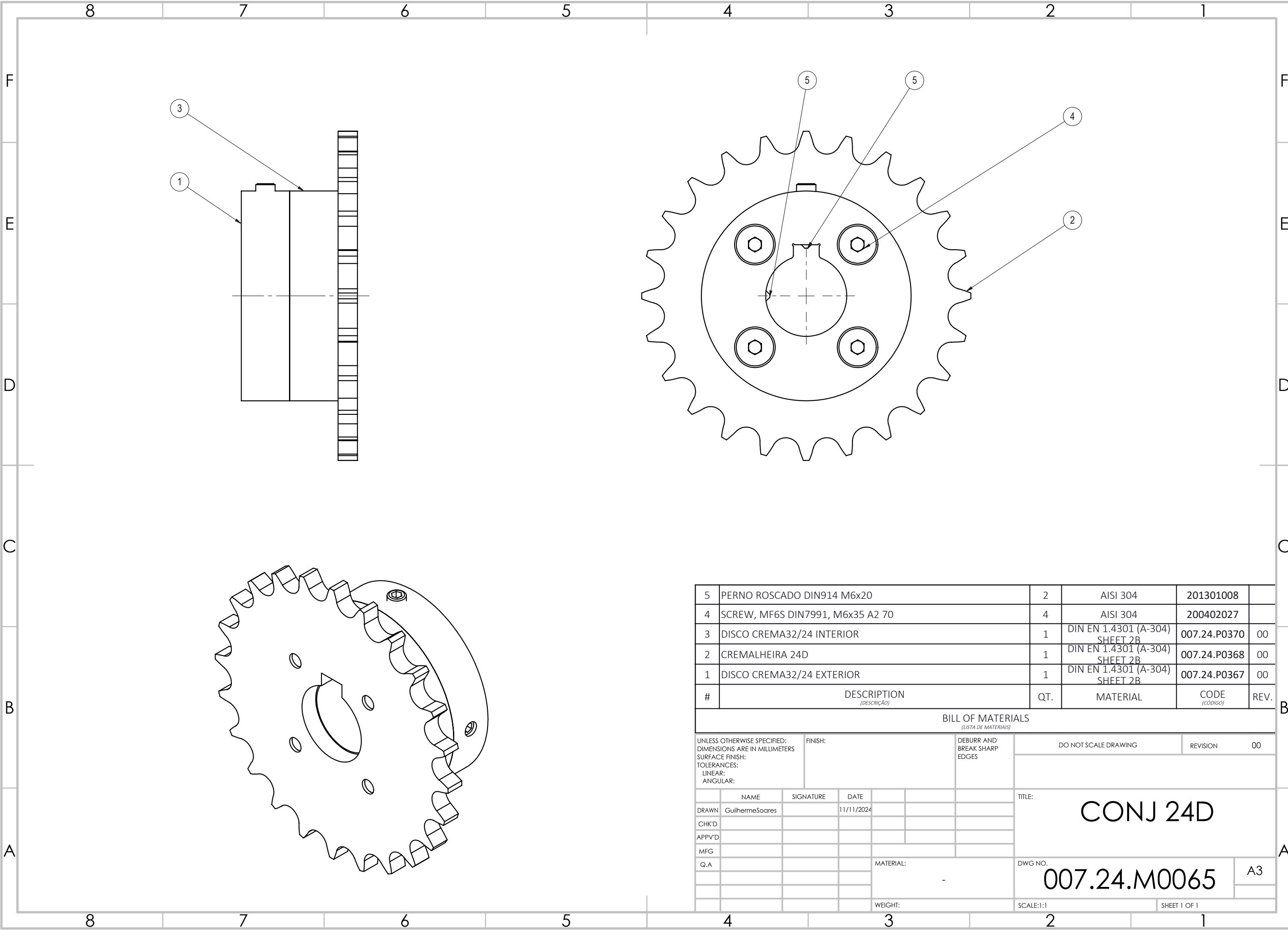
007.24.P0379

A4

SCALE:1:3

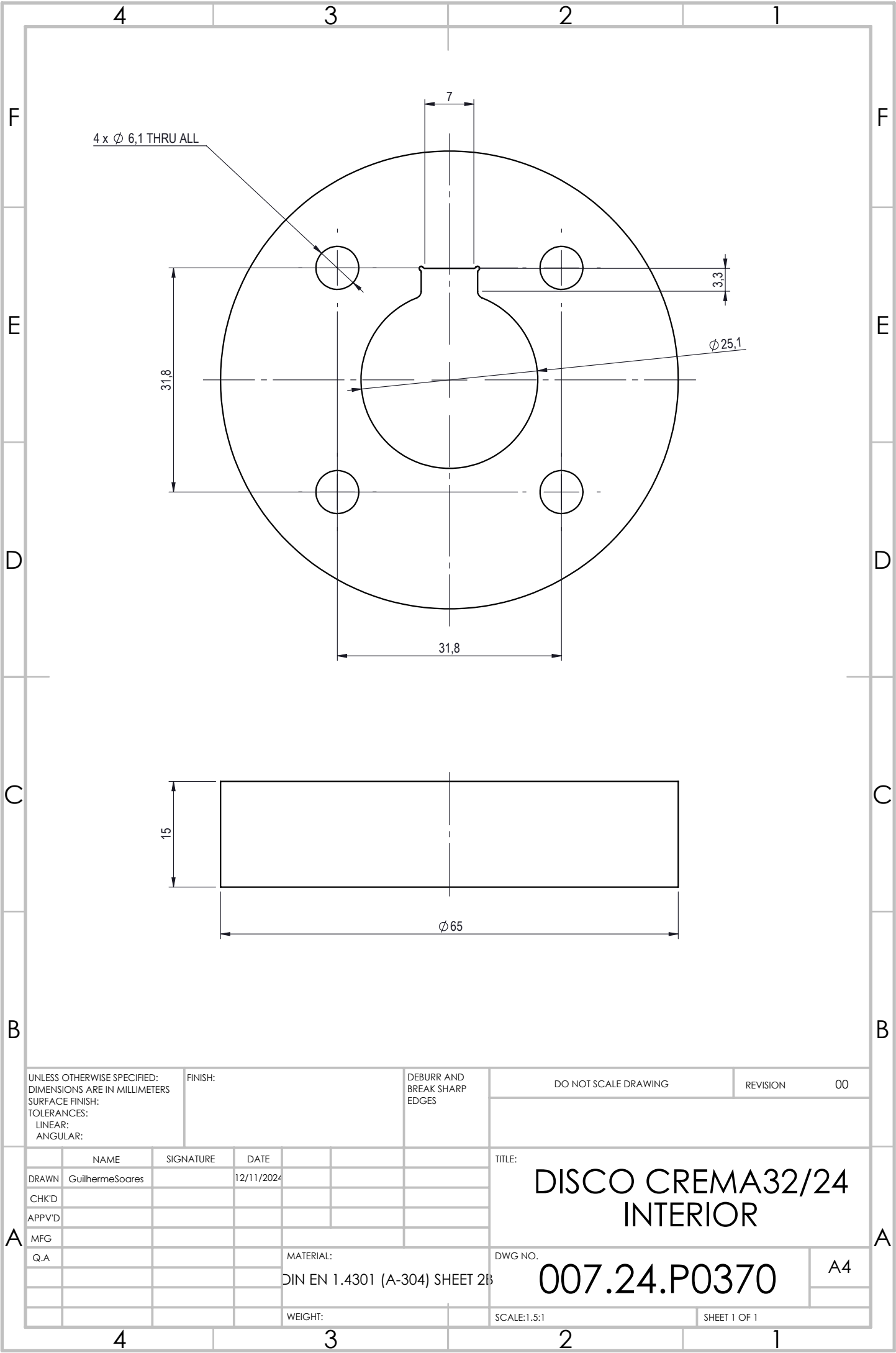
SHEET 1 OF 1





5	PERNO ROSCADO DIN914 M6x20	2	AISI 304	201301008	
4	SCREW, MF6S DIN7991, M6x35 A2 70	4	AISI 304	200402027	
3	DISCO CREMA32/24 INTERIOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0370	00
2	CREMALHEIRA 24D	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0368	00
1	DISCO CREMA32/24 EXTERIOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0367	00
#	DESCRIPTION (DESCRIÇÃO)	QT.	MATERIAL	CODE (CÓDIGO)	REV.

BILL OF MATERIALS (LISTA DE MATERIAIS)													
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 00			
		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE: CONJ 24D					
DRAWN		GuilhermeSoares				11/11/2024							
CHK'D													
APPV'D													
MFG													
Q.A								MATERIAL: -		DWG NO. 007.24.M0065		A3	
						WEIGHT:		SCALE:1:1		SHEET 1 OF 1			



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	
				WEIGHT:	

TITLE:

DISCO CREMA32/24
INTERIOR

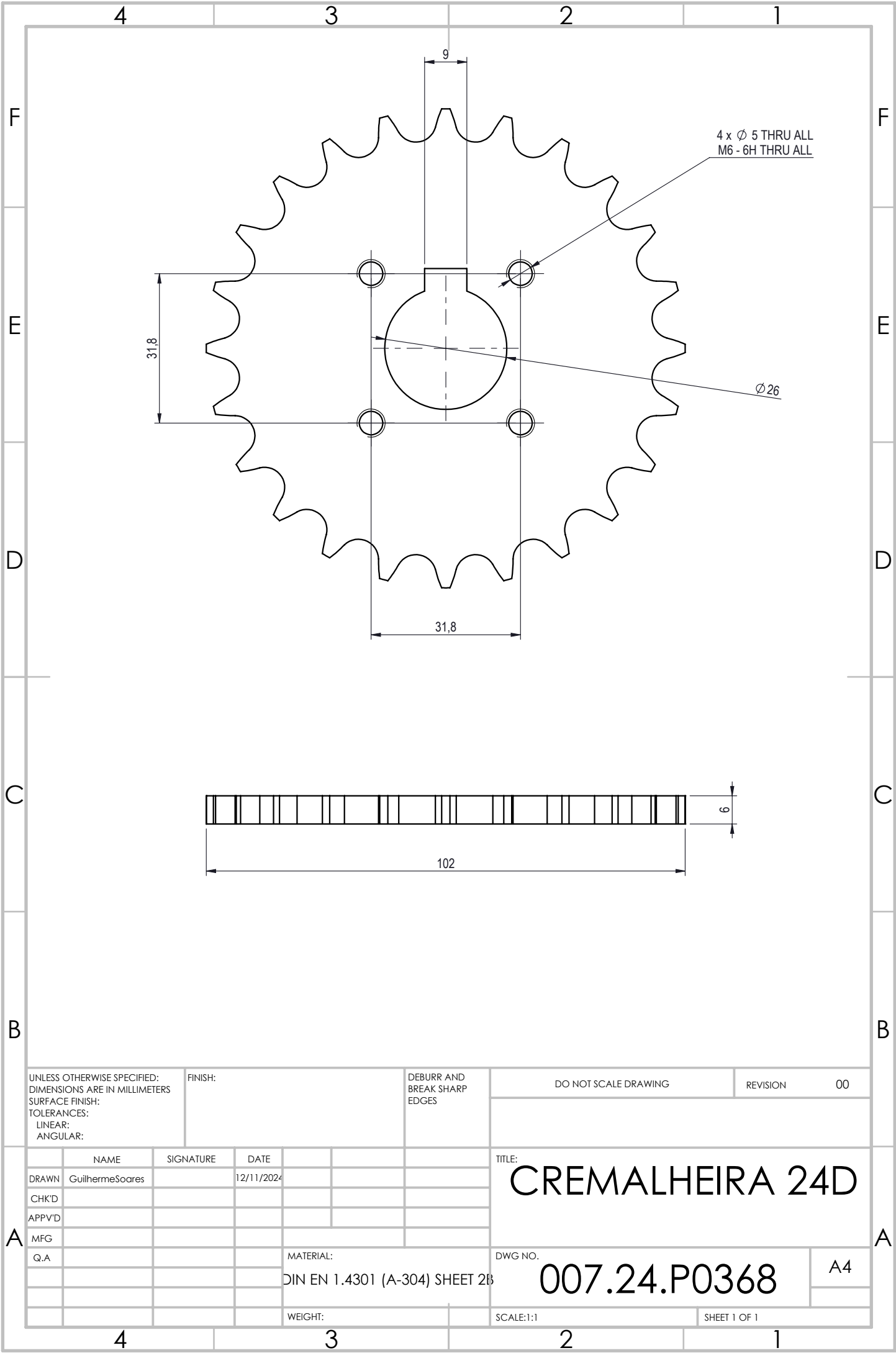
DWG NO.

007.24.P0370

A4

SCALE:1.5:1

SHEET 1 OF 1



4 x Ø 6,4 THRU ALL
✓ Ø 12,6 X 90°

2 x Ø 5 ± 25
M6 - 6H ± 25

Ø 25,1

8

3,3

7,5

Ø 65

7,5
15

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	
				WEIGHT:	

TITLE:

DISCO CREMA32/24
EXTERIOR

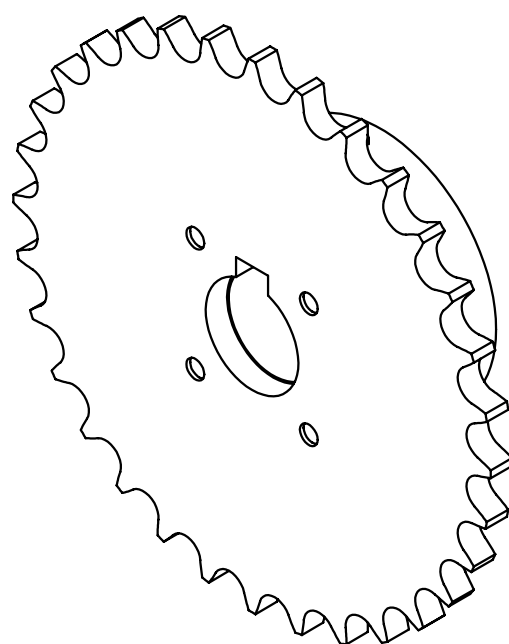
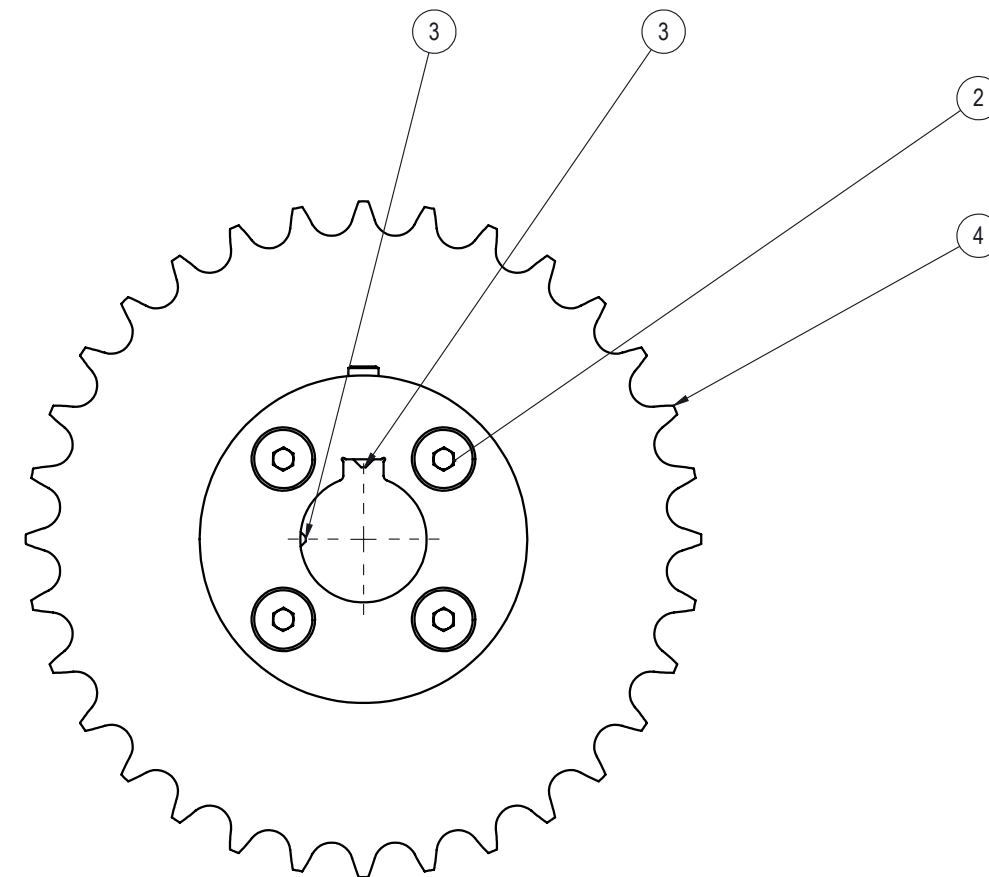
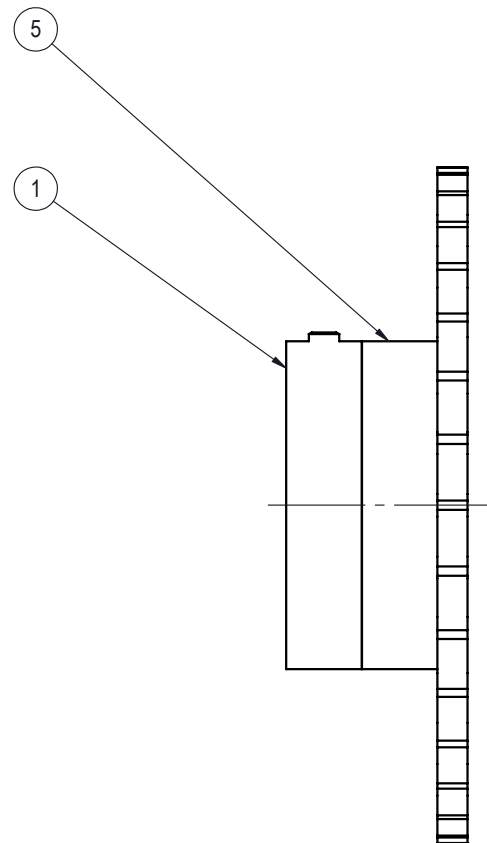
DWG NO.

007.24.P0367

A4

SCALE:1.5:1

SHEET 1 OF 1



5	DISCO CREMA32/24 INTERIOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0370	00
4	CREMALHEIRA 32D	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0366	00
3	PERNO ROSCADO DIN914 M6x20	2	AISI 304	201301008	
2	SCREW, MF6S DIN7991, M6x35 A2 70	4	AISI 304	200402027	
1	DISCO CREMA32/24 EXTERIOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0367	00
#	DESCRIPTION (DESCRIÇÃO)	QT.	MATERIAL	CODE (CÓDIGO)	REV.

BILL OF MATERIALS

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

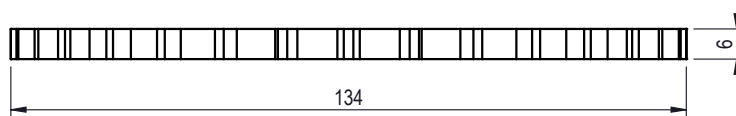
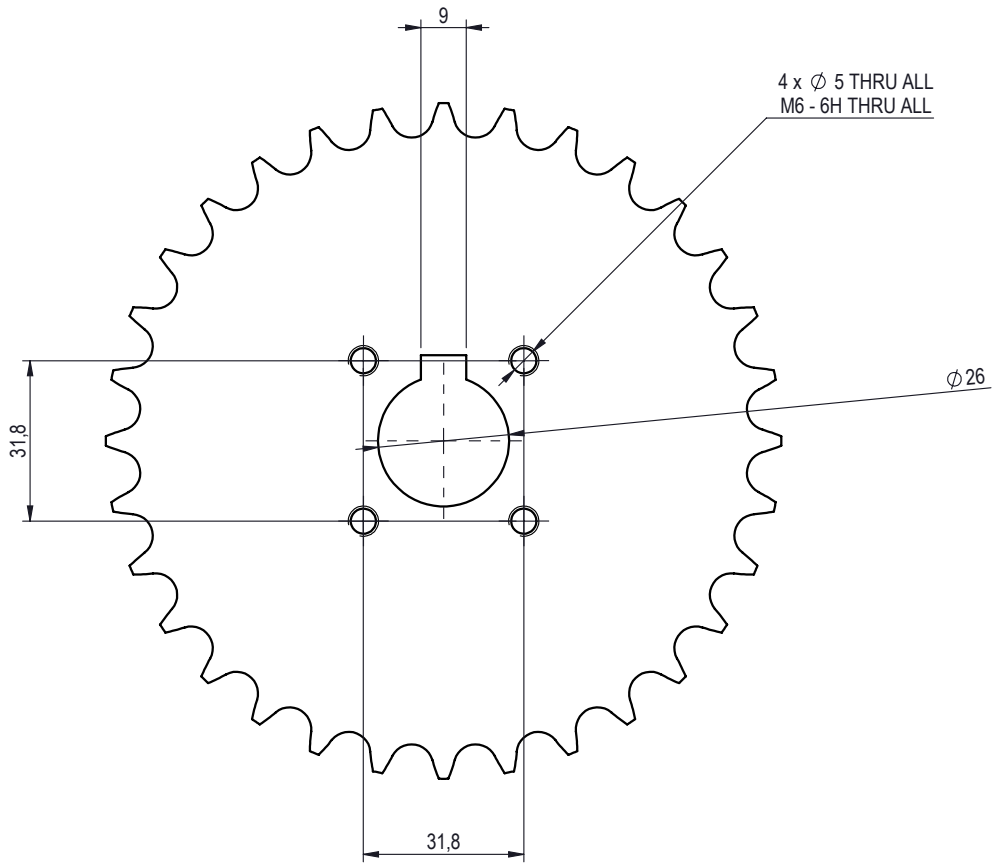
REVISION 00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
					-
				WEIGHT:	

TITLE: CONJ CREMA32D

DWG NO.	007.24.M0064	A3
---------	--------------	----

SCALE:1:1.5 SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN	GuilhermeSoares	12/11/2024			
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

TITLE:

CREMALHEIRA 32D

DWG NO.

007.24.P0366

A4

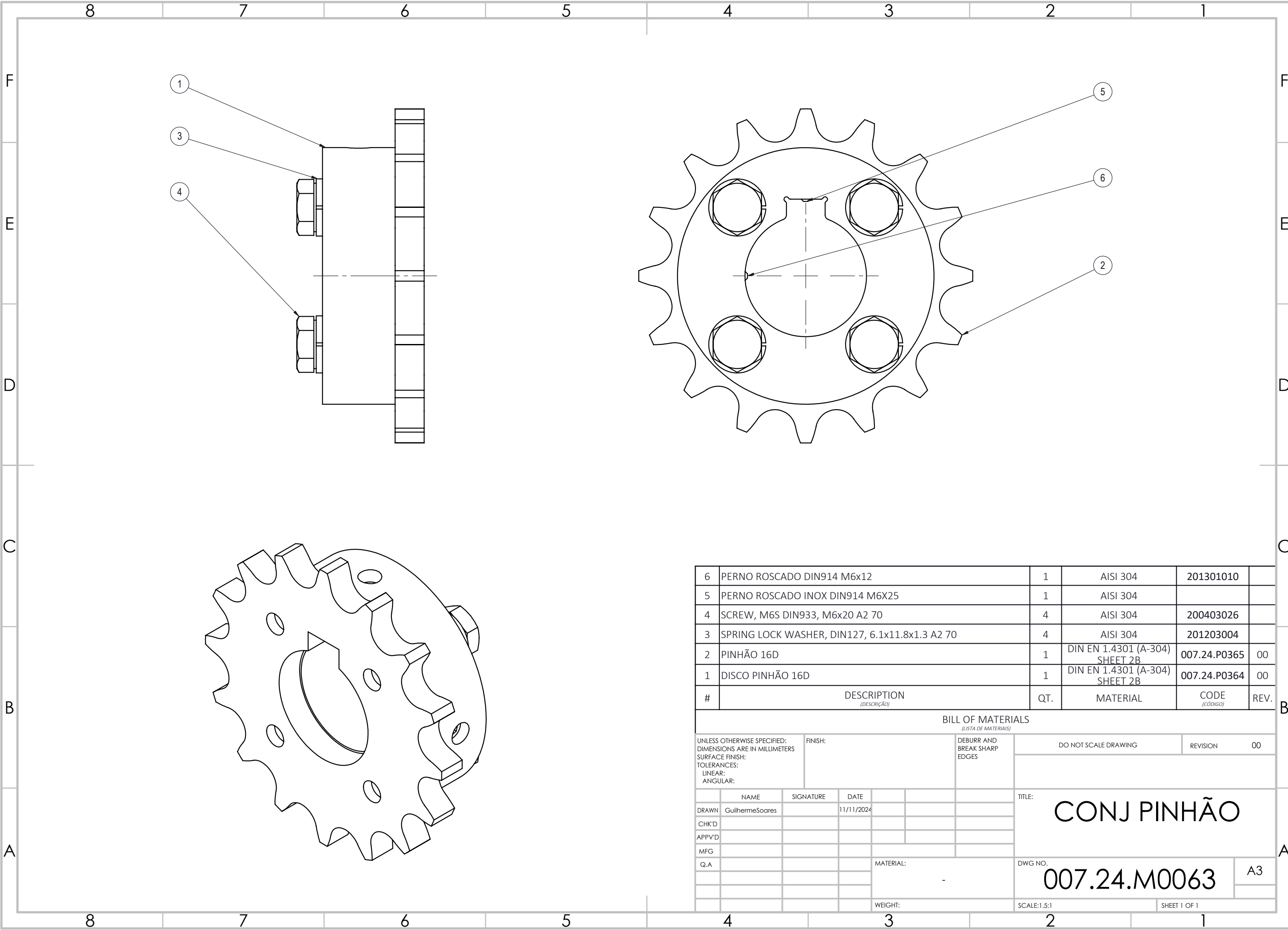
MATERIAL:

DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B

WEIGHT:

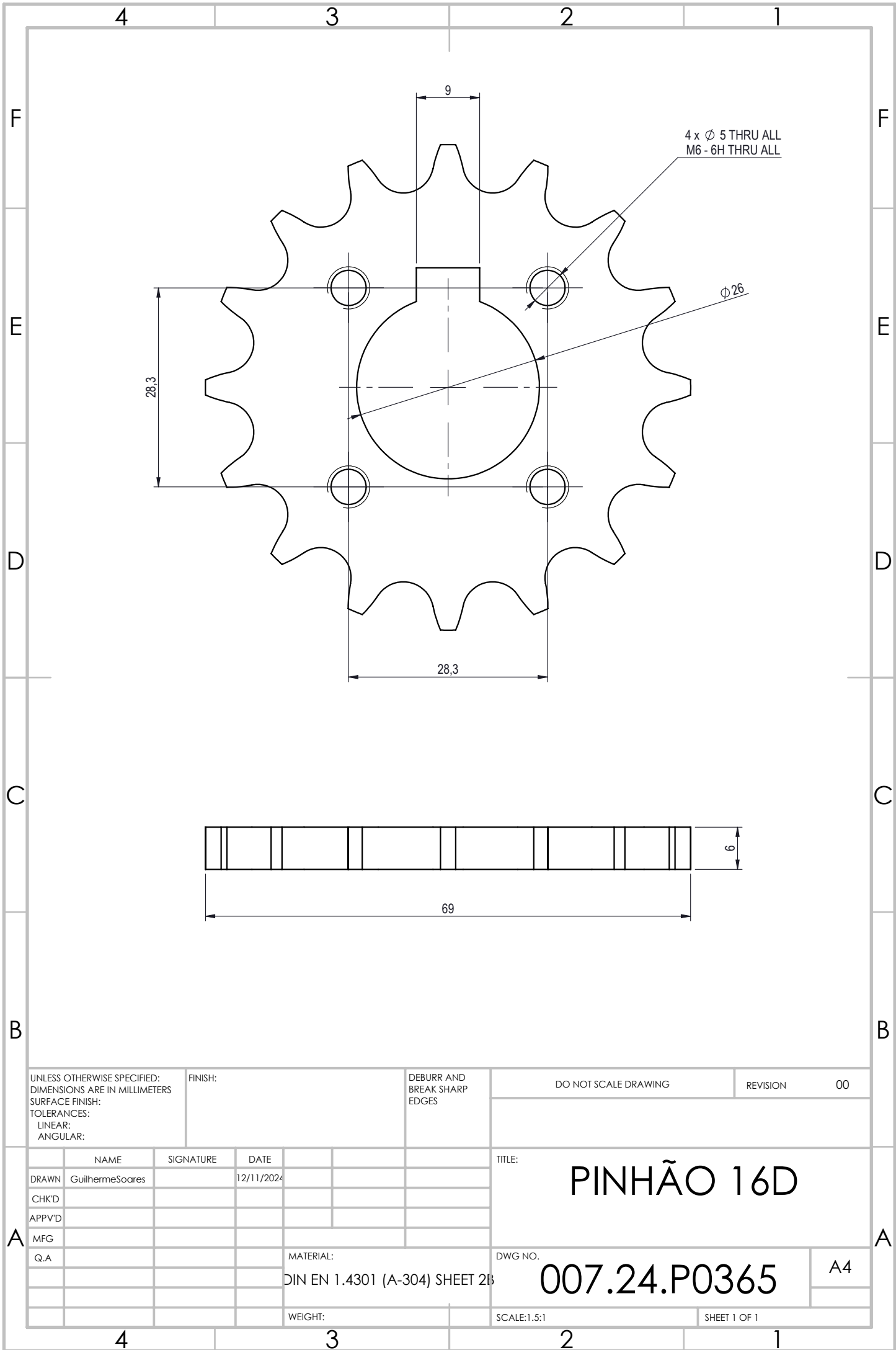
SCALE:1:1.5

SHEET 1 OF 1



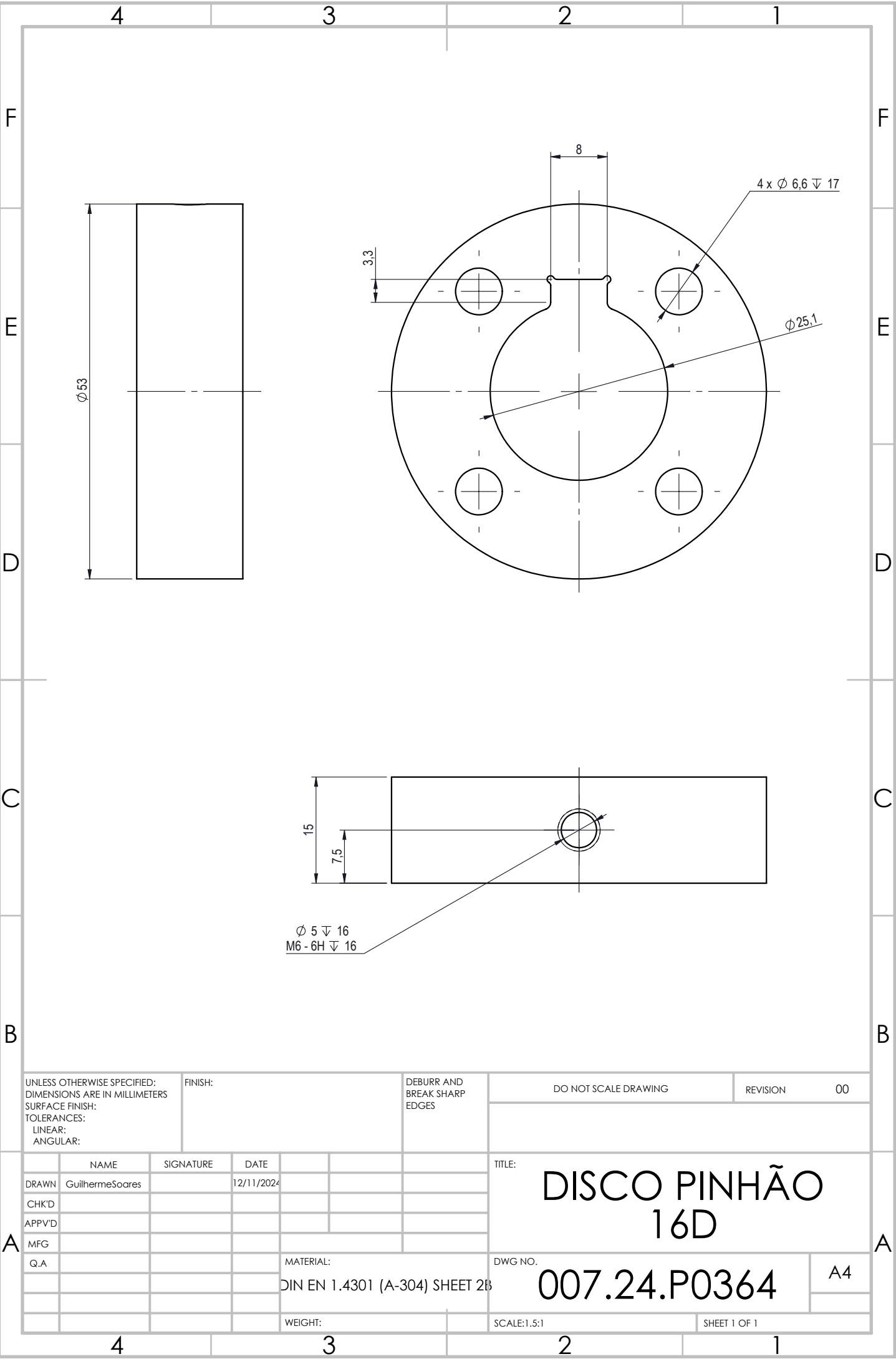
6	PERNO ROSCADO DIN914 M6x12	1	AI SI 304	201301010	
5	PERNO ROSCADO INOX DIN914 M6x25	1	AI SI 304		
4	SCREW, M6S DIN933, M6x20 A2 70	4	AI SI 304	200403026	
3	SPRING LOCK WASHER, DIN127, 6.1x11.8x1.3 A2 70	4	AI SI 304	201203004	
2	PINHÃO 16D	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0365	00
1	DISCO PINHÃO 16D	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0364	00
#	DESCRIPTION (DESCRIÇÃO)	QT.	MATERIAL	CODE (CÓDIGO)	REV.

BILL OF MATERIALS (LISTA DE MATERIAIS)									
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	
								REVISION	
								00	
	NAME	SIGNATURE	DATE					TITLE: CONJ PINHÃO	
DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024						
CHK'D									
APPV'D									
MFG								DWG NO. 007.24.M0063	
Q.A									
								SCALE:1.5:1	
								SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		00			
		NAME		SIGNATURE		DATE								TITLE: PINHÃO 16D	
DRAWN		GuilhermeSoares				12/11/2024									
CHK'D															
APPV'D															
MFG															
Q.A															
								MATERIAL:		DWG NO.		A4			
								DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B		007.24.P0365					
								WEIGHT:		SCALE:1.5:1		SHEET 1 OF 1			

A4



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:
DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B

WEIGHT:

TITLE:

DISCO PINHÃO
16D

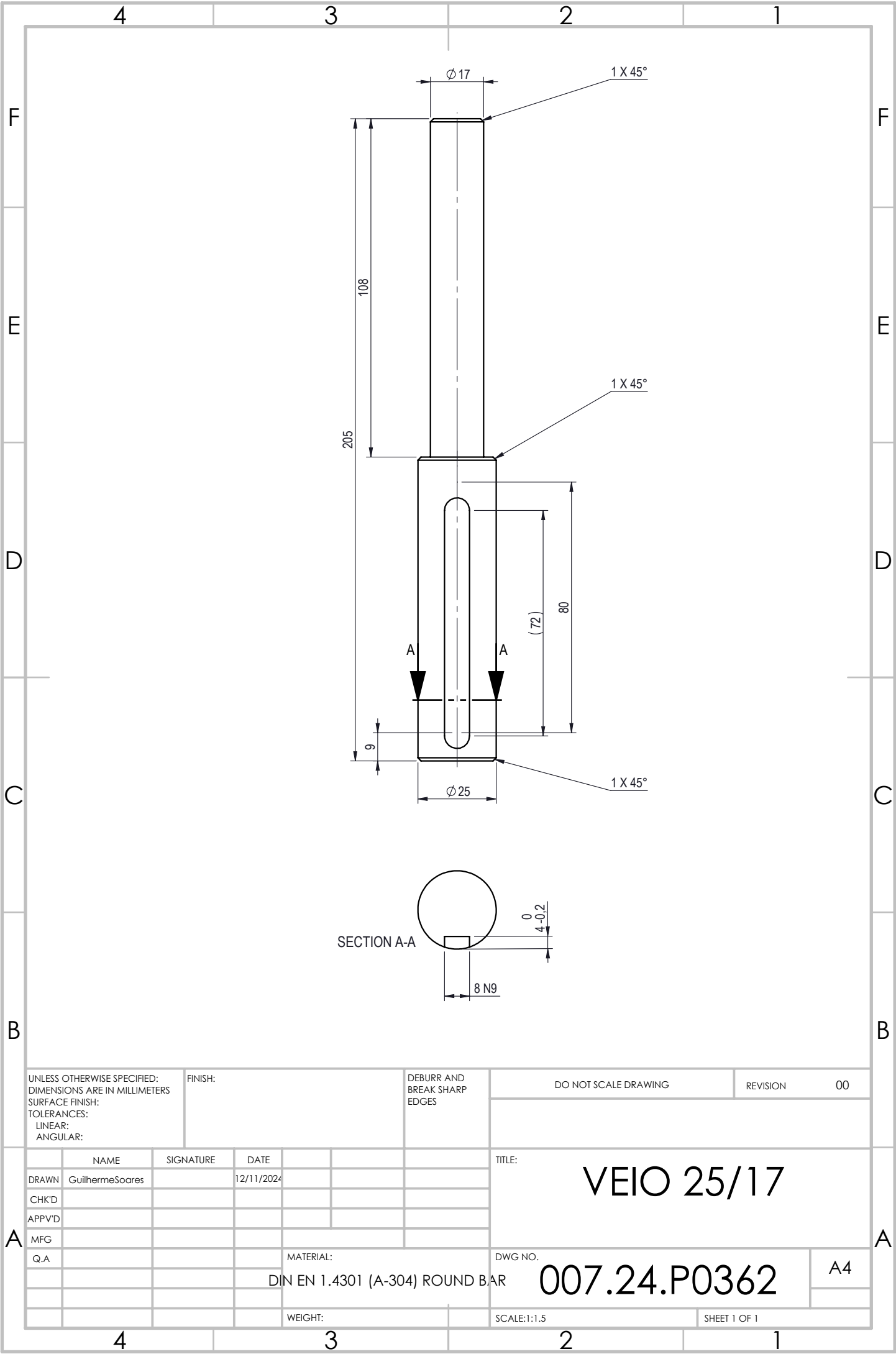
DWG NO.

007.24.P0364

A4

SCALE:1.5:1

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

TITLE:

VEIO 25/17

MATERIAL:

DIN EN 1.4301 (A-304) ROUND BAR

DWG NO.

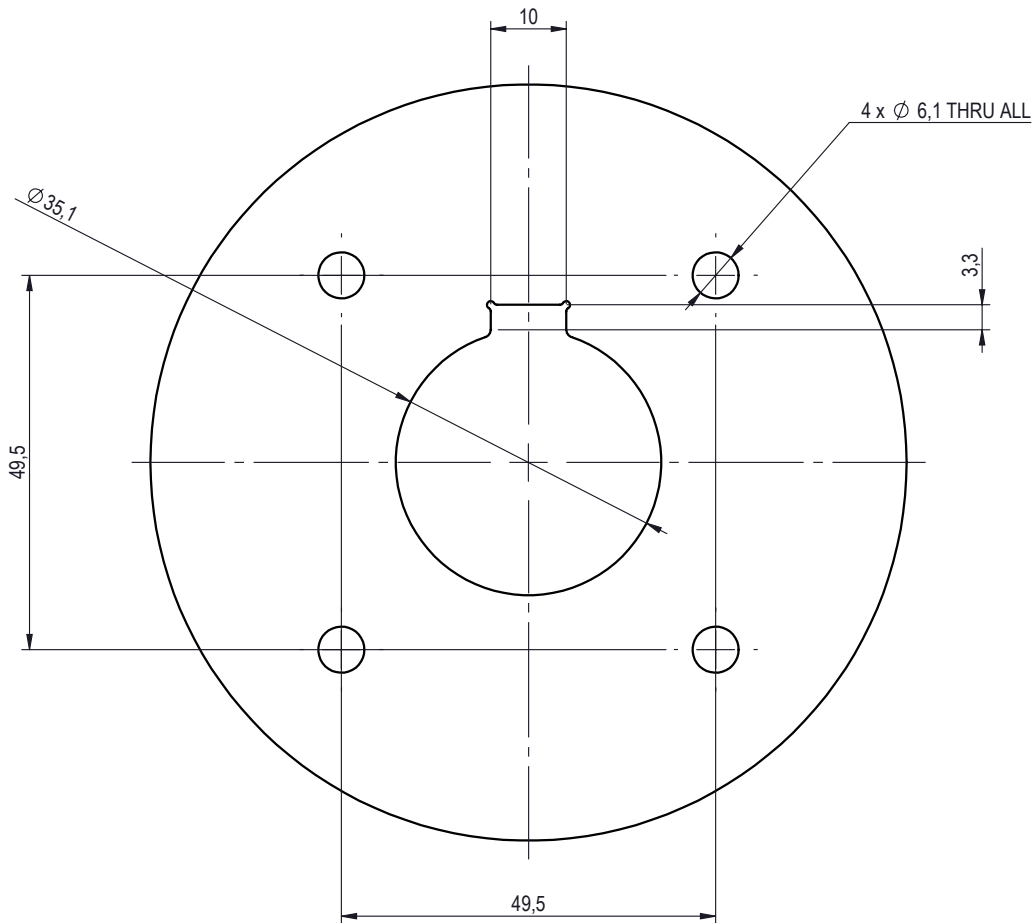
007.24.P0362

A4

WEIGHT:

SCALE:1:1.5

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	
				WEIGHT:	

TITLE:

DISCO CREMA48
INTERIOR

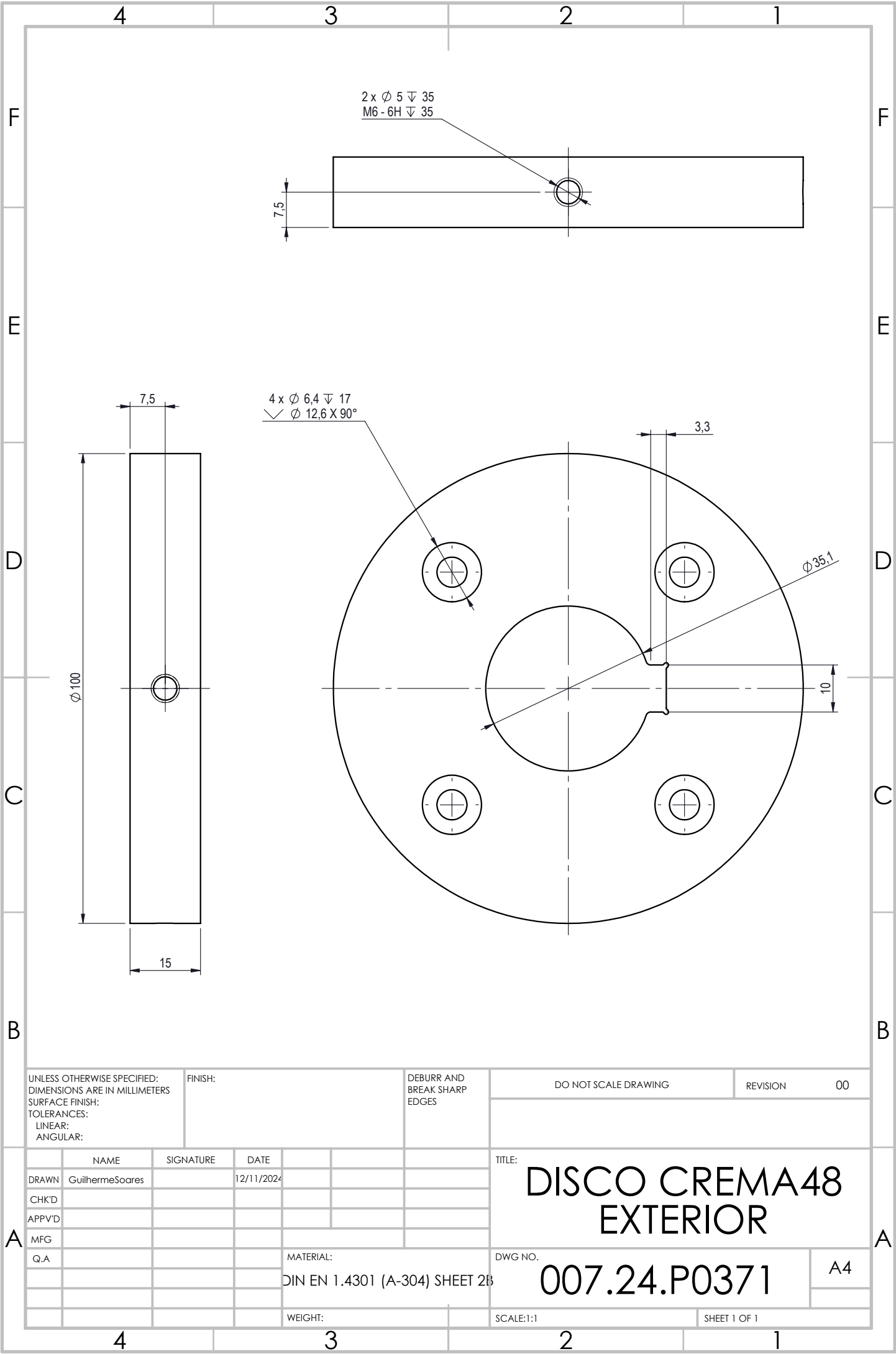
DWG NO.

007.24.P0372

A4

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN	GuilhermeSoares	12/11/2024			
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
			MATERIAL:		
			DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 28		
			WEIGHT:		

TITLE:

DISCO CREMA48
EXTERIOR

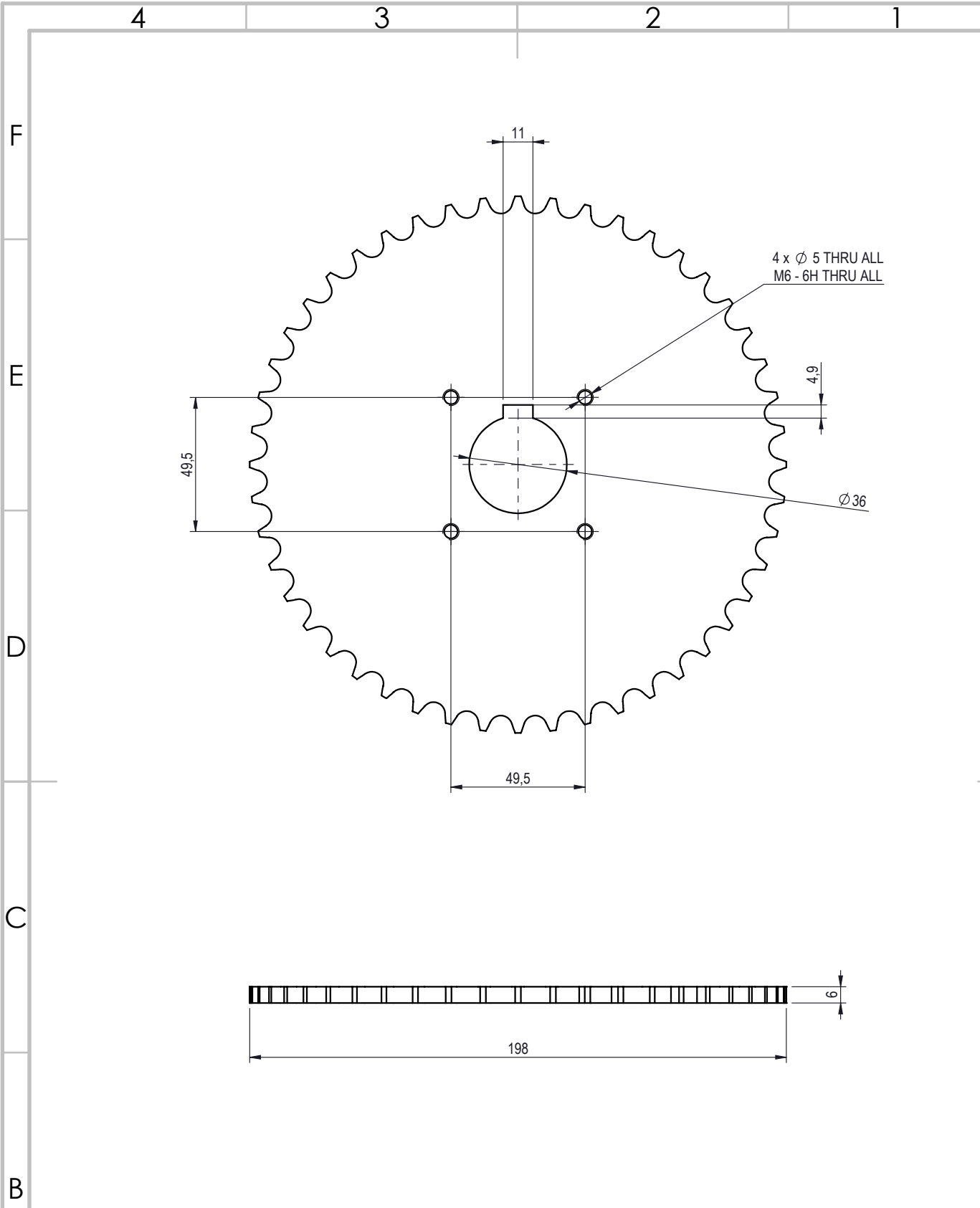
DWG NO.

007.24.P0371

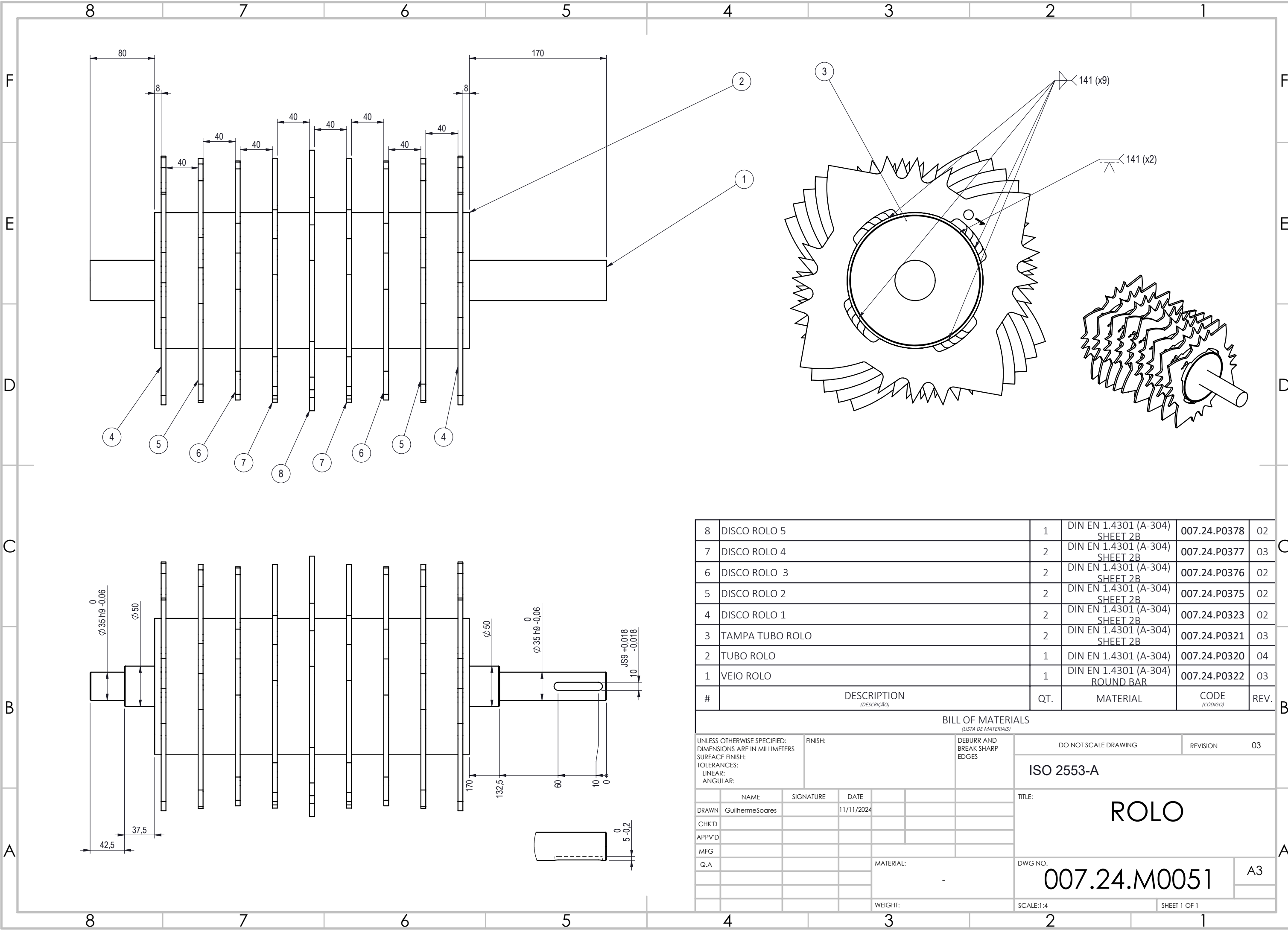
A4

SCALE:1:1

SHEET 1 OF 1

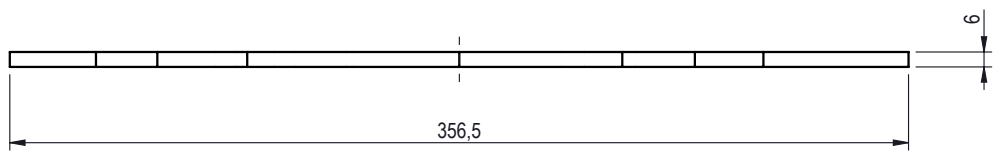
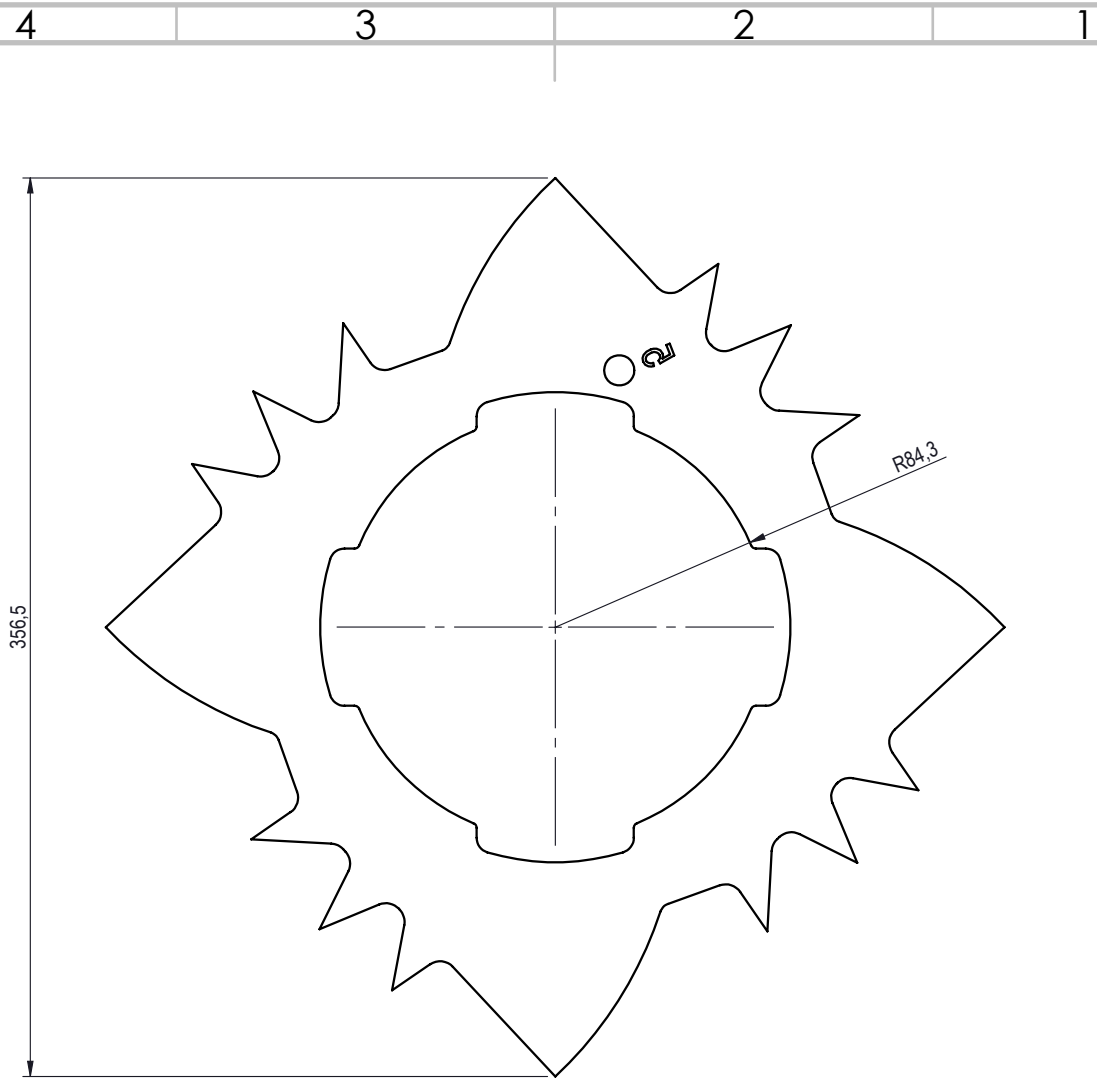


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		00	
A		NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE: CREMALHEIRA 48D					
	DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024									
	CHK'D												
	APPV'D												
	MFG												
	Q.A				MATERIAL:			DWG NO.			A4		
					DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B			007.24.P0369					
					WEIGHT:			SCALE:1:2			SHEET 1 OF 1		



8	DISCO ROLO 5	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0378	02
7	DISCO ROLO 4	2	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0377	03
6	DISCO ROLO 3	2	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0376	02
5	DISCO ROLO 2	2	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0375	02
4	DISCO ROLO 1	2	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0323	02
3	TAMPA TUBO ROLO	2	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0321	03
2	TUBO ROLO	1	DIN EN 1.4301 (A-304)	007.24.P0320	04
1	VEIO ROLO	1	DIN EN 1.4301 (A-304) ROUND BAR	007.24.P0322	03
#	DESCRIPTION (DESCRIÇÃO)	QT.	MATERIAL	CODE (código)	REV.

BILL OF MATERIALS (LISTA DE MATERIAIS)													
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:			DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 03		
									ISO 2553-A				
	NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE: ROLO				
DRAWN	GuilhermeSoares				11/11/2024								
CHK'D													
APPV'D													
MFG													
Q.A													
							MATERIAL: -		DWG NO.		A3		
									007.24.M0051				
							WEIGHT:		SCALE:1:4			SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

02

NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN	GuilhermeSoares	12/11/2024			
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

TITLE:

DISCO ROLO 5

DWG NO.

007.24.P0378

A4

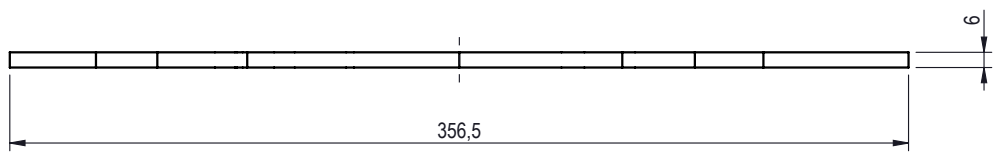
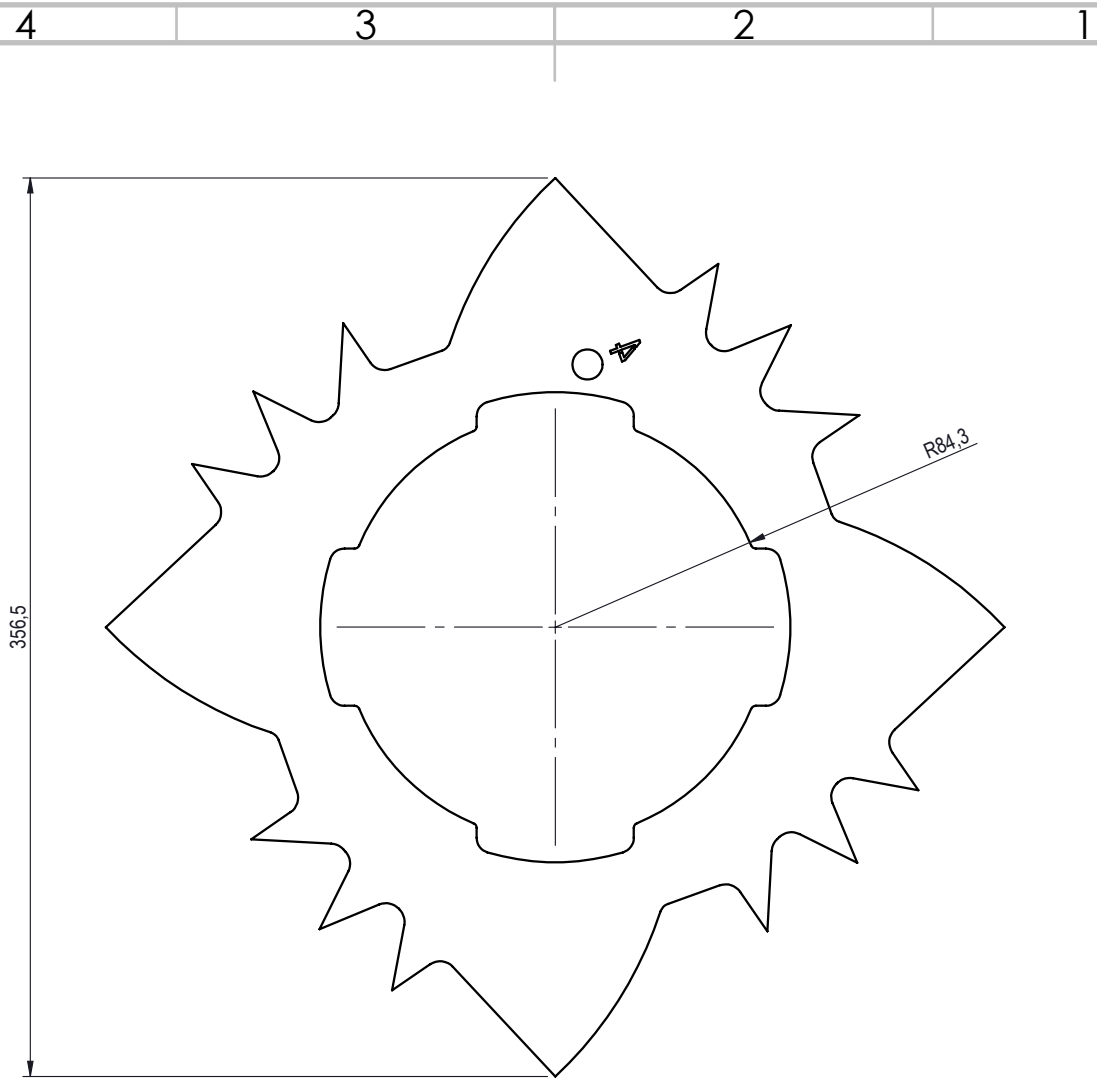
MATERIAL:

DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B

WEIGHT:

SCALE:1:3

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

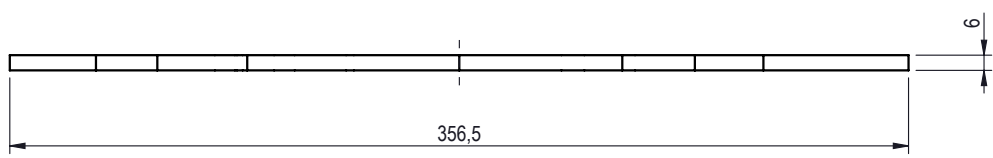
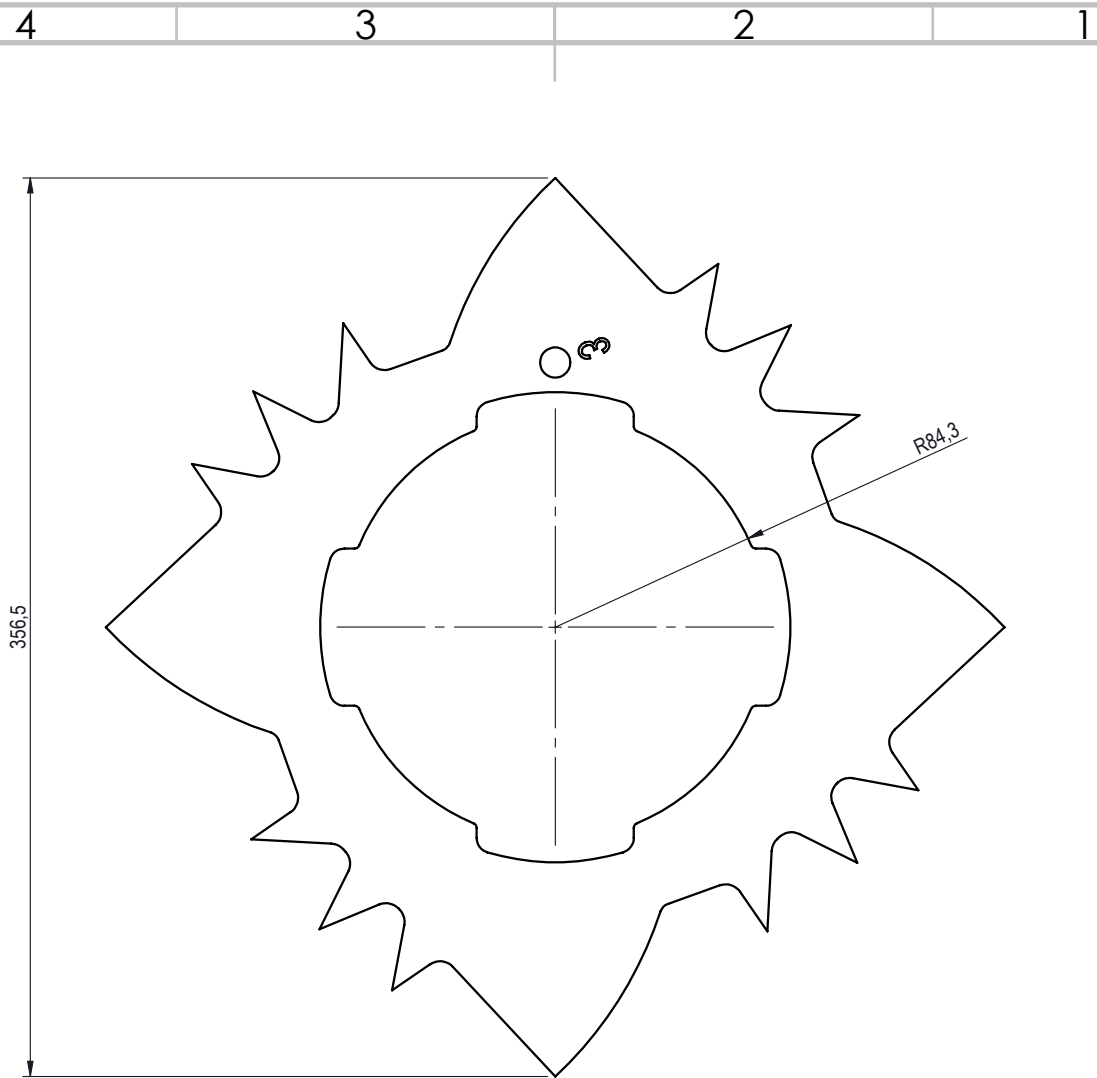
REVISION 03

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN GuilhermeSoares		12/11/2024
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:	
DISCO ROLO 4	
DWG NO.	A4
007.24.P0377	
SCALE:1:3	
SHEET 1 OF 1	

MATERIAL:
DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B

WEIGHT:



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

02

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	
				WEIGHT:	

TITLE: DISCO ROLO 3

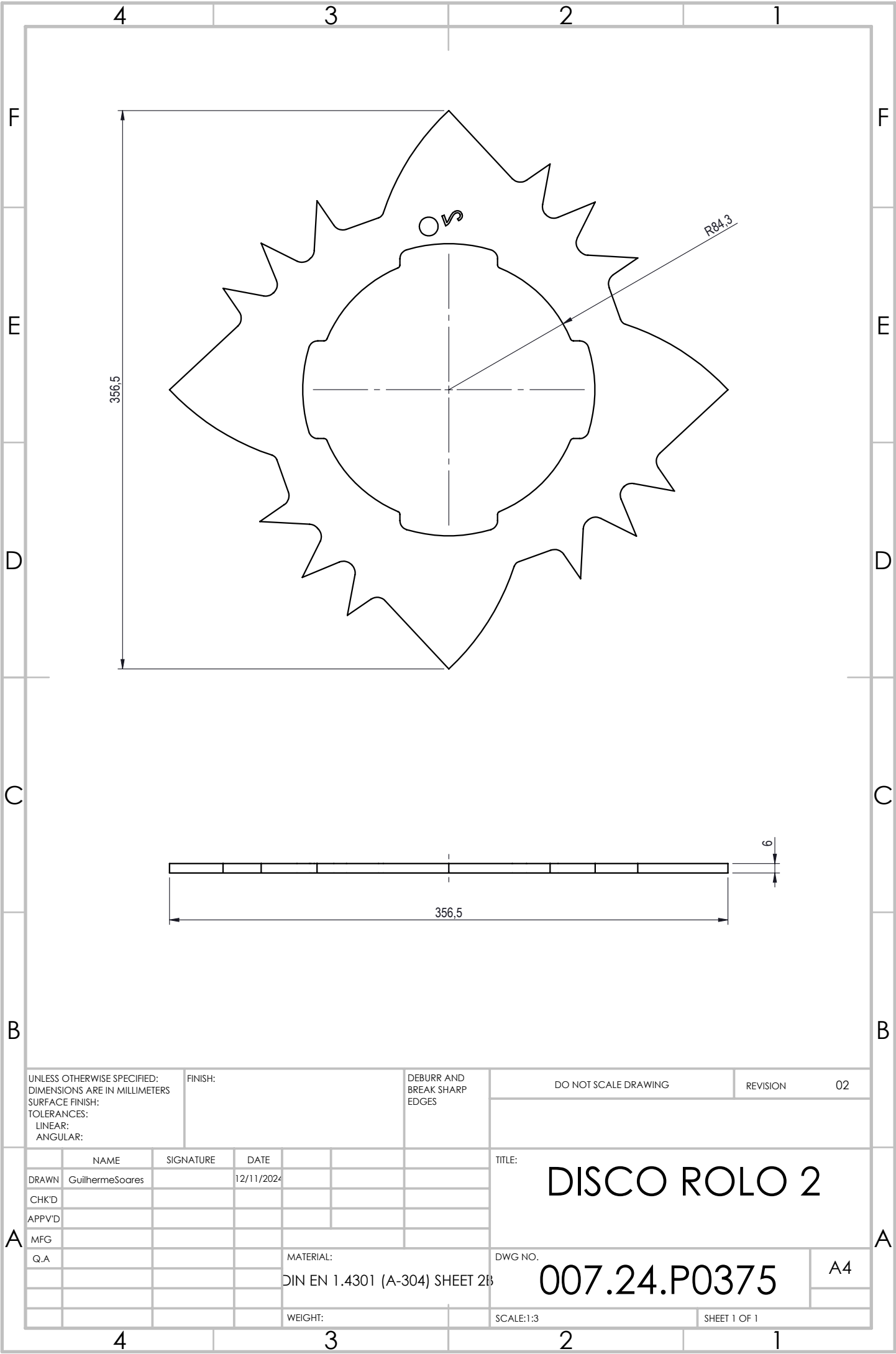
DWG NO.

007.24.P0376

A4

SCALE:1:3

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

02

	NAME	SIGNATURE	DATE						
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024						
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A									

MATERIAL:
DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B

WEIGHT:

TITLE:

DISCO ROLO 2

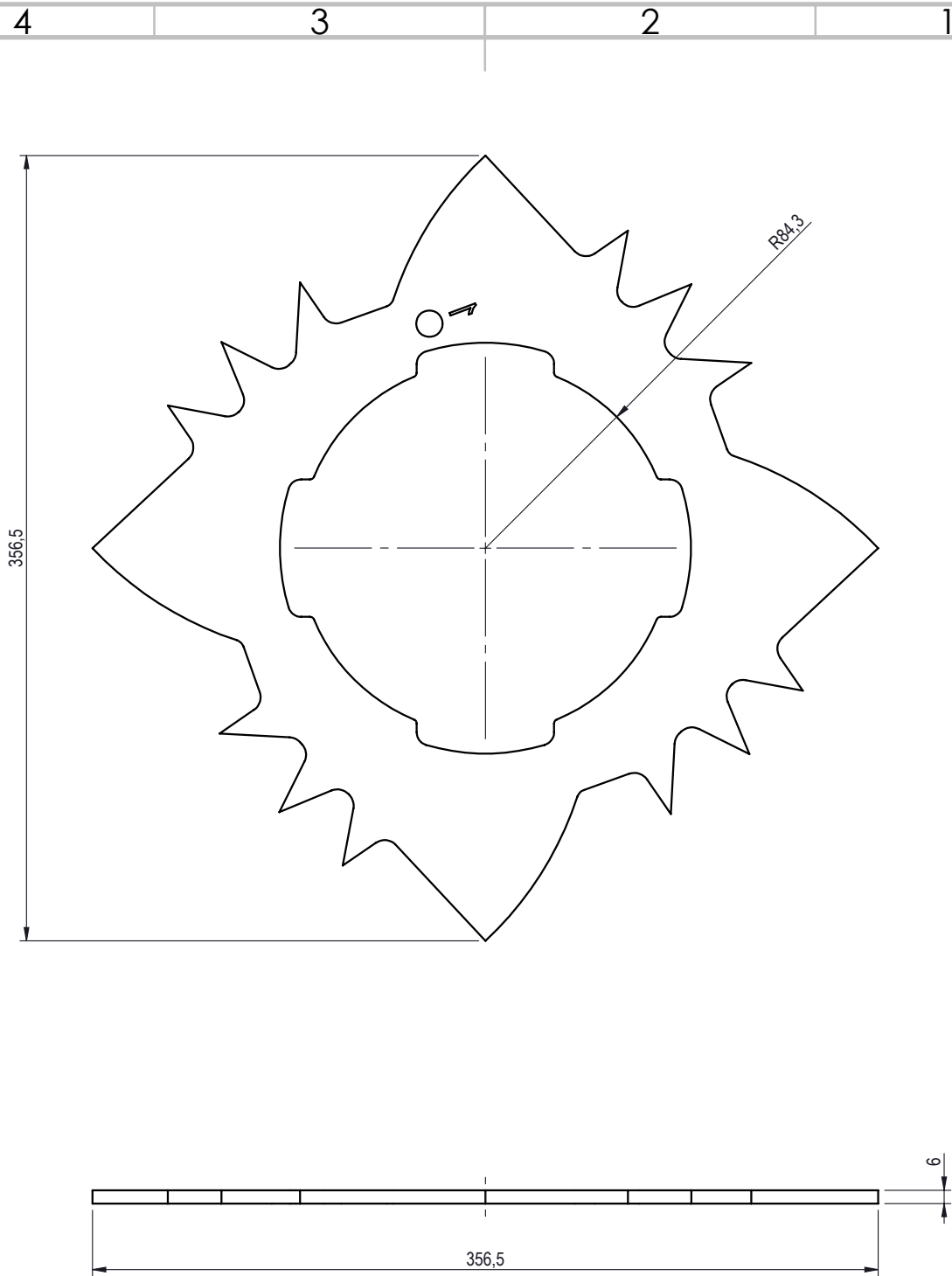
DWG NO.

007.24.P0375

A4

SCALE:1:3

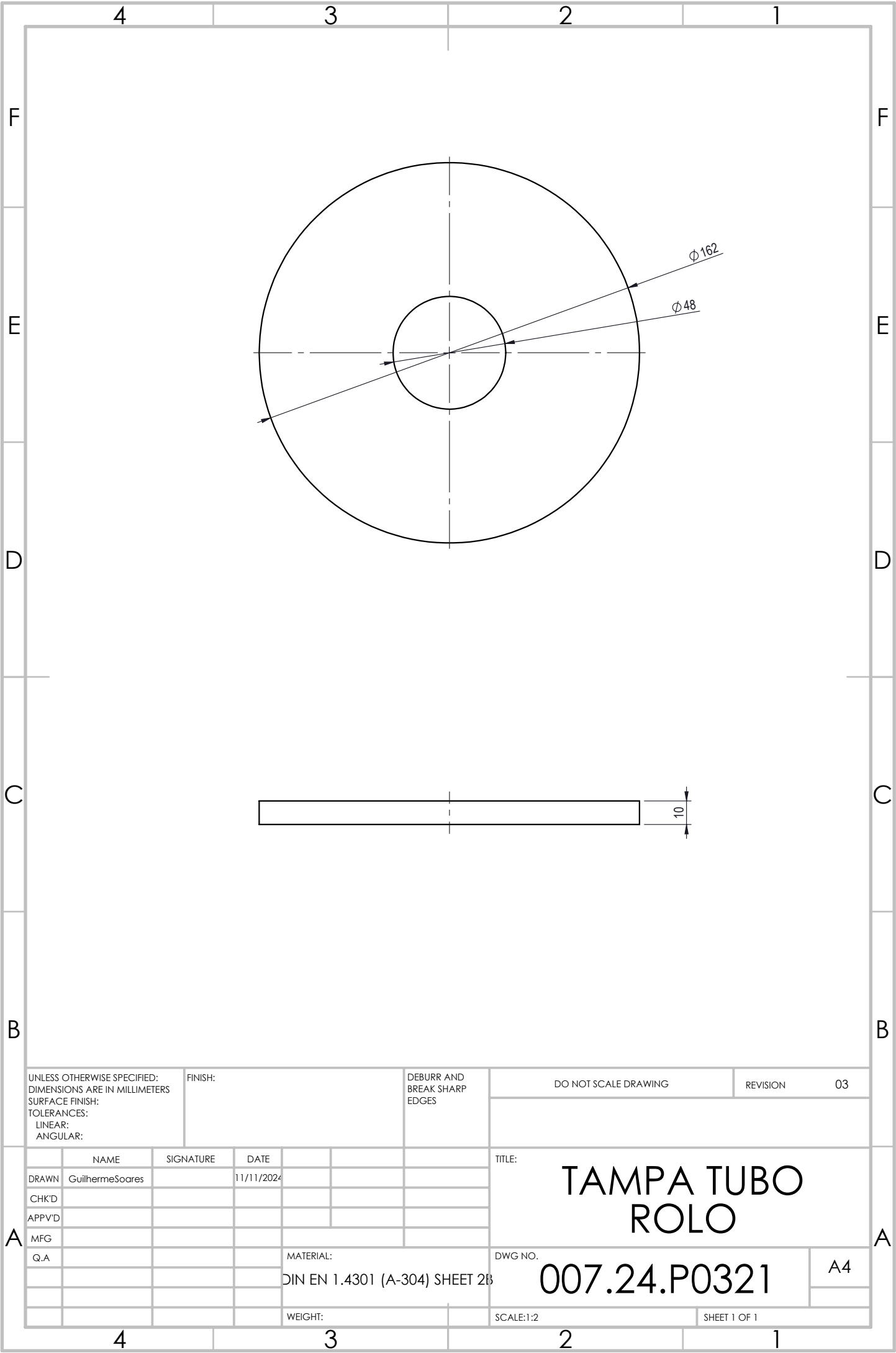
SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 02	
DRAWN GuilhermeSoares				SIGNATURE		DATE 11/11/2024		TITLE: DISCO ROLO 1			
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A											
						MATERIAL:		DWG NO.			
						DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 28		007.24.P0323			
						WEIGHT:		SCALE:1:3			
								SHEET 1 OF 1			

DISCO ROLO 1

007.24.P0323



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 03

	NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024			
CHK'D						
APPV'D						
MFG						
Q.A						
				MATERIAL:		
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B		
				WEIGHT:		

TITLE:

TAMPA TUBO
ROLO

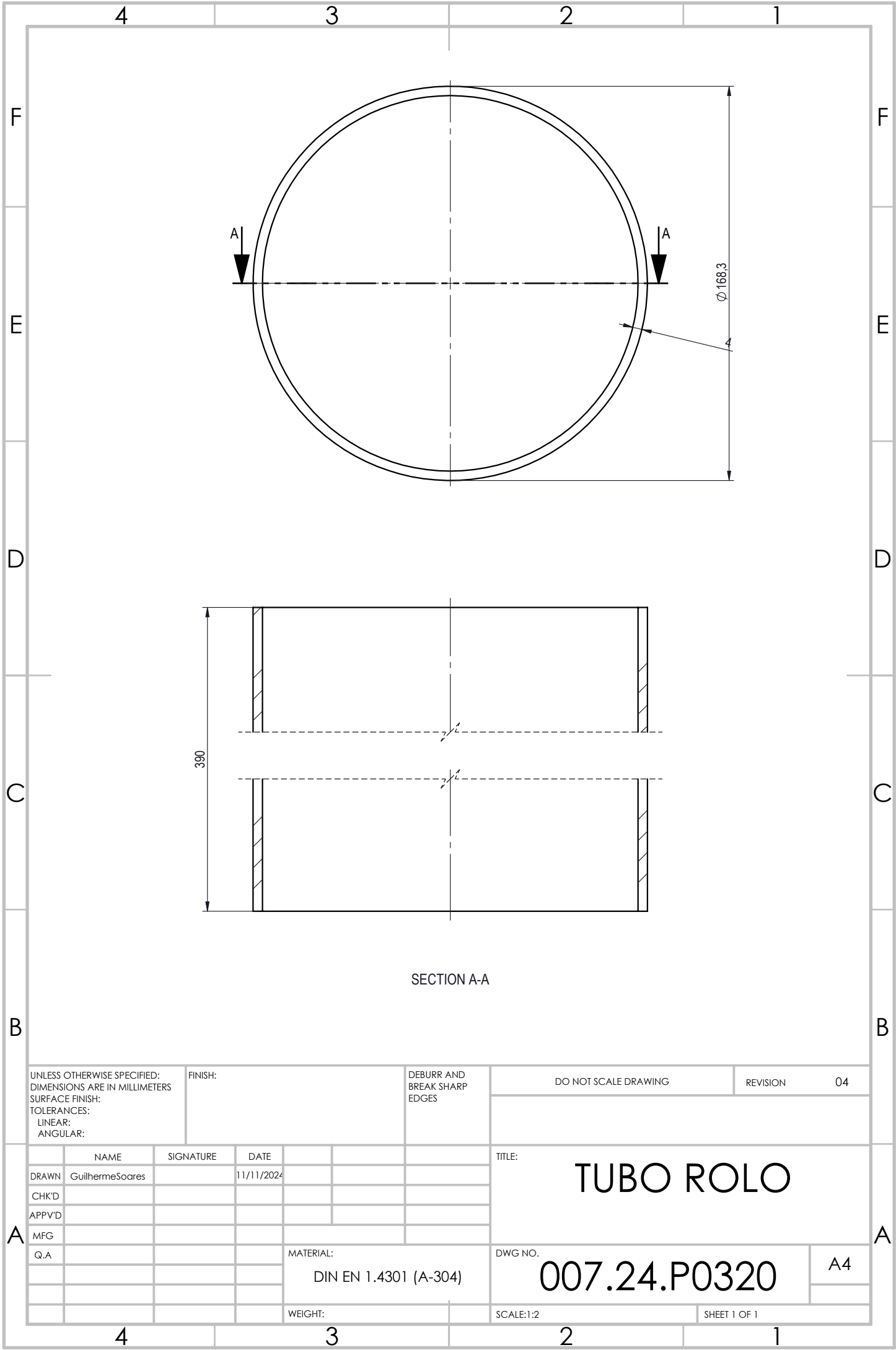
DWG NO.

007.24.P0321

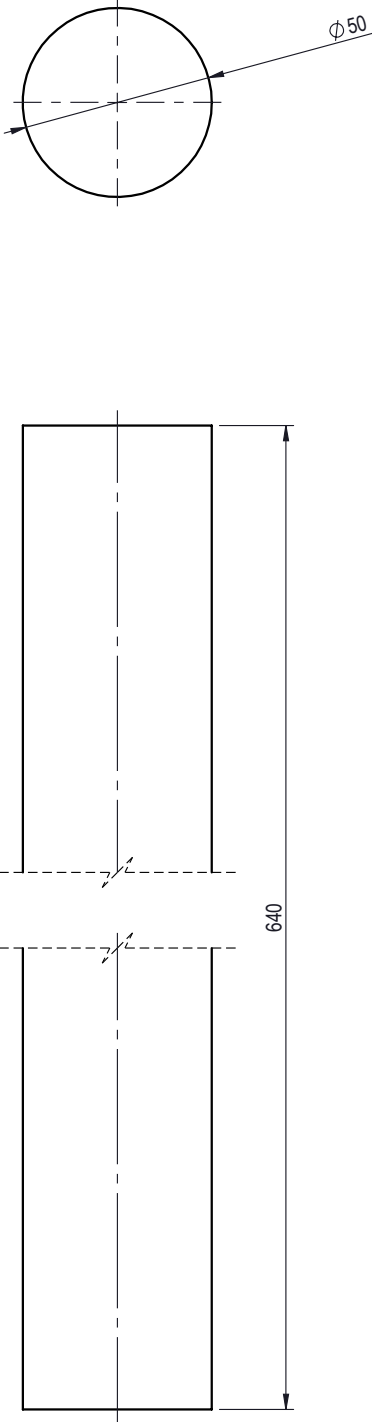
A4

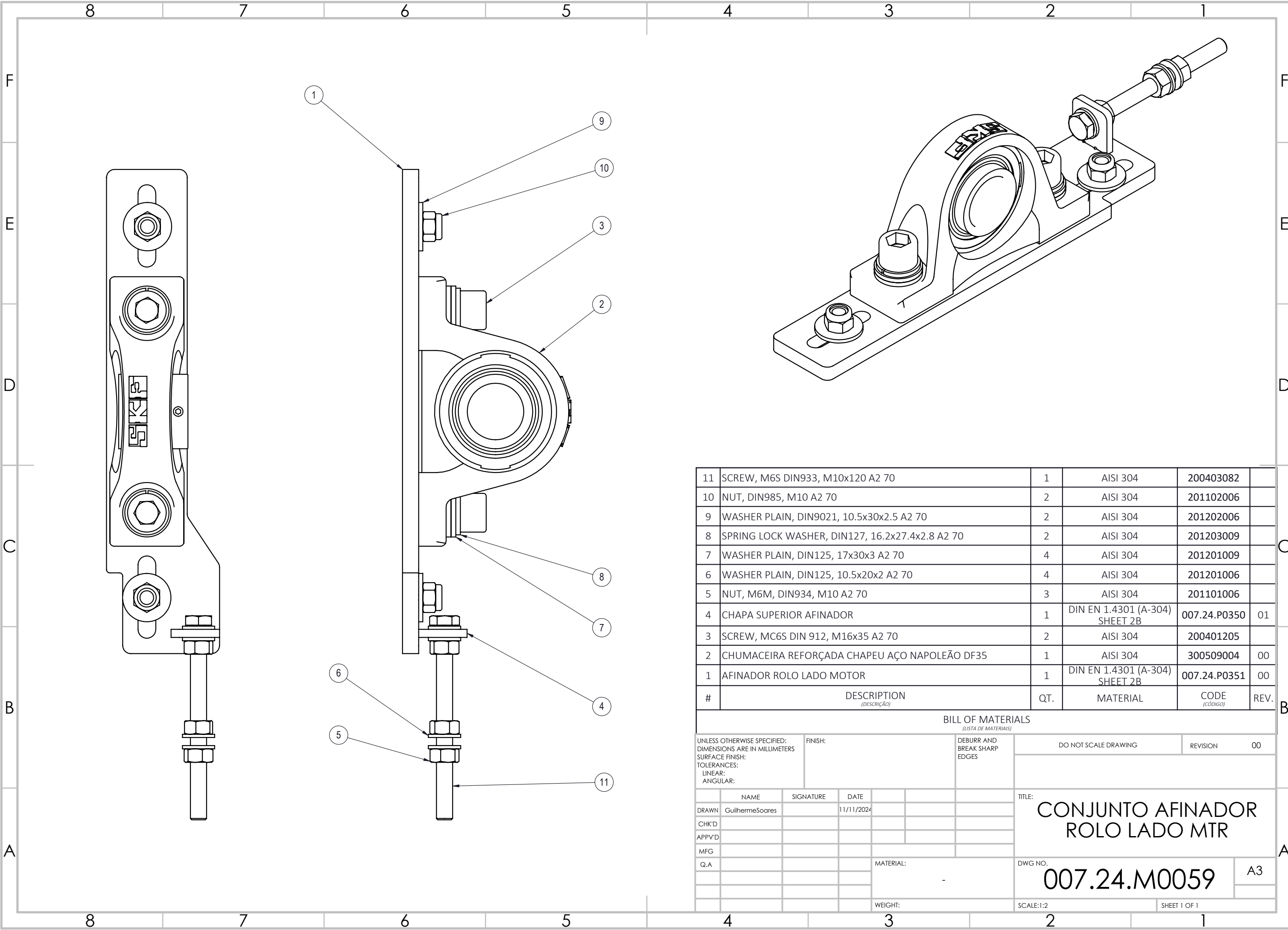
SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1



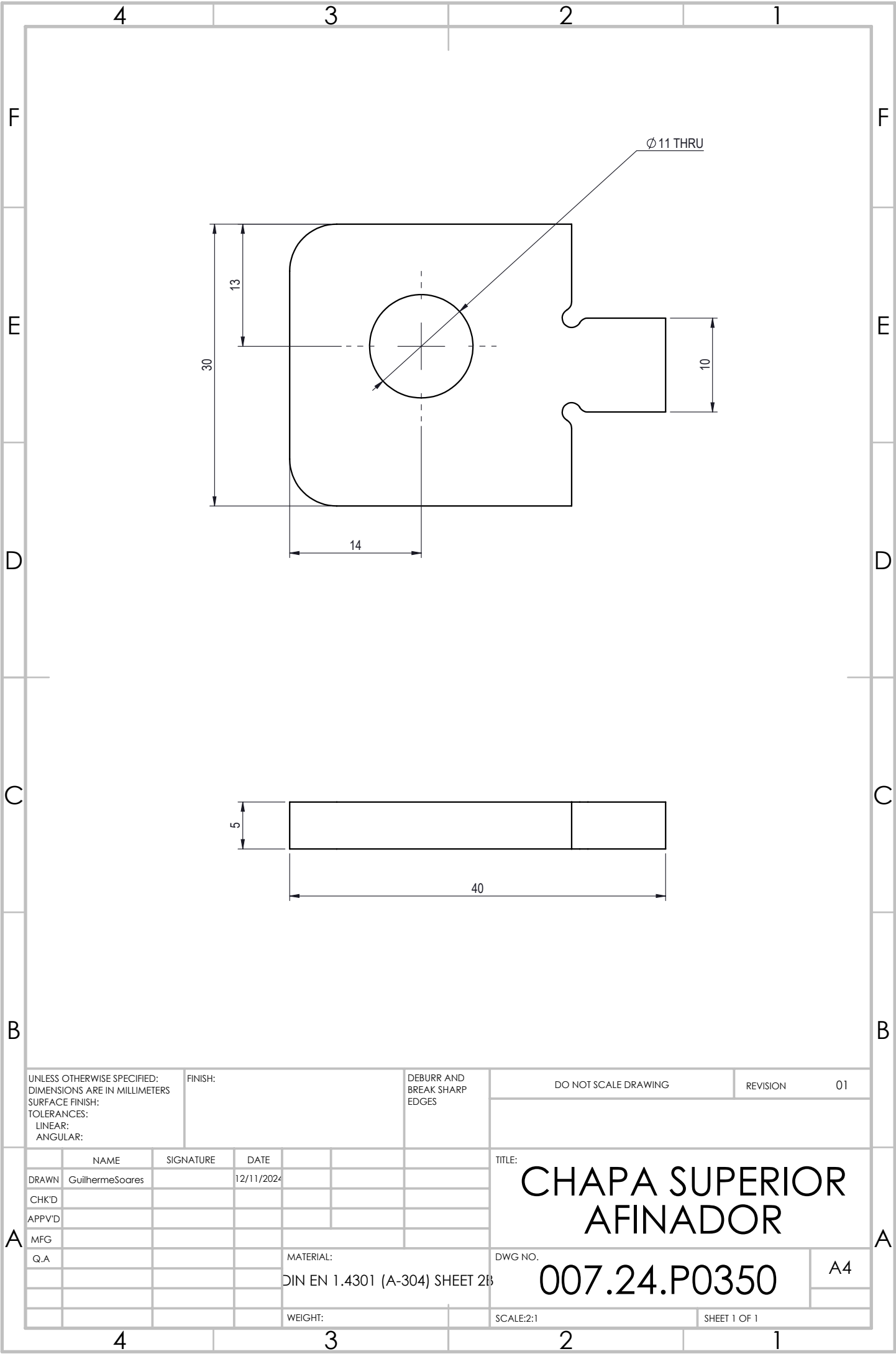
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 04																																																		
<table><tr><td></td><td>NAME</td><td>SIGNATURE</td><td>DATE</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>DRAWN</td><td>GuilhermeSoares</td><td></td><td>11/11/2024</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>CHK'D</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>APPV'D</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>MFG</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Q.A</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					NAME	SIGNATURE	DATE				DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024				CHK'D							APPV'D							MFG							Q.A														TITLE: TUBO ROLO				DWG NO. 007.24.P0320		A4	
					NAME	SIGNATURE	DATE																																																					
				DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024																																																					
				CHK'D																																																								
				APPV'D																																																								
				MFG																																																								
				Q.A																																																								
				MATERIAL: DIN EN 1.4301 (A-304)				SCALE:1:2				SHEET 1 OF 1																																																
				WEIGHT:																																																								

	4	3	2	1				
F						F		
E						E		
D						D		
C						C		
B						B		
A	UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION	03
	DRAWN		NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:		
	CHK'D					VEIO ROLO		
	APPV'D							
	MFG							
	Q.A							
			MATERIAL:			DWG NO.		A4
			DIN EN 1.4301 (A-304) ROUND BAR			007.24.P0322		
			WEIGHT:			SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1
	4	3	2	1				



11	SCREW, M6S DIN933, M10x120 A2 70	1	AISI 304	200403082	
10	NUT, DIN985, M10 A2 70	2	AISI 304	201102006	
9	WASHER PLAIN, DIN9021, 10.5x30x2.5 A2 70	2	AISI 304	201202006	
8	SPRING LOCK WASHER, DIN127, 16.2x27.4x2.8 A2 70	2	AISI 304	201203009	
7	WASHER PLAIN, DIN125, 17x30x3 A2 70	4	AISI 304	201201009	
6	WASHER PLAIN, DIN125, 10.5x20x2 A2 70	4	AISI 304	201201006	
5	NUT, M6M, DIN934, M10 A2 70	3	AISI 304	201101006	
4	CHAPA SUPERIOR AFINADOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0350	01
3	SCREW, MC6S DIN 912, M16x35 A2 70	2	AISI 304	200401205	
2	CHUMACEIRA REFORÇADA CHAPEU AÇO NAPOLEÃO DF35	1	AISI 304	300509004	00
1	AFINADOR ROLO LADO MOTOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0351	00
#	DESCRIPTION (DESCRIÇÃO)	QT.	MATERIAL	CODE (CÓDIGO)	REV.

BILL OF MATERIALS (LISTA DE MATERIAIS)									
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:			FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 00
							TITLE: CONJUNTO AFINADOR ROLO LADO MTR		
	NAME	SIGNATURE	DATE				DWG NO. 007.24.M0059		
DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024						
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A						MATERIAL: -	SCALE:1:2 SHEET 1 OF 1		
						WEIGHT:			



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 01

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	
				WEIGHT:	

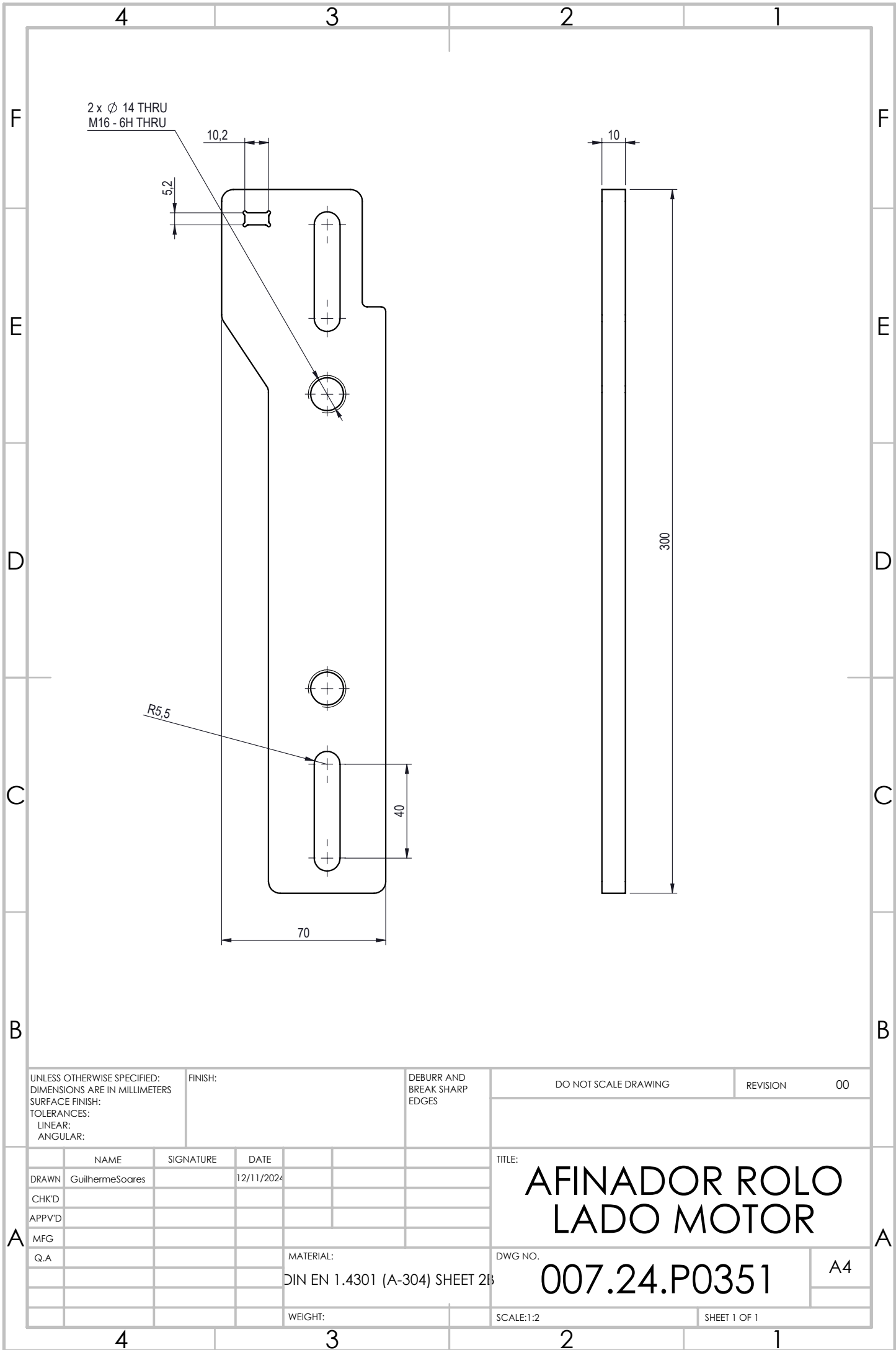
TITLE:
**CHAPA SUPERIOR
AFINADOR**

DWG NO.
007.24.P0350

A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN	GuilhermeSoares	12/11/2024			
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
			MATERIAL:		
			DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B		
			WEIGHT:		

TITLE:

AFINADOR ROLO
LADO MOTOR

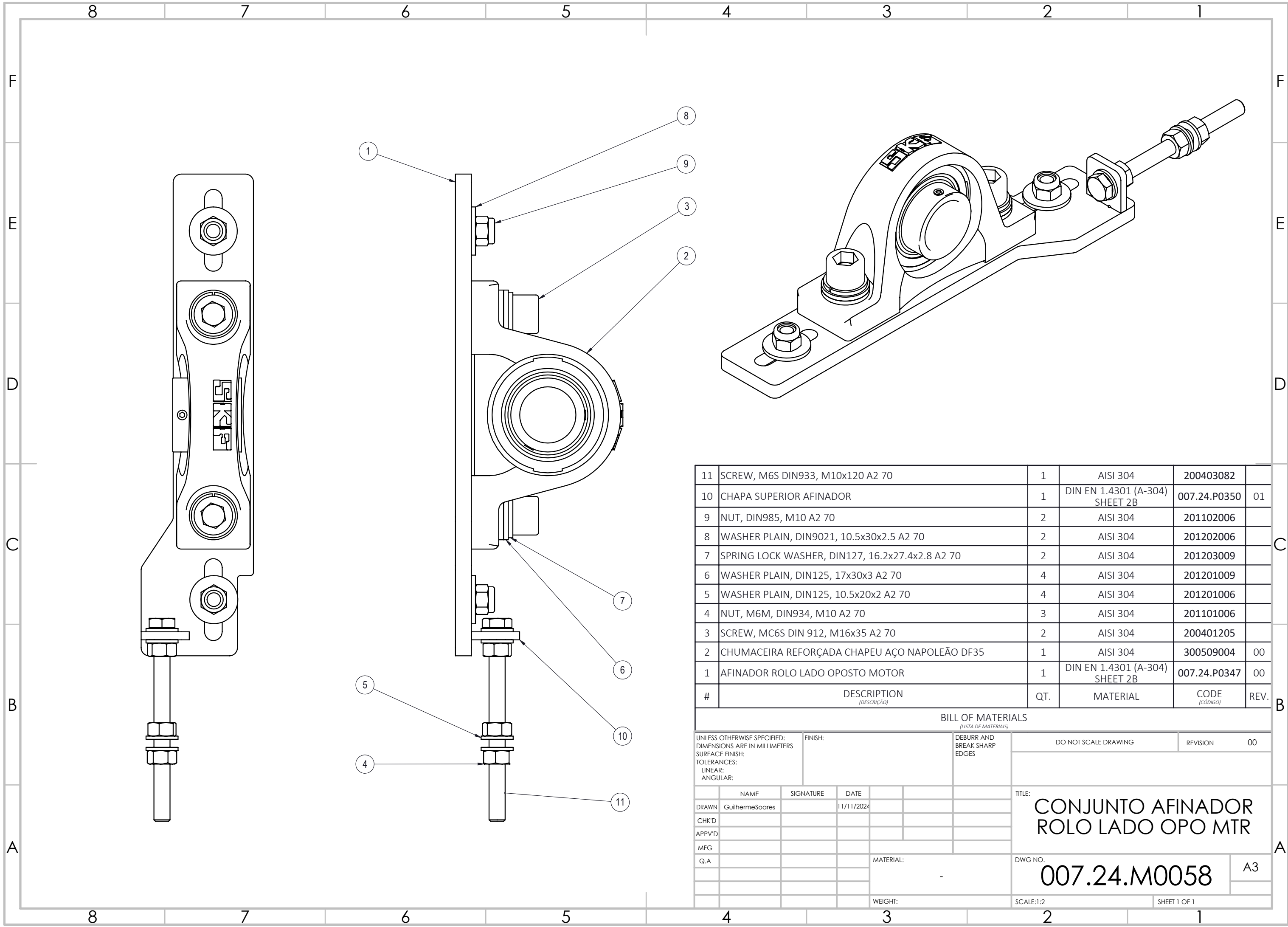
DWG NO.

007.24.P0351

A4

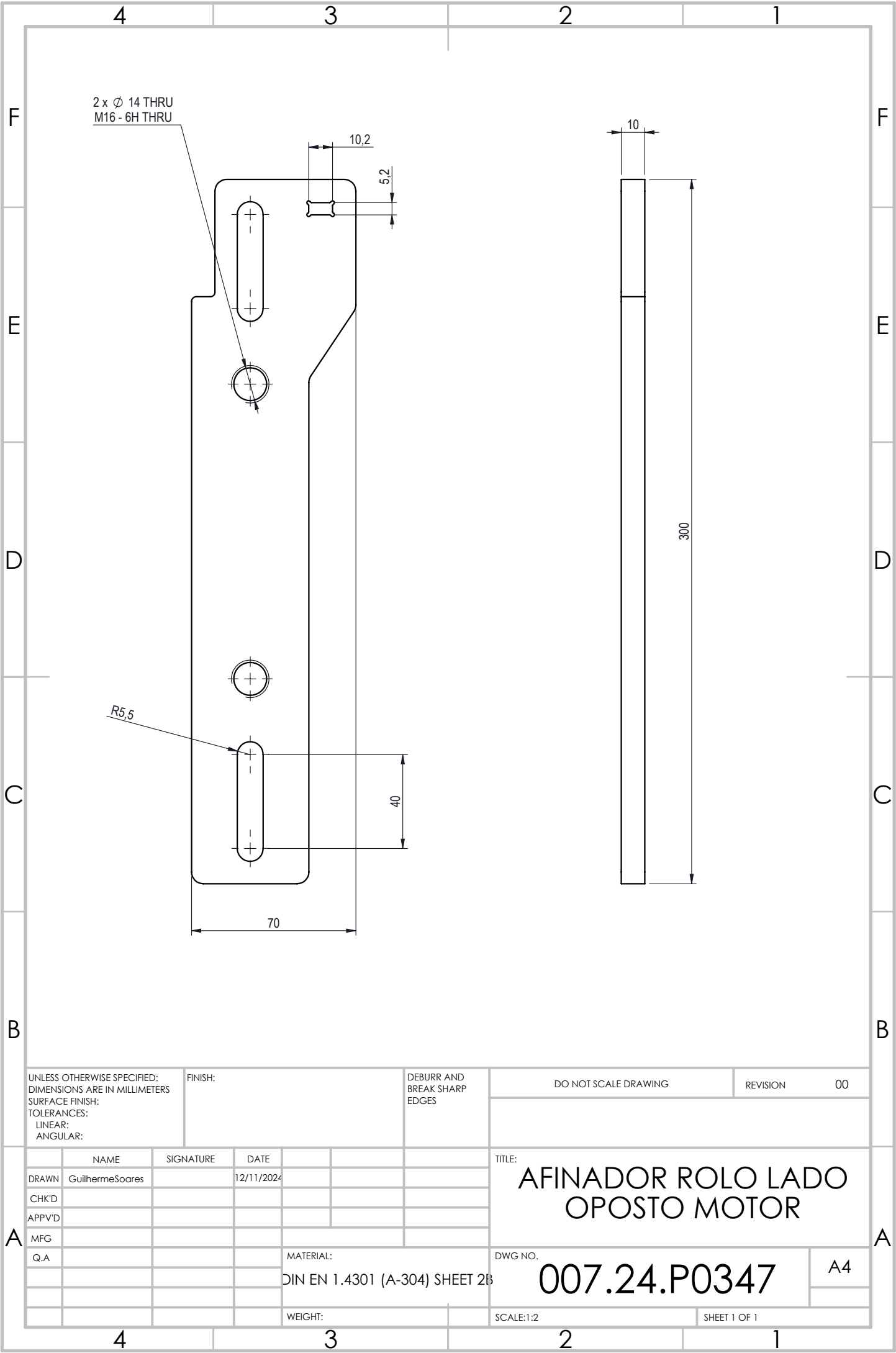
SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1



11	SCREW, M6S DIN933, M10x120 A2 70	1	AISI 304	200403082	
10	CHAPA SUPERIOR AFINADOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0350	01
9	NUT, DIN985, M10 A2 70	2	AISI 304	201102006	
8	WASHER PLAIN, DIN9021, 10.5x30x2.5 A2 70	2	AISI 304	201202006	
7	SPRING LOCK WASHER, DIN127, 16.2x27.4x2.8 A2 70	2	AISI 304	201203009	
6	WASHER PLAIN, DIN125, 17x30x3 A2 70	4	AISI 304	201201009	
5	WASHER PLAIN, DIN125, 10.5x20x2 A2 70	4	AISI 304	201201006	
4	NUT, M6M, DIN934, M10 A2 70	3	AISI 304	201101006	
3	SCREW, MC6S DIN 912, M16x35 A2 70	2	AISI 304	200401205	
2	CHUMACEIRA REFORÇADA CHAPEU AÇO NAPOLEÃO DF35	1	AISI 304	300509004	00
1	AFINADOR ROLO LADO OPOSTO MOTOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0347	00
#	DESCRIPTION (DESCRIÇÃO)	QT.	MATERIAL	CODE (CÓDIGO)	REV.

BILL OF MATERIALS (LISTA DE MATERIAIS)									
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION 00
	NAME	SIGNATURE	DATE					TITLE: CONJUNTO AFINADOR ROLO LADO OPO MTR	
DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024						
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A						MATERIAL:		DWG NO.	A3
								007.24.M0058	
						WEIGHT:		SCALE:1:2	SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:
DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B

WEIGHT:

TITLE:

AFINADOR ROLO LADO
OPOSTO MOTOR

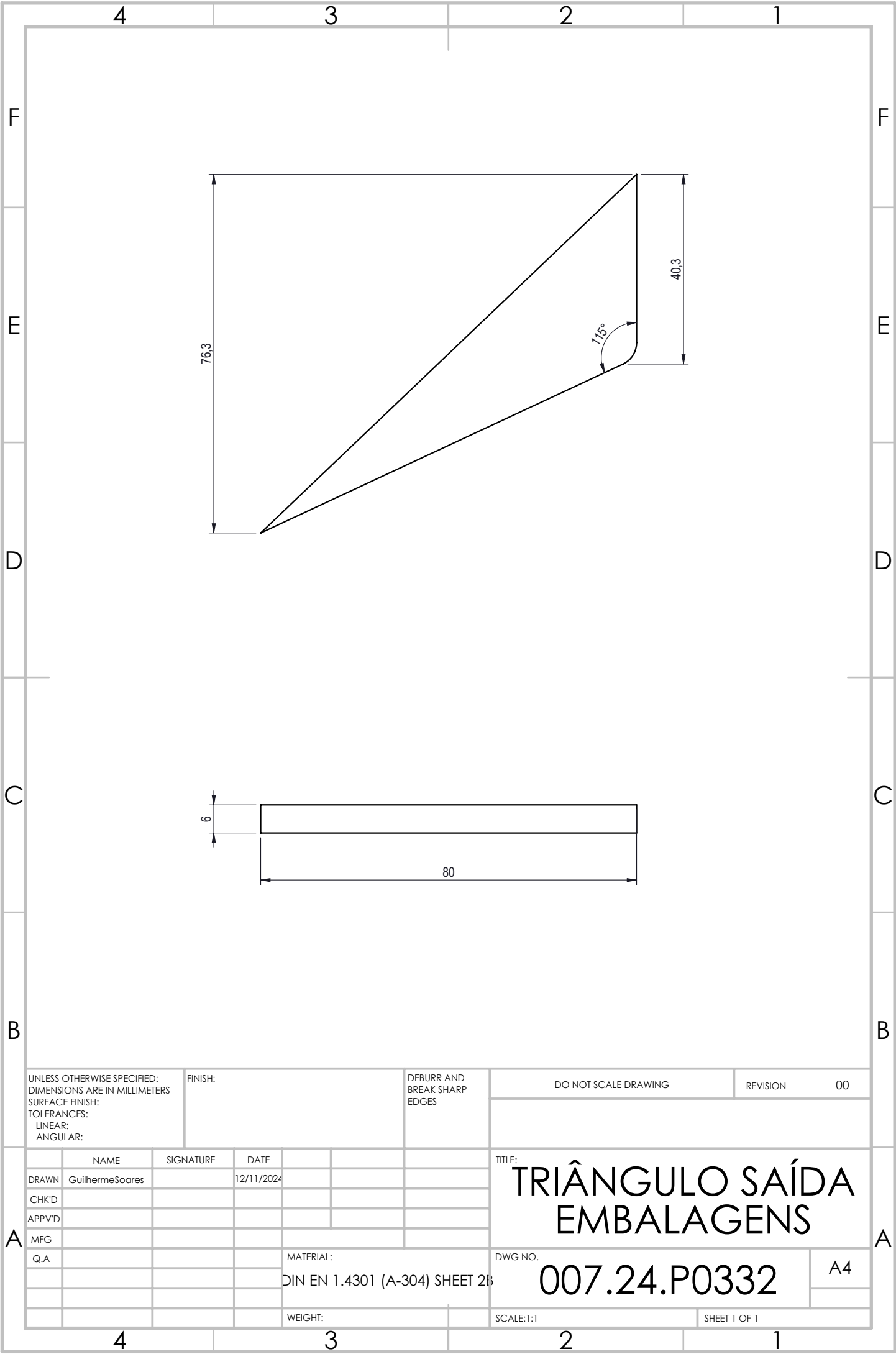
DWG NO.

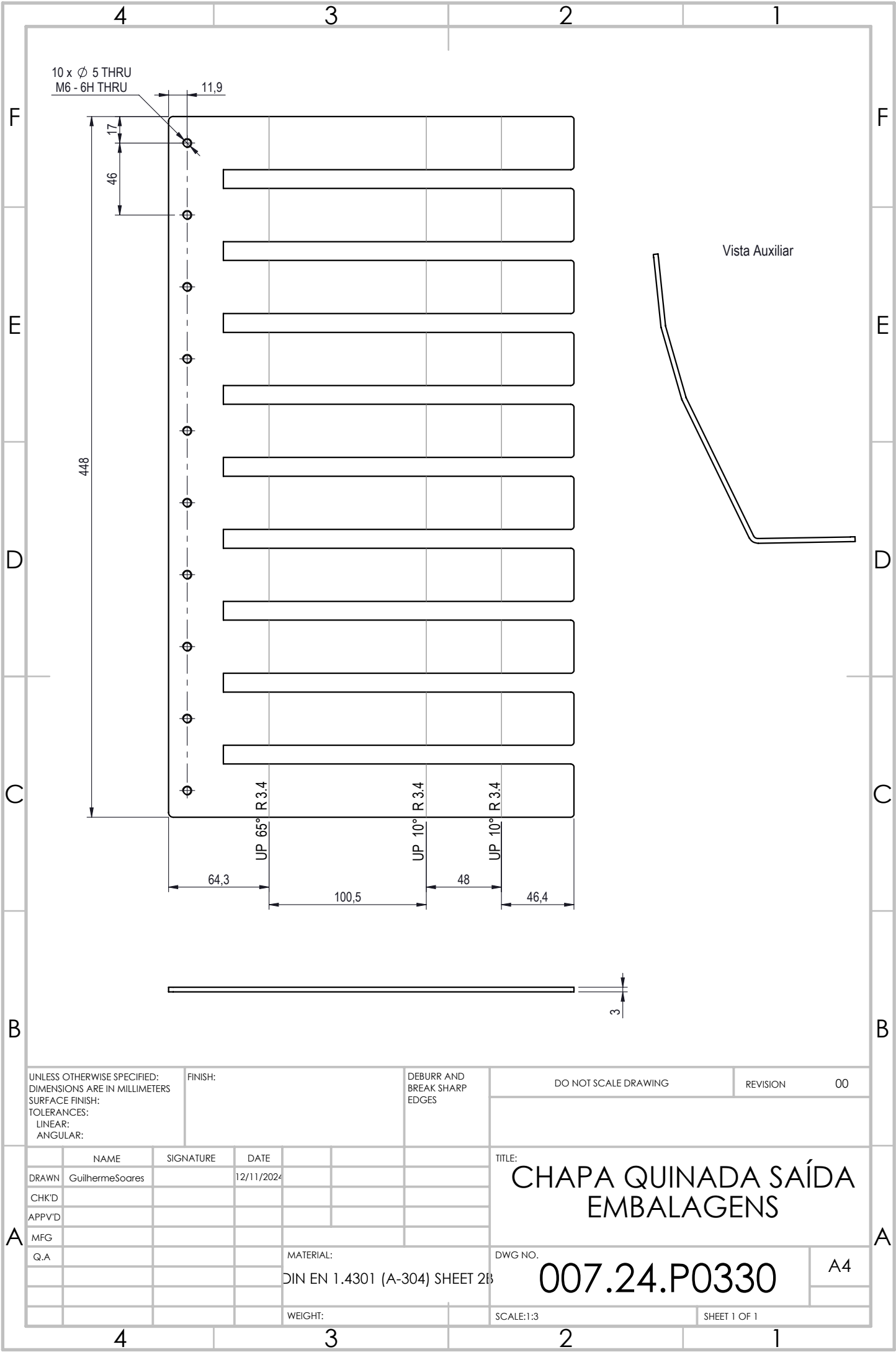
007.24.P0347

A4

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:

DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B

WEIGHT:

TITLE:

CHAPA QUINADA SAÍDA
EMBALAGENS

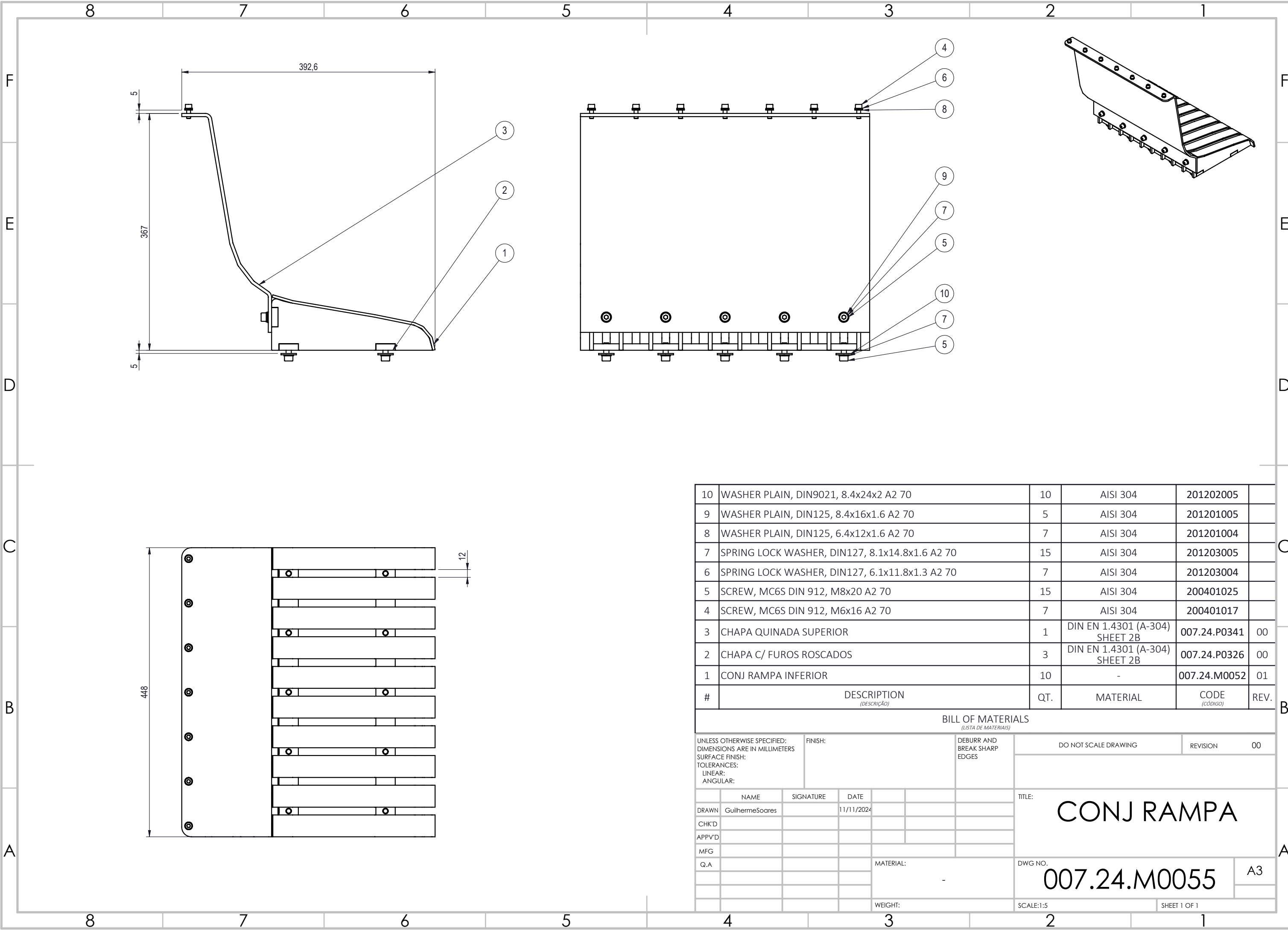
DWG NO.

007.24.P0330

SCALE:1:3

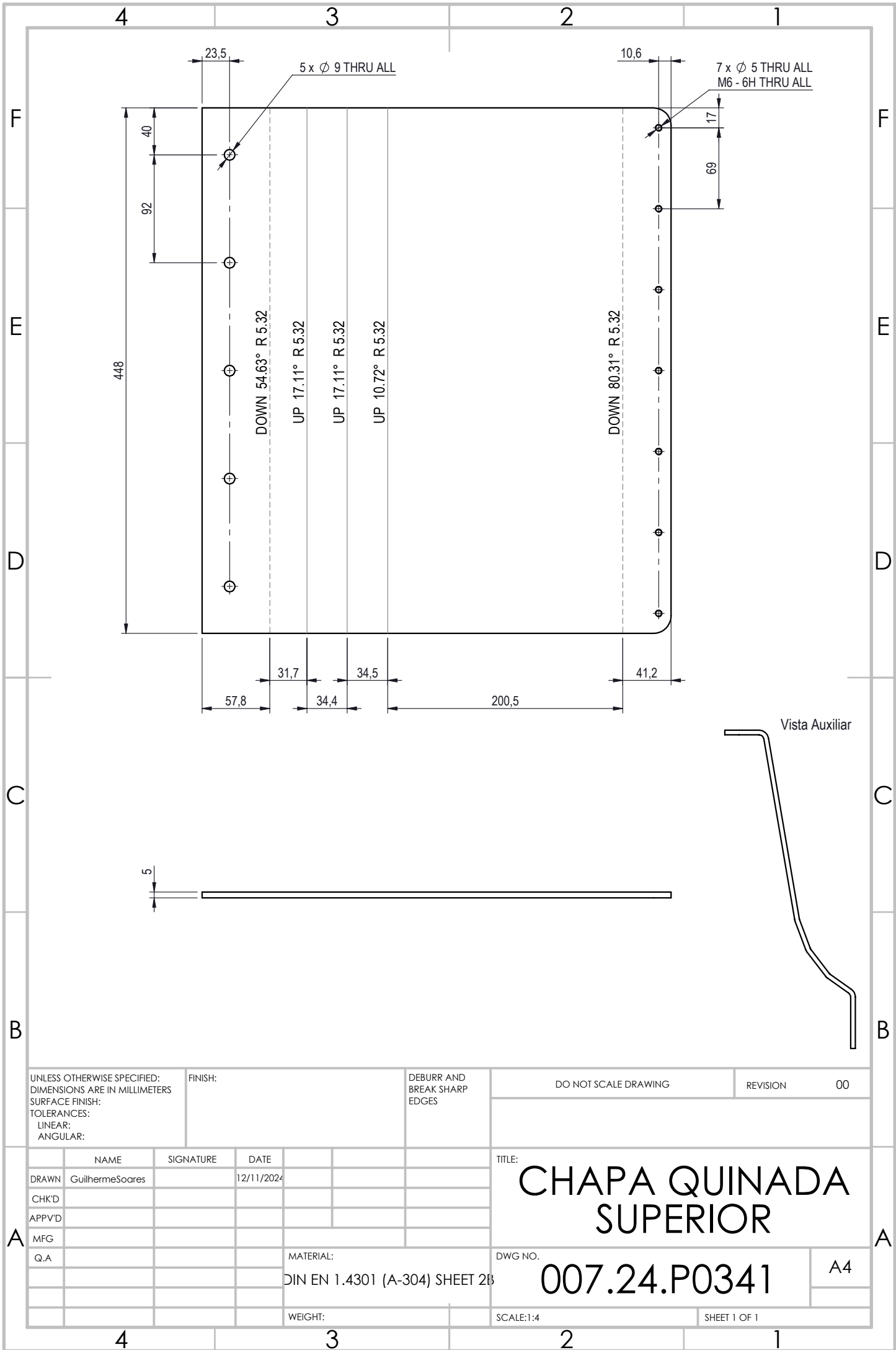
SHEET 1 OF 1

A4



10	WASHER PLAIN, DIN9021, 8.4x24x2 A2 70	10	AISI 304	201202005	
9	WASHER PLAIN, DIN125, 8.4x16x1.6 A2 70	5	AISI 304	201201005	
8	WASHER PLAIN, DIN125, 6.4x12x1.6 A2 70	7	AISI 304	201201004	
7	SPRING LOCK WASHER, DIN127, 8.1x14.8x1.6 A2 70	15	AISI 304	201203005	
6	SPRING LOCK WASHER, DIN127, 6.1x11.8x1.3 A2 70	7	AISI 304	201203004	
5	SCREW, MC6S DIN 912, M8x20 A2 70	15	AISI 304	200401025	
4	SCREW, MC6S DIN 912, M6x16 A2 70	7	AISI 304	200401017	
3	CHAPA QUINADA SUPERIOR	1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0341	00
2	CHAPA C/ FUROS ROSCADOS	3	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0326	00
1	CONJ RAMPA INFERIOR	10	-	007.24.M0052	01
#	DESCRIPTION (DESCRIÇÃO)	QT.	MATERIAL	CODE (CÓDIGO)	REV.

BILL OF MATERIALS (LISTA DE MATERIAIS)												
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:			DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 00	
	NAME		SIGNATURE		DATE						TITLE: CONJ RAMPA	
DRAWN	GuilhermeSoares				11/11/2024							
CHK'D												
APPV'D												
MFG												
Q.A												
							MATERIAL: -		DWG NO.		A3	
									007.24.M0055			
							WEIGHT:		SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1	



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

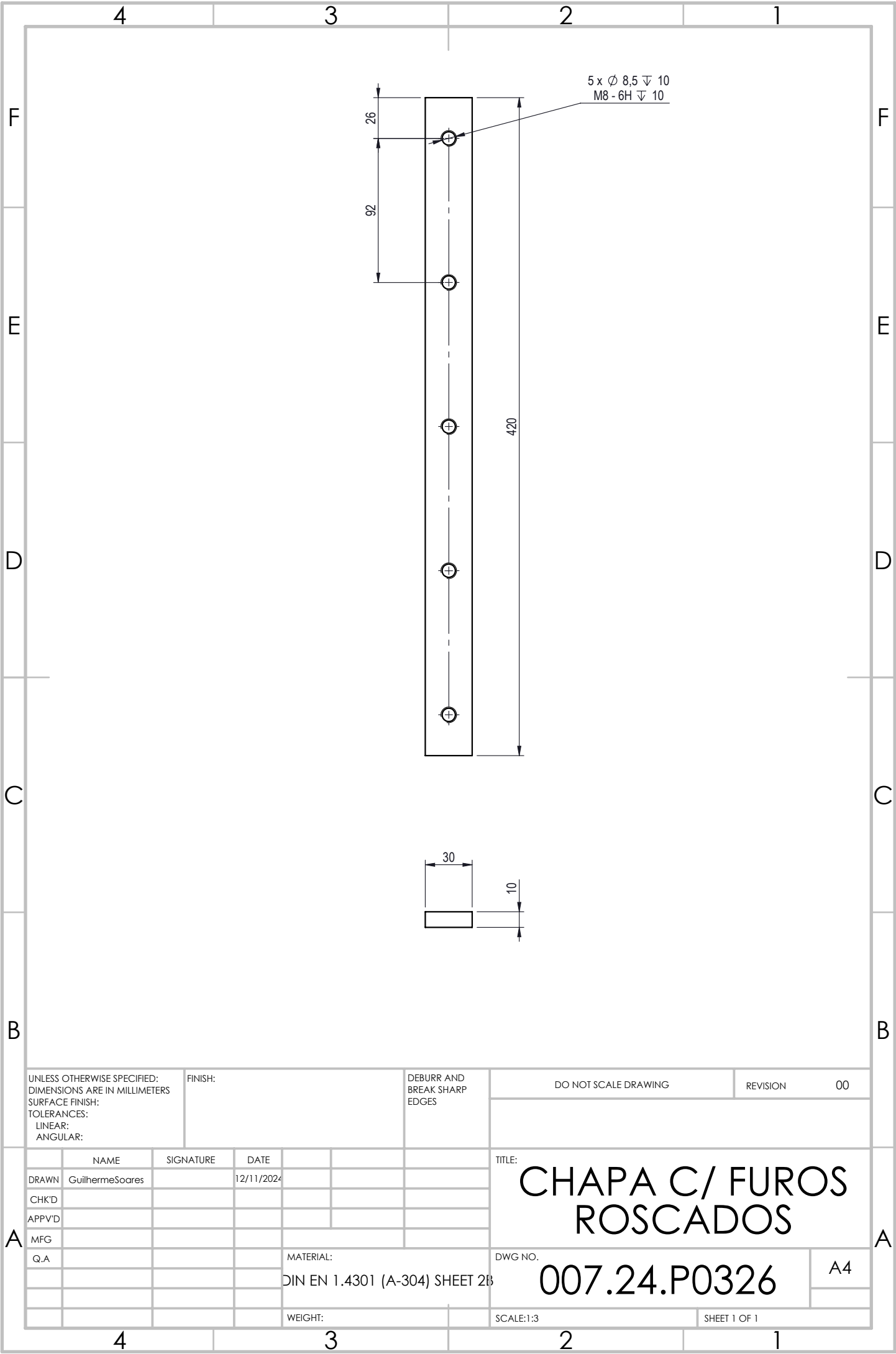
REVISION

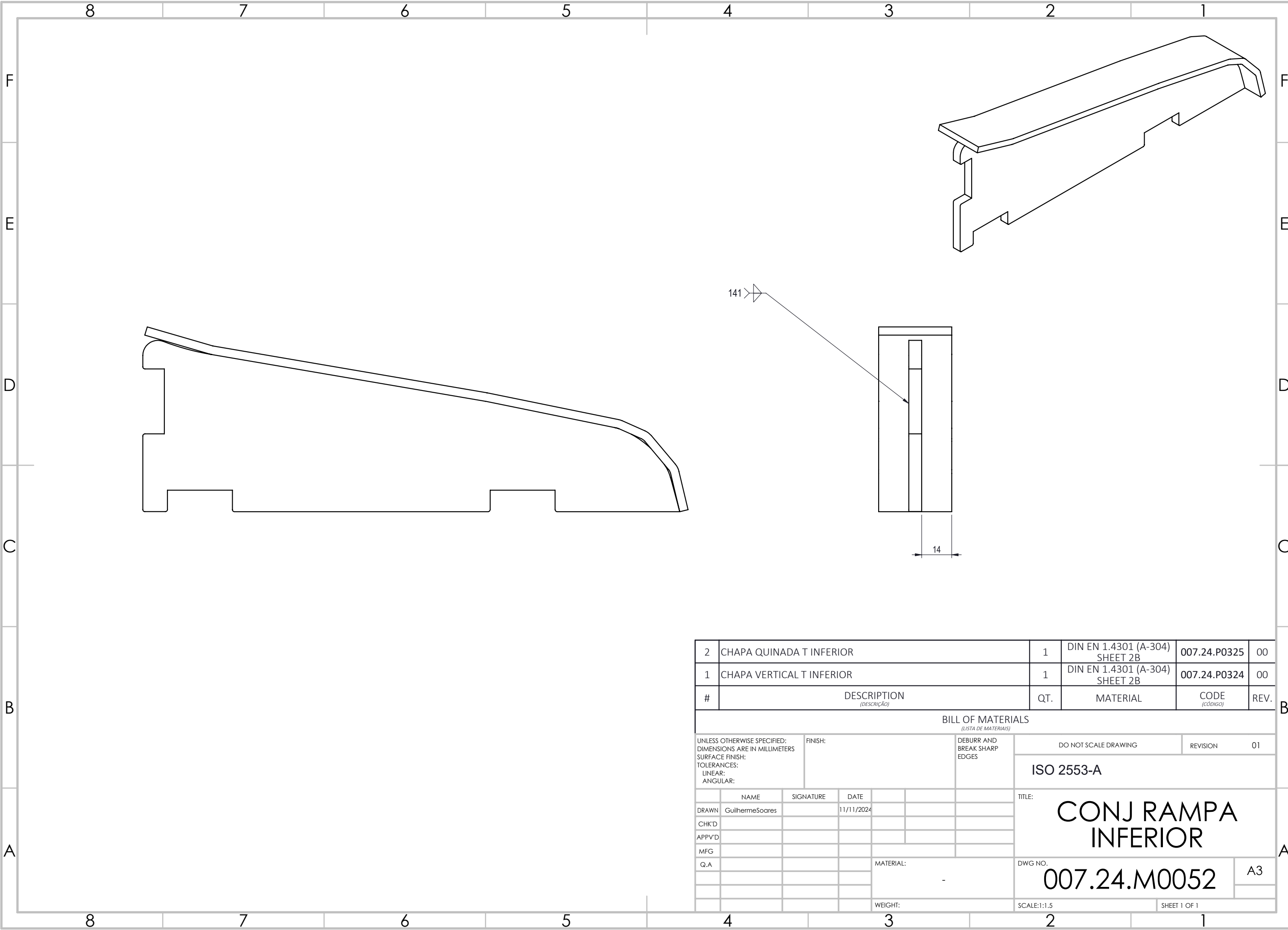
00

NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN	GuilhermeSoares	12/11/2024			
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
			MATERIAL:		
			DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B		
			WEIGHT:		

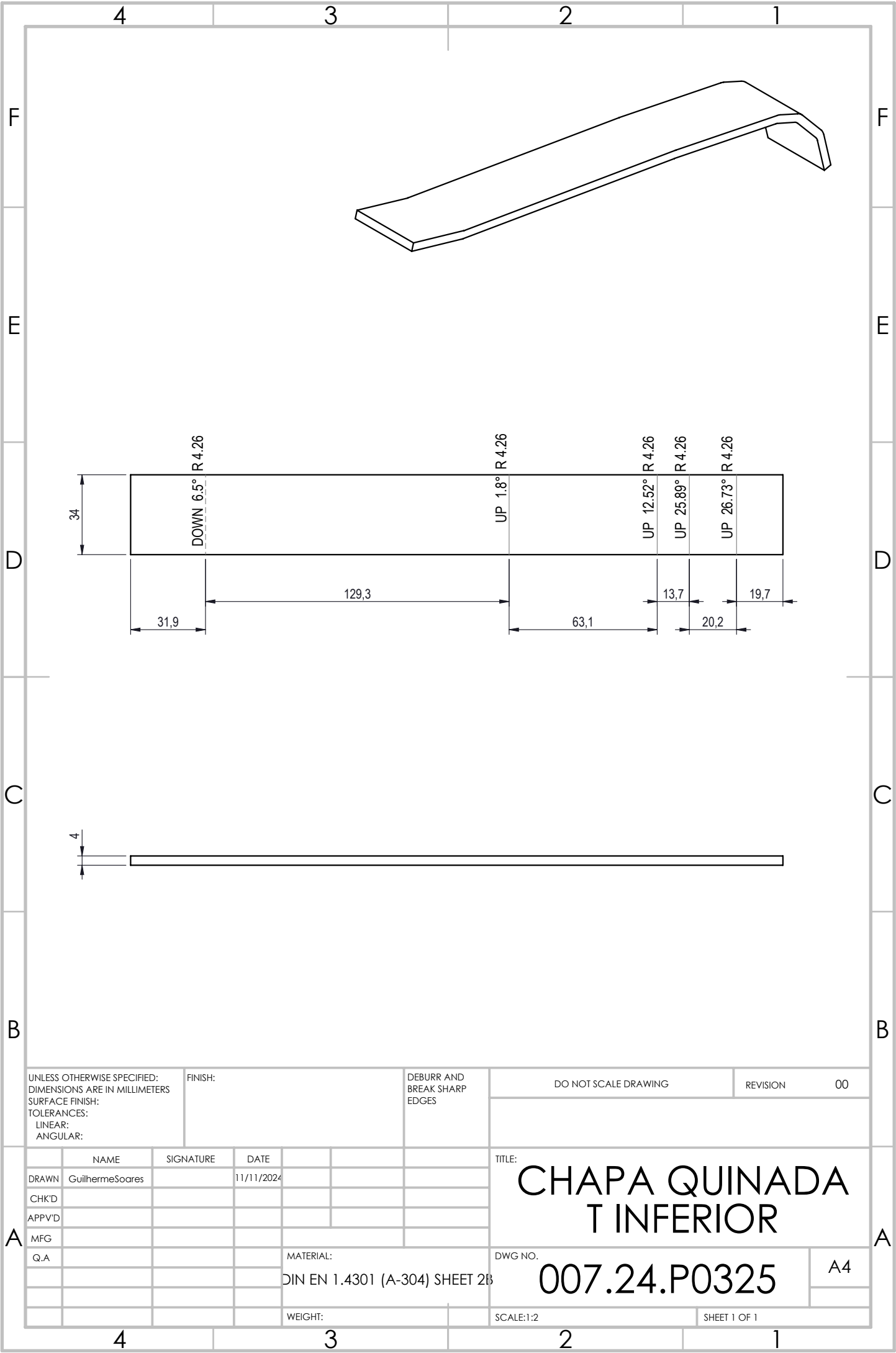
TITLE:		CHAPA QUINADA SUPERIOR	
DWG NO.		007.24.P0341	
SCALE:1:4		SHEET 1 OF 1	

A4





2	CHAPA QUINADA T INFERIOR				1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0325	00
1	CHAPA VERTICAL T INFERIOR				1	DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	007.24.P0324	00
#	DESCRIPTION (DESCRIÇÃO)				QT.	MATERIAL	CODE (CÓDIGO)	REV.
BILL OF MATERIALS (LISTA DE MATERIAIS)								
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 01
						ISO 2553-A		
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE: CONJ RAMPA INFERIOR		
DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024					
CHK'D								
APPV'D								
MFG								
Q.A				MATERIAL:		DWG NO.		A3
				-		007.24.M0052		
				WEIGHT:		SCALE:1:1.5		SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION 00

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		11/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	
				WEIGHT:	

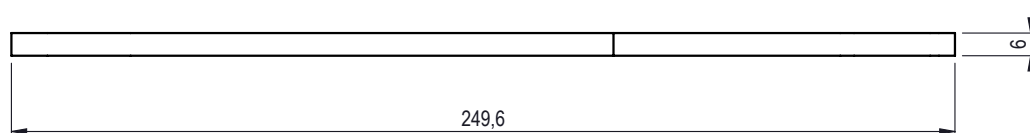
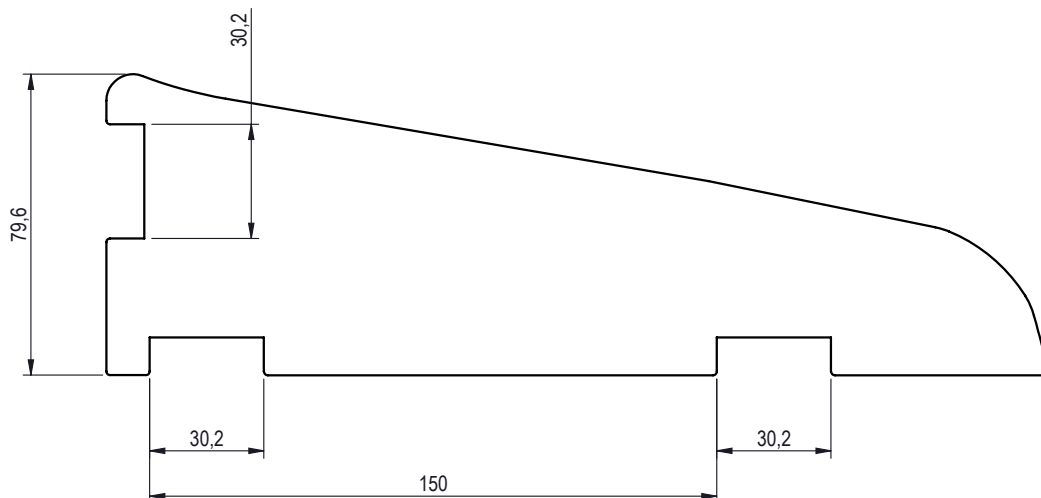
TITLE:
CHAPA QUINADA
T INFERIOR

DWG NO.
007.24.P0325

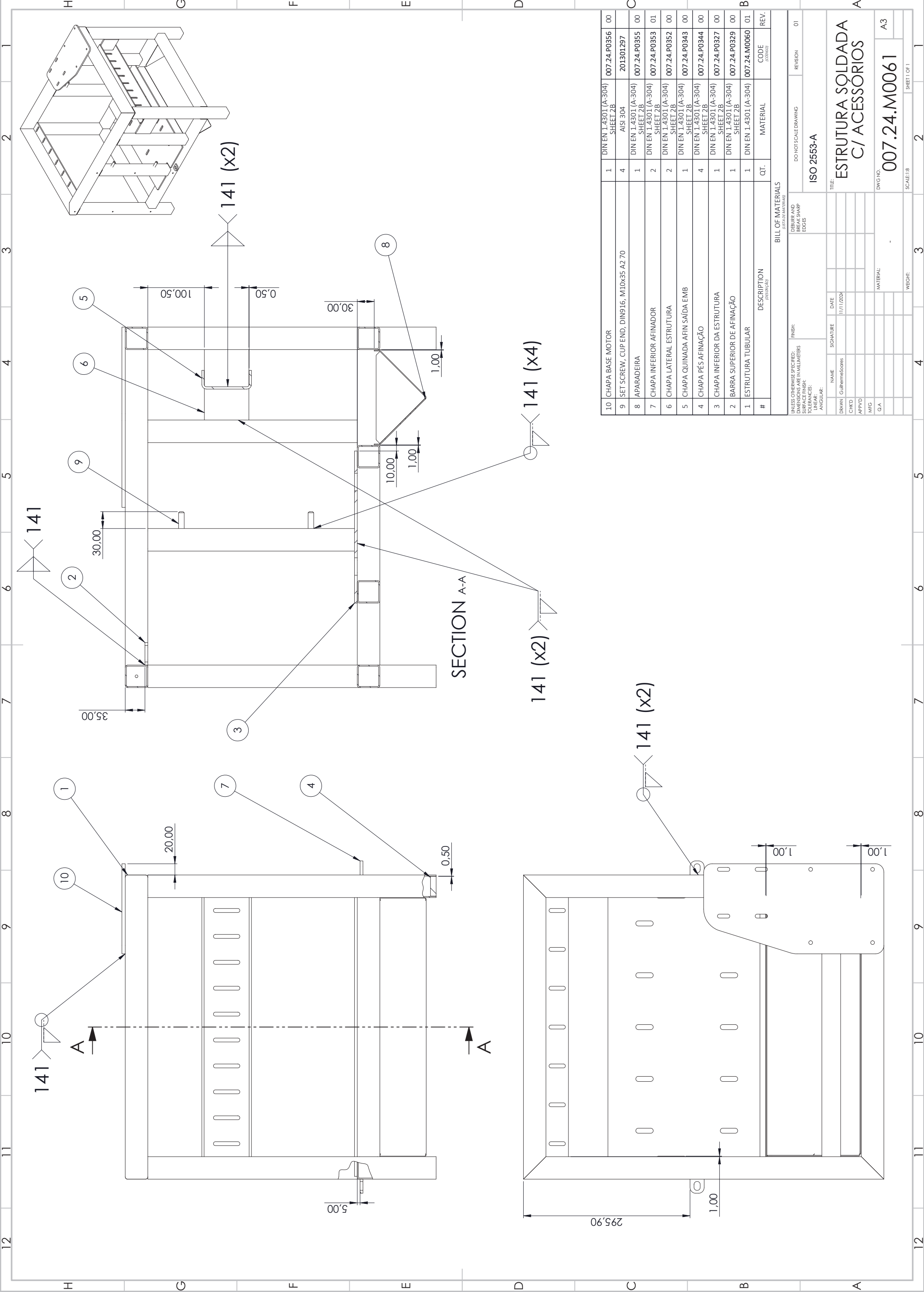
A4

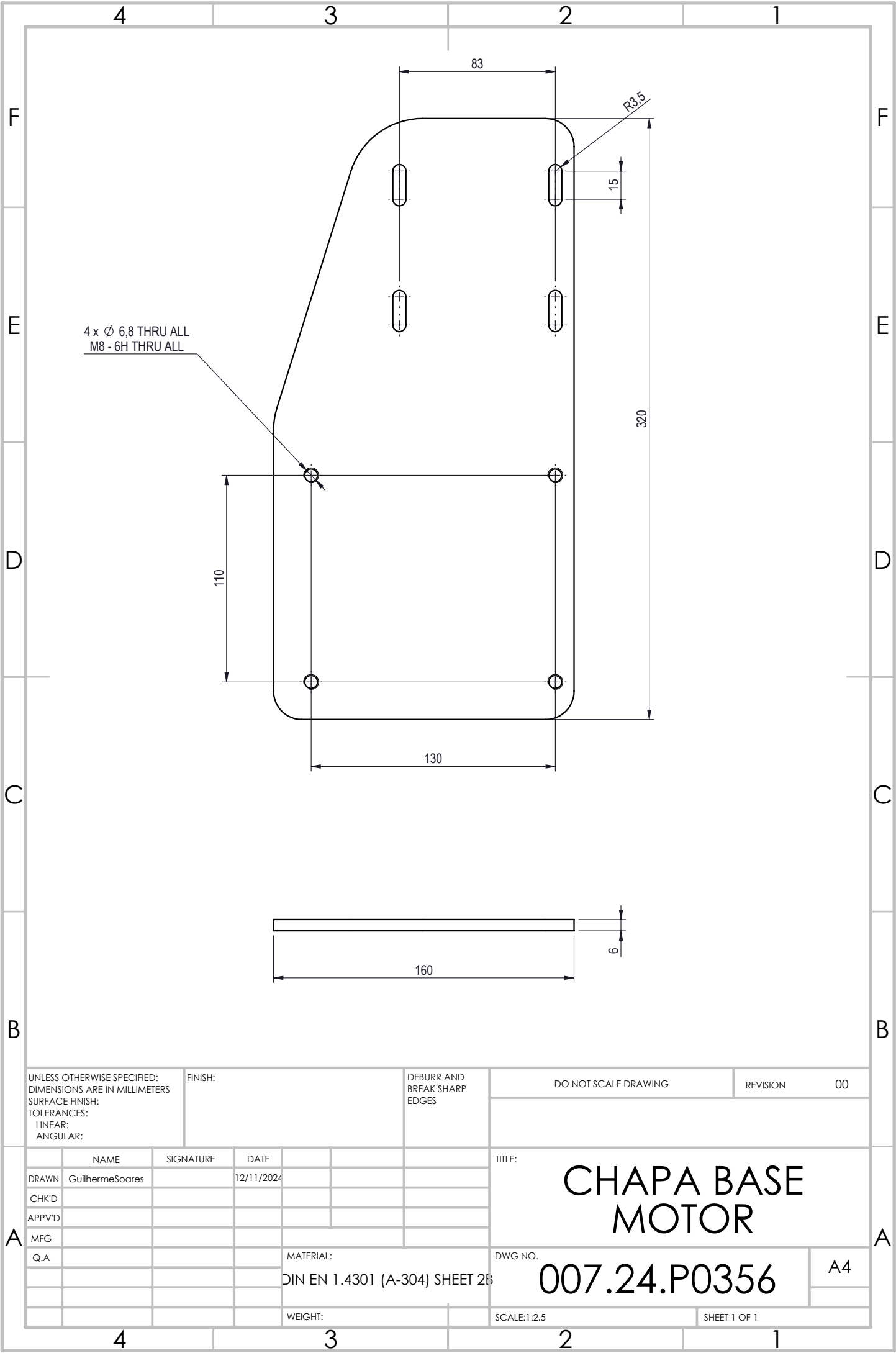
SCALE:1:2

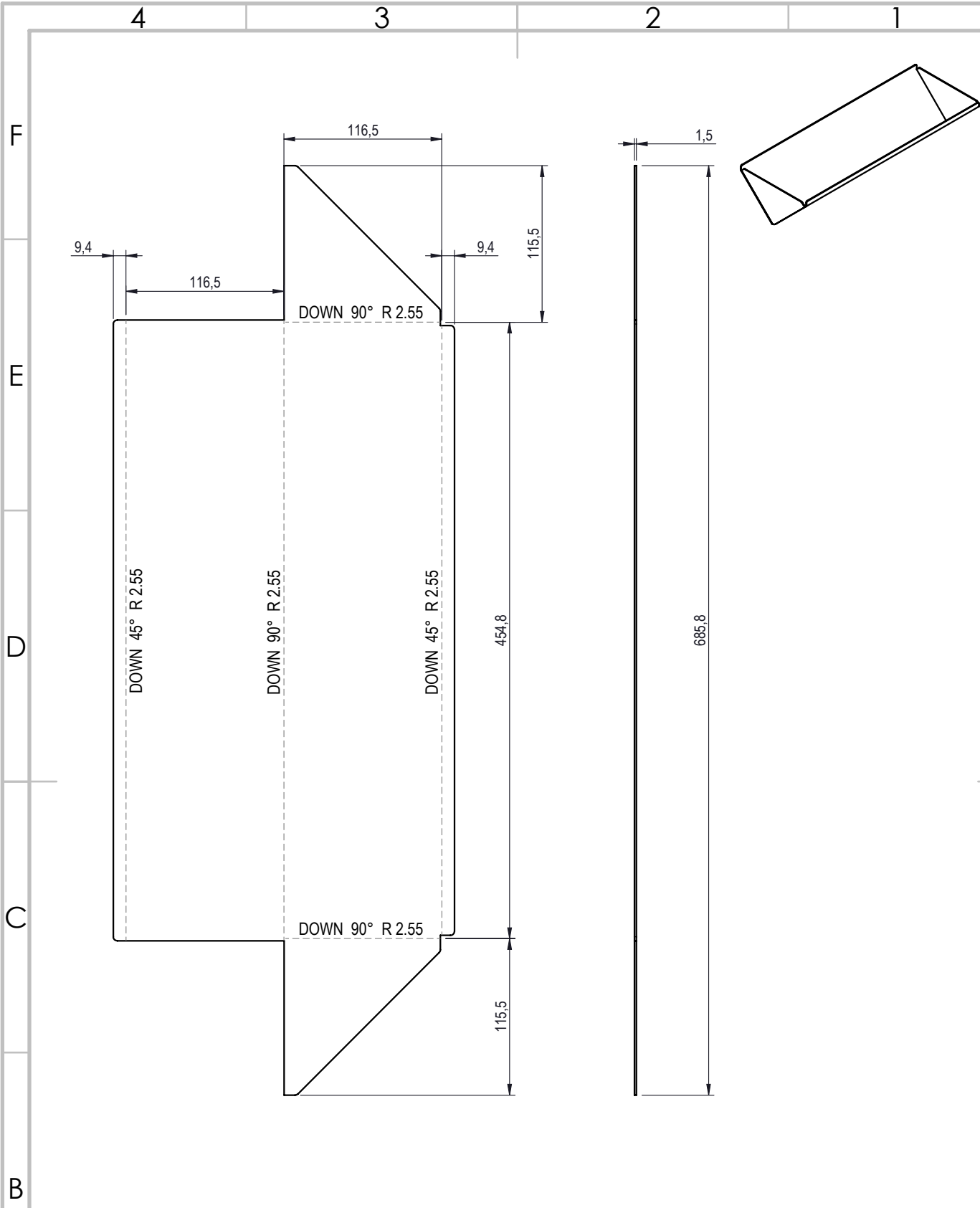
SHEET 1 OF 1



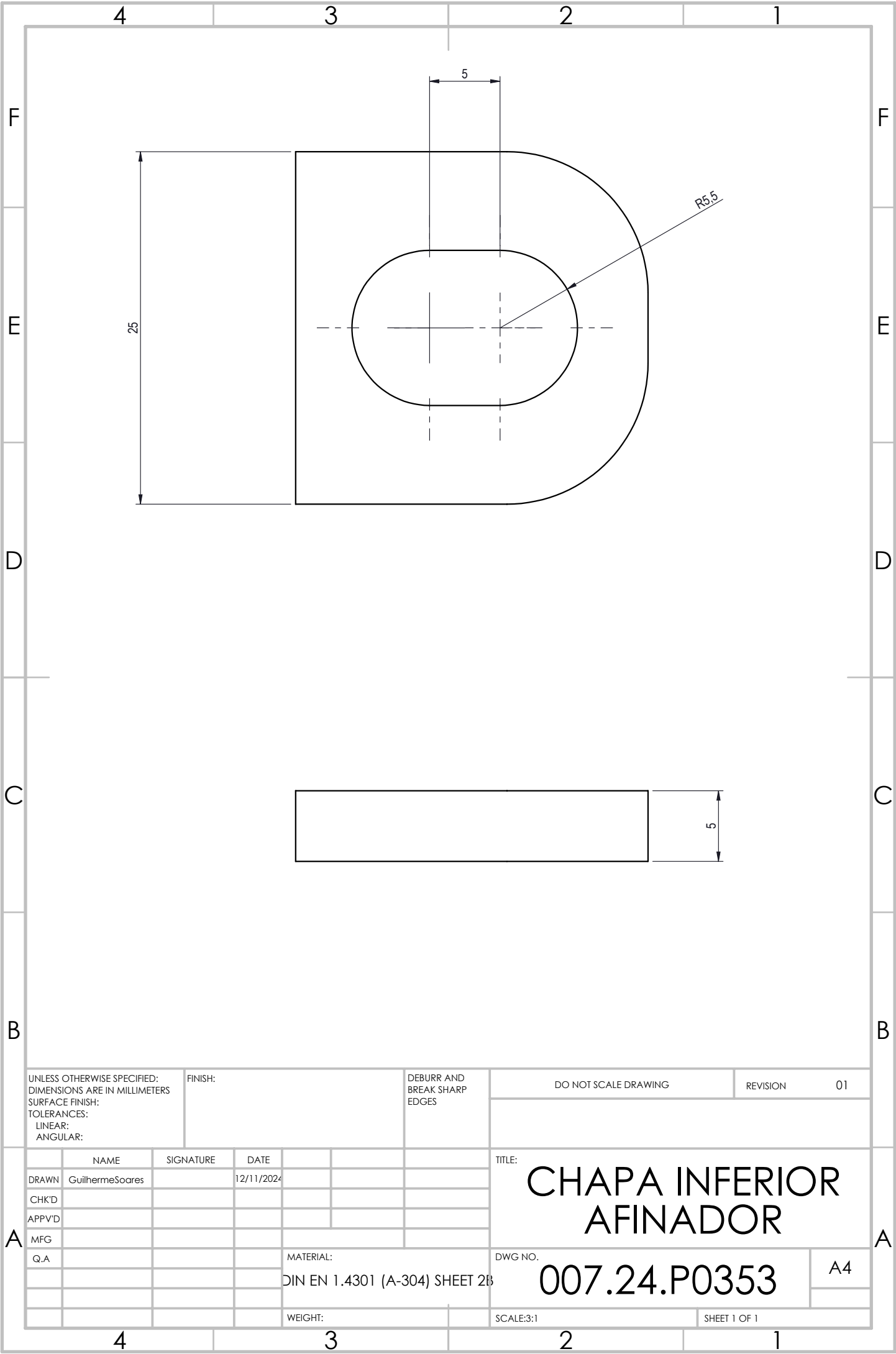
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 00	
DRAWN GuilhermeSoares				SIGNATURE		DATE 11/11/2024		TITLE: CHAPA VERTICAL T INFERIOR			
CHK'D											
APPV'D											
MFG											
Q.A											
						MATERIAL:		DWG NO. 007.24.P0324			
						DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 28		A4			
						WEIGHT:		SCALE:1:2 SHEET 1 OF 1			







UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:							FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		00	
A	NAME		SIGNATURE		DATE						TITLE:					
	DRAWN		GuilhermeSoares		12/11/2024						APARADEIRA					
	CHK'D															
	APPV'D															
	MFG															
	Q.A															
							MATERIAL:		DWG NO.							
							DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 28		007.24.P0355							
									A4							
							WEIGHT:		SCALE:1:4							
									SHEET 1 OF 1							



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

01

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	GuilhermeSoares		12/11/2024		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B	
				WEIGHT:	

TITLE:

CHAPA INFERIOR
AFINADOR

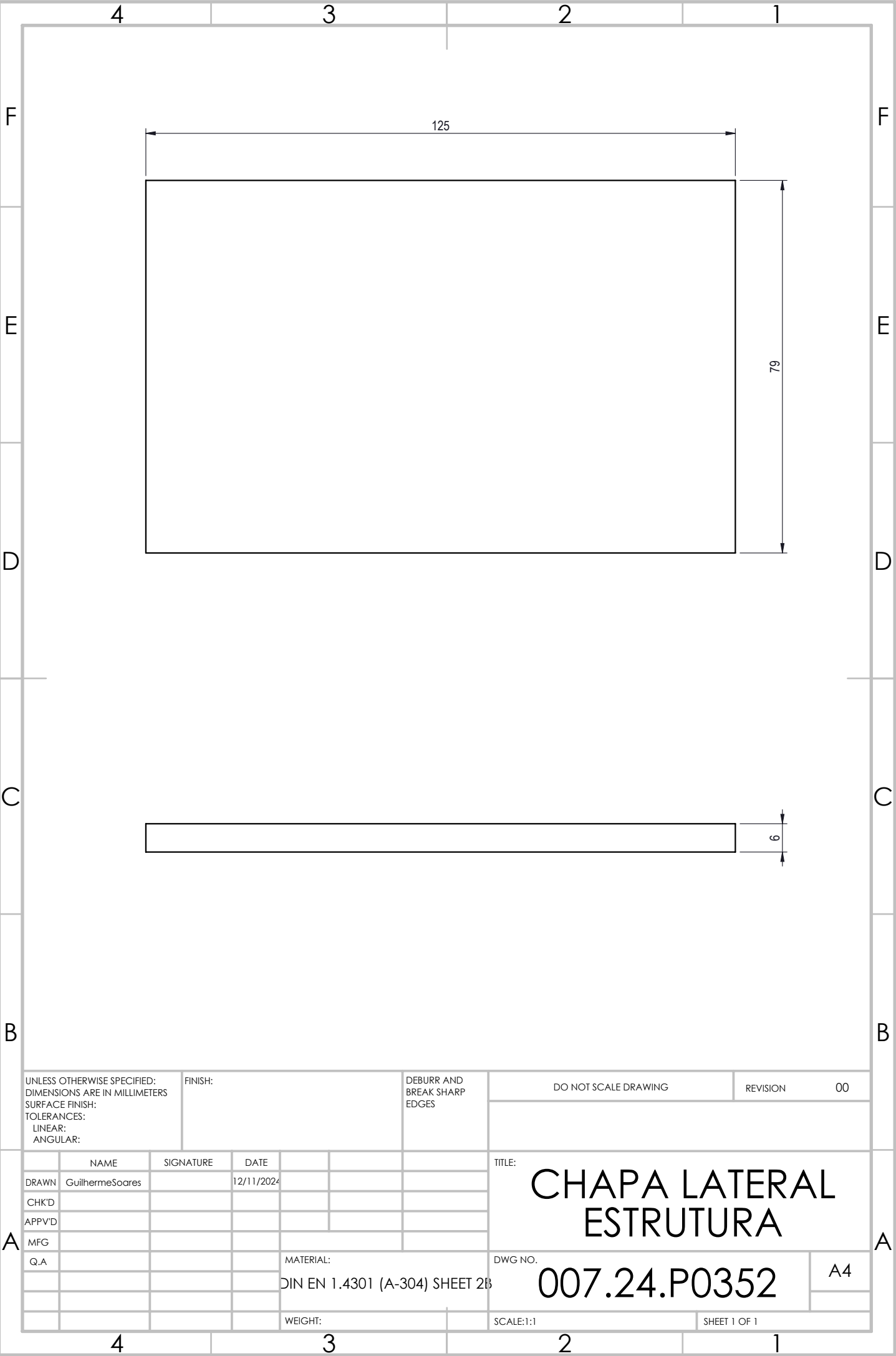
DWG NO.

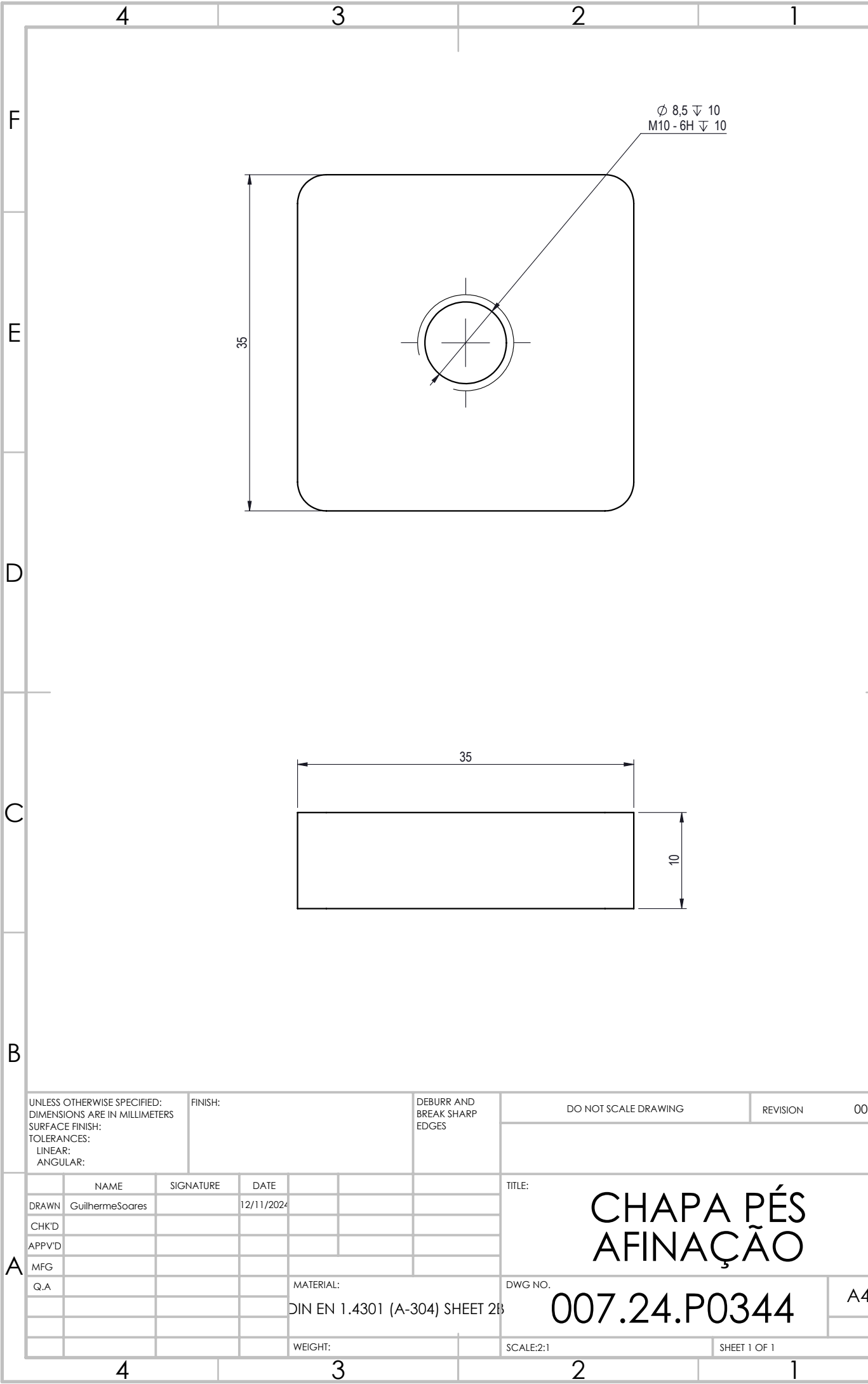
007.24.P0353

A4

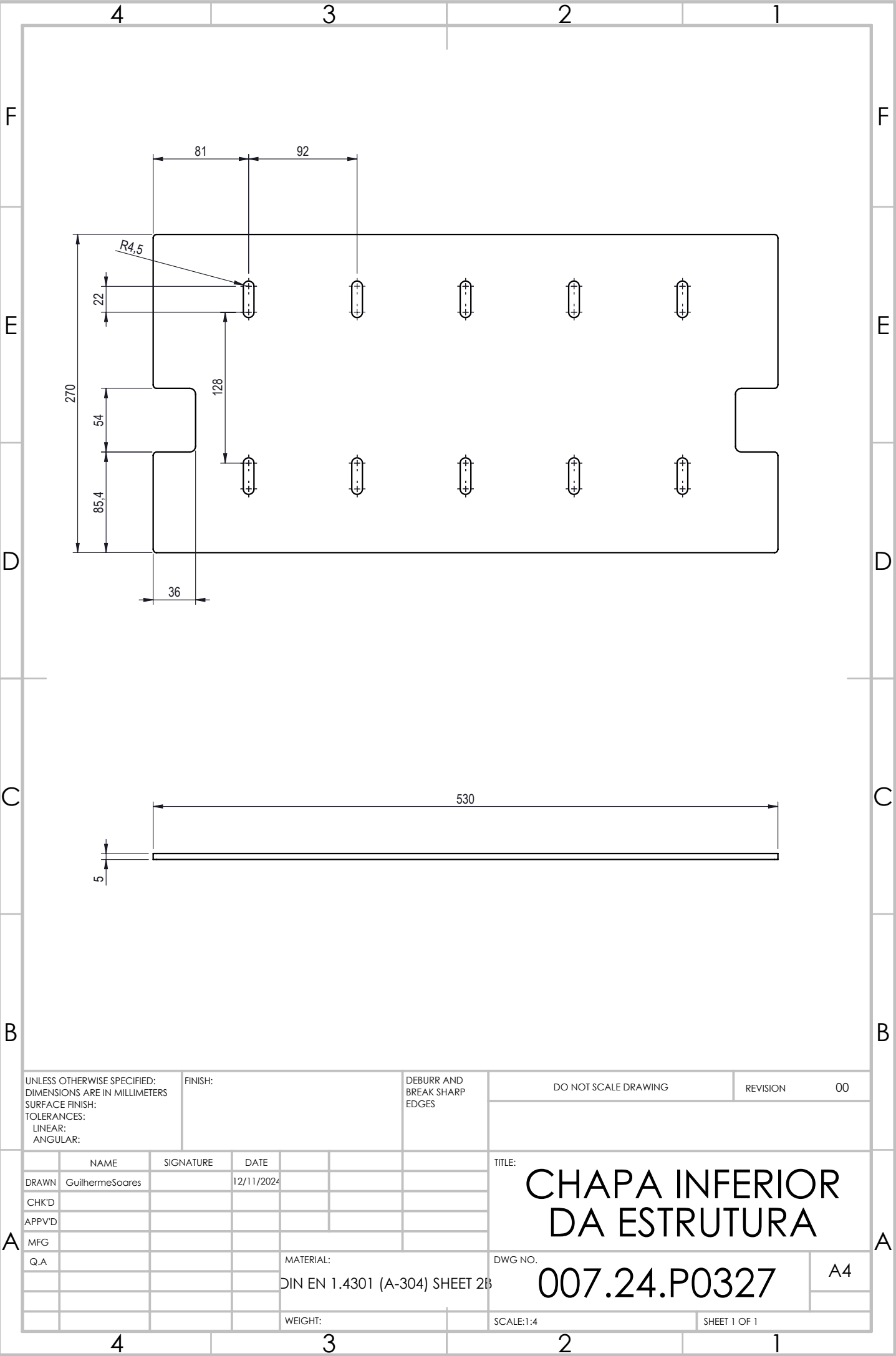
SCALE:3:1

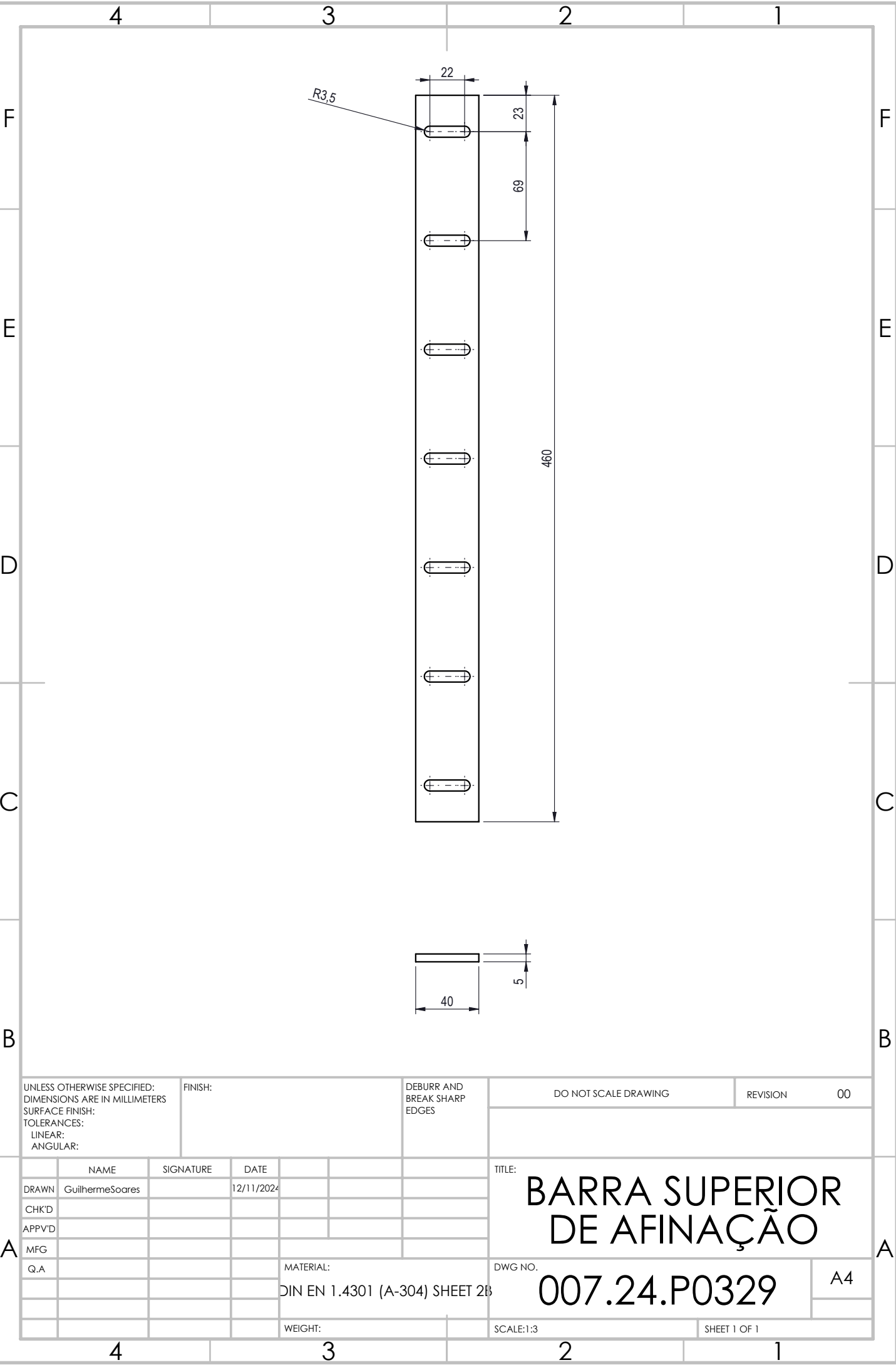
SHEET 1 OF 1



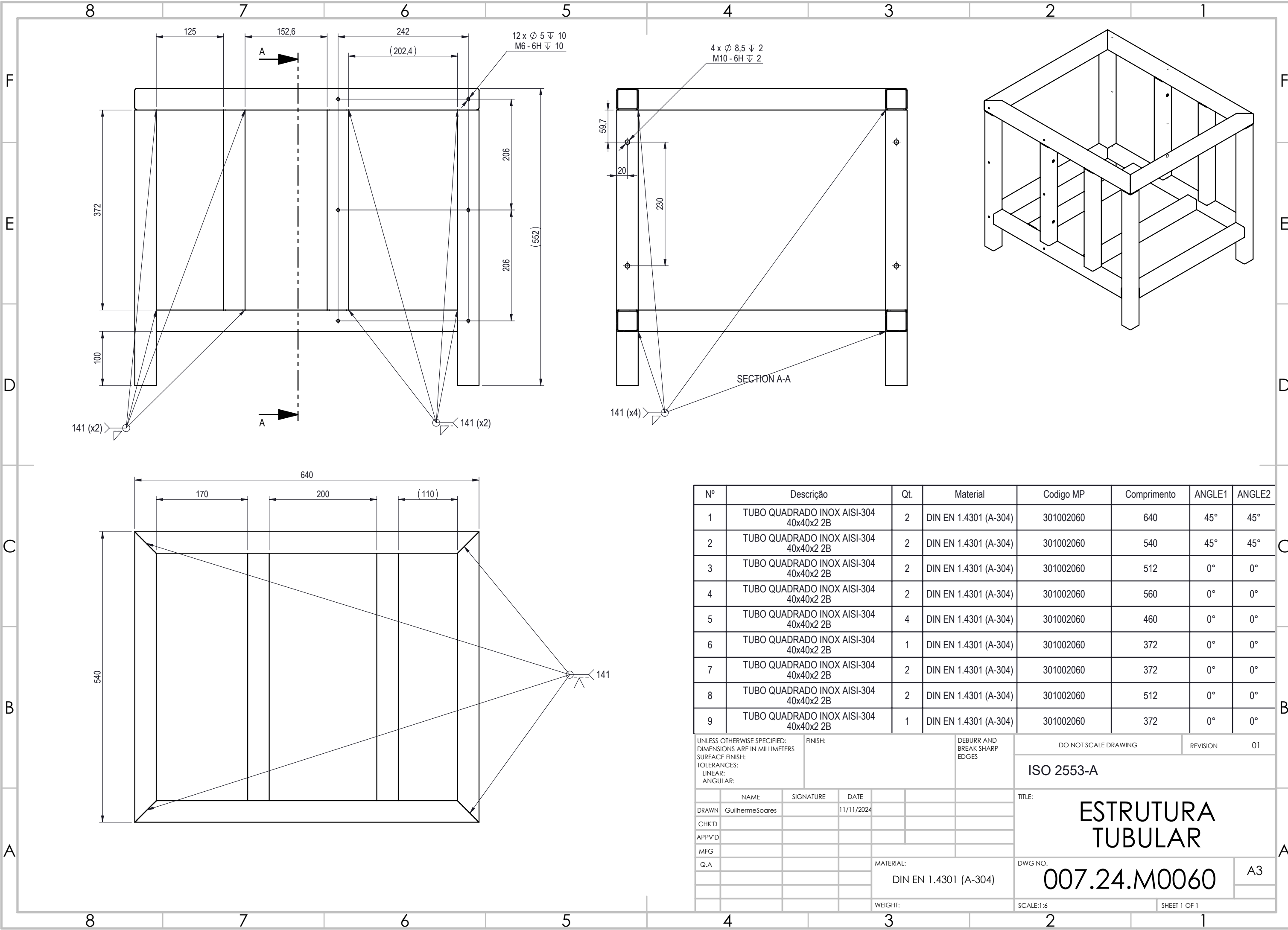


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:					FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING			REVISION		00		
A		NAME		SIGNATURE		DATE					TITLE: CHAPA PÉS AFINAÇÃO					
	DRAWN	GuilhermeSoares				12/11/2024										
	CHK'D															
	APPV'D															
	MFG										DWG NO. 007.24.P0344					
	Q.A															
								MATERIAL:			DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B					
							WEIGHT:			SCALE:2:1						
										SHEET 1 OF 1						





UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION 00																																																	
<table><tr><td colspan="2">NAME</td><td colspan="2">SIGNATURE</td><td colspan="2">DATE</td><td colspan="2">TITLE:</td></tr><tr><td>DRAWN</td><td>GuilhermeSoares</td><td></td><td></td><td>12/11/2024</td><td></td><td colspan="2">BARRA SUPERIOR DE AFINAÇÃO</td></tr><tr><td>CHK'D</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>APPV'D</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>MFG</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>Q.A</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td></tr></table>												NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:		DRAWN	GuilhermeSoares			12/11/2024		BARRA SUPERIOR DE AFINAÇÃO		CHK'D								APPV'D								MFG								Q.A							
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:																																																					
DRAWN	GuilhermeSoares			12/11/2024		BARRA SUPERIOR DE AFINAÇÃO																																																					
CHK'D																																																											
APPV'D																																																											
MFG																																																											
Q.A																																																											
				MATERIAL:				DWG NO.																																																			
				DIN EN 1.4301 (A-304) SHEET 2B				007.24.P0329																																																			
				WEIGHT:				SCALE:1:3																																																			
								SHEET 1 OF 1																																																			



Apêndice B – Lista de componentes de fabricação

Tabela 24 – Lista de peças do túnel de entrada

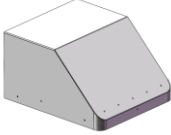
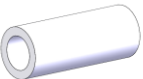
Designação	Imagem	Quantidade	Processo
Túnel de entrada		1	Corte laser Quinagem Soldadura
Rampa de entrada		1	Corte laser Quinagem Soldadura
Tirantes		2	Corte laser
Suportes		5	Corte laser Quinagem
Espaçadores		2	Corte Furação

Tabela 25 – Lista de peças do sistema de desempacotamento

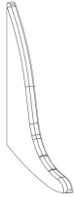
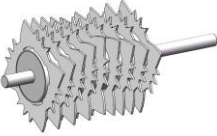
Designação	Imagem	Quantidade	Processo
Superfícies de deslizamento		9	Corte Laser Acabamento Fresagem Furação Rosca
Rolo rotativo		1	Corte laser Torneamento Soldadura
Rampas de esmagamento		10	Corte Laser Acabamento Fresagem
Suportes das rampas de esmagamento		2	Corte Laser Acabamento Fresagem
Veios		3	Torneamento (Soldadura)
Tubos espaçadores		11	Corte Torneamento

Tabela 26 - Lista de peças do subconjunto da gaveta de filtração

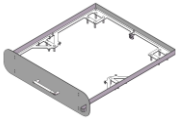
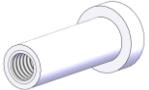
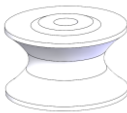
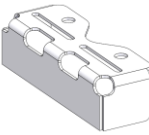
Designação	Imagem	Quantidade	Processo
Estrutura da gaveta		1	Corte Laser Quinagem Soldadura
Veio das Rodas		12	Torneamento
Rodas		12	Torneamento
Proteções da rodas		8	Corte Laser Quinagem Soldadura
Calço do contra gancho		4	Fresagem Furação Roscagem
Componentes do mecanismo de mola		2	Corte Laser Soldadura
Batente da gaveta		1	Corte laser
Veio do batente da gaveta		1	Corte Roscagem Soldadura

Tabela 27 - Lista de peças da estrutura e acessórios

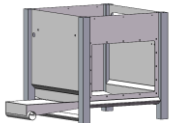
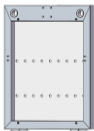
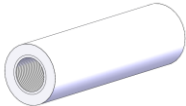
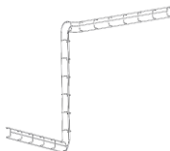
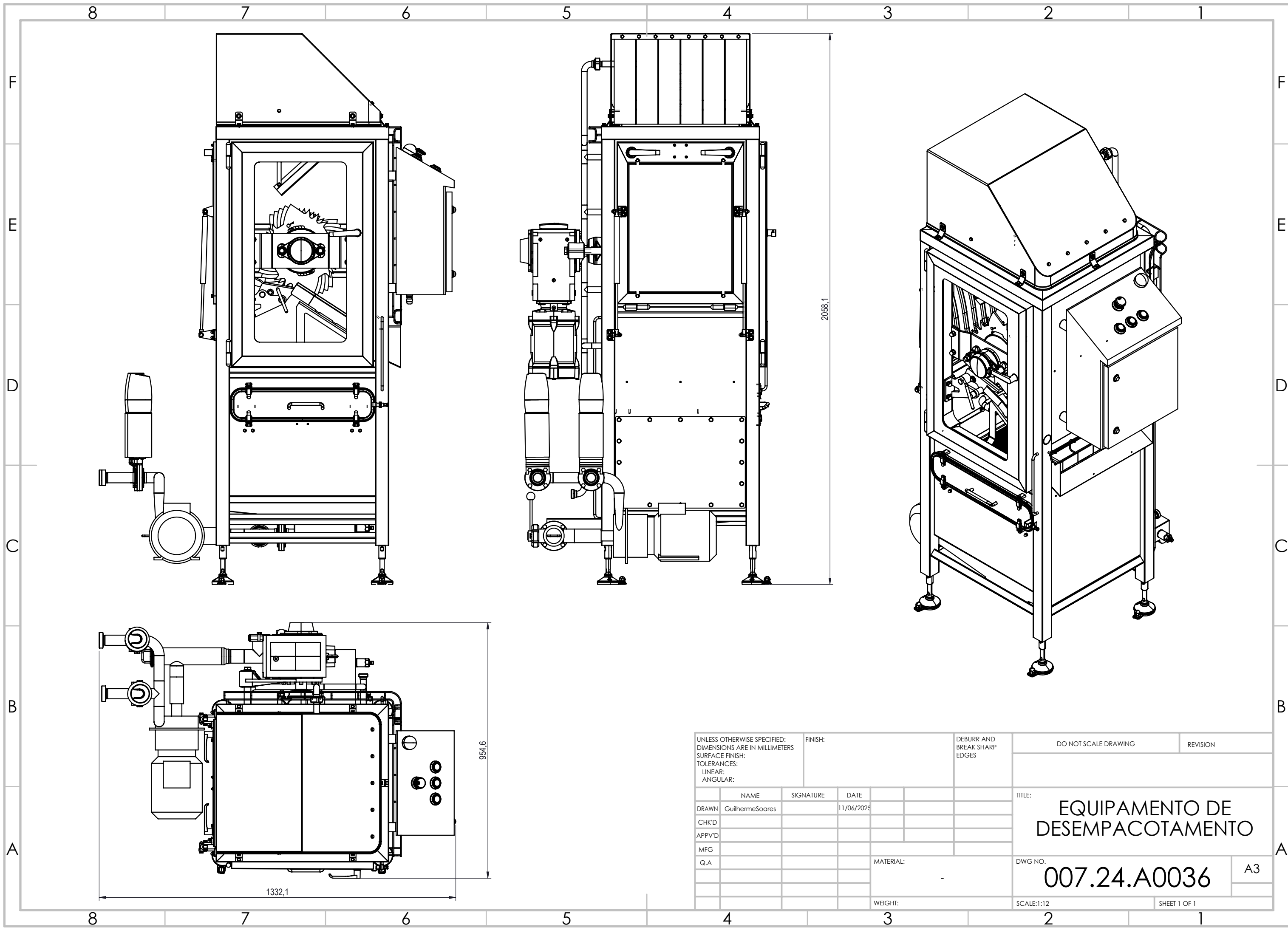
Designação	Imagem	Quantidade	Processo
Conjunto de embate		1	Corte laser Quinagem Soldadura
Rampa de saída		1	Corte Corte laser Quinagem Soldadura
Varandim		2	Corte laser Quinagem Soldadura
Túnel de saída		1	Corte laser Quinagem Soldadura
Estrutura tubular		1	Corte Corte laser Soldadura
Chapas da estrutura		6	Corte laser (Roscaçagem) Soldadura
Reservatório		1	Corte laser (Roscaçagem) Quinagem Soldadura
Base dos pés de fixação		4	Corte Laser Roscaçagem
Porta frontal		1	Corte Corte laser Quinagem Soldadura
Porta lateral		1	Corte Corte laser Quinagem Soldadura

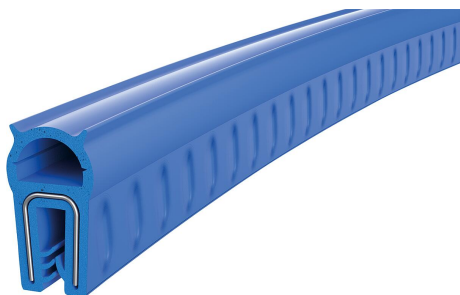
Tabela 27- Lista de peças da estrutura e acessórios, continuação

Suportes das molas a gás		4	Fresagem
Veio do braço de binário		1	Torneamento Rosca
Calha armada		1	Corte Quinagem Soldadura
Varões quinados		2	Corte Quinagem
Tubagens CIP		1	Corte Soldadura

Apêndice C – Desenho com cotas de atravancamento do equipamento



Anexo A – Fichas técnicas dos componentes de compra



Descrição

Material:

VMQ (borracha de silicone), dureza 60° +/-5 Shore A, aprovado pelo FDA.
Inserção da braçadeira em aço inoxidável 1.4301.

Versão:

Azul, semelhante ao RAL 5015.
Inserção do grampo com superfície sem tratamento.

Indicação:

Além das funções de proteção de cantos e bordas, estes perfis servem adicionalmente como elemento de vedação contra umidade, pó e sujeira para outros componentes como, por ex., portas, abas ou tampas de caixas. Dependendo da forma da vedação, ela pode ser usada em uma ampla variedade de aplicações.

Recomendamos a prensagem (compressão) de, no máximo, 50% da vedação dos perfis de vedação para proteção de cantos e bordas.

Para garantir a melhor selagem possível, a vedação deve ser comprimida em 30–40%.

As indicações são recomendações; na prática, elas são individuais e dependem da aplicação e das peças usadas.

Graças ao uso de materiais em conformidade com a FDA e com a aprovação FDA 21 CFR 177.2600, os perfis podem ser usados em aplicações com os requisitos correspondentes, inclusive no setor de alimentos.

Faixa de temperatura:

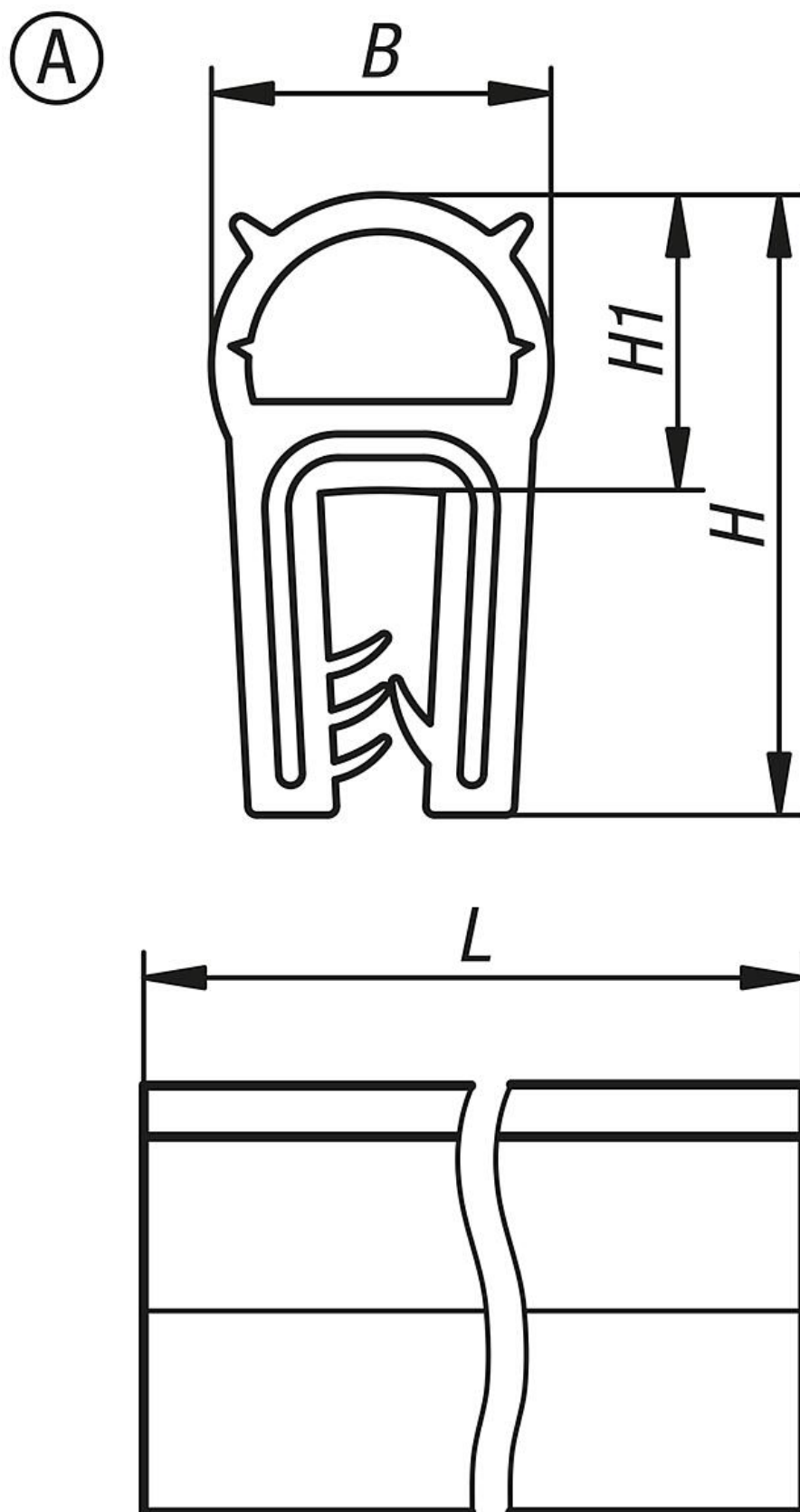
-50 °C até +200 °C.

Montagem:

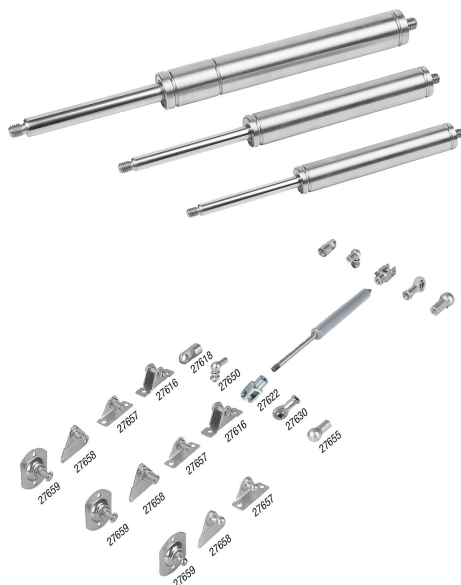
Montagem fácil, rápida e sem problemas. Basta pressionar manualmente o perfil de proteção na montagem, que ele será fixado automaticamente, mesmo na presença de raios ou curvaturas. Não há necessidade de adesivos ou material de fixação.

Sob consulta:

Outros comprimentos.



Descrição do artigo/Imagens dos produtos



Descrição

Material:

Haste do pistão em aço inoxidável 1.4305.

Tubo de pressão em aço inoxidável 1.4301.

Meio de enchimento: óleo, nitrogênio.

Versão:

Haste do pistão e tubo de pressão com superfície sem tratamento.

Indicação:

Não efetuamos a troca de molas a gás de pressão enchidas individualmente.

Molas a gás de pressão são sistemas fechados, livres de manutenção, que devem ser enchidos com nitrogênio, quando estiverem sob alta pressão. Para o amortecimento de fim de curso e a lubrificação, permanece ainda uma quantidade de óleo definida no espaço interno. As molas a gás de pressão possuem uma válvula de retenção no pino roscado do tubo de pressão, através da qual a força de extensão pode ser posteriormente reduzida.

As molas a gás de pressão devem ser armazenadas com a haste do êmbolo direcionada para baixo.

Em função das propriedades físicas ocorrentes no momento do enchimento de uma mola a gás de pressão, resultam tolerâncias na faixa de $\pm 5\%$ da força de extensão nominal.

As molas a gás de pressão são pressurizadas com gás nitrogênio e não devem ser abertas ou sobrecarregadas em hipótese alguma.

Sob consulta:

Outras forças de extensão.

Força de extensão possível F1 (mín. - máx.)

Tamanho 06/15: 40 - 400 N

Tamanho 08/19: 50 - 700 N

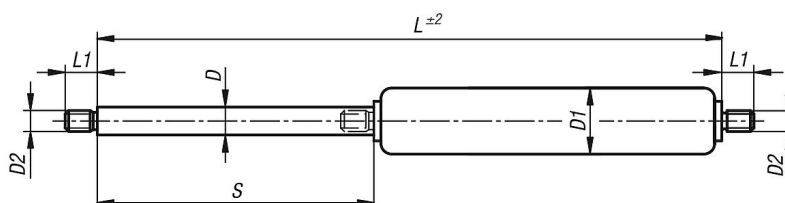
Tamanho 10/23: 100 - 1200 N

Tamanho 14/28: 200 - 2500 N

Acessórios:

Peças de conexão e ferragens, veja visualização ao lado.

Desenhos



Visão geral dos artigos

Código do artigo	Tamanho	D	D1	D2	Curso S	L	L1	Progressão %	Força de expansão F1 N
26201-0615040X100	06/15	6	15	M5	40	135	7	25	100

Visão geral dos artigos

Código do artigo	Tamanho	D	D1	D2	Curso S	L	L1	Progressão %	Força de expansão F1 N
26201-0615040X150	06/15	6	15	M5	40	135	7	25	150
26201-0615040X200	06/15	6	15	M5	40	135	7	25	200
26201-0615040X250	06/15	6	15	M5	40	135	7	25	250
26201-0615040X300	06/15	6	15	M5	40	135	7	25	300
26201-0615040X350	06/15	6	15	M5	40	135	7	25	350
26201-0615040X400	06/15	6	15	M5	40	135	7	25	400
26201-0615050X100	06/15	6	15	M5	50	155	7	25	100
26201-0615050X150	06/15	6	15	M5	50	155	7	25	150
26201-0615050X200	06/15	6	15	M5	50	155	7	25	200
26201-0615050X250	06/15	6	15	M5	50	155	7	25	250
26201-0615050X300	06/15	6	15	M5	50	155	7	25	300
26201-0615050X350	06/15	6	15	M5	50	155	7	25	350
26201-0615050X400	06/15	6	15	M5	50	155	7	25	400
26201-0615060X100	06/15	6	15	M5	60	175	7	25	100
26201-0615060X150	06/15	6	15	M5	60	175	7	25	150
26201-0615060X200	06/15	6	15	M5	60	175	7	25	200
26201-0615060X250	06/15	6	15	M5	60	175	7	25	250
26201-0615060X300	06/15	6	15	M5	60	175	7	25	300
26201-0615060X350	06/15	6	15	M5	60	175	7	25	350
26201-0615060X400	06/15	6	15	M5	60	175	7	25	400
26201-0615080X100	06/15	6	15	M5	80	215	7	25	100
26201-0615080X150	06/15	6	15	M5	80	215	7	25	150
26201-0615080X200	06/15	6	15	M5	80	215	7	25	200
26201-0615080X250	06/15	6	15	M5	80	215	7	25	250
26201-0615080X300	06/15	6	15	M5	80	215	7	25	300
26201-0615080X350	06/15	6	15	M5	80	215	7	25	350
26201-0615080X400	06/15	6	15	M5	80	215	7	25	400
26201-0615100X100	06/15	6	15	M5	100	255	7	25	100
26201-0615100X150	06/15	6	15	M5	100	255	7	25	150
26201-0615100X200	06/15	6	15	M5	100	255	7	25	200
26201-0615100X250	06/15	6	15	M5	100	255	7	25	250
26201-0615100X300	06/15	6	15	M5	100	255	7	25	300
26201-0615100X350	06/15	6	15	M5	100	255	7	25	350
26201-0615100X400	06/15	6	15	M5	100	255	7	25	400
26201-0615120X100	06/15	6	15	M5	120	295	7	25	100
26201-0615120X150	06/15	6	15	M5	120	295	7	25	150
26201-0615120X200	06/15	6	15	M5	120	295	7	25	200
26201-0615120X250	06/15	6	15	M5	120	295	7	25	250
26201-0615120X300	06/15	6	15	M5	120	295	7	25	300
26201-0615120X350	06/15	6	15	M5	120	295	7	25	350
26201-0615120X400	06/15	6	15	M5	120	295	7	25	400
26201-0615150X100	06/15	6	15	M5	150	355	7	25	100
26201-0615150X150	06/15	6	15	M5	150	355	7	25	150
26201-0615150X200	06/15	6	15	M5	150	355	7	25	200
26201-0615150X250	06/15	6	15	M5	150	355	7	25	250
26201-0615150X300	06/15	6	15	M5	150	355	7	25	300
26201-0615150X350	06/15	6	15	M5	150	355	7	25	350
26201-0615150X400	06/15	6	15	M5	150	355	7	25	400
26201-0819060X100	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	100
26201-0819060X150	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	150
26201-0819060X200	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	200
26201-0819060X250	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	250
26201-0819060X300	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	300
26201-0819060X350	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	350
26201-0819060X400	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	400
26201-0819060X500	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	500
26201-0819060X600	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	600
26201-0819060X700	08/19	8	19	M8	60	190	10	30	700
26201-0819080X100	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	100
26201-0819080X150	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	150
26201-0819080X200	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	200
26201-0819080X250	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	250
26201-0819080X300	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	300
26201-0819080X350	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	350
26201-0819080X400	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	400

Visão geral dos artigos

Código do artigo	Tamanho	D	D1	D2	Curso S	L	L1	Progressão %	Força de expansão F1 N
26201-0819080X500	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	500
26201-0819080X600	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	600
26201-0819080X700	08/19	8	19	M8	80	230	10	30	700
26201-0819100X100	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	100
26201-0819100X150	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	150
26201-0819100X200	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	200
26201-0819100X250	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	250
26201-0819100X300	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	300
26201-0819100X350	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	350
26201-0819100X400	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	400
26201-0819100X500	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	500
26201-0819100X600	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	600
26201-0819100X700	08/19	8	19	M8	100	270	10	30	700
26201-0819120X100	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	100
26201-0819120X150	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	150
26201-0819120X200	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	200
26201-0819120X250	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	250
26201-0819120X300	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	300
26201-0819120X350	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	350
26201-0819120X400	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	400
26201-0819120X500	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	500
26201-0819120X600	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	600
26201-0819120X700	08/19	8	19	M8	120	310	10	30	700
26201-0819150X100	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	100
26201-0819150X150	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	150
26201-0819150X200	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	200
26201-0819150X250	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	250
26201-0819150X300	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	300
26201-0819150X350	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	350
26201-0819150X400	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	400
26201-0819150X500	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	500
26201-0819150X600	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	600
26201-0819150X700	08/19	8	19	M8	150	370	10	30	700
26201-0819160X100	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	100
26201-0819160X150	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	150
26201-0819160X200	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	200
26201-0819160X250	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	250
26201-0819160X300	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	300
26201-0819160X350	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	350
26201-0819160X400	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	400
26201-0819160X500	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	500
26201-0819160X600	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	600
26201-0819160X700	08/19	8	19	M8	160	390	10	30	700
26201-0819180X100	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	100
26201-0819180X150	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	150
26201-0819180X200	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	200
26201-0819180X250	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	250
26201-0819180X300	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	300
26201-0819180X350	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	350
26201-0819180X400	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	400
26201-0819180X500	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	500
26201-0819180X600	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	600
26201-0819180X700	08/19	8	19	M8	180	430	10	30	700
26201-0819200X100	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	100
26201-0819200X150	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	150
26201-0819200X200	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	200
26201-0819200X250	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	250
26201-0819200X300	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	300
26201-0819200X350	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	350
26201-0819200X400	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	400
26201-0819200X500	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	500
26201-0819200X600	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	600
26201-0819200X700	08/19	8	19	M8	200	470	10	30	700
26201-0819220X100	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	100
26201-0819220X150	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	150

Visão geral dos artigos

Código do artigo	Tamanho	D	D1	D2	Curso S	L	L1	Progressão %	Força de expansão F1 N
26201-0819220X200	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	200
26201-0819220X250	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	250
26201-0819220X300	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	300
26201-0819220X350	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	350
26201-0819220X400	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	400
26201-0819220X500	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	500
26201-0819220X600	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	600
26201-0819220X700	08/19	8	19	M8	220	510	10	30	700
26201-0819250X100	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	100
26201-0819250X150	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	150
26201-0819250X200	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	200
26201-0819250X250	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	250
26201-0819250X300	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	300
26201-0819250X350	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	350
26201-0819250X400	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	400
26201-0819250X500	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	500
26201-0819250X600	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	600
26201-0819250X700	08/19	8	19	M8	250	570	10	30	700
26201-1023050X150	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	150
26201-1023050X200	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	200
26201-1023050X250	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	250
26201-1023050X300	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	300
26201-1023050X350	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	350
26201-1023050X400	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	400
26201-1023050X500	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	500
26201-1023050X600	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	600
26201-1023050X700	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	700
26201-1023050X800	10/23	10	23	M8	50	170	10	30	800
26201-1023060X150	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	150
26201-1023060X200	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	200
26201-1023060X250	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	250
26201-1023060X300	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	300
26201-1023060X350	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	350
26201-1023060X400	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	400
26201-1023060X500	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	500
26201-1023060X600	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	600
26201-1023060X700	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	700
26201-1023060X800	10/23	10	23	M8	60	190	10	30	800
26201-1023080X150	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	150
26201-1023080X200	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	200
26201-1023080X250	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	250
26201-1023080X300	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	300
26201-1023080X350	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	350
26201-1023080X400	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	400
26201-1023080X500	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	500
26201-1023080X600	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	600
26201-1023080X700	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	700
26201-1023080X800	10/23	10	23	M8	80	230	10	30	800
26201-1023100X150	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	150
26201-1023100X200	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	200
26201-1023100X250	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	250
26201-1023100X300	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	300
26201-1023100X350	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	350
26201-1023100X400	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	400
26201-1023100X500	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	500
26201-1023100X600	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	600
26201-1023100X700	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	700
26201-1023100X800	10/23	10	23	M8	100	270	10	30	800
26201-1023150X150	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	150
26201-1023150X200	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	200
26201-1023150X250	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	250
26201-1023150X300	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	300
26201-1023150X350	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	350
26201-1023150X400	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	400
26201-1023150X500	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	500

Visão geral dos artigos

Código do artigo	Tamanho	D	D1	D2	Curso S	L	L1	Progressão %	Força de expansão F1 N
26201-1023150X600	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	600
26201-1023150X700	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	700
26201-1023150X800	10/23	10	23	M8	150	370	10	30	800
26201-1023200X150	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	150
26201-1023200X200	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	200
26201-1023200X250	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	250
26201-1023200X300	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	300
26201-1023200X350	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	350
26201-1023200X400	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	400
26201-1023200X500	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	500
26201-1023200X600	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	600
26201-1023200X700	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	700
26201-1023200X800	10/23	10	23	M8	200	470	10	30	800
26201-1023250X150	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	150
26201-1023250X200	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	200
26201-1023250X250	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	250
26201-1023250X300	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	300
26201-1023250X350	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	350
26201-1023250X400	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	400
26201-1023250X500	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	500
26201-1023250X600	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	600
26201-1023250X700	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	700
26201-1023250X800	10/23	10	23	M8	250	570	10	30	800
26201-1023300X150	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	150
26201-1023300X200	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	200
26201-1023300X250	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	250
26201-1023300X300	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	300
26201-1023300X350	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	350
26201-1023300X400	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	400
26201-1023300X500	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	500
26201-1023300X600	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	600
26201-1023300X700	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	700
26201-1023300X800	10/23	10	23	M8	300	670	10	30	800
26201-1023350X150	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	150
26201-1023350X200	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	200
26201-1023350X250	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	250
26201-1023350X300	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	300
26201-1023350X350	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	350
26201-1023350X400	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	400
26201-1023350X500	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	500
26201-1023350X600	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	600
26201-1023350X700	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	700
26201-1023350X800	10/23	10	23	M8	350	770	10	30	800
26201-1428050X200	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	200
26201-1428050X250	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	250
26201-1428050X300	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	300
26201-1428050X350	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	350
26201-1428050X400	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	400
26201-1428050X500	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	500
26201-1428050X600	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	600
26201-1428050X700	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	700
26201-1428050X800	14/28	14	28	M10	50	207	12	40	800
26201-1428100X200	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	200
26201-1428100X250	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	250
26201-1428100X300	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	300
26201-1428100X350	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	350
26201-1428100X400	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	400
26201-1428100X500	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	500
26201-1428100X600	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	600
26201-1428100X700	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	700
26201-1428100X800	14/28	14	28	M10	100	307	12	40	800
26201-1428150X200	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	200
26201-1428150X250	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	250
26201-1428150X300	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	300
26201-1428150X350	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	350

Visão geral dos artigos

Código do artigo	Tamanho	D	D1	D2	Curso S	L	L1	Progressão %	Força de expansão F1 N
26201-1428150X400	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	400
26201-1428150X500	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	500
26201-1428150X600	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	600
26201-1428150X700	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	700
26201-1428150X800	14/28	14	28	M10	150	407	12	40	800
26201-1428200X200	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	200
26201-1428200X250	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	250
26201-1428200X300	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	300
26201-1428200X350	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	350
26201-1428200X400	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	400
26201-1428200X500	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	500
26201-1428200X600	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	600
26201-1428200X700	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	700
26201-1428200X800	14/28	14	28	M10	200	507	12	40	800
26201-1428250X200	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	200
26201-1428250X250	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	250
26201-1428250X300	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	300
26201-1428250X350	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	350
26201-1428250X400	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	400
26201-1428250X500	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	500
26201-1428250X600	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	600
26201-1428250X700	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	700
26201-1428250X800	14/28	14	28	M10	250	607	12	40	800
26201-1428300X200	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	200
26201-1428300X250	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	250
26201-1428300X300	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	300
26201-1428300X350	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	350
26201-1428300X400	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	400
26201-1428300X500	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	500
26201-1428300X600	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	600
26201-1428300X700	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	700
26201-1428300X800	14/28	14	28	M10	300	707	12	40	800
26201-1428350X200	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	200
26201-1428350X250	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	250
26201-1428350X300	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	300
26201-1428350X350	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	350
26201-1428350X400	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	400
26201-1428350X500	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	500
26201-1428350X600	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	600
26201-1428350X700	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	700
26201-1428350X800	14/28	14	28	M10	350	807	12	40	800
26201-1428400X200	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	200
26201-1428400X250	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	250
26201-1428400X300	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	300
26201-1428400X350	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	350
26201-1428400X400	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	400
26201-1428400X500	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	500
26201-1428400X600	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	600
26201-1428400X700	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	700
26201-1428400X800	14/28	14	28	M10	400	907	12	40	800

Descrição do artigo/Imagens dos produtos



Descrição

Material:

Aço ou aço inoxidável 1.4305.

Versão:

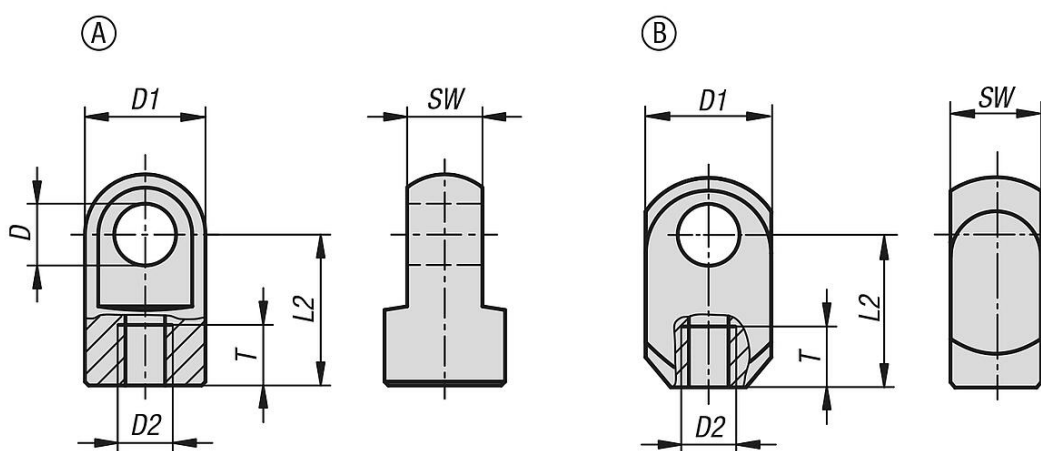
Aço zincado.

Aço inoxidável, superfície sem tratamento.

Indicação:

Olhais articulados com rosca fêmea.

Desenhos



Visão geral dos artigos

Código do artigo	Material do corpo básico	Forma	D	D1	D2	L2	SW	T
27618-03504111	Aço	A	4,1	8	M3,5	11	4	6
27618-0506116	Aço	A	6,1	10	M5	16	6	8
27618-0508116	Aço	B	8,1	15	M5	16	10	8
27618-0808119	Aço	A	8,1	14	M8	19	10	11
27618-1008127	Aço	A	8,1	18	M10	27	10	12
27618-05061161	Aço inoxidável	A	6,1	10	M5	16	6	8
27618-08081191	Aço inoxidável	A	8,1	14	M8	19	10	11
27618-10081271	Aço inoxidável	A	8,1	18	M10	27	10	12

Hinges

detachable, for welding, Stainless Steel / Aluminium

SPECIFICATION

Version in Stainless Steel

AISI 304 **NI**
Pin / Washer
Stainless Steel AISI 303

AISI 316 **A4**
Pin / Washer
Stainless Steel AISI 316

Version in Aluminium

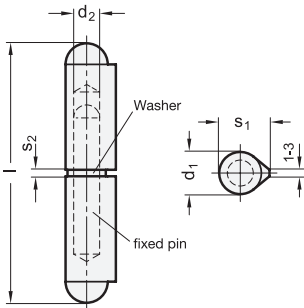
weldable, 3.3206 **AL**
Pin / Washer
Stainless Steel AISI 303

INFORMATION

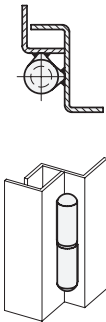
Hinges GN 128.2 are produced from drawn weldable profiled Stainless Steel or Aluminium extrusions.
The pin is fixed in the lower half.

TECHNICAL INFORMATION

- Stainless Steel characteristics (see page A26)
- List of hinges types (see page 1362)



Example of installation



GN 128.2-AL

Description	l	d1	d2	s1	s2	
GN 128.2-60-AL	60	10	6	12	2	17
GN 128.2-80-AL	80	13	8	15.5	2	38
GN 128.2-100-AL	100	16	10	20	3	75
GN 128.2-120-AL	120	16	11	20	3	90
GN 128.2-150-AL	150	20	13	25.5	3	180
GN 128.2-180-AL	180	20	14	25.5	3	221

GN 128.2-A4

STAINLESS STEEL

Description	l	d1	d2	s1	s2	
GN 128.2-80-A4	80	13	8	15.5	2	86
GN 128.2-100-A4	100	16	10	20	3	150
GN 128.2-120-A4	120	16	11	20	3	204

GN 128.2-NI

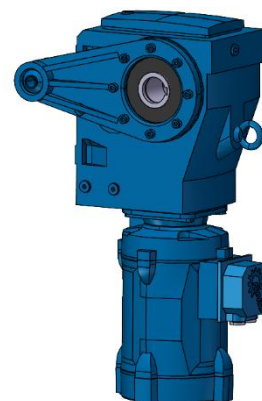
STAINLESS STEEL

Description	l	d1	d2	s1	s2	
GN 128.2-60-NI	60	10	6	12	2	36
GN 128.2-80-NI	80	13	8	15.5	2	85
GN 128.2-100-NI	100	16	10	20	3	164
GN 128.2-120-NI	120	16	11	20	3	199
GN 128.2-150-NI	150	20	13	25.5	3	394
GN 128.2-180-NI	180	20	14	25.5	3	400



NORD DRIVESYSTEMS PTP, LDA

Member of the NORD DRIVESYSTEMS Group

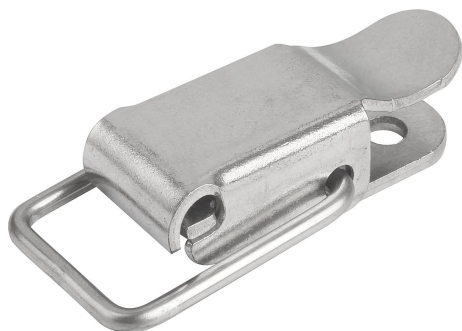


Referência do produto:

SK9022.1AZDH-100LH/4 HM TF

Item	Descrição	Código	Quantidade	Total
100	SK9022.1AZDH-100LH/4 HM TF			
	Descrição do produto	Motoredutor Cônico		
	Tipo do Motor	3-Ph AC Motor hyg		
	Rotação do Motor	1.445 1/min		
	Redução	78,89		
	Estágios	3		
	Rotação de Saída	18,000 1/min		
	Fator de Serviço	1,50		
	Torque de saída M2 (Nm)	573,00		
	Torque Máximo de Saída (Nm)	860,00		
	Potência do Motor (KW)	1,100		
	Tensão (V)	230/400		
	Frequência (Hz)	50		
	Classe de Rendimento	IE3		
	Modo de Operação	S1		
	Proteção do Motor	IP66 (IP69K (ISO 20653))		
	Classe de Isolação	F		
	Corrente Nominal 1 (A)	4,16		
	Corrente Nominal 2 (A)	2,40		
	Fator de Potência 1	0,78		
	Posição de Montagem do Redutor	M2		
	Tipo de Carcaça	Eixo Oco/Flange B14		
	Dimensões do Eixo de Saída	40H7		
	Tipo de Respiro	Válvula de Respiro		
	Proteção Eixo de Saída	Tampa de Proteção do Eixo		
	Posição da Tampa de Proteção	Enviar Tampa de Proteção Solta		
	Braço de Torque / Base	Braço de Torque		
	Posição do Braço de Torque	Side A @ 270°		
	Proteção Térmica do Motor	Termistor, 3x155°C		
	Esquema de Ligação	Estrela		
	Posição da Caixa de Ligação	2/II		
	Tipo de Lubrificante	ISO VG 220 óleo mineral		
	Classificação do Óleo	CLP 220		
	Qtde. de Lubrificante (l)	3,500		
	Cor	RAL 5010 Azul		
	Tipo de Pintura	Pintura Padrão		
	Opção de Pintura	NSD2		
	Opção de Pintura	NSD2		
	Plaqueta/Caixa de Ligação	GEAR +MOTOR Logo/ KK neutral		
	Logo CE	Sim		
	Logo CCC	Não		
	Mexico Certification NOM	Não		
	UL	Não		
	CSA	Não		
	DoE CC	Não		
	CSA ev	Não		
	Alto Rendimento	Não		
	Korea Energy Label	Não		
	Partes em Separado	Tampa		

Descrição do artigo/Imagens dos produtos

**Descrição****Material:**

Aço ou aço inoxidável 1.4301.

Versão:

zincado, passivado com filme espesso e selado com Top Coat.

Aço inoxidável com superfície sem tratamento.

Indicação:

Fechos de engate com alça de fixação para prender e fechar com segurança abas, tampas de recipientes, revestimentos de máquinas e outros objetos semelhantes.

Por ultrapassarem o ponto morto, eles suportam vibrações.

A força de fixação é aplicada através do estiramento de uma alça de fixação.

Os fechos rápidos podem ser aparafusados ou fixados com rebites. Recomendamos a utilização de parafusos de cabeça chata para fixação dos componentes.

Favor pedir separadamente os contra-ganchos na versão desejada.

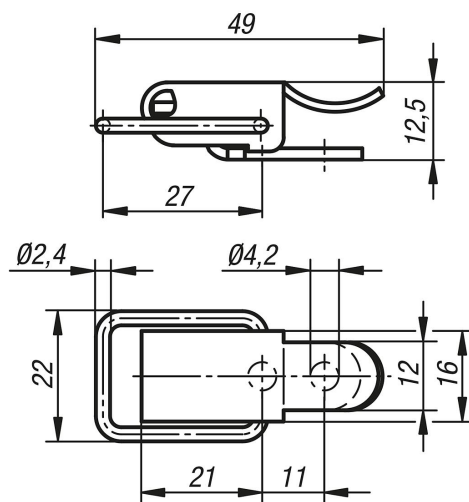
Acessórios:

Contra-gancho 05526.

Contra-gancho 05531.

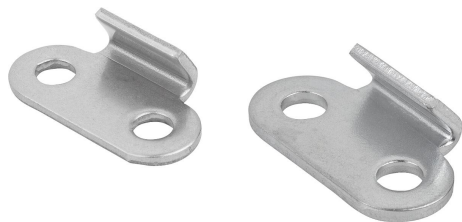
Desenhos

Ⓐ



Visão geral dos artigos

Descrição do artigo/Imagens dos produtos



Descrição

Material:

Aço ou aço inoxidável 1.4301.

Versão:

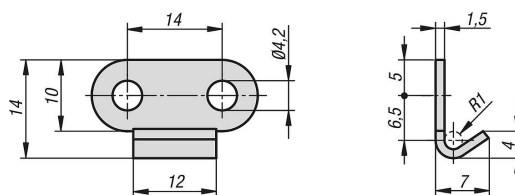
zincado, passivado com filme espesso e selado com Top Coat.

Aço inoxidável com superfície sem tratamento.

Acessórios:

Engate 05526.

Desenhos



Visão geral dos artigos



Descrição

Material:

Maçaneta em aço inoxidável 1.4301.
Carcaça e porca em aço inoxidável 1.4305.

Versão:

Superfície sem tratamento.

Indicação:

Fecho lingueta com maçaneta L. Pode ser usado à direita ou à esquerda com ângulo de fechamento de 90°. O fecho lingueta pode ser instalado pré-montado. Fornecimento com porca em aço inoxidável padrão. Grau de proteção IP65.

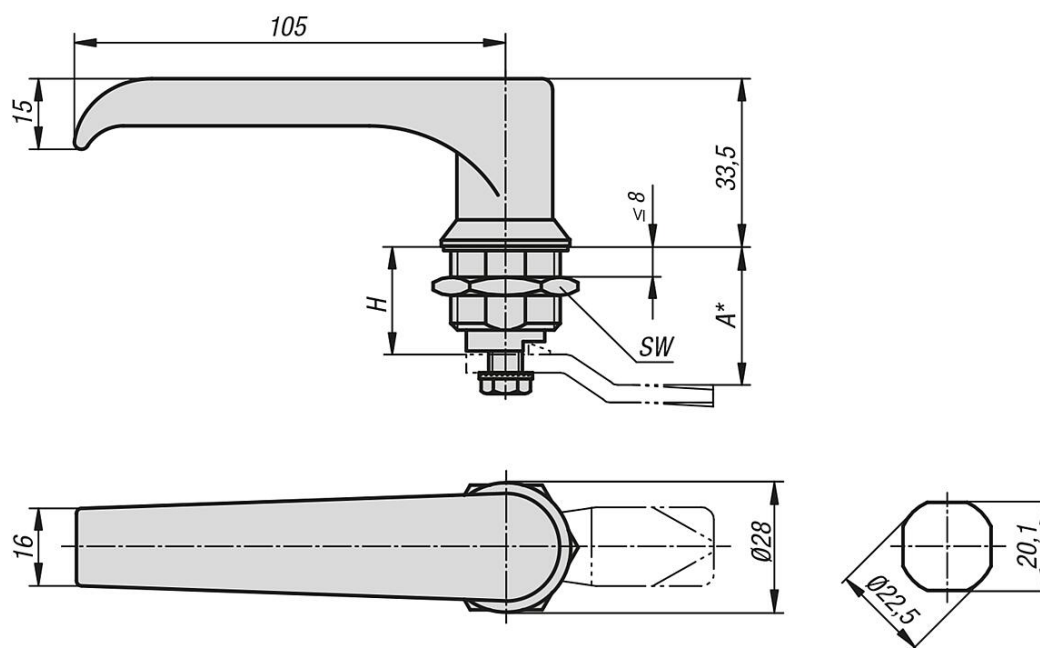
Encomende as linguetas separadamente no modelo desejado. Todas as linguetas são compatíveis com este modelo de carcaça.

*A Dimensão A resulta da combinação de fecho lingueta e da lingueta e é exibida para as linguetas correspondentes.

Acessórios:

Lingueta para fechos lingueta de aço inoxidável 05569.

Desenhos



Visão geral dos artigos

Fechos lingueta de aço inoxidável com manípulo em L 1.4301, diâmetro da carcaça 28 mm

Código do artigo	Acionamento	H	SW
05594-1186	maçaneta L	18	27

Bearing house XB-2FC80(White)-SSB40 mm(Front)-CM(White)-OS(White)

ARTICLE NUMBER 9017491



Type XB2FC

The design and patent protected XB2FC 2-hole flange bearing house is the optimal choice for machinery and equipment that has to comply with strict hygiene requirements.

The XB2FC bearing house is mounted parallel to shaft direction.

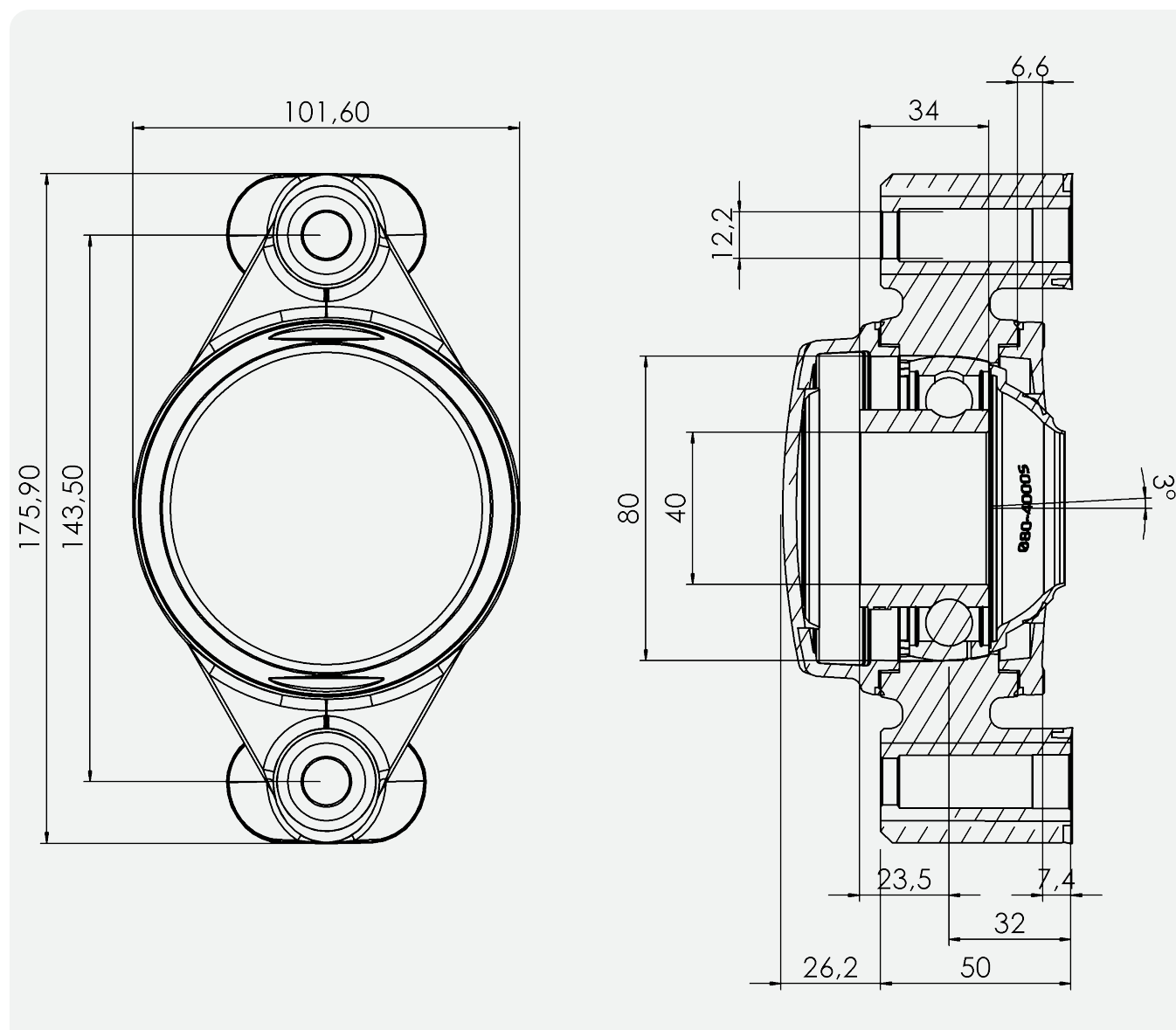
The XB2FC is designed to provide easy access for cleaning from all angles. We recommend that you choose a bearing house with NGI's hygienic nuts and bolts for maximum hygienic safety.

The XB2FC meets the requirements of EC 1935/2004, EC 10/2011, EC 2023/2006 and FDA. To ensure an EHEDG, 3-A, and USDA solution, our bolts and nuts are required for mounting. Furthermore, the USDA certification also requires the use of spacers..

Technical specifications

Bearing house size	80 mm	3.15"
Bearing house type	2-hole flange	
Bearing type	SSB	
Color backcover	White	
Color center of house	White	
Color frontcover	White	
Combination of cover	Closed Medium - Open Small	
Drawing no.	NGI 231524	
Height backcover	6.60 mm	0.26"
Height frontcover	26.20 mm	1.03"
Net weight	1015 g	
Orientation of bearing	Front	
Shaft diameter	40 mm	

Technical specifications



Bearing house XB-2FC80(White)-SSB40 mm(Front)-OM(White)-OS(White)

ARTICLE NUMBER 9017443



Type XB2FC

The design and patent protected XB2FC 2-hole flange bearing house is the optimal choice for machinery and equipment that has to comply with strict hygiene requirements.

The XB2FC bearing house is mounted parallel to shaft direction.

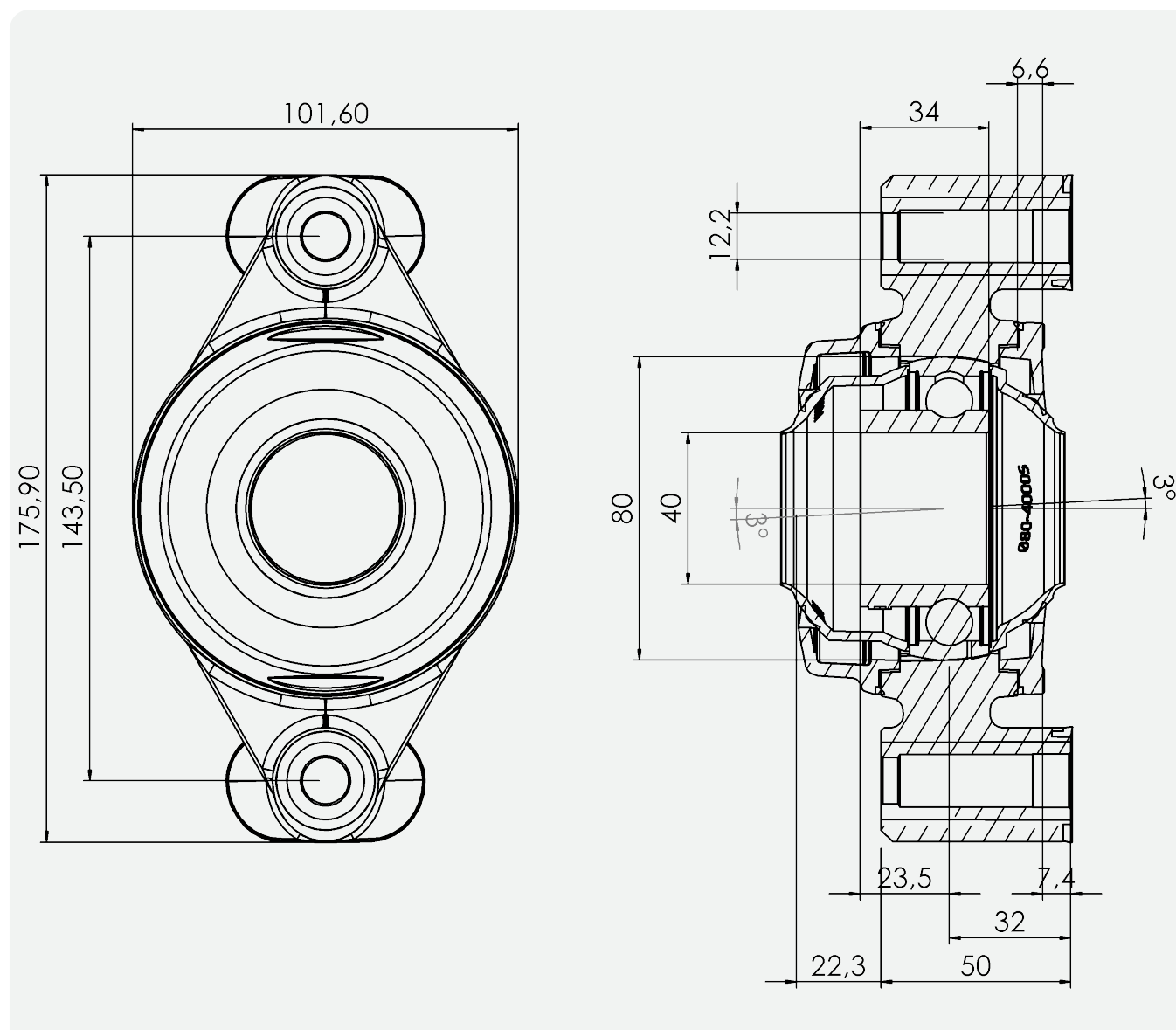
The XB2FC is designed to provide easy access for cleaning from all angles. We recommend that you choose a bearing house with NGI's hygienic nuts and bolts for maximum hygienic safety.

The XB2FC meets the requirements of EC 1935/2004, EC 10/2011, EC 2023/2006 and FDA. To ensure an EHEDG, 3-A, and USDA solution, our bolts and nuts are required for mounting. Furthermore, the USDA certification also requires the use of spacers..

Technical specifications

Bearing house size	80 mm	3,15"
Bearing house type	2-hole flange	
Bearing type	SSB	
Color backcover	White	
Color center of house	White	
Color frontcover	White	
Combination of cover	Open Medium - Open Small	
Drawing no.	NGI 231415	
Height backcover	6.60 mm	0.26"
Height frontcover	22.30 mm	0.88"
Net weight	1017 g	
Orientation of bearing	Front	
Shaft diameter	40 mm	

Technical specifications



Alfa Laval LKVF Coarse Strainer

Filters and strainers

Introduction

The Alfa Laval LKVF Coarse Strainer is a type of filter used to remove coarse particles from liquids from 1 to 3 mm.

Application

The Alfa Laval LKVF Coarse Strainer is designed to remove coarse particles from the liquid flow to protect pumps or other sensitive equipment from damage. It is used on a wide range of applications across the dairy, food, beverage and brewery industries.

Benefits

- Safeguards membrane filtration, pumps and other equipment from damage
- Easy to install and clean
- High durability
- Flexible filter element selection

Standard design

The LKVF Coarse Strainer consists of a housing with inlet and outlet. Inside the housing, the filter element is fixed to allow the flow to be forced through it. This element consists of a perforated tube which is welded to a flange with a handle. This flange fits a ferrule on the casing to which it is clamped.

Working principle

The recommended flow direction is to allow the liquid to enter the inlet (A). The particles strained collect inside the filter element which facilitates cleaning, especially if the handle points downwards or if the strainer is installed in a horizontal position. The liquid leaves the strainer through the side outlet (B).

However, it is possible to allow the liquid to enter the inlet (B) since the perforated tube is designed to withstand the pressure drop in both flow directions. The liquid leaves the strainer through the outlet (A). If side connection (B) is used as the inlet, then the maximum product pressure is 7 bar.



TECHNICAL DATA

Pressure	
Max. product pressure (A=inlet):	1000 kPa (10 bar)
Max. product pressure (B=inlet):	700 kPa (7 bar)
Min. product pressure:	Full vacuum

Temperature	
Temperature range:	-10 °C to 140 °C (EPDM)

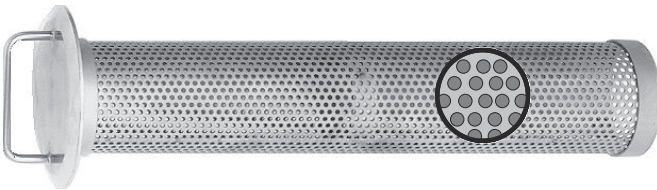
Strainer area	
25-38-51 mm:	430 cm ²
63.5-76.1 mm:	840 cm ²

PHYSICAL DATA

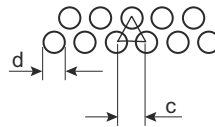
Materials	
Product wetted steel parts:	Acid-resistant steel AISI 316
Other steel parts:	Stainless steel AISI 304
Seals:	EPDM rubber
Surface finish:	Semi bright
Material grades	Seal of nitrile (NBR) or PTFE

Sizes	
25 mm, 38 mm, 51 mm, 63.5 mm and 76.1 mm.	

Strainer element perforation



Filter element



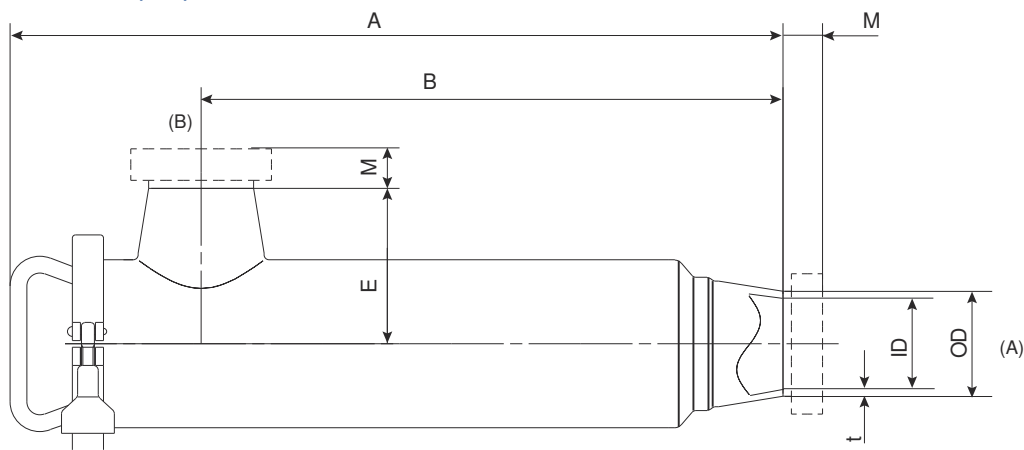
d mm	C mm	Perforation
1	2.0	23%
2	3.5	30%
3	5.0	33%



Note!

Separate pressure drop/capacity diagrams are available on request.

Dimensions (mm)



Size	25 mm	38 mm	51 mm	63.5 mm	76.1 mm
A	419	375	333	460	421
B	288	244	202	352	313
OD	25	38	51	63.5	76.1
ID	22.6	35.6	48.8	60.3	72.1
t	1.2	1.2	1.1	1.6	2
E	121	77	77	94	94
M/DS male	18.5	20	20	24	24
M/SMS male	15	20	20	24	24
M/ISO male	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
M/BS male	22	22	22	22	22
M/DIN male	22	22	22	25	30
M/ISO clamp	21.5	21.5	21.5	21.5	
Weight (kg)	1.5	1.5	1.5	3.7	3.7

Pressure drop / capacity diagram

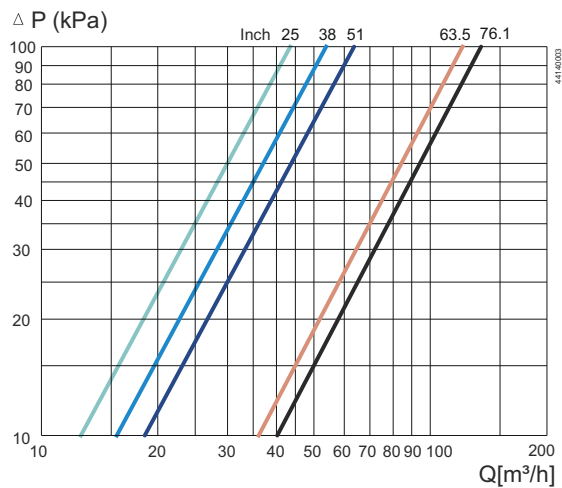
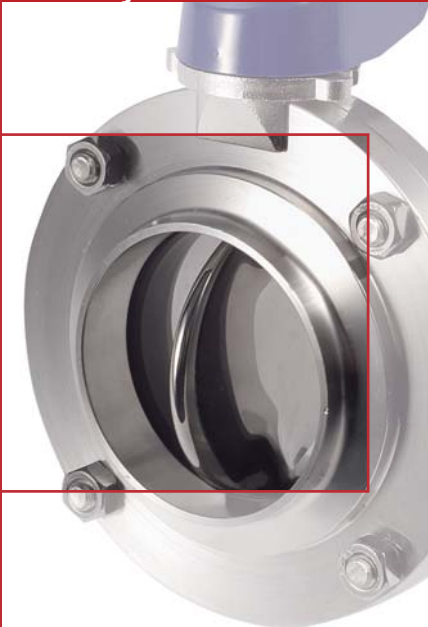


Figure 1. LKVF with $\varnothing 2$ mm holes in filter element. Medium: water (20 °C).

Ordering

Please state the following when ordering:

- Size
- Connections if not welding ends
- Size of holes in straining element, 1, 2 or 3 mm
- Options



I Application

Butterfly valves, whether manually or automatically operated, can be used in most liquid product applications in the food-processing, pharmaceutical and chemical industries.

I Operating principle

The butterfly valve can be operated automatically through an actuator or manually with a handle.

The handle blocks the valve in the "open" or "closed" position, although there are also other models with intermediate positions.

The actuator transforms the axial movement of the piston into a 90° rotary movement which it transmits to the disc.

I Design and features

Compact and robust design.

Multi-position handle as standard feature for valves up to DN-100/4".

Two-position handle as standard feature for valves starting from DN-100/4".

Several models of easily interchangeable manual handles and pneumatic or electric actuators.

Low pressure losses.

Body halves interchangeable with any connection type.

Connections: DIN 11850.

Traceability of components.

I Materials

Disc and body halves	AISI 316L (forged)
Handle	AISI 304 / PP
Other st.st. parts	AISI 304
Gasket	EPDM according to FDA 177.2600
Internal surface finish	$Ra \leq 0,8 \mu m$
External surface finish	Machined

I Options

Valve in AISI 304.

Gaskets: NBR, VMQ or FPM.

Connections: Clamp, SMS, RJT, FIL-IDF, etc.

Two sizes for multi-position handle.

Handles: two-position, lever, micrometric, with safety lock, etc.

Electric actuator or single- or double-acting actuator, the size is determined by the operating torque of the valve.

Electro-pneumatic positioner.

Inductive position sensors.

C-TOP control unit (inductive position sensors or microswitches).

ATEX version available.

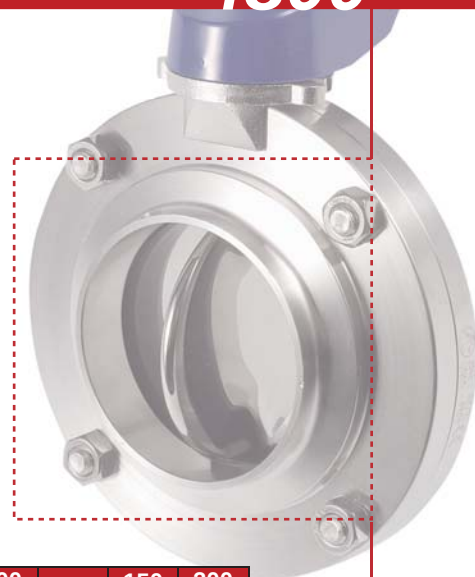


I Technical specifications

Available sizes	DN 10 - DN 200	DN ½" - DN 8"
Max. working temperature	-10 °C to +120 °C (EPDM) +140 °C (SIP, max. 30 min)	14 °F to 248 °F 284 °F
Min. working pressure	0,2 bar (P.abs)	3 PSI (P.abs)
Max. working pressure	10 bar (DN 10 - DN 100) ⁽¹⁾ 8 bar (DN 125 - DN 150) ⁽²⁾ 5 bar (DN 200) ⁽²⁾	145 PSI (DN ½" - DN 4") ⁽¹⁾ 116 PSI (DN 5" - DN 6") ⁽²⁾ 72,5 PSI (DN 8") ⁽²⁾

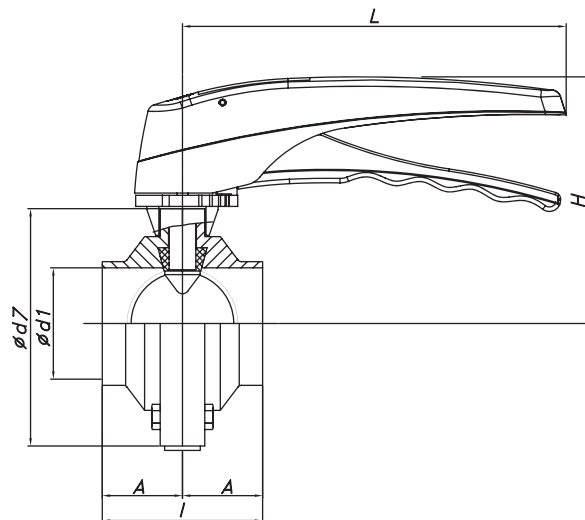
Note (1): Classified according to Directive 97/23/CE as Category I valves for use with fluids of Group 1

Note (2): Classified according to Directive 97/23/CE as Category I valves for use with fluids of Group 2



DN	10 ½"	15 ¾"	20	25 1"	32	40 1½"	50 2"	2½"	65	3"	80	100 4"	125	150 6"	200 8"
OPERATING TORQUE (N·m)	6	6	6	8	9	10	14	15	18	18	20	25	55	70	90

Test pressure 10 kg/cm²



DN	Ø d1	Ø d7	A	I	H	L
10	10	62	20	40	90	115
15	16	62	20	40	90	
20	20	72	20	40	95	
25	26	87	20	40	102	
32	32	92	21	42	105	170
40	38	97	25	50	107	
50	50	110	25	50	115	
65	66	127	25	50	125	
80	81	142	30	60	130	
100	100	162	30	60	150	
125*	125	190	55	110	147	270
150*	150	240	66	132	180	300
200*	200	284	75	150	205	325

DN	Ø d1	Ø d7	A	I	H	L
½"	9,4	62	20	40	90	115
¾"	15,8	62	20	40	90	
1"	22,1	87	20	40	102	
1 ½"	34,9	97	25	50	107	170
2"	47,6	110	25	50	115	
2 ½"	60,3	118	25	50	125	
3"	72,9	131	25	50	130	
4"	97,4	162	30	60	150	
6" *	146,8	240	66	132	180	300
8" *	197,6	284	75	150	205	325

* With two-position handle only



Machine foot XH- FIX66-M16 x 150/85-M16 x 50, AISI 304, Black NBR, 1 fixation

ARTICLE NUMBER 1000175



Type XH

The design and patent protected XH Fixing levelling foot is the optimal choice for machinery and equipment that has to comply with the strictest hygienic requirements.

The thread is covered with a hygienic sleeve which cannot be overadjusted and secures safety against exposed thread. The sleeve also functions as a counter nut.

All movable parts are 100% hygienically sealed even if the load on the foot is removed. All sealings are blue and therefore detectable by scanning systems.

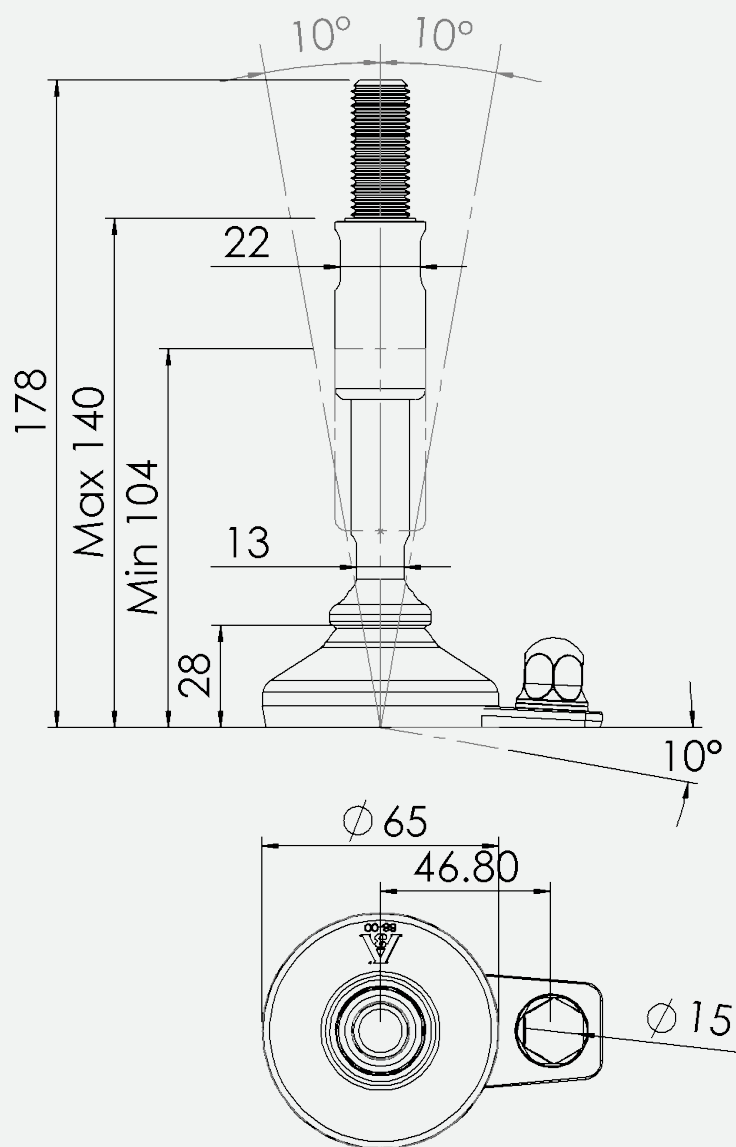
Minimum cleaning effort is obtained by the design of the self-draining surfaces. Additionally, the foot is hygienically sealed to the floor by vulcanized FDA-approved, anti-vibration, anti-slip rubber, which blocks out bacteria underneath the footplate.

The XH Fixing is designed to be fastened to the floor by the fixing plate.

Technical specifications

	XH	
Antislip	Yes	
Drawing no.	NGI 066291	
Footplate diameter	66 mm	2.60"
Height adjustment	36 mm	1.42"
Height max.	140 mm	5.51"
Height min.	104 mm	4.09"
Height total	178 mm	7.01"
Mounting holes	1 Pieces	
Net weight	528 g	
Nom. load	9000 N	2023.28lbs
Nom. pull	4000 N	899.24lbs
Rubber type	SH75A	
Sleeve diameter	16 mm	0.63"
Sleeve length	50 mm	1.97"
SleeveType	RH0X	
Spindle length	150 mm	5.91"
Thread length	85 mm	3.35"
Thread size	M16	
Thread standard	Metric C	

Technical specifications



**I Application**

The Estampinox EFI pump is a stainless steel centrifugal pump ideal for the transfer of water and other low viscosity liquids. It is designed to cater for the needs of auxiliary services in the food-processing, chemical, pharmaceutical and wine-making industries.

I Design and features

Estampinox EFI is a range of close-coupled centrifugal pumps.

It is made of a cold-formed stainless steel casing, open impeller manufactured with stainless steel cold-formed plate or investment casting (according to model), mechanical seal, pump cover, lantern and shaft. Estampinox EFI centrifugal pump is provided with an internal single mechanical seal.

I Technical specifications**Materials:**

Parts in contact with the product	Stainless steel AISI 316L (1.4404)
Other steel parts	Stainless steel AISI 304 (1.4301)
Gaskets in contact with the product	EPDM

Mechanical seal:

Rotary part	Ceramic (Cer)
Stationary part	Carbon (C)
Gaskets	EPDM

Surface finish:	Matt
-----------------	------

Connections:	Threaded connection (ISO 7)
--------------	-----------------------------

Operating limits:

Maximum working pressure	6 bar	87 PSI
Temperature range	-10°C to +120 °C	14 °F to 248 °F
Maximum flow	65 m³/h	286 US GPM
Maximum differential head	66 m	217 ft
Maximum speed	3500 rpm	

I Motor

Triphasic induction motor with B34 flange (B35 for motor frame 132), in compliance with the IEC standards, 2 poles = 3000/3600 rpm, efficiency class according to EC regulation, IP 55 protection and F-class insulation.

3 phases, 50 Hz, 230 V Δ / 400 V Y, ≤ 4 kW
3 phases, 50 Hz, 400 V Δ / 690 V Y, ≥ 5,5 kW

Estampinox EFI centrifugal pump
with shroud



I Options

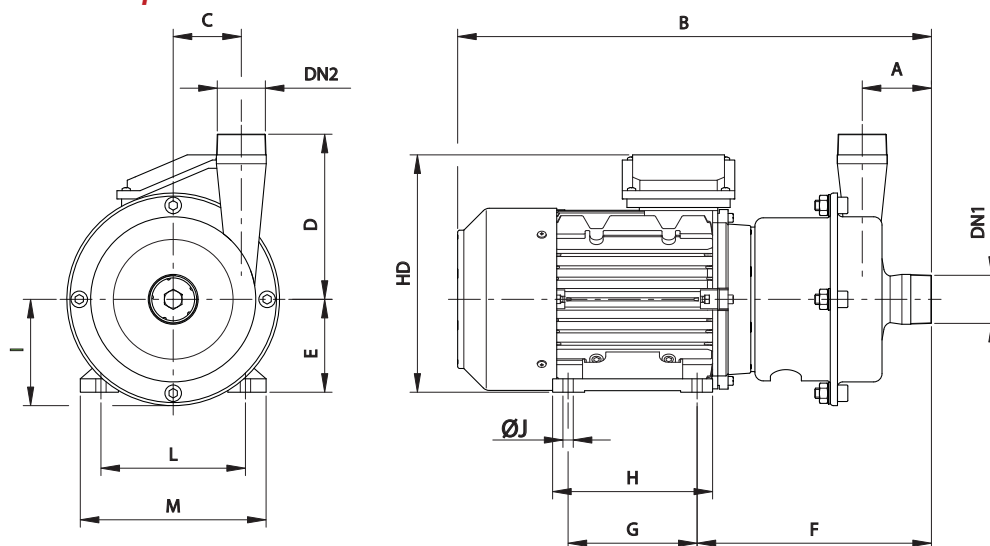
AISI 304 stainless steel motor shroud.

Other materials for mechanical seals and gaskets.

Different types of connections.

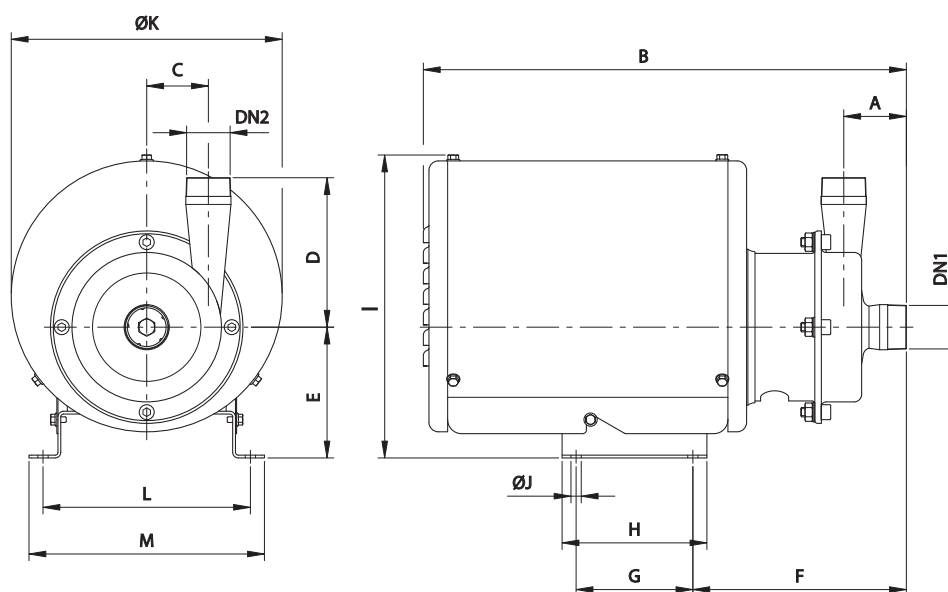
Motor with other voltages, frequencies, mechanical protections and efficiencies.

Trolley and/or control panel.

I Dimensions Estampinox EFI

Pump	Motor	kW	rpm	DN1	DN2	A	B	C	D	E	F	G	H	HD	I	ØJ	L	M	kg
EFI 0	71	0,25	1450	R 1	R 3/4	60	370	36	100	71	193	90	110	190	73	7	112	137	7
	71	0,37	2900				370			71	193	90	110	190	73	7	112	137	8
EFI 1	80	0,55	1450	R 1 1/2	R 1	64	405	48	110	80	204	100	125	220	86	9	125	160	12
	80	0,75	2900				395			80	204	100	125	220	86	9	125	160	13
EFI 2	90S	1,1	1450	R 1 1/2	R 1 1/2	67	450	66	160	90	227	100	130	240	103	10	140	175	19
	90L	2,2	2900				475			90	227	125	155	240	103	10	140	175	21
EFI 3	100	2,2	1450	R 2	R 2	70	520	92	192	100	251	140	180	265	128	12	160	200	32
	112	4	2900				535			112	258	140	180	295	128	12	190	230	37
	112	5,5					535			112	258	140	180	295	128	12	190	230	41
	132S	7,5					600			132	300	140	180	335	150	12	216	255	67



I Dimensions Estampinox EFI with shroud

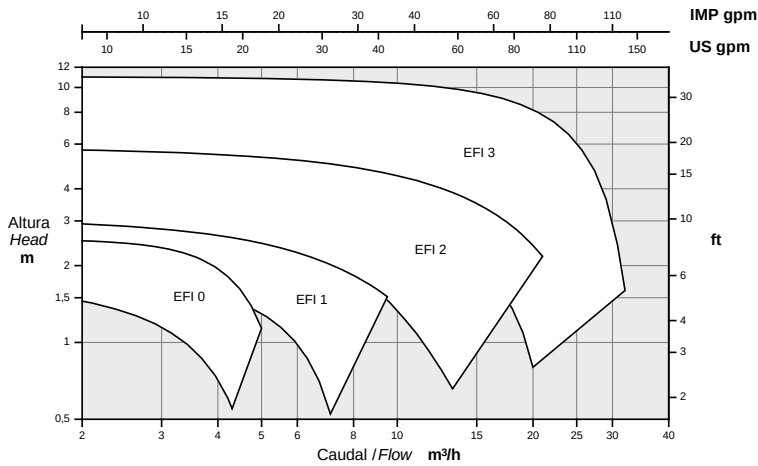
Pump	Motor	kW	rpm	DN1	DN2	A	B	C	D	E	F	G	H	I	ØJ	ØK	L	M	kg
EFI 0	71	0,25	1450	R 1	R 3/4	60	430	36	100	115	195	90	110	260	7	230	182	202	11
	71	0,37	2900				430			115	195	90	110	260	7	230	182	202	11
EFI 1	80	0,55	1450	R 1 1/2	R 1	64	500	48	110	130	206	125	155	314	11	290	222	252	17
	80	0,75	2900				500			130	206	125	155	314	11	290	222	252	18
EFI 2	90S	1,1	1450	R 1 1/2	R 1 1/2	67	517	66	160	140	229	125	155	334	11	290	222	252	24
	90L	2,2	2900				517			140	229	125	155	334	11	290	222	252	26
EFI 3	100	2,2	1450	R 2	R 2	70	600	92	192	160	253	140	170	375	13	350	278	308	39
	112	4	2900				600			172	260	140	170	388	13	350	278	308	44
	112	5,5					600			172	260	140	170	388	13	350	278	308	48
	132S	7,5					730			192	302	178	214	425	13	400	317	347	78



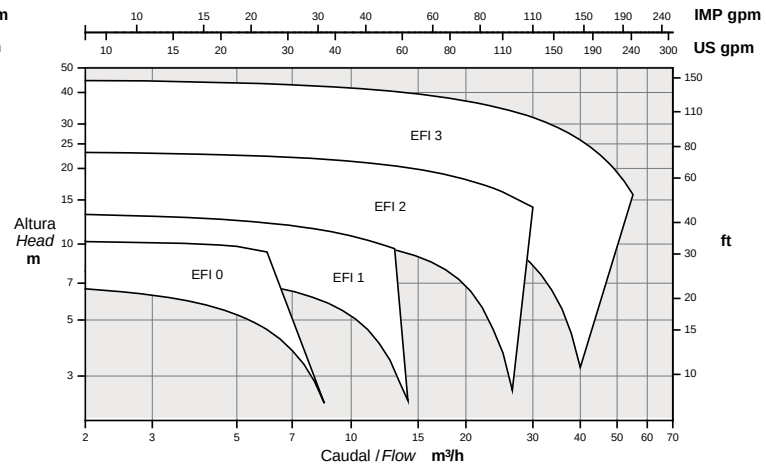
Performance charts

50 Hz

1450 rpm

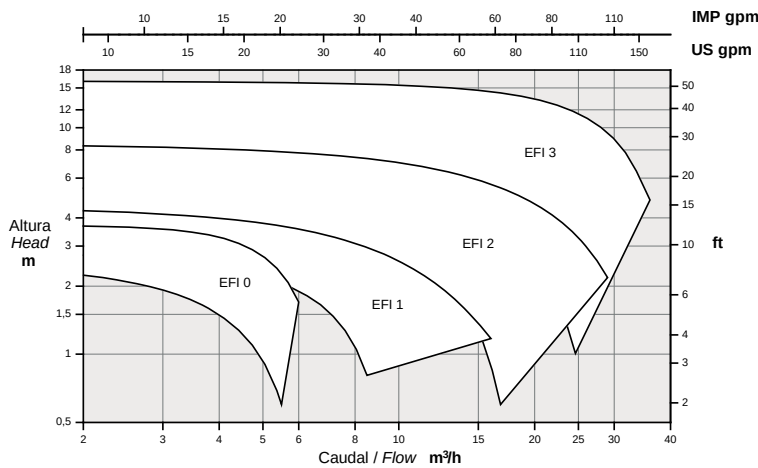


2900 rpm

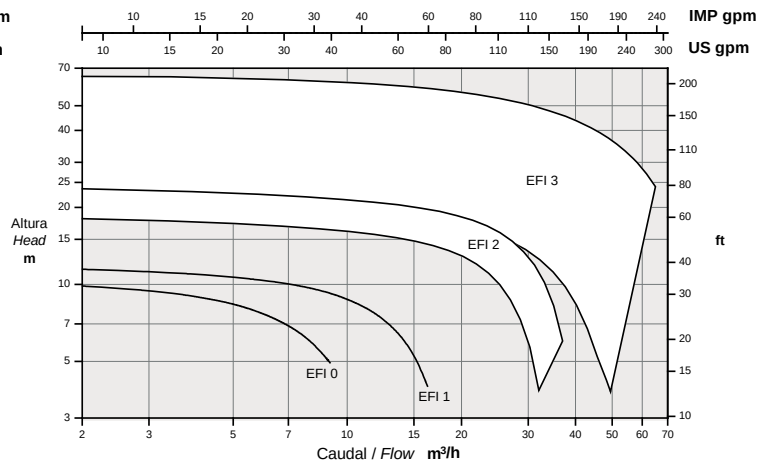


60 Hz

1750 rpm



3500 rpm



FT.EstampinoxEFI.5.EN-1219



Spraying Systems Co.®
Experts in Spray Technology

Wheaton, IL USA

Find Your Local Sales Office: spray.com/localrep

Find Your Local Web Site: spray.com/localsite

Product Name FullJet® H/HH

Sales Part

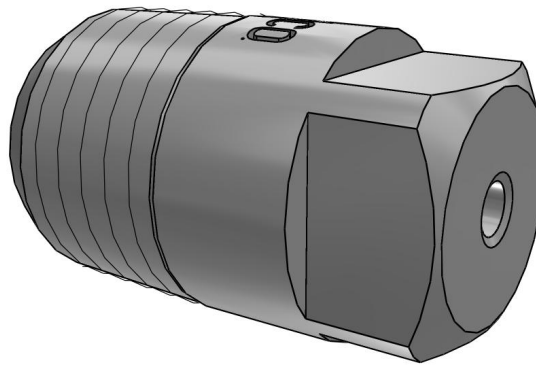
1/4HH-SS6.5

Inlet Connection Size [INCH]

1/4 NPT (Male)

Materials

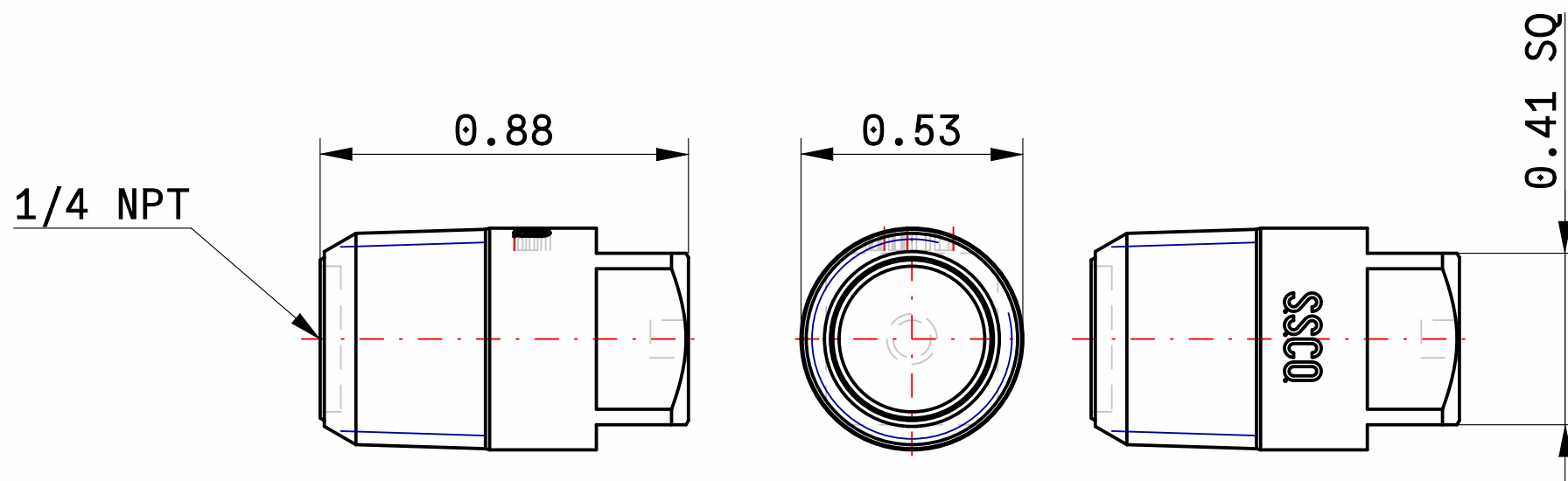
303 Stainless Steel



*Interactive 3D graphic, click to activate and rotate
(3D capable PDF viewer required)*

Capacity Size	6.5
Max Free Passage Dia (in)	0.063
Flow Rate Capacity (gallons per minute) at 5 psi	0.47
Flow Rate Capacity (gallons per minute) at 7 psi	0.55
Flow Rate Capacity (gallons per minute) at 10 psi	0.65
Flow Rate Capacity (gallons per minute) at 20 psi	0.89
Flow Rate Capacity (gallons per minute) at 40 psi	1.2
Flow Rate Capacity (gallons per minute) at 80 psi	1.7
Flow Rate Capacity (gallons per minute) at 100 psi	1.9
Flow Rate Capacity (gallons per minute) at 150 psi	2.3
Spray Angle at 7 psi [°]	45
Spray Angle at 20 psi [°]	50
Spray Angle at 80 psi [°]	46

Product Datasheet



Drawing Dimensions in Inches



Spraying Systems Co.®
Experts in Spray Technology

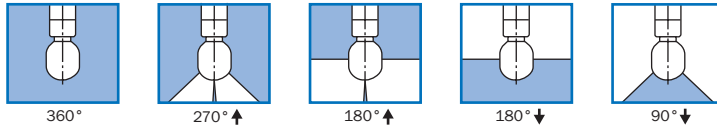
Spraying Systems Co. reserves the right to make changes in product specification and design or to add improvements at any time

Wheaton, IL USA

Find Your Local Sales Office: spray.com/localrep

Find Your Local Web Site: spray.com/localsite

TANKO® S



The TANKO® S is a rotating spray head with slotted spray openings.

Strong impact, high cleaning force at low volumetric flows and low pressures make it easier to optimize the cleaning process and provide a more efficient alternative to static spray balls. The spate cleaners are available in 5 different sizes, with different materials and connections, and also with ATEX certification if required.

All consumption specifications are for orientation only.
The dimensions listed are in mm and are nominal dimensions.

Technical Parameters

Spray angle:	360°, 270° upwards, 180° upwards, 180° downwards, 90° downwards
Materials:	TANKO® S10: Basic body 1.4435 (316L); bearing balls 1.4401 (316), optional 2.4610 (HC4) TANKO® S20 / TANKO® S30: Basic body 1.4435 (316L), 2.4602 (HC22); Bearing balls 1.4401 (316), optional 2.4610 (HC4) TANKO® S40 / TANKO® S50: Basic body 1.4435 (316L), 1.4404 (316L), 2.4602 (HC22); bearing balls 1.4401 (316), optional 2.4610 (HC4)
Connections:	Clipon, thread, orbital weldon connection acc. DIN 11866
Operating pressure:	Cleaning medium: 1,5 - 3 bar / 22 - 43.5 psi *
Working temperature:	Cleaning medium: max. 230°C / 446°F (Does not apply to ATEX versions!)
Ambient temperature:	Inside the container: max. 250°C / 482°F (Does not apply to ATEX versions!)
Volume flow rate:	0.25 - 18 m³/h / 4.2 - 300 l/min / 1 - 79 gpm (US) *
Range:	Cleaning radius: 0.1 - 3.2 m / 0.3 - 10.5 ft; wetting radius: 0.1 - 4.2 m / 0.3 - 13.8 ft *
Bearings:	double ball bearings

*Depending on model and cleaning medium

Information as per ATEX (excerpt)

The cleaning devices satisfy the explosion protection requirements of Directive 2014/34/EU.

Current information on the type approval of the cleaning devices: TANKO® EX S10, TANKO® EX S20, TANKO® EX S30, TANKO® EX S40, TANKO® EX S50
(G = Gas, D = Dust, X at the end of the identification number = Special conditions, see operating instructions)

Ex II 1 G Ex h IIB T6 Ga
II 1 D Ex h IIIC T60°C Da
TPS 20 ATEX 055073 008 X

The technical data of the ATEX units can differ from the standard units and this data is provided in the respective operating and installation instructions.

Surcharge on standard products from the TANKO® S series: 75.00 EUR

Article no.: please take the respective article number and substitute the value "X" accordingly. E.g.: 665 03 7600 135X

Consumption Data and Throw Length Data

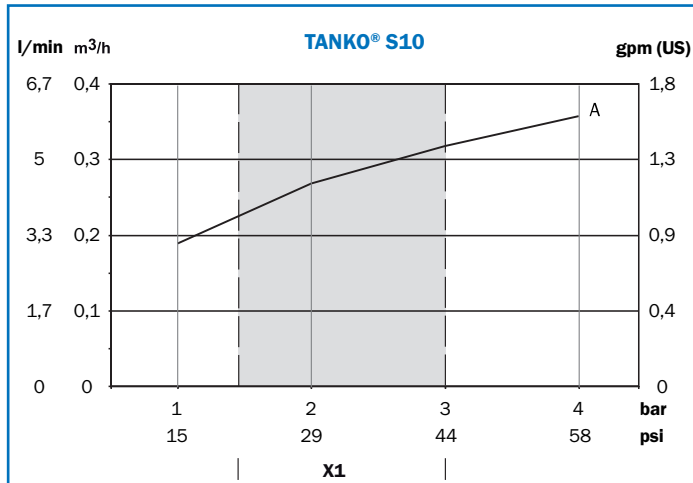
Test conditions for the consumption and range charts:

Temperature: 20 - 30 °C / 68 - 86 °F

Measuring medium: Water

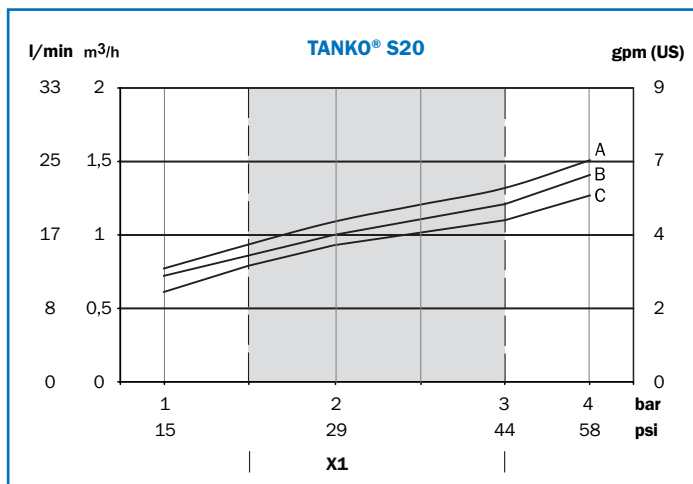
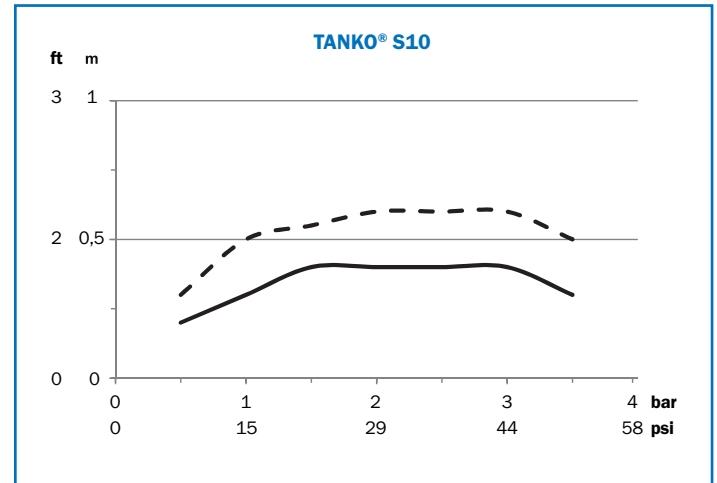
Connection: Thread connection

The consumption values for clipon connections can be up to 30% higher depending on the size of the connection, the range values may be lower.



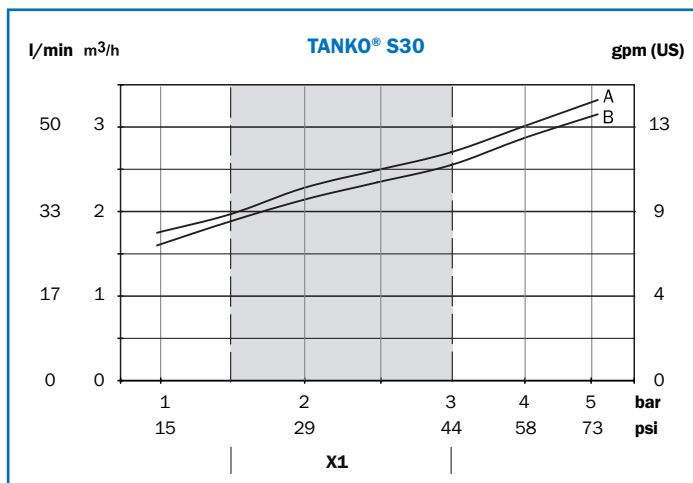
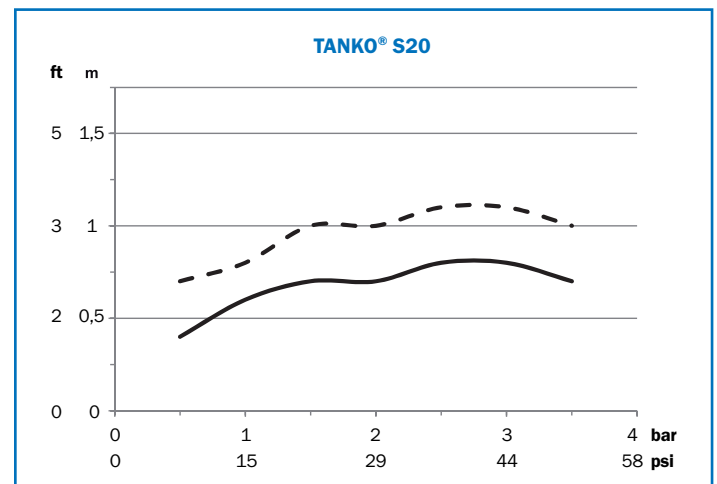
A – 360°

X1 – recommended operating pressure



A – 360° / 270° upwards **B** – 180° downwards **C** – 90° downwards

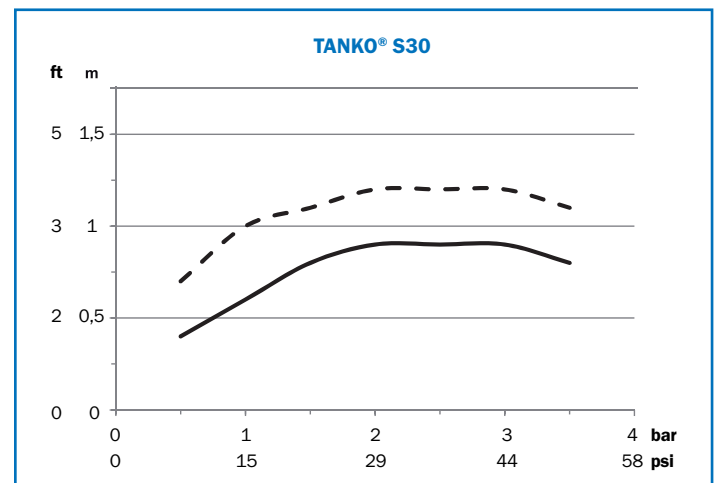
X1 – recommended operating pressure

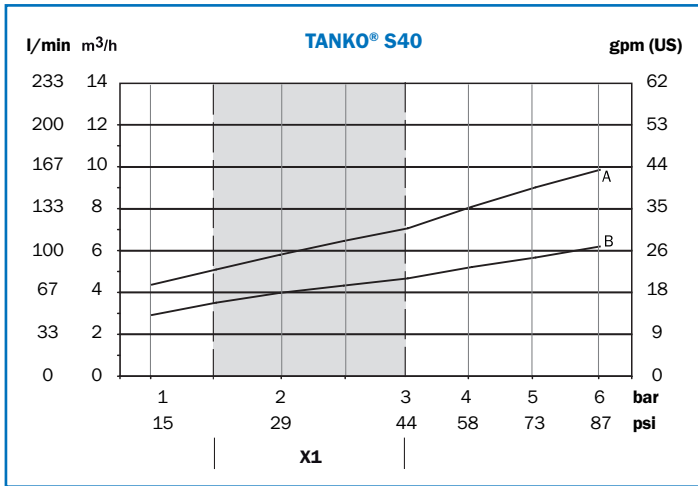


A – 360° / 180° upwards / 180° downwards / 90° downwards

B – 270° upwards

X1 – recommended operating pressure

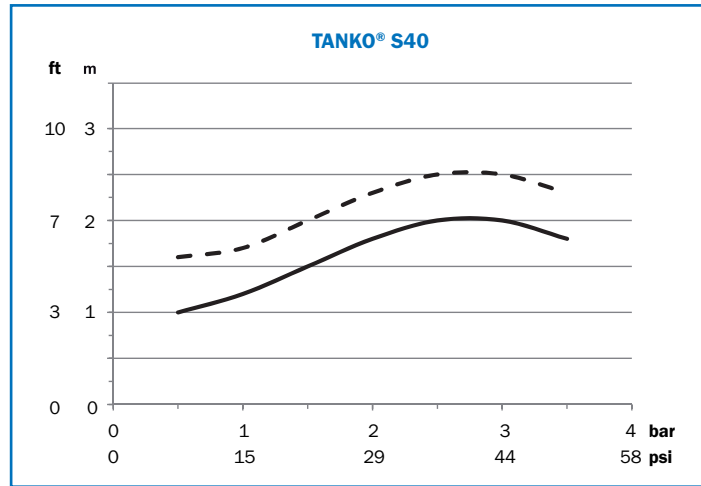




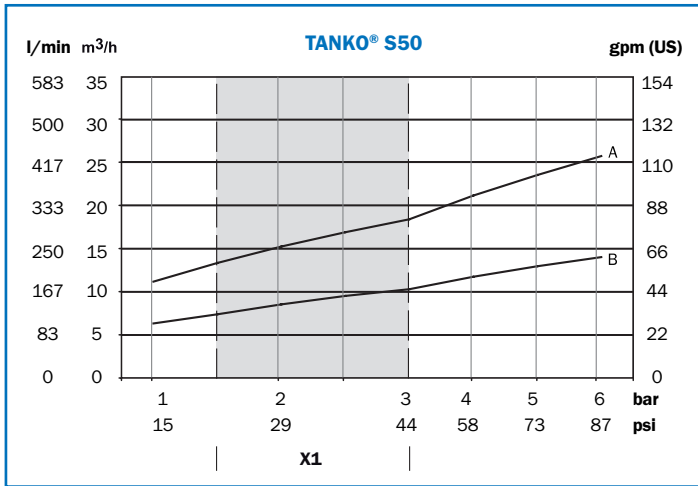
A – 360° HF

B – 360° / 270° upwards / 180° upwards / 180° downwards / 90° downwards

X1 – recommended operating pressure



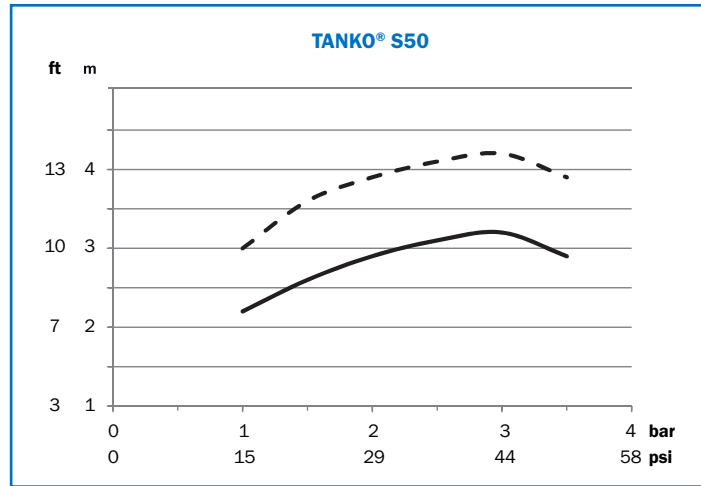
— Wetting radius - - - Cleaning radius



A – 360° / 270° upwards

B – 180° upwards / 180° downwards

X1 – recommended operating pressure



— Wetting radius - - - Cleaning radius

Surcharge on standard products from the TANKO® S series:

TANKO® S with Hastelloy Balls

Model	Ball material	Surcharge/EUR
TANKO® S10	2.4610 / HC4	141.00
TANKO® S20	2.4610 / HC4	56.00
TANKO® S20	2.4602 / HC22	62.00
TANKO® S30	2.4610 / HC4	72.00
TANKO® S30	2.4602 / HC22	80.00
TANKO® S40	2.4610 / HC4	120.00
TANKO® S40	2.4602 / HC22	133.00
TANKO® S50	2.4610 / HC4	272.00
TANKO® S50	2.4602 / HC22	302.00

Article no.:

Please replace **00** in the article number with **0A** for 2.4602 or **0B** for 2.4610

Example: 665 03 76**00** 1351 TANKO® S30, 360° Standard

Example: 665 03 76**0A** 1351 TANKO® S30, 360° with balls made of 2.4602 / HC22

Example: 665 03 76**0B** 1351 TANKO® S30, 360° with balls made of 2.4610 / HC4

Spare Parts and Services

Wire Retaining Pin Set (4 pieces) for Clipon

Article no.	Version	To be used for materials	Ø	Length	Price/EUR
664 00 00A2 0044	TANKO® S20	1.4435 (316L), 1.4404 (316L)	2	40	29,60
664 00 00A2 0064	TANKO® S20	1.4576	2	40	29,60
664 00 00A2 0094	TANKO® S20	2.4602 (HC22), 2.4610 (HC4)	2	40	32,40
664 00 00A3 0044	TANKO® S30	1.4435 (316L), 1.4404 (316L)	2	49	29,60
664 00 00A3 0064	TANKO® S30	1.4576	2	49	29,60
664 00 00A3 0094	TANKO® S30	2.4602 (HC22), 2.4610 (HC4)	2	49	32,40
664 00 00A6 0054	TANKO® S40	1.4571 (316Ti)	3.6	78	34,40
664 00 00A6 0074	TANKO® S40	2.4602 (HC22), 2.4610 (HC4)	3.6	78	63,20
664 00 00A7 0054	TANKO® S50	1.4571 (316Ti)	4.5	115	38,80

Measuring Report

Number of measuring points	Description	Net price/EUR
3	Roughness	35,00
5	Roughness	55,00
2	Δ-ferrite content	45,00

Material Certificates

Description	Net price/EUR
WAZ 3.1 - EN10204 - TANKO® S	15,00
WAZ 3.1 - EN10204 - Wire retaining pins	15,00

Surface Treatment

Article no.	Description	Surcharge/EUR
... R	Surface treatment of TANKO® S to Ra ≤ 0.5 µm (exterior)	67,00
... D	Electropolishing of TANKO® S (exterior)	59,00
... C	Electropolishing of TANKO® S to Ra ≤ 0.5 µm (exterior)	125,00

Article no.:

Please take the respective article number and add the corresponding treatment letter designation for example: **A** for Ra ≤ 0.5 µm (external) or **D** or **C**.

Example: 665 03 7600 135**1** TANKO® S30, 360° Standard

Example: 665 03 760A 135**A** TANKO® S30, 360° Standard Ra ≤ 0.5 µm (external)



ACCESORIOS Y RACORES
FITTINGS AND UNIONS
ACCESSOIRES ET RACCORDS

RACORDS PARA TUBO SANITARIO DIN 11850 (SERIE 2) UNIONS FOR DIN 11850 (SERIES 2) SANITARY TUBE MONTAGE POUR TUBE SANITAIRE DIN 11850 (SÉRIE 2)

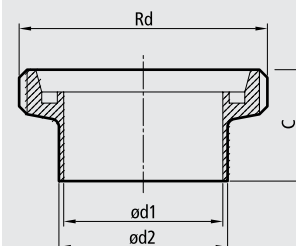
DIN 11850 (SERIES 2)

17

MACHO SOLDAR (serie 2)
WELDING MALE (series 2)
NEZ FILETE A SOUDER (série2)

Según DIN 11851 (SERIE 2) Form SC
According to DIN 11851 (SERIES 2) Form SC
Selon DIN 11851 (SÉRIE 2) Form SC

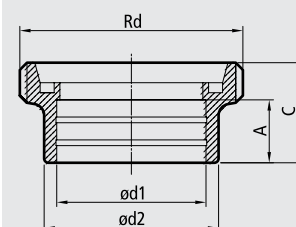
DN	Ød1	Ød2	Rd	C	AISI 304L	AISI 316L	kg
10	10	13	28x1/8"	21	R0013-004010	R0013-006010	0,033
15	16	19	34x1/8"	21	R0013-004015	R0013-006015	0,047
20	20	23	44x1/6"	24	R0013-004020	R0013-006020	0,086
25	26	29	52x1/6"	29	R0013-004025	R0013-006025	0,114
32	32	35	58x1/6"	32	R0013-004032	R0013-006032	0,129
40	38	41	65x1/6"	33	R0013-004040	R0013-006040	0,161
50	50	53	78x1/6"	35	R0013-004050	R0013-006050	0,218
65	66	70	95x1/6"	40	R0013-004065	R0013-006065	0,343
80	81	85	110x1/4"	45	R0013-004080	R0013-006080	0,506
100	100	104	130x1/4"	54	R0013-004100	R0013-006100	0,626
125	125	129	160x1/4"	46	R0013-004125	R0013-006125	0,960
150	150	154	190x1/4"	50	R0013-004150	R0013-006150	1,800



MACHO MANDRINAR
EXPANDING MALE
NEZ FILETE À DUDGEONNER

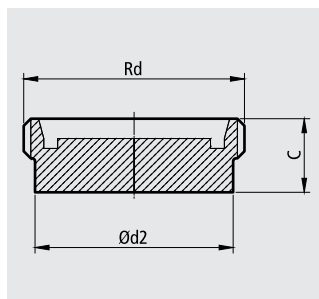
Segons DIN 11851 Form C
According to DIN 11851 Form C
Selon DIN 11851 Form C

DN	Ød1	Ød2	Rd	A	C	AISI 304L	AISI 316L	kg
10	12,2	18	28x1/8"	12	21	R0012-004010	R0012-006010	0,037
15	18,2	24	34x1/8"	12	21	R0012-004015	R0012-006015	0,050
20	22,2	30	44x1/6"	12	24	R0012-004020	R0012-006020	0,100
25	28,2	35	52x1/6"	15	29	R0012-004025	R0012-006025	0,130
32	34,2	41	58x1/6"	18	32	R0012-004032	R0012-006032	0,162
40	40,2	48	65x1/6"	20	33	R0012-004040	R0012-006040	0,210
50	52,2	61	78x1/6"	22	35	R0012-004050	R0012-006050	0,303
65	70,3	79	95x1/6"	25	40	R0012-004065	R0012-006065	0,446
80	85,3	93	110x1/4"	28	45	R0012-004080	R0012-006080	0,598
100	104,3	114	130x1/4"	35	54	R0012-004100	R0012-006100	0,884
125	129,4	137	160x1/4"	10	46	R0012-004125	R0012-006125	-
150	154,4	163	190x1/4"	12	50	R0012-004150	R0012-006150	-



* Consultar disponibilidad.
* Consult availability.
* Consulter disponibilité.

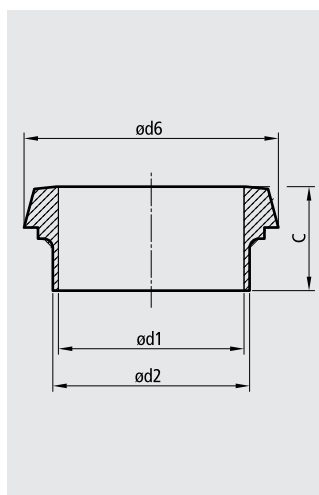
MACHO CIEGO
BLIND MALE
BOUCHON NEZ FILETE



DN	Ød2	Rd	C	AISI 304L	kg
25	44	52x1/6"	23	R0014-004025	-
32	50	58x1/6"	23	R0014-004032	-
40	58	65x1/6"	23	R0014-004040	-
50	70	78x1/6"	26	R0014-004050	-
65	88	95x1/6"	28	R0014-004065	-
80	100	110x1/4"	35	R0014-004080	-
100	120	130x1/4"	35	R0014-004100	-

CASQUILLO SOLDAR (serie 2)
WELDING LINER (series 2)
DOUILLE À SOUDER (série 2)

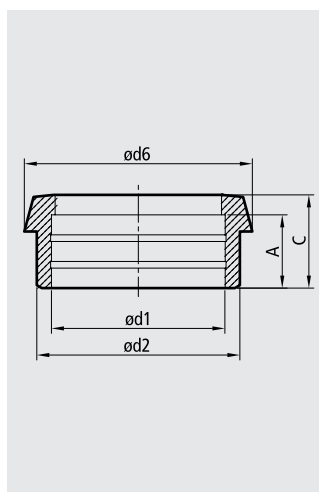
Según DIN 11851 (SERIE 2) Form SD
According to DIN 11851 (SERIES 2) Form SD
Selon DIN 11851 (SÉRIE 2) Form SD



DN	Ød1	Ød2	Ød6	C	AISI 304L	AISI 316L	kg
10	10	13	22,5	17	R0023-004010	R0023-006010	0,020
15	16	19	28,5	17	R0023-004015	R0023-006015	0,029
20	20	23	36,5	18	R0023-004020	R0023-006020	0,054
25	26	29	44	22	R0023-004025	R0023-006025	0,084
32	32	35	50	25	R0023-004032	R0023-006032	0,105
40	38	41	56	26	R0023-004040	R0023-006040	0,124
50	50	53	68,5	28	R0023-004050	R0023-006050	0,174
65	66	70	86	32	R0023-004065	R0023-006065	0,234
80	81	85	100	37	R0023-004080	R0023-006080	0,362
100	100	104	121	44	R0023-004100	R0023-006100	0,580
125	125	129	150	34	R0023-004125	R0023-006125	0,805
150	150	154	176	37	R0023-004150	R0023-006150	1,107

CASQUILLO MANDRINAR
EXPANDING LINER
DOUILLE À DUDGEONNER

Según DIN 11851 Form D
According to DIN 11851 Form D
Selon DIN 11851 Form D



DN	Ød1	Ød2	Ød6	A	C	AISI 304L	AISI 316L	kg
10	12,2	18	22,5	12	17	-	R0020-206010	0,024
15	18,2	24	28,5	12	17	-	R0020-206015	0,034
20	22,2	30	36,5	12	18	-	R0020-206020	0,062
25	28,2	35	44	15	22	R0020-204025	R0020-206025	0,120
32	34,2	41	50	18	25	R0020-204032	R0020-206032	0,168
40	40,2	48	56	20	26	R0020-204040	R0020-206040	0,148
50	52,2	61	68,5	22	28	R0020-204050	R0020-206050	0,215
65	70,3	79	86	25	32	R0020-204065	R0020-206065	0,322
80	85,3	93	100	28	37	R0020-204080	R0020-206080	0,399
100	104,3	114	121	35	44	R0020-204100	R0020-206100	0,684
125	129,4	137	150	10	34	-	R0020-206125*	-
150	154,4	163	176	12	37	-	R0020-206150*	-

* Consultar disponibilidad.

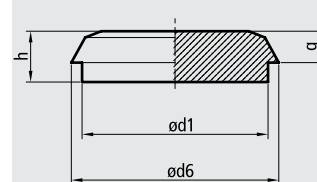
* Consult availability.

* Consulter disponibilité.

CASQUILLO CIEGO DIN
BLIND LINER DIN
BOUCHON DIN

DN	Ød1	Ød6	g	h	AISI 314L	AISI 316L	kg
10	18	22,5	6	9	-	R0024-006010	-
15	24	28,5	6	9	-	R0024-006015	-
20	30	36,5	8	11	R0024-004020	R0024-006020	-
25	35	44	10	13	R0024-004025	R0024-006025	-
32	41	50	10	13	R0024-004032	R0024-006032	-
40	48	56	10	13	-	R0024-006040	-
50	61	68,5	11	14	-	R0024-006050	-
65	79	86	12	16	R0024-004065	R0024-006065	-
80	93	100	12	16	-	R0024-006080	-
100	114	121	15	20	-	R0024-006100	-
125	137	150	17	22	R0024-004125	R0024-006125	-
150	163	176	18	24	-	-	-

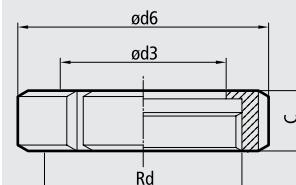
Según DIN 11851 Form D
According to DIN 11851 Form D
Selon DIN 11851 Form D



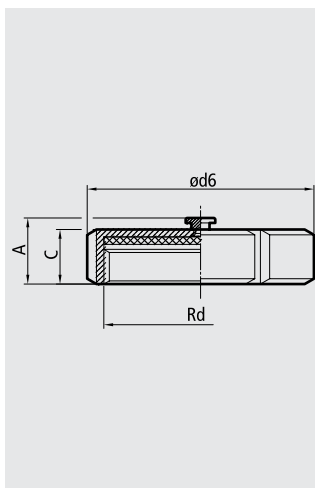
TUERCA
NUT
ECROU

DN	Ød3	Ød6	Rd	C	AISI 304	kg
10	19	38	28x1/8"	18	R0030-004010	0,075
15	25	44	34x1/8"	18	R0030-004015	0,085
20	31	54	44x1/6"	20	R0030-004020	0,119
25	36	63	52x1/6"	21	R0030-004025	0,170
32	42	70	58x1/6"	21	R0030-004032	0,205
40	49	78	65x1/6"	21	R0030-004040	0,240
50	62	92	78x1/6"	22	R0030-004050	0,325
65	80	112	95x1/6"	25	R0030-004065	0,456
80	94	127	110x1/4"	29	R0030-004080	0,623
100	115	148	130x1/4"	31	R0030-004100	0,735
125	138	178	160x1/4"	35	R0030-004125	0,985
150	164	210	190x1/4"	40	R0030-004150	1,340

Según DIN 11851 Form F
According to DIN 11851 Form F
Selon DIN 11851 Form F

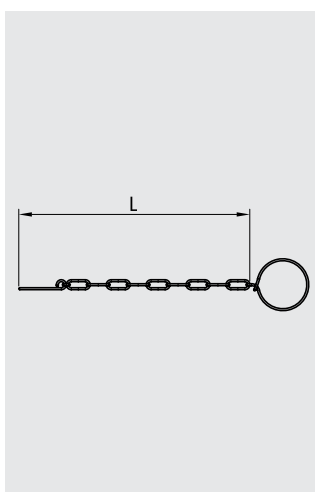


TUERCA CIEGA CON PIVOTE
BLIND NUT WITH BOSS
ECROU BOUCHON AVEC PIVOT



DN	Ød6	Rd	A	C	AISI 304	kg
10	38	28x1/8"	25	18	R0035-004010	0,085
15	44	34x1/8"	25	18	R0035-004015	0,100
20	54	44x1/6"	27	20	R0035-004020	0,160
25	63	52x1/6"	28	21	R0035-004025	0,205
32	70	58x1/6"	28	21	R0035-004032	0,240
40	78	65x1/6"	28	21	R0035-004040	0,290
50	92	78x1/6"	29	22	R0035-004050	0,405
65	112	95x1/6"	32	25	R0035-004065	0,635
80	127	110x1/4"	36	29	R0035-004080	0,950
100	148	130x1/4"	38	31	R0035-004100	1,315
125	178	160x1/4"	42	35	R0035-004125	2,015
150	210	190x1/4"	47	40	R0035-004150	2,920

CADENA
CHAIN
CHAINETTE

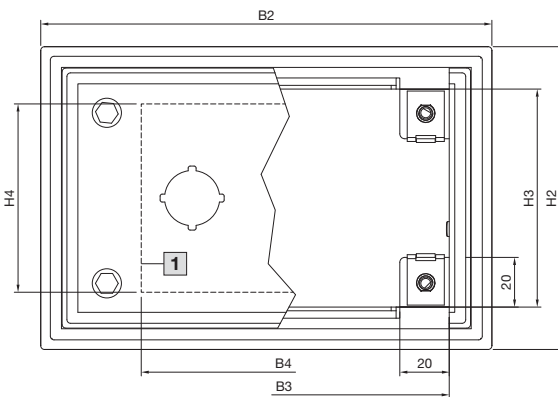
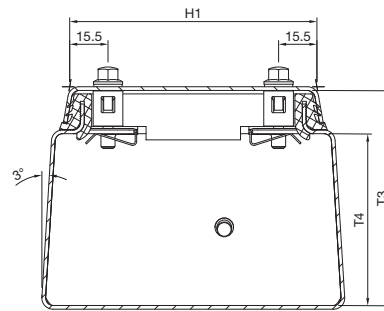
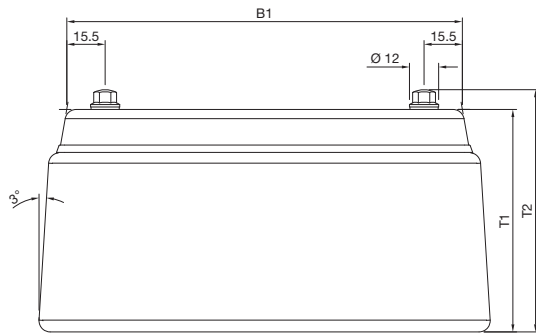


DN	L	AISI 304	kg
10	240	R0039-004010	0,015
15	240	R0039-004015	0,015
20	240	R0039-004020	0,015
25	240	R0039-004025	0,015
32	240	R0039-004032	0,015
40	240	R0039-004040	0,015
50	240	R0039-004050	0,015
65	240	R0039-004065	0,018
80	240	R0039-004080	0,020
100	290	R0039-004100	0,020
125	290	R0039-004125	0,020
150	290	R0039-004150	0,020

Enclosures

Hygienic Design

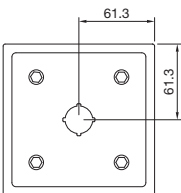
Switch housings HD



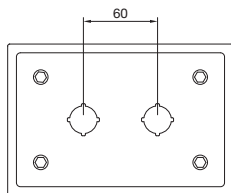
- B1 = Enclosure width, front
 B2 = Enclosure width, rear (overall width)
 B3 = Clearance width, enclosure opening
 B4 = Max. mounting width, cover
 H1 = Enclosure height, front
 H2 = Enclosure height, rear (overall height)
 H3 = Clearance height, enclosure opening
 H4 = Max. mounting height, cover
 T1 = Enclosure depth
 T2 = Enclosure depth incl. screw plug (overall depth)
 T3 = Max. mounting depth between rear panel and cover
 T4 = Max. mounting depth, enclosure

1 Max. installation area, cover

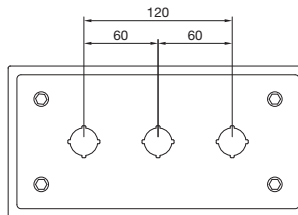
HD 1681.600



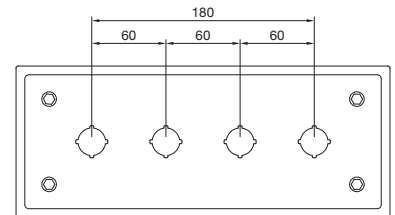
HD 1682.600



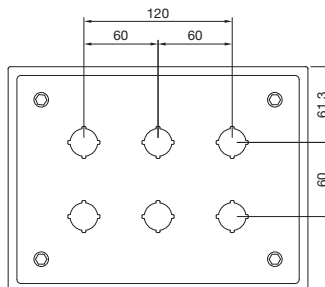
HD 1683.600



HD 1684.600

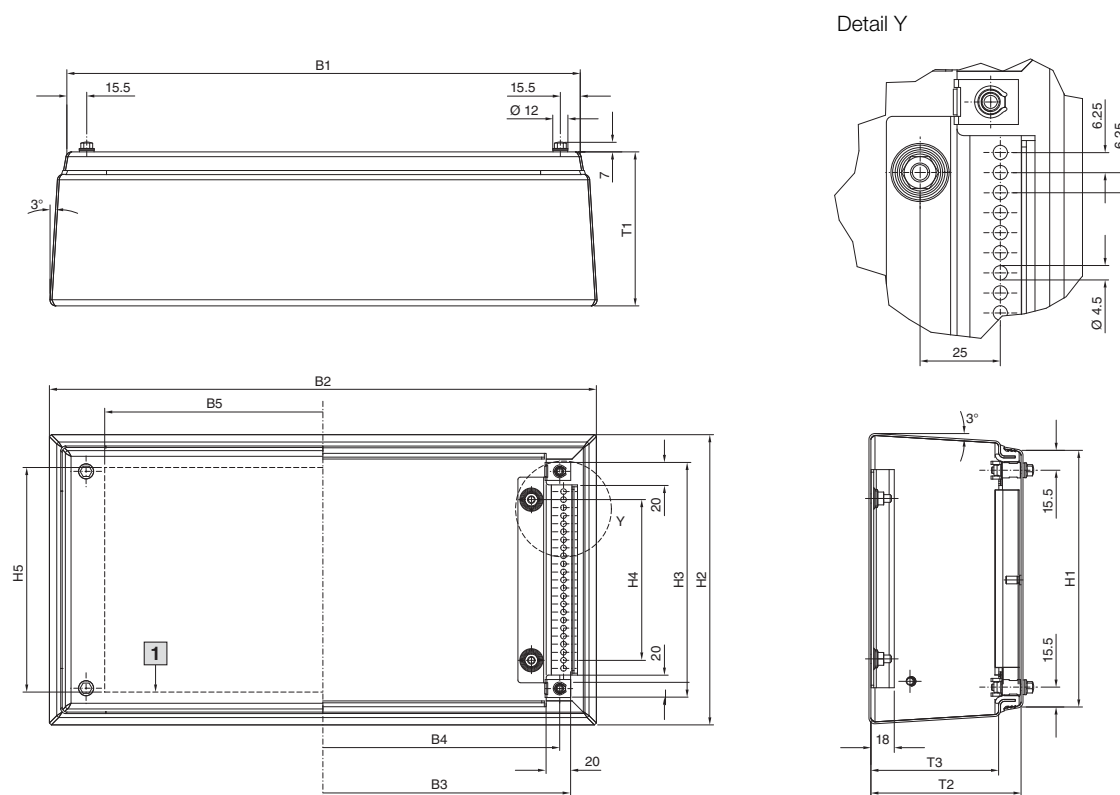


HD 1686.600



Model No. HD	No. of switches	Width dimensions mm				Height dimensions mm				Depth dimensions mm				Material thickness	
		B1	B2	B3	B4	H1	H2	H3	H4	T1	T2	T3	T4	Enclosure	Cover
1681.600	1	100	122.5	114.2	40	100	122.5	114.2	75	90	98	87	69.5	1.5	1.5
1682.600	2	160	182.5	174.2	100	100	122.5	114.2	75	90	98	87	69.5	1.5	1.5
1683.600	3	220	242.5	234.2	160	100	122.5	114.2	75	90	98	87	69.5	1.5	1.5
1684.600	4	280	302.5	294.2	220	100	122.5	114.2	75	90	98	87	69.5	1.5	1.5
1686.600	6	220	242.5	234.2	160	160	182.5	174.2	135	90	98	87	69.5	1.5	1.5

Terminal boxes HD



1 Max. installation area, cover

Model No. HD	Width dimensions mm					Height dimensions mm					Depth dimensions mm		
	B1	B2	B3	B4	B5	H1	H2	H3	H4	H5	T1	T2	T3
1670.600	150	171.3	138.2	125	90	150	171.3	138.2	75	125	80	77	59.5
1671.600	150	176.2	138.2	125	90	150	176.2	138.2	75	125	120	117	99.5
1672.600	200	226.2	188.2	175	140	200	226.2	188.2	125	175	120	117	99.5
1674.600	300	326.2	288.2	275	240	200	226.2	188.2	125	175	120	117	99.5
1675.600	400	426.2	388.2	375	340	200	226.2	188.2	125	175	120	117	99.5
1676.600	400	426.2	388.2	375	340	300	326.2	288.2	225	275	120	117	99.5

B1 = Overall width, top
 B2 = Overall width, bottom
 B3 = Clearance width
 B4 = Distance between system punchings
 B5 = Max. installation width, cover
 H1 = Overall height, top
 H2 = Overall height, bottom
 H3 = Clearance height
 H4 = Distance between fastening bolts
 H5 = Max. installation height, cover
 T1 = Overall depth
 T2 = Clearance depth, enclosure cover
 T3 = Clearance depth, enclosure

Enclosures

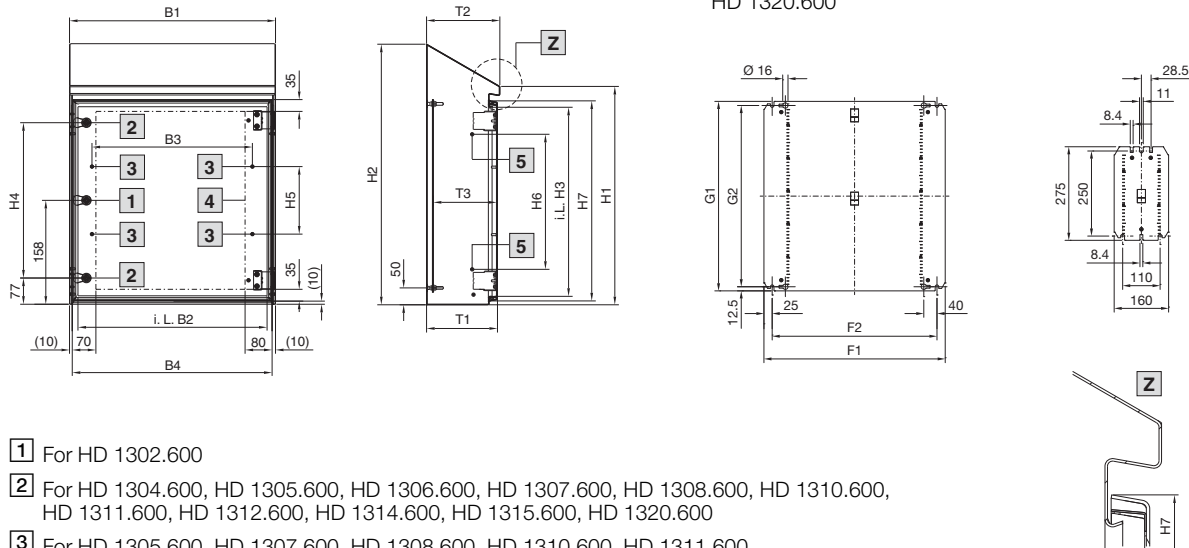
Hygienic Design

Compact enclosures HD, single-door

HD 1302.600, HD 1304.600, HD 1305.600, HD 1306.600,
HD 1307.600, HD 1308.600, HD 1310.600, HD 1311.600,
HD 1312.600, HD 1314.600, HD 1315.600, HD 1320.600

HD 1304.600, HD 1305.600,
HD 1306.600, HD 1307.600,
HD 1308.600, HD 1310.600,
HD 1311.600, HD 1312.600,
HD 1314.600, HD 1315.600,
HD 1320.600

HD 1302.600



- 1 For HD 1302.600
- 2 For HD 1304.600, HD 1305.600, HD 1306.600, HD 1307.600, HD 1308.600, HD 1310.600, HD 1311.600, HD 1312.600, HD 1314.600, HD 1315.600, HD 1320.600
- 3 For HD 1305.600, HD 1307.600, HD 1308.600, HD 1310.600, HD 1311.600, HD 1312.600, HD 1315.600
- 4 Max. installation area, door
- 5 For HD 1308.600, HD 1310.600, HD 1311.600, HD 1312.600, HD 1315.600

Enclosure

B1 = Overall width
B2 = Clearance width of enclosure
B3 = Separation width of threaded bolts on the door
B4 = Width of door
H1 = Enclosure height, front
H2 = Enclosure height, rear
H3 = Clearance height of enclosure
H4 = Spacing between fasteners
H5 = Separation height of threaded bolts on the door
H6 = Separation height of threaded bolts in the enclosure
H7 = Height of door
T1 = Depth between rear panel and door
T2 = Overall depth
T3 = Possible mounting depth (mounting plate assembly)

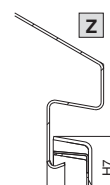
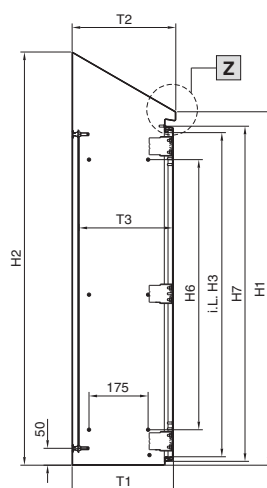
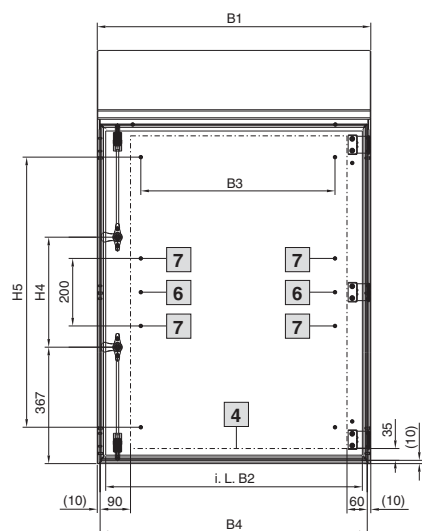
Mounting plate

F1 = Mounting plate width
F2 = Separation width of attachment holes
G1 = Mounting plate height
G2 = Separation width of attachment holes

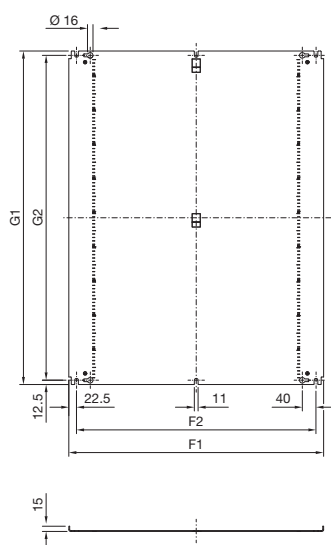
Model No. HD	Width dimensions mm				Height dimensions mm							Depth dimensions mm			Mounting plates mm				Material thickness mm		
	B1	B2	B3	B4	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	T1	T2	T3	F1	F2	G1	G2	Enclosure	Door	Mounting plate
1302.600	220	170	–	200	350	437	260	–	–	–	293	155	162	135	–	–	–	–	1.5	1.5	2.0
1304.600	310	260	–	290	430	549	340	240	–	–	373	210	217	190	250	200	355	330	1.5	1.5	2.0
1305.600	390	340	275	370	550	669	460	360	200	–	493	210	217	190	330	280	475	450	1.5	1.5	2.0
1306.600	390	340	–	370	430	549	340	240	–	–	373	210	217	190	330	280	355	330	1.5	1.5	2.0
1307.600	510	460	375	490	550	669	460	360	200	–	493	210	217	190	450	400	470	450	1.5	1.5	2.5
1308.600	390	340	275	370	650	769	560	460	200	400	593	210	217	190	330	280	575	550	1.5	1.5	2.5
1310.600	610	560	475	590	650	769	560	460	200	400	593	210	217	190	550	500	575	550	1.5	2.0	2.5
1311.600	610	560	475	590	650	821	593	460	200	400	593	300	307	280	550	500	575	550	1.5	2.0	2.5
1312.600	610	560	475	590	810	981	753	620	400	400	753	300	307	280	550	500	735	710	1.5	2.0	2.5
1314.600	810	760	–	790	430	549	340	240	–	–	373	210	217	190	750	700	355	330	1.5	2.0	2.5
1315.600	810	760	675	790	650	821	560	460	200	400	593	300	307	280	750	700	575	550	1.5	2.0	2.5
1320.600	610	560	–	590	430	601	340	240	–	–	373	300	307	280	550	550	355	330	1.5	1.5	2.5

Compact enclosures HD, single-door

HD 1316.600, HD 1317.600



- 4** Max. installation area, door
- 6** For HD 1316.600
- 7** For HD 1317.600



Enclosure

- B1 = Overall width
- B2 = Clearance width of enclosure
- B3 = Separation width of threaded bolts on the door
- B4 = Width of door
- H1 = Enclosure height, front
- H2 = Enclosure height, rear
- H3 = Clearance height of enclosure
- H4 = Spacing between fasteners
- H5 = Separation height of threaded bolts on the door
- H6 = Separation height of threaded bolts in the enclosure
- H7 = Height of door
- T1 = Depth between rear panel and door
- T2 = Overall depth
- T3 = Possible mounting depth (mounting plate assembly)

Mounting plate

- F1 = Mounting plate width
- F2 = Separation width of attachment holes
- G1 = Mounting plate height
- G2 = Separation width of attachment holes

Model No. HD	Width dimensions mm				Height dimensions mm							Depth dimensions mm		
	B1	B2	B3	B4	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	T1	T2	T3
1316.600	810	760	575	790	1050	1221	960	280	800	800	993	300	307	280
1317.600	810	760	575	790	1250	1421	1160	480	1000	1000	1193	300	307	280

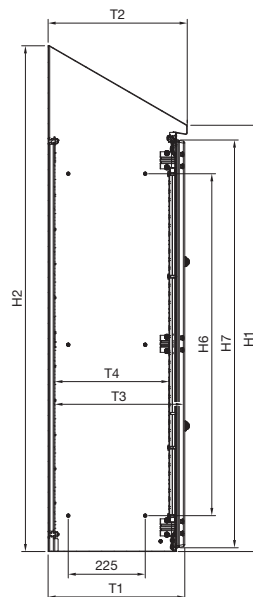
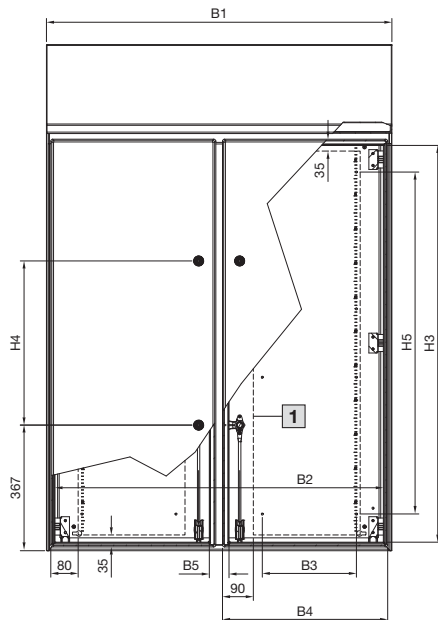
Model No. HD	Mounting plates				Material thickness mm		
	F1	F2	G1	G2	Enclosure	Door	Mounting plate
1316.600	745	700	975	950	1.5	2.0	2.5
1317.600	745	700	1175	1150	1.5	2.0	2.5

Enclosures

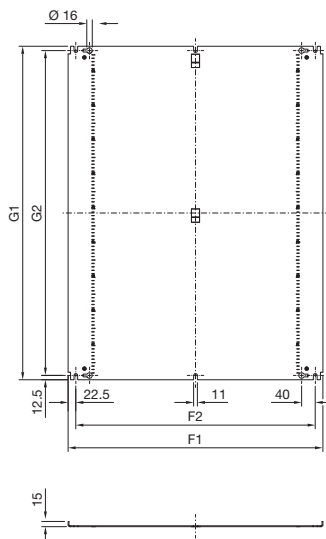
Hygienic Design

Compact enclosures HD, two-door

HD 1318.600, HD 1319.600



1 Max. installation area, door



Enclosure

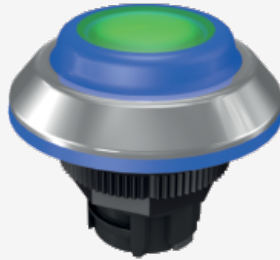
- B1 = Overall width
- B2 = Clearance width of enclosure
- B3 = Separation width of threaded bolts on the door
- B4 = Width of door
- B5 = Width of centre bar
- H1 = Enclosure height, front
- H2 = Enclosure height, rear
- H3 = Clearance height of enclosure
- H4 = Spacing between fasteners
- H5 = Separation height of threaded bolts on the door
- H6 = Separation height of threaded bolts in the enclosure
- H7 = Height of door
- T1 = Depth between rear panel and door
- T2 = Overall depth
- T3 = Possible mounting depth between mounting plate and door
- T4 = Possible mounting depth between mounting plate and centre bar

Mounting plate

- F1 = Mounting plate width
- F2 = Separation width of attachment holes
- G1 = Mounting plate height
- G2 = Separation width of attachment holes

Model No. HD	Width dimensions mm					Height dimensions mm							Depth dimensions mm			
	B1	B2	B3	B4	B5	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	T1	T2	T3	T4
1318.600	1010	960	275	450	60	1050	1280	960	280	800	800	993	400	407	375	330
1319.600	1010	960	275	450	60	1250	1480	1160	480	1000	1000	1193	400	407	375	330

Model No. HD	Mounting plates				Material thickness mm		
	F1	F2	G1	G2	Enclosure	Door	Mounting plate
1318.600	945	900	975	950	1.5	2.0	2.5
1319.600	945	900	1175	1150	1.5	2.0	2.5



Dados

Dados para encomenda

PM_TYPE_NAME	HDL-BL-GN
PM_ORDER_NUMBER	103039537
SAP_EAN	4030661617527
CODE_ECLASS_V12P0	27-37-12-11
CODE_ECLASS_V11P0	27-37-12-11
CODE_ECLASS_V09P0	27-37-12-11
CODE_ETIM_V07P0	EC000223
CODE_ETIM_V06P0	EC000223

Homologações - Instruções

PNV_NORM_CERTIFICATION	cULus hygiene tested
------------------------	-------------------------

Propriedades globais

NORM_STANDARD	EN IEC 60947-5-1 EN IEC 60947-1 DIN EN 1672-2
DESIGN_GENERAL	Montagem elemento frontal Botão luminoso

DESIGN_CONSTR_FORM	Redondo Com retorno por mola
DESIGN_SEALING	Membrana Vedante
MAT_CTRL_PANEL	Plástico
MAT_FRONT_RING	Aço inoxidável
COLOR_OPERAT_ELEMENT	verde
COLOR_FRONT_RING	Prata
COLOR_SEALING_BELLOW	Azul
COLOR_SEALING	Azul
SAP_WEIGHT_GROSS	47

Propriedades globais - Características

YN_ILLUMINATED_POSSIBLE	Sim
YN_MOUNT_FLANGE	Sim
YN_PROBING_POSSIBLE	Sim
YN_FULLY_INSULATED	Sim
NUM_OF_CONT_ELEMENT_MAX	2

Dados mecânicos

DESIGN_UNLOCK	sem
DIM_STROKE_ACT	3,5
DESIGN_MOUNTING	Porca central
TRQ_TIGHTEN_NUT_MAX	4

Dados mecânicos - dimensões

DIM_HEIGHT_INST	13
NOTE_DIM_HEIGHT_INST	Altura à frente do painel frontal.
DIM_DEPTH_INST	51
NOTE_DIM_DEPTH_INST	Depth behind front panel including a contact element
DIM_DIAM_TOTAL	44,5
DIM_DIAM_TOUCH_SURFACE	22

DIM_DIAM_CTRL_HEAD	45
DIM_DIAM_FRONT_RING	44,5
DIM_DIAM_HOLE_MOUNT	22,3
DIM_THICKNESS_FRONT_PLATE_MIN	1,5
DIM_THICKNESS_FRONT_PLATE_MAX	6
DIM_DIST_GRID_DIM	65 x 65

Ambiente

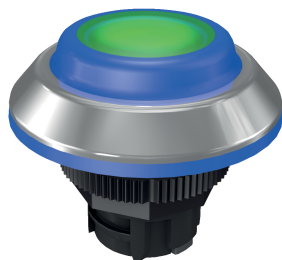
DESIGN_IP_CLASS_GENERAL	IP67 IP69K
TEMP_AMB_GPV	-25 ... +80 °C

Escopo do fornecimento

NOTE_SCOPE_OF_DELIV	Fornecimento com suporte de contacto SMF
---------------------	--

Imagens

Foto do produto (foto individual do catálogo)



ID: khdl-f01
 | 213,7 kB | .jpg | 352.778 x 318.558 mm - 1000 x 903 px - 72 dpi
 | 30,2 kB | .png | 74.083 x 67.028 mm - 210 x 190 px - 72 dpi
 | 46,0 kB | .jpg | 123.472 x 111.478 mm - 350 x 316 px - 72 dpi

ACE Schmersal Eletroeletrônica Ind. Ltda, Av. Brasil, nº 815, Jardim Esplanada – CEP 18557-646 Boituva/SP
 Os dados e informações anteriores foram verificados cuidadosamente. As imagens podem ser diferentes do original. Mais informações técnicas podem ser encontradas nos manuais de instruções. Sujeito a modificações técnicas e erros.

Gerado em 12/06/2025 13:18



HDRZ40-BL-RT-GB

- design higiênico
- com fundo amarelo integrado
- elementos de vedação azuis e visíveis

Dados

Dados para encomenda

Descrição do tipo de produtos	HDRZ40-BL-RT-GB
Número de artigo (Número de encomenda)	103037906
EAN (European Article Number)	4030661617206
Número eCl@ss, versão 12.0	27-37-12-12
Número eCl@ss, versão 11.0	27-37-12-12
Número eCl@ss, versão 9.0	27-37-12-12
Número ETIM, versão 7.0	EC001038
Número ETIM, versão 6.0	EC001038

Homologações - Instruções

Certificados	cULus hygiene tested
--------------	-------------------------

Propriedades globais

Instruções	EN IEC 60947-5-1 EN IEC 60947-1 DIN EN 1672-2
Versão	Montagem elemento frontal

Formato	Redondo
Tipo de selagem	Membrana Vedante
Material dos acionadores	Plástico
Material do anel frontal	Plástico
Material dos rolamentos	Silicone
Cor do elemento de operação	vermelho
Cor do anel frontal	amarelo
Cor dos foles	Azul
Peso bruto	63 g

Propriedades globais - Características

Flange de fixação	Sim
Retenção	Sim
Isolação total	Sim
Número de interruptores de posição	1

Dados mecânicos

Curso de atuação	5,5 mm
Fixação	Porca central
Binário de aperto das porcas, máximo	4 Nm

Dados mecânicos - dimensões

Altura de montagem	38 mm
Nota (altura de montagem)	Altura à frente do painel frontal.
Profundidade de montagem	48 mm
Orientação (profundidade de montagem)	Depth behind front panel including a contact element
Diâmetro da superfície de contacto	40 mm
Diâmetros para as cabeças de atuação	45 mm
Diâmetro para instalação ou montagem	22,3 mm
Espessura de painel frontal, mínimo	1,5 mm

Espessura de painel frontal, máximo	6 mm
Espaçamento	65 x 65 mm

Ambiente

Tipo de proteção	IP67 IP69K
Temperatura ambiente	-25 ... +80 °C

Escopo do fornecimento

Orientação (Escopo do fornecimento, número e tipo)	Fornecimento com suporte de contacto SMF
--	--

Imagens

Foto do produto (foto individual do catálogo)

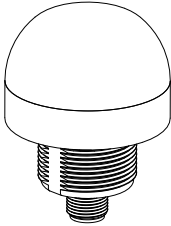


ID: khdrzf08
| 354,7 kB | .jpg | 352.778 x 483.306 mm - 1000 x 1370 px - 72 dpi
| 44,5 kB | .png | 73.731 x 101.247 mm - 209 x 287 px - 72 dpi
| 49,0 kB | .jpg | 89.958 x 123.472 mm - 255 x 350 px - 72 dpi

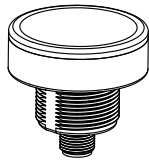
Schmersal Ibérica, S.L., Rambla P. Catalanes, Nº 12, 08800 Vilanova i la Geltrú
Os dados e informações anteriores foram verificados cuidadosamente. As imagens podem ser diferentes do original. Mais informações técnicas podem ser encontradas nos manuais de instruções. Sujeito a modificações técnicas e erros.
Gerado em 12/06/2025, 13:19

Datasheet

50 mm Programmable Multicolor RGB Indicator with Audible Models and an Optional Flashing Input Control



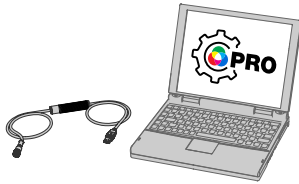
Standard model



Compact model

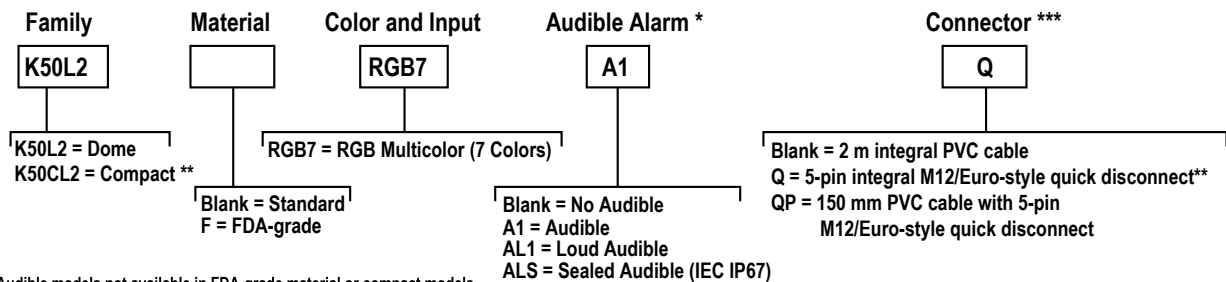
- Bright, uniform indicator light
- Seven default colors in one device (Green, Red, Yellow, Blue, White, Cyan, Magenta)
- Programmable using Banner's Pro Editor software and Pro Converter Cable
- 30 mm threaded polycarbonate base
- Translucent polycarbonate dome
- Compact models available for lower profile applications
- Rugged IP66, IP67, IP69K per DIN 40050-9 and UL Type 4X and UL Type 13 design
- Bimodal inputs (PNP/NPN), depending on source wiring
- Models with integrated audible alarm available
- Variety of connector options
- Models constructed from FDA-grade materials available

Pro Editor



Use Banner's Pro Editor software and Pro Converter Cable to create custom configurations by selecting different colors, flash patterns, and animations.
For more information visit www.bannerengineering.com/proeditor.

Models



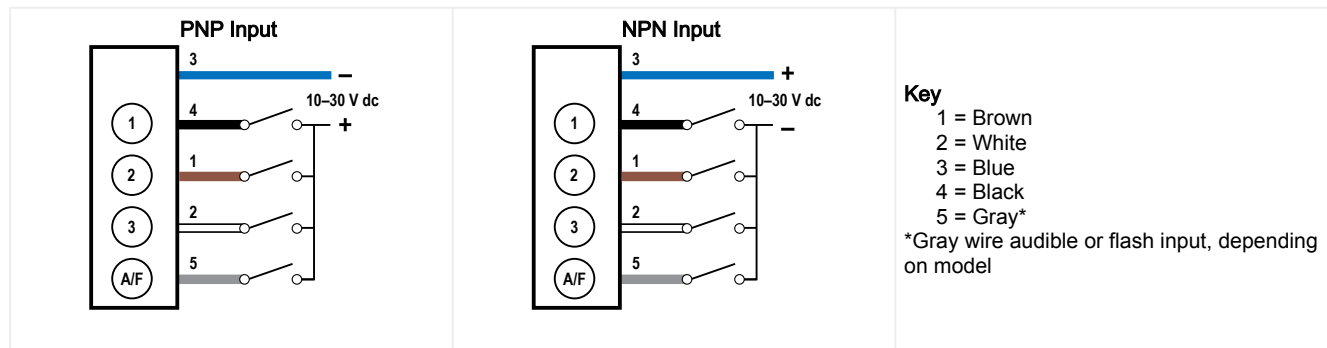
* Audible models not available in FDA-grade material or compact models

** Compact models and Integral quick disconnect models not available in FDA-grade material

*** Models with a quick disconnect require a mating cordset



Wiring Diagrams



Default Color Definition

	Red	Yellow	Green	Cyan	Blue	Magenta	White
Input 1	X	X				X	X
Input 2		X	X	X			X
Input 3				X	X	X	X

An "X" denotes an active input, for example when Input 1 and Input 3 are active, the indicator will show Magenta.

Specifications

Supply Voltage and Current

10 V DC to 30 V DC

- 220 mA at 10 V DC
- 190 mA at 12 V DC
- 115 mA at 24 V DC
- 100 mA at 30 V Dc

Supply Protection Circuitry

Protected against reverse polarity and transient voltages

Leakage Current Immunity

400 μ A

Input Response Time

250 milliseconds maximum

Flash

Default 1.5 Hz flash rate using flash input wire (not available on audible models)

Vibration and Mechanical Shock

Meets IEC 60068-2-6 requirements (Vibration: 10 Hz to 55 Hz, 1.0 mm amplitude, 5 minutes sweep, 30 minutes dwell)

Meets IEC 60068-2-27 requirements (Shock: 30G 11 ms duration, half sine wave)

Operating Conditions

-40 °C to +50 °C (-40 °F to +122 °F)

90% at +50 °C maximum relative humidity (non-condensing)

Storage Temperature: -40 °C to +70 °C (-40 °F to +158 °F)

Environmental Rating

Standard and Compact Models:

Non-Audible Models: IP66, IP67, IP69K per DIN 40050-9

A1 and AL1 Models: IP50

ALS Models: IP67

All Models: Meets UL Type 4X and UL Type 13 when

mounted in a UL Type 4X or Type 13 enclosure

All Cabled Models also meet IP69K per DIN 40050-9 if the cable and cable entrance are protected from high-pressure spray

FDA Models: IP66, IP67, IP69K per DIN 40050-9

Audible Alarm

All models have a steady tone

A1 Model: 75 dB at 1 meter (typical), 3 kHz $\pm$ 500 Hz

AL1 Model: 95 dB at 1 meter (typical), 2.7 kHz $\pm$ 500 Hz

ALS Model: 94 dB at 1 meter (typical), 2.9 kHz $\pm$ 250 Hz

Connections

Integral 5-pin M12 male quick-disconnect connector, 150 mm (6 in) PVC-jacketed cable with an M12 quick disconnect, or 2 m (6.5 ft) integral PVC-jacketed cable, depending on model

Models with a quick disconnect require a mating cordset

Mounting

M30 by 1.5 threaded base, maximum torque 4.5 N·m (40 inch-lbf)

Mounting nut included

Construction

Standard and Compact Model Base, Dome, and Nut: Polycarbonate

FDA Model Base, Dome, and Nut: FDA-grade polycarbonate

Pro Editor Configuration

Connection to Pro Editor software enables control of:

- Animation: On, Flash, Two Color Flash, 50/50, 50/50 Rotate, Chase, Intensity Sweep, Color Sweep, Sequence, Wave, Double Wave,
- Color: Green, Red, Yellow, Blue, White, Cyan, Magenta, Amber, Rose, Lime Green, Orange, Sky Blue, Violet, Spring Green
- Intensity: Low, Medium, High
- Speed: Slow, Standard, Fast

Pro Converter Cable required to interface between PC and indicator, see accessories

Default Indicator Characteristics

Color	Dominant Wavelength (nm) or Color Temperature (CCT)	Color Coordinates ⁽¹⁾		Lumen Output (Typical at 25 °C) ⁽²⁾
		x	y	
Green	530 nm	0.170	0.711	21.4
Red	625 nm	0.688	0.310	6.3
Yellow	—	0.457	0.485	17.2
Blue	470 nm	0.133	0.072	4.7
White	5950 K	0.323	0.336	21.3
Cyan	—	0.154	0.321	25.1
Magenta	—	0.365	0.176	8.5

⁽¹⁾ Refer to CIE 1931 chromaticity diagram or color chart, to show equivalent color with indicated color coordinates.

⁽²⁾ Values shown apply to dome models only. Compact models are 20% lower.

Required Overcurrent Protection



WARNING: Electrical connections must be made by qualified personnel in accordance with local and national electrical codes and regulations.

Overcurrent protection is required to be provided by end product application per the supplied table.

Overcurrent protection may be provided with external fusing or via Current Limiting, Class 2 Power Supply.

Supply wiring leads < 24 AWG shall not be spliced.

For additional product support, go to www.bannerengineering.com.

Supply Wiring (AWG)	Required Overcurrent Protection (A)	Supply Wiring (AWG)	Required Overcurrent Protection (A)
20	5.0	26	1.0
22	3.0	28	0.8
24	1.0	30	0.5

Certifications



Banner Engineering BV
Park Lane, Culliganlaan 2F bus 3
1831 Diegem, BELGIUM



Turck Banner LTD Blenheim House
Blenheim Court
Wickford, Essex SS11 8YT
GREAT BRITAIN



FCC Part 15 Class B

This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation. If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

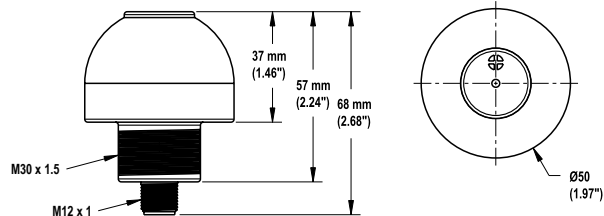
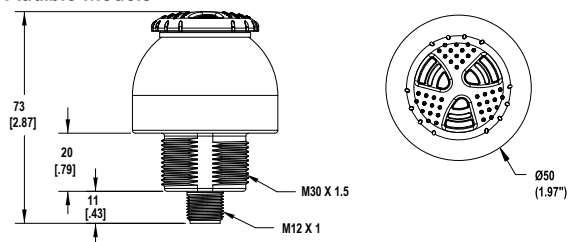
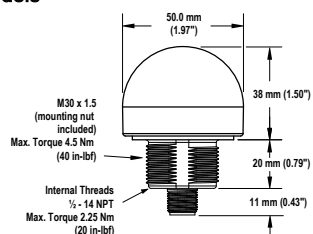
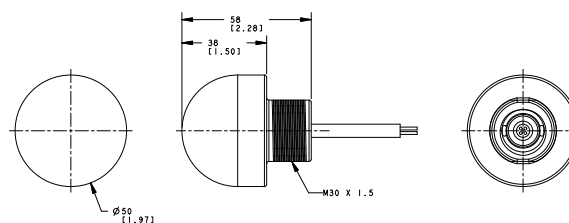
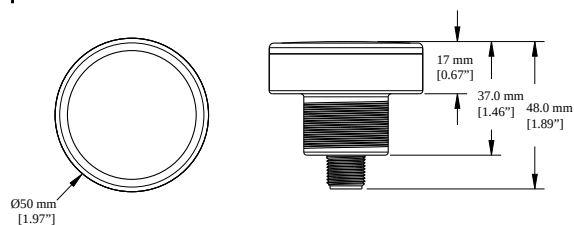
Industry Canada

This device complies with CAN ICES-3 (B)/NMB-3(B). Operation is subject to the following two conditions: 1) This device may not cause harmful interference; and 2) This device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Cet appareil est conforme à la norme NMB-3(B). Le fonctionnement est soumis aux deux conditions suivantes : (1) ce dispositif ne peut pas occasionner d'interférences, et (2) il doit tolérer toute interférence, y compris celles susceptibles de provoquer un fonctionnement non souhaité du dispositif.

Dimensions

All measurements are listed in millimeters [inches], unless noted otherwise.

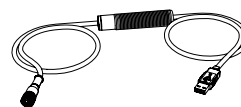
A1 and AL1 Audible Models**ALS Audible Models****Non-Audible Models****Cabled Models****Compact Models**

Accessories

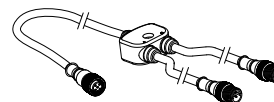
Pro Editor Hardware

MQDC-506-USB

- Pro Converter Cable
- 1.83 m (6 ft) length 5-pin M12 quick disconnect to Device and USB to PC
- Required for connection to Pro Editor

**CSB-M1251FM1251M**

- 5-pin parallel Y splitter (Male-Male-Female)
- For full Pro Editor preview capability
- Requires external power supply, sold separately

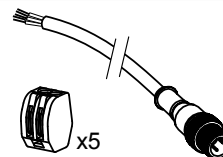
**PSW-24-1**

- 24 V DC, 1 A power supply
- 2 m (6.5 ft) PVC cable with M12 quick disconnect
- Provides external power with splitter cable, sold separately



ACC-PRO-CABLE5

- Mating accessory for cabled and terminal models
- 150 mm (6 inch) PVC cable with M12 quick disconnect
- Lever wire nuts included (qty 5)
- Required to connect cabled models and screw terminal models to Pro Converter Cable, sold separately



Cordsets

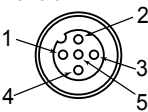
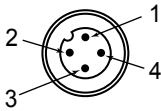
5-Pin Threaded M12 Cordsets—Single Ended

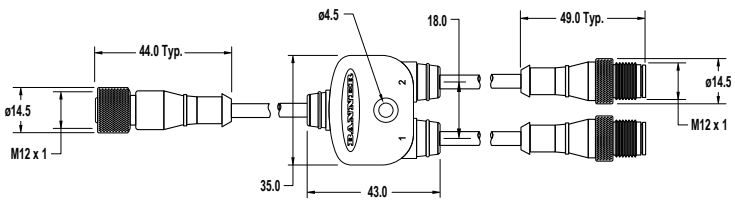
Model	Length	Style	Dimensions	Pinout (Female)
MQDC1-501.5	0.5 m (1.5 ft)	Straight		1 = Brown 2 = White 3 = Blue 4 = Black 5 = Gray
MQDC1-503	0.9 m (2.9 ft)			
MQDC1-506	2 m (6.5 ft)			
MQDC1-515	5 m (16.4 ft)			
MQDC1-530	9 m (29.5 ft)			
MQDC1-560	18 m (59 ft)			
MQDC1-5100	31 m (101.7 ft)	Right-Angle		1 = Brown 2 = White 3 = Blue 4 = Black 5 = Gray
MQDC1-506RA	2 m (6.5 ft)			
MQDC1-515RA	5 m (16.4 ft)			
MQDC1-530RA	9 m (29.5 ft)			
MQDC1-560RA	19 m (62.3 ft)			

5-Pin Threaded M12 Stainless Steel Washdown Cordsets—Single Ended

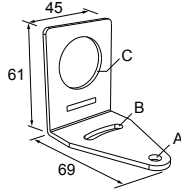
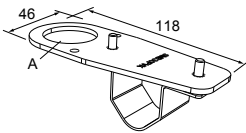
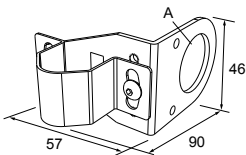
Model	Length	Style	Dimensions	Pinout (Female)
MQDC-WDSS-0506	2 m (6.56 ft)	Straight		1 = Brown 2 = White 3 = Blue 4 = Black 5 = Gray
MQDC-WDSS-0515	5 m (16.4 ft)			
MQDC-WDSS-0530	9 m (29.5 ft)			

Splitter Cables for Use with IO-Blocks

5-Pin Threaded M12 to 4-Pin Threaded M12 Combiner Cordset with Flat Junction			
Model	Branches (Male)	Trunk (Female)	Pinout
CSF-M12F51M12M41	4-pin Quick Disconnect, 2 × 0.31 m (1.02 ft)	5-pin Quick Disconnect, 0.31 m (1.02 ft)	Female  Male  1 = brown (trunk); no connection (branches 1 and 2) 2 = white (trunk); brown (branch 1); gray (branch 2) 3 = blue (trunk; branches 1 and 2) 4 = black (trunk); black (branch 1); white (branch 2) 5 = gray (trunk only)

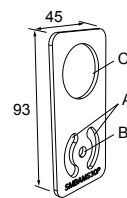


Brackets

SMB30A - Right-angle bracket with curved slot for versatile orientation - Clearance for M6 (¼ in) hardware - Mounting hole for 30 mm sensor 12-ga. stainless steel	
Hole center spacing: A to B=40 Hole size: A=ø 6.3, B= 27.1 x 6.3, C=ø 30.5	
SMB30FVK - V-clamp, flat bracket and fasteners for mounting to pipe or extensions - Clamp accommodates 28 mm dia. tubing or 1 in. square extrusions 30 mm hole for mounting sensors	
Hole size: A= ø 31	
SMB30RAVK - V-clamp, right-angle bracket and fasteners for mounting sensors to pipe or extrusion - Clamp accommodates 28 mm dia. tubing or 1 in. square extrusions 30 mm hole for mounting sensors	
Hole size: A = ø 30.5	

SMBAMS30P

- Flat SMBAMS series bracket
- 30 mm hole for mounting sensors
- Articulation slots for 90°+ rotation
- 12-ga. 300 series stainless steel

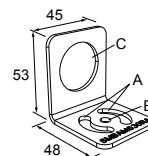


Hole center spacing: A=26.0, A to B=13.0

Hole size: A=26.8 x 7.0, B=ø 6.5, C=ø 31.0

SMBAMS30RA

- Right-angle SMBAMS series bracket
- 30 mm hole for mounting sensors
- Articulation slots for 90°+ rotation
- 12-ga. (2.6 mm) cold-rolled steel

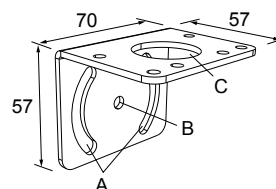


Hole center spacing: A=26.0, A to B=13.0

Hole size: A=26.8 x 7.0, B=ø 6.5, C=ø 31.0

SMB30MM

- 12-ga. stainless steel bracket with curved mounting slots for versatile orientation
- Clearance for M6 (¼ in) hardware
- Mounting hole for 30 mm sensor

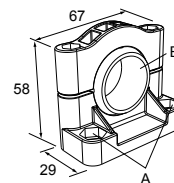


Hole center spacing: A = 51, A to B = 25.4

Hole size: A = 42.6 x 7, B = ø 6.4, C = ø 30.1

SMB30SC

- Swivel bracket with 30 mm mounting hole for sensor
- Black reinforced thermoplastic polyester
- Stainless steel mounting and swivel locking hardware included

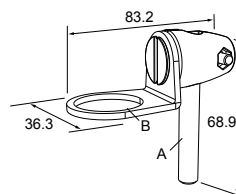


Hole center spacing: A=ø 50.8

Hole size: A=ø 7.0, B=ø 30.0

SMB30FA

- Swivel bracket with tilt and pan movement for precise adjustment
- Mounting hole for 30 mm sensor
- 12-ga. 304 stainless steel
- Easy sensor mounting to extrude rail T-slot
- Metric and inch size bolt available



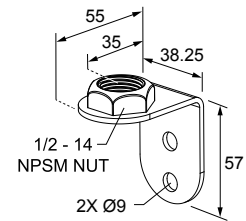
Bolt thread: SMB30FA, A= 3/8 - 16 x 2 in; SMB30FAM10, A= M10 - 1.5 x 50

Hole size: B= ø 30.1

LMBE12RA35

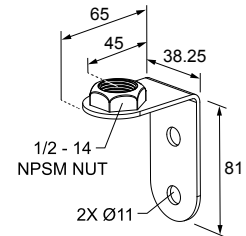
- Direct mounting of stand-off pipe, with common bracket type
- Zinc-plated steel
- 1/2-14 NPSM nut
- Mounting distance from the wall to the center of the 1/2-14 NPSM nut is 35 mm

Hole center spacing: 20.0

**LMBE12RA45**

- Direct mounting of stand-off pipe, with common bracket type
- Zinc-plated steel
- 1/2-14 NPSM nut
- Mounting distance from the wall to the center of the 1/2-14 NPSM nut is 45 mm

Hole center spacing: 35.0



All measurements are listed in millimeters [inches], unless noted otherwise.

Banner Engineering Corp Limited Warranty

Banner Engineering Corp. warrants its products to be free from defects in material and workmanship for one year following the date of shipment. Banner Engineering Corp. will repair or replace, free of charge, any product of its manufacture which, at the time it is returned to the factory, is found to have been defective during the warranty period. This warranty does not cover damage or liability for misuse, abuse, or the improper application or installation of the Banner product.

THIS LIMITED WARRANTY IS EXCLUSIVE AND IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES WHETHER EXPRESS OR IMPLIED (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE), AND WHETHER ARISING UNDER COURSE OF PERFORMANCE, COURSE OF DEALING OR TRADE USAGE.

This Warranty is exclusive and limited to repair or, at the discretion of Banner Engineering Corp., replacement. **IN NO EVENT SHALL BANNER ENGINEERING CORP. BE LIABLE TO BUYER OR ANY OTHER PERSON OR ENTITY FOR ANY EXTRA COSTS, EXPENSES, LOSSES, LOSS OF PROFITS, OR ANY INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL OR SPECIAL DAMAGES RESULTING FROM ANY PRODUCT DEFECT OR FROM THE USE OR INABILITY TO USE THE PRODUCT, WHETHER ARISING IN CONTRACT OR WARRANTY, STATUTE, TORT, STRICT LIABILITY, NEGLIGENCE, OR OTHERWISE.**

Banner Engineering Corp. reserves the right to change, modify or improve the design of the product without assuming any obligations or liabilities relating to any product previously manufactured by Banner Engineering Corp. Any misuse, abuse, or improper application or installation of this product or use of the product for personal protection applications when the product is identified as not intended for such purposes will void the product warranty. Any modifications to this product without prior express approval by Banner Engineering Corp will void the product warranties. All specifications published in this document are subject to change; Banner reserves the right to modify product specifications or update documentation at any time. Specifications and product information in English supersede that which is provided in any other language. For the most recent version of any documentation, refer to: www.bannerengineering.com.

For patent information, see www.bannerengineering.com/patents.

Document title: K50 Pro Indicator

Part number: 197815

Revision: I

Original Instructions

© Banner Engineering Corp. All rights reserved.



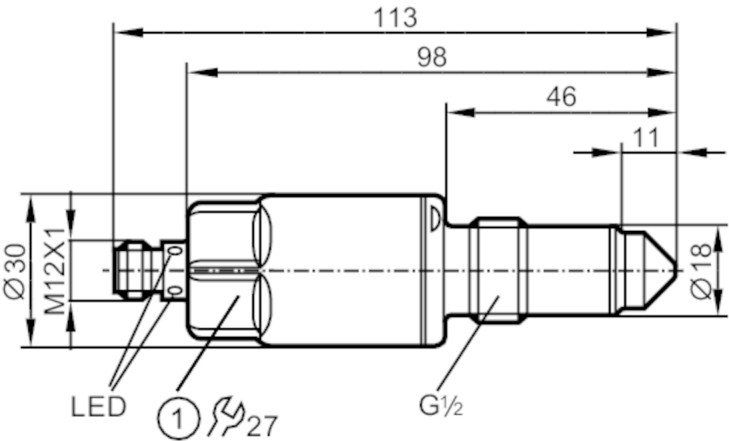
197815

LMT100



Sensor de nível para detecção de nível limite

LMACE-A12E/QSKG/0/US



1 Máx. torque de aperto 20...25 Nm

ACS CRN UL US LISTED EC 1935/2004 EHEDG Certified FCM FDA IO-Link KTW/W270

Reg31

Características do produto			
Quantidade de entradas e saídas		Quantidade de saídas digitais: 2	
Ajuste de fábrica		fluidos à base de água	
Conexão de processo		conexão da rosca G 1/2 cone de vedação	
Área de aplicação			
Característica especial		Contatos banhados a ouro	
Substâncias		Fluidos líquidos; substâncias pastosas; substâncias em pó	
Não utilizável para		Consulte o manual de operação, capítulo "Utilização adequada".	
Comprimento da sonda	[mm]	11	
Pressão do reservatório		-1...40 bar	-0,1...4 MPa
MAWP nas aplicações segundo CRN	[bar]	40	
Óleo			
Temperatura do fluido	[°C]	-40...100	
Temperatura breve da substância	[°C]	-40...150; (1 h)	
Água			
Temperatura do fluido	[°C]	-40...100	
Temperatura breve da substância	[°C]	-40...150; (1 h)	
Dados elétricos			
Tensão de operação	[V]	18...30 DC	
Consumo de corrente	[mA]	< 50	
Classe de proteção		III	
Proteção contra inversão de polaridade		sim	
Princípio de medida		capacitivo	



Sensor de nível para detecção de nível limite

LMACE-A12E/QSKG/0/US

Entradas/saídas		
Quantidade de entradas e saídas	Quantidade de saídas digitais: 2	
Saídas		
Saídas totais	2	
Sinal de saída	sinal de comutação; IO-Link	
Função elétrica	PNP/NPN	
Quantidade de saídas digitais	2	
Saída	abertura / fechamento; (parametrizável)	
Queda de tensão máx. da saída de comutação DC [V]	2,5	
Intensidade de corrente máxima constante da saída de comutação DC [mA]	100	
Proteção contra curto-circuitos	sim	
Versão da proteção contra curto-circuito	por impulso	
Proteção contra sobrecarga	sim	
Faixa de medição / de ajuste		
Ajuste de fábrica	fluidos à base de água	
Tempos de reação		
Tempo de resposta [s]	< 0,5	
Interfaces		
Interface de comunicação	IO-Link	
Tipo de transferência	COM2 (38,4 kBaud)	
Revisão IO-Link	1.1	
SDCI-Padrão	IEC 61131-9	
Modo SIO	sim	
Classe de master port exigida	A	
Dados do processo analógicos	1	
Dados do processo binários	2	
Tempo mín. do ciclo do processo [ms]	2,3	
DeviceIDs suportados	Modo de operação	DeviceID
	default	304
Condições ambientais		
Temperatura ambiente [°C]	-40...85	
Aviso sobre a temperatura do ambiente	Temperatura do fluido: < 100 °C	
	-40...60 °C	
	Temperatura do fluido: < 150 °C	
Temperatura de armazenamento [°C]	-40...85	
Proteção	IP 68; IP 69K	

LMT100



Sensor de nível para detecção de nível limite

LMACE-A12E/QSKG/0/US

Certificações / testes		
EMC	DIN EN 61000-6-2	
	DIN EN 61000-6-4	: tanques abertos
	DIN EN 61000-6-3	: tanques fechados
Resistência a choques	DIN EN 60068-2-27	50 g (11 ms)
Resistência à vibrações	DIN EN 60068-2-6	20 g (10...2000 Hz)
MTTF [anos]		223
Certificado UL	Número de aprovação UL	H001
Dados mecânicos		
Peso [g]		169,5
Dimensões [mm]		Ø 30 / L = 113
Materiais		1.4404 (aço inoxidável / 316L); PEEK; PEI; FKM
Materiais em contato com o fluido		PEEK características da superfície: Ra < 0,8 µm / Rz = 4 µm
Conexão de processo		conexão da rosca G 1/2 cone de vedação
Displays / elementos de operação		
Display	Status de chaveamento	LED, amarelo
	Estado de operação	LED, verde
Observações		
Unidades por embalagem		1 peça
Conexão elétrica		
Conexão: 1 x M12; codificação: A; Contatos: dourado		



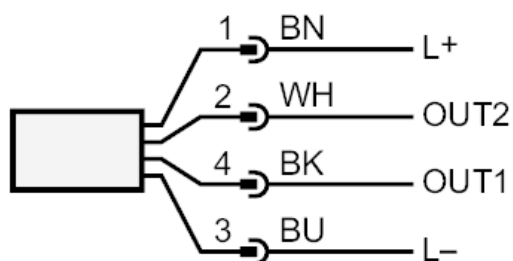
LMT100



Sensor de nível para detecção de nível limite

LMACE-A12E/QSKG/0/US

Conexão



OUT1: saída de comutação IO-Link Teach
OUT2: saída de comutação
Codificação de cores conforme DIN EN 60947-5-2
Cores dos fios :

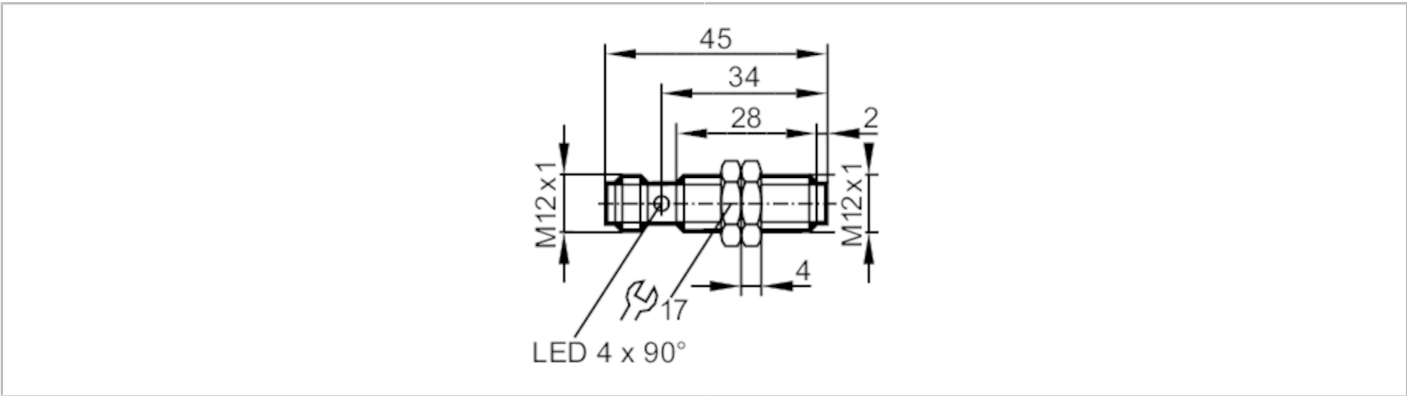
BK = preto
BN = marrom
BU = azul
WH = branco

IFT259



Sensor indutivo totalmente metálico

IFB3005QBPKG/AM/P/US-104



Características do produto

Função elétrica	PNP
Saída	normalmente aberto
Alcance de detecção [mm]	5
Invólucro	forma construtiva de roscas
Dimensões [mm]	M12 x 1 / L = 45

Área de aplicação

Característica especial	Contatos banhados a ouro; alcance aumentado; Invólucro todo em metal	
Aplicação	Aplicação em áreas higiênicas / Processos de limpeza periódicos	
Resistência à pressão	100 bar	10 MPa
Aviso da resistência à pressão	face ativa	

Dados elétricos

Tensão de operação [V]	10...30 DC
Consumo de corrente [mA]	20
Classe de proteção	III
Proteção contra inversão de polaridade	sim

Saídas

Função elétrica	PNP
Saída	normalmente aberto
Queda de tensão máx. da saída de comutação DC [V]	2,5
Intensidade de corrente máxima constante da saída de comutação DC [mA]	100
Frequência de comutação DC [Hz]	250
Proteção contra curto-circuitos	sim
Proteção contra sobrecarga	sim

Faixa de registro

Alcance de detecção [mm]	5
--------------------------	---



Sensor indutivo totalmente metálico

IFB3005QBPKG/AM/P/US-104

Distância real de comutação [mm]	5; ($\pm 10\%$)
Sr	
Distância de trabalho [mm]	0...4,05
Alcance aumentado	sim

Precisão / desvios

Fator de correção	aço: 1 / aço inoxidável: 1 / latão: 0,3 / alumínio: 0,3 / cobre: 0,2
Histerese [% de Sr]	3...15
Variação no ponto de comutação [%]	-10...10

Condições ambientais

Temperatura ambiente [°C]	0...100
Proteção	IP 65; IP 66; IP 67; IP 68; IP 69K

Certificações / testes

EMC	EN 61000-4-2 ESD	4 kV CD / 8 kV AD
	EN 61000-4-3 HF irradiado	10 V/m
	EN 61000-4-4 Burst	2 kV
	EN 61000-4-6 AF com fio	10 V
	EN 55011	classe B
Força de impacto		1 J
Estabilidade de vibração	EN 60068-2-6 Fc	20 g (10...3000 Hz) / 50 ciclos de frequência, 1 oitava / minuto, em 3 eixos
Resistência a choques	EN 60068-2-27 Ea	100 g 11 ms de meio seno; cada 3 choques em cada direção dos 3 eixos de coordenadas
Resistência duradoura ao choque	EN 60068-2-27	40 g 6 ms; cada um com 4000 choques em cada direção dos 3 eixos de coordenadas
Alteração rápida da temperatura	EN 60068-2-14 Nc	TA = 0°C; TB = 100°C; t1 = 30 min; t2 = < 10 s 50 ciclos
MTTF [anos]		1386
Software Embedded incluído		sim
Certificado UL	Ta	0...70 °C
	Enclosure type	Type 1
	Número de aprovação UL	A012
	Número do arquivo UL	E174191

Dados mecânicos

Peso [g]	24,7
Invólucro	forma construtiva de roscas
Montagem	quase-nivelado
Dimensões [mm]	M12 x 1 / L = 45
Designação da rosca	M12 x 1
Materiais	1.4404 (aço inoxidável / 316L); face ativa: 1.4404 (aço inoxidável / 316L); janela LEDs: PEI; porcas de fixação: 1.4404 (aço inoxidável / 316L)
Máx. torque de aperto [Nm]	15
Invólucro todo em metal	sim

Displays / elementos de operação

Display	Status de chaveamento	4 x LED, amarelo
---------	-----------------------	------------------

Acessórios

Material incluído	porcas de fixação: 2
-------------------	----------------------

IFT259



Sensor indutivo totalmente metálico

IFB3005QBPKG/AM/P/US-104

Observações

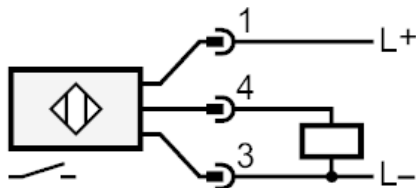
Unidades por embalagem

1 peça

Conexão elétrica



Conexão

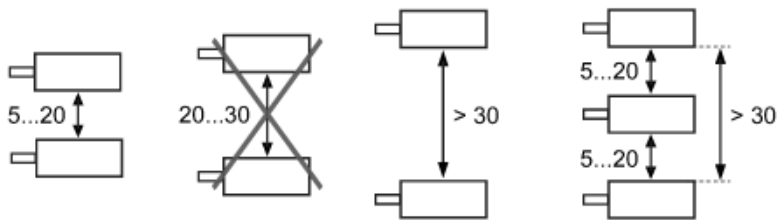


Conexão elétrica - conector

Conexão: 1 x M12; Contatos: dourado

Diagramas e curvas

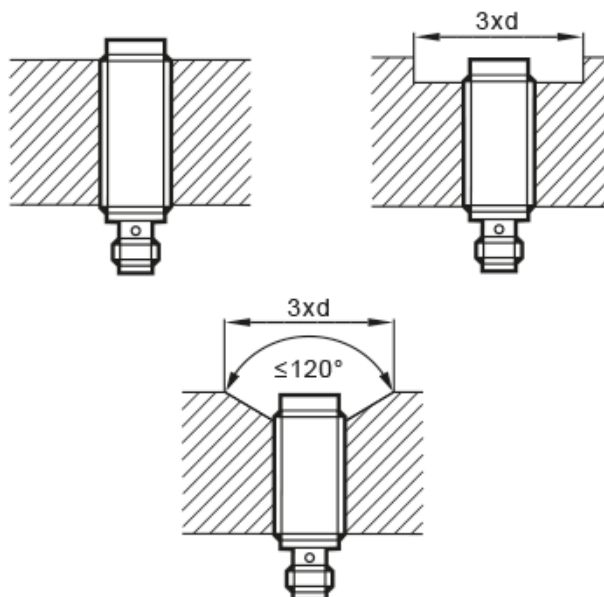
Montagem



IFT259

Sensor indutivo totalmente metálico

IFB3005QBPKG/AM/P/US-104





MLP1-SMMFOAC

MLP1

TRAVAS DE SEGURANÇA

SICK
Sensor Intelligence.



informações do pedido

tipo	nº de artigo
MLP1-SMMFOAC	1080321

Outras versões do aparelho e acessórios → www.sick.com/MLP1



dados técnicos em detalhe

Características

Princípio do sensor	RFID
Princípio de travamento	Princípio de corrente de trabalho
Codificação	Codificação universal
Força de travamento F_{max}	550 N (GS-ET-19)
Força de travamento F_{Zh}	500 N (GS-ET-19)
Força de retenção	25 N
Tolerância de deslocamento	≤ 5 mm
Distância de desligamento garantida S_{ar}	45 mm
Somente para proteção de processos	✓

Características de segurança

Nível de integridade de segurança	SIL 3 (IEC 61508)
Categoria	Categoria 4 (EN ISO 13849)
Performance Level	PL e (EN ISO 13849) ¹⁾
PFH_D (probabilidade média de uma avaria perigosa por hora)	$15 * 10^{-9}$ ²⁾
T_M (duração de uso)	20 anos (EN ISO 13849)
Tipo	Tipo 4 (EN ISO 14119)
Nível de codificação do atuador	Nível de codificação baixo (EN ISO 14119)
Estado seguro em caso de erro	Pelo menos uma saída de semicondutor (OSSD) configurada para segurança encontra-se no estado DESLIGADO.

¹⁾ Em uma conexão em série, reduz-se o nível de desempenho para o sensor em cascata integralmente, independente do número e tipo de dispositivos em um sensor em cascata. PL e só é possível em conexões em série com no máximo 6 dispositivos.

²⁾ A 40 °C e 1.000 m acima do nível do mar.

Funções

Comportamento de comutação das OSSDs	Monitoramento do atuador
---	--------------------------

Sensores em cascata	Com peça em T (sem diagnóstico) Com Flexi Loop (com diagnóstico)
---------------------	---

Interfaces

Tipo de conexão	Cabo com conector M12, 8 pinos
Comprimento do cabo	150 mm
Comprimento do cabo de conexão	≤ 100 m
Diâmetro do cabo	5,5 mm
Seção transversal do condutor	0,12 mm²
Raio de dobra (com assentamento fixo)	> 8 x diâmetro do cabo
Raio de dobra (com cabo móvel)	> 12 x diâmetro do cabo
Material do cabo	PVC
Material do condutor	Cobre
Material da porca de capa	Peça de zinco fundido, niquelado
Elementos de sinalização	LEDs
Indicação Status	✓

Eletricidade

Classe de proteção	III (IEC 61140)
Grau de ensujamento	3 (EN 60947-1)
Classificação conforme cULus	Classe 2
Categoria de uso	DC-13 (IEC 60947-5-1)
Tensão de isolamento de dimensionamento U_i	32 V
Taxa de impulsos de tensão U_{imp}	1.500 V
Tensão de alimentação U_V com conexão de uma única chave de segurança	
Sensor	24 V DC (19,2 V DC ... 28,8 V DC)
Ímã	24 V DC (19,2 V DC ... 28,8 V DC)
Tensão de alimentação U_V com conexão de uma cascata	
Sensor	24 V DC (22,8 V DC ... 28,8 V DC)
Ímã	24 V DC (21,6 V DC ... 28,8 V DC)
Consumo de corrente	
Travamento ativo	350 mA
Travamento inativo	50 mA
Frequência de comutação	≤ 0,5 Hz
Tipo de saída	Saídas de semicondutores com automonitoramento (OSSDs)
Corrente de saída (OSSDs)	≤ 100 mA
Saída de aviso	≤ 25 mA, resistente a curto-circuitos
Capacidade do cabo	400 nF (em OUT A e OUT B)
Tempo de resposta	50 ms ¹⁾
Tempo de liberação	100 ms ¹⁾

¹⁾ Em uma cascata, é multiplicado o valor com o número das chave de segurança na cascata.

Tempo de risco	100 ms ¹⁾
Tempo de ligação	2,5 s
Princípio de travamento	Princípio de corrente de trabalho

¹⁾ Em uma cascada, é multiplicado o valor com o número das chave de segurança na cascada.

Mecânica

Peso	
Interruptores (peças de reposição)	510 g
Atuadores	210 g
Material	
Carcaça do sensor	Alumínio anodizado
Carcaça do atuador	PVC reforçado com fibra de vidro
Placa de fixação	Aço niquelado
Dimensões (L x A x P)	
Interruptores (peças de reposição)	120 mm x 60 mm x 38,5 mm
Atuadores	120 mm x 60 mm x 20,5 mm
Tolerância de deslocamento	
Vertical	≤ 5 mm
Horizontal	≤ 5 mm
Ângulo de abertura	≤ 3°

Dados ambientais

Grau de proteção	IP67 (EN 60529)
Temperatura ambiente de funcionamento	-20 °C ... +55 °C
Temperatura de armazenamento	-25 °C ... +70 °C
Umidade relativa do ar	50 %, a 70 °C (IEC 60947-5-2)
Resistência a vibrações	10 Hz ... 55 Hz, 1 mm (IEC 60068-2-6)
Resistência a choques	30 g, 11 ms (EN 60068-2-27)
CEM	EN IEC 61326-3-1 EN IEC 60947-5-2 EN IEC 60947-5-3

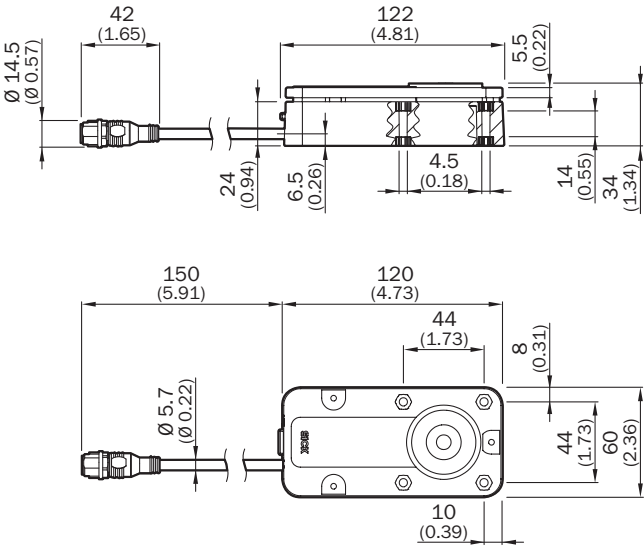
Certificados

EU declaration of conformity	✓
UK declaration of conformity	✓
ACMA declaration of conformity	✓
China-RoHS	✓
Certificado UK-Type-Examination	✓
Certificado cULus	✓
certificado FCC	✓
certificado TÜV	✓
certificado TÜV anexo	✓
Certificado EC-Type-Examination	✓

Classificações

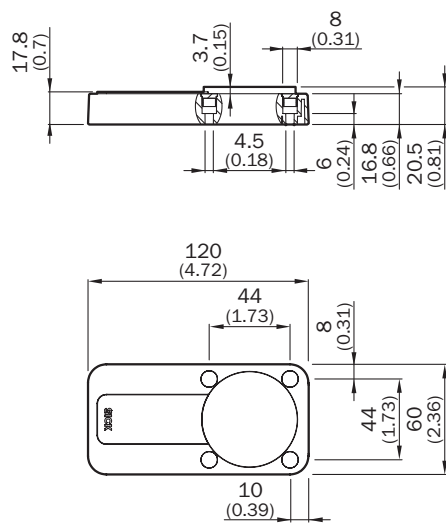
ECLASS 5.0	27272603
ECLASS 5.1.4	27272603
ECLASS 6.0	27272603
ECLASS 6.2	27272603
ECLASS 7.0	27272603
ECLASS 8.0	27272603
ECLASS 8.1	27272603
ECLASS 9.0	27272603
ECLASS 10.0	27272603
ECLASS 11.0	27272603
ECLASS 12.0	27272603
ETIM 5.0	EC002593
ETIM 6.0	EC002593
ETIM 7.0	EC002593
ETIM 8.0	EC002593
UNSPSC 16.0901	39122205

Desenho dimensional Sensor com conector macho M12



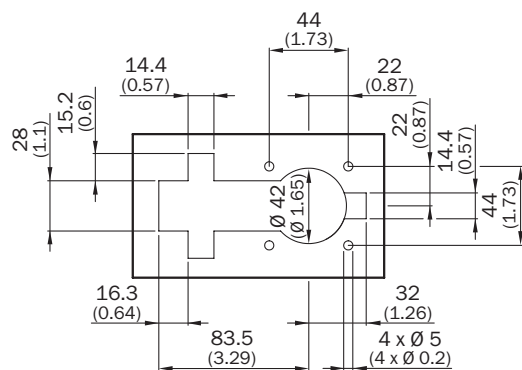
Dimensões em mm

Desenho dimensional Atuadores



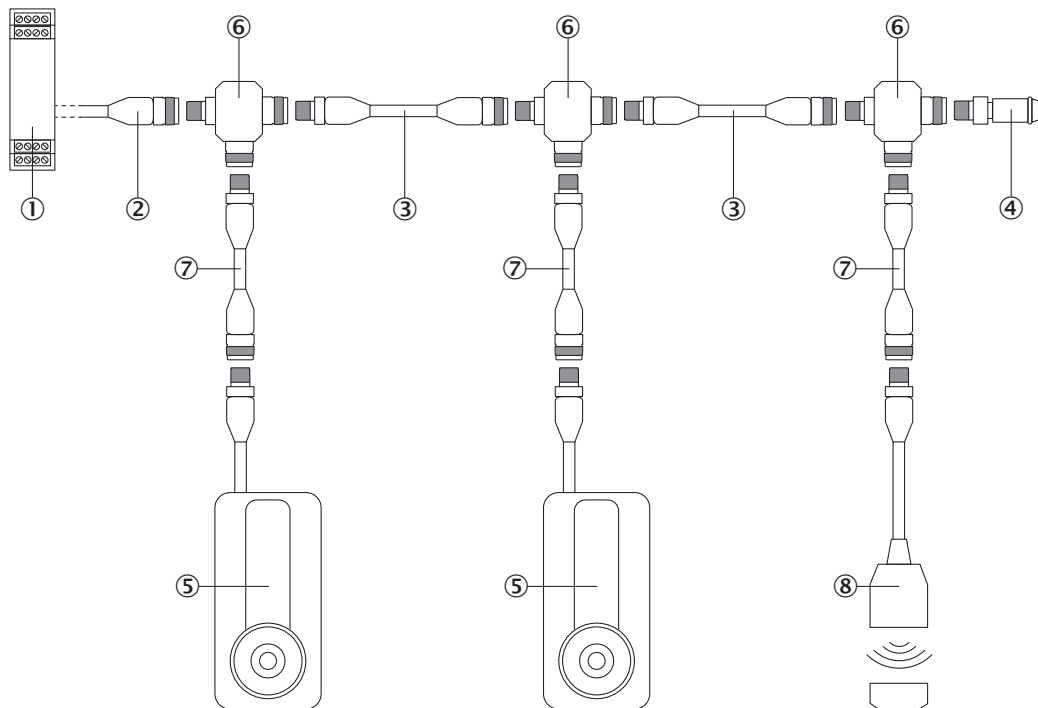
Dimensões em mm

Desenho dimensional Abertura para a montagem integrada



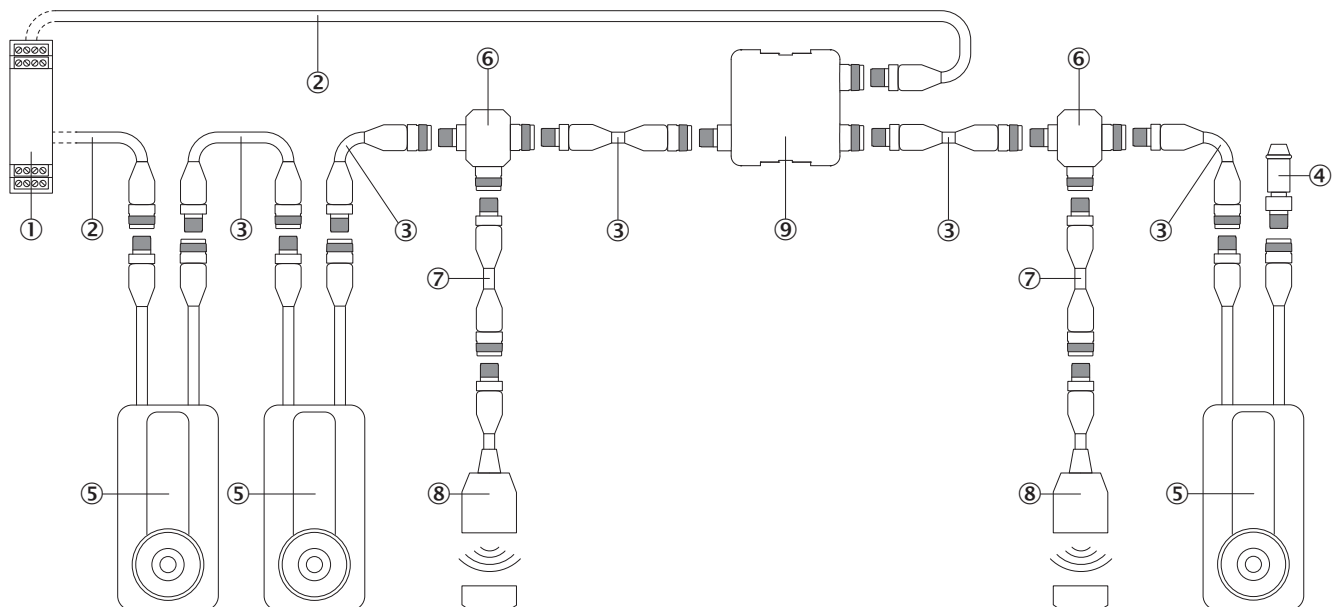
Dimensões em mm

Conexão em série Conexão de chaves de segurança ligadas com peças em T



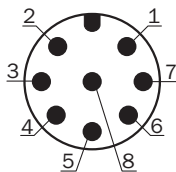
- ① Unidade de avaliação segura
- ② Cabo de conexão com conector fêmea M12, 5 pinos e cabo com extremidade aberta (por exemplo, YF2A15-xxxVB5XLEAX)
- ③ Cabo de ligação com conector macho M12, 5 pinos e conector fêmea M12, 5 pinos (por exemplo, YF2A15-xxxUB5M2A15)
- ④ Conectores terminais
- ⑤ Chave de segurança MLP1 (M12, 8 pinos)
- ⑥ Distribuidor em T
- ⑦ Cabo de ligação com conector macho M12, 8 pinos e conector fêmea M12, 8 pinos (por exemplo, YF2A18-xxxUA5M2A18)
- ⑧ outra chave de segurança M12, 8 pinos (p.ex., TR4, STR1, TR10 Lock)

Conexão em série Qualquer combinação dos métodos de conexão



- ① Unidade de avaliação segura
- ② Cabo de conexão com conector fêmea M12, 5 pinos e cabo com extremidade aberta (por exemplo, YF2A15-xxxVB5XLEAX)
- ③ Cabo de ligação com conector macho M12, 5 pinos e conector fêmea M12, 5 pinos (por exemplo, YF2A15-xxxUB5M2A15)
- ④ Conectores terminais
- ⑤ Chave de segurança MLP1
- ⑥ Distribuidor em T
- ⑦ Cabo de ligação com conector macho M12, 8 pinos e conector fêmea M12, 8 pinos (por exemplo, YF2A18-xxxUA5M2A18)
- ⑧ Chave de segurança M12, 8 pinos
- ⑨ Nós para a alimentação de tensão

Atribuição das conexões



Pino	Designação	Descrição
1	Interface de serviço	Saída de aviso
2	+24 V DC	Alimentação de tensão chave de segurança
3	Ímã	Ativação do magneto 24 V CC
4	In 2	Entrada OSSD 2*
5	OSSD1	Saída OSSD1
6	OSSD2	Saída OSSD2
7	0 V	Alimentação de tensão 0 V CC
8	In 1	Entrada OSSD 1*
*Com uma utilização como chave de segurança individual ou como primeira chave de segurança em uma cascata: aplicar 24 V CC.		
Para detalhes, ver Manual de instruções		

acessório recomendado

Outras versões do aparelho e acessórios → www.sick.com/MLP1

	Descrição resumida	tipo	n° de artigo
conectores encaixáveis e cabos			
	Tipo de conexão cabeça A: Conector fêmea, M12, 8 pinos, reto, Codificação A Tipo de conexão cabeça B: Extremidade do cabo aberta Tipo de sinal: Cabo do sensor/atuador Cabo: 2 m, 8 fios, PUR, sem halogênio Descrição: Cabo do sensor/atuador, não blindado Área de aplicação: Zonas sem carga, Área de lubrificante/óleo, Robô, operação de esteira de ar-rasto	YF2A18-020U-A5XLEAX	2095652
	Tipo de conexão cabeça A: Conector fêmea, M12, 8 pinos, reto, Codificação A Tipo de conexão cabeça B: Extremidade do cabo aberta Tipo de sinal: Cabo do sensor/atuador Cabo: 5 m, 8 fios, PUR, sem halogênio Descrição: Cabo do sensor/atuador, não blindado Área de aplicação: Zonas sem carga, Área de lubrificante/óleo, Robô, operação de esteira de ar-rasto	YF2A18-050U-A5XLEAX	2095653
	Tipo de conexão cabeça A: Conector fêmea, M12, 8 pinos, reto, Codificação A Tipo de conexão cabeça B: Extremidade do cabo aberta Tipo de sinal: Cabo do sensor/atuador Cabo: 10 m, 8 fios, PUR, sem halogênio Descrição: Cabo do sensor/atuador, não blindado Área de aplicação: Zonas sem carga, Área de lubrificante/óleo, Robô, operação de esteira de ar-rasto	YF2A18-100U-A5XLEAX	2095654
Relé de segurança			
	Aplicações: Unidade de avaliação Tipos de sensores compatíveis: Sensores de segurança com OSSDs Tipo de conexão: Conector macho frontal com terminais de mola de tração Bloqueio contra rearme: Sim Controle dos contadores (EDM): Integrado Saídas: 2 trilhas de corrente de liberação (seguros), 2 saídas de aviso (não seguras), 1 saída de impulso de teste (não segura) Largura da carcaça: 18 mm	RLY3-OSSD200	1085344

SOBRE A SICK

A SICK é um dos principais fabricantes de sensores e soluções inteligentes para aplicações industriais. Uma gama de serviços e produtos exclusiva forma a base perfeita para controlar de forma segura e eficiente os processos para proteger as pessoas contra acidentes e evitar danos ao meio ambiente.

Nós temos uma grande experiência nas mais diversas áreas. É por isso que podemos fornecer, com os nossos sensores inteligentes, o que os nossos clientes precisam. Em centros de aplicação na Europa, Ásia e América do Norte, as soluções de sistema são testadas e otimizadas especialmente para os nossos clientes. Isto tudo nos torna um fornecedor confiável e um parceiro de desenvolvimento de projetos.

Inúmeros serviços completam a nossa oferta: o SICK LifeTime Services oferece suporte durante toda a vida útil da máquina e garante a segurança e a produtividade.

Isto para nós significa "Sensor Intelligence."

NO MUNDO INTEIRO, PERTO DE VOCÊ:

Pessoas de contato e outros locais de produção → www.sick.com

SKINTOP® HYGIENIC / SKINTOP® HYGIENIC-R

SKINTOP® HYGIENIC / SKINTOP® HYGIENIC-R, resistant stainless steel cable gland with smooth surfaces for use in product zone

Info

New: Available up to size M40x1,5

Ideal for hygienic critical areas - resistant, edge-free, robust and reliable

No gaps, voids or outer lying thread - so no risk of contamination of food machines, facilities or components



Food & Beverage



Good chemical resistance



Wide clamping range



Mechanical resistance



Temperature-resistant

Benefits

Hygienic Design for ideal cleaning results

Smooth surfaces and no edges prevent the accumulation of fluids and formation of micro-organisms

Application range

Food machinery, equipment and components

For use in **product zone**

Pharmaceutical industry

SKINTOP® HYGIENIC / SKINTOP® HYGIENIC-R**Norm references / Approvals**

EHEDG (TYPE EL Class I AUX)

Hygienic design for machinery and components

ECOLAB®

Industry standard in the field of professional cleaning and disinfection in the food and beverage industry

FDA 21 CFR 177.2600

Special sealing element for food and beverage industry in North America

DIN EN 1672-2

Guideline for the design of machinery

DIN EN ISO 14159

Security of machinery – Hygienic requirements for the design of machinery

NSF/ANSI 169

Hygienic design for machinery and components

Product Make-up

Material and shape provide an easy and safe cleaning

By the blue coloring of the sealing material clearly distinguishable from foodstuffs

One complete assembly is easily mounted from the outside

Metric connection thread acc. to DIN EN 60423

Basis for technical information DIN IEC 62444

Note

Installation wrench for very high packing density on request

Technical Data

Classification ETIM 5:	ETIM 5.0 Class-ID: EC000441 ETIM 5.0 Class-Description: Cable screw gland
Classification ETIM 6:	ETIM 6.0 Class-ID: EC000441 ETIM 6.0 Class-Description: Cable screw gland
Certifications:	UL approval for M32x1,5 and M40x1,5 pending
Material:	Body: stainless steel - V4A (1.4404 / 316L) Insert: polyamide Sealing: special elastomer
Protection rating:	IP 68 - 10 bar IP 69 NEMA Type 1, 2, 4x, 6, 12
Temperature range:	-20 °C to +100 °C

Note

Other sizes are available upon request.

Photographs and graphics are not to scale and do not represent detailed images of the respective products.

Prices are net prices without VAT and surcharges. Sale to business customers only.

SKINTOP® HYGIENIC / SKINTOP® HYGIENIC-R

Article number	Article designation / size	Ø F mm	SW wrench size mm	Overall length C mm	Thread length D mm	Pieces / PU
SKINTOP® HYGIENIC						
53105100	M 12 x 1,5	4 - 6	16	38.4	6.5	5
53105110	M 16 x 1,5	6.5 - 9	20	41.4	7	5
53105120	M 20 x 1,5	9 - 12	24	46.4	8	5
53105130	M 25 x 1,5	11.5 - 15.5	29	48.9	8	5
53105140	M 32 x 1,5	16 - 20	36	56.0	9	5
53105141	M 40 x 1,5	22 - 27	45	62.0	9	5
SKINTOP® HYGIENIC-R						
53105200	M 12 x 1,5	3 - 4.5	16	38.4	6.5	5
53105210	M 16 x 1,5	4.5 - 7	20	41.4	7	5
53105220	M 20 x 1,5	7 - 10	24	46.4	8	5
53105230	M 25 x 1,5	9 - 12.5	29	48.9	8	5
53105240	M 32 x 1,5	12.5 - 16.5	36	56.0	9	5

Last Update (21.05.2025)

©2025 Lapp Group - Technical changes reserved

Product Management www.lappkabel.de

You can find the current technical data in the corresponding data sheet.

PN 0456 / 02_03_16

SKINTOP® HYGIENIC / SKINTOP® HYGIENIC-R

