



Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**Optimização do processo de fabrico de componentes
para a indústria automóvel**

Mário Jorge Rei Martins Jesus Costa



Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Optimização do processo de fabrico de componentes para a indústria automóvel

Mário Jorge Rei Martins Jesus Costa

1091023

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP e Co-Orientada pelo Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP

Júri

Presidente	Doutor Alexandre Gonçalves Santos Santiago Sottomayor <i>Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto</i>
Orientador	Doutor Francisco José Gomes da Silva <i>Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto</i>
Co-Orientador	Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho <i>Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto</i>
Vogal	Doutor José Duarte Marafona <i>Professor Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto</i>

Agradecimentos

Em primeiro lugar, os meus agradecimentos ao orientador da dissertação Doutor Francisco José Gomes da Silva pelo apoio, estímulo e confiança demonstrada.

Ao Eng.º Ricardo Macedo que, como representante da Delfingen neste projecto, disponibilizou informação e procedeu à avaliação das ideias desenvolvidas.

Ao Walter Araujo e ao Claudio Costa pelo apoio e companheirismo prestado não só no decorrer desta dissertação como no meu percurso académico.

A todos os que, de forma directa e indirecta, contribuíram para a conclusão desta dissertação.

Um agradecimento especial para a minha família e amigos que sempre me apoiaram e partilharam esta dura caminhada que, por muitas vezes, resultou na minha ausência e falta de atenção para com eles neste período.

Resumo

A qualidade é um factor-chave na indústria automóvel. Todos os fornecedores de componentes para a indústria automóvel estão sujeitos a qualificações e auditorias sistemáticas, com vista a melhorar os processos e verificar a sua rastreabilidade. Quando os processos assentam essencialmente em mão-de-obra intensiva, torna-se muito mais difícil atingir a ambicionada meta dos zero-defeitos, e a garantia da qualidade pode ficar comprometida, sendo necessário instalar procedimentos de controlo mais apurados. No entanto, se o processo ou processos forem convenientemente definidos, e se optar por capital intensivo em detrimento da mão-de-obra intensiva, a garantia da qualidade pode ser uma realidade, podendo ser fortemente minimizadas as operações de controlo da qualidade.

Este trabalho teve por base a necessidade de reduzir fortemente, ou eliminar mesmo, o aparecimento de defeitos de montagem num sistema designado por remachado. Após cuidada análise do processo instalado, já parcialmente automatizado, mas ainda fortemente dependente de mão-de-obra, procedeu-se ao projecto de um equipamento capaz de reproduzir o mesmo efeito, mas que acomodasse alguns possíveis defeitos oriundos dos fornecedores dos componentes que são inseridos neste conjunto, colocados a montante na cadeia de fornecimento do produto. O equipamento resultante deste trabalho permitiu baixar o tempo de ciclo, acomodar a variabilidade dimensional detectada nos componentes que constituem o conjunto e reduzir drasticamente o número de não-conformidades.

Palavras-chave

Qualidade, Indústria automóvel, Projecto mecânico, Automatização, Produtividade

Abstract

Quality is a key-factor for the automotive industry. All components' suppliers for the automotive industry are subjected to qualifications and systematic audits, in order to improve the processes and verify their traceability.

When processes are essentially based on intensive human labour, it becomes much more difficult to achieve the desirable goal of zero-defects, quality assurance can be compromised and it becomes necessary to install stronger monitoring procedures.

However, if the process or processes are properly defined, and if the company opts for capital intensive rather than labour-intensive manufacturing, quality assurance can be a reality, and quality control operations can be strongly minimized.

This work was based on the need to sharply reduce, or even eliminate, the appearance of defects in a system known as "remachado". After careful analysis of the current process, already partially automated, but still heavily dependent on human labor, a reliable equipment was designed, able to assemble the final part, but accommodating some possible defects on the components provided by the suppliers, placed upstream in the supply chain of the product. The resulting equipment enable a reduction of the cycle time, to accommodate the dimensional variability detected in the assembly components and to drastically reduce the number of non-conformities.

Keywords

Quality, Automotive industry, Mechanical design, Automation, Productivity

Lista de Símbolos e Abreviaturas

AC	Corrente alternada
AEP	Associação Empresarial de Portugal
AGV	<i>Automatic Guided Vehicle</i>
Al	Aluminium
APCER	Associação Portuguesa de Certificação
Art	Artigo
AVSQ	<i>Associazione Nazionale dei Valutatori di Sistemi Qualità</i>
C	Coefficiente de atrito para as forças de resistência secundárias
CAE	<i>Classificação das Actividades Económicas</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CC	Corrente Contínua
CE	<i>Conformité Européene</i>
CEN	Comité Europeu de Normalização
CENELEC	<i>Comité Européen de Normalisation Électrotechnique</i>
Cil	Cilindro
CNC	Controlo numérico computadorizado
EAQF	<i>Évaluation Aptitude Qualité Fournisseur</i>
EEE	Espaço Económico Europeu
EN	Norma Europeia

F	Força
f	Coefficiente de atrito
F_H	Forças Principais
F_N	Forças de resistência secundárias
F_S	Forças de resistência especiais
F_{St}	Forças de resistência à inclinação
g	Gravidade
α	Inclinação do transportador
IATF	<i>International Automotive Task Force</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
kg	kilograma
L	Comprimento
m	Metro
m_G	Massa da tela
min	Minutos
m_L	Carga máxima transportada
m_R	Massa total dos rolos
N	Newton
NP	Norma Portuguesa
OEM	<i>Original Equipment Manufacturers</i>
PC	Polycarbonato

PE	Polietileno
PLC	<i>Program Logic Controller</i>
P_s	Potência Estática
QS	<i>Quality Standard</i>
η	Rendimento
s	Segundo
U.E.	União Europeia
V	Velocidade
VDA	<i>Verband Der Automobilindustrie</i>
W	Watt

Índice de Figuras

Figura 1 – Matriz de Porter	8
Figura 2 – Pressões exercidas sobre a indústria automóvel (Lourenço,2008).	9
Figura 3 – Aplicações da alavanca de Bell (Performanceforums).	10
Figura 4 – Interação came válvula.	11
Figura 5 – Catraca.	11
Figura 6 – Princípio de funcionamento do mecanismo de Geneva (wikipedia).	12
Figura 7 – Mecanismo de Geneva com varias fendas (automotioncomponents).	13
Figura 8 – Posicionamento dos discos (Brito,2014).	13
Figura 9 – Volume de produção versos diversidade de produtos (Profelectro,2012).	15
Figura 10 – Pirâmide da automação (Goeking,2010)	16
Figura 11 – Níveis de automação num barco.	17
Figura 12 – Linha de montagem (plantautomation-technology,2014).	17
Figura 13 – Linha de embalagem (Profelectro,2012).....	17
Figura 14 – AGV (supply2build).	18
Figura 15 – Transportadores (directindustry).	18
Figura 16 – Mesa vibratória (Gchtool).	18
Figura 17 – Pick and place (Handbook of automation, 2009).	18
Figura 18 – Estações de etiquetagem (Handbook of automation,2009).	19
Figura 19 – Automação na indústria extractiva (Handbook of automation,2009).	19
Figura 20 – Fábrica da Toyota.	20
Figura 21 – Robô Toyota.	20
Figura 22 – Manipulação de produtos (impractical9).	20
Figura 23 – Pintura (manutencaoesuprimentos).	20
Figura 24 – Soldadura (Bahiamercantil).	20
Figura 25 – Sistema de eixos de um braço robótico (Mechanisms & Mechanical).....	21
Figura 26 – Robô de coordenadas cartesianas.	21
Figura 27 – Robô de coordenadas cilíndricas.	21
Figura 28 – Robô de coordenadas polares ou esféricas.....	22
Figura 29 – Robô de coordenadas de revolução.....	22
Figura 30 – Sala de operações (Notícias).	23
Figura 31 – Robô de resgate (Nsf).....	23
Figura 32 – Robô bombeiro (Gizmag).	23
Figura 33 - Hierarquia das normas.....	26
Figura 34 – Enquadramento legal de máquinas.	27
Figura 35 – Procedimento de avaliação de risco.	32

Figura 36 – Risco eléctrico.	36
Figura 37 - Risco térmico.	37
Figura 38 – Níveis de ruído.	37
Figura 39 – Vibrações.....	38
Figura 40 – Radiações.	39
Figura 41 - Materiais e substâncias.....	40
Figura 42 – Riscos ergonómicos.....	40
Figura 43 – Combinação de riscos.	41
Figura 44 – Dispositivos de protecção.	41
Figura 45 – Marcação CE.	43
Figura 46 – Operação de montagem a realizar de forma automática.	47
Figura 47 – Evolução temporal da DELFINGEN.	49
Figura 48 – Distribuição geográfica da DELFINGEN.	50
Figura 49 – Sede da DELFINGEN.	50
Figura 50 – DELFINGEN Portugal.	50
Figura 51 – Vista explodida do interior do motor limpa pára-brisas.	51
Figura 52 – Modelos de motores de limpa vidros (Adaptado de Morello, et al., 2011).	52
Figura 53 – Igualdade de características dos modelos.	53
Figura 54 – Equipamento actual de cravação.	54
Figura 55 – Dispositivos de comando.	55
Figura 56 – Dispositivos de segurança.....	56
Figura 57 – Evolução da cravação.	57
Figura 58 – Identificação do angulo de revolução.	57
Figura 59 – Placa do ferro de engomar.	58
Figura 60 – Manete do travão de mão	58
Figura 61 – Dijuntor.	58
Figura 62 – Cubo da roda de um carro.	58
Figura 63 – Zona de saída do produto acabado.....	60
Figura 64 – Controlo de cravação.	61
Figura 65 – Transportador magnético.....	63
Figura 66 – Parallel kinematic robots EXPT, tripod (Festo, 2014).	64
Figura 67 – Alimentador vibratório (Unitedtoolers).	64
Figura 68 – Alimentador de tubos 1ª versão.	65
Figura 69 – Alimentador de tubos 2ª versão.	65
Figura 70 – Transmissões dispostas aleatoriamente.	68
Figura 71 – Extremidades da transmissão.	68
Figura 72 – Separação de transmissões.....	69
Figura 73 – Alimentação de transmissões.	70
Figura 74 – Funcionamento do Cil5.	70

Figura 75 – Interacção Posto1 e mesa giratória.....	70
Figura 76 – Alimentação de tubos.	71
Figura 77 – Orientação de tubos.	72
Figura 78 – Controlo da inserção de tubos.....	73
Figura 79 – Cravação dos tubos.....	74
Figura 80 – Controlo de cravação dos tubos.....	75
Figura 81 – Armazenamento de remachados.....	76
Figura 82 – Mesa giratória.	77
Figura 83 – Vista frontal.....	78
Figura 84 – Vista posterior.	78
Figura 85 – Vistas laterais.	79
Figura 86 – Vista superior.	79
Figura 87 – Vista inferior.	79
Figura 88 – Disposição geral da máquina de remachar.	80
Figura 89 – Estrutura da máquina de remachar.....	81
Figura 90 – Identificação da zona de alimentação de tubos e transmissões.	82
Figura 91 – Localização dos comandos.	91
Figura 92 – Menu principal.....	92
Figura 93 – Menu Manual.....	92
Figura 94 – Menu Posto 1.....	93
Figura 95 – Menu Posto 2.....	93
Figura 96 – Menu Posto 3.....	93
Figura 97 – Menu Posto 4.....	94
Figura 98 – Menu Posto 5.....	94
Figura 99 – Menu Posto 6.....	94
Figura 100 – Menu Mesa Rotativa.....	95
Figura 101 – Menu Automático.....	95
Figura 102 – Menu de produção.....	96
Figura 103 – Menu Anomalias.....	97
Figura 104 – Localização dos dispositivos de paragem de emergência.	98
Figura 105 – Esquema pneumático.	103
Figura 106 – Número máximo de transmissões elevadas.	105
Figura 107 – Diagrama de corpo livre Cil1.	106
Figura 108 – Propriedades do cilindro da série DGC.	107
Figura 109 – Força de avanço Cil2.	107
Figura 110 – Propriedades do cilindro da série DGPL.....	108
Figura 111 – Diagrama de corpo livre da garra.....	108
Figura 112 – Propriedades do cilindro da série DGPL.....	109
Figura 113 – Diagrama de corpo livre do Cil3.	110

Figura 114 – Propriedades do cilindro da série DGSL.	111
Figura 115 – Diagrama de corpo livre do Cil4.	111
Figura 116 – Propriedades do cilindro da série DGPL.	112
Figura 117 – Diagrama de corpo livre do Cil5.	112
Figura 118 – Propriedades do cilindro da série HPV.	113
Figura 119 – Diagrama de corpo livre do Cil6.	114
Figura 120 – Propriedades do cilindro da série DGC.	115
Figura 121 – Movimento do Cil7.	115
Figura 122 – Diagrama de corpo livre do Cil8 e Cil9.	116
Figura 123 – Propriedades do cilindro da série ADNGF.	116
Figura 124 – Aplicação do Cil10.	117
Figura 125 – Diagrama de corpo livre do Cil11.	117
Figura 126 – Propriedades do cilindro da série DGSL.	118
Figura 127 – Diagrama de corpo livre do cravador.	119
Figura 128 – Força máxima aplicada BK40/NS.	119
Figura 129 – Massa do cravador.	120
Figura 130 – Massa da chapa.	120
Figura 131 – Propriedades do cilindro da série ADVU.	120
Figura 132 – Diagrama de corpo livre batente do cravador.	121
Figura 133 – Propriedades do cilindro da série ADVU.	122
Figura 134 – Propriedades do cilindro da série DSMI.	122
Figura 135 – Diagrama de corpo livre Cil15.	123
Figura 136 – Propriedades do cilindro da série DGPL.	123
Figura 137 – Aplicação do Cil10.	124
Figura 138 – Diagrama de corpo livre do Cil17.	124
Figura 139 – Propriedades do cilindro da série DGPL.	125
Figura 140 – Propriedades do cilindro da série DHTG.	126
Figura 141 – Diagrama de corpo livre do transportador.	127
Figura 142 – Localização dos orientadores de transporte.	131
Figura 143 – Localização do centro de gravidade da máquina de remachar.	132
Figura 144 – Risco queda de objectos.	132
Figura 145 – Localização dos seccionadores de corte geral.	138
Figura 146 – Protecções fixas e protecções móveis.	139
Figura 147 – Risco de choque eléctrico.	140
Figura 148 – Coluna de sinalizadores.	140
Figura 149 – Sinalética de consignaçoão (Premierautoworkers).	149
Figura 150 – Dispositivos de Lockout Tagout (Demesne).	149
Figura 151 – Ajuste da tensão da tela.	150

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Empresas e associações representadas pela ITAF.....	7
Tabela 2 – Riscos mecânicos.....	35
Tabela 3 - Elementos do Dossier Técnico de Fabrico.....	42
Tabela 4 – Elementos da declaração de conformidade.....	43
Tabela 5 – Identificação dos modelos de remachados.....	52
Tabela 6 – Sequência de operações do equipamento existente.....	59
Tabela 7 – Sequência de operações.....	83
Tabela 8 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 1.....	99
Tabela 9 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 2.....	99
Tabela 10 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 3.....	100
Tabela 11 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 4.....	100
Tabela 12 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 5.....	100
Tabela 13 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 6.....	101
Tabela 14 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes à mesa rotativa.....	101
Tabela 15 – Sequência de montagem.....	102
Tabela 16 – Requisitos eléctricos gerais.....	104
Tabela 17 – Massas aplicadas ao cilindro de elevação das transmissões Cil1.....	106
Tabela 18 – Coeficiente de atrito (adaptado de www.engineeringtoolbox.com).....	107
Tabela 19 – Massas aplicadas à mesa giratória.....	125
Tabela 20 – Propriedades dos elementos constituintes do transportador.....	127
Tabela 21 – Identificação das massas aplicadas ao transportador.....	128
Tabela 22 – Coeficientes de atrito (Eurobelt).....	129
Tabela 23 – Coeficiente de atrito C para as forças de resistência secundárias (SEW, 2007).....	129
Tabela 24 – Propriedades do motor da série EMMS-AS.....	130
Tabela 25 – Níveis de Severidade.....	134
Tabela 26 – Níveis de Probabilidade de Ocorrência.....	135
Tabela 27 – Níveis de Frequência de Exposição.....	135
Tabela 28 – Níveis de Número de Pessoas Expostas.....	135
Tabela 29 – Avaliação do Risco.....	135
Tabela 30 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 1.....	141
Tabela 31 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 2.....	142
Tabela 32 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 3.....	142
Tabela 33 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 4.....	142
Tabela 34 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 5.....	143
Tabela 35 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 6.....	143

Tabela 36 – Identificação dos actuadores e sua função da mesa.	144
Tabela 37 – Sequência de operações do posto 1.	145
Tabela 38 – Sequência de operações do posto 2.	145
Tabela 39 – Sequência de operações do posto 3.	146
Tabela 40 – Sequência de operações do posto 4.	146
Tabela 41 – Sequência de operações do posto 5.	146
Tabela 42 – Sequência de operações do posto 6.	147
Tabela 43 – Sequência de operações da mesa giratória.	147
Tabela 44 – Comparação de cadências.	148
Tabela 45 – Custo do equipamento	152
Tabela 46 - Lista de componentes	153

Índice

Lista de Símbolos e Abreviaturas	xiii
Índice de Figuras	xvii
Índice de Tabelas	xxi
Índice	xxiii
1. Introdução	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objectivos	2
1.3. Metodologia	3
1.4. Estrutura	4
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1. A produção de componentes para a indústria automóvel	5
2.1.1. Requisitos de qualidade na indústria automóvel	6
2.1.2. Requisitos de competitividade na indústria automóvel	7
2.1.3. Paradigmas de produção na indústria automóvel	9
2.2. Soluções mecânicas para problemas complexos	10
2.3. Automatização de sistemas de produção e montagem	14
2.3.1. Soluções baseadas em automação	16
2.3.2. Soluções baseadas na robótica	20
2.4. Enquadramento Legal	24
2.4.1. Directiva máquinas	28
2.4.1.1. Requisitos essenciais de segurança	31
2.4.1.1.1. Risco mecânico	34
2.4.1.1.2. Risco eléctrico	36
2.4.1.1.3. Risco térmico	37
2.4.1.1.4. Riscos provocados pelo ruído	37
2.4.1.1.5. Riscos provocados pelas vibrações	38
2.4.1.1.6. Riscos provocados pelas radiações	39
2.4.1.1.7. Riscos provocados por materiais e substâncias	39
2.4.1.1.8. Riscos provocados pelo desrespeito dos princípios ergonómicos a quando da concepção de máquinas	40
2.4.1.1.9. Combinações de riscos	41
2.4.1.1.10. Dispositivos de protecção	41
2.4.1.2. Dossier técnico de fabrico	42
2.4.1.3. Declaração de conformidade	43
2.4.1.4. Marcação CE	43
2.4.2. Directiva equipamentos de trabalho	44

2.4.3. Comércio em segunda mão	45
3. Desenvolvimento	47
3.1. Introdução ao trabalho prático desenvolvido.....	47
3.1.1. Objectivos do trabalho prático	47
3.1.2. Caracterização da empresa.....	48
3.2. Situação inicial	51
3.2.1. Estudo do produto.....	51
3.2.2. Estudo do equipamento existente.....	54
3.2.2.1 Disposição geral	54
3.2.2.2. Funcionalidades.....	57
3.2.2.3. Segurança	60
3.2.2.4. Cadência	61
3.2.2.5. Controlo de qualidade	61
3.2.3. Requisitos iniciais.....	62
3.3. “Tempestade de ideias” sobre possíveis soluções.....	62
3.4. Anteprojecto do novo sistema de montagem	66
3.4.1. Separação e alimentação de transmissões	67
3.4.2. Alimentação, orientação e inserção dos tubos.....	71
3.4.3. Controlo da inserção dos tubos	73
3.4.4. Cravação dos tubos.....	74
3.4.5. Controlo de cravação dos tubos	75
3.4.6. Saída e armazenamento de produto final	76
3.4.7. Mesa Giratória	77
3.5. Projecto final do sistema	78
3.5.1. Representação geral	78
3.5.2. Disposição geral.....	80
3.5.3. Estrutura	81
3.5.4 Funcionamento / Sistema de comando.....	82
3.5.5. Sistema de comando	91
3.5.6 Lista de accionadores e sensores.....	99
3.5.6.1. Posto 1	99
3.5.6.2. Posto 2	99
3.5.6.3. Posto 3	100
3.5.6.4. Posto 4	100
3.5.6.5. Posto 5	100
3.5.6.6. Posto 6	101
3.5.6.7. Mesa rotativa.....	101
3.5.7. Instruções para a construção do equipamento	102
3.5.7.1. Processos de fabrico	102

3.5.7.2. Sequência de montagem	102
3.5.8. Projecto pneumático	103
3.5.9. Projecto eléctrico.....	104
3.5.10. Projecto cálculo	105
3.5.10.1. Cilindro de elevação de transmissões (Cil1)	105
3.5.10.2. Cilindro de orientação das transmissões (Cil2).....	107
3.5.10.3. Garras	108
3.5.10.4. Cilindro de avanço e recuo da garra (Cil3)	109
3.5.10.5. Cilindro de translação da garra (Cil4).....	111
3.5.10.6. Cilindro de bloqueio de transmissões (Cil5)	112
3.5.10.7. Cilindro de elevação das placas de separação dos tubos (Cil6)	114
3.5.10.8. Cilindro de abertura das pinças de separação dos tubos (Cil7)	115
3.5.10.9. Cilindro de abertura e fecho da prensa de orientação dos tubos (Cil8 e 9)	116
3.5.10.10. Cilindro de remoção de tubos danificados (Cil10).....	117
3.5.10.11. Cilindro de avanço e recuo das garras (Cil11)	117
3.5.10.12. Cilindros de suporte do cravador (Cil13 e Cil14).....	118
3.5.10.13. Cilindro de batente do cravador (Cil12).....	121
3.5.10.14. Cilindros do controlo de cravação (Cil15 e Cil16)	122
3.5.10.15. Cilindro de rotação do extractor de produto acabado (Cil18)	124
3.5.10.16. Cilindro de translação do extractor de produto acabado (Cil17).....	124
3.5.10.17. Mesa giratória.....	125
3.5.10.18. Cálculo da potência do motor	126
3.5.11. Transporte do equipamento	131
3.5.12. Instalação.....	133
3.5.13. Segurança	134
3.5.13.1. Avaliação de riscos.....	134
3.5.13.2. Instruções de segurança	137
3.5.13.3. Paragem de emergência	137
3.5.13.4. Fontes de energia	138
3.5.13.5. Protecções fixas	139
3.5.13.6. Protecções móveis.....	140
3.5.13.7. Sinalização de segurança	140
3.5.13.8. Coluna de sinalizadores	140
3.5.14. Cadência	141
3.5.15. Manutenção	149
3.5.15.1 Manutenção preventiva	150
3.5.15.2. Ajuste da tensão da tela do transportador.....	150
3.5.15.3 Limpeza.....	151
3.5.16. Desmantelamento	151

3.5.17. Anomalias e soluções	152
3.5.18. Orçamentação do equipamento	152
3.5.19. Lista de peças e componentes utilizados.....	153
4. Conclusões.....	167
5. Bibliografia e Outras Fontes de Informação	169
5.1. Bibliografia.....	169
5.2. Outras fontes de informação disponíveis online	170
ANEXO I	173
ANEXO II	174
ANEXO III	175
ANEXO IV	176
ANEXO V	177
ANEXO VI	178

1. Introdução

1.1. Enquadramento

A indústria de componentes para o automóvel está sempre fortemente pressionada para cumprir requisitos de elevada competitividade e qualidade. Esta combinação de factores exige um elevado grau de automatização ou, em contrapartida, um forte investimento em controlo de qualidade. Em Portugal, devido ao baixo custo da mão-de-obra não qualificada, é comum recorrer-se a pouca automatização dos processos e grande intervenção humana. No entanto, torna-se mais difícil para a Garantia de Qualidade ser uma realidade.

Na maior parte dos casos, falar em automatização é sinónimo de elevado investimento, o que retrai a maior parte dos investidores nacionais. No entanto, as multinacionais possuem, na maioria dos casos, outra abertura de espírito para a automatização de processos, sabendo analisar com rigor qual o período necessário para o retorno do investimento ('pay-back').

Não raramente, uma parte dos dispositivos electrónicos de controlo e accionamento podem ser substituídos, com arte e engenho, por dispositivos mecânicos, mais económicos, e que produzem efeito muito semelhante, tirando partido de aspectos geométricos das peças ou componentes, da acção da gravidade, da força centrífuga, ou de qualquer outro efeito bem conhecido, que proporciona os resultados obtidos por dispositivos muito mais elaborados e com custos de investimento e manutenção bastante superiores.

Garantir a qualidade em operações de montagem, implica geralmente um domínio bastante apurado dos processos de fabrico a ele associados, e das características dos materiais em presença. No entanto, competirá sempre à Engenharia elaborar os sistemas mais adequados para tornar o processo 100% fiável, minimizando o mais possível os factores que possam introduzir variabilidade ao processo.

Cumprir com os requisitos da indústria automóvel implica prever tudo, e deixar que aconteça apenas aquilo que se pretende que efectivamente aconteça. Para tal, os sistemas têm que ser estudados até à exaustão, não deixando espaço a imprevistos.

1.2. Objectivos

Perante o quadro anteriormente traçado, este trabalho teve como principal objectivo otimizar um processo de montagem/fabrico de componentes para automóvel já existente, mas que, apesar de alguma automação já incorporada, apresentava um elevado grau de imprevisibilidade de resultados.

Para a prossecução do objectivo principal anteriormente referido, tornou-se necessário:

- Estudar convenientemente o processo já existente, assim como as falhas a ele associadas;
- Para cada falha identificada, elencar possíveis soluções;
- Após a respectiva “tempestade de ideias” para cada falha, enumerar os pontos positivos e negativos associados a cada solução;
- Estudar a possível integração das soluções parcelares entretanto seleccionadas para colmatar as falhas;
- Proceder ao anteprojecto das soluções;
- Analisar a viabilidade de funcionamento do conjunto e validar a solução global com a empresa participante neste projecto;
- Proceder à selecção dos sistemas de automação que se tornem necessários incorporar no projecto, para a prossecução dos objectivos definidos;
- Proceder ao projecto da solução final;
- Elaborar o respectivo caderno de encargos para fabricação;
- Proceder à orçamentação do equipamento;
- Proceder a uma análise SWOT do projecto, listando vantagens e inconvenientes.

Após cumpridos os objectivos acima traçados, foi então realizada a redacção da presente dissertação.

1.3. Metodologia

A elaboração do presente trabalho seguiu a metodologia que seguidamente se descreve:

- Análise detalhada do funcionamento do sistema actual de montagem;
- Análise das variações geométricas dos componentes utilizados na montagem;
- Estudo dos motivos de falha do sistema de montagem;
- “Tempestade de ideias” sobre possíveis soluções para cada problema detectado;
- Apresentação à empresa da selecção de ideias, devidamente fundamentadas;
- Anteprojecto das soluções anteriormente validadas;
- Integração das ideias com vista à resolução de todos os problemas detectados;
- Análise das vantagens, fragilidades, ameaças e oportunidades do sistema;
- Projecto definitivo do equipamento;
- Indicação dos componentes de automação necessários ao correcto funcionamento do sistema, e respectivas indicações para programação;
- Lista de componentes e peças, estas dotadas do respectivo desenho técnico;
- Projecto eléctrico e pneumático;
- Orçamentação definitiva da solução completa;
- Identificação do funcionamento;
- Lista de possíveis anomalias e sua resolução;
- Lista de acções de manutenção a realizar.

1.4. Estrutura

A estrutura deste trabalho está assente essencialmente em duas partes: uma Revisão Bibliográfica inicial, onde se pretende enquadrar o leitor com os temas envolvidos nesta dissertação, passando em revista os desenvolvimentos técnicos e científicos que foram publicados em livros e periódicos científicos dedicados à matéria, e o Desenvolvimento do Trabalho Prático propriamente dito, com referência à situação inicialmente encontrada, desenvolvimentos efectuados e solução final proposta, devidamente fundamentada e documentada.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. A produção de componentes para a indústria automóvel

O mercado automóvel sofreu alterações na sua filosofia. No início, a existência de modelos de veículos únicos facilitavam a produção de componentes pela falta de variedade, não havendo uma indústria de componentes. Nos dias que correm a competitividade dos fabricantes de automóveis também é regida pela quantidade de modelos e extras disponíveis para os consumidores. Este desenvolvimento, associado ao aumento de consumo no sector, obrigou os fornecedores a consolidar competências baseadas em qualidade, custos e prazos, assim como desenvolver capacidades de engenharia. Os fabricantes recorrem cada vez mais a estratégias de “outsourcing” no desenvolvimento dos seus produtos, tornando os seus fornecedores membros activos (INTELI, 2005).

Esta política torna os OEM's (Original Equipment Manufacturers) detentores de um conceito de viatura representada pela sua marca e possuidores de uma linha de montagem, acabamento final e distribuição. Os fornecedores assumiram assim maiores responsabilidades ao nível de engenharia de produção e *design* de produto, aumentando o peso da sua actividade no sector, tanto na criação de emprego como na movimentação do investimento industrial (Velooso, et al., 2000). Foram então adoptados novos modelos organizacionais, que conduzem a uma maior flexibilidade e capacidade de resposta por parte dos fornecedores. Os prazos de entrega muito apertados e necessidade de praticar preços reduzidos formataram as empresas para uma produção “Just-in-time” e para a adopção de técnicas de produção *lean*. Verificou-se que muitos fornecedores não foram capazes de acompanhar esta evolução, surgindo assim um grupo reduzido de fornecedores, mas altamente competitivo, com capacidades tecnológicas e meios industriais capazes de produzir peças e componentes de alta qualidade, tornando este mercado extremamente competitivo (Oliveira, 2009). A competitividade é mantida com a redução dos preços, dos prazos de entrega e aumento da qualidade dos produtos, gerando pressões não só ao nível interno como a todas as empresas subcontratadas (Abreu, 1995).

2.1.1. Requisitos de qualidade na indústria automóvel

Como referido anteriormente, os fornecedores de componentes para a indústria automóvel são obrigados a reduzir os preços e os prazos de entrega, sem prejuízo da qualidade do produto, por forma a se manterem competitivos e atractivos para as OEM's.

A Garantia da Qualidade é o conjunto de acções programadas e sistemáticas, implementadas no âmbito do sistema da qualidade, para assegurar uma adequada confiança de uma dada entidade. As exigências e requisitos definidos para a Qualidade devem ser mantidos em todos os passos inerentes a um processo e, sempre que necessário, devem ser demonstrados. Inicialmente, a certificação dos fornecedores do sector automóvel era opcional mas, com o desenvolvimento da área, este processo passou a ser uma exigência do cliente.

Os grandes fabricantes da indústria automóvel criaram assim diversos referenciais normativos, os quais têm de ser cumpridos pelos seus fornecedores. Alguns exemplos desses referenciais são: VDA 6.1 (Alemanha), QS-9000 (EUA), EAQF (França) e AVSQ (Itália). Contudo, estes sistemas de normalização não eram reconhecidos mutuamente, resultando num complicado processo de certificação dos fornecedores internacionais, que se viam obrigados a obter diferentes certificações consoante o mercado em que estivessem inseridos. Em 1995 deu-se início ao esforço de criar um modelo normativo que fosse reconhecido pelos diferentes fabricantes.

Esse estudo foi realizado pela IATF (*International Automotive Task Force*) resultando, em 1999, na Especificação Técnica ISO/TS 16949, a qual foi submetida à ISO para aprovação e publicação. A IATF representa um grupo internacional de fabricantes de veículos automóveis conhecidos e respectivas associações. Na Tabela 1 é referido este grupo, onde estão representadas as empresas e associações.

A ISO/TS 16949:1999 tem por base a ISO 9001:1994, e estabelece os requisitos do sistema de qualidade das empresas da indústria automóvel. Estes requisitos representam guiões para concepção e desenvolvimento, produção e fornecimento do serviço às actividades de medição, monitorização, competência, consciencialização, formação dos colaboradores, análise e melhoria. Em 2002, o IATF adaptou a ISO/TS 16949:2002, após a revisão das normas ISO 9001.

Tabela 1 – Empresas e associações representadas pela ITAF.

Empresas		Associações
• BMW Group	• General Motors Company	• AIAG (América)
• Chrysler Group	• PSA Peugeot Citroën	• ANFIA (Itália)
• Daimler AG	• Renault SA	• FIEV (França)
• Fiat Group Automobile	• Volkswagen AG	• SMMT (Reino Unido)
• Ford Motor Company		• VDA/QMC (Alemanha)

Em Portugal, a certificação segundo a ISO/TS 16949:2009 pode ser obtida na APCER, que em conjunto com organismos certificadores da rede IQNet, potenciam a partilha de experiências e o suporte do processo de auditoria aos sistemas de gestão da qualidade. Como resultado da certificação, a indústria de fornecimento de componentes para automóveis está submetida a pressões de várias ordens.

Os construtores estão cada vez mais a realizar auditorias de qualidade nos seus fornecedores e a apertar os prazos de entrega sob pena de penalizações caso estes não sejam cumpridos. As auditorias em geral são responsáveis por identificar desvios nos requisitos de qualidade e a respectiva origem. Os fornecedores devem adaptar-se aos novos modelos organizacionais que englobam desde a logística, gestão e processos de produção por forma a conseguirem maior flexibilidade e capacidade de resposta. Estes modelos visam a redução de custos, o aumento de qualidade e o aumento das quantidades produzidas (AEP, 2006).

2.1.2. Requisitos de competitividade na indústria automóvel

A competitividade na indústria automóvel global está dependente das flutuações de mercado, o que origina muitas vezes mudanças nas estratégias de construção (*European Competitiveness Report*, 2004). Existe uma evolução constante do automóvel, na tentativa de criar novas tecnologias, que possibilitem a fabricação de modelos com melhor desempenho, maior eficiência energética, mais amigos do ambiente, com *design* mais atractivo e que possam ser construídos com o menor custo possível.

O aparecimento de modelos de viaturas cada vez mais distintos obriga os fabricantes a serem flexíveis e a pensarem em soluções para os seus processos de fabrico, capazes de se

adaptarem às constantes mudanças desses modelos. Para além da aplicação de técnicas de produção *Lean* como referido anteriormente, as empresas fazem um esforço para se manterem tecnologicamente actualizadas, como forma de combater outras empresas instaladas em países que utilizam mão-de-obra mais económica. Caso contrário, serão obrigadas a deslocar toda a estrutura para países com custos laborais idênticos (Porter, 1990).

De acordo com Porter, as principais forças competitivas de um negócio são (Figura 1):

- Novos concorrentes;
- Fornecedores;
- Compradores;
- Produtos substitutos;
- Concorrentes actuais.

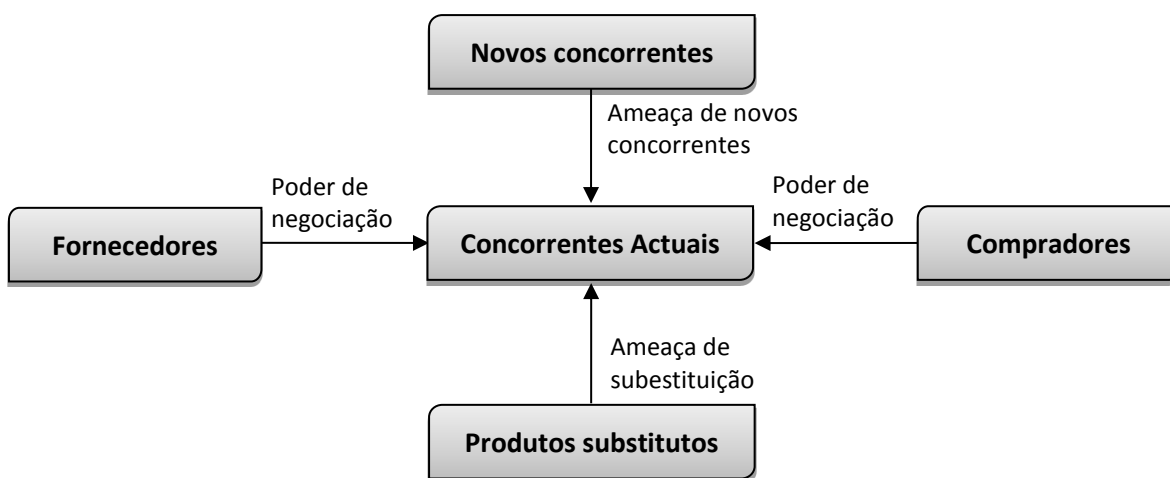


Figura 1 – Matriz de Porter

Os novos concorrentes representam a criação de novas empresas do sector que se pretendem inserir no meio, com o objectivo de ganhar uma parcela de mercado, diminuindo a cota dos restantes concorrentes. Os fornecedores são caracterizados pelo poder de negociação, ameaçando a diminuição de qualidade ou actualizações de preços. Por outro lado, os fornecedores também são caracterizados pelo poder de negociação, mas em ordem de grandeza inversa, através da obtenção da melhor qualidade ao menor preço. Muitas empresas dedicam-se à criação de produtos diferentes, denominados substitutos, retirando também elas

uma fatia de mercado. Não menos importante é a concorrência directa, que pode reduzir preços e acrescentar valor aos seus produtos, como forma de atacar e garantir a maior fatia de mercado.

O mercado automóvel é um bom exemplo de competitividade, onde a concorrência é mais agressiva.

2.1.3. Paradigmas de produção na indústria automóvel

As empresas do sector automóvel são regidas pelas flutuações do mercado e pela capacidade de adaptação a essas flutuações. Contudo, o volume de produção não depende só de factores sociais e culturais. Características como o *Know-how* e a capacidade tecnológica dos sistemas de produção representam um contributo importante nas quantidades de produtos produzidas.

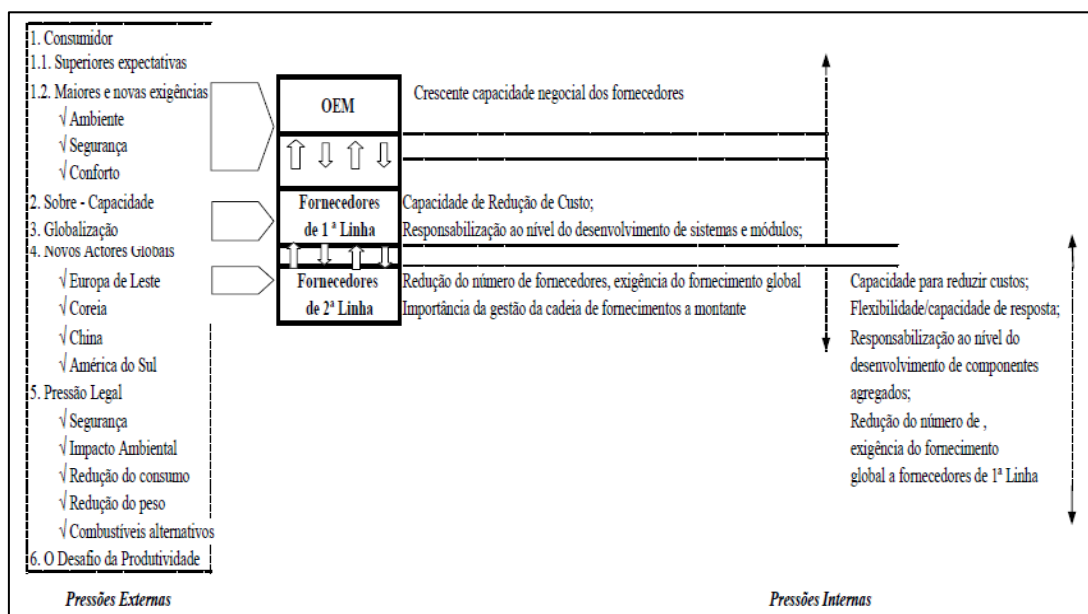


Figura 2 – Pressões exercidas sobre a indústria automóvel (Lourenço,2008).

Em todo o mundo, as empresas do sector cresceram de forma exponencial para se manterem competitivas, adquirindo no processo outras empresas (Lars Holmqvist,2006). Segundo A. Troman (Ford Motor Co.), “o futuro panorama do sector ficará reduzido a meia dúzia de fabricantes globais, com pelo menos 5 milhões de automóveis produzidos anualmente”. De 1995 a 2005, as empresas do sector registaram um aumento de 30% na sua produção. São

necessários 9 milhões de postos de trabalho directos e indirectos para fabricar 60 milhões de veículos. Esta taxa de emprego representa cerca de 5% dos postos de trabalho, a nível mundial, na indústria em geral. Estima-se que cada posto de trabalho directo é suportado por 5 outros postos de trabalho indirectos, resultando em cerca de 50 milhões de postos de trabalho (OICA). O aumento de postos de trabalho foi acompanhado de uma evolução tecnológica significativa. Essa evolução tem permitido às empresas uma maior flexibilidade e adaptação às flutuações de mercado. Cada vez mais, os veículos projectados para as grandes massas são rapidamente descontinuados e substituídos por novos modelos. Esta filosofia de mercado implica cadências elevadas num curto espaço de tempo, e alterações constantes ao processo de fabrico. Estas alterações são responsáveis pela maior parte das pressões, quer internas, quer externas, sobre esta indústria (Figura 2).

2.2. Soluções mecânicas para problemas complexos

Desde os primórdios da história, máquinas e mecanismos são criados para resolver problemas complexos. Os antigos egípcios recorreram a alavancas, a planos inclinados (cunhas) e a roletes na construção das pirâmides e monumentos. Os dias de hoje estão repletos de descobertas extraordinárias, muitas vezes banalizadas, sem as quais o mundo como o conhecemos não era possível.

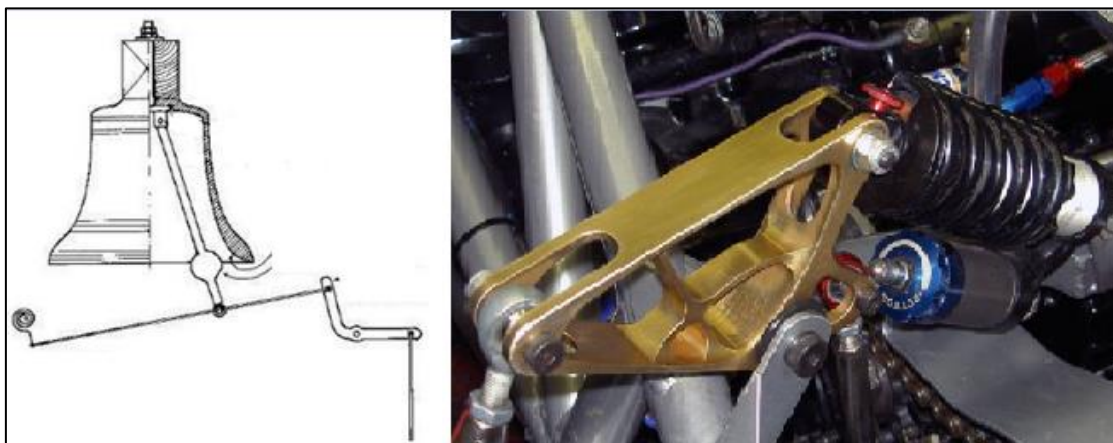


Figura 3 – Aplicações da alavanca de Bell (Performanceforums).

Os mecanismos são conjuntos de elementos de máquinas interligados com o intuito de produzir um movimento específico. A alavanca de Bell (Figura 3) foi inicialmente usada para o

accionamento de sinos nas portas das habitações, permitindo alterar o ângulo de um movimento de 1 até 180 graus. Este mecanismo pode ser encontrado numa variedade de aplicações, uma das quais sendo a suspensão de alguns veículos, que usa este mecanismo para transmitir ao amortecedor o movimento de oscilação do braço.

O mecanismo denominado “came” (Figura 4) converte o movimento rotacional num movimento linear com amplitude variável. Este mecanismo é constituído por uma estrutura excêntrica acoplada num veio que, consoante a rotação do veio, transmite por contacto o movimento. Esta transmissão só é possível se existir um contacto permanente entre os dois corpos. Na maior parte das vezes, esse contacto é garantido pela aplicação de molas no sistema. Um exemplo prático desse mecanismo são as árvores de cames, utilizadas nos motores automóveis para accionamento das válvulas de admissão e escape.



Figura 4 – Interação come válvula.

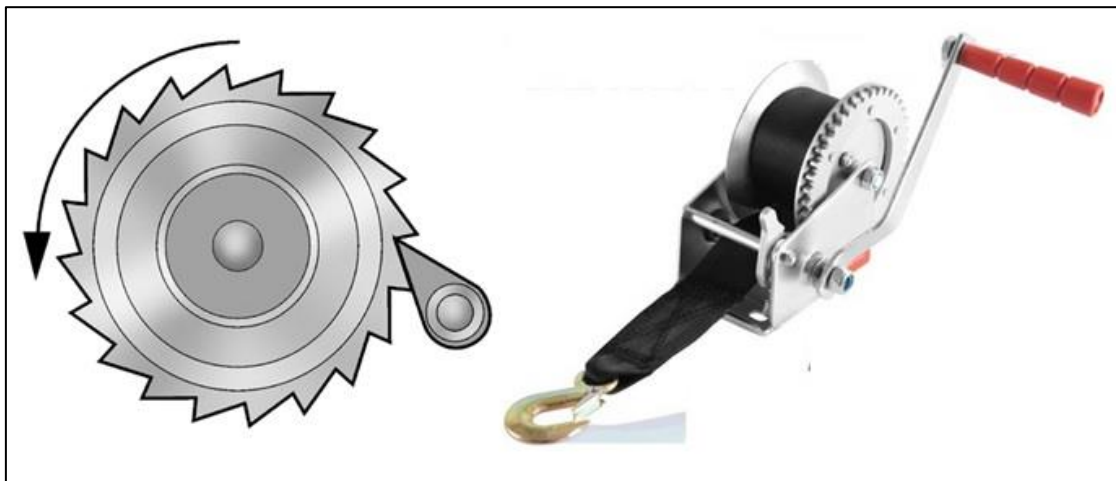


Figura 5 – Catraca.

Outro exemplo de um mecanismo simples, mas de grande aplicação e utilidade é a catraca (Figura 5), que garante que o movimento de rotação só ocorre numa direcção. Este travamento é efectuado por um pivô em forma de cunha que permite a rotação num sentido e a bloqueia no sentido oposto. Este mecanismo também pode ser encontrado em diversas

situações, que vão desde o funcionamento da transmissão da pedaleira de bicicleta, chaves de roquete, esticadores, etc.

Existem exemplos de mecanismos menos conhecidos pela população em geral, mas que representam verdadeiras proezas de engenharia. O mecanismo de Geneva ou cruz de Malta (pela sua semelhança) é um mecanismo de engrenagem simples, capaz de transformar um movimento de rotação contínuo num movimento de rotação intermitente, como mostra a Figura 6.

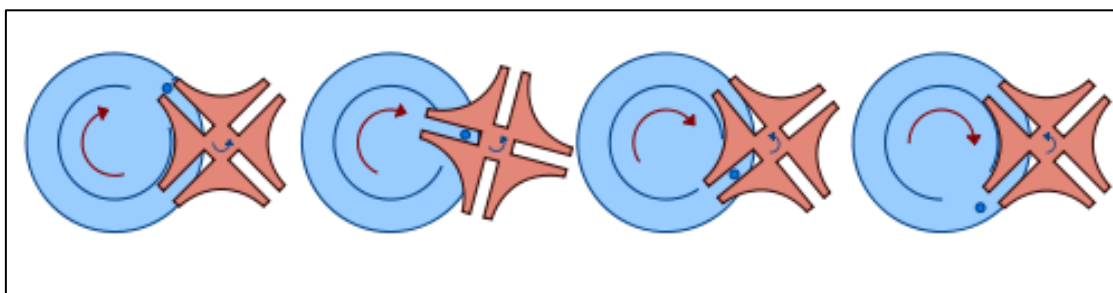


Figura 6 – Princípio de funcionamento do mecanismo de Geneva (wikipedia).

O nome Geneva advém do seu criador, um relojoeiro suíço, sendo a primeira aplicação em relógios. O funcionamento deste mecanismo consiste num pino aplicado na roda mandante, que entra num entalhe da roda mandada. Vulgarmente, a cada rotação de 360 graus da roda mandante corresponde uma rotação de 90 graus da roda mandada (um passo), mas existem aplicações em que existe um número diferente de fendas, alterando o ângulo de rotação por cada volta completa da roda mandante, como mostra a Figura 7.



Figura 7 – Mecanismo de Geneva com varias fendas (automotioncomponents).

A precisão da rotação é garantida pelo atravancamento do disco na zona superior da roda mandante, que se encaixa nas reentrâncias da roda mandada. Estes mecanismos podem ser encontrados em impressoras *plotter*, sistemas de alimentação de linhas de montagem, projectores de filmes, etc. Em suma, os mecanismos permitem a realização de operações complexas, utilizando o mínimo de recursos.

Existem soluções que são simples e resolvem problemas complexos, aproveitando características geométricas dos componentes. Um exemplo dessas soluções foi desenvolvida na dissertação do Brito (2014), que utilizou as singularidades geométricas das peças a manipular e limitou os graus de liberdade, recorrendo a restrições físicas. No caso prático em questão, havia a necessidade de orientar uns discos que eram fornecidos ao alimentador de forma aleatória e posicioná-los em duas posições conhecidas. Esta orientação recorre unicamente à gravidade e a uma estrutura metálica que guia os discos para as duas únicas posições possíveis, como demonstra a Figura 8.

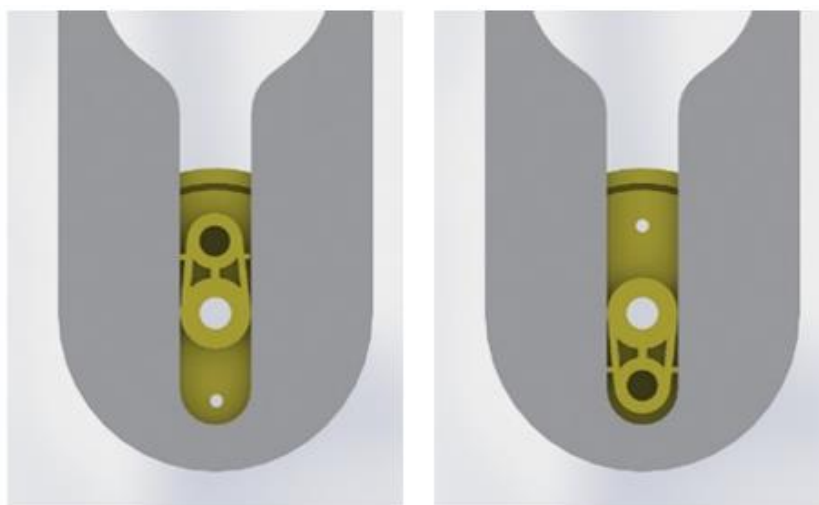


Figura 8 – Posicionamento dos discos (Brito,2014).

2.3. Automatização de sistemas de produção e montagem

Desde os tempos mais remotos, o homem tem tentado que utensílios e ferramentas o substituam no trabalho, sendo o seu maior sonho criar um autómato que realize todas as suas funções operárias (Rosário,2009).

A palavra automação deriva do latim *Automatus*, que significa mover-se por si. A automação representa assim a aplicação de técnicas computadorizadas de controlo de componentes de produção, que permitem diminuir os recursos humanos necessários num processo, reduzindo o uso de mão-de-obra, os custos e aumentando as cadências de produção.

Inicialmente os primeiros componentes a desempenhar funções de automação foram os equipamentos de controlo de medição eléctrica e pneumática, mas a palavra automação começou a ganhar o seu significado com o aparecimento de máquinas de controlo numérico.

O primeiro controlador programável foi inventado por Dick Morley e Michel Greenberg na década de 60. Com a tecnologia disponível na altura, construíram uma máquina de teste de continuidade nos cabos usados nos veículos automóveis, que se desenvolveu com o tempo e se tornou no que é hoje em dia conhecido como PLC (*Program Logic Controller*) (Carlos,2006).

Existem diferentes tipos de automação relacionados com o tipo e quantidade de peças a produzir, como evidenciado no gráfico da Figura 9 (Groover, 1987).

- A automação fixa é destinada à produção em massa de um tipo de produto, não possuindo grande flexibilidade na alteração desse mesmo produto. É normalmente constituída por grupos de máquinas CNC (Controlo numérico computadorizado) denominadas estações de trabalho, ligadas entre si, tendo em vista o fabrico de um determinado produto.
- A automação programável foi desenvolvida para ligar vários tipos de produtos, em que o equipamento é concebido de forma a poder comportar alterações na sequência das operações e na configuração do produto. Estas modificações estão normalmente associadas à alteração de um programa que é interpretado por um sistema. Este tipo de automação é muito flexível, mas limita as cadências de fabrico, despendendo-se muito tempo nas alterações dos comandos e da disposição do equipamento.

- A automação flexível é uma evolução da automação programável que, ao contrário da anterior, permite introduzir alterações sem perdas de tempo. Com estas alterações, é possível produzir simultaneamente diversas combinações de produtos. As alterações são efectuadas num sistema de computadores e, posteriormente, transmitidas ao sistema de produção automatizado.

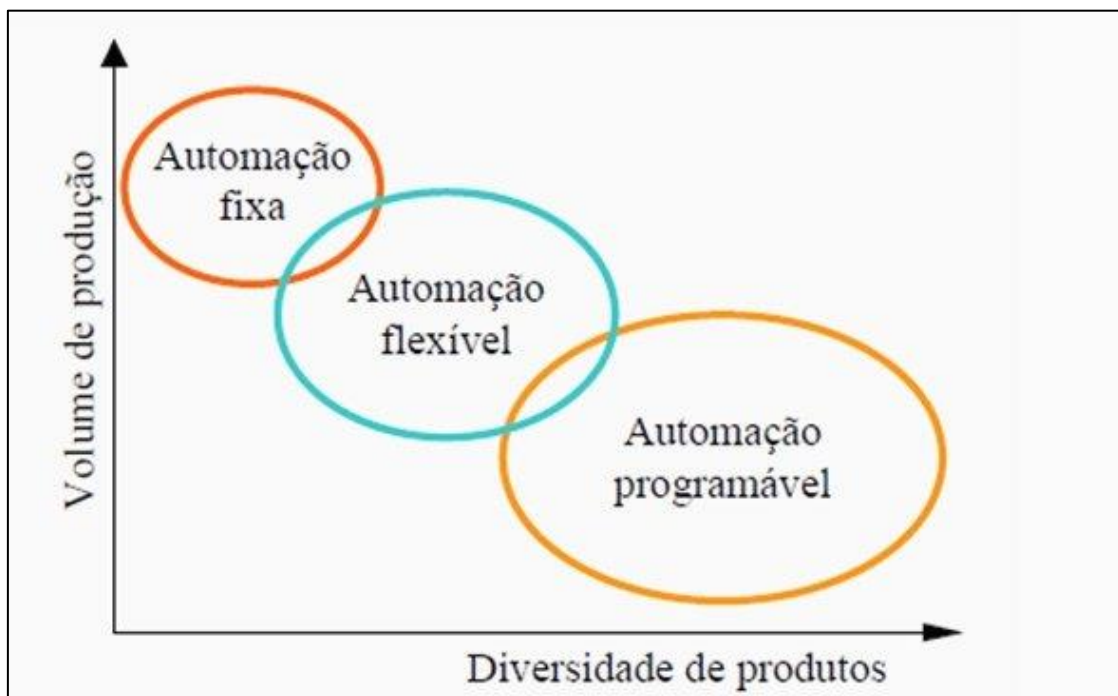


Figura 9 – Volume de produção versus diversidade de produtos (Profelectro,2012).

A hierarquia da automação está dividida em diferentes níveis, cuja constituição pode ser observada na

Figura 10. Cada nível da pirâmide representa uma funcionalidade diferente e a comunicação entre os diferentes níveis fica a cargo de protocolos de comunicação.

Os protocolos de comunicação surgiram com o aparecimento da *internet*, impulsionando as redes industriais. As redes industriais são responsáveis pela transferência de dados, e são capazes de transferir dados recorrendo a um par de fios. Dependendo das características da aplicação e do orçamento disponível, existem diferentes sistemas de comunicação tais como *Ethernet*, *PROFIBUS* e *ASInterface*.

A automatização, muitas vezes confundida com automação, decorre de um processo de automação e representa uma estratégia de automação que acarreta o uso extensivo de

computadores, em áreas diversas de um processo de fabrico. A automatização pode assim ser encontrada no planeamento e desenvolvimento de engenharia, facilitando as actividades de marketing, cobranças, concepção de produtos, entre outras. Um exemplo de sistema de automatização é o CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*).

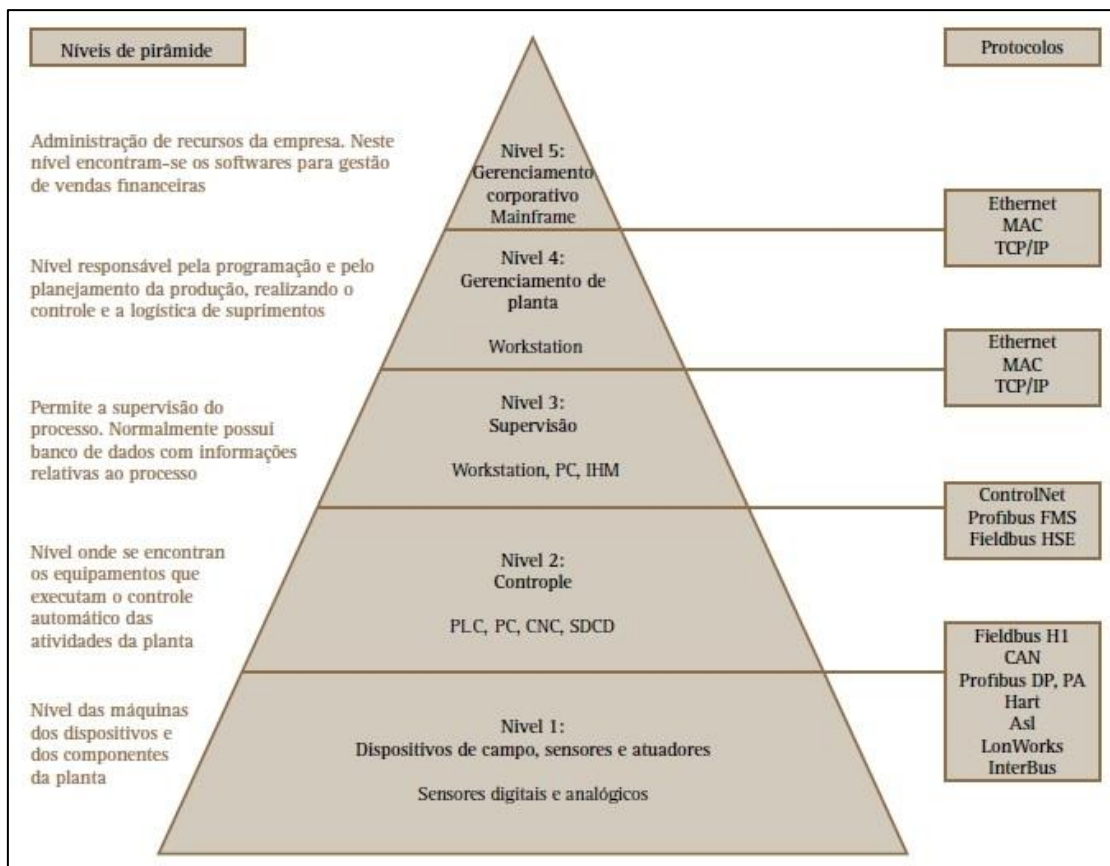


Figura 10 – Pirâmide da automação (Goeking,2010)

2.3.1. Soluções baseadas em automação

As empresas, na sua maioria, estão sujeitas a requisitos de qualidade e prazos de entrega apertados. Os sistemas baseados em automação são uma das soluções para esse problema. A automação é responsável pelo controlo de grande parte dos equipamentos que conhecemos. Um exemplo prático está representado na Figura 11, onde é usada automação na indústria naval para efectuar todo o controlo de um navio.

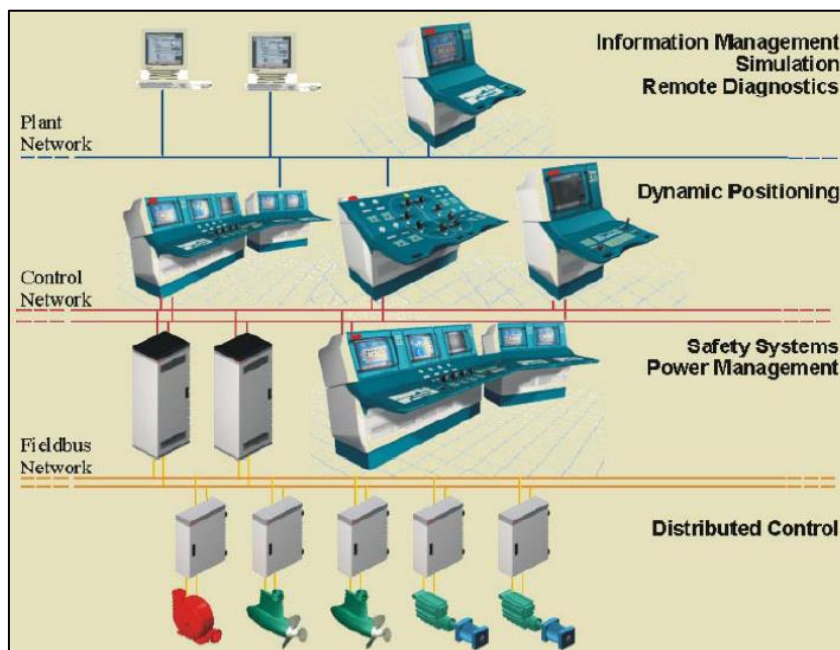


Figura 11 – Níveis de automação num barco.

Os exemplos mais conhecidos da aplicação da automação são as linhas de montagem e embalagem tais como as representadas na Figura 12 e na Figura 13. Muitas das linhas de montagem necessitam de meios eficazes para deslocar as matérias-primas. A necessidade de lidar com a permanente deslocação dos produtos levou à criação de vários sistemas de transporte tais como AGV's (*Automatic Guided Vehicle*) e transportadores de telas.



Figura 12 – Linha de montagem
(plantautomation-technology,2014).



Figura 13 – Linha de embalagem
(Profelectro,2012)

A utilização de AGV'S como o representado na Figura 14 permite a interligação de diferentes zonas sem a interação humana. Na Figura 15 estão representados transportadores, que são

os equipamentos mais conhecidos para efectuar a deslocação de produtos. Consoante a geometria, a velocidade de processamento e o peso a carregar existem diferentes tipos de transportadores disponíveis. Transportadores de tela, correntes, rolos ou parafuso sem fim são componentes essenciais em aplicações baseadas em automação.



Figura 14 – AGV (supply2build).



Figura 15 – Transportadores (directindustry).

Existem produtos que, pela sua geometria, apresentam uma dificuldade de processamento. A automação permite a criação de equipamentos capazes de lidar de forma controlada com esses produtos. Alguns dos produtos manipulados por equipamentos automáticos apresentam geometrias complexas ou tamanho reduzido, que dificulta a sua separação. As mesas vibratórias como a representada na Figura 16 são equipamentos que utilizam vibração para separar componentes e orientá-los numa posição definida.

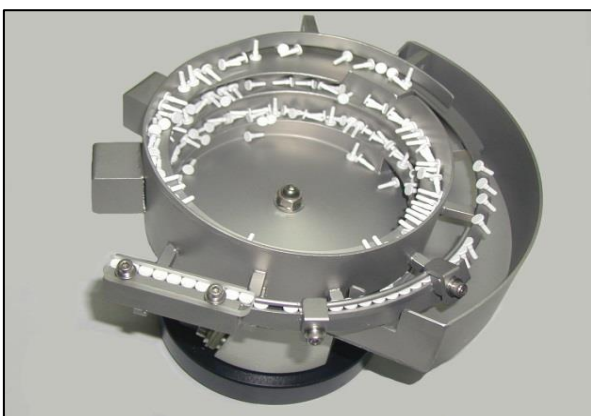


Figura 16 – Mesa vibratória (Gchtool).



Figura 17 – Pick and place (Handbook of automation, 2009).

Os equipamentos denominados “Pick and place” semelhantes ao da Figura 17 são dispositivos que, por intermédio de sistemas de detecção óptica, permitem identificar os produtos a processar e organizá-los numa posição previamente definida. Existem inúmeras soluções baseadas em automação na indústria actual. Na indústria alimentar é normal encontrar-se sistemas de etiquetagem como os representados na Figura 18 que, para além da colocação da informação do produto numa cadência elevada, permitem a identificação das datas de produção.

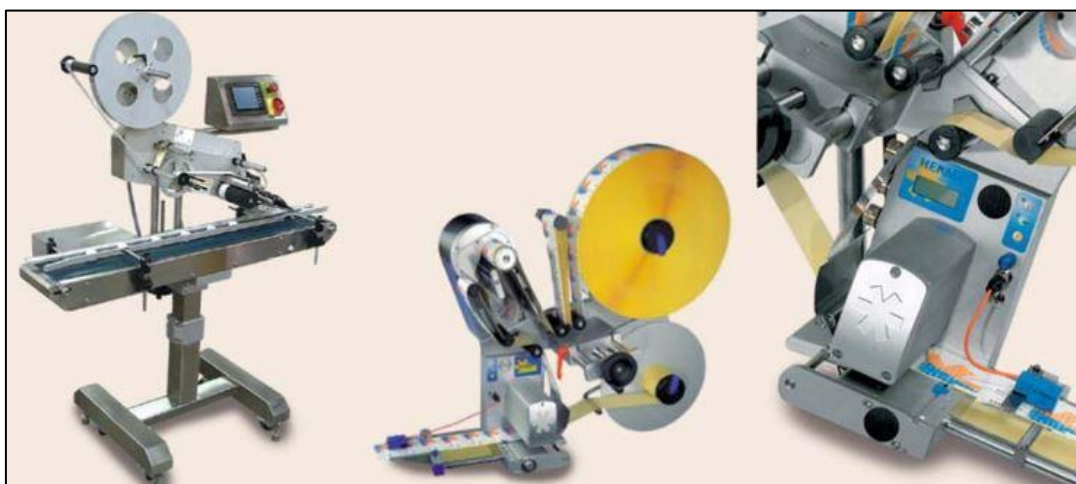


Figura 18 – Estações de etiquetagem (Handbook of automation,2009).

A Figura 19 representa um exemplo de automação de um processo produtivo da indústria extractiva, onde possível o controlo das diferentes variáveis em tempo real. De modo geral as soluções baseadas em automação proporcionam a rapidez, a segurança e o controlo necessários para a competitividade empresarial.

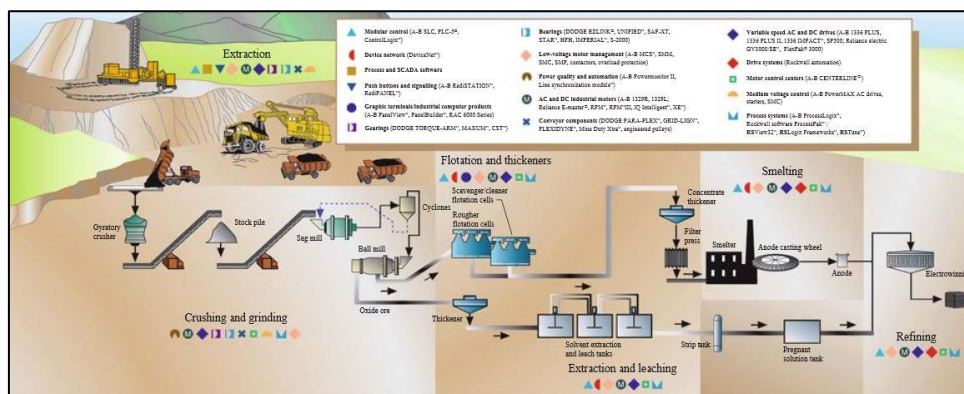


Figura 19 – Automação na indústria extractiva (Handbook of automation,2009).

2.3.2. Soluções baseadas na robótica

Foi a partir do século XX que a robótica começa a ser desenvolvida, tendo como objectivo o aumento de produtividade, redução de custos e aumento de qualidade dos produtos. A Toyota, no Japão, é um exemplo do investimento na robotização das actividades industriais.



Figura 20 – Fábrica da Toyota.



Figura 21 – Robô Toyota.

A robótica é, de todos os processos de automação, aquele que mais se aproxima da Automação Programável. Os robôs são máquinas programáveis que possuem muitas vezes o mesmo tipo de características, em termos de movimentos, do corpo humano. Estes dispositivos podem ser encontrados na indústria actual a desenvolver inúmeras tarefas, tais como as representadas na Figura 22, na Figura 23 e na Figura 24.



Figura 22 – Manipulação de produtos (impractical9).



Figura 23 – Pintura (manutencaoesuprimentos).



Figura 24 – Soldadura (Bahiamercantil).

A adopção destes dispositivos favorece as empresas, agilizando processos, reduzindo os gastos e eliminando postos de trabalho. A ISO define o robô industrial como um "manipulador multipropósito controlado automaticamente, reprogramável, programável normalmente em três a seis eixos" (Figura 25).

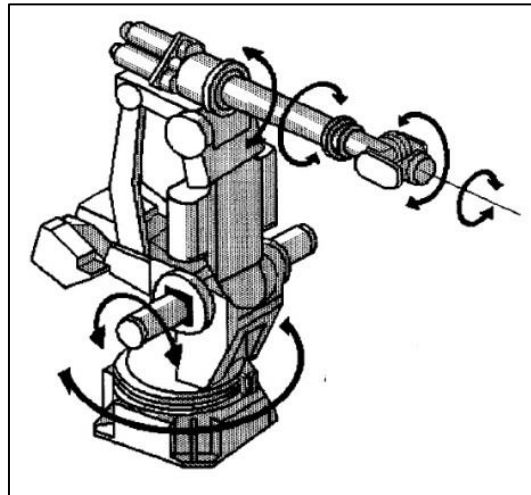


Figura 25 – Sistema de eixos de um braço robótico (Mechanisms & Mechanical).

Os robôs podem ser classificados quanto ao tipo de coordenadas, conforme indicado da Figura 26, à Figura 29.

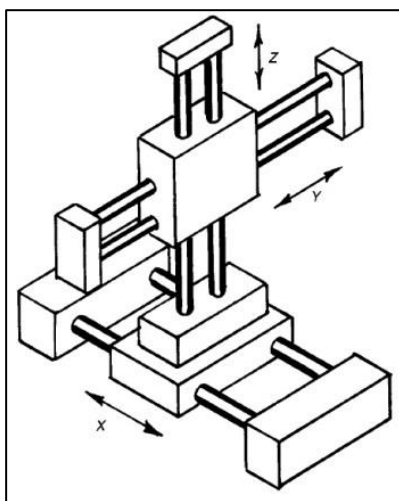


Figura 26 – Robô de coordenadas cartesianas.

Movimentação em linha recta em deslocamentos horizontais e verticais.

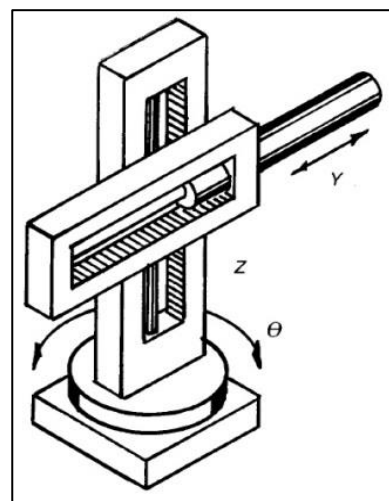


Figura 27 – Robô de coordenadas cilíndricas.

Combina movimentos lineares com movimentos rotativos.

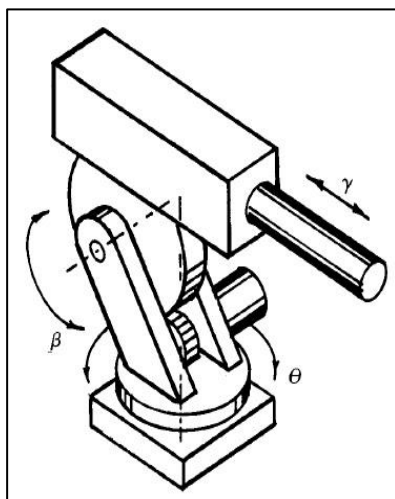


Figura 28 – Robô de coordenadas polares ou esféricas.

Possui um movimento linear e dois movimentos que são rotacionais na cintura e ombro.

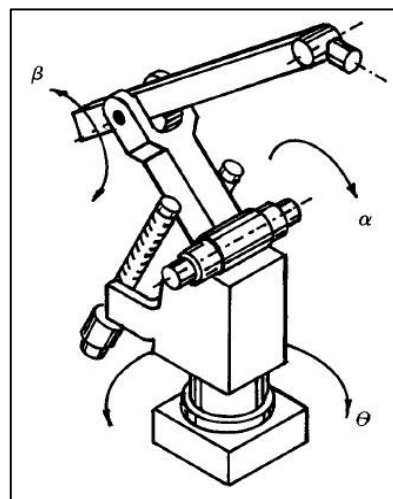


Figura 29 – Robô de coordenadas de revolução.

Possui juntas e movimentos que se assemelham aos de um braço humano.

Os robôs podem ser comandados de formas diferentes. A mais usual é a aplicação de programas com coordenadas e velocidades definidas em forma de rotina que o robô repete com elevado nível de precisão. Outro modo de comando é a leitura da posição relativa por intermédio de câmaras de objectos, e essa informação é processada por computadores ou controladores que calculam a trajetória que o robô irá tomar. Estes sistemas são muito flexíveis e possibilitam a resolução de situações complexas. Os eixos de um robô são accionados por atuadores. Os tipos de accionamento mais comuns são:

- Pneumáticos;
- Hidráulicos;
- Eléctricos.

Os actuadores pneumáticos são os mais simples e baratos mas de forma geral ficam aquém na precisão. Os actuadores hidráulicos são adequados a trabalhos e exigem grandes esforços, pois possuem alto binário e velocidade de resposta. Uma desvantagem deste tipo de accionamento é a necessidade de equipamentos periféricos (centrais hidráulicas), o que implica a necessidade de manutenção frequente, além de gerar grande ruído.

Os atuadores eléctricos são actualmente os mais atractivos pois representam um menor custo e são silenciosos, independentemente do tipo de corrente usada (AC ou CC).

A redução dos postos de trabalho é um aspecto negativo e que deixa inúmeras pessoas reticentes na utilização de robôs. Porém, existe um lado bastante positivo da robótica para o impacto social. A utilização de robôs em hospitais (Figura 30) ou como ferramentas de apoio das equipas de resgate e emergência (Figura 31, Figura 32) tem ajudado a salvar muitas vidas.



Figura 30 – Sala de operações
(Notícias).

Figura 31 – Robô de resgate
(Nsf).

Figura 32 – Robô bombeiro
(Gizmag).

A robótica pode assumir assim um papel fundamental na preservação da vida dos operadores bem como no estudo de factores que colocam em risco a vida humana. A utilização de “dummy’s” para a realização de *crash tests* é um desses exemplos. Em suma, a aplicabilidade dos robôs vai desde a utilização em ambientes agressivos às pessoas passando pela manipulação de cargas, a utilização em operações repetitivas, a execução de trabalhos de precisão ou em utilizações de trabalhos continuados.

Com o evoluir dos microcomputadores é espectável que o avanço tecnológico traga uma progressão gradual e contínua dos robôs num curto espaço de tempo.

2.4. Enquadramento Legal

Com a criação da União Europeia surgiu a necessidade de eliminar as barreiras técnicas à comercialização, possibilitando a livre troca comercial de produtos entre todos os estados membros e criando um mercado interno único. Nesse período, a livre troca de produtos estava condicionada pela diversidade de especificações técnicas distintas, obrigatórias nos diferentes estados membros.

Foi criado um conjunto de Directivas Comunitárias denominadas Directivas “Nova Abordagem” que, ao contrário da “Antiga Abordagem”, especificam os requisitos gerais e objectivos em matéria de segurança a observar na concepção, fabrico e comercialização de máquinas e de outros produtos, utilizando normas harmonizadas para o seu cumprimento.

A estrutura legal e normativa de segurança de máquinas na União Europeia é baseada em Directivas e Normas. As Directivas são transpostas para o Direito Nacional e estabelecem as exigências essenciais de segurança de cariz obrigatório. As normas são transpostas para a Normalização Nacional (NP EN), são de aplicação voluntária e fornecem indicações e especificações técnicas para a satisfação das exigências estabelecidas nas directivas, sendo reconhecida a presunção de conformidade em caso da sua aplicação.

Do Tratado de Roma surgem duas vertentes de Directivas, uma vertente de cariz económico e outra de cariz social. As Directivas de cariz económico têm por base jurídica o art.º 100 do Tratado de Roma e estabelecem um conjunto de requisitos essenciais para a colocação no mercado e posterior entrada em serviço na área da saúde e segurança de pessoas, bens e animais domésticos. Estas directivas têm como objectivo a concessão de produtos seguros e a eliminação das diferentes especificações técnicas anteriormente criadas, sendo os principais beneficiários destas Directivas as pessoas e bens. Estas Directivas são obrigatórias nos estados membros, impossibilitando a contradição destas medidas através de legislações nacionais.

As Directivas de cariz económico têm por base jurídica o art.º 118 do Tratado de Roma e destinam-se à prevenção de acidentes e à melhoria da segurança e saúde dos trabalhadores nos locais de trabalho. Estas Directivas assentam na melhoria contínua e progressiva na saúde e segurança no trabalho, sendo os trabalhadores os principais favorecidos com estas medidas. Cada estado é livre de fixar medidas e exigências mais restritivas, tendo sempre que garantir no mínimo as exigidas pelas Directivas.

Actualmente a segurança de máquinas é regulada pela Directiva 2006/42/CE (Directiva Máquinas) e que é transposta para o Direito interno português pelo Decreto-Lei 103/2008 de 24 de Junho e estabelece o conjunto de regras reguladoras de mercado que tem como destinatários os respectivos fabricantes e comerciantes, privilegiando a integração de segurança no projecto e apoiando-se em especificações técnicas reconhecidas, como é o exemplo das normas harmonizadas. Estas regras identificam as prescrições mínimas de segurança que devem ser respeitadas nas legislações e práticas administrativas dos Estados membros, servindo de garantia da livre circulação de mercadorias no espaço económico europeu (EEE). É considerado fabricante qualquer pessoa singular ou colectiva responsável pela concepção e/ou pelo fabrico de uma máquina ou quase-máquina. Caso as máquinas possuam características que sejam englobadas por outras Directivas Comunitárias, a Directiva Máquinas pode ser complementada paralelamente com essas Directivas.

Alguns exemplos comuns de directivas utilizadas são:

- Directiva 73/23/CE (“Baixa tensão”);
- Directiva 2009/105/CE (“Recipientes sob pressão simples”);
- Directiva 2004/108/CE (“Compatibilidade electromagnética”);
- Directiva 2009/142/CE (“Aparelhos a gás”).

As normas europeias harmonizadas apresentam-se sob a forma de guias metodológicos, de especificações técnicas em termos de meios, de medidas ou de métodos de avaliação adoptadas por um organismo europeu de normalização reconhecido (CEN/CENELEC).

Não sendo de cariz obrigatório, a adopção dos requisitos das normas harmonizadas permite presumir a conformidade de uma máquina com os «requisitos essenciais» de segurança previstos nas directivas. São elaboradas como forma de auxílio a projectistas e fabricantes que necessitem integrar as regras técnicas definidas pelas directivas europeias no projecto e fabrico de máquinas.

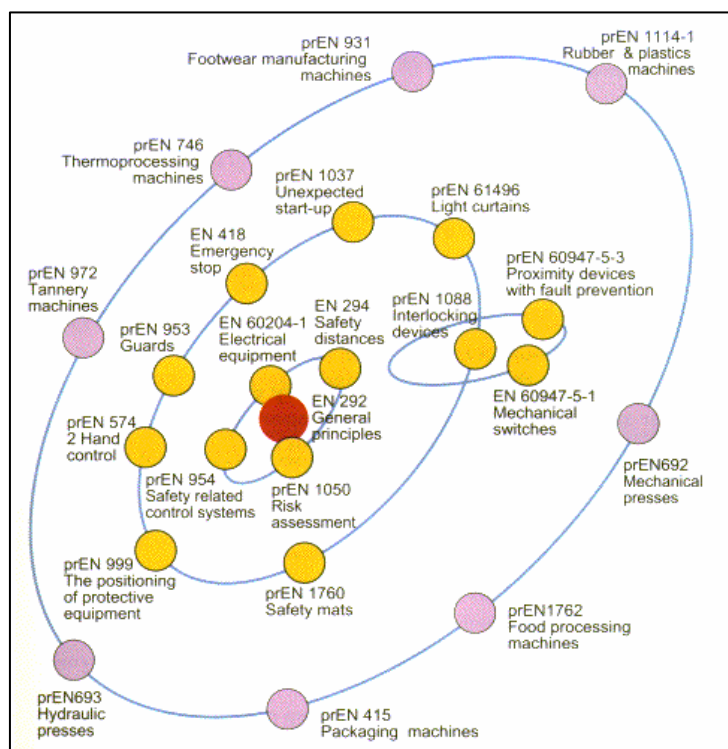


Figura 33 - Hierarquia das normas.

A hierarquia das normas elaboradas na aceção da Directiva Máquinas prevê 3 tipos de normas (Figura 33):

- Normas Tipo A: Aplicam-se a todos os tipos de máquinas e definem conceitos fundamentais, princípios de concepção e aspectos gerais válidos para todo o tipo de máquinas.
- Normas Tipo B: Aplicam-se à maioria das máquinas e tratam dos aspectos ou dispositivos de segurança.
 - Tipo B1: Tratam aspectos particulares da segurança, tais como distâncias de segurança, vibrações, ruído, aberturas de acesso, temperatura, etc.
 - Tipo B2: Tratam dos dispositivos condicionadores da segurança, tais como comandos bimanuais, barreiras electro-sensíveis, protectores, sistemas de bloqueio, etc.
- Normas Tipo C: Aplicam-se a uma categoria específica de máquinas, fornecendo de forma detalhada as prescrições de segurança aplicáveis, tais como prensas mecânicas e hidráulicas, quinadoras, máquinas para o trabalho de madeira, etc.

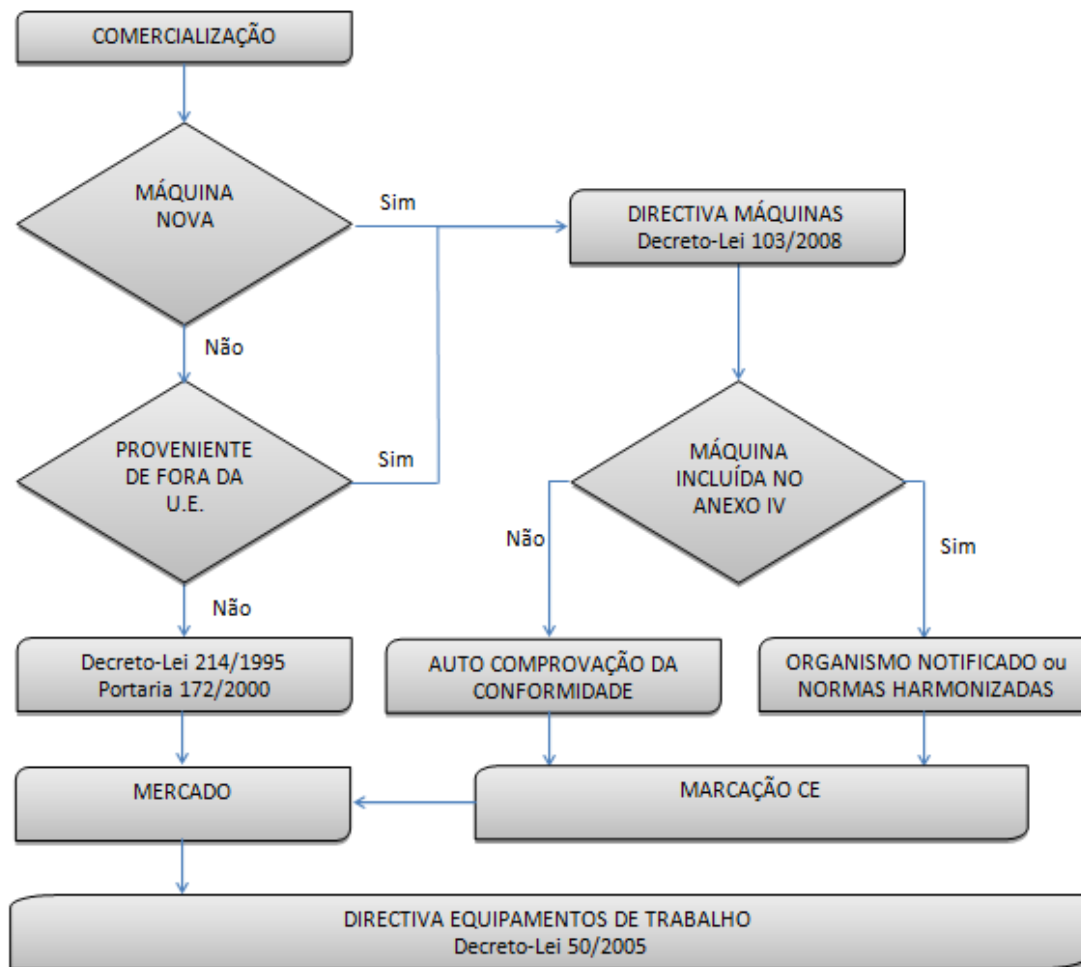


Figura 34 – Enquadramento legal de máquinas.

A segurança na utilização de equipamentos de trabalho, pelos trabalhadores, nos locais de trabalho, é regulada pela Directiva 89/655/CEE (Directiva Equipamentos de Trabalho) que, transposta para o Direito interno português pelo Decreto-Lei 50/2005 de 25 de Fevereiro, tem como finalidade promover a melhoria das condições de trabalho a fim de assegurar um melhor nível de protecção da segurança e saúde dos trabalhadores. Essa segurança é atingida com a implementação de um conjunto de regras reguladoras e requisitos de segurança no trabalho e nos equipamentos, que têm como destinatários os empregadores.

As máquinas adquiridas em segunda mão também estão sujeitas às prescrições mínimas de segurança e saúde relativas à utilização de equipamentos de trabalho pelos trabalhadores, constantes no Decreto-Lei 50/2005 de 25 de Fevereiro, devendo cumprir com os requisitos Decreto-Lei 214/1995 de 18 de Agosto referentes ao comércio em segunda mão (Figura 34). As máquinas incluídas no Decreto-Lei 214/1995 estão listadas na Portaria 172/2000.

2.4.1. Directiva máquinas

Em toda a U.E. a marcação CE é o único símbolo associado à presunção da conformidade das máquinas com as exigências essenciais de segurança e de saúde. Esta marcação não constitui uma marca de qualidade, apenas garante um nível mínimo de segurança e atesta a conformidade com as Directivas aplicáveis. O campo de aplicação da Directiva Máquinas é vasto, estando incluídas todas as máquinas que sejam colocadas no mercado ou em serviço a partir da data de entrada em vigor da Directiva. Desta forma, as máquinas novas provenientes de dentro ou de fora da União Europeia, ou máquinas usadas provenientes de fora da União Europeia cujo destino seja o mercado interno, estão abrangidas pela Directiva. Para efeitos da Directiva entende-se por máquina:

- "... um conjunto de peças ou de órgãos ligados entre si, em que pelo menos um deles é móvel e, se for caso disso, de actuadores, de circuitos de comando e de potência, etc., reunidos de forma solidária com vista a uma aplicação definida, nomeadamente para a transformação, o tratamento, a deslocação e o acondicionamento de um material...";

ou,

- "... um equipamento intermutável que altera a função de uma máquina, que é colocado no mercado com intuito de ser montado pelo próprio operador, quer numa máquina, quer numa série de máquinas diferentes, quer ainda num tractor, desde que o referido equipamento não constitua uma peça sobresselente nem uma ferramenta...";

ou ainda,

- "... um componente que não seja um equipamento intermutável, e que o fabricante ou o seu mandatário estabelecido na Comunidade coloque no mercado com o objectivo da assegurar, através da sua utilização, uma função de segurança, e cuja avaria ou mau funcionamento ponha em causa a segurança ou a saúde das pessoas expostas...".

A certificação de conformidade é da responsabilidade do fabricante ou do seu mandatário estabelecido no Espaço Económico Europeu (EEE). No caso da importação directa de uma

máquina de um país terceiro, é ao utilizador-importador que cabe esta responsabilidade, devendo para isso possuir elementos suficientes para que possa garantir a conformidade da máquina e proceder à emissão da declaração de conformidade e afixação da marcação CE. Para se colocar uma máquina no mercado comunitário pela primeira vez, é necessário um conjunto de procedimentos e operações que permitam transferir a propriedade da máquina, ou o direito pela sua utilização, do fabricante ao primeiro utilizador final. A colocação no mercado não está relacionada com a venda do equipamento, mas sim com a disponibilização do produto, em termos físicos, independentemente dos aspectos jurídicos que qualifiquem o acto de cessão (seja por empréstimo, oferta, venda ou aluguer). A emissão da declaração de conformidade e aposição da marcação CE na máquina pelo fabricante servem de comprovativo para o cumprimento dos requisitos da Directiva Máquinas. A Directiva aplica-se a partir do momento da colocação no mercado no caso de venda a consumidores privados. Nos casos em que as máquinas requerem uma instalação ou montagem antes da disponibilização da máquina ou o fabrico de máquinas para uso próprio, a entrada em serviço tem lugar no momento da primeira utilização dentro da comunidade. Neste contexto, as máquinas fabricadas para uso próprio também são alvo da Directiva Máquinas, por forma a minimizar a criação e utilização de equipamentos menos seguros. O cumprimento dos requisitos da Directiva deve acompanhar as várias fases de projecto e fabrico de uma máquina. O projecto de uma máquina deve ter em conta os requisitos da Directiva. Desse modo o fabricante deverá:

- Assegurar que a máquina cumpre os requisitos essenciais de segurança e saúde aplicáveis;
- Constituir um Dossier Técnico de Fabrico (de acordo com o previsto no Anexo II da directiva);
- Emitir a Declaração CE de conformidade e fazer a aposição da marcação CE na máquina;
- Para as máquinas identificadas no anexo IV da Directiva e que não cumpram na íntegra todas as normas harmonizadas aplicáveis, é necessário ser objecto de um exame CE de Tipo a realizar por um Organismo Notificado (organismo com competência para o efeito); findo o exame e na posse do certificado, o fabricante poderá colocar a sua máquina no circuito comercial;
- O fabricante deve ainda fornecer o manual de instruções na língua do país utilizador.

Os componentes e subconjuntos de máquinas, destinados a ser incorporados em outras máquinas ou agrupados com outras máquinas com vista a constituir uma máquina, caso não funcionem de forma independente, não são considerados máquinas ou componentes de segurança e devem ser acompanhados de uma declaração do fabricante proibindo a sua colocação em serviço até que a máquina, em que essa parte vai ser incorporada, seja declarada em conformidade com a Directiva.

Excluem-se da Directiva os seguintes equipamentos:

- As máquinas cuja única fonte de energia é a força humana, empregada directamente, excepto quando se trate de uma máquina utilizada para a elevação de cargas;
- As máquinas para utilização médica usadas em contacto directo com o paciente;
- Os materiais específicos para feiras e parques de atracções;
- As caldeiras a vapor e os recipientes sob pressão;
- Meios de transporte (com excepção dos veículos utilizados na extracção de minerais);
- Os tractores agrícolas e florestais;
- Os ascensores que servem de forma permanente níveis definidos de edifícios e construções por meio de uma cabina que se desloque ao longo de guias rígidas e cuja inclinação em relação à horizontal seja superior a 15° e destinada ao transporte:
 - i) de pessoas;
 - ii) de pessoas e objectos;
 - iii) unicamente de objectos se a cabina for acessível, ou seja, se uma pessoa puder nela penetrar sem dificuldade, e estiver equipada com elementos de comando situados no seu interior ou ao alcance de qualquer pessoa que nela se encontre.
- Os ascensores que equipam os poços das minas;
- Os elevadores de maquinaria de teatro;
- Os ascensores de estaleiro destinados à elevação de pessoas ou de pessoas e mercadorias.

2.4.1.1. Requisitos essenciais de segurança

Uma máquina eficiente é uma máquina que cumpre o especificado recorrendo ao mínimo de recursos. Este aspecto é meramente funcional e para uma máquina ser viável deve ser segura para as pessoas e para o ambiente. No fabrico de uma máquina, o fabricante ou o seu mandatário tem a responsabilidade de assegurar que seja efectuada uma avaliação dos riscos a fim de determinar os requisitos de saúde e de segurança que se aplicam à máquina. Os requisitos de segurança devem ser adoptados na fase de projecto com o intuito de eliminar ou reduzir o risco, adoptando as medidas de protecção necessárias, informando os utilizadores dos riscos residuais e da necessidade de utilização de dispositivos de protecção individual, bem como formação específica adequada. Uma forma de identificar os mecanismos de segurança a implementar é realizar uma avaliação de risco.

A avaliação do risco tem um papel fundamental no fabrico de uma máquina pois será essa avaliação que ditará quais as soluções tecnológicas a implementar para que o equipamento seja seguro para todos os intervenientes directos e indirectos. A máquina deverá ser concebida e fabricada tendo em conta os resultados da avaliação dos riscos. As normas ISO EN 12100-1:2003 e ISO EN 12100-2:2003 servem de guia na elaboração de uma avaliação de risco.

A avaliação de risco tem por base o conhecimento na íntegra dos limites e funções para os quais a máquina está a ser projectada, incluindo a utilização prevista e a má utilização razoavelmente previsível. O processo de avaliação de risco deve seguir o organograma da Figura 35, onde numa primeira fase devem ser identificados os potenciais perigos e posteriormente estimado o grau de risco, tendo em conta a gravidade de eventuais lesões ou agressões para a saúde e a probabilidade da respectiva ocorrência.

Atendendo aos valores obtidos na estimativa do risco, deve-se verificar a necessidade de implementação de medidas de segurança para reduzir o risco. As exigências de segurança estão descritas no Anexo I da Directiva, dividindo-se em duas categorias:

- Especificações técnicas comuns a todas as máquinas

Segurança funcional, fiabilidade dos órgãos e circuitos de comando, toda a espécie de riscos (mecânicos, eléctricos, térmicos, etc.), características dos protectores e dispositivos de protecção.

- Especificações técnicas complementares

Aplicáveis às máquinas que apresentem riscos específicos ou ligados directamente à sua aplicação, como as máquinas agro alimentares, máquinas para a indústria da madeira, máquinas para operações de elevação, máquinas móveis, etc. Devem então ser concebidos protectores e/ou dispositivos de protecção contra todos os riscos que não possam ser eliminados. Após a implementação das medidas de protecção, o processo deve ser repetido para determinar se a segurança foi, de facto, alcançada.

No final deste processo, caso resultem riscos residuais, deve-se informar os utilizadores e tomar todas as medidas adicionais necessárias.

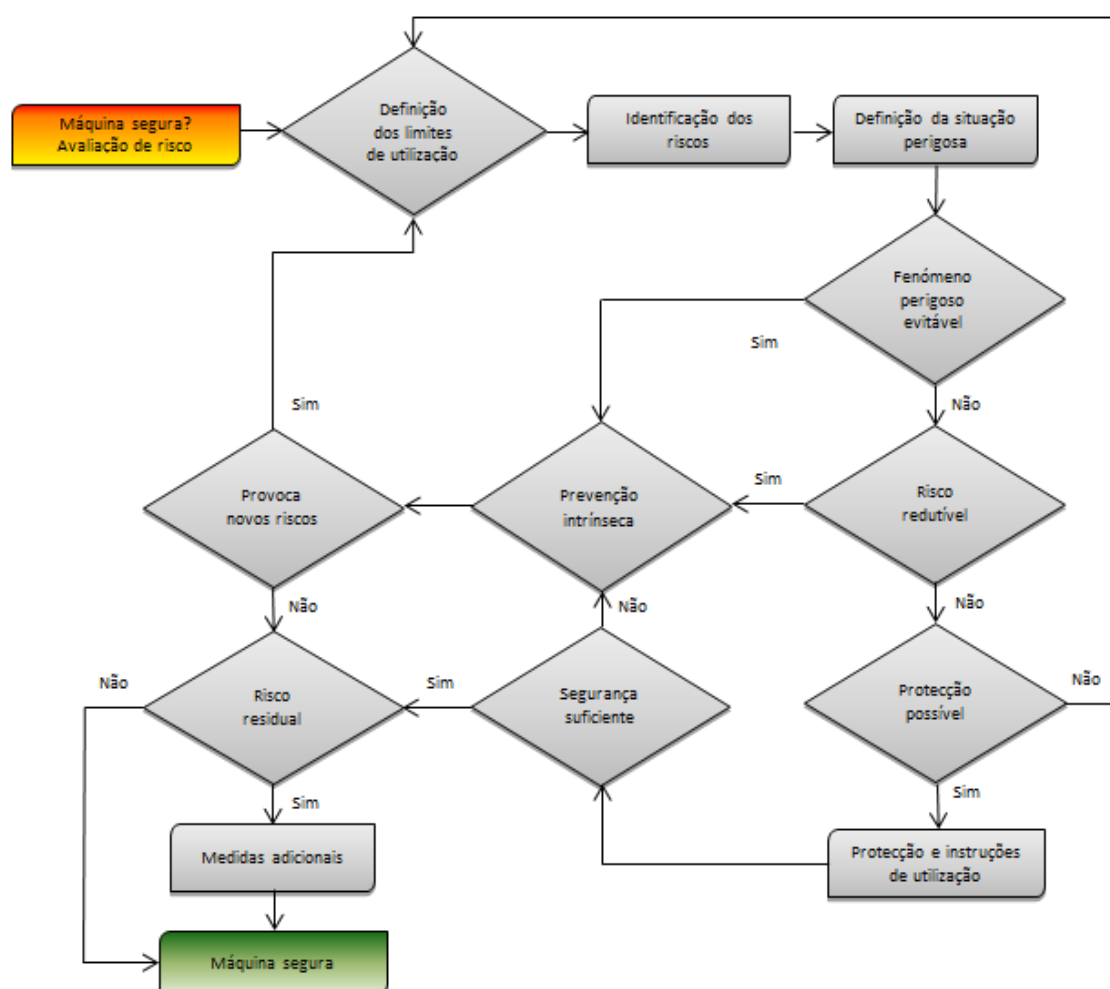


Figura 35 – Procedimento de avaliação de risco.

Este processo é a base para o desenvolvimento de uma máquina segura e apenas as máquinas que cumpram com os requisitos essenciais de segurança e saúde, previstos na Directiva para os riscos aplicáveis às máquinas, poderão ser colocadas no mercado.

As decisões tomadas no decorrer da análise da avaliação de risco devem ser reflectidas, suportadas no conhecimento de todos os aspectos de segurança. Conceitos como o dano, acontecimento perigoso, risco residual e medida de segurança, devem ser conhecidos por quem realiza uma avaliação de risco. Segundo a norma EN 1050, secção 3:

- Dano: Lesão física e/ou atentado à saúde ou bens;
- Acontecimento perigoso: Um acontecimento susceptível de causar dano;
- Risco residual: Risco que subsiste quando as medidas de segurança são implementadas;
- Medida de segurança: Um meio que elimina um fenómeno perigoso ou reduz o risco.

O dano pode ser estimado tendo em conta os seguintes factores:

- Natureza do que se pretende proteger (pessoas, bens ou ambiente);
- Gravidade do dano ou lesão para a saúde (pequena importância normalmente reversível, grave normalmente irreversível ou fatal);
- Extensão do dano (uma pessoa afectada ou várias pessoas).

A probabilidade de ocorrência do dano depende da duração e frequência de exposição ao fenómeno perigoso.

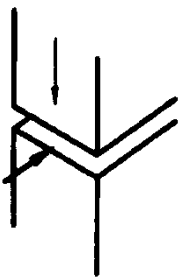
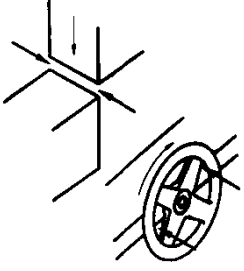
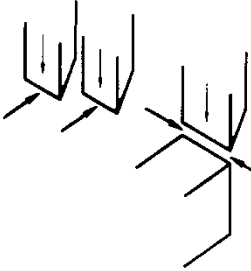
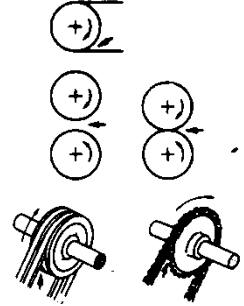
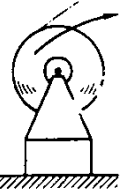


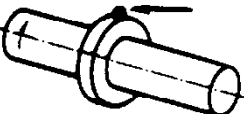
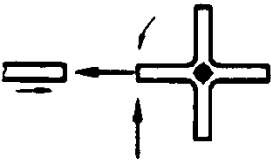
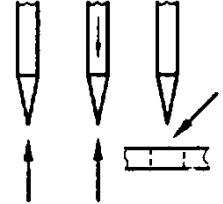
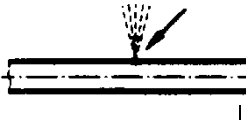
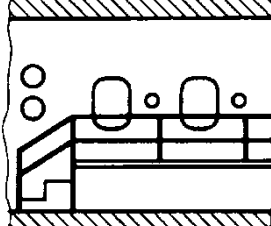
Existe uma diversidade de riscos associados a uma máquina, dependendo da sua função e funcionamento. Esses riscos podem ter natureza mecânica, eléctrica, térmica ou podem ser provocados pelo ruído, pelas vibrações, pelas radiações, por materiais e substâncias perigosas e até mesmo pelo desrespeito dos princípios ergonómicos a quando da concepção de máquinas.

2.4.1.1.1. Risco mecânico

O risco mecânico é normalmente associado ao movimento dos elementos da máquina, como os representados na Tabela 2, e condicionado pela sua:

- Forma: elementos cortantes, arestas vivas, peças de forma aguçada em peças móveis ou mesmo quando imóveis;
- Posição relativa: zonas de esmagamento, de corte por cisalhamento, de arrastamento, de enrolamento em componentes quando estão em movimento;
- Massa e estabilidade: energia potencial de elementos susceptíveis de se deslocarem pela acção da gravidade;
- Massa e velocidade: energia cinética de elementos em movimento controlado ou descontrolado;
- Aceleração;
- Resistência mecânica insuficiente: roturas ou rebentamentos perigosos;
- Energia potencial: de elementos elásticos tais como molas, ou de líquidos ou gases sob pressão ou vácuo.

Tabela 2 – Riscos mecânicos.

 <p>Risco de esmagamento</p>	 <p>Risco de corte por cisalhamento</p>	 <p>Risco de golpe ou decepamento</p>	 <p>Risco de agarramento, de enrolamento</p>
 <p>Perda de estabilidade</p>	 <p>Risco de abrasão ou de fricção</p>	 <p>Ejecção de objectos</p>	 <p>Risco de arrastamento ou de aprisionamento</p>
 <p>Risco de choque ou impacto</p>	 <p>Risco de perfuração ou de picadela</p>	 <p>Risco de ejeção de fluido a alta pressão</p>	 <p>Escorregamento/ queda</p>

Dada a sua natureza mecânica, também se incluem neste lote os riscos de escorregamento, de perda de equilíbrio e de queda de pessoas.

2.4.1.1.2. Risco eléctrico

Um choque eléctrico é a passagem de corrente eléctrica pelo corpo humano. O contacto directo e/ou indirecto com partes activas representa um risco para o operador e para todos os intervenientes no equipamento. Este risco pode causar lesões ou a morte por choque eléctrico ou queimadura, ou pode ainda ocasionar quedas de pessoas (ou de objectos largados por pessoas), como resultado do efeito surpresa provocado por choque eléctrico.

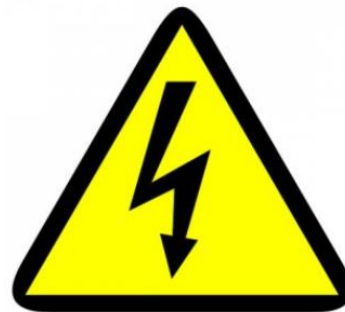


Figura 36 – Risco eléctrico.

Um contacto directo representa a interacção entre uma pessoa e uma parte activa do equipamento, isto é, uma parte normalmente sob tensão.

Quando zonas do equipamento se tornam activas acidentalmente devido a um defeito no isolamento, o contacto diz-se indirecto. As máquinas devem prever a aproximação de pessoas à vizinhança de partes activas, especialmente na gama da alta tensão, protegendo os intervenientes desse risco por intermédio de isolamento adequado para as condições de utilização previstas e advertindo por intermédio de sinalética como a da Figura 36 do risco a que estão expostos.

Os fenómenos electrostáticos também devem ser salvaguardados pelo fabricante.

A fim de eliminar o risco eléctrico, as máquinas devem ser construídas com base na norma IEC60204-1, de onde se destacam os seguintes aspectos:

- Protecção das pessoas contra contacto directo e indirecto;
- Ligação da máquina ao circuito de protecção;
- Incorporação de dispositivos de protecção contra sobreintensidades para o circuito de comando de potência;
- Componentes eléctricos certificados e seleccionados de acordo com as especificações dos fabricantes;
- Identificação das normas técnicas específicas para determinados riscos.

2.4.1.1.3. Risco térmico

O risco térmico (Figura 37) mais usual é o contacto com objectos ou materiais a uma temperatura extrema, por chamas ou explosões e pela radiação de fontes de calor, que podem causar queimaduras. Contudo, o ambiente de trabalho (quente ou frio) pode provocar efeitos nocivos para a saúde e deve ser contemplado nesta matéria.

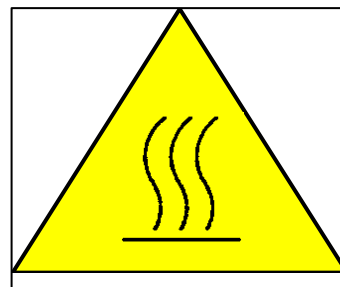


Figura 37 - Risco térmico.

2.4.1.1.4. Riscos provocados pelo ruído

O ruído é um som indesejado, presente em todas as actividades humanas (Figura 38). De forma geral, a maioria das máquinas provoca ruído perceptível que deve estar dentro de limites aceitáveis para o bem-estar e saúde dos trabalhadores no posto de trabalho.

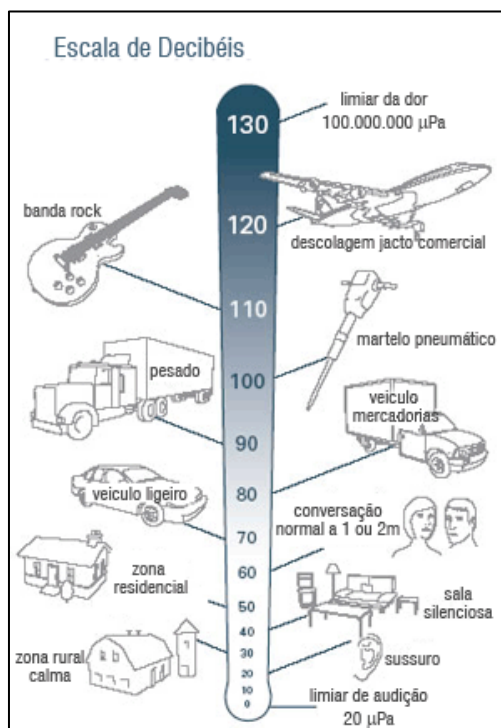


Figura 38 – Níveis de ruído.

Sempre que o nível de pressão acústica exceda os 80 dB, deve ser afixada uma indicação desse nível no equipamento. O ruído pode causar uma deterioração permanente da acuidade auditiva, zumbidos nos ouvidos, fadiga, stress, perturbações do equilíbrio, diminuição da capacidade de atenção, interferências com a comunicação oral, com sinais acústicos, etc.

2.4.1.1.5. Riscos provocados pelas vibrações

Durante o funcionamento de uma máquina podem ser transmitidas ao operador vibrações por todo o corpo (Figura 39), e em particular às mãos e aos braços. As vibrações mais ou menos intensas durante um longo período de tempo podem provocar perturbações graves que vão desde perturbações vasculares, tais como o fenómeno dito "dos dedos brancos", até perturbações neurológicas e osteoarticulares, lumbago e ciática, etc..



Figura 39 – Vibrações.

2.4.1.1.6. Riscos provocados pelas radiações

Existem dois tipos de radiação, dependendo da capacidade de interagir com a matéria, a que os intervenientes de uma máquina podem estar sujeitos e devem ser advertidos (Figura 40): radiações ionizantes ou não ionizantes.

- As radiações ionizantes possuem energia suficiente para ionizar os átomos e moléculas com as quais interagem, podendo ser encontradas sob a forma de raios X, raios gama (radiações electromagnéticas) ou sob a forma de raios alfa, raios beta, neutrões e protões (radiações corpusculares).
- As radiações não ionizantes não possuem essa capacidade e podem ser encontradas na luz visível, infravermelhos, ultravioletas, microondas de aquecimento, microondas de radio telecomunicações, corrente eléctrica, etc.



Figura 40 – Radiações.

2.4.1.1.7. Riscos provocados por materiais e substâncias

Os materiais e as substâncias tratados, utilizados ou expelidos por máquinas, assim como os materiais utilizados no fabrico de máquinas, podem provocar diferentes riscos (Figura 41):

- Riscos resultantes do contacto ou inalação de fluídos, gases, névoas, fumos e poeiras, tendo um efeito nocivo, tóxico, corrosivo e/ou irritante;
- Riscos de incêndio e de explosão;
- Riscos biológicos (devidos a fungos, por exemplo) e microbiológicos (devidos a vírus ou bactérias).



Figura 41 - Materiais e substâncias.

2.4.1.1.8. Riscos provocados pelo desrespeito dos princípios ergonómicos a quando da concepção de máquinas

As dimensões dos vários elementos de uma máquina devem ser definidas em função das características humanas, de preferência ajustadas à população a que se destina. Existe uma série de dimensões e princípios ergonómicos que pretendem prevenir efeitos fisiológicos que resultam, por exemplo, de posturas defeituosas (Figura 42), de esforços excessivos ou repetitivos, efeitos psicofisiológicos provocados por uma sobrecarga ou uma subcarga psíquica, stress, etc., devidos à operação, vigilância ou manutenção de uma máquina dentro dos limites da sua utilização normal.

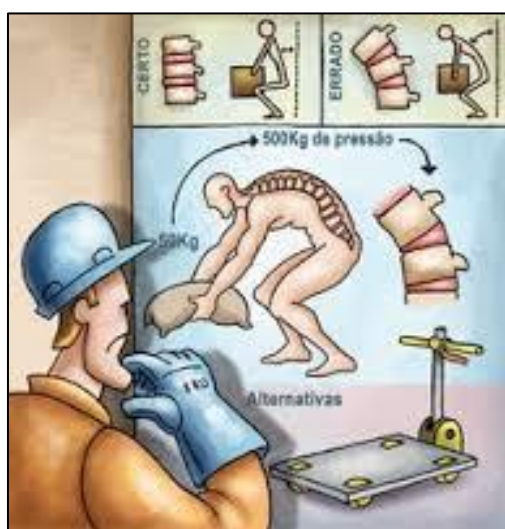


Figura 42 – Riscos ergonómicos.

2.4.1.1.9. Combinações de riscos

Existem riscos que, parecendo menores quando considerados isoladamente, podem ser equivalentes a um risco maior, quando combinados uns com os outros (Figura 43).



Figura 43 – Combinação de riscos.

2.4.1.1.10. Dispositivos de protecção

Sempre que possível devem ser utilizados protectores ou dispositivos de protecção adequados ao risco que se pretende salvaguardar. Existem inúmeros dispositivos de protecção que se podem aplicar a um equipamento, desde protecções que impedem o acesso ao movimento perigoso, como é o caso dos protectores fixos ou moveis com dispositivo de detecção e encravamento, até protecções que dão indicação ao equipamento para parar o movimento perigoso em caso de proximidade com a pessoa sujeita ao risco, tais como barreiras fotoeléctricas, scanners, tapetes de segurança, entre muitos outros (Figura 44).

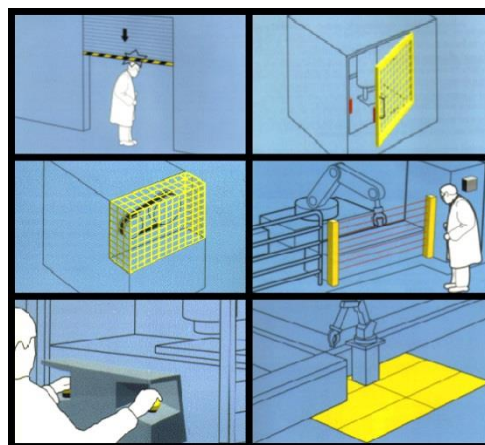


Figura 44 – Dispositivos de protecção.

Estes dispositivos devem ser instalados de acordo com as normas aplicáveis. Estas normas definem diversos factores que vão desde as distâncias de segurança, velocidades de movimentação, definição dos tempos de paragem, definição das classes dos dispositivos de segurança, etc.

2.4.1.2. Dossier técnico de fabrico

O Dossier Técnico de Fabrico é um registo que comprova que a máquina ou componente de segurança foi concebido e construído de acordo com as exigências de segurança requeridas pela Directiva Máquinas. Esse dossier deve estar disponível para um eventual controlo. O Dossier Técnico de Fabrico deve conter, no mínimo, o conteúdo da Tabela 3.

Tabela 3 - Elementos do Dossier Técnico de Fabrico.

<ul style="list-style-type: none"> • Desenhos de conjunto / subconjunto • Circuitos de comando e potência • Exigências essenciais de segurança e saúde aplicáveis • Avaliação de risco • Identificação dos riscos e soluções técnicas • Relatórios técnicos • Certificados • Lista de especificações técnicas • Notas de cálculo • Manual de instruções • Informações gerais 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrição da máquina e características técnicas • Instruções específicas • Transporte, movimentação e armazenamento • Colocação em serviço • Utilização • Manutenção e correcção de avarias • Desmantelamento • Disposições internas aplicadas para manter a conformidade no caso de fabrico em série
---	--

2.4.1.3. Declaração de conformidade

A declaração de conformidade é um documento que declara que a máquina satisfaz todas as exigências essenciais de segurança e saúde que lhe dizem respeito, aquando da sua colocação no mercado, por parte do fabricante ou mandatário estabelecido na comunidade. A declaração de conformidade deve incluir os elementos da Tabela 4.

Tabela 4 – Elementos da declaração de conformidade.

No caso de auto-certificação	No caso de exame CE de Tipo
<ul style="list-style-type: none"> • Nome e endereço do fabricante e/ou mandatário estabelecido na comunidade • Identificação da máquina: tipo, modelo e nº de série • Legislação à qual a máquina obedece: directivas comunitárias, normalização, especificações técnicas • Assinatura e data do representante 	<ul style="list-style-type: none"> • Todos os pontos anteriores • Identificação do Organismo Notificado • Número do certificado CE de Tipo (recepção, adequação, exame)

2.4.1.4. Marcação CE

As máquinas abrangidas pela Directiva Máquinas devem ostentar as siglas «CE» (Figura 45) e o número de identificação do organismo notificado que intervém na fase de controlo da produção.

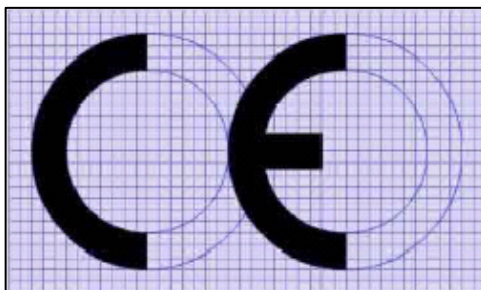


Figura 45 – Marcação CE.

No caso de o equipamento ser abrangido por diferentes Directivas, a aposição da marcação «CE» garante a presunção de conformidade com os requisitos contidos em todas as Directivas Comunitárias. A marcação permite que o produto em causa seja colocado no mercado comunitário e nele possa circular livremente e ser utilizado. Esta marcação não garante a qualidade do produto, representando apenas o compromisso por parte do fabricante com a lei aplicável. Outras marcações podem ser colocadas na máquina, nomeadamente marcas nacionais de qualidade de conformidade com norma, desde que essas marcações não sejam confundidas com o pictograma da marcação.

É considerado crime a marcação «CE» de uma máquina que não cumpra os requisitos essenciais de saúde e segurança ou marcação das letras CE como forma de confundir o comprador quanto à existência ou não de marcação «CE».

2.4.2. Directiva equipamentos de trabalho

O Decreto-Lei 50/2005 transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva 89/655/CEE, do Conselho Europeu, de 30 de Novembro, alterada pela Directiva 95/63/CE, do Conselho Europeu, de 5 de Dezembro, e pela Directiva 2001/45/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Junho, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho.

De acordo com o Decreto Lei 50/2005, o equipamento de trabalho é qualquer máquina, aparelho, ferramenta ou instalação utilizada no trabalho e deve ser sujeito a inspecções periódicas, por forma a garantir os requisitos mínimos de segurança para os trabalhadores.

É aplicável a todos os ramos de actividade dos sectores privados, cooperativo e social, administração pública central, regional e local, institutos públicos e demais pessoas colectivas de direito público, bem como aos trabalhadores por conta própria.

Excluem-se do Decreto-Lei 50/2005 as actividades da Administração Pública cujo exercício seja condicionado por critérios de segurança ou emergência, nomeadamente das Forças Armadas ou da Polícia, bem como a actividades específicas dos serviços de protecção civil, sem prejuízo da adopção de medidas que visem garantir a segurança e a saúde dos respectivos trabalhadores.

As verificações e ensaios dos equipamentos de trabalho devem ser efectuados periodicamente por pessoa competente, a fim de garantir a correcta instalação e o bom estado de funcionamento dos mesmos ou, de forma excepcional, no caso de transformações dos equipamentos, acidentes, fenómenos naturais ou períodos prolongados de não utilização, que possam ter consequências gravosas para a sua segurança.

Os relatórios da última verificação e de outras verificações ou ensaios efectuados devem estar disponíveis para as autoridades competentes durante um período de dois anos. O equipamento de trabalho, que seja utilizado fora da empresa ou estabelecimento, deve ser acompanhado de cópia do relatório da última verificação ou ensaio.

2.4.3. Comércio em segunda mão

No processo de venda de máquinas usadas ou recondicionadas, o vendedor deve fornecer ao comprador o manual de instruções em português, a declaração de venda do cedente e deve ainda ser efectuada uma inspecção por um Organismo Notificado, principalmente nas máquinas consideradas perigosas, listadas na Portaria n.º 172/2000, de 23 de Março, tal como descrito no Decreto-Lei n.º 214/95.

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco)

3. Desenvolvimento

3.1. Introdução ao trabalho prático desenvolvido

3.1.1. Objectivos do trabalho prático

O principal objectivo deste trabalho é projectar um equipamento capaz de produzir uma gama de produtos denominados “remachado” (Figura 46), respeitando os padrões de qualidade, isento de defeitos, utilizando o mínimo de recursos humanos possível e tendo em conta a cadência de produção exigida pela actividade.

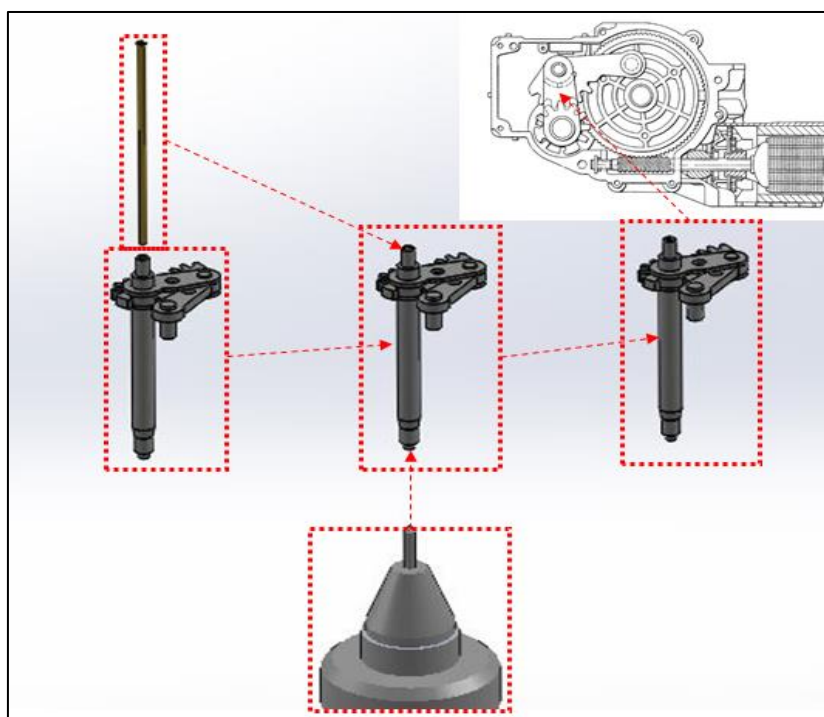


Figura 46 – Operação de montagem a realizar de forma automática.

O equipamento deve ser capaz de lidar com a alimentação aleatória dos componentes utilizados no fabrico do remachado, de forma automática. A principal operação a desempenhar pelo equipamento é a cravação de um tubo de latão no interior de uma transmissão, resultando no remachado referido anteriormente.

3.1.2. Caracterização da empresa

O nome do grupo DELFINGEN nasceu em 2007, mas a sua história remonta ao século XX (Figura 47), quando um fazendeiro Suíço, Christian Strit, se deslocou para França para criar o seu próprio emprego e se alojou em Anteuil. O filho de Christian, Emile, começa a trabalhar como agricultor, mas este jovem logo mostra grandes habilidades com ferramentas. Iniciando-se pela reparação em ferramentas ligadas à agricultura, começa a desenvolver uma paixão pela mecânica, o que o leva a vender o seu conhecimento (“*Know-how*”) a empresas industriais vizinhas. Jeannette, irmã de Emile e René, nasceu com uma deficiência e ninguém queria empregá-la. Assim, os dois irmãos decidem começar uma actividade industrial modesta, para que ela pudesse sobreviver.

Em 1954 criaram uma empresa de fabrico de pequenas bolsas de plástico, motivada por um vínculo de solidariedade. Emile adopta o gosto da fabricação e decide alargar horizontes, fabricando sacos plásticos para a Peugeot, nascendo assim a Sofanou. A primeira extrusora é comprada em 1958 e é instalada na casa da família, em Anteuil. Bernard, o filho de Emile, no dia 1 de Agosto de 1973 junta-se à empresa, após o serviço militar, e evolui o seu conhecimento sempre em contexto de trabalho. Em 1985, Bernard assume a liderança da empresa e decide implementar mudanças que se revelam de importância altamente estratégica. Após 30 anos de “*artesanato*”, a Sofanou dá um salto gigante para uma verdadeira actividade industrial, justamente quando a indústria automóvel inicia um grande crescimento. Bernard vê isso como uma oportunidade. O objectivo é tornar-se um especialista reconhecido para ampliar a base de clientes e crescer. A empresa torna-se especializada em tubo flexível para a protecção de cablagens nos veículos. Em 1986, um novo desafio é decidido: um plano ambicioso de se tornar um “*player*” de dimensão europeia. Nos anos seguintes, a empresa expande com as suas primeiras aquisições, em 1994, da FELICIO em Portugal e da PLASTIC SIMO em Espanha.

Em 1996, o Grupo está cotado na segunda bolsa de valores de Paris. O crescimento de capital que se seguiu permite a expansão da HBS TECHNOLOGIE, empresa holding do Grupo. Sofanou torna-se uma empresa de referência na indústria automóvel, acompanhando os seus clientes nas suas deslocações geográficas estratégicas, oferecendo-lhes um serviço de qualidade e entregando produtos *just-in-time*. A Sofanou instala-se na América através de aquisições: primeiro da APTC e da TRUESDELL, seguindo-se a MARKEL, a JENISCO e, em 2008, M & Q PLÁSTICOS, levando 10 anos para se tornar líder no mercado norte-americano.

A partir do ano 2000, o grupo ampliou a sua presença global, acompanhando os seus clientes em novas áreas de produção: Norte de África (Tunísia e Marrocos), e em seguida, Europa Oriental (Eslováquia, Roménia). Com vista a servir os seus clientes norte-americanos, os novos destinos foram as Filipinas, Honduras e México. Em 2007, todas as empresas do Grupo se fundiram num novo nome, DELFINGEN, uma lembrança de onde tudo começou para um grupo global: uma pequena vila suíça com o nome de Radelfingen.

No final da década passada, a Delfingen começou a posicionar-se nos países emergentes, com a abertura de uma unidade de produção no Brasil, um escritório de vendas em Xangai e uma unidade de produção em Wuhan (China), inaugurada em Outubro de 2010. Em 2013, adquire a Kartar Wire (Índia) e Hengbang (China), e prossegue o seu desenvolvimento na Ásia. Em 2014, adquire duas empresas alemãs, LANGENDORF e MBG, fortalecendo a presença da Delfingen perto de OEMs e fabricantes de automóveis alemães.

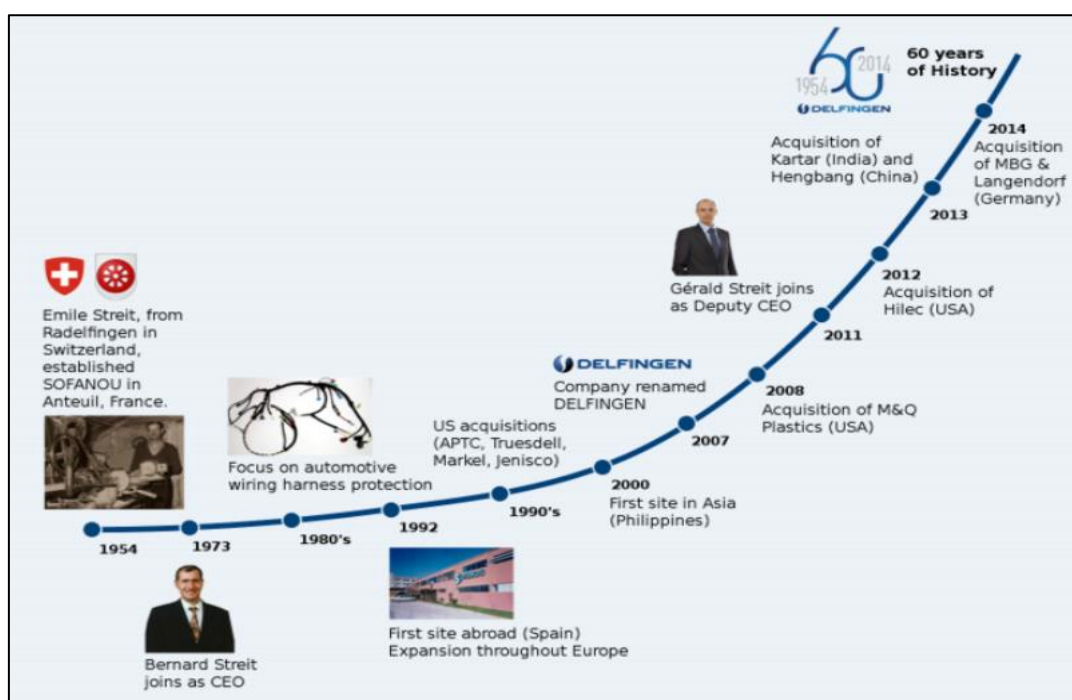


Figura 47 – Evolução temporal da DELFINGEN.

A Delfingen conta actualmente com 1300 colaboradores espalhados por 16 países (Figura 48) e as suas vendas anuais são superiores a 120 milhões de euros, produzindo mais de 20000 toneladas de componentes por ano.



Figura 48 – Distribuição geográfica da DELFINGEN.

A Sede da DELFINGEN INDUSTRY, S.A. (Figura 49) encontra se instalada na Rua Emile Streit 25340, Anteuil, França.



Figura 49 – Sede da DELFINGEN.

Em Portugal, a DELFINGEN está situada na Alameda da Bela Vista, 99, 4415-939 Lugar Seixezelo, Vila Nova de Gaia (Figura 50), e possui um CAE (Classificação das Actividades Económicas) para fabricação de equipamentos eléctricos para veículos automóveis, e outro para manutenção e reparação de veículos automóveis. Apresenta um capital social de 20.000,00 euros e emprega cerca de 70 trabalhadores.



Figura 50 – DELFINGEN Portugal.

3.2. Situação inicial

Em qualquer tipo de projecto é necessário efectuar um estudo preliminar de todos os aspectos inerentes ao processo. O estudo exaustivo, tanto do produto como do equipamento existente, permitiu adquirir diversos conhecimentos ao nível do processo de fabrico, identificação das melhorias a adoptar, defeitos do produto e suas origens.

3.2.1. Estudo do produto

O remachado representado na Figura 51 é um elemento constituinte dos motores limpa pára-brisas, constituído por um tubo e uma transmissão, e tem como função tornar o movimento circular, do veio do motor, numa revolução de passo para accionar a escova do limpa pára-brisas.

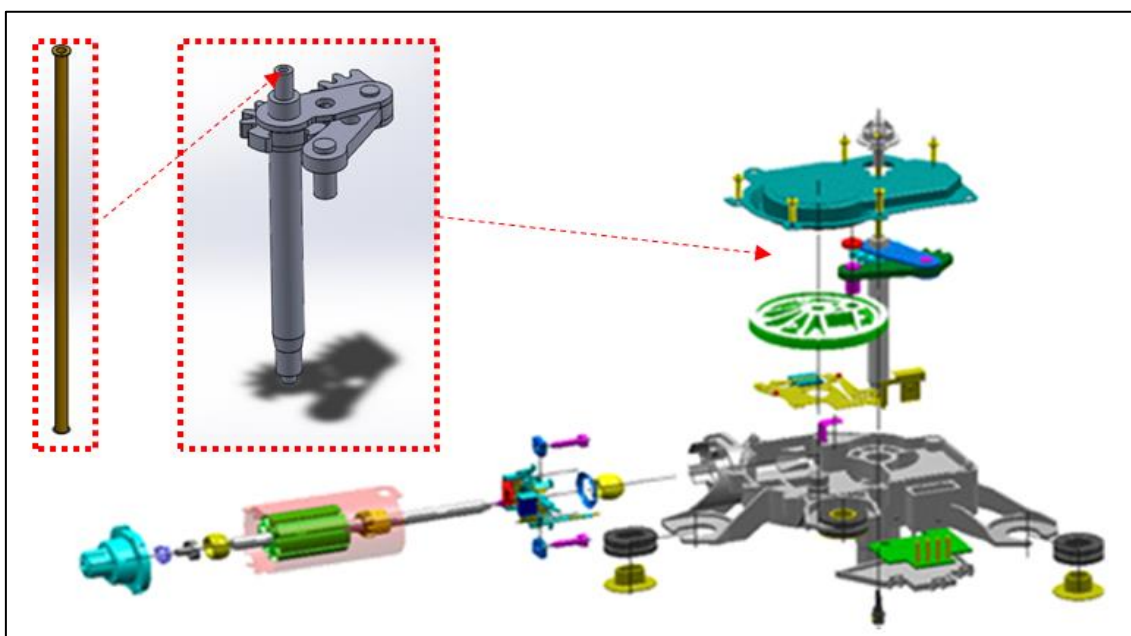


Figura 51 – Vista explodida do interior do motor limpa pára-brisas.

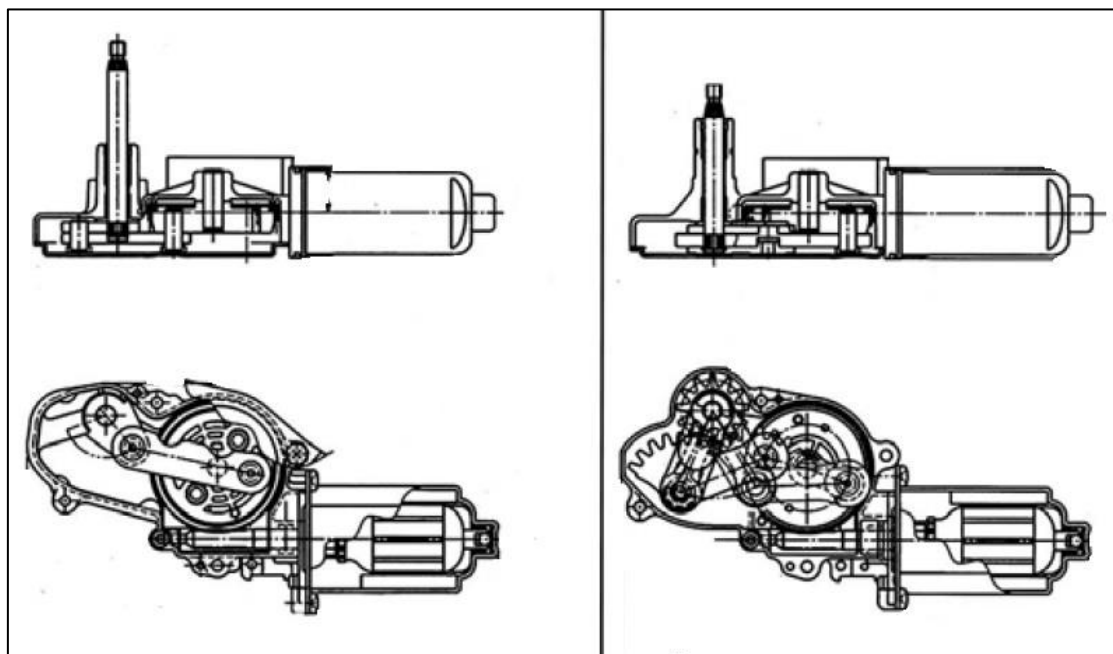


Figura 52 – Modelos de motores de limpa vidros (Adaptado de Morello, et al., 2011).

Actualmente a Delfingen fabrica vários remachados com diferentes configurações (Figura 52). As configurações variam desde a forma geométrica, ao comprimento e até mesmo ao acabamento superficial. No entanto, dos seis modelos fabricados existem dois grupos em que a única diferença é o acabamento superficial. O modelo de referência 470798 é geometricamente igual ao modelo 472224, e o mesmo se passa nos modelos de referência 471156 e 471180, resultando nos 4 grupos distintos representados na Tabela 5.

Tabela 5 – Identificação dos modelos de remachados.

			
474401	53051886	470798/472224	471156/471180

O novo equipamento tem de ser capaz de lidar com os diferentes modelos, sem que seja necessário uma preparação demorada, que resulte em tempos improdutivo. Estes modelos, apesar de possuírem variação dimensional e estrutural entre eles, possuem uma característica que se revelou de extrema importância para o projecto do equipamento: o diâmetro dos tubos e espaçamento entre a cremalheira da transmissão e a extremidade onde o tubo é inserido são idênticos em todos os modelos, tal como se pode observar na Figura 53.



Figura 53 – Igualdade de características dos modelos.

Este aspecto é fundamental pois, sem ele, a produção dos diferentes modelos no mesmo equipamento poderia ser afectada com trocas de componentes que, para além de constituírem um custo acrescido, provocariam tempos elevados de regulação do equipamento, em função do modelo a fabricar. Todo o projecto do equipamento foi desenvolvido com base nesta semelhança de modelos, sendo reflectida não só nos sistemas de alimentação, como na distância fixa entre os componentes que constituem o equipamento, isto é, apesar de diferentes comprimentos e geometrias dos modelos produzidos, os mecanismos de accionamento (cilindros pneumáticos, mesa rotativa, garras, etc.) não variam de posição, resultando num equipamento com necessidade de poucos ajustes por parte dos operadores.

Neste caso, e como o projecto advém de um equipamento existente, para além do estudo do produto a fabricar, foi necessário estudar o equipamento existente no que diz respeito às funcionalidades, segurança do equipamento, dimensões gerais e cadência de produção.

3.2.2. Estudo do equipamento existente

3.2.2.1 Disposição geral

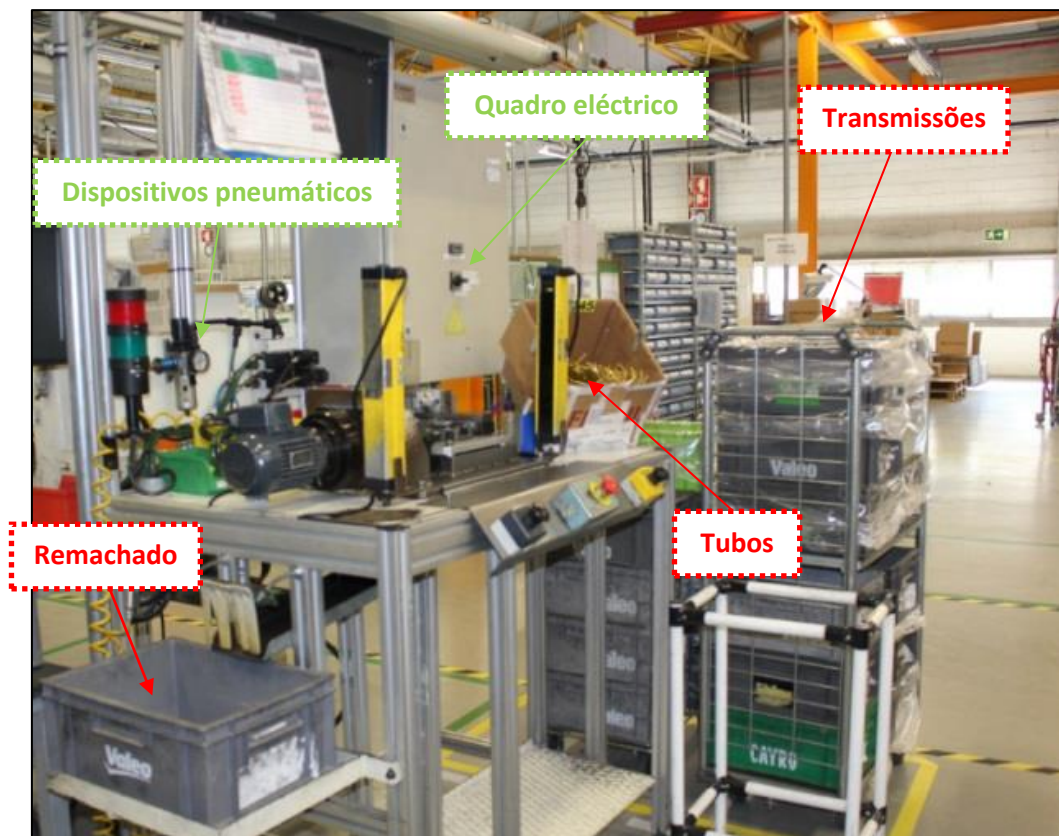


Figura 54 – Equipamento actual de cravação.

O posto de cravação existente (Figura 54) é controlado por um operador e tem a seguinte constituição:

- Local de armazenamento de matéria-prima e produto acabado

Os tubos e transmissões são posicionados dentro de caixas junto ao posto de comando, para fácil acesso. Estão normalmente posicionadas:

- 22 caixas contendo 100 transmissões, cada uma do lado direito do operador;
- 1 caixa contendo 2000 tubos por cima da banca de trabalho.

O produto final é armazenado numa caixa do lado esquerdo do equipamento, e a caixa é substituída a cada 100 remachados fabricados.

- Dispositivos de comando

O sistema de comando representado na Figura 55 é constituído por:

- Dois interruptores na zona de operação, desempenhando a função de comando bimanual, que dão ordem ao início da cravação;
- Um seccionador de corte geral;
- Um comando de emergência;
- Um selector de modelos;
- Um contador de peças.



Figura 55 – Dispositivos de comando.

- Dispositivos de segurança

Em conjunto com o comando de emergência, o comando bimanual e o seccionador de corte do equipamento dispõem dos seguintes dispositivos de segurança (Figura 56):

- Protecção de acrílico móvel;
- Barreiras fotoelétricas.

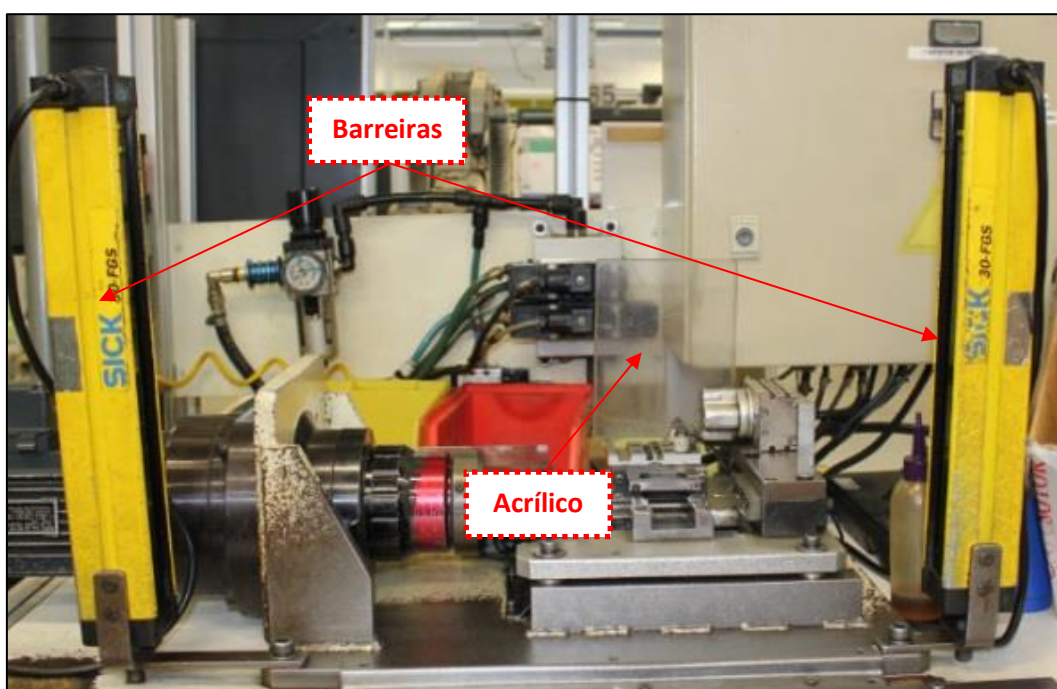


Figura 56 – Dispositivos de segurança.

- Estrutura

A estrutura em forma de bancada é constituída essencialmente por perfil de alumínio rectangular. O quadro eléctrico e os dispositivos pneumáticos encontram-se solidários a essa estrutura.

3.2.2.2. Funcionalidades

O processo de cravação é realizado pelo equipamento BK40/NS que utiliza a conformação a frio para cravar o componente. A Figura 57 é meramente indicativa e mostra a evolução da cravação neste tipo de elementos.



Figura 57 – Evolução da cravação.

Este processo de cravação demora entre 1, 5 a 3 segundos e, ao contrário dos métodos convencionais que efectuam a conformação numa só passagem, realiza uma conformação progressiva, efectuando varias passagens em revolução de 3 a 6 graus sobre o eixo da máquina, como demonstrado na Figura 58. As principais vantagens deste método são:

- O acabamento liso, diminuindo a possibilidade do aparecimento de fissuras;
- A redução das tensões internas geradas nos componentes devido à reduzida carga axial aplicada.

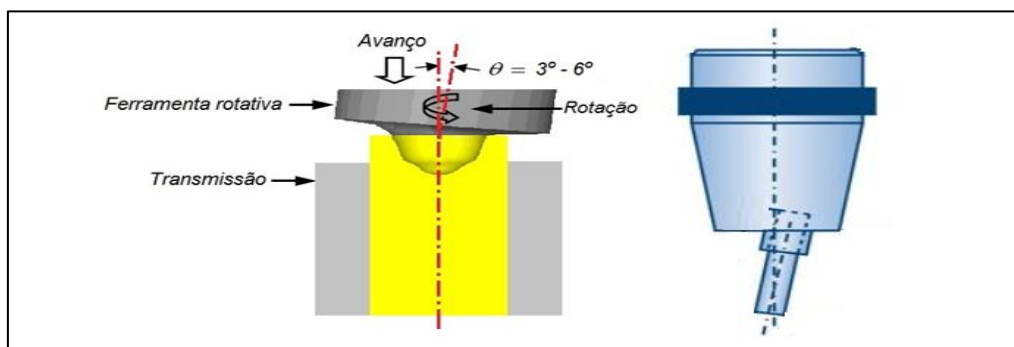


Figura 58 – Identificação do angulo de revolução.

As tensões geradas por este processo variam com a velocidade de avanço, com a velocidade de rotação, o ângulo de aplicação e o tipo de lubrificação usado.

A aplicação deste processo é alargada e pode ser encontrada em diversos componentes do quotidiano, tais como os representados da Figura 59 à Figura 62.



Figura 59 – Placa do ferro de engomar.



Figura 60 – Manete do travão de mão




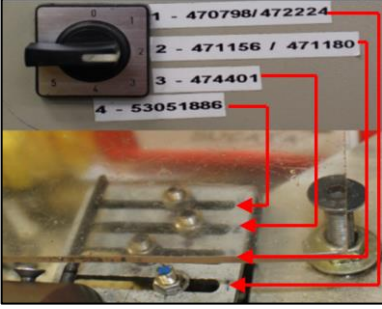
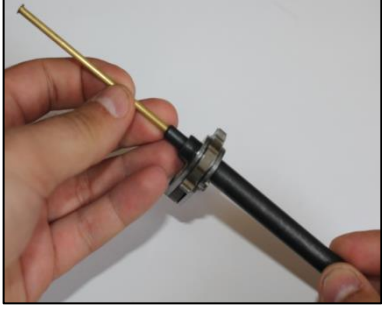


Figura 61 – Dijuntor.



Figura 62 – Cubo da roda de um carro.

O equipamento em questão funciona com um operador que, após colocar os tubos e as transmissões na envolvente do equipamento, tem de efectuar as operações da Tabela 5 Tabela 6.

Tabela 6 – Sequência de operações do equipamento existente.

Nº etapa	Descrição	Fotografia
1	Ligar o equipamento no interruptor geral.	
2	Seleccionar o modelo a produzir no quadro eléctrico. Este selector vai controlar o avanço do cravador, recebendo ordem do sensor equivalente.	
3	Inserir manualmente o tubo dentro da transmissão, de forma manual.	
4	Colocar o conjunto no suporte instalado no equipamento.	
5	Accionar o dispositivo de comando bimanual que inicia o ciclo de cravação e extracção de produto cravado automaticamente.	

Após a finalização da cravação, o remachado é automaticamente guiado para a zona inferior da bancada onde desliza até uma caixa de produto acabado (Figura 63). Esta saída aleatória do produto origina muitas vezes peças defeituosas, devido ao impacto entre remachados.

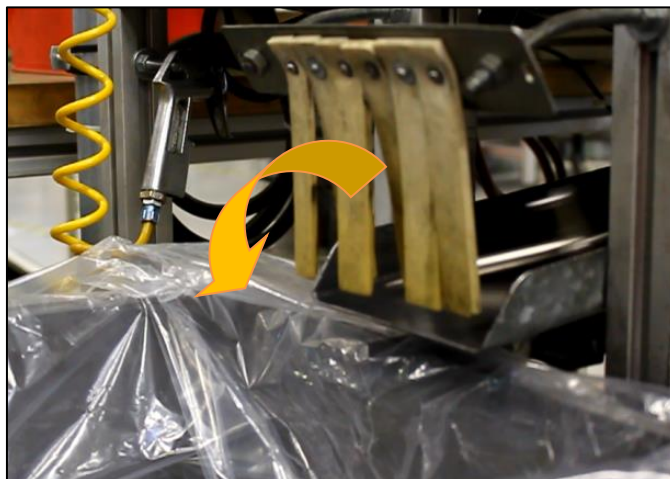


Figura 63 – Zona de saída do produto acabado.

3.2.2.3. Segurança

Os dispositivos de segurança referidos anteriormente têm por base a protecção do operador, não contemplando o acesso de terceiros. Tanto as barreiras fotoeléctricas como o dispositivo de comando bimanual não permitem ao operador aceder aos movimentos perigosos do sistema de fixação e cravação do equipamento. O accionamento das barreiras durante a operação de cravação origina o recuo do cravador e a sua paragem.

Outra situação identificada como menos segura, é o facto do dispositivo de corte geral não permitir o bloqueio na posição desligado, não sendo possível isolar o equipamento das fontes de energia para a realização de operações de manutenção. Estes aspectos são importantes, mas não são considerados críticos, visto o operador ou o técnico de manutenção ter a total visualização da área de actuação do equipamento. O equipamento dispõe de uma coluna de iluminação que indica ao operador o seguinte:

- Luz verde – Equipamento em funcionamento;
- Luz vermelha – Avaria;
- Luz verde e vermelha – accionamento do dispositivo de paragem de emergência.

3.2.2.4. Cadência

A cadência do equipamento depende de factores como o cansaço, desconcentração e destreza do operador.

Tendo em conta estes aspectos, a cadência máxima produzida ronda as 750 peças por hora, sendo necessário mais 3,5 s para o controlo visual e dimensional de cada peça produzida.

3.2.2.5. Controlo de qualidade

O equipamento inicial não dispõe de qualquer dispositivo de controlo de qualidade da cravação dos remachados. O controlo existente é efectuado pelo operador na inserção dos tubos dentro das transmissões, para os casos em que os tubos evidenciam empenos e não é possível efectuar a total inserção. No final da produção é efectuada uma verificação visual aos remachados e, utilizando um comparador, é verificado o diâmetro da zona de cravação. A última verificação utiliza um bico expensor onde é aplicada uma solicitação para assegurar a qualidade de cravação (Figura 64).

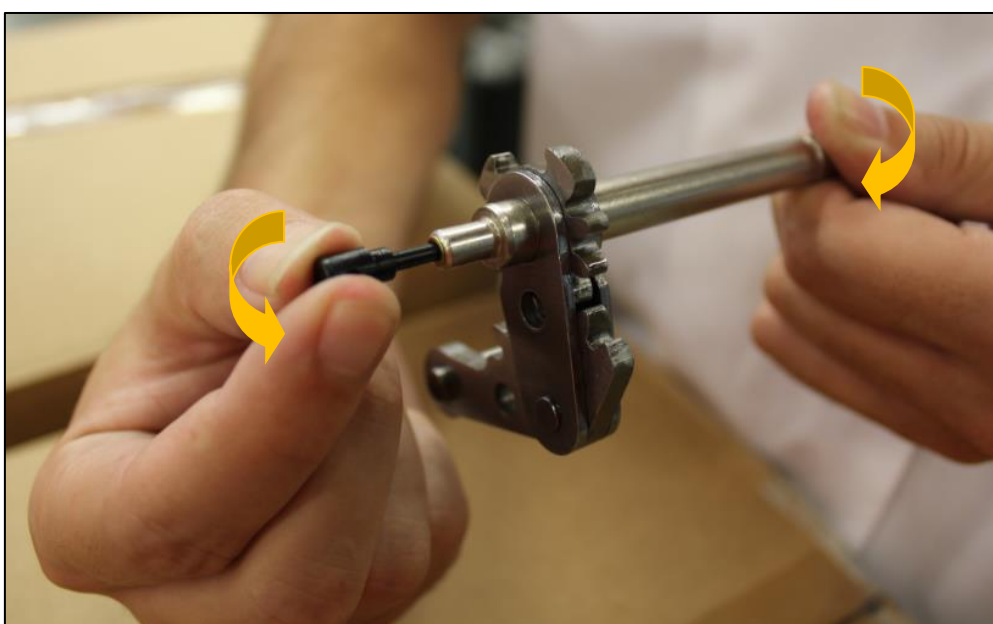


Figura 64 – Controlo de cravação.

3.2.3. Requisitos iniciais

Para que o projecto do novo sistema fosse de encontro às necessidades da Delfingen, foram solicitados os requisitos aos quais o equipamento teria de corresponder. Lista de requisitos:

- Cadência de produção mínima: 720 peças por hora;
- Pressão pneumática disponível: 6 Bar;
- Área ocupacional disponível: 2.970 x 1 m²;
- Manter o sistema de cravação existente;
- Desenvolvimento de um sistema de controlo de qualidade para avaliação a 100% da produção;
- O sistema de separação das transmissões e o sistema de extracção de remachados não podem ter agressões mecânicas que ponham em risco a qualidade do produto;
- Fornecimento de transmissões e tubos de forma aleatória.

3.3. “Tempestade de ideias” sobre possíveis soluções

Com base no objectivo final pretendido surgiram inúmeras ideias, algumas das quais vieram a revelar-se inapropriadas, mas fundamentais para que o produto final fosse bem estruturado, eficaz e adequado às necessidades.

Alimentação e separação de transmissões

Inicialmente foi pensado, para a separação das transmissões, a utilização de um transportador magnético vertical associado a uma rampa orientadora de peças, utilizando a gravidade e um

conjunto de batentes estrategicamente colocados para a orientação das transmissões, tal como representado na Figura 65.

O transportador seria constituído por ímanes permanentes, associados a um mecanismo de transmissão por correias. Esses ímans estariam distanciados entre si de um comprimento superior ao comprimento da transmissão de maior dimensão, evitando a extracção em simultâneo de várias peças do depósito de armazenamento inicial. Este mecanismo, por si só, não seria capaz de separar as peças, pois duas peças entrelaçadas uma na outra poderiam ser arrastadas pelo transportador. Para evitar esse efeito, o transportador iria possuir uma regulação no afastamento do íman ao painel onde se deslocam as peças que, através dessa regulação, limitaria a capacidade de magnetização das mesmas e, em caso do peso das peças ser superior ao definido, as mesmas escorregariam de volta para dentro do depósito inicial. Devido à possibilidade de as transmissões se danificarem devido ao impacto das peças contra a estrutura, esta ideia acabou por ser abandonada.

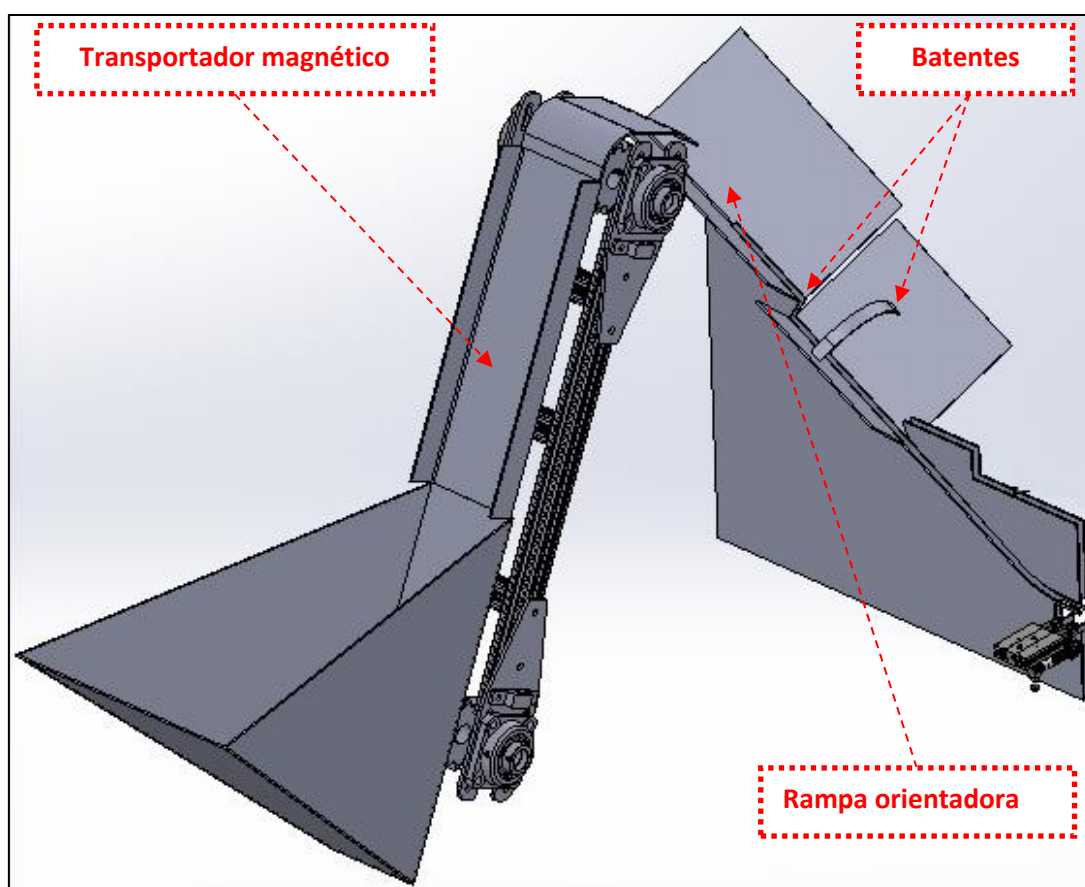


Figura 65 – Transportador magnético.

Outra hipótese abandonada foi a integração de um robô de três eixos idêntico ao da Figura 66, com auxílio de um sistema de vídeo para separar os componentes. Apesar de ser uma solução viável no aspecto funcional, foi descartada devido ao custo do conjunto.



Figura 66 – *Parallel kinematic robots EXPT, tripod* (Festo, 2014).

Os alimentadores vibratórios, como o representado na Figura 67, são uma solução para o fornecimento contínuo de peças complexas. A sua utilização permite a orientação por vibração de peças geometricamente iguais. Esta particularidade foi a razão para a não utilização deste sistema, dado que as transmissões são mecanismos e, com a vibração, poderiam adoptar uma série de configurações que tornaria a separação complexa.



Figura 67 – Alimentador vibratório (Unitedtoolers).

Alimentação e separação de tubos

Inicialmente foi pensado, para a separação dos tubos, um alimentador vertical associado a uma mesa de separação que iria retirar um tubo de cada vez do alimentador, por intermédio de ranhuras incorporadas na mesa, como mostra a Figura 68. Esta ideia foi abandonada pela possibilidade de obstrução e encravamento de tubos no movimento da mesa.

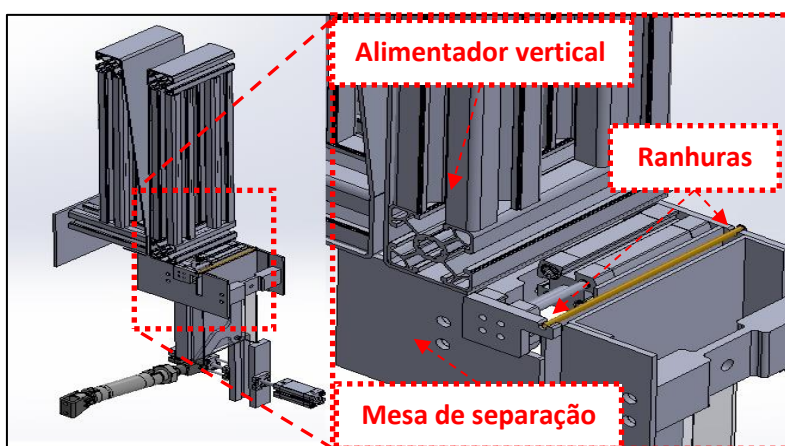


Figura 68 – Alimentador de tubos 1ª versão.

Outra solução identificada para a separação de tubos, Figura 69, baseava-se na aplicação de um tambor rotativo com rasgos utilizaria a gravidade e o movimento do tambor para, em conjunto com um transportador, separar os tubos um a um. Este sistema não foi adoptado por ser mais complexo e requerer mais componentes, resultando num custo mais elevado.

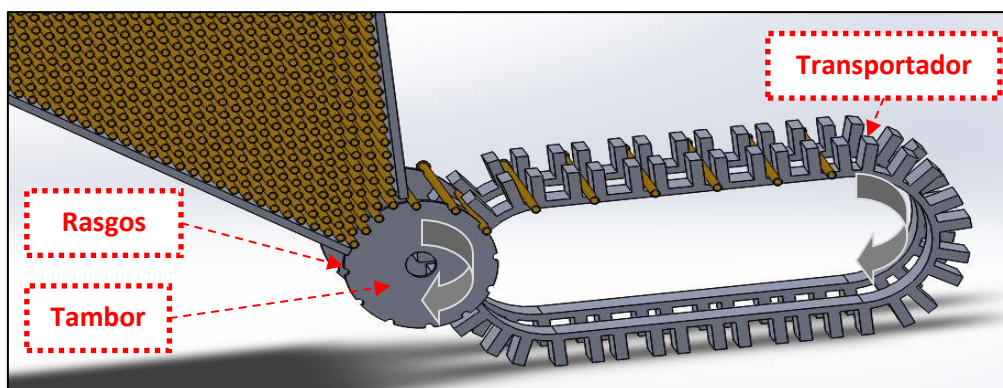


Figura 69 – Alimentador de tubos 2ª versão.

Controlo da inserção dos tubos

Uma das soluções ponderadas para a extracção de tubos danificados de dentro das transmissões, foi a utilização de ar comprimido. Esta opção, apesar de ser menos dispendiosa, foi abandonada, devido à falta de garantia sobre o seu correcto funcionamento, pois o elemento a extrair é oco e o ar poderia passar pelo seu interior sem que o tubo fosse removido.

3.4. Anteprojecto do novo sistema de montagem

O desenvolvimento do novo sistema iniciou-se com a identificação das operações necessárias para a cravação dos tubos nas transmissões de forma automática. Neste estudo, verificou-se que o processo teria de passar pelos seguintes passos:

- Separação das transmissões;
- Separação dos tubos;
- Inserção do tubo na transmissão;
- Controlo da inserção total dos tubos nas transmissões;
- Cravação do conjunto;
- Controlo da cravação do conjunto;
- Armazenamento do produto final.

Uma vez que todo este processo deve ser rápido e contínuo, recorreu-se à utilização de uma mesa rotativa como elemento de ligação entre as várias operações. Com a integração da mesa rotativa, as diferentes operações podem ser realizadas em simultâneo em pontos distintos da mesa.

O preço e a fiabilidade do sistema foram factores que contribuíram para a escolha dos dispositivos de accionamento e de comando. Neste campo, optou-se pela utilização da pneumática e automação no desempenho dos movimentos de todo o sistema.

Estes sistemas são conhecidos na indústria por serem económicos, eficientes e em caso de avarias permitirem uma resolução rápida e pouco complexa.

O modo como a ligação entre os postos deveria ser efectuada, bem como as soluções para a realização de cada tarefa, foram debatidos com os representantes da empresa, para que a solução adoptada cumprisse com todos os requisitos impostos e correspondesse às suas expectativas. Essa avaliação representou um factor decisivo para o progresso no desenvolvimento da obtenção do projecto final.

O estudo do processo revelou que para o fabrico do remachado seria necessária a criação de 6 postos, cada um com diferentes tarefas.

- Posto 1 - Separação e alimentação de transmissões;
- Posto 2 - Alimentação, orientação e inserção dos tubos;
- Posto 3 - Controlo da inserção dos tubos;
- Posto 4 - Cravação dos tubos;
- Posto 5 - Controlo da cravação dos tubos;
- Posto 6 - Saída e armazenamento do produto final.

3.4.1. Separação e alimentação de transmissões

Esta fase pressupõe que as transmissões sejam fornecidas ao equipamento numa forma aleatória idêntica à da

Figura 70 e colocadas num sistema de armazenamento sem qualquer tipo de organização em particular. Esta operação foi uma das mais complexas em todo o processo, devido não só à variedade de posições que as peças podem tomar quando colocadas de forma aleatória, como também à dificuldade gerada pelo componente não ser rígido, mas sim um mecanismo que poderia tomar diferentes configurações.



Figura 70 – Transmissões dispostas aleatoriamente.

De forma a facilitar o processo, esta operação foi dividida em duas fases: uma primeira fase realiza a separação das transmissões uma a uma, a partir da caixa de alimentação e uma segunda fase que orienta as transmissões numa posição definida para que posteriormente sejam transpostas para a mesa rotativa. No estudo do processo, ficou evidente que um dos principais geradores de peças defeituosas é a agressão mecânica das peças, principalmente na abertura existente das extremidades da transmissão, como indicado na Figura 71. Para minimizar esse efeito, a separação das transmissões teria de ser realizada com o mínimo de choque entre as peças. Desta forma, os sistemas convencionais, tais como mesas vibratórias ou tambores rotativos, tiveram de ser postos de parte e algo novo teve de ser criado. Neste contexto foi desenhado um sistema específico para este equipamento.

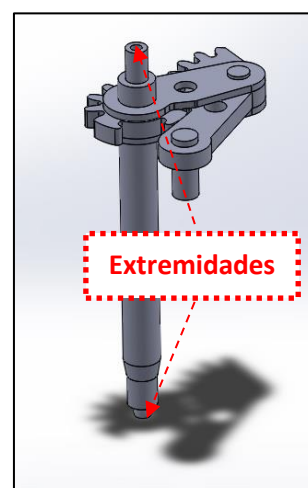


Figura 71 –
Extremidades da
transmissão.

Tal como representado na Figura 72, este sistema consiste num depósito em forma de V onde as transmissões serão depositadas. No fundo deste depósito existirá uma ranhura com a dimensão necessária para que as transmissões fiquem orientadas nessa ranhura. De seguida, duas chapas orientadas elevarão as transmissões inseridas na ranhura, com recurso ao cilindro pneumático (Cil1).

Após a elevação, e com recurso a um cilindro pneumático (Cil2) que orienta as peças, as transmissões serão encaminhadas para um alimentador de transmissões onde aguardam a sua colocação na mesa.

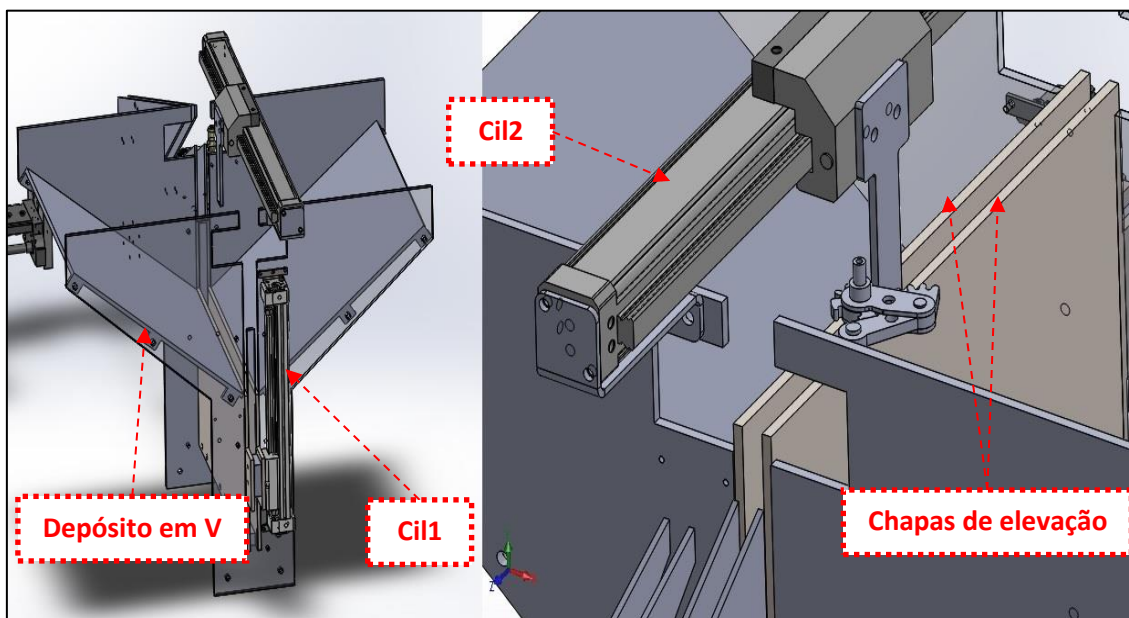


Figura 72 – Separação de transmissões.

Na Figura 73 e na Figura 74 é possível identificar a extremidade do alimentador onde se encontra instalado o actuador pneumático (Cil5), chamado na gíria “passa - não passa”, que bloqueia as peças para que as mesmas não caiam do alimentador. O sistema trabalha continuamente até o nível máximo de transmissões ser atingido. Quando a mesa se encontrar na posição de receber peças (Figura 75), uma garra (Garra1) associada a actuadores pneumáticos (Cil3 e Cil4) transporta a peça do alimentador para a mesa (Mesa giratória). Nesta fase, o actuador passa-não passa bloqueia as restantes transmissões do alimentador e permite a remoção da última transmissão.

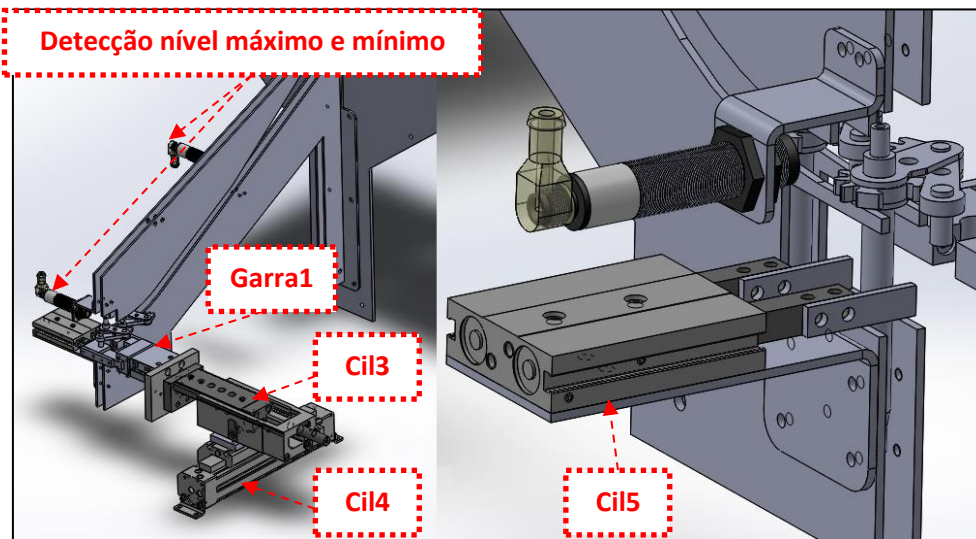


Figura 73 – Alimentação de transmissões.

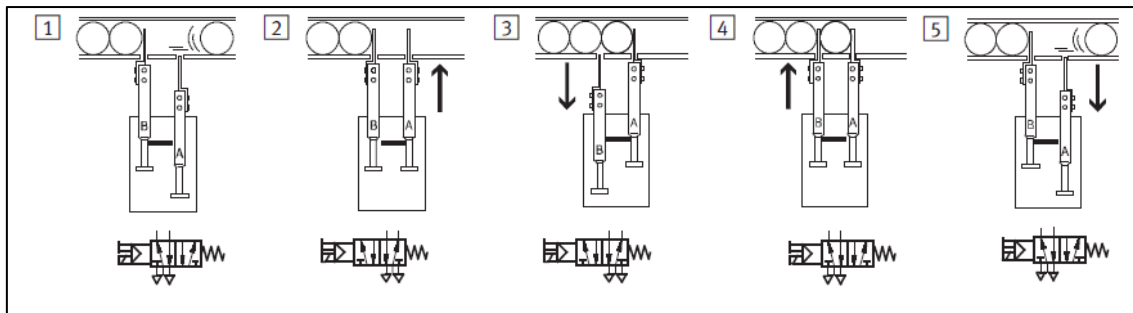


Figura 74 – Funcionamento do Cil5.

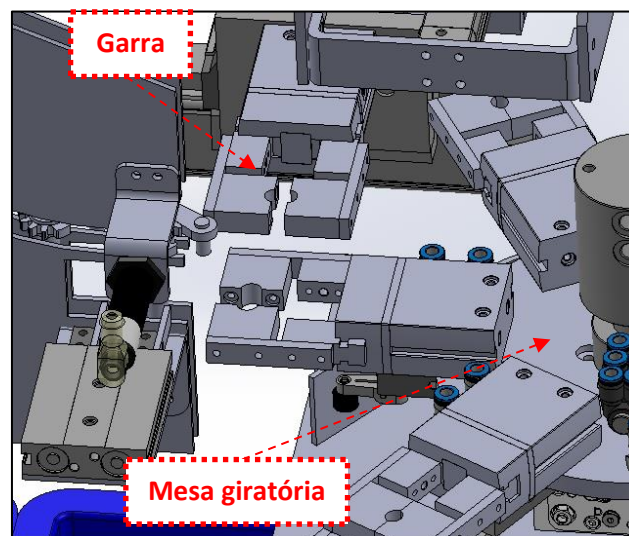


Figura 75 – Interação Posto1 e mesa giratória.

3.4.2. Alimentação, orientação e inserção dos tubos

A colocação dos tubos no alimentador de tubos é feita pelo operador, que os coloca na posição horizontal, mas com orientação aleatória. A primeira operação que o equipamento tem de realizar na zona dos tubos é guiá-los para a posição vertical com a aba para cima, para poderem ser inseridos dentro do remachado.

Inicialmente, para essa operação foi projectada uma mesa - guia que procederia à extracção dos tubos do depósito, um tubo de cada vez. Essa operação seria desenvolvida pelas ranhuras existentes na mesa. O movimento da mesa seria precedido da abertura de umas das laterais da mesa, utilizando um cilindro pneumático para o efeito, o que levaria os tubos a cair da mesa orientados com a aba para cima. Posteriormente, este sistema foi alterado e desenvolveu-se um transportador de escada que eleva um tubo de cada vez com recurso a um cilindro pneumático (Cil6), como mostra a Figura 76. Quando o tubo atinge o último patamar, é amparado por um sistema de pinças, que servem para orientar o tubo para a posição correcta. Essa orientação é conseguida com a abertura das pinças pelo cilindro pneumático (Cil7) até o tubo perder o apoio do lado onde não tem aba. De seguida, o tubo escorrega na lateral da pinça até atingir a zona de travamento dos tubos.

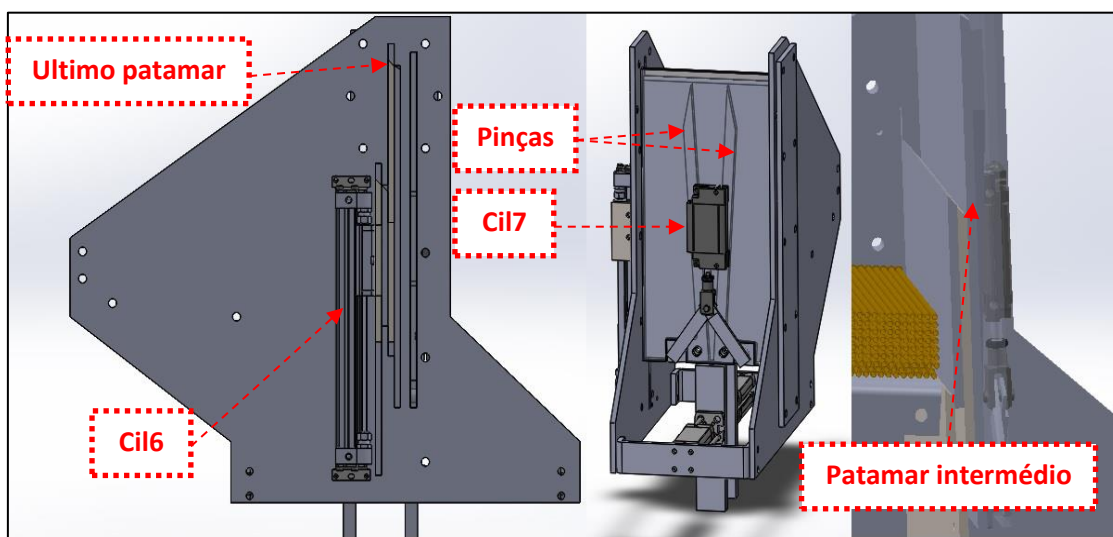


Figura 76 – Alimentação de tubos.

Simultaneamente a esta operação, a mesa giratória fornece a este posto uma transmissão que ficará a aguardar a inserção do tubo. Como as tolerâncias são apertadas, verificou-se a necessidade de criar um mecanismo de guia para os tubos. A Figura 77 representa a solução adoptada para o mecanismo de guiamento dos tubos.

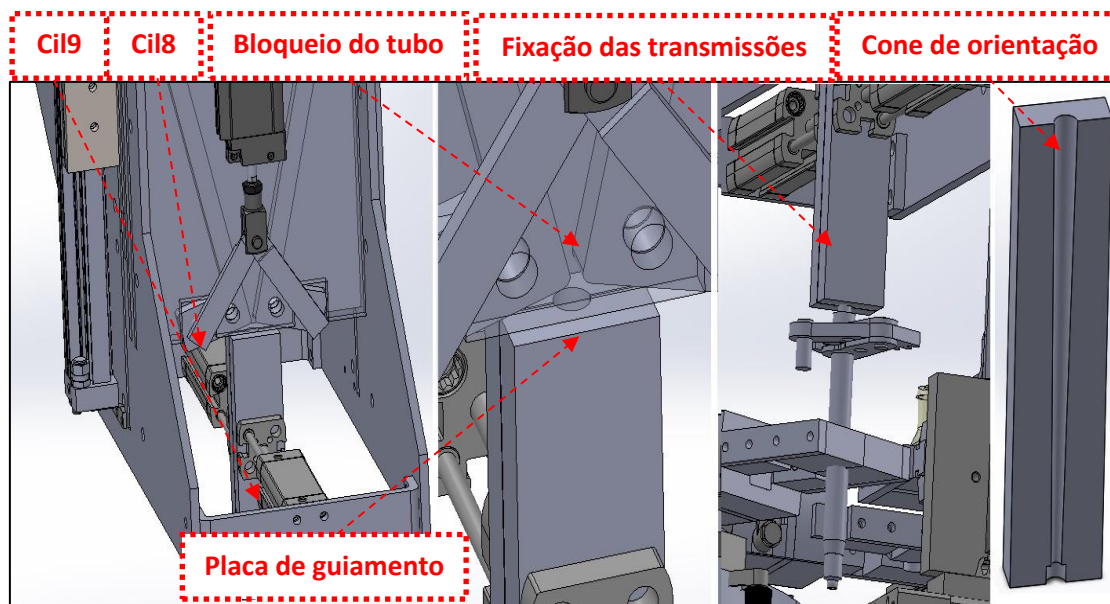


Figura 77 – Orientação de tubos.

A referida guia é constituída por dois actuadores pneumáticos (Cil8 e Cil9), com uma placa de guiamento em forma de metade de um cone, que quando accionados prendem a extremidade da transmissão e formam um cone de orientação dos tubos. As pinças, que estariam a bloquear o tubo, assumem uma posição paralela entre elas, criando um canal de guia e permitindo que o tubo entre dentro da transmissão.

3.4.3. Controlo da inserção dos tubos

Com a inserção dos tubos, surgiu a necessidade de realizar um controlo que garanta a total inserção dos tubos nas transmissões, pois os tubos podem estar empenados e vão ser inseridos na totalidade. Este controlo está representado na Figura 78, e consiste na utilização de um sensor que detecta se os tubos estão bem inseridos. Caso contrário, é realizada a extracção do tubo com recurso a um actuador pneumático (Cil10) com um extractor cilíndrico associado, que é inserido no sentido contrário à entrada do tubo e procede à sua remoção. Os tubos extraídos serão acumulados na chapa do fundo e deverão ser removidos pelo operador no final do ciclo. Para que não haja desperdícios, as transmissões cujos tubos foram extraídos dão uma volta completa à mesa, recebendo um tubo novo no processo, tornando a ser verificadas.

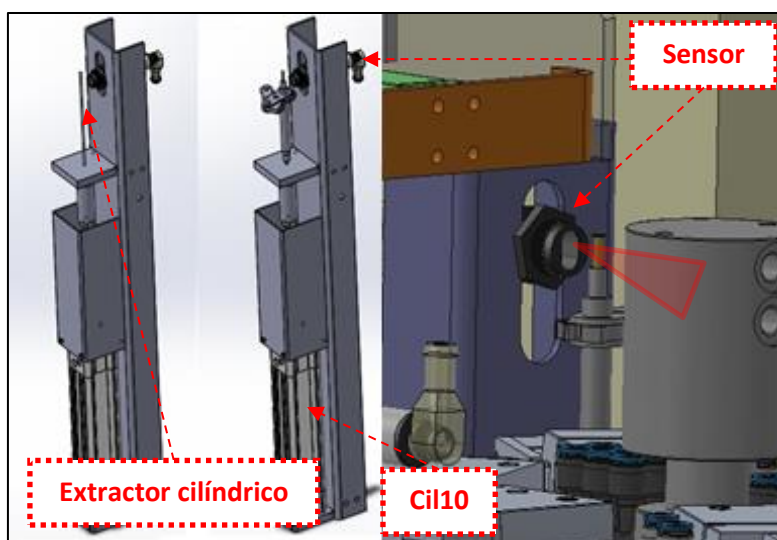


Figura 78 – Controlo da inserção de tubos.

3.4.4. Cravação dos tubos

Um dos requisitos iniciais era o método de cravação ser mantido mas, em contrapartida, o número de peças defeituosas teria de diminuir. Tendo em conta este pressuposto, foi estudado o equipamento inicial e verificou-se que uma solução para a diminuição de peças defeituosas passaria pelo controlo da pressão exercida pelo cravador. Para efectuar esse controlo será usada uma válvula de pressão proporcional que serve de controlo da pressão exercida pelos cilindros na movimentação do cravador. Esta pressão terá de ser aferida, numa fase inicial, por intermédio de testes que garantam a cravação, mas sem danificar o material. Na

Figura 79 estão identificados os principais constituintes do sistema de cravação. O cravador é pressionado contra o conjunto transmissão - tubo, por intermédio de dois conjuntos de guias (Cil13 e Cil14). Para evitar que esse conjunto se desloque, foram instaladas duas garras (Garra2 e Garra3) no cilindro pneumático (Cil11), que fixam a peça. Pela zona inferior da transmissão actua um cilindro (Cil12) com um batente de apoio à cravação. O batente está munido de um pino que actua como um sensor, detectando se existe tubo no interior da transmissão. Caso contrário, o cravador recua e não efectua a cravação. Este controlo é essencial para que não se danifiquem transmissões por falta de tubo no interior e reduza os desperdícios.

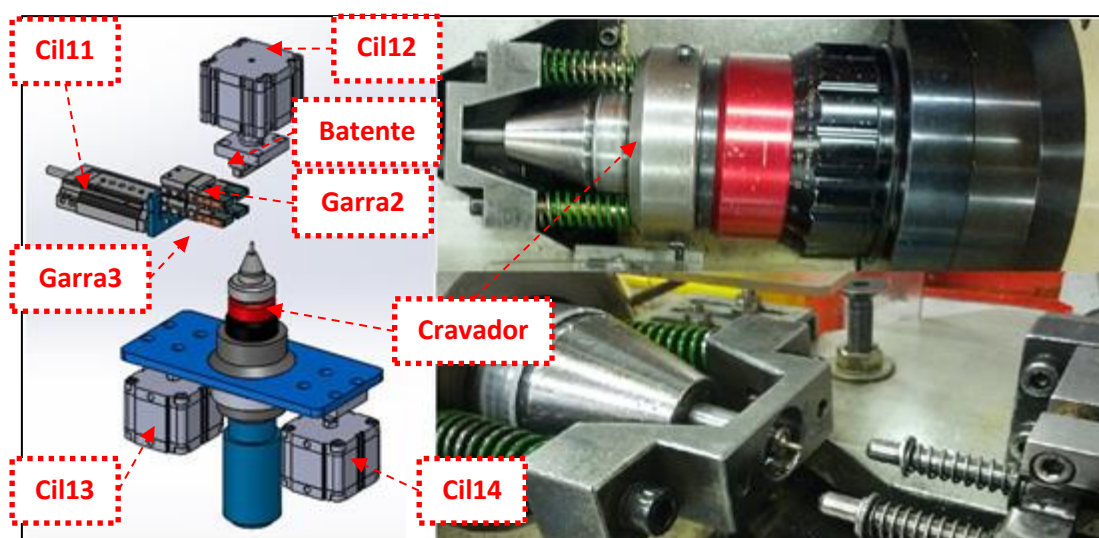


Figura 79 – Cravação dos tubos.

3.4.5. Controlo de cravação dos tubos

De forma a garantir a correta cravação das peças, foi desenvolvido um sistema que monitoriza as mesmas (Figura 80) utilizando um actuador rotativo com *encoder* incorporado (Cil16). O actuador rotativo terá um cone acoplado no veio que é pressionado contra o remachado por intermédio de um cilindro pneumático (Cil15). O remachado, neste posto, encontra-se fixo na garra instalada na mesa giratória. O movimento do actuador será regulado com uma pressão controlada, por forma a não ter capacidade de rodar o remachado, caso este esteja bem cravado.

Se a cravação não estiver efectuada de forma correcta, a transmissão manter-se-á fixa e, com a rotação do tubo, o *encoder* identifica essa rotação. Nas situações em que as peças não se encontrarem devidamente cravadas, a mesa rotativa devolve a peça à zona de cravação e aplica uma força maior. Esta devolução não será imediata, para evitar tempos mortos. O equipamento continuará a produzir remachados normalmente mas remachado mal cravado ficará na mesa rotativa até chegar ao posto de cravação, passando nos postos 6,1,2,3 sem que esses postos efectuem qualquer operação. Este sistema garante que o produto final está isento de defeitos e reduz as perdas que inicialmente existiam, pois não era realizado o controlo após a cravação.

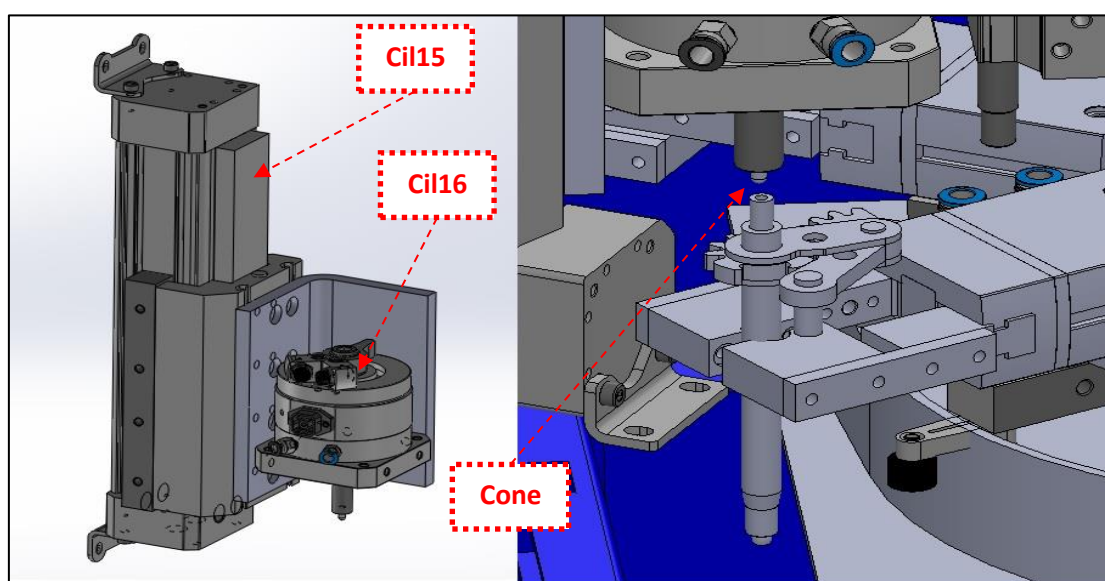


Figura 80 – Controlo de cravação dos tubos.

3.4.6. Saída e armazenamento de produto final

A fim de garantir um processo mais eficaz e controlado no que respeita à quantidade de peças fabricadas e ao número de peças por lote, o sistema é munido de um contador de peças produzidas, controlado pelo operador, que em conjunto com um transportador de caixas distribui as peças pelas caixas de forma automática. O sistema representado na Figura 81 é constituído por uma garra (Garra4), um actuador rotativo (Cil18) e uma guia linear (Cil17) que, em conjunto, retiram as peças da mesa rotativa, colocando-as em caixas.

Este processo também representava uma fonte de peças defeituosas no equipamento inicial, pois a queda descontrolada dos remachados originava danos nas extremidades. Para controlar esse efeito foi acoplado à garra um actuador rotativo que inclina o remachado num ângulo que permita o remachado cair de forma controlada e sobre uma zona não crítica. As caixas são transportadas num transportador de tela que desloca as caixas conforme a necessidade de produção.

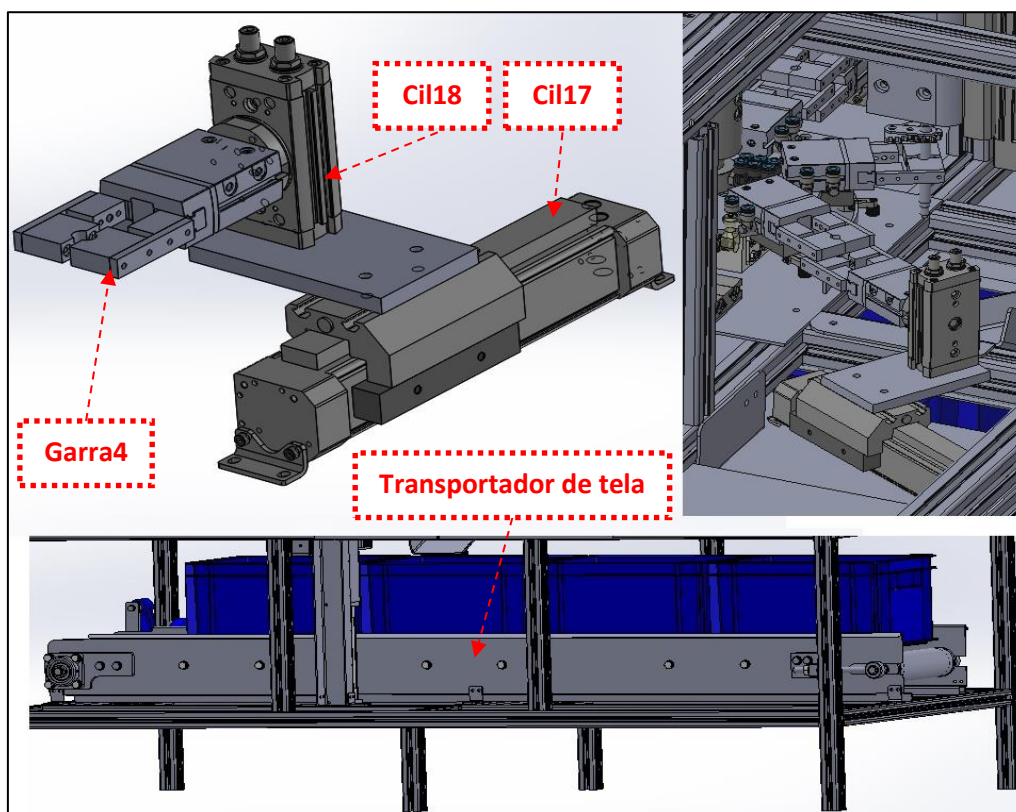


Figura 81 – Armazenamento de remachados.

3.4.7. Mesa Giratória

Tal como referido anteriormente, a mesa rotativa é o elemento de ligação entre os postos, permitindo o transporte dos componentes entre as diferentes operações a realizar (Figura 82). Esta mesa terá um funcionamento passo a passo, e produz um remachado a cada passo, se os remachados estiverem bem cravados. A mesa tem 6 posições definidas pelas garras de fixação. Um problema que teve de ser contornado nesta fase foi como proceder com a alimentação de ar comprimido a cada garra, e como as controlar individualmente. Para resolver este problema, primeiro identificou-se quais as garras que teriam de abrir em simultâneo. Foram identificados 2 conjuntos, o primeiro constituído pelos postos 1 e 6, que funcionam aquando da recepção e extracção de peças, enquanto as restantes ficam fechadas. A dificuldade residia na torção das tubagens de alimentação das garras. Foram analisadas várias soluções até à obtenção da solução mais económica, rápida e eficiente. A primeira solução era a mesa rodar 360 graus num sentido e efectuar o movimento no sentido contrário para iniciar um novo ciclo, destorcendo as tubagens. Esta solução foi abandonada pois o tempo de ciclo seria afectado. A segunda solução seria a colocação de uma central pneumática acoplada a mesa e a utilização de um distribuidor giratório tanto no tubo de alimentação como na cablagem de comando. Esta ideia também foi abandonada pois o número de cablagens com que o destorcedor teria de lidar era elevado e este componente teria de ser criado de raiz. A terceira solução seria utilizar o sistema anterior, mas a comunicação dos comandos seria efectuada remotamente. Esta solução revelou-se complexa e dispendiosa. A solução final utiliza um distribuidor giratório de 2 vias pneumático que permite rodar continuamente sem torcer a tubagem. Esta solução limita o controlo de abertura e fecho das garras, pois elas iriam abrir e fechar todas ao mesmo tempo. Para efectuar o controlo dos dois grupos, foram acoplados à mesa fins de curso pneumáticos que, em conjunto com uma estrutura metálica, efectuam o controlo das garras que estão nos postos 1 e 6.

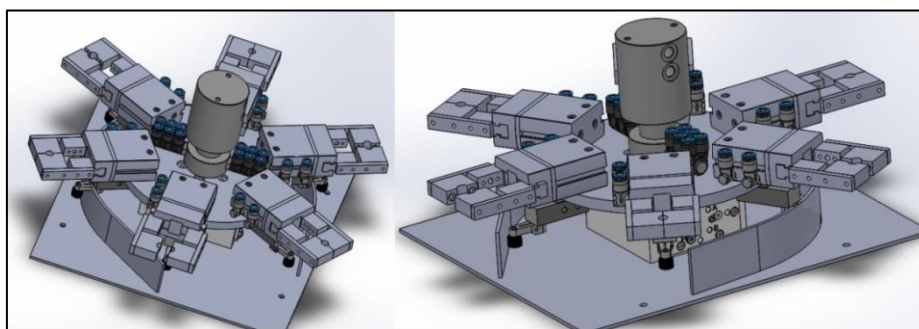


Figura 82 – Mesa giratória.

3.5. Projecto final do sistema

3.5.1. Representação geral

Desde a Figura 83 à Figura 87 estão representadas as diversas vistas do equipamento.

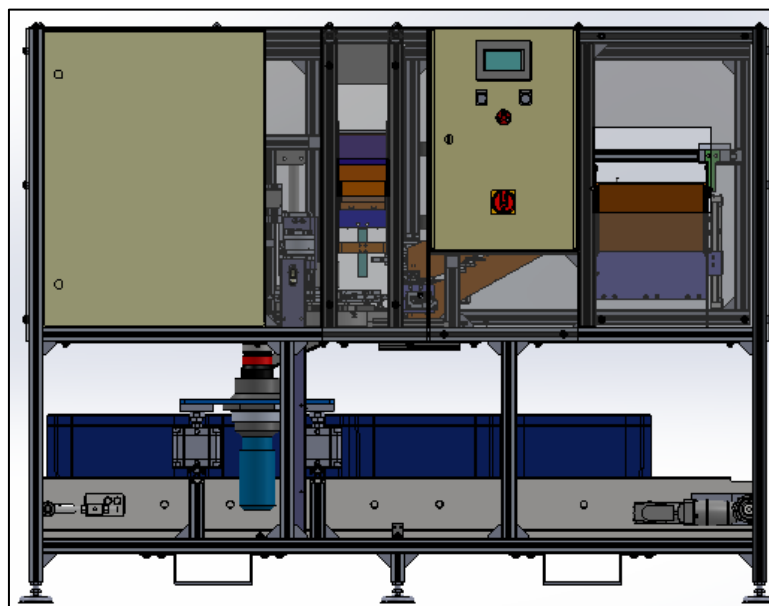


Figura 83 – Vista frontal.

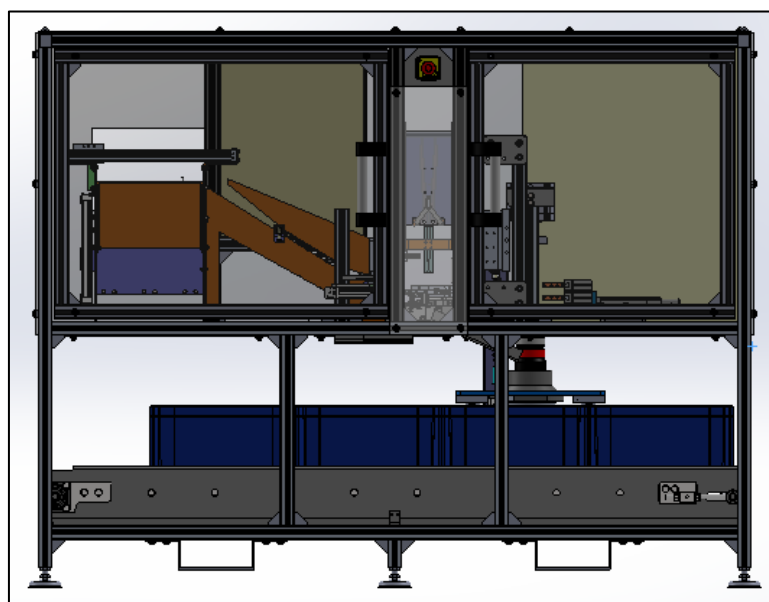


Figura 84 – Vista posterior.

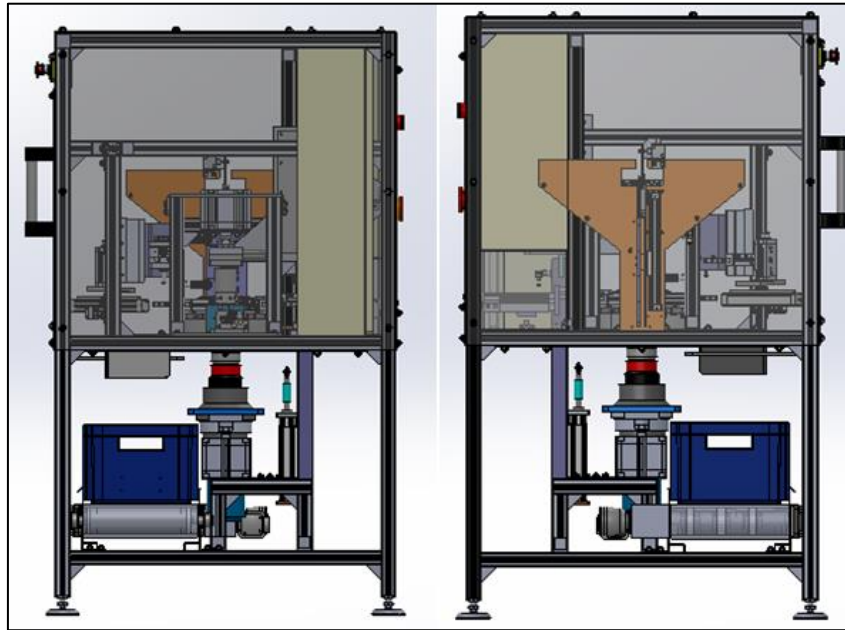


Figura 85 – Vistas laterais.

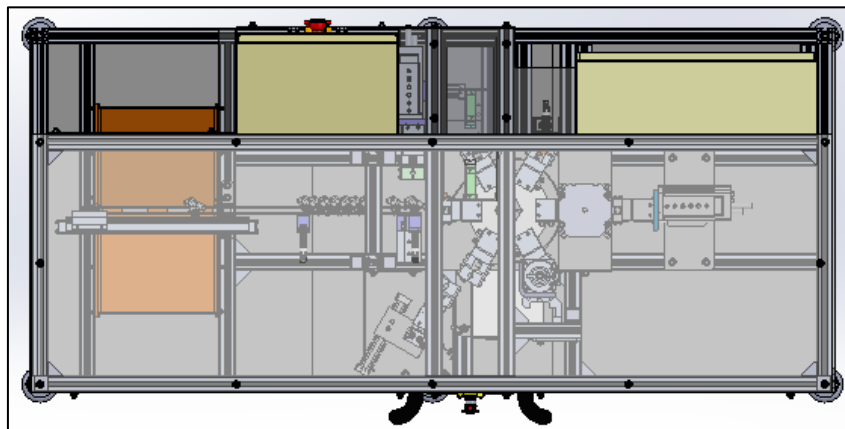


Figura 86 – Vista superior.

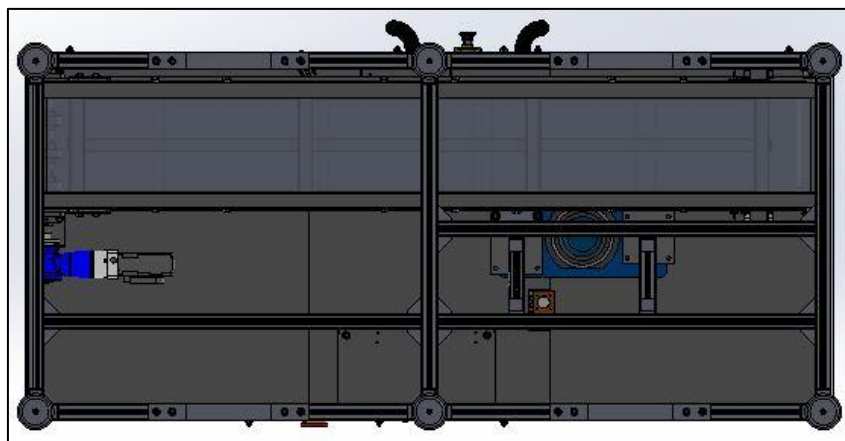


Figura 87 – Vista inferior.

3.5.2. Disposição geral

A mesa giratória é o componente central do equipamento e os diversos postos estão posicionados de acordo com a posição da mesa (Figura 88).

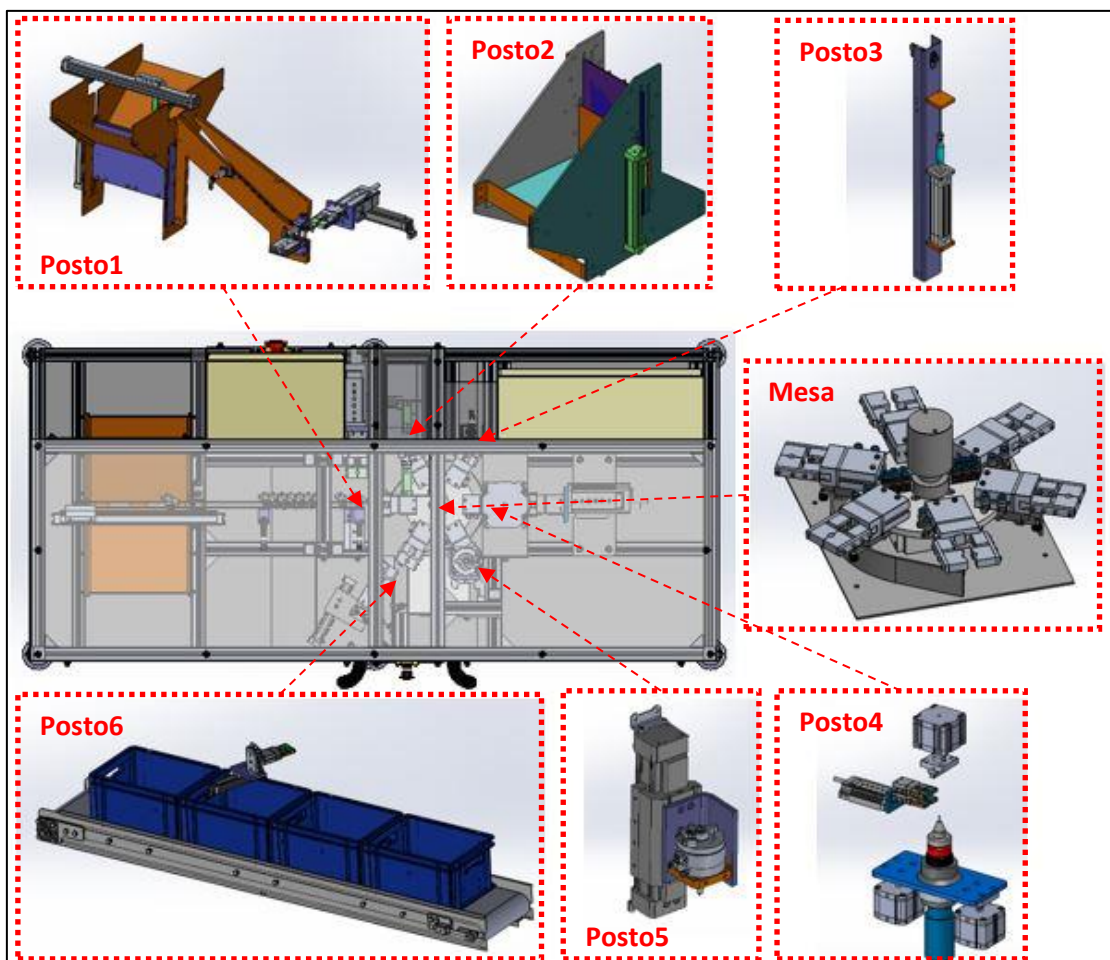


Figura 88 – Disposição geral da máquina de remachar.

3.5.3. Estrutura

A realidade das empresas de fabrico de componentes automóveis obriga a uma constante evolução dos equipamentos e processos. Este pressuposto foi considerado na definição dos elementos estruturais que deverão permitir alterações e ajustes provocados por alterações dos produtos fabricados. A utilização de perfis de AL (alumínio) normalizados permite, como representado na Figura 89, diminuir a complexibilidade dos processos de fabrico e do conhecimento técnico necessário para a montagem, permitindo ainda, depois da entrada em serviço, ajustes e a fácil integração de componentes normalizados, ajudando a que o equipamento fique relativamente leve.

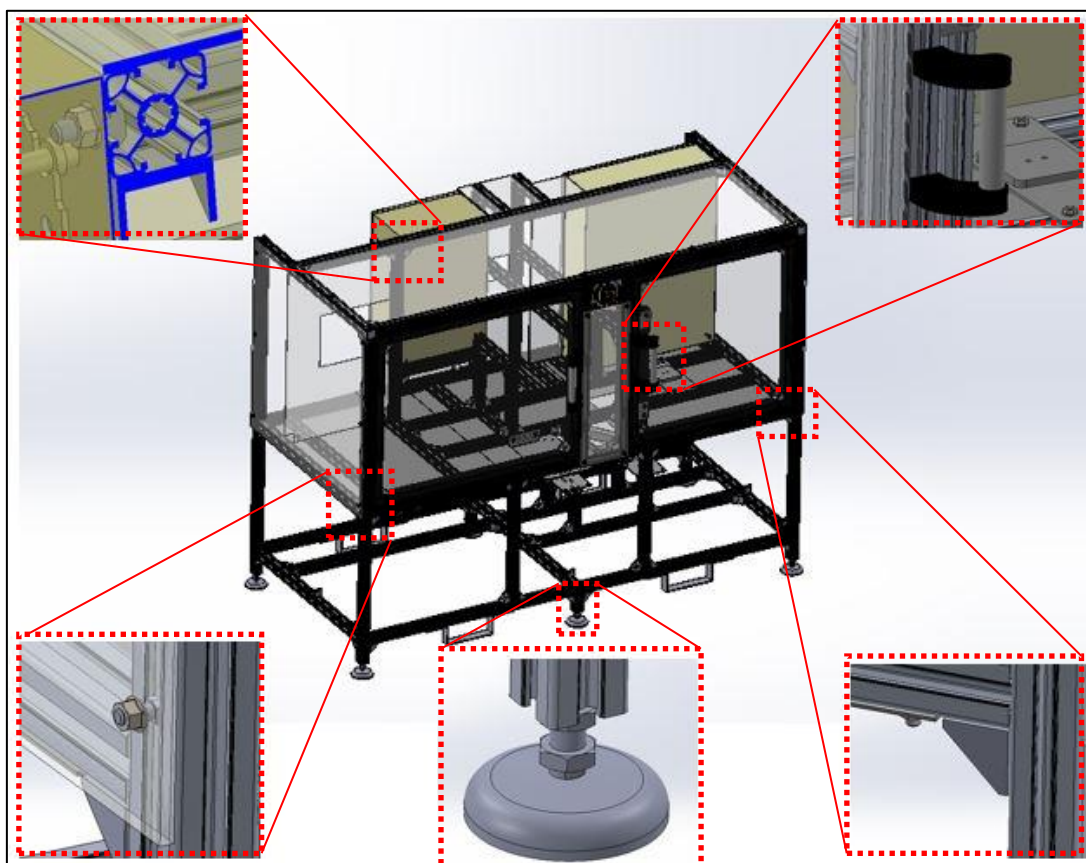


Figura 89 – Estrutura da máquina de remachar.

Na ligação entre perfis e na fixação dos diferentes componentes instalados na estrutura foram usados componentes normalizados e de fácil montagem.

3.5.4 Funcionamento / Sistema de comando

Para produzir com o equipamento é necessário efectuar os seguintes passos:

- Alimentar o equipamento com tubos e transmissões, de acordo com o modelo a produzir. Esta alimentação deve ser efectuada pelas aberturas existentes na zona frontal (Figura 90);

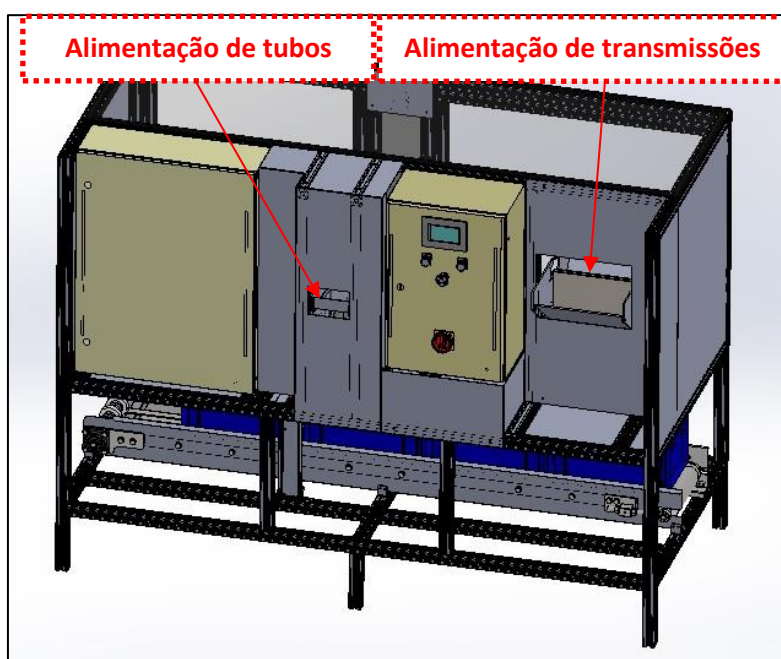
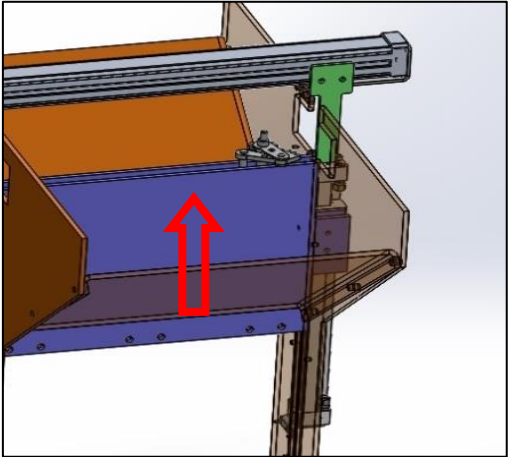
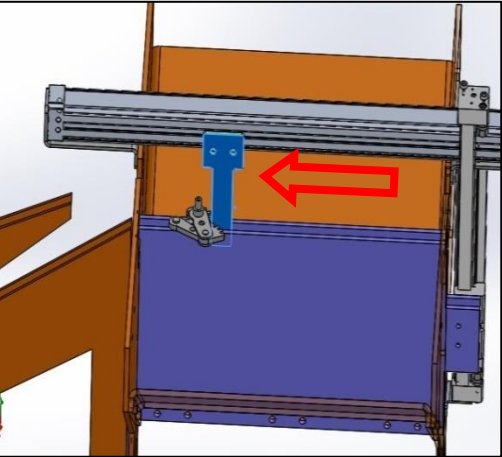
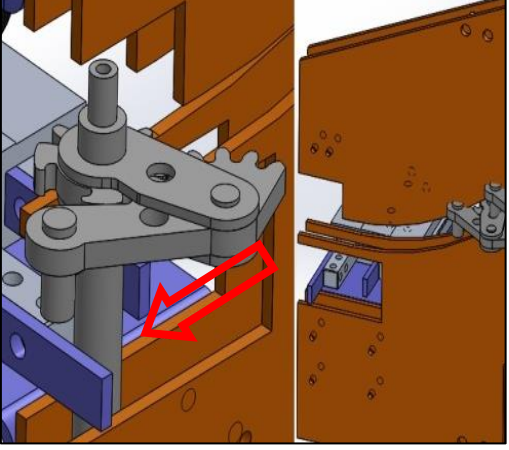
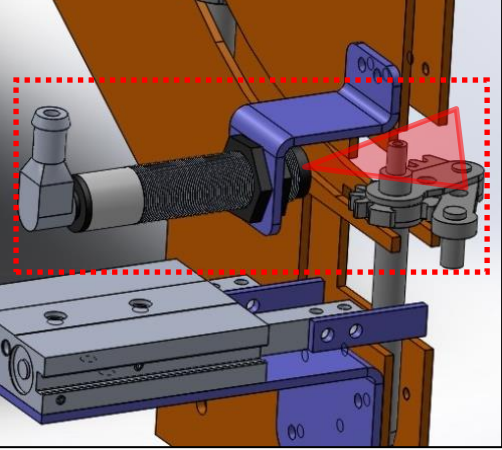
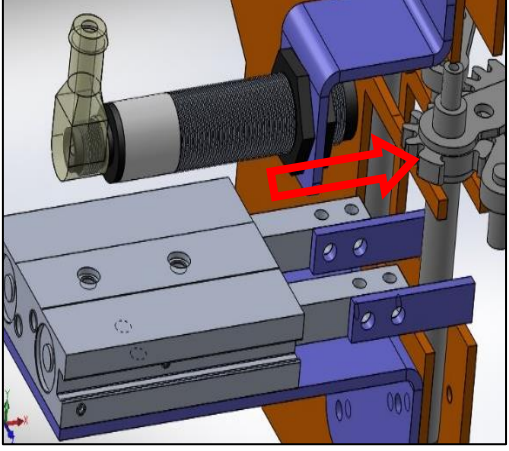
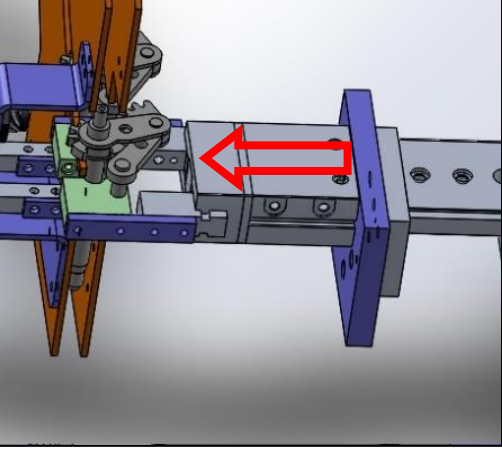
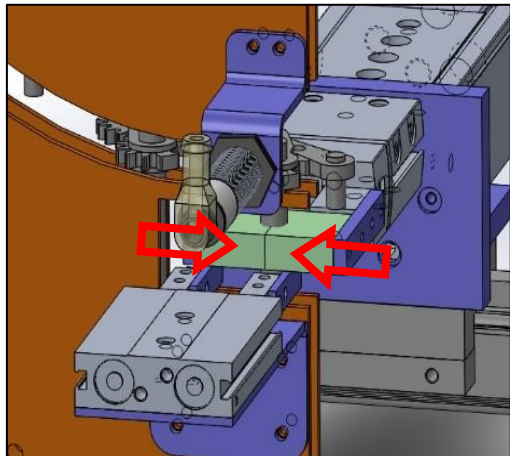


Figura 90 – Identificação da zona de alimentação de tubos e transmissões.

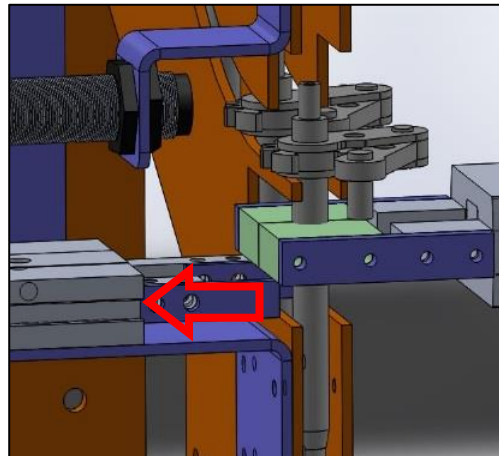
- Ligar o seccionador de corte geral eléctrico e pneumático;
- Comutar a botoneira de ligar o equipamento para a posição ligado;
- No comando, seleccionar o modo automático;
- Definir os parâmetros de produção;
- Aguardar a conclusão do processo descrito na Tabela 7;
- Remover, se necessário, os tubos e transmissões excedentes, da zona de alimentação;
- Desligar o equipamento (em caso de paragem prolongada, desligar o seccionador de corte geral pneumático e eléctrico).

Tabela 7 – Sequência de operações.

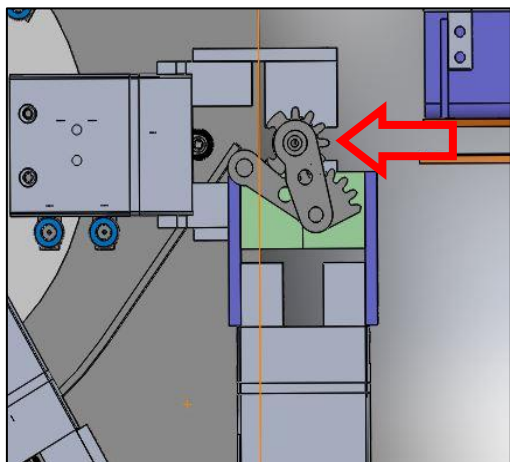
	
1. Separação de transmissões.	2. Orientação de transmissões
	
3. Transmissões são suportadas no cilindro pneumático.	4. Detecção de peças no alimentador.
	
5. Bloqueio das restantes peças do alimentador.	6. Avanço da garra.



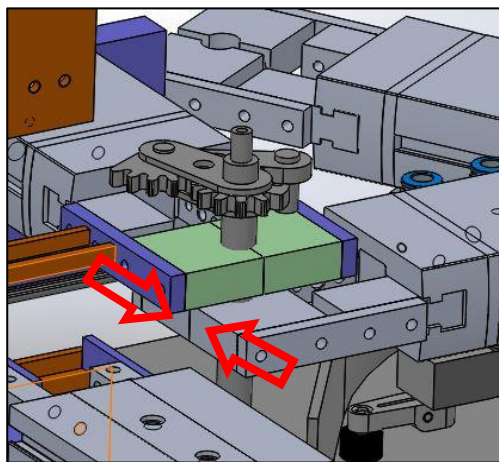
7. Fecho da garra.



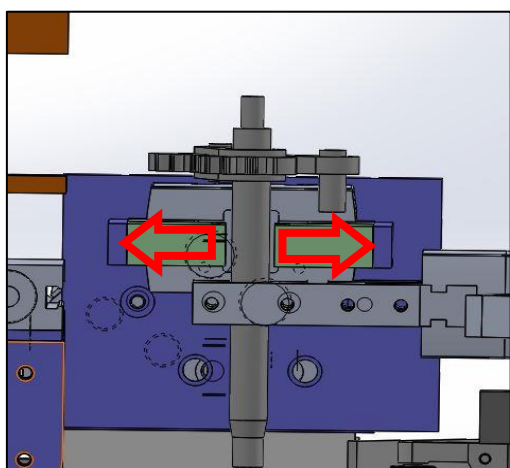
8. Libertação da transmissão.



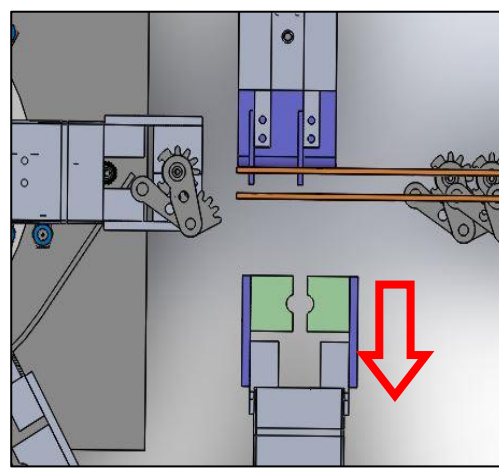
9. Alimentação da mesa giratória com uma transmissão.



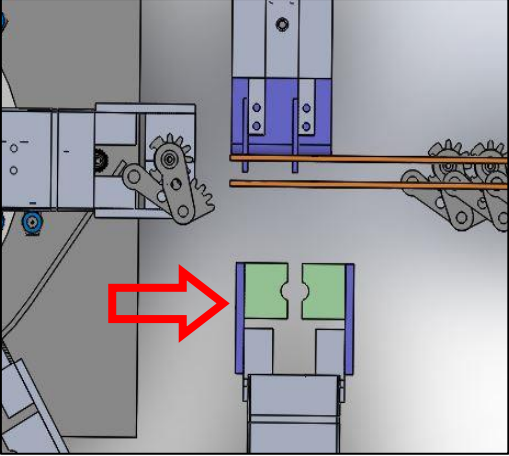
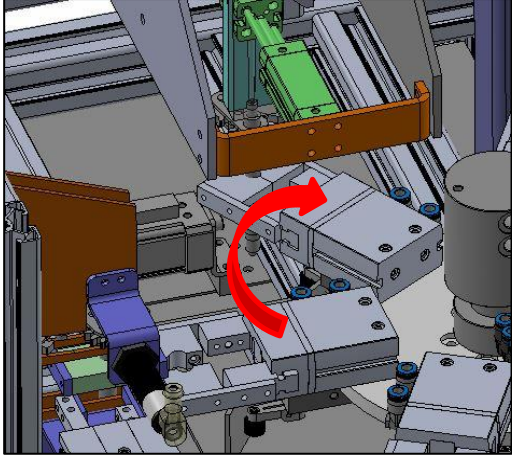
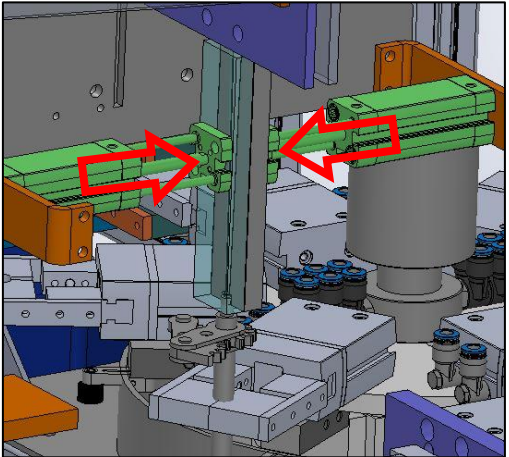
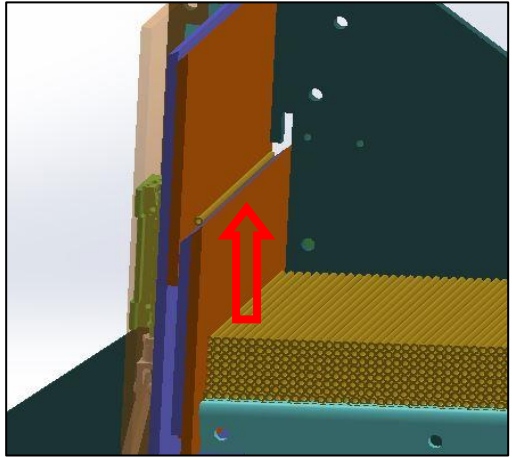
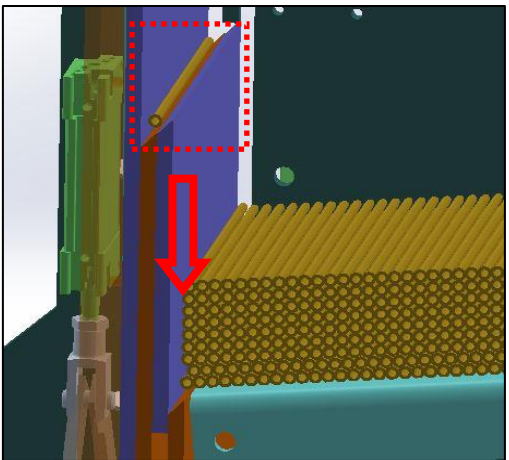
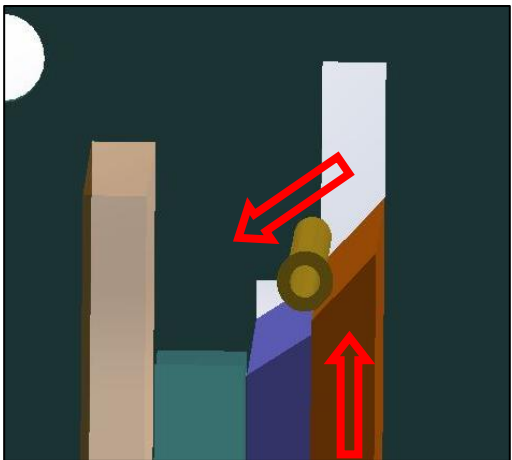
10. Fecho da garra instalada na mesa.

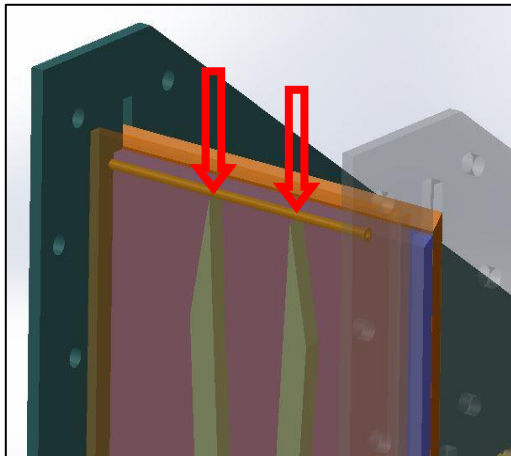


11. Abertura da garra de alimentação.

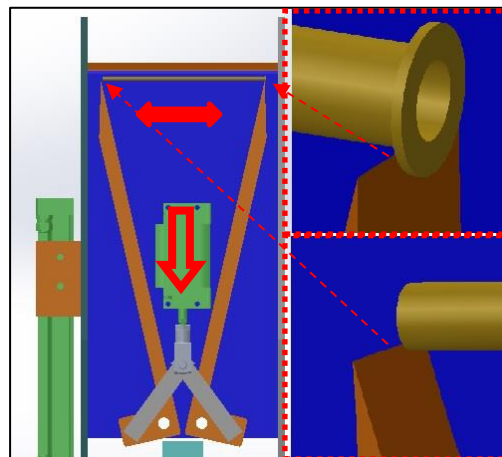


12. Recúo da garra.

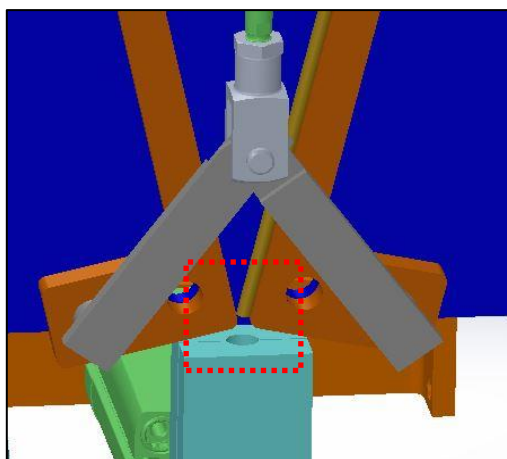
	
<p>13. Posicionamento da garra.</p>	<p>14. Rotação da mesa do posto 1 para o posto 2.</p>
	
<p>15. Fecho das prensas de guiamento.</p>	<p>16. Elevação e separação do tubo.</p>
	
<p>17. Movimento de descida e retenção do tubo no patamar intermédio.</p>	<p>18. Alimentação do patamar superior.</p>



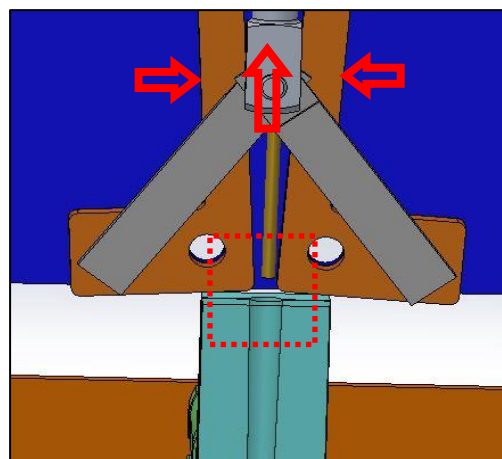
19. Retenção do tubo por intermédio das pinças.



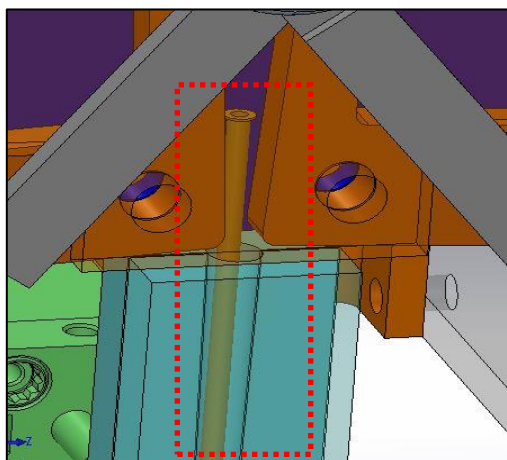
20. Abertura das pinças até o tubo perder o suporte.



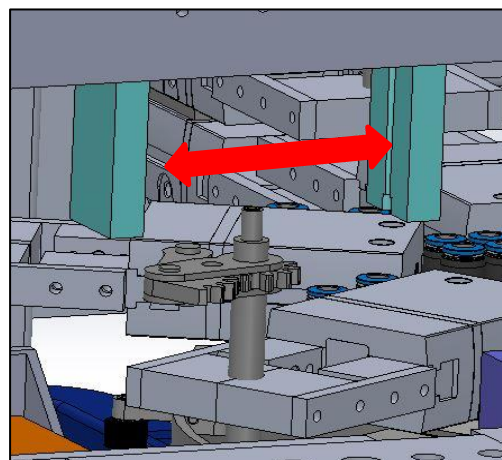
21. Bloqueio do tubo.



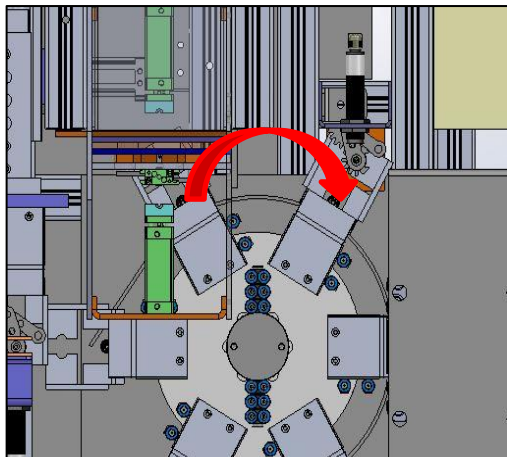
22. Fecho das pinças libertando o tubo.



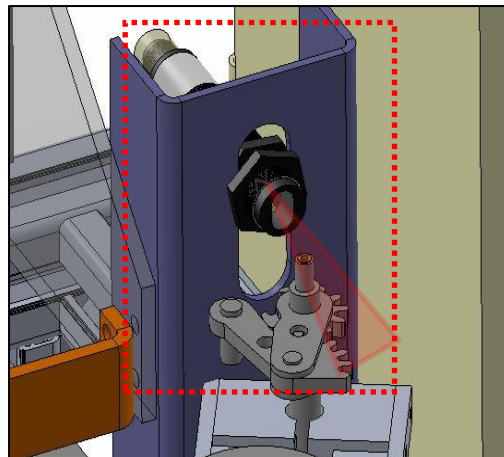
23. Tubo desce guiado pelas pinças e pelas prensas.



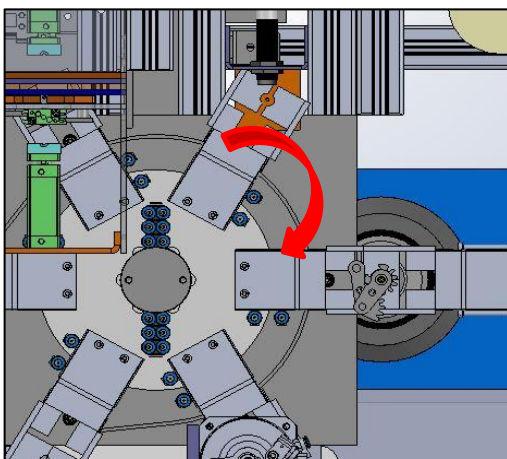
24. Abertura das prensas.



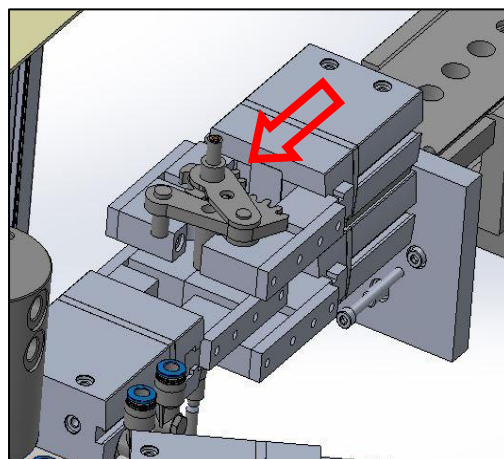
25. Rotação da mesa do posto 2 para o posto 3.



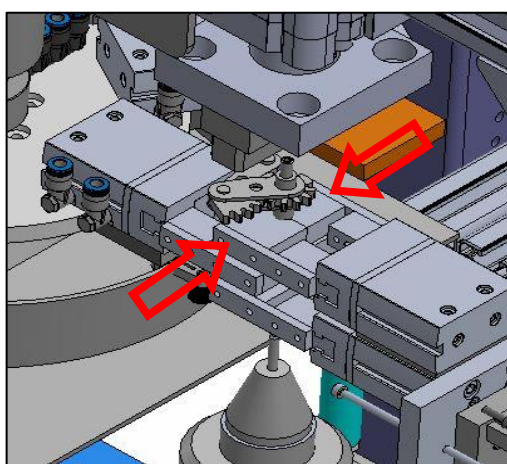
26. Controlo da inserção do tubo.



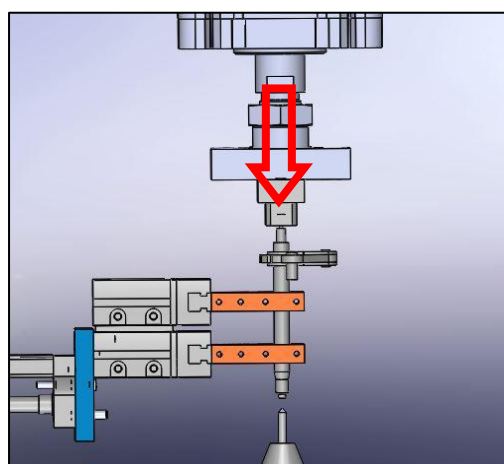
27. Rotação da mesa do posto 3 para o posto 4.



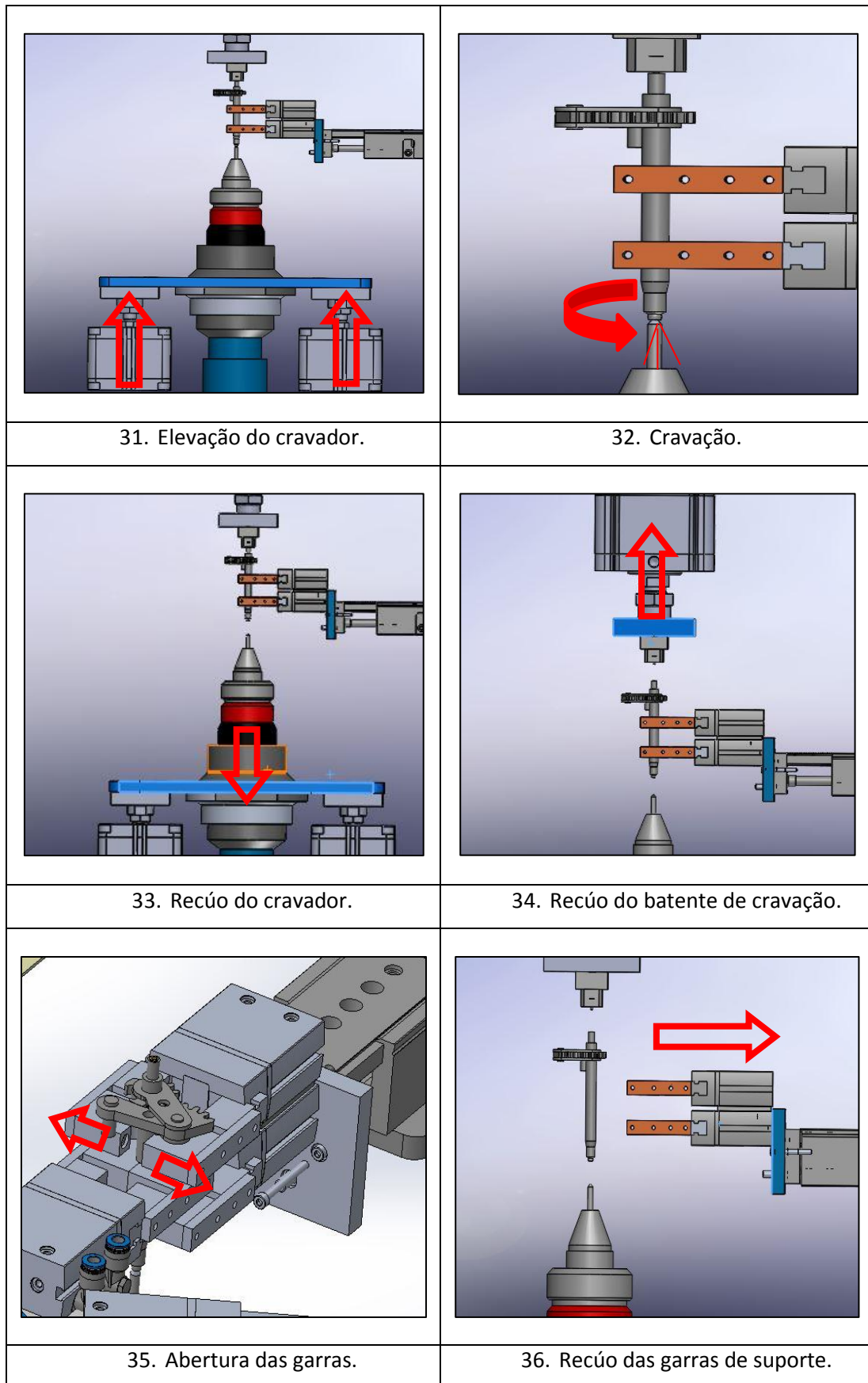
28. Avanço das garras de suporte.

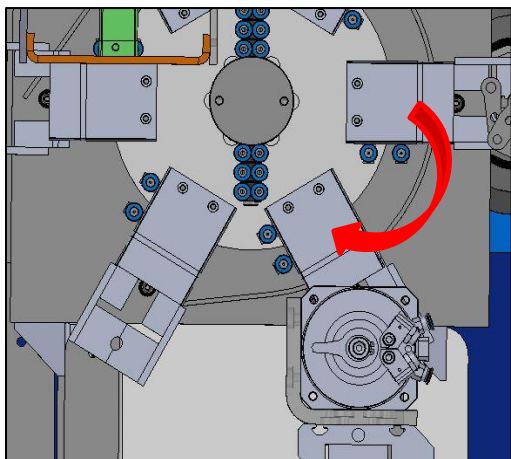


29. Fecho das garras de suporte.

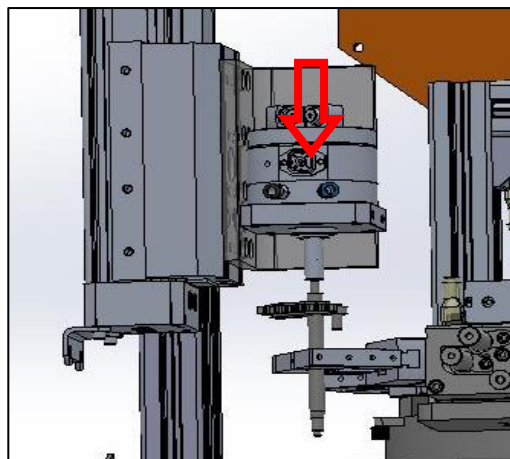


30. Descida do batente de cravação.

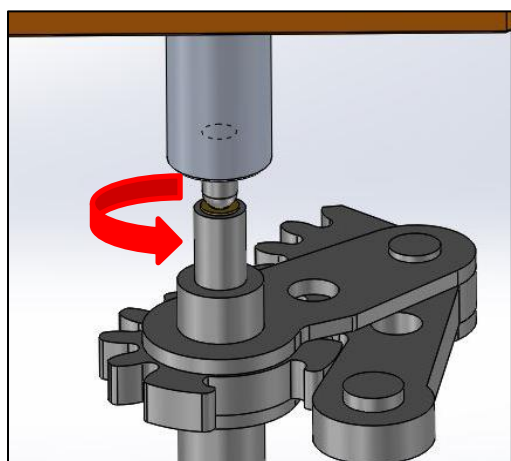




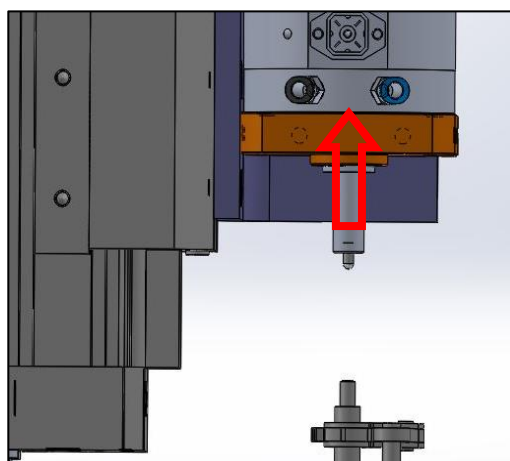
37. Rotação da mesa do posto 4 para o posto 5.



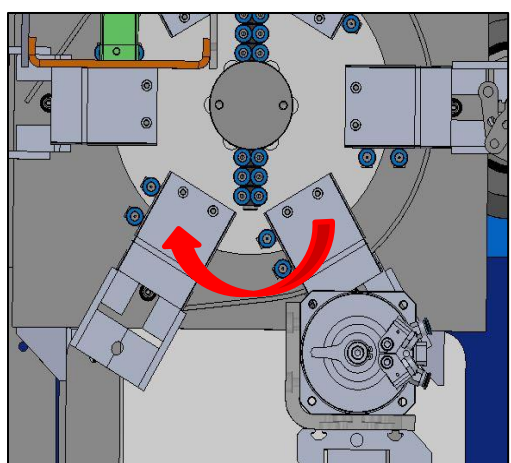
38. Descida do cilindro de controlo de qualidade.



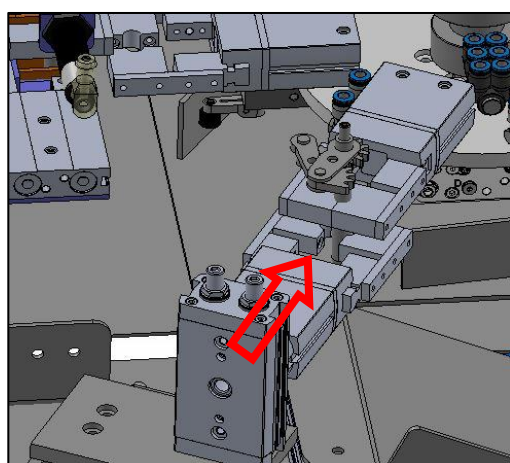
39. Controlo de qualidade.



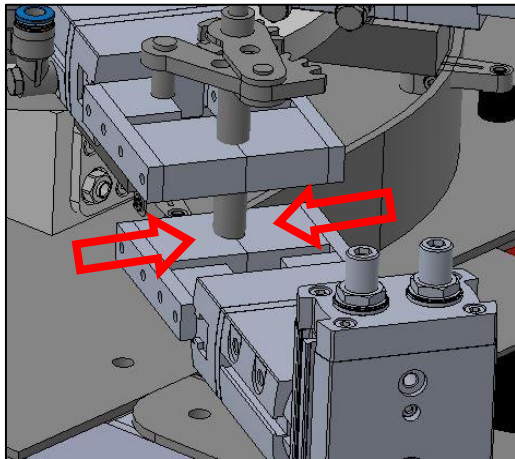
40. Elevação do sistema de controlo.



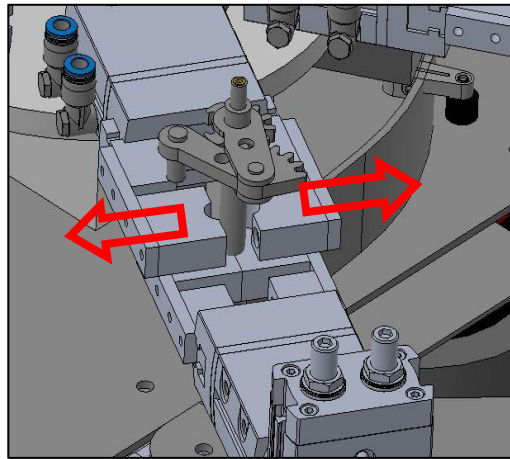
41. Rotação da mesa do posto 5 para o posto 6.



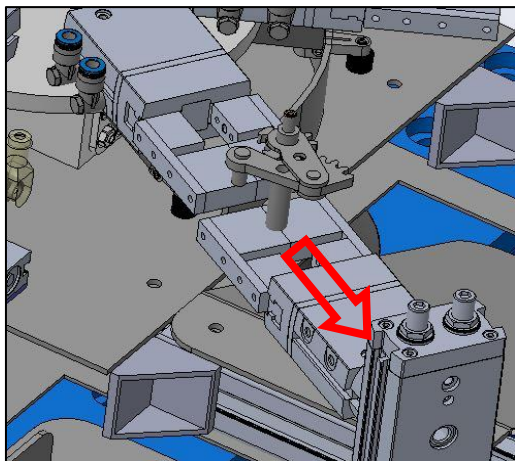
42. Avanço da garra de extracção de produto acabado.



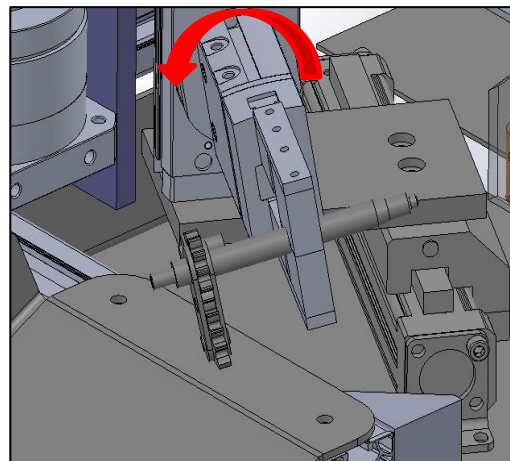
43. Fecho da garra de extracção de produto acabado.



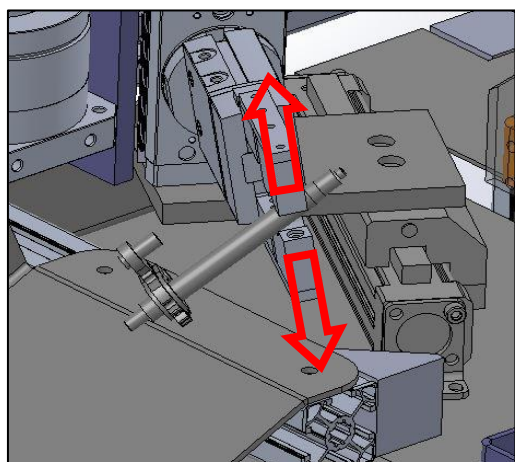
44. Abertura da garra da mesa.



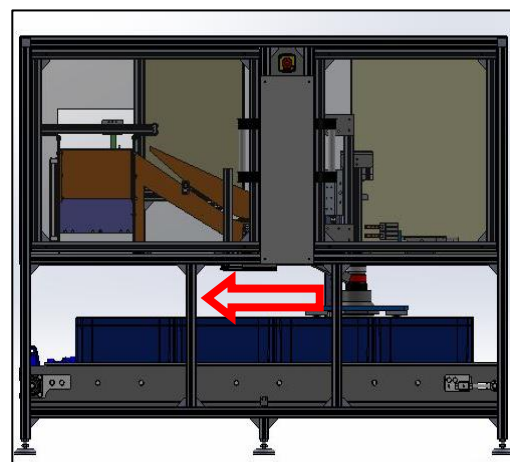
45. Recuo da garra de extracção de produto acabado.



46. Rotação do cilindro de suporte da garra.



47. Abertura da garra de extracção de produto acabado.



48. Avanço das caixas de acordo com o número de peças produzido.

3.5.5. Sistema de comando

O sistema de comando é constituído por (Figura 91):

- Um “*touch screen*”, que permite configurar e operar o equipamento;
- Um comando de ligar e desligar o equipamento;
- Dois dispositivos de paragem de emergência.

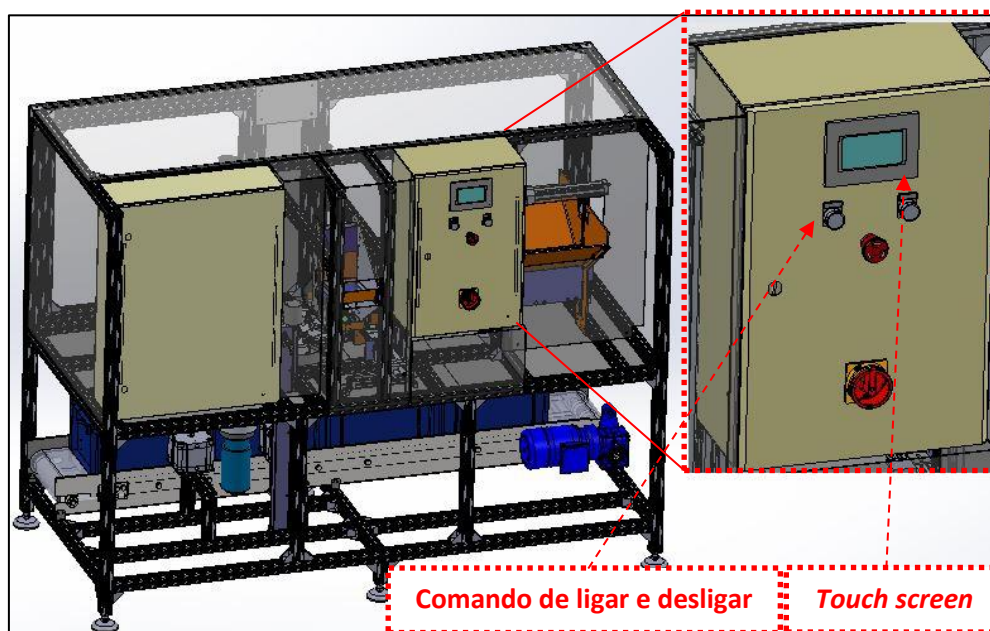


Figura 91 – Localização dos comandos.

Ao ligar o equipamento no ecrã, aparecerá o menu principal onde se poderá escolher uma das seis opções indicadas na Figura 92.

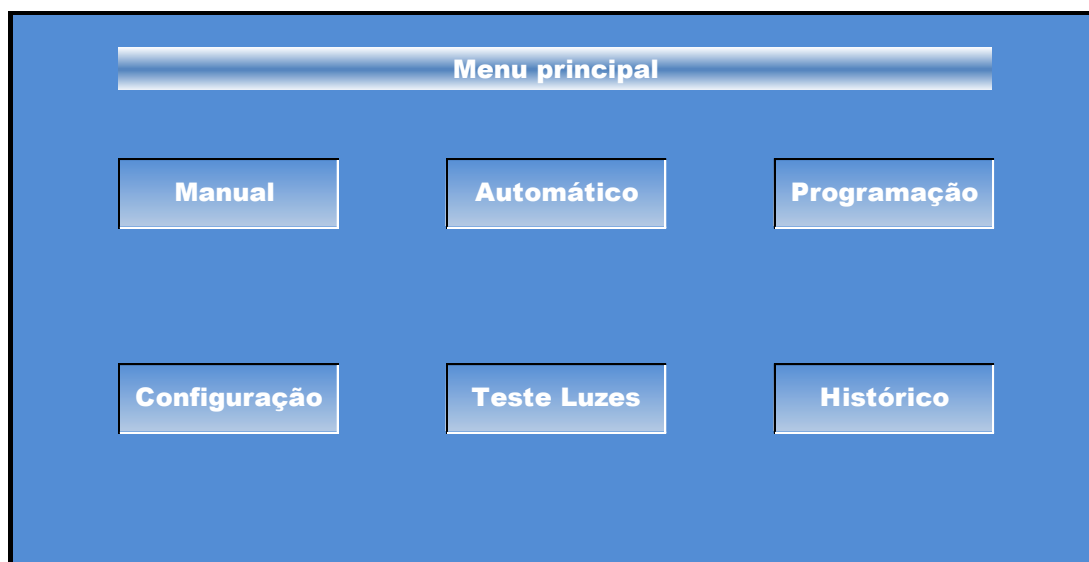


Figura 92 – Menu principal.

A selecção do comando manual permite aceder ao menu que identifica os diferentes postos (Figura 93).

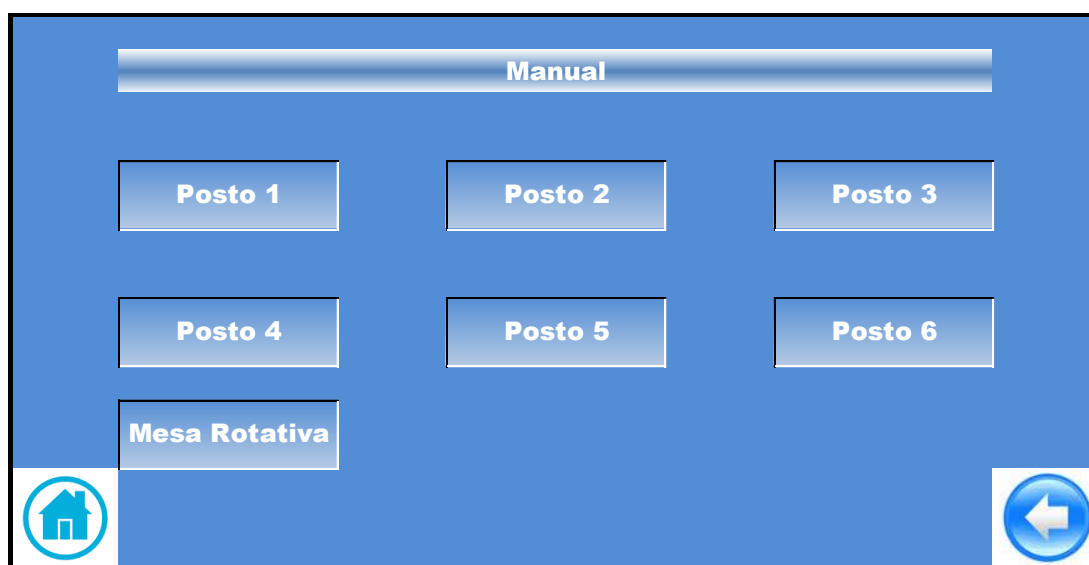


Figura 93 – Menu Manual.

Dentro destes comandos, é possível operar todos os accionadores individualmente como representado da Figura 94 à Figura 100. O programa só permite accionar um dispositivo de cada vez, sendo útil para a detecção de avarias e para remover os tubos e transmissões dos alimentadores. É importante salientar que o funcionamento em modo manual não está protegido pelos dispositivos de detecção (sensores), e que poderão ocorrer colisões, pelo que esta operação deve ser efectuada por pessoa qualificada.

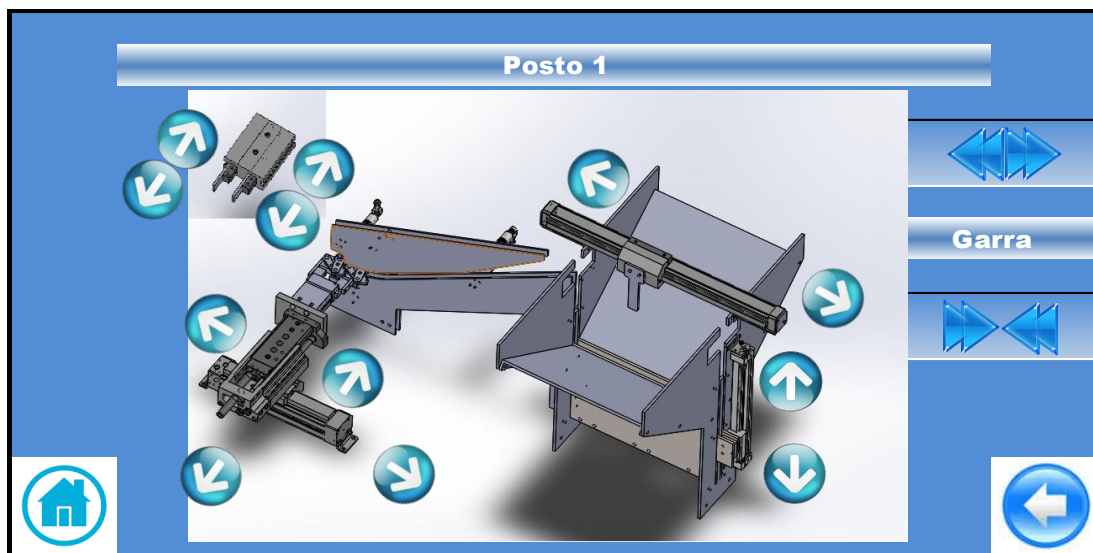


Figura 94 – Menu Posto 1.

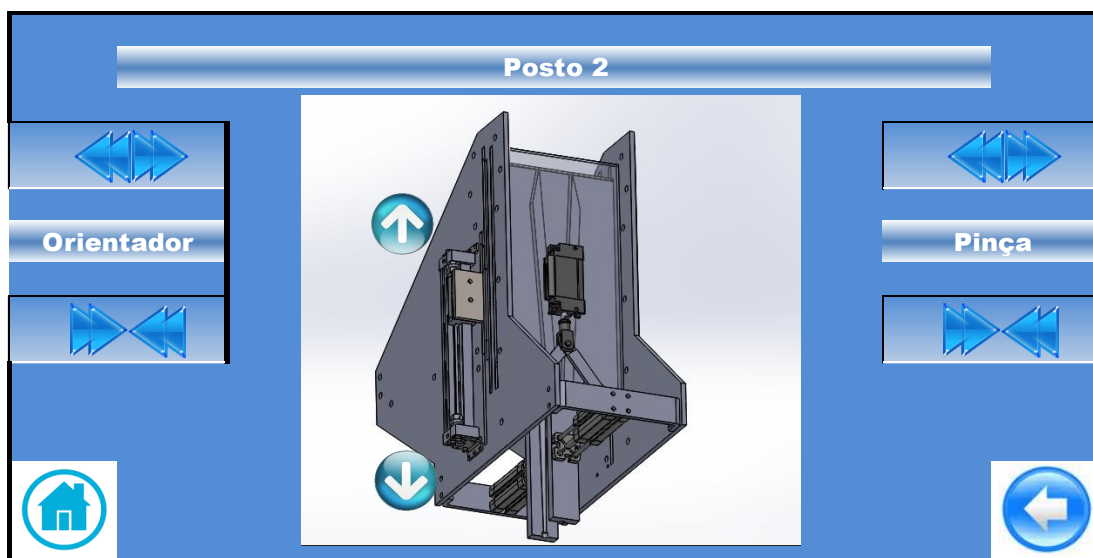


Figura 95 – Menu Posto 2.

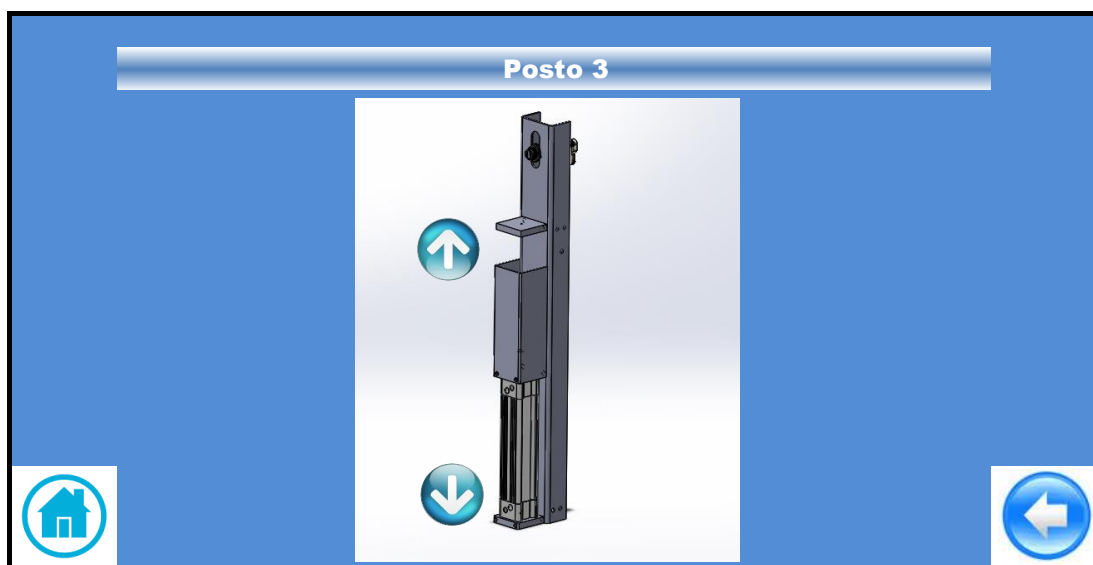


Figura 96 – Menu Posto 3.



Figura 97 – Menu Posto 4.



Figura 98 – Menu Posto 5.

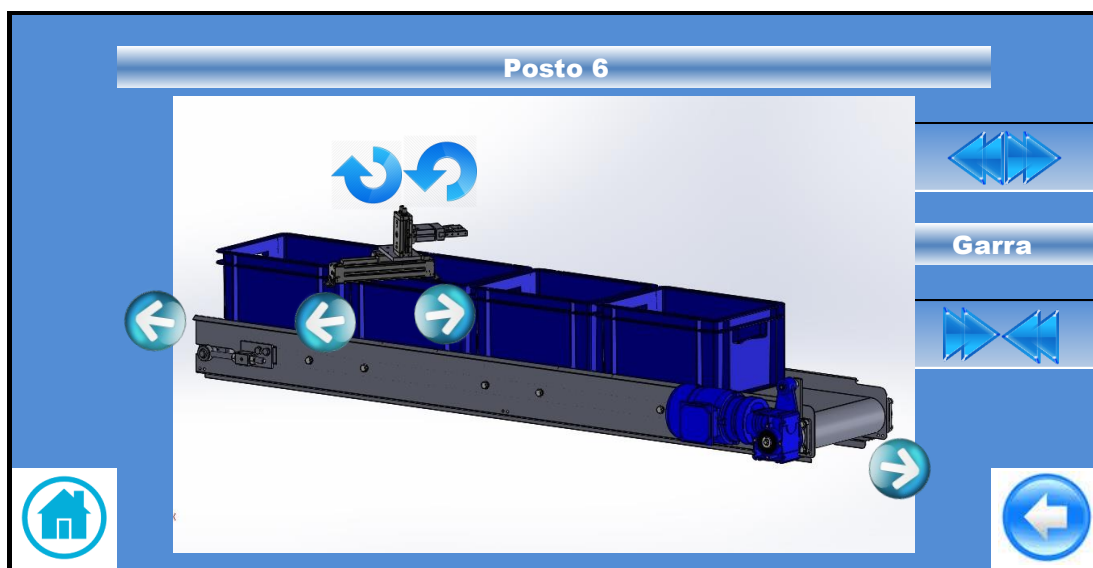


Figura 99 – Menu Posto 6.

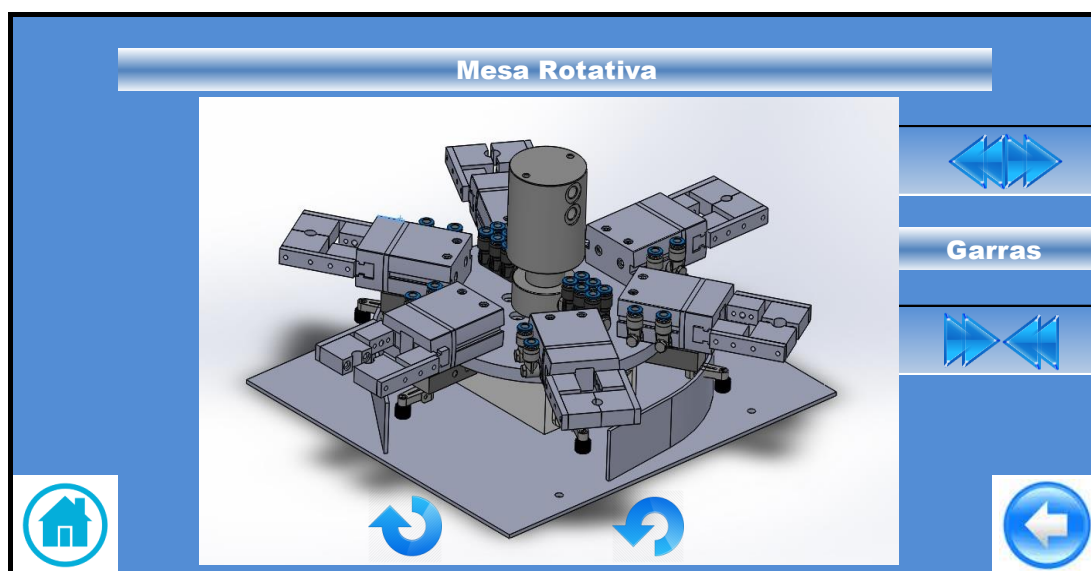


Figura 100 – Menu Mesa Rotativa.

Ao seleccionar o comando Automático no menu principal, aparecerá o menu da Figura 101.

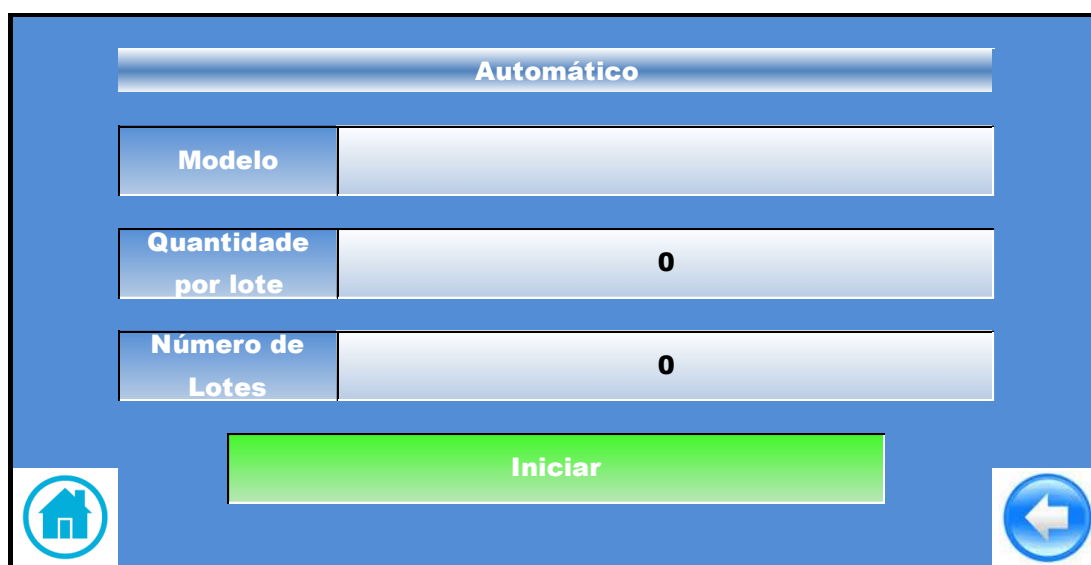


Figura 101 – Menu Automático.

Neste menu deve ser definido o modelo a produzir, a quantidade de peças por caixa e o número de caixas a produzir. Após a definição dos parâmetros de produção, deve-se clicar no comando Iniciar, e vai aparecer o menu da Figura 102.

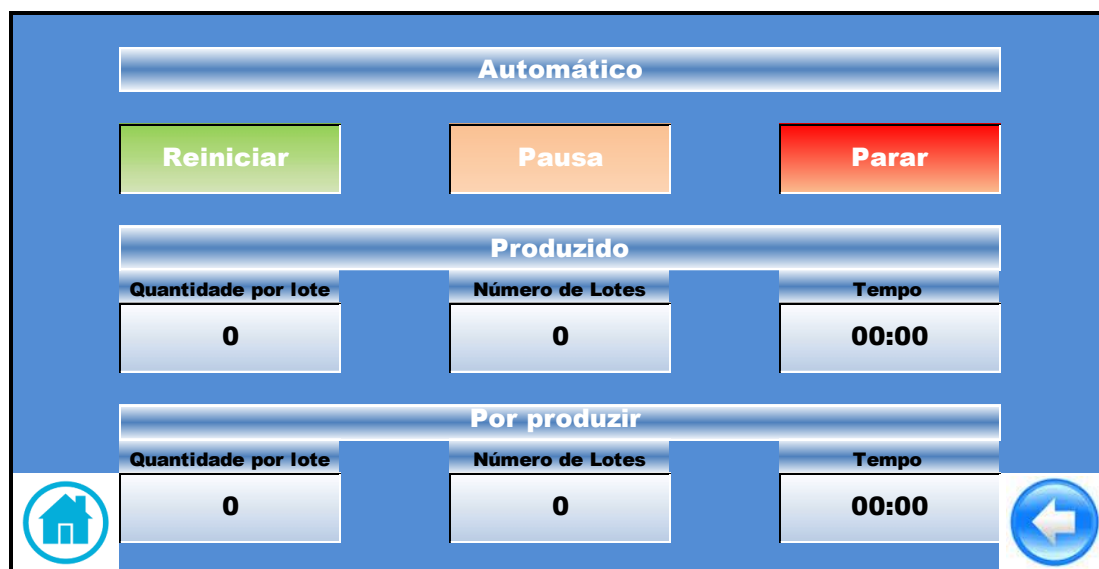


Figura 102 – Menu de produção.

Este menu dá indicação em tempo real da evolução da produção. Podem ser visualizados os seguintes aspectos:

- A quantidade de peças que falta para concluir o lote;
- A quantidade de peças já produzidas no lote a fabricar;
- O número de lotes produzidos;
- O número de lotes por produzir;
- O tempo decorrido desde o arranque do modo automático;
- O tempo estimado para a conclusão da produção.

Neste menu existem três comandos aos quais o operador tem acesso:

- O comando “Pausa” interrompe a máquina após acabar as tarefas que está a realizar em cada posto. Este comando deve ser accionado quando se pretende abrir umas das protecções no decurso da produção. A abertura das protecções sem o accionamento deste comando efectua a paragem integral do equipamento, podendo resultar em peças defeituosas;
- O comando “Parar” interrompe a alimentação das transmissões e termina a produção dos componentes que estão na mesa rotativa;
- O comando “Reiniciar” retoma o ciclo.

Caso exista alguma anomalia durante a produção, surgirá um menu com a identificação do erro (Figura 103).

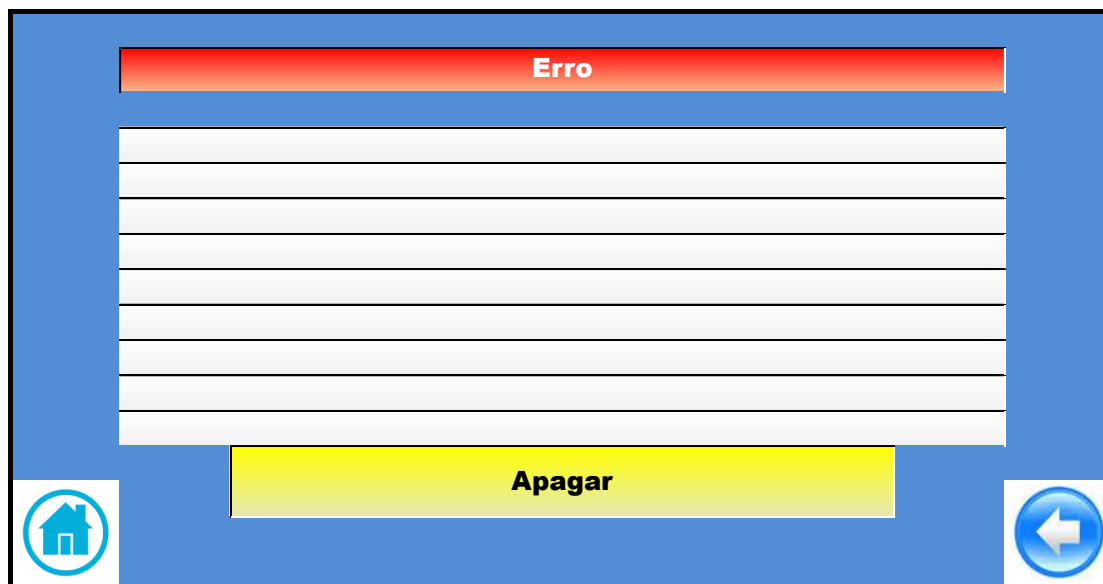


Figura 103 – Menu Anomalias.

Deve ser corrigida a situação que provocou o erro e em seguida deve-se utilizar o comando “Apagar” para remover o erro da lista de erros. Se o erro estiver realmente corrigido, o programa volta ao menu de produção e deve-se clicar no comando “Reiniciar” para retomar a produção.

Na extremidade inferior direita, existe um comando que serve para voltar atrás no menu. O comando situado na extremidade inferior esquerda serve para voltar ao menu principal.

O equipamento está munido de duas botoneiras de emergência, como mostra a Figura 104, uma instalada na zona de trabalho do operador, na porta do quadro eléctrico, e outra na zona posterior entre as duas portas de acesso, que garantem a total segurança da máquina quando são activadas por algum motivo.

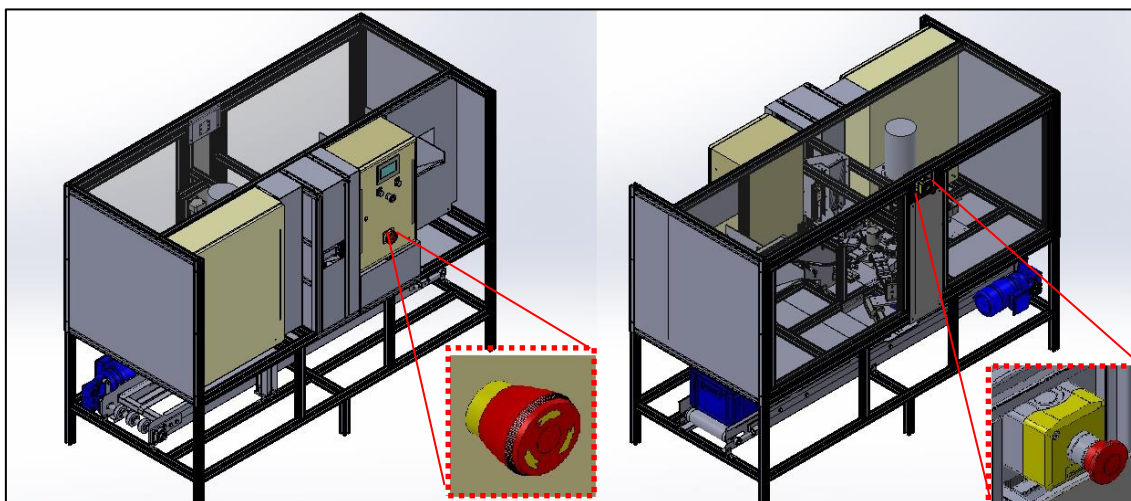


Figura 104 – Localização dos dispositivos de paragem de emergência.

A sua actuação efectua um corte via *hardware*, tanto a nível eléctrico como pneumático, garantindo assim a total segurança da máquina. O menu “Programação” é utilizado para a alteração do programa, estando bloqueado ao operador. O menu “Configuração” permite definir parâmetros tais como o ajuste da velocidade do transportador, o tempo do controlo de cravação, o valor de detecção do *encoder* e o número de voltas que um remachado dá na mesa até dar informação que está mal cravado. O menu “Teste Luzes”, quando accionado, acende todas as luzes da coluna de sinalizadores. O menu “Histórico” fornecerá ao operador um registo do funcionamento da máquina onde podem ser consultadas o número de peças fabricadas, o tempo de fabrico, os erros detectados, etc.

Poderá ser necessário trocar de modelo no decorrer da produção. Neste caso, o operador deve efectuar os seguintes passos:

- Clicar no comando “Parar” no menu de produção;
- Aguardar a finalização dos remachados colocados na mesa rotativa;
- Remover os tubos do posto 2 e as transmissões do posto 1;
- Seleccionar o comando “Manual” e remover as restantes transmissões do alimentador;
- Realimentar o posto 1 e 2 com as transmissões e os tubos do novo modelo;
- Definir os parâmetros de produção no menu automático;
- Seleccionar o comando “Iniciar”.

3.5.6 Lista de accionadores e sensores

Da Tabela 8 à

Tabela 14 estão listados os códigos dos movimentos de todos os accionadores e sensores que iram limitar esses movimentos.

3.5.6.1. Posto 1

Tabela 8 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 1.

Código	Identificação	Sensor (se aplicável)
Cil1_Descer	Y2	S2
Cil2_Avanço	Y4	S3
Cil2_Recúo	Y3	S4
Cil3_Avanço	Y7	S5
Cil3_Recúo	Y8	S6
Cil4_Direita	Y9	S7
Cil4_Esquerda	Y10	S8
Cil5_1Frente	Mola	S9
Cil5_1Trás	Y5	S10
Cil5_2Frente	Y5	S11
Cil5_2Trás	Mola	S12
Garra1-Abrir	Y6	---
Garra1-Fechar	Mola	---
Nível mínimo transmissões	S13	
Nível máximo transmissões	S14	

3.5.6.2. Posto 2

Tabela 9 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 2.

Código	Identificação	Sensor (se aplicável)
Cil6_Subir	Y11	S13
Cil6_Descer	Y12	S14
Cil7_Abrir	Y16	S15
Cil7_Meio	---	S16

Cil7_Fechar	Y15	S17
Cil8_Abrir	Y14	S18
Cil8_Fechar	Y13	S19
Cil9_Abrir	Y14	---
Cil9_Fechar	Y13	---

3.5.6.3. Posto 3

Tabela 10 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 3.

Código	Identificação	Sensor (se aplicável)
Cil10_Subir	Y18	S20
Cil10_Descer	Y17	S21

3.5.6.4. Posto 4

Tabela 11 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 4.

Código	Identificação	Sensor (se aplicável)
Cil11_Avanço	Y25	S22
Cil11_Recúo	Y26	S23
Garra2-Abrir	Y24	---
Garra2-Fechar	Mola	---
Garra3-Abrir	Y24	---
Garra3-Fechar	Mola	---
Cil12_Subir	Y22	S24
Cil12_Descer	Y23	S25
Cil13_Subir	Y21	S26
Cil13_Descer	Y20	S27
Cil14_Subir	Y21	---
Cil14_Descer	Y20	---
Cravador	---	---

3.5.6.5. Posto 5

Tabela 12 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 5.

Código	Identificação	Sensor (se aplicável)
Cil15_Subir	Y27	S28
Cil15_Descer	Y26	S29
Cil16_Direita	Y29	S30
Cil16_Esquerda	Y30	S31

3.5.6.6. Posto 6

Tabela 13 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes ao Posto 6.

Código	Identificação	Sensor (se aplicável)
Cil17_Avanço	Y34	S32
Cil17_Recúo	Y35	S33
Garra4-Abrir	Y31	---
Garra4-Fechar	Mola	---
Cil18_Direita	Y32	S34
Cil18_Esquerda	Y33	S35
Motor		S36/S37/S38

3.5.6.7. Mesa rotativa

Tabela 14 – Identificação dos accionadores e dos sensores correspondentes à mesa rotativa.

Código	Identificação	Sensor (se aplicável)
Mesa	Y36	---
Garra5-Abrir	Y37	---
Garra5-Fechar	Mola	---
Garra6-Abrir	Y37	---
Garra6-Fechar	Mola	---
Garra7-Abrir	Y37	---
Garra7-Fechar	Mola	---
Garra8-Abrir	Y37	---
Garra8-Fechar	Mola	---
Garra9-Abrir	Y37	---
Garra9-Fechar	Mola	---
Garra10-Abrir	Y37	---
Garra10-Fechar	Mola	---

3.5.7. Instruções para a construção do equipamento

3.5.7.1. Processos de fabrico

Este projecto foi desenvolvido de forma a minimizar o número de operações de fabrico, recorrendo ao máximo de componentes normalizados existentes no mercado. Mesmo atendendo a este facto, existem componentes que terão de ser fabricados especificamente para este fim. No anexo V estão listados os componentes que terão de ser fabricados especificamente para este equipamento, bem como o material e os processos de fabrico necessários à sua produção. Os materiais foram escolhidos tendo em conta a sua função, os esforços a que vão estar sujeitos e o processo de fabrico utilizado. Os componentes são essencialmente fabricados em aço S235, pela facilidade de aquisição e processamento. Todos os desenhos de construção e montagem podem ser encontrados no anexo II.

3.5.7.2. Sequência de montagem

Os diferentes postos podem ser montados separadamente de acordo com os desenhos de construção do anexo II e depois acoplados à estrutura. Este processo torna a montagem mais rápida e simples de executar, pois elimina possíveis atravancamentos. Após a estrutura estar finalizada, os diferentes elementos devem ser integrados na ordem indicada na Tabela 15.

Tabela 15 – Sequência de montagem.

Sequência de montagem	
1. Mesa giratória	7. Posto 6
2. Posto 1	8. Quadro pneumático e eléctrico
3. Posto 2	9. Electrificação e colocação das tubagens
4. Posto 3	10. Colocação das protecções
5. Posto 4	
6. Posto 5	

No final da montagem, o equipamento deve ser programado e operado em modo manual para identificação de possíveis colisões.

3.5.8. Projecto pneumático

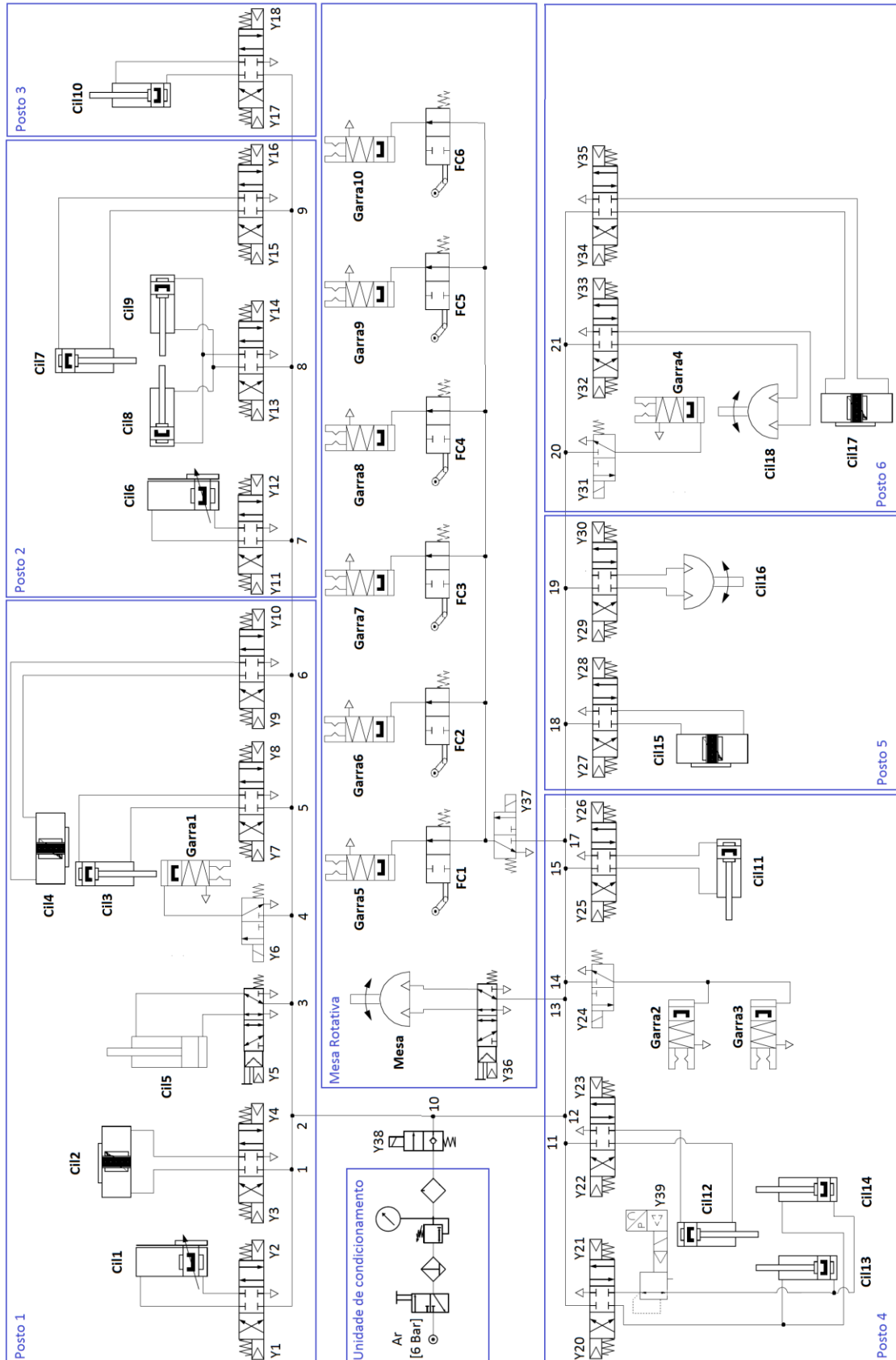


Figura 105 – Esquema pneumático.

3.5.9. Projecto eléctrico

Para a redução dos riscos eléctricos decorrentes de contactos directos e indirectos, deverão ser aplicadas as medidas previstas nas normas técnicas e de segurança aplicáveis, nomeadamente na EN 60204. Devem ainda ser garantidos os requisitos eléctricos aplicados a máquinas, alguns dos quais, de uma forma muito geral, estão descritos na Tabela 16.

Tabela 16 – Requisitos eléctricos gerais.

- Devem existir dispositivos que evitem arranques inesperados do aparelho;
- Devem existir dispositivos que permitam a desconexão de partes ou circuitos do equipamento;
- Deve estar salvaguardada a protecção contra contactos directos e indirectos;
- Deve ser garantido o IP (índice de protecção) adequado;
- O equipamento deve estar protegido contra correntes excessivas, curto circuitos e sobreintensidades;
- Deve estar garantida uma ligação equipotencial ao circuito de terra de protecção;
- As funções de paragem devem sobrepor-se às de arranque;
- O equipamento só deve permitir o arranque em condições de segurança;
- Deve ser garantida a categoria de paragem (0, 1, 2) conforme indicado pela avaliação de risco;
- Deve ser garantido que os controlos são operados em "acção contínua" no modo manual;
- Os condutores devem ser identificados com cores normalizadas.

3.5.10. Projecto cálculo

Os actuadores foram escolhidos tendo em conta os esforços a que estarão sujeitos, a sua aplicação, e as suas características geométricas. Por forma a facilitar o processo de orçamentação, os actuadores escolhidos são todos do mesmo fabricante. A escolha dos actuadores foi realizada de acordo com a informação disponível do fabricante.

3.5.10.1. Cilindro de elevação de transmissões (Cil1)

A função deste cilindro é elevar a estrutura de separação de transmissões. A situação mais desfavorável, e pouco provável, será a aplicação do número máximo de transmissões na estrutura de apoio.

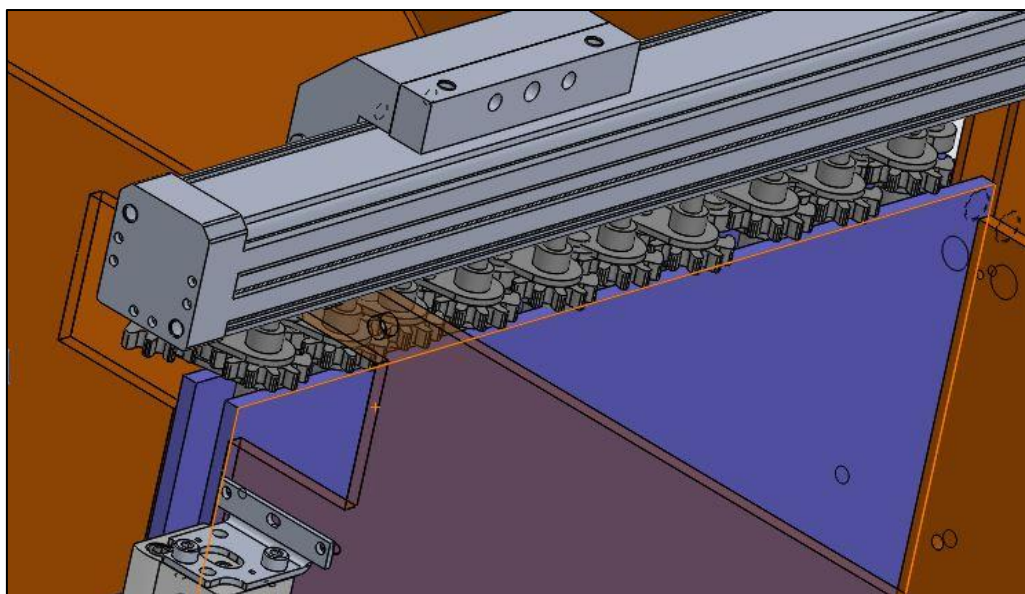


Figura 106 – Número máximo de transmissões elevadas.

Estando limitados pelo comprimento da estrutura, só é possível elevar no máximo 10 transmissões de uma só vez (Figura 106). Com esse pressuposto em mente, verificou-se qual seria a carga aplicada ao cilindro Cil1 tendo em conta a massa da estrutura, a massa das transmissões e os seus centros de gravidade (Figura 107).

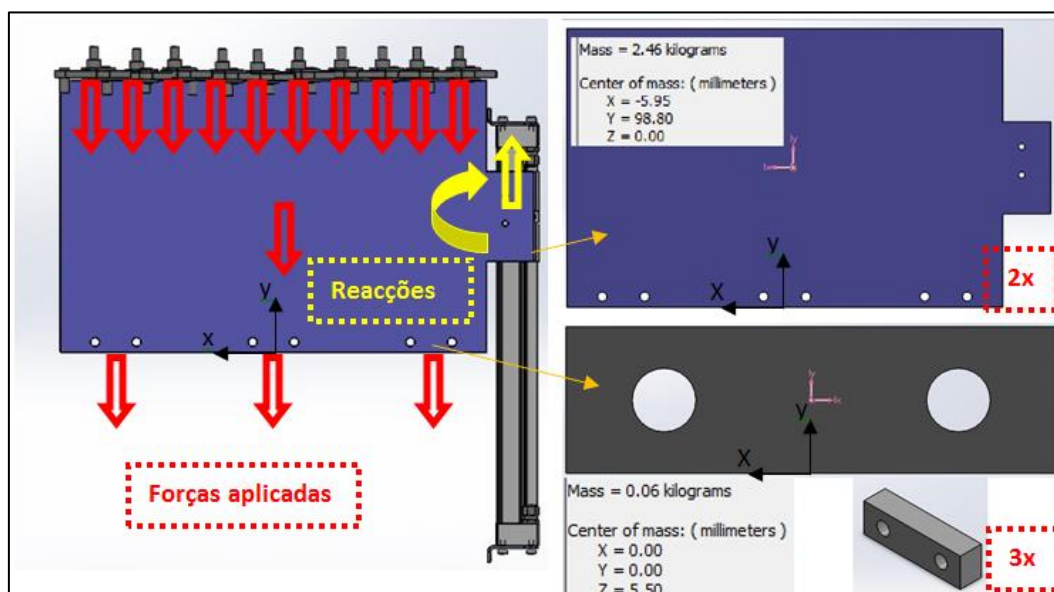


Figura 107 – Diagrama de corpo livre Cil1.

A estrutura é constituída por duas chapas e três espaçadores instalados na zona inferior das chapas e a respectiva massa pode ser consultada na Tabela 17.

Tabela 17 – Massas aplicadas ao cilindro de elevação das transmissões Cil1.

Componente	Quantidade [unid]	Massa individual [kg]	Massa total [kg]
Transmissões	10	0.130	1.3
Chapas (ch044)	2	2.46	4.49
Espaçadores (ch070)	3	0.06	0.18

A força total que o cilindro tem que elevar é a seguinte:

$$\text{Força total} = m_t \times g$$

Onde,

m_t – Somatório das massas totais de cada componente [kg];

g – Gravidade [m/s^2].

$$\text{Força total} = (1.3 + 4.49 + 0.18) \times 9.81 = 59 \text{ N}$$

Piston \varnothing [mm]	Theoretical force at 6 bar [N]
Basic design DGC-G	
12	68
18	153
25	295

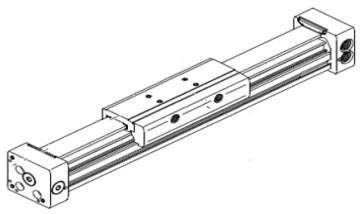


Figura 108 – Propriedades do cilindro da série DGC.

Optou-se por um actuador linear da série DGC com diâmetro de 12 mm devido à facilidade de fixação das chapas da estrutura ao cilindro e a apresentar capacidade suficiente para a carga em questão e ao esforço que está sujeito (Figura 108).

3.5.10.2. Cilindro de orientação das transmissões (Cil2)

O Cil2 é responsável por empurrar as transmissões para o alimentador (

Figura 109). Para calcular a força necessária é preciso saber o coeficiente de atrito entre as transmissões e a estrutura de elevação (Tabela 18).

Materials and Material Combinations		Static Frictional Coefficient - μ_s	
		Clean and Dry Surfaces	Lubricated and Greasy Surfaces
Steel	Steel	0.5 - 0.8	0.16

Tabela 18 – Coeficiente de atrito (adaptado de www.engineeringtoolbox.com).

Para um contacto entre dois aços sem lubrificação e partindo do repouso, a pior situação é o coeficiente de atrito ser igual a 0.8.

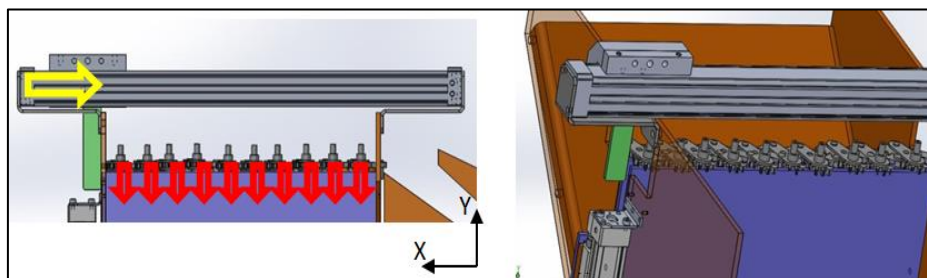


Figura 109 – Força de avanço Cil2.

A força necessária para iniciar o movimento é dada pelo produto do peso total das transmissões pelo coeficiente de atrito, o que resulta em:

$$\text{Força de avanço} = m_{tt} \times g \times \mu_s$$

Onde,

m_{tt} – Massa total das transmissões [kg];

μ_s – Coeficiente de atrito.

$$\text{Força de avanço} = 1.3 \times 9.81 \times 0.8 = 10 \text{ N}$$

Piston Ø [mm]	Stroke ¹⁾ [mm]	Theoretical force at 6 bar [N]
With recirculating ball bearing guide DGPL-KF		
18	10 ... 1800	153
25	10 ... 3000	295
32	10 ... 3000	483

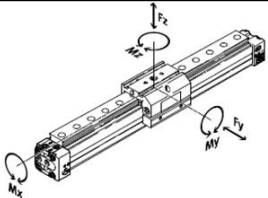


Figura 110 – Propriedades do cilindro da série DGPL.

Por consulta directa do catálogo do fabricante (Figura 114), escolheu-se o cilindro adequado às solicitações definidas.

3.5.10.3. Garras

Apesar da carga aplicada nas garras ser reduzida (Figura 111), verificou-se a condição de não escorregamento e de o momento aplicado não exceder o indicado pelo fabricante.

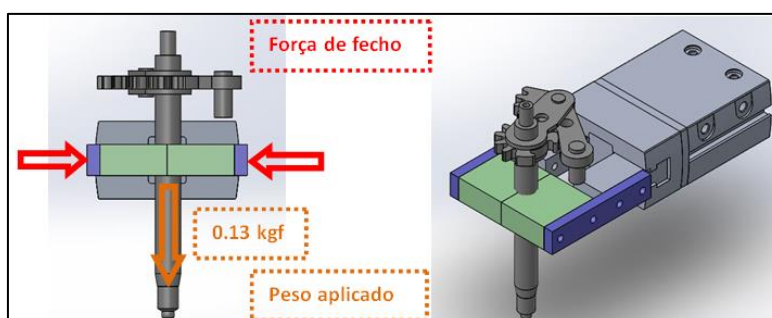


Figura 111 – Diagrama de corpo livre da garra.

Para que a transmissão não escorregue, o produto da força de fecho pelo coeficiente de atrito entre a transmissão e a garra deve ser superior ao peso aplicado na garra. Considerando a pior situação, em que as transmissões poderão não estar isentas de gordura, o coeficiente de atrito de aço contra aço é de 0.16.

A força mínima para que a transmissão não escorregue é dada pela seguinte expressão:

$$\text{Força mínima} \times \mu_s = m_{1t} \times g$$

Onde,

m_{1t} – Massa de uma transmissão [kg].

$$\text{Força mínima} = \frac{0.13 \times 9.81}{0.16} = 7.97N$$

Size		6	10	16	20
Gripping force per gripper jaw					
DHPS-...-A	Opening	15	39	105	162
	Closing	13.5	34.5	96	147
Total gripping force					
DHPS-...-A	Opening	30	80	210	320
	Closing	25	70	190	290

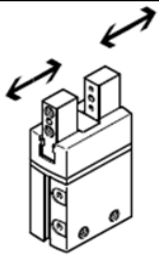


Figura 112 – Propriedades do cilindro da série DGPL.

A escolha da garra DHPS 20 não foi motivada pela força aplicada, mas pela necessidade de um curso de abertura maior (Figura 112).

3.5.10.4. Cilindro de avanço e recuo da garra (Cil3)

Os cilindros Cil3 e Cil4, em conjunto com a Garra1, efectuam a alimentação de transmissões na mesa rotativa (Figura 113). A carga aplicada nestes cilindros é reduzida, contudo, foi efectuada a verificação tendo em conta o peso das transmissões, da garra e da chapa de ligação.

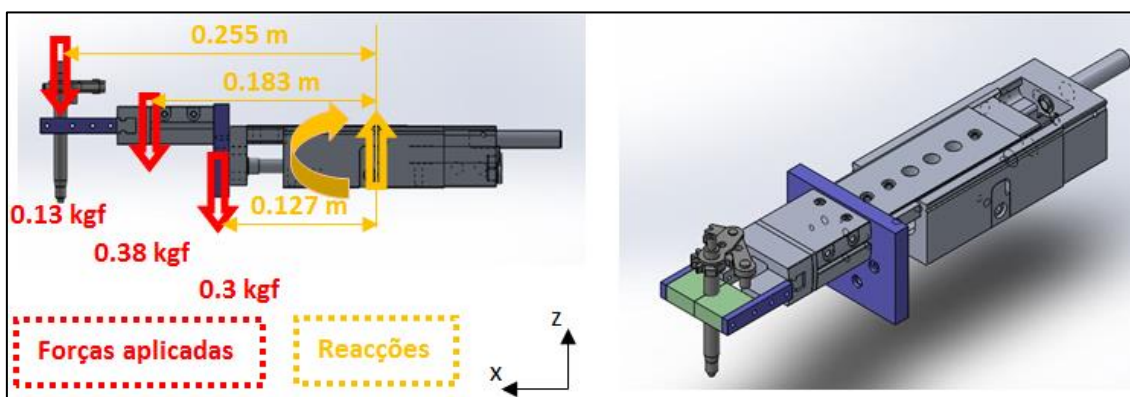


Figura 113 – Diagrama de corpo livre do Cil3.

A força em z é igual ao somatório das cargas aplicadas:

$$F_z = \sum (m_z) \times g$$

Onde,

F_z – Reacção em z [N];

m_z – Cargas aplicadas em z [kg];

$$F_z = (0.13 + 0.38 + 0.3) \times 9.81 = 7.946 \text{ N}$$

O momento em YY' a que o Cil3 está sujeito é:

$$M_y = m_z \times d_i \times g$$

Onde,

M_y – Momento em YY' [Nm];

d_i – Distância do ponto da aplicação da carga em relação a R_z [m].

$$M_y = 0.13 \times 0.255 \times 9.81 + 0.38 \times 0.183 \times 9.81 + 0.3 \times 0.127 \times 9.81 = 1.381 \text{ N.m}$$

Permissible forces and torques			
Size	Stroke [mm]	$F_{z_{max}}$ [N]	$M_{y_{max}}, M_{z_{max}}$ [Nm]
20			
	50	3816	50
25			
	50	4650	60

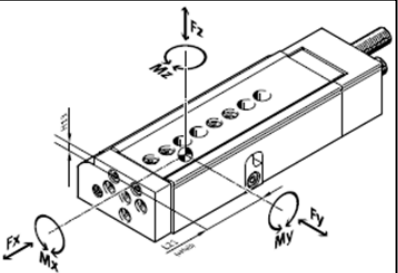


Figura 114 – Propriedades do cilindro da série DGSL.

Mais uma vez foi consultado o catálogo do fabricante (Figura 114) e escolheu-se o cilindro adequado às solicitações definidas.

3.5.10.5. Cilindro de translação da garra (Cil4)

O movimento do Cil4 permite a passagem de transmissões do alimentador para a mesa giratória. O sistema de avanço e recuo da garra e a própria garra estão situados sobre este cilindro e o seu peso foi tido em consideração no cálculo do cilindro (Figura 115).

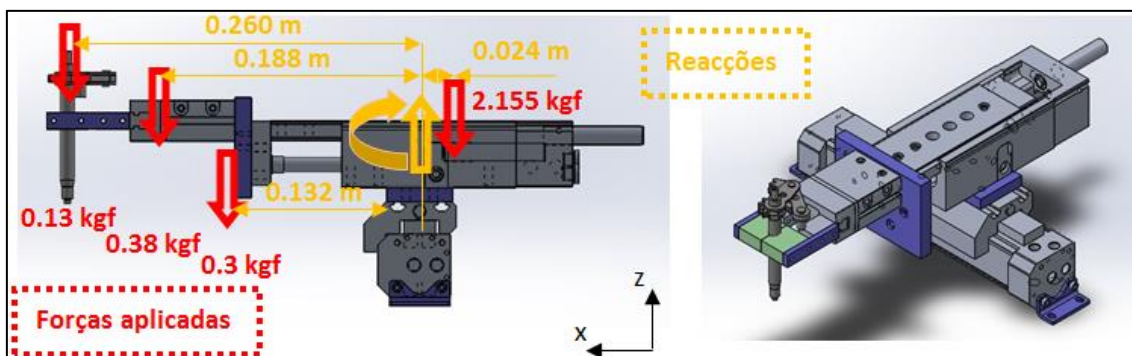


Figura 115 – Diagrama de corpo livre do Cil4.

O Cil4 terá de suportar uma força em z igual ao somatório das cargas aplicadas:

$$F_z = \sum (m_z) \times g$$

$$F_z = (0.13 + 0.38 + 0.3 + 2.155) \times 9.81 = 29.087 \text{ N}$$

E o momento em YY' será dado por:

$$M_Y = m_Z \times d_i \times g$$

$$M_Y = 0.13 \times 0.255 \times 9.81 + 0.38 \times 0.183 \times 9.81 + 0.3 \times 0.127 \times 9.81 - 2.155 \times 0.024 \times 9.81 = 0.874 \text{ N.m}$$

Permissible forces and torques		
Piston \varnothing	18	25
DGPL-GK/GA (standard slide, protected)		
$F_{y\max}$ [N]	930	3080
$F_{z\max}$ [N]	930	3080
$M_{x\max}$ [Nm]	7	45
$M_{y\max}$ [Nm]	23	85
$M_{z\max}$ [Nm]	23	85
DGPL-GV (extended slide)		
$F_{y\max}$ [N]	930	3080
$F_{z\max}$ [N]	930	3080
$M_{x\max}$ [Nm]	7	45
$M_{y\max}$ [Nm]	45	170
$M_{z\max}$ [Nm]	45	170

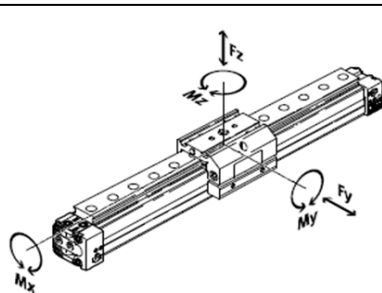


Figura 116 – Propriedades do cilindro da série DGPL.

Foi escolhido o cilindro com o menor diâmetro disponível 18 mm (Figura 116).

3.5.10.6. Cilindro de bloqueio de transmissões (Cil5)

O Cil 5 bloqueia as transmissões situadas na rampa do alimentador (Figura 117). O alimentador tem um limite máximo de 10 transmissões. Considerando que a situação mais desfavorável é a do alimentador estar cheio e o coeficiente de atrito estático entre as transmissões e a estrutura ser 0.16, calculou-se a força aplicada no cilindro.

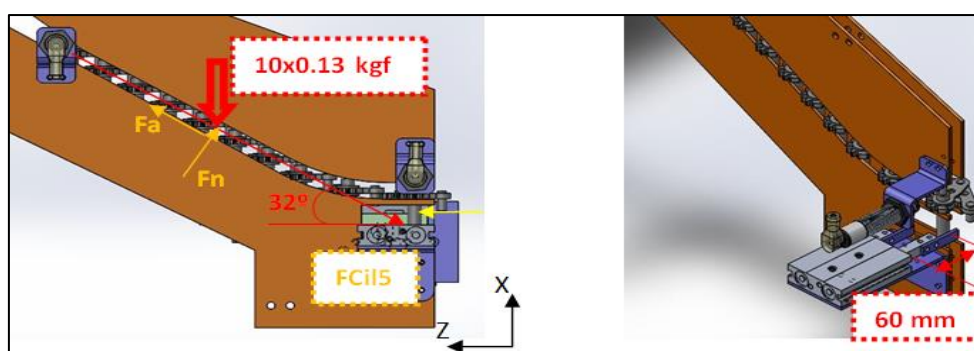


Figura 117 – Diagrama de corpo livre do Cil5.

Orientando o eixo X com a direcção da descida das transmissões, a força máxima, $F_{m\acute{a}x}$, tendo em conta a força normal ao plano inclinado F_n e a força de atrito F_a é:

$$F_n = 10 \times 0.13 \times 9.81 \times \cos(32) = 10.815N$$

$$F_a = F_n \times \mu_s = 10.815 \times 0.16 = 1.73N$$

$$F_{m\acute{a}x} = 10 \times 0.13 \times 9.81 \times \sin(32) - 1.73 = 5N$$

Como essa força máxima é aplicada a 60 mm do ponto de apoio do Cil5, o momento a que este está sujeito é o seguinte:

$$M_x = F_{m\acute{a}x} \times di$$

Onde,

M_x – Momento em XX' [Nm];

di – Distância do ponto da aplicação da carga $F_{m\acute{a}x}$ em relação ao cilindro [m].

$$M_x = 5 \times 0.06 = 0.3 \text{ Nm}$$

Tamanho	[mm]	14	22
Força F	[N]	100	180
Momento Mx	[Nm]	5	9
Momento My	[Nm]	5	9
Momento Mr	[Nm]	5	9

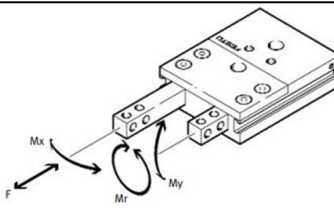


Figura 118 – Propriedades do cilindro da série HPV.

Foi escolhido o cilindro com um diâmetro de 14 mm por ser o de menor diâmetro disponível (Figura 118).

3.5.10.7. Cilindro de elevação das placas de separação dos tubos (Cil6)

O movimento do transportador de escada é conseguido por intermédio do Cil6. Este cilindro terá de suportar o peso das chapas acopladas e o momento por elas provocado (Figura 119).

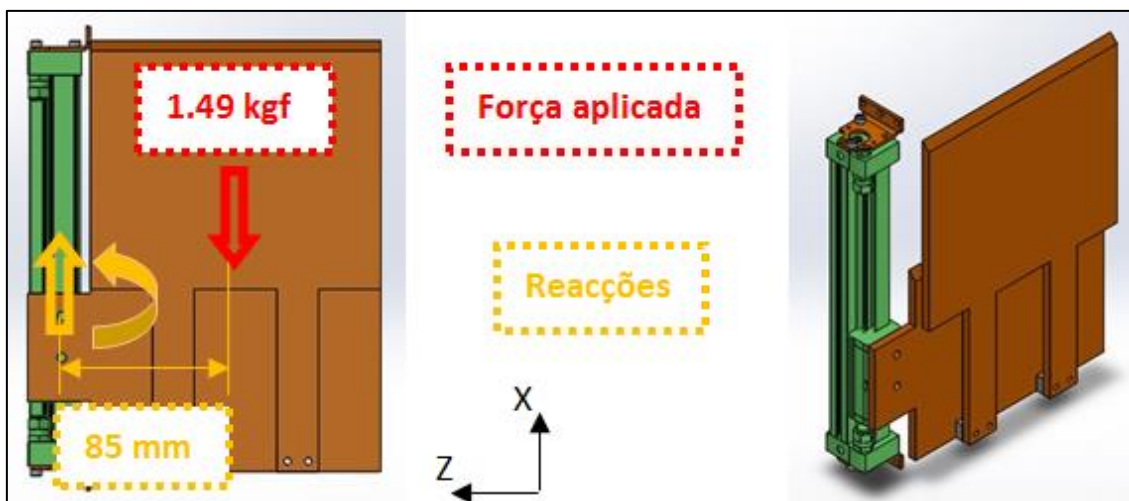


Figura 119 – Diagrama de corpo livre do Cil6.

O peso total do conjunto de chapas agregadas a este cilindro é de 1.49 kg e o centro de massa encontra-se situado a 85 mm do ponto de fixação. Como tal:

$$F_x = \text{peso total} \times g$$

Onde,

F_x – Reacção em x [N];

$$F_x = 1.49 \times 9.81 = 14.617 \text{ N}$$

O momento em ZZ' suportado pelo Cil6 é:

$$M_z = 1.49 \times 9.81 \times 0.085 = 1.242 \text{ N.m}$$

Piston \varnothing	Theoretical force at 6 bar	
[mm]	[N]	Mz [Nm]
8	30	2
12	68	5
18	153	4
25	295	5
32	483	12
40	754	25
50	1,178	37
63	1,870	48

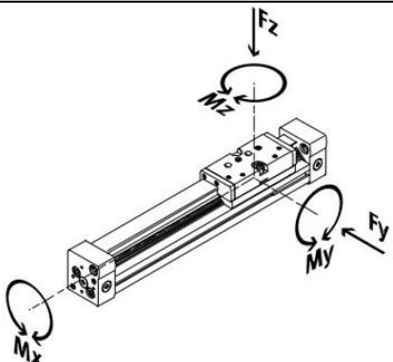


Figura 120 – Propriedades do cilindro da série DGC.

Por consulta directa do catálogo do fabricante (Figura 120) escolheu-se o cilindro adequado às solicitações definidas.

3.5.10.8. Cilindro de abertura das pinças de separação dos tubos (Cil7)

Como o esforço para movimentar as pinças é desprezável, dado as pinças girarem livremente, optou-se pelo cilindro com o menor diâmetro (10 mm) da série DZF. A escolha deste tipo de cilindro teve como factor decisivo o atravancamento.

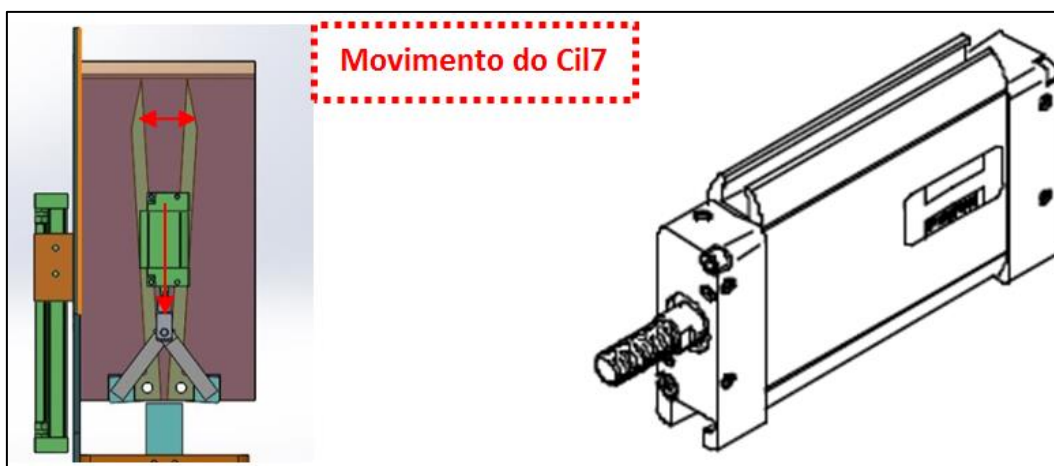


Figura 121 – Movimento do Cil7.

3.5.10.9. Cilindro de abertura e fecho da prensa de orientação dos tubos (Cil8 e 9)

Os cilindros 8 e 9 efectuam o mesmo trabalho e estão sujeitos aos mesmos esforços. Como os cilindros apenas terão de encostar as placas de guiamento, verificou-se a capacidade do cilindro para sustentar essas placas (Figura 122).

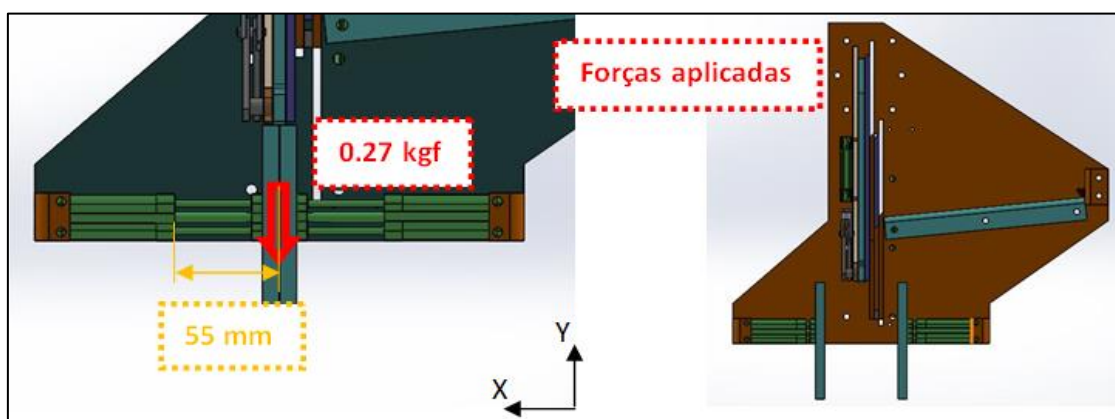


Figura 122 – Diagrama de corpo livre do Cil8 e Cil9.

Foi escolhido o cilindro da série ADNGF como forma de evitar a criação do mecanismo de guiamento das placas. Estes cilindros são autoguiados e, consultando o catálogo, verificou-se qual o cilindro capaz de suportar o peso das placas. Tendo em conta a carga máxima aplicada e o curso do cilindro, consultou-se o gráfico de carga desta série de cilindros e escolheu-se o de diâmetro 12mm (Figura 123).

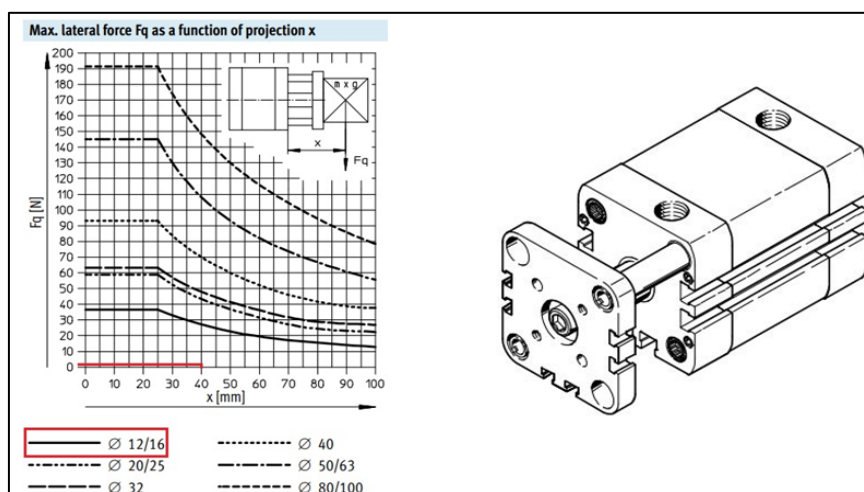


Figura 123 – Propriedades do cilindro da série ADNGF.

3.5.10.10. Cilindro de remoção de tubos danificados (Cil10)

O cilindro de remoção de tubos tem a finalidade de retirar os tubos danificados do interior das transmissões (Figura 124). O extractor dos tubos que está acoplado ao pistão do cilindro tem um peso de 0,117 kg. Esta carga é desprezável tendo em conta que o cilindro de menor diâmetro disponível é capaz de exercer uma força de 483 N.

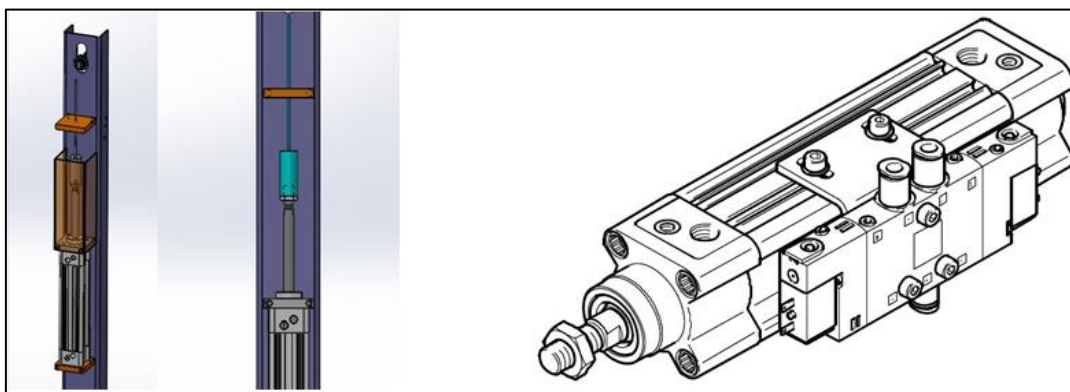


Figura 124 – Aplicação do Cil10.

3.5.10.11. Cilindro de avanço e recuo das garras (Cil11)

O movimento de avanço e recuo das garras instaladas no posto 4 é conseguido por intermédio do Cil11. A diferença entre o Cil11 e o Cil3 é a existência de mais uma garra (Figura 125).

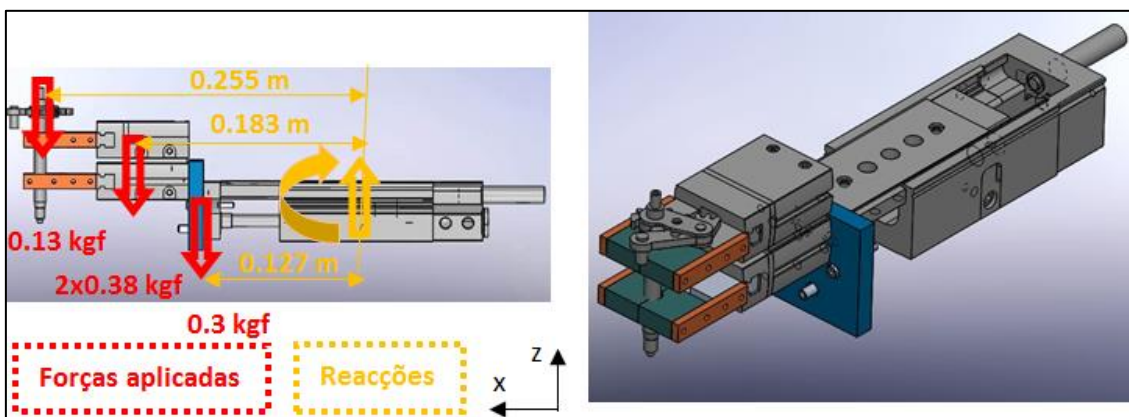


Figura 125 – Diagrama de corpo livre do Cil11.

Assim, a força em ZZ' transmitida ao cilindro é igual ao somatório das cargas aplicadas:

$$F_Z = (0.13 + 2 \times 0.38 + 0.3) \times 9.81 = 11.674 \text{ N}$$

O momento em YY' aplicado ao Cil11 é:

$$M_Y = 0.13 \times 0.255 \times 9.81 + 2 \times 0.38 \times 0.183 \times 9.81 + 0.3 \times 0.127 \times 9.81 = 2.063 \text{ N.m}$$

Permissible forces and torques			
Size	Stroke [mm]	F _{Zmax} [N]	M _{Ymax} , M _{Zmax} [Nm]
20	50	3816	50
25	50	4650	60

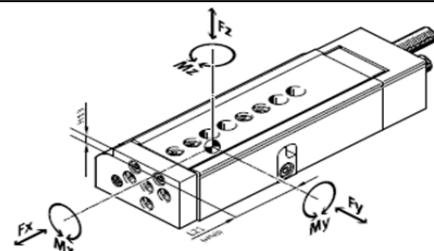


Figura 126 – Propriedades do cilindro da série DGSL.

Foi escolhido o cilindro de diâmetro 20 mm, tal como anteriormente, por ser o cilindro de menor diâmetro disponível (Figura 126).

3.5.10.12. Cilindros de suporte do cravador (Cil13 e Cil14)

O cravador é suportado por dois cilindros pneumáticos. Esta configuração confere mais estabilidade ao conjunto e permite que o avanço do cravador seja guiado. Por outro lado a utilização de dois cilindros diminui a força aplicada a cada um comparando com a situação de usar um único cilindro. Para seleccionar esses cilindros é necessário definir quais as forças em jogo (Figura 127). A força máxima aplicada foi definida pelo equipamento de cravação e não pelo caso de estudo. Isto permite que se existir situações futuras que seja necessário uma maior força o equipamento continuará a conseguir desempenhar a sua função.

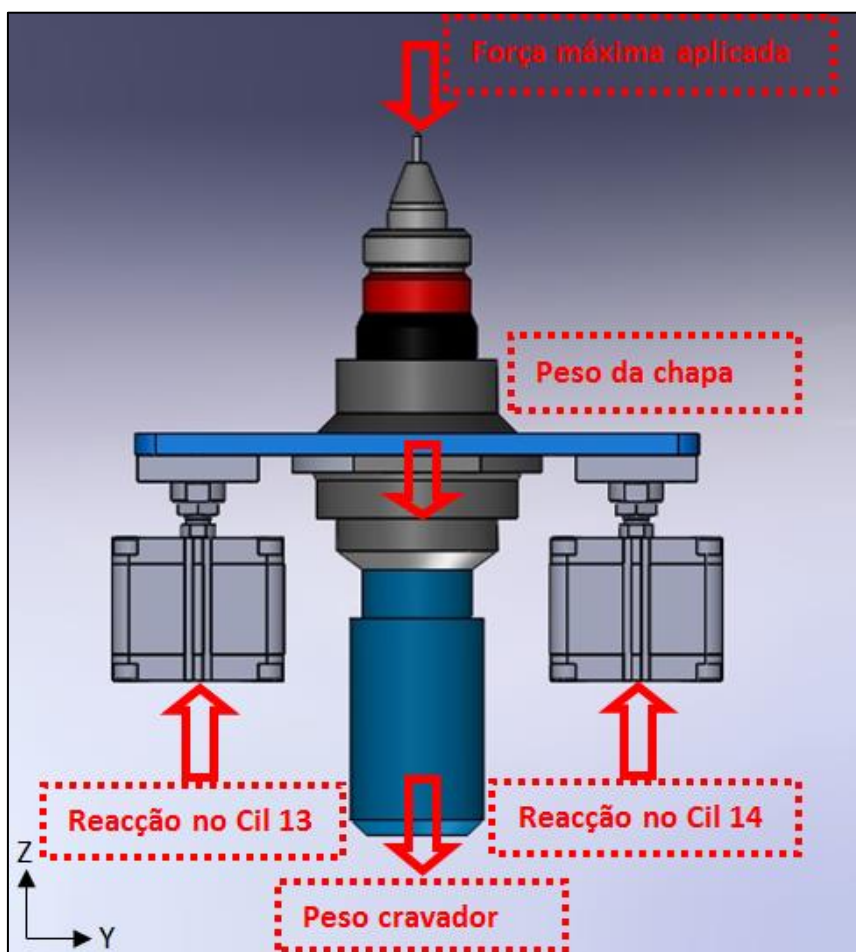


Figura 127 – Diagrama de corpo livre do cravador.

Recorrendo aos dados disponibilizados pelo fabricante, obteve-se a força máxima aplicada e o peso do cravador (Figura 128 a Figura 130).

	TK-S40	TK-S60	TK-S80	TK-S100	TK-S130	TK-S160	3D-40	3D-80	3D-130				
Anschlussgewinde Connecting thread Filetage											Kraft Power Force	Luft Air Air	Oil Oil Huile
Bereich Capacity Capacité	400 Nmm ²											bar	bar
	Nietschaftbereich mm		Shaft capacity mm			Capacité de tige mm					kN	Ni/Hub Ni/stroke Ni/course	l/min
Druckmessdose Load cell Instrument à mesure										29 cm ²			
BK 40 NE/NS/NM/S										6,37	4,2 / 3,8	-	
BK 60 NE/NS/NM/S										7,65	6,2 / 3,8	-	
BK 80 NE/NS/NM/S										13,00	5,2 / 10,4	-	

Figura 128 – Força máxima aplicada BK40/NS.

COLD FORMING SPINDLES												
NS	Ø	A	B	C	D	E	F	G+0	H	J	kg	lb
BK	max.											
40	4.0	30.0	182.0	152.0	445.0	267.0	148.0	150.0	165.0	9.0	20.0	44.1
60	6.0	30.0	182.0	152.0	445.0	267.0	148.0	150.0	165.0	9.0	21.0	46.3
80	8.0	40.0	234.0	192.0	536.0	314.0	182.0	190.0	212.0	11.0	46.0	101.4
105	10.5	40.0	234.0	192.0	536.0	314.0	182.0	190.0	212.0	11.0	47.0	103.6
130	13.0	40.0	278.0	236.0	595.0	373.0	182.0	234.0	256.0	11.0	75.0	165.3
160	16.0	40.0	278.0	236.0	595.0	373.0	182.0	234.0	256.0	11.0	77.0	169.8

Figura 129 – Massa do cravador.

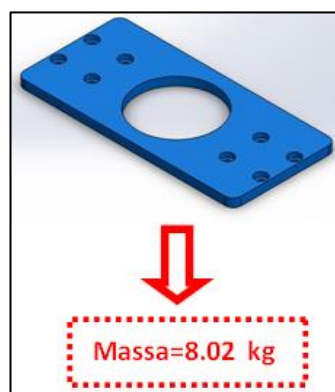


Figura 130 – Massa da chapa.

Fazendo o somatório das forças em ZZ':

$$F_z = (8.02 + 20) \times 9.81 + 6370 = 6644.876 \text{ N}$$

Como os dois cilindros contribuem de igual modo, a força aplicada em cada cilindro é:

$$F_{cil13} = F_{cil14} = 6644.876 \div 2 = 3322.438 \text{ N}$$

Consultando o catálogo do fornecedor, e de forma a ocupar o mínimo de espaço possível, escolheu-se o cilindro compacto da série ADVU com diâmetro de 100 mm (Figura 131).

Forças [N] and impact energy [J]				
Piston Ø	63	80	100	125
Theoretical force at 6 bar, advancing	1870	3016	4712	7363
S2/S20	1750	2827	4418	6881
Theoretical force at 6 bar, retracting	1750	2827	4418	6881
S2/S20	1750	2827	4418	6881
Max. impact energy at end positions	0.70	0.75	1.00	4.00
S20	0.07	0.08	0.10	0.40

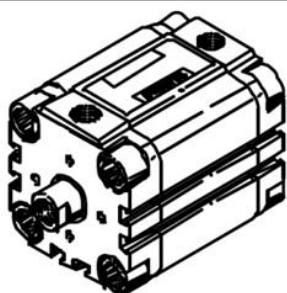


Figura 131 – Propriedades do cilindro da série ADVU.

O cilindro adequado as solicitações, de acordo com o catálogo do fabricante é o cilindro de 100 mm de diâmetro (Figura 131).

3.5.10.13. Cilindro de batente do cravador (Cil12)

O cravador exerce uma força máxima de 6644.876 N que terá de ser suportada pelo cilindro com a função de batente (Figura 132).



Figura 132 – Diagrama de corpo livre batente do cravador.

Mais uma vez, o tamanho foi a razão para a selecção de um cilindro compacto.

Forças [N] and impact energy [J]			
Piston Ø		100	125
Theoretical force at 6 bar, advancing		4712	7363
	S2/S20	4418	6881
Theoretical force at 6 bar, retracting		4418	6881
	S2/S20	4418	6881
Max. impact energy at end positions		1.00	4.00
	S20	0.10	0.40

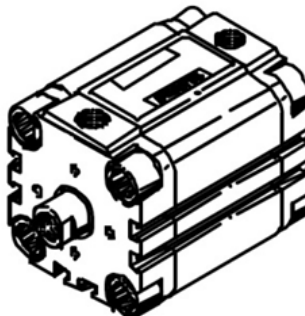


Figura 133 – Propriedades do cilindro da série ADVU.

Do lado do batente optou-se pela utilização de um único cilindro de diâmetro 125 mm que suporta as solicitações previstas (Figura 133)

3.5.10.14. Cilindros do controlo de cravação (Cil15 e Cil16)

O controlo de cravação é efectuado pelo Cil16 que é posicionado por intermédio do Cil15. Este, por sua vez, terá de suportar a chapa de ligação entre os dois cilindros e o peso do Cil16. Como a força aplicada pelo cilindro de controlo de cravação é desprezável, escolheu-se o cilindro de menor diâmetro disponível (Figura 134).

Permissible forces on the drive shaft				
Size		25	40	63
Max. radial force	[N]	120	350	500
Max. axial force	[N]	50	120	500
Max. swivel frequency ¹⁾	[Hz]	2		1

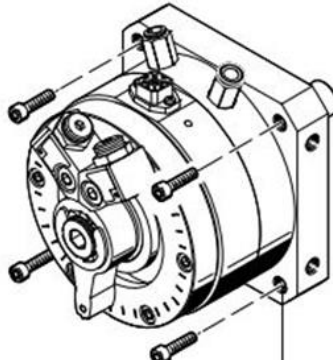


Figura 134 – Propriedades do cilindro da série DSMI.

Após a escolha do Cil16 e consultando as propriedades no catálogo, foi possível identificar os esforços aplicados no Cil15 (Figura 135).

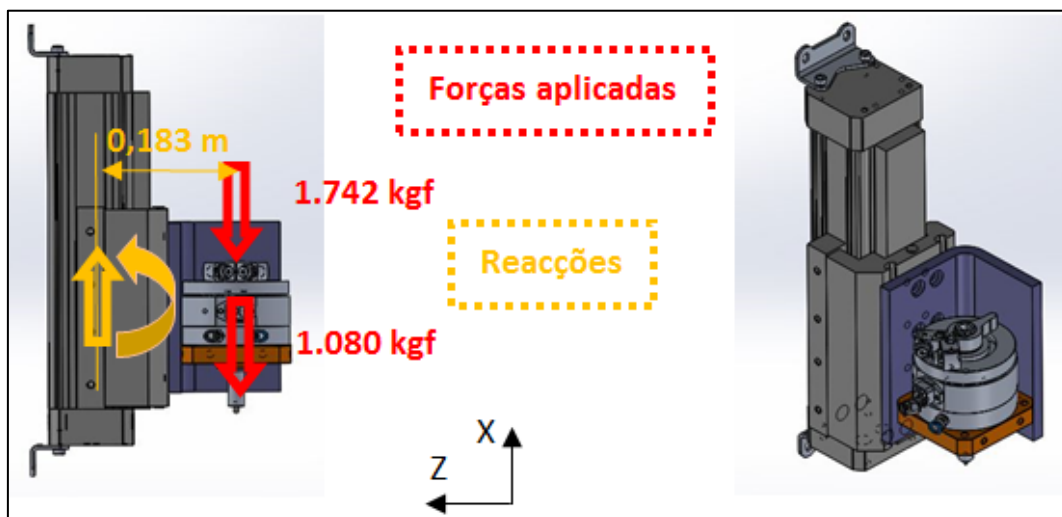


Figura 135 – Diagrama de corpo livre Cil15.

A força aplicada no sentido da elevação do controlador (ZZ') é:

$$F_z = (1.742 + 1.080) \times 9.81 = 27.684 \text{ N}$$

O momento aplicado ao Cil15 é calculado da forma seguinte:

$$M_y = [(1.742 + 1.080) \times 9.81] \times 0.183 = 5.066 \text{ N}$$

Estas componentes dizem respeito à elevação do actuador de controlo de qualidade, no sentido oposto importa salientar que a força máxima exercida pelo Cil15 deve ser inferior à força necessária para transmissão escorregar da garra. A garra tem uma força de aperto de 162 N e o coeficiente de atrito entre a garra e a transmissão é de 0.16. (Tabela 18) A força máxima de avanço que o Cil15 deve estar regulado é:

$$F_{X \text{ máx}} = 290 \times 0.16 = 46.4 \text{ N}$$

Piston \varnothing [mm]	Theoretical force at 6 bar [N]	torques M_y [Nm]
With recirculating ball bearing guide DGPL-KF		
40	754	330
50	1178	460

Figura 136 – Propriedades do cilindro da série DGPL.

3.5.10.15. Cilindro de rotação do extractor de produto acabado (Cil18)

O Cil18 efectua a rotação da garra de remoção das transmissões (Figura 137). Os esforços aplicados a este componente são desprezáveis. O cilindro foi escolhido tendo em conta aquele que apresentava menor capacidade (DRRD-16).

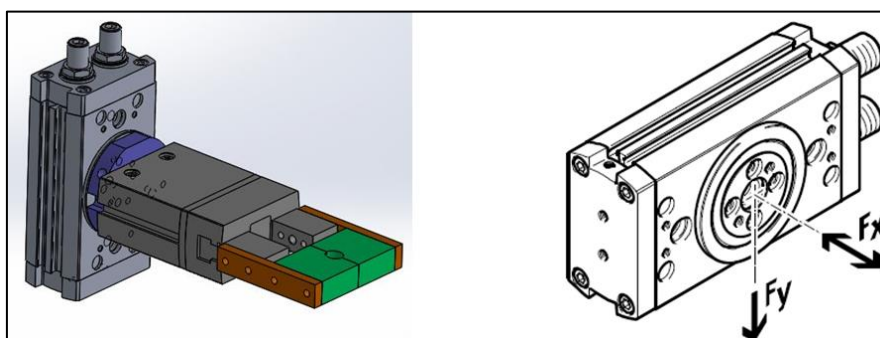


Figura 137 – Aplicação do Cil10.

3.5.10.16. Cilindro de translação do extractor de produto acabado (Cil17)

O Cil 17 efectua o avanço e recuo da garra de remoção do produto acabado (Figura 138). Para o cálculo dos esforços deste actuador é necessário considerar: o peso do remachado (0.13 kg), da garra (0.38 kg), do cilindro 18 (0.640 kg) e da chapa de ligação entre o Cil17 e o Cil18 (0.745 kg).

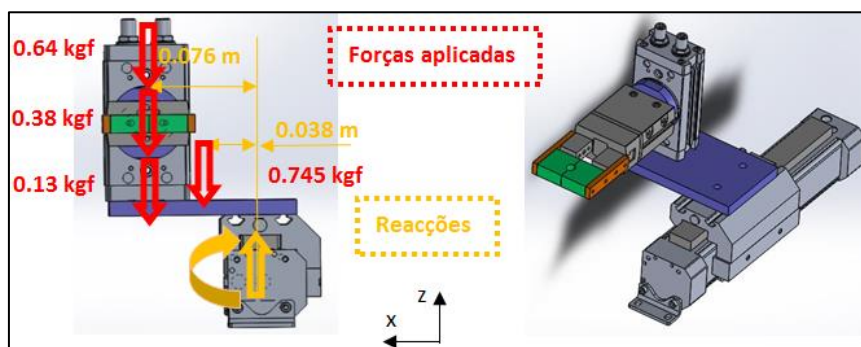


Figura 138 – Diagrama de corpo livre do Cil17.

Forças em ZZ' aplicadas ao Cil17:

$$F_z = (0.64 + 0.38 + 0.13 + 0.745) \times 9.81 = 18.6 \text{ N}$$

Momento em XX' aplicado ao Cil17:

$$M_x = 0.745 \times 0.038 \times 9.81 + (0.64 + 0.38 + 0.13) \times 0.076 \times 9.81 = 1.064 \text{ N.m}$$

Piston \varnothing [mm]	Forces and torques	
	Fz [N]	Mx [Nm]
With recirculating ball bearing guide DGPL-KF		
18	930	7
25	3080	45

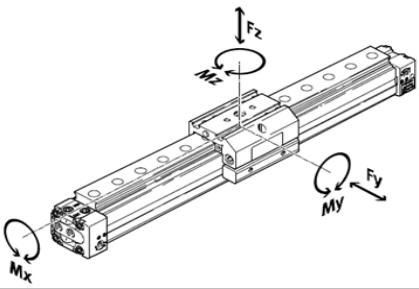


Figura 139 – Propriedades do cilindro da série DGPL.

Foi escolhido o cilindro com diâmetro 18 mm (Figura 139).

3.5.10.17. Mesa giratória

A mesa giratória foi escolhida tendo em conta o peso que esta terá que suportar (Tabela 19).

Tabela 19 – Massas aplicadas à mesa giratória.

Componente	Quantidade [un]	Massa individual [kg]	Massa total [kg]
Carras	6	0.38	2.38
Fim de curso	6	0.043	0.258
Distribuidor giratório	1	0.659	0.659
Chapa de suporte (ch013)	1	2.365	2.365

O peso total suportado pela mesa giratória é de 5.562 kg, que se traduz numa carga axial de 54.463 N. Foi escolhida a mesa de tamanho 65 (Figura 140).

Size		65	90
Forces			
Max. axial force F	[N]	1000	2000
Max. radial force R	[N]	2000	5000
Torques			
Max. tilting moment M	[Nm]	100	150
Max. tangential moment T	[Nm]	100	150

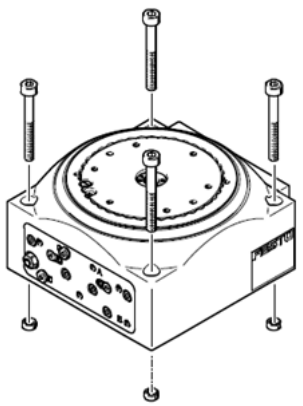


Figura 140 – Propriedades do cilindro da série DHTG.

3.5.10.18. Cálculo da potência do motor

O cálculo da potência do motor do transportador teve como base a Norma DIN 22101.

Segundo a norma, as forças de resistência ao movimento são classificadas em quatro grupos:

- Forças de resistência principais [F_H];
- Forças de resistência secundárias [F_N];
- Forças de resistência à inclinação [F_{St}];
- Forças de resistência especiais [F_S].

Forças de resistência principais

F_H diz respeito às forças principais aplicadas ao transportador e é calculada com a seguinte expressão:

$$F_H = L \times f \times g \times \left(\frac{m_R}{L} + (2 \times m_G + m_L) \times \cos. \alpha \right)$$

Onde:

L = Comprimento do transportador [m]

f = Coeficiente de atrito

g = Gravidade [9.81 m/s^2]

m_R = Massa total dos rolos [kg]

m_L = Distribuição da carga máxima transportada [kg/m]

m_G = Distribuição da massa da tela [kg/m]

α = Inclinação do transportador

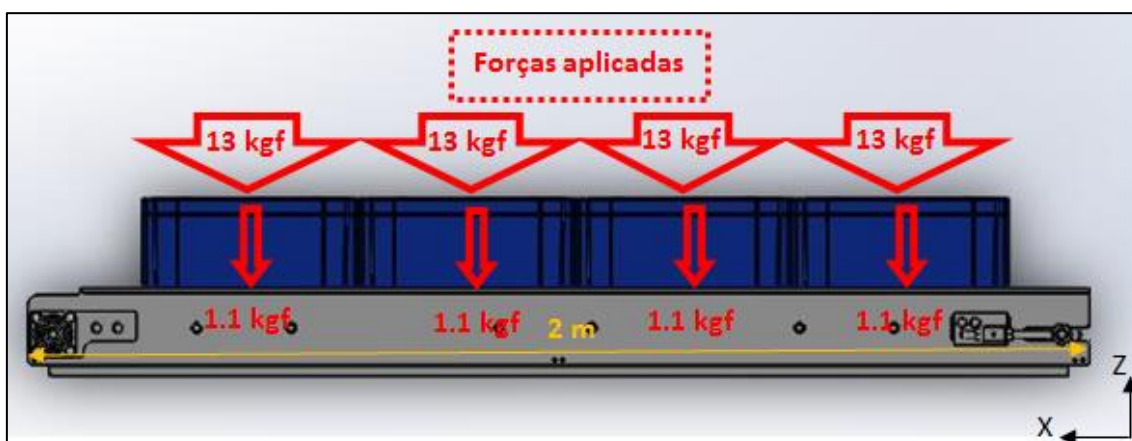


Figura 141 – Diagrama de corpo livre do transportador.

Massa total dos rolos.

O transportador tem um comprimento de $L = 2 \text{ m}$ (Figura 141) e as propriedades dos elementos necessários para os cálculos podem ser consultadas na Tabela 20.

Tabela 20 – Propriedades dos elementos constituintes do transportador.

Componente	Quantidade [un]	Massa individual [kg]	Massa total [kg]
Veios	2	1.6	3.2
Rolos	6	0.524	3.144
Fixadores dos rolos	12	0.107	1.284
Tela	1	11.739	11.739

A massa dos rolos é o somatório dos constituintes da tabela anterior.

$$m_R = 3.2 + 3.144 + 1.284 = 7.628 \text{ kg}$$

Distribuição da carga máxima transportada

A carga total aplicada ao transportador na situação mais desfavorável é a soma da massa das 4 caixas com a massa das 400 transmissões, perfazendo um total de 56.4 kg (Tabela 21).

Tabela 21 – Identificação das massas aplicadas ao transportador.

Componente	Quantidade [un]	Massa individual [kg]	Massa total [kg]
Caixas	4	1.1	4.4
Transmissões	400	0.130	52

Como o comprimento de cada caixa é de 0.41 m, as 4 caixas distribuem para o peso numa extensão de 1.64 m.

$$m_l = \frac{56.4}{1.64} = 34,39 \text{ kg/m}$$

Distribuição da massa da tela

A tela tem uma massa de 11.739 kg distribuída pelos 2 m do transportador.

$$m_G = \frac{11.739}{2} = 5.87 \text{ kg/m}$$

Coefficiente de atrito

Considerou-se que o contacto entre a tela e a estrutura de suporte é seco e o acabamento da superfície da chapa de suporte da tela é lisa. Atendendo às propriedades indicadas no catálogo do fabricante de telas (Tabela 22), o coeficiente de atrito entre o material da tela (Polietileno) e o aço é de 0.15.

Tabela 22 – Coeficientes de atrito (Eurobelt).

SUPPORT SURFACE MATERIALS	POLYPROPYLENE				POLYETHYLENE				ACETAL			
	SMOOTH SURFACE		ABRASIVE SURFACE		SMOOTH SURFACE		ABRASIVE SURFACE		SMOOTH SURFACE		ABRASIVE SURFACE	
	HUMID	DRY	HUMID	DRY	HUMID	DRY	HUMID	DRY	HUMID	DRY	HUMID	DRY
U.H.M.W.	0.11	0.13	NR	NR	0.24	0.32	NR	NR	0.10	0.10	NR	NR
H.D.P.E.	0.09	0.11	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0.09	0.08	NR	NR
Nylon impregnated with molybdenum or silicone	0.24	0.25	0.29	0.30	0.14	0.13	NR	NR	0.13	0.15	NR	NR
Stainless steel or carbon steel cold rolled	0.26	0.26	0.31	0.31	0.14	0.15	NR	NR	0.18	0.19	NR	NR

Forças de resistência principais

$$F_H = 2 \times 0.15 \times 9.81 \times \left(\frac{7.628}{2} + (2 \times 5.87 + 34.39) \times \cos.(0) \right) = 367.463 \text{ N}$$

Forças de resistência secundárias e forças de resistência especiais

As forças de resistência secundárias dizem respeito às forças geradas pelo atrito entre o material transportado e as guias laterais.

O coeficiente de atrito [C=3] para as forças secundárias foi obtido em função do comprimento, recorrendo à Tabela 23.

Tabela 23 – Coeficiente de atrito C para as forças de resistência secundárias (SEW, 2007).

L [m]	< 20	20	40	60	80	100	150	200	300
C	3	2,5	2,28	2,1	1,92	1,78	1,58	1,45	1,31
L [m]	400	500	600	700	800	900	1000	2000	> 2000
C	1,25	1,2	1,17	1,14	1,12	1,1	1,09	1,06	1,05

Segundo a norma:

$$C = 1 + \frac{F_N}{F_H}$$

A força de resistência secundária é então dada por:

$$F_N = C \times F_H - F_H$$

$$F_N = 3 \times 367.463 - 367.463 = 734.925 \text{ N}$$

Inclinação do transportador

Como o transportador trabalha no plano horizontal ($\alpha = 0^\circ$) a força de resistência à inclinação dada por: $F_{St} = L \times g \times m_L \times \text{sen}(\alpha) = 0$ e a força de resistência adicional é $F_S = 0$.

Potência estática

A potência estática (P_S) não contempla o rendimento do motor nem de variador e pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$P_S = \frac{(F_H + F_N + F_{St} + F_S) \times V}{\eta}$$

Em que:

V = Velocidade do transportador [m/s]

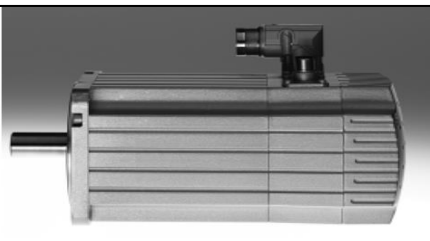
η = Rendimento

Considerando um rendimento de 80% e tendo em conta que o transportador se irá deslocar a uma velocidade máxima de 0.1 m/s:

$$P_S = \frac{(367.463+734.925+0+0) \times 0.1}{0.8} = 138.923 \text{ W}$$

Tabela 24 – Propriedades do motor da série EMMS-AS.

Technical data		
Flange size		55
Length		S
Winding		LS
Motor		
Nominal voltage	[V DC]	360
Nominal current	[A]	0.83
Rated output	[W]	261



3.5.11. Transporte do equipamento

Na zona inferior do equipamento estão situados quatro orientadores para os garfos do empilhador (Figura 142). Estes suportes permitem a deslocação do equipamento, sem o risco de o equipamento deslizar e causar danos ao equipamento ou às pessoas que estiverem a realizar a operação de movimentação.

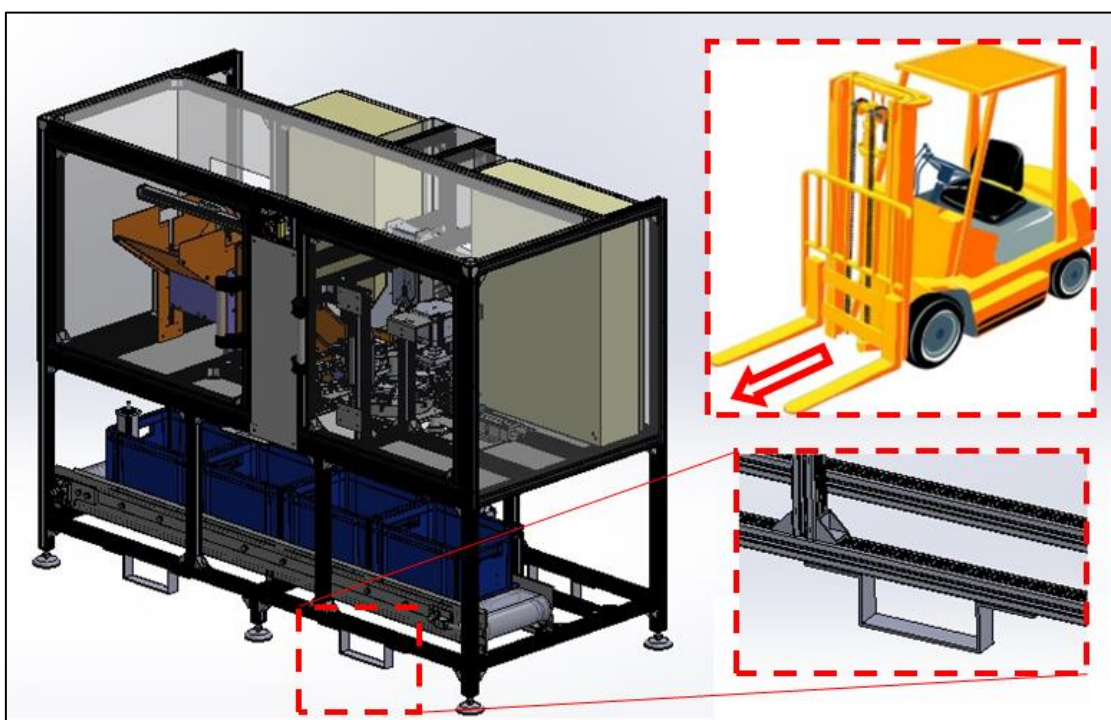


Figura 142 – Localização dos orientadores de transporte.

A movimentação do equipamento deve ser cuidada e realizada por pessoal qualificado. Um transporte defeituoso poderá provocar danos no equipamento, e influenciar o seu correcto funcionamento. A definição do local de posicionamento dos suportes teve em conta o centro de gravidade do equipamento, garantindo a estabilidade e a correcta distribuição de carga durante o transporte. Como seria de esperar e se pode evidenciar na Figura 143, o centro de gravidade fica praticamente no centro geométrico do equipamento.

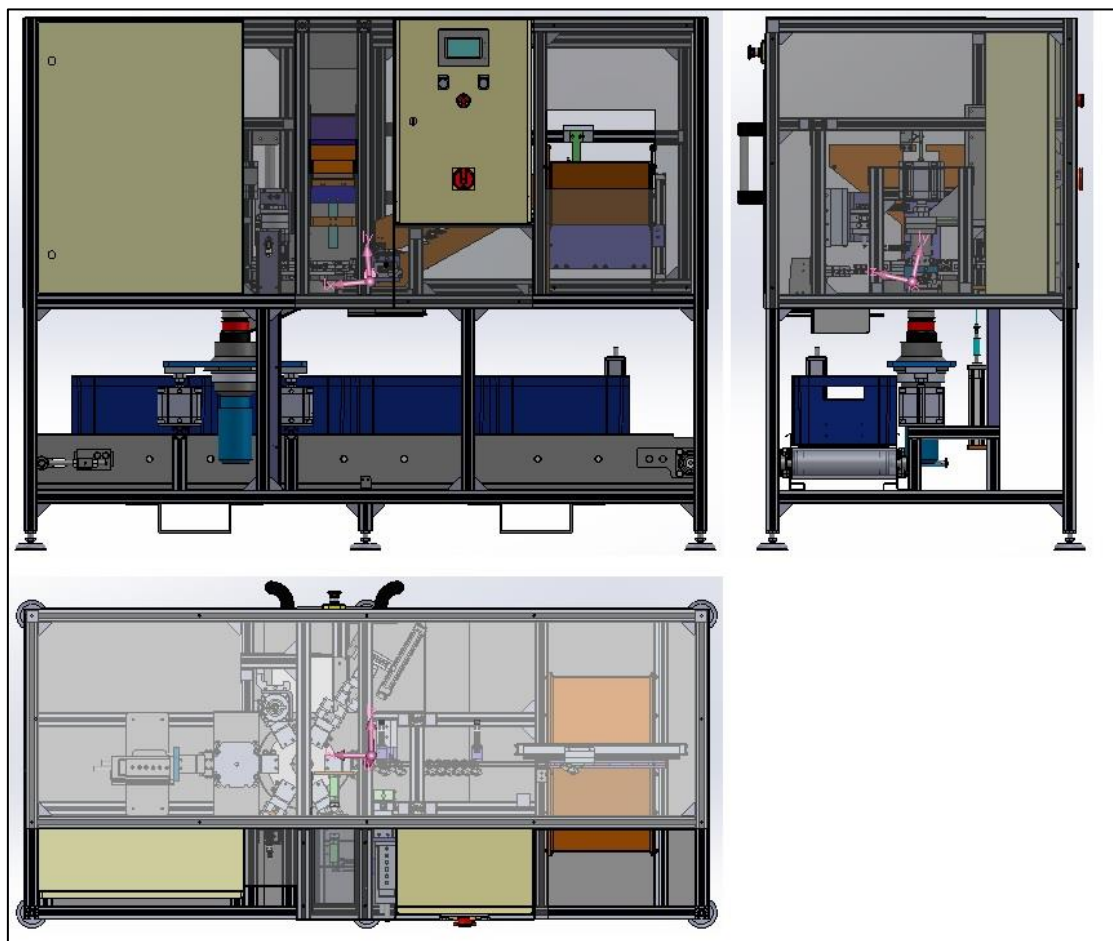


Figura 143 – Localização do centro de gravidade da máquina de remachar.

O equipamento tem o peso estimado de 380 kg, pelo que o aparelho de elevação deve ter pelo menos essa capacidade de carga.

Durante o transporte e montagem é proibido o uso de cintas de elevação bem como permanecer debaixo da máquina durante as movimentações evitando o esmagamento devido a quedas de objectos (Figura 144).



Figura 144 – Risco queda de objectos.

3.5.12. Instalação

O posto de cravação inicial está instalado numa área de 4.158 m², centrada num rectângulo de 2.97 m de comprimento por 1.4 m de largura. No que respeita ao novo equipamento, cumpre com o especificado, tendo um comprimento de 2.004 m e uma largura de 0.910 m, sendo que para a sua instalação é necessária uma área de aproximadamente 3 m². Caso o equipamento não seja instalado no local inicialmente previsto, o novo local deve permitir fácil acesso para inspecção e manutenção. O piso deve ser o mais nivelado possível. Caso haja desnível no local, basta ajustar os pés niveladores que estão na base inferior do equipamento, de forma a corrigi-lo. A máquina foi concebida predominantemente para aplicação em locais fechados à temperatura ambiente. Estão previstas as seguintes condições ambientais para a operação:

- Humidade relativa do ar máxima 65% (sem condensação);
- Temperatura ambiente entre 10°C e 40°C.

A utilização em ambientes que não os indicados pode danificar os componentes electrónicos instalados na máquina. Outros factores que podem danificar o equipamento e que não foram contemplados no fabrico são os seguintes:

- Raios eléctricos;
- Granizo;
- Carga electrostática;
- Chuva;
- Ar salgado característica dos locais próximos do mar;
- Grandes variações de temperatura;
- Vibrações no chão;
- Vapores químicos;
- Manipulação por pessoas não autorizadas;
- Roedores.

A zona de instalação deve estar preparada para o sistema pneumático e para o sistema eléctrico com pontos de alimentação das duas fontes de energia. A ligação à rede eléctrica e pneumática deve ser efectuada por técnico familiarizado com as condições do local.

3.5.13. Segurança

3.5.13.1. Avaliação de riscos

Tal como referido anteriormente, a Avaliação do Risco consiste numa série de etapas lógicas que permitem examinar, de forma sistemática, os fenómenos perigosos associados a uma máquina. O método de avaliação de risco utilizado na presente análise tem uma base qualitativa, estruturada em 3 fases:

- Apreciação do Risco;
- Tratamento do Risco;
- Aceitação do Risco.

Após a obtenção do equipamento funcional, isto é, a identificação da disposição de todos os componentes necessários à produção de remachados, foi efectuada o levantamento de todas as situações perigosas. A apreciação do risco envolve a atribuição de níveis aos parâmetros de **Severidade** (Tabela 25) do dano, **Probabilidade de Ocorrência** (Tabela 26), **Frequência de Exposição** (Tabela 27) e o **Número de Pessoas Expostas** (Tabela 28), considerando a total ausência de medidas de prevenção e de protecção.

Tabela 25 – Níveis de Severidade.

S (Severidade)	
0.1	Arranhão, irritação, leve mal-estar
0.5	Corte, queimadura
3	Quebra ou lesão de membros (temporário), perda de visão (temporário), perturbação psicológica ou funcional
8	Perda de membro(s), capacidade visual ou auditiva (permanente)
15	Morte

Tabela 26 – Níveis de Probabilidade de Ocorrência.

PO (Probabilidade de Ocorrência)		
0.033	Quase impossível	Apenas em circunstâncias extremas
1	Muito improvável	Embora concebível
1.5	Improvável	Mas pode ocorrer
2	Possível	Mas pouco comum
5	Casual	Pode acontecer
8	Provável	Não é inesperado
10	Bastante provável	Esperado
15	Certo	Sem dúvida

Tabela 27 – Níveis de Frequência de Exposição.

FE (Frequência de Exposição)	
0.5	Anual
1	Mensal
1.5	Semanal
2.5	Diário
4	Horário
5	Constantemente

Tabela 28 – Níveis de Número de Pessoas Expostas.

NP (N.º de Pessoas Expostas)	
1	1-2 pessoas
2	3-7 pessoas
4	8-15 pessoas
8	16-50 pessoas
12	+ 50 pessoas

O risco é calculado pela multiplicação directa de todos os parâmetros anteriores e categorizados em diferentes níveis, de acordo com a Tabela 29.

Tabela 29 – Avaliação do Risco.

R	Risco
0-5	Negligenciável
5-50	Pouco Significativo
50-500	Elevado
> 500	Inaceitável

No tratamento do risco são estabelecidas as medidas/acções de acordo com os requisitos legais ou normativos a ser implementados mediante a avaliação do risco.

- Prevenção intrínseca - Alterações na concepção do equipamento de modo a limitar a exposição de pessoas aos fenómenos perigosos, pela redução da necessidade de intervenção do operador nessas zonas.
- Protecção - Estruturas ou dispositivos de protecção que limitem o acesso ou parem os movimentos perigosos nas zonas onde a prevenção intrínseca não é suficiente.
- Informações para utilização - Mensagens que podem consistir em textos, palavras, pictogramas, sinais, símbolos ou diagramas, utilizados separadamente ou associados entre si.
- Medidas adicionais - Medidas previstas para as situações de emergência.

A avaliação de risco da máquina de remachar pode ser encontrada no anexo I.

3.5.13.2. Instruções de segurança

Seguidamente são traçadas as instruções de segurança prescritas para o equipamento:

- A operação deste equipamento exige familiarização com os comandos e suas funções;
- Não remova as protecções e dispositivos de segurança fornecidos com o equipamento sem que as fontes de energia estejam devidamente desligadas;
- Verifique regularmente se as protecções e dispositivos de protecção se encontram em posição e em boas condições de funcionamento. Após intervenção no equipamento, reponha as protecções e/ou dispositivos de segurança;
- Não coloque as mãos junto a órgãos rotativos, nomeadamente rolos, chumaceiras e bordo da tela;
- Nunca faça manutenção ou limpeza ao equipamento com este em funcionamento, pois pode sofrer lesões pelos elementos em movimento;
- Mantenha a área em redor do equipamento limpa e isenta de resíduos ou objectos. Áreas de trabalho sujas ou com líquidos no chão poderão provocar quedas com graves consequências;
- Mantenha o quadro eléctrico fechado.

3.5.13.3. Paragem de emergência

Os interruptores de paragem de emergência só devem ser accionados em caso de perigo para as pessoas ou para o equipamento e não devem ser usados para desligar normalmente o equipamento. O interruptor de paragem de emergência interrompe os movimentos que podem provocar uma situação de perigo o mais rapidamente possível e de forma controlada. O dispositivo de comando de emergência irá estar ligado ao autómato e ao relé de segurança, para que a paragem não dependa da probabilidade de falha do autómato. O rearme do botão de emergência não inicia o ciclo. Essa acção fica dependente do accionamento, por parte do operador, do comando “Reiniciar” no *display*.

3.5.13.4. Fontes de energia

O equipamento dispõe de um seccionador de corte geral eléctrico e pneumático que interrompem a alimentação das fontes de energia da máquina (Figura 145). O seccionador de corte geral pode ser bloqueado com um cadeado como protecção contra uma ligação não autorizada e não deve ser usado como interruptor de paragem de emergência. É de salientar que a alimentação eléctrica só é interrompida de um dos lados do seccionador, mantendo os bornes de entrada energizados. O seccionador de corte geral pneumático encontra-se instalado no interior do quadro pneumático e o seccionador de corte geral eléctrico na porta do quadro eléctrico.

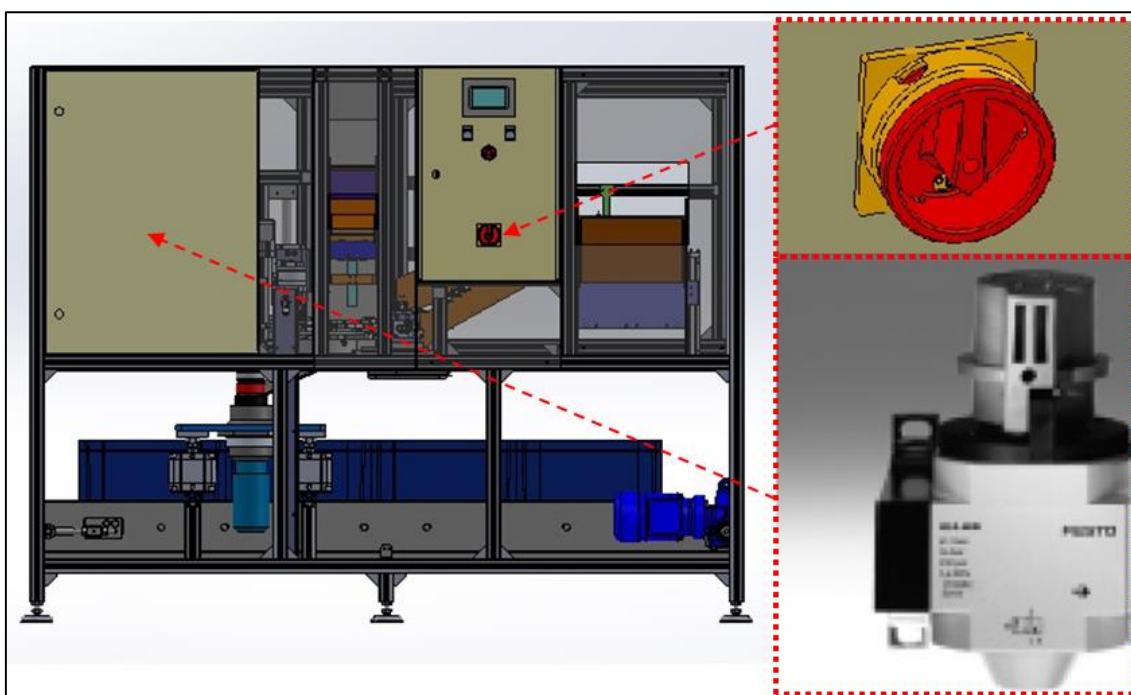


Figura 145 – Localização dos seccionadores de corte geral.

3.5.13.5. Protecções fixas

As protecções fixas instaladas no equipamento limitam o acesso do operador e de terceiros aos movimentos perigosos dos accionadores (Figura 146). Para remover estas protecções, é necessária a utilização de ferramenta. Esta medida impede o operador de remover as protecções. Só técnicos especializados podem remover as protecções para efectuar trabalhos de manutenção, desconectando as fontes de energia. Em caso de necessidade de ter o equipamento ligado, devem ser tomadas medidas complementares. As protecções devem ser reposicionadas antes do equipamento entrar em funcionamento. O equipamento dispõe de protecções fixas em toda a envolvente. Tanto o quadro eléctrico como o quadro pneumático servem de protecções fixas, pois impedem o operador de aceder ao interior do equipamento.

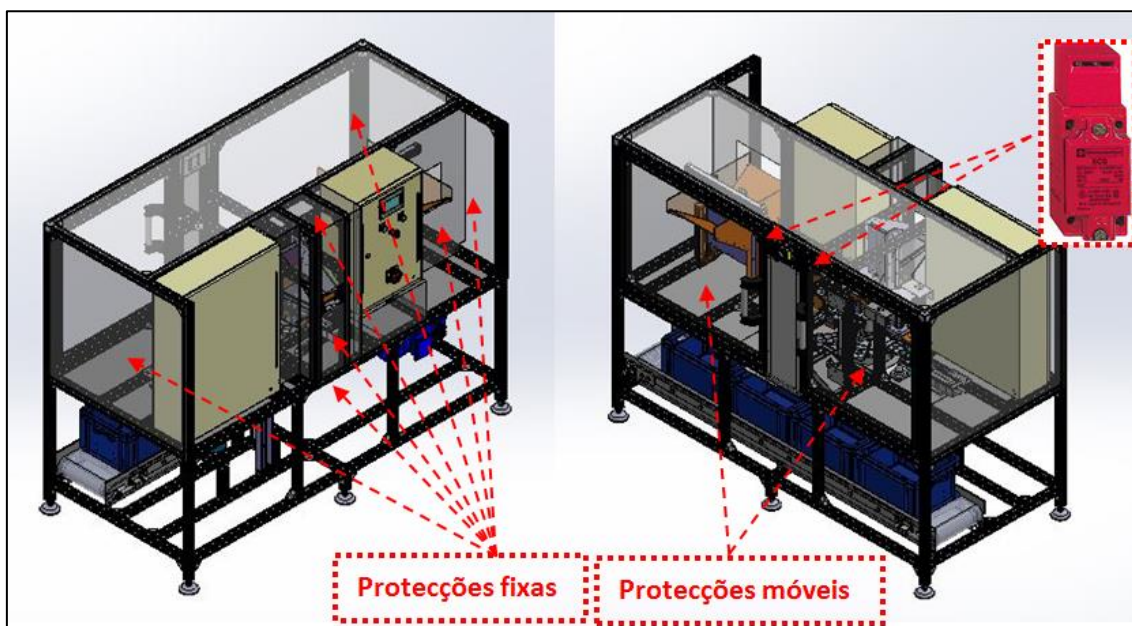


Figura 146 – Protecções fixas e protecções móveis.

3.5.13.6. Protecções móveis

No equipamento existem 2 protecções móveis na zona posterior que possibilitam ao operador o acesso ao interior do equipamento em segurança. A segurança é garantida pelos dispositivos de detecção e encravamento que, em caso de uma das protecções ser aberta, procedem à paragem de todo o equipamento.

3.5.13.7. Sinalização de segurança

A sinalização de segurança tem como objectivo alertar relativamente a perigos particulares, obrigações ou proibições. O quadro eléctrico deve estar munido de uma sinalética de aviso de risco de choque eléctrico (Figura 147).



Figura 147 – Risco de choque eléctrico.

3.5.13.8. Coluna de sinalizadores

Na zona superior do equipamento será instalada uma coluna de sinalizadores que, através de uma combinação do tipo e cor de luz, identificam uma série de situações que poderão ocorrer no equipamento (Figura 148).



Figura 148 – Coluna de sinalizadores.

Essa informação pode ser verificada na lista seguinte:

- Luz verde fixa: Informa o operador que o equipamento está em funcionamento;
- Luz verde intermitente: Informa o operador que o equipamento está disponível para iniciar o ciclo;
- Luz vermelha fixa: Informa o operador que o equipamento está parado e existe um erro;

- Luz Vermelha intermitente: Informa o operador que um botão de emergência está accionado ou uma protecção está aberta;
- Luz Laranja intermitente: informa o operador da falta de matéria-prima na zona de alimentação dos tubos e das transmissões.

3.5.14. Cadência

A cadência do equipamento é definida pela combinação do tempo despendido nos movimentos definidos em cada posto e pelo tempo de rotação da mesa rotativa. Por forma a obter um valor teórico o mais próximo possível do real, foi efectuado o levantamento de todos os dispositivos que contribuem para o tempo de ciclo (Tabela 30 a Tabela 36).

Tabela 30 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 1.

Identificação dos componentes				
Localização	Código	Designação	Código fabricante	Função
Posto1	Cil1_S	Atuador linear	DGC-12-180-G-P-A-2-14a	Movimento de elevação das placas de separação das transmissões.
	Cil1_D			Movimento de descida das placas de separação das transmissões.
	Cil2_A	Atuador linear	DGPL-18-340-PPV-A-GF-B	Movimento de avanço do alimentador de transmissões.
	Cil2_R			Movimento de recuo do alimentador de transmissões.
	Cil3_A	Míniguia	DGSL-20-50-PA	Movimento de avanço da garra de alimentação de transmissões.
	Cil3_R			Movimento de recuo da garra de alimentação de transmissões.
	Cil4_D	Atuador linear	DGPL-18-70-PPV-A-KF-B	Movimento de translação (direita) da garra de alimentação de transmissões.
	Cil4_E			Movimento de translação (esquerda) da garra de alimentação de transmissões.
	Cil5_1F	Separador de alimentação	HPV-14-20-A	Movimento do 1º batente do separador para a frente.
	Cil5_1T			Movimento do 1º batente do separador para trás.
	Cil5_2F			Movimento do 2º batente do separador para a frente.
	Cil5_2T			Movimento do 2º batente do separador para trás.
	Garra1-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra de alimentação de transmissões.
	Garra1-f			Movimento de fecho da garra de alimentação de transmissões.

Tabela 31 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 2.

Identificação dos componentes				
Localização	Código	Designação	Código fabricante	Função
Posto2	Ci16_S	Atuador linear	DGC-8-100-G-P-A-2-03	Movimento de elevação das placas de separação dos tubos.
	Ci16_D			Movimento de descida das placas de separação dos tubos.
	Ci17_A	Atuador plano	DZF-12-10-A-P-A	Movimento de abertura das pinças de separação dos tubos.
	Ci17_M			Movimento de posicionamento das pinças de separação dos tubos.
	Ci17_F			Movimento de fecho das pinças de separação dos tubos.
	Ci18_A	Atuador compacto com guia integrada	ADNGF-12-40-P-A	Movimento de abertura da prensa de orientação dos tubos.
	Ci18_F			Movimento de fecho da prensa de orientação dos tubos.
	Ci19_A	Atuador compacto com guia integrada	ADNGF-12-40-P-A	Movimento de abertura da prensa de orientação dos tubos.
	Ci19_F			Movimento de fecho da prensa de orientação dos tubos.

Tabela 32 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 3.

Identificação dos componentes				
Localização	Código	Designação	Código fabricante	Função
Posto3	Ci10_S	Atuador normalizado	DSBC-32-130-PPSA-N3-2-14a	Movimento de subida do extractor de tubos danificados.
	Ci10_D			Movimento de descida do extractor de tubos danificados.

Tabela 33 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 4.

Identificação dos componentes				
Localização	Código	Designação	Código fabricante	Função
Posto4	Ci11_A	Miniguia	DGSL-20-50-PA	Movimento de avanço das garras de suporte de cravação.
	Ci11_R			Movimento de recuo das garras de suporte de cravação.
	Garra2-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra de suporte de cravação.
	Garra2-f			Movimento de fecho da garra de suporte de cravação.
	Garra3-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra de suporte de cravação.
	Garra3-f			Movimento de fecho da garra de suporte de cravação.
	Ci12_S	Atuador compacto com guia integrada	ADNGF-12-25-P-A-2-14a	Movimento de subida do batente de cravação.
	Ci12_D			Movimento de descida do batente de cravação.
	Ci13_S	Miniguia	DGSL-12-30-Y3A	Movimento de subida do cravador.
	Ci13_D			Movimento de descida do cravador.
	Ci14_S	Miniguia	DGSL-12-30-Y3A	Movimento de subida do cravador.
	Ci14_D			Movimento de descida do cravador.
	Cravador	Cravador	BK40/NS	Cravação.

Tabela 34 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 5.

Identificação dos componentes				
Localização	Código	Designação	Código fabricante	Função
Posto5	Cil15_S	Atuador linear	DGPL-40-30-PPV-A-KF-B	Movimento de subida do controlador de qualidade.
	Cil15_D			Movimento de descida do controlador de qualidade.
	Cil16	Atuador giratório	DSMI-25-270-A-B	Controlar a qualidade de cravação.

Tabela 35 – Identificação dos actuadores e sua função no posto 6.

Identificação dos componentes				
Localização	Código	Designação	Código fabricante	Função
Posto6	Cil17_A	Atuador linear	DGPL-18-70-PPV-A-KF-B	Movimento de avanço da garra de armazenamento de remachados.
	Cil17_R			Movimento de recuo da garra de armazenamento de remachados.
	Garra4-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra de armazenamento de remachados.
	Garra4-f			Movimento de fecho da garra de armazenamento de remachados.
	Cil18_D	Atuador rotativo	DRRD-16-180-FH-PA	Movimento de rotação (direita) da garra de armazenamento de remachados.
	Cil18_E			Movimento de rotação (esquerda) garra de armazenamento de remachados.
	Motor	Servomotor	EMMS-AS-55-SK-LS-TSB	Movimentar o transportador de armazenamento de remachados.

Tabela 36 – Identificação dos actuadores e sua função da mesa.

Identificação dos componentes				
Localização	Código	Designação	Código fabricante	Função
Mesa	Mesa	Mesa giratória	DHTG-65-6-A-2-14a	Movimento das transmissões pelos diferentes postos.
	Garra5-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra instalada na mesa.
	Garra5-f			Movimento de fecho da garra instalada na mesa.
	Garra6-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra instalada na mesa.
	Garra6-f			Movimento de fecho da garra instalada na mesa.
	Garra7-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra instalada na mesa.
	Garra7-f			Movimento de fecho da garra instalada na mesa.
	Garra8-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra instalada na mesa.
	Garra8-f			Movimento de fecho da garra instalada na mesa.
	Garra9-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra instalada na mesa.
	Garra9-f			Movimento de fecho da garra instalada na mesa.
	Garra10-A	Garra paralela	DHPS-20-A	Movimento de abertura da garra instalada na mesa.
	Garra10-f			Movimento de fecho da garra instalada na mesa.

Recorrendo aos catálogos do fabricante e ao sistema de simulação disponível em https://www.festo.com/cat/pt_pt/products, identificou-se os limites de utilização de cada componente e, tendo em conta a sequência do processo, realizou-se um estudo de optimização até à obtenção da sequência final. No anexo IV encontram-se os gráficos que representam a simulação dos actuadores sujeitos às cargas de trabalho.

Tabela 37 – Sequência de operações do posto 1.

		Tempo em segundos																																																						
Localização	Código	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3												
Posto1	Ci1_S	█	█	█	█	█	█	█																																																
	Ci1_D																																																							
	Ci2_A																																																							
	Ci2_R																																																							
	Ci3_A	█	█	█	█																																																			
	Ci3_R																																																							
	Ci4_D																																																							
	Ci4_E																																																							
	Ci5_1F	█																																																						
	Ci5_1T																																																							
	Ci5_2F																																																							
	Ci5_2T																																																							
	Garra1-A																																																							
	Garra1-f																																																							

Tabela 38 – Sequência de operações do posto 2.

		Tempo em segundos																																																						
Localização	Código	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3												
Posto2	Ci6_S	█	█	█																																																				
	Ci6_D																																																							
	Ci7_A																																																							
	Ci7_M																																																							
	Ci7_F																																																							
	Ci8_A																																																							
	Ci8_F																																																							
	Ci9_A																																																							
	Ci9_F																																																							

Tabela 39 – Sequência de operações do posto 3.

		Tempo em segundos																																													
Localização	Código	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3			
Posto3	Ci10_S			■	■	■	■																																								
	Ci10_D							■	■	■	■																																				

Tabela 40 – Sequência de operações do posto 4.

		Tempo em segundos																																																						
Localização	Código	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3												
Posto4	Cil11_A	■	■	■																																																				
	Cil11_R																																														■	■	■	■						
	Garra2-A																																																■	■						
	Garra2-f				■	■																																																		
	Garra3-A																																																	■	■					
	Garra3-f				■	■																																																		
	Cil12_S																																																	■	■	■	■			
	Cil12_D							■	■	■	■																																													
	Cil13_S							■	■	■	■																																													
	Cil13_D																																																				■	■	■	■
	Cil14_S							■	■	■	■																																													
	Cil14_D																																																							
	Cravador																																																							

Tabela 41 – Sequência de operações do posto 5.

		Tempo em segundos																																																				
Localização	Código	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3										
Posto5	Cil15_S																																																					
	Cil15_D																																																					
	Cil16																																																					

Tabela 42 – Sequência de operações do posto 6.

Localização	Código	Tempo em segundos																																															
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3					
Posto6	Cil17_A		■	■																																													
	Cil17_R						■	■																																									
	Garra4-A											■	■																																				
	Garra4-f				■	■																																											
	Cil18_D								■	■																																							
	Cil18_E												■	■																																			
	Motor		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabela 43 – Sequência de operações da mesa giratória.

Localização	Código	Tempo em segundos																																																			
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3									
Mesa	Mesa	■																																																			
	Garra5-A					■	■																																														
	Garra5-f											■	■																																								
	Garra6-A					■	■																																														
	Garra6-f												■	■																																							
	Garra7-A					■	■																																														
	Garra7-f												■	■																																							
	Garra8-A					■	■																																														
	Garra8-f												■	■																																							
	Garra9-A					■	■																																														
	Garra9-f												■	■																																							
	Garra10-A					■	■																																														
	Garra10-f												■	■																																							

Da Tabela 37 à Tabela 43 está representado o tempo necessário para cada movimento. Dado que os postos não partilham mecanismos de accionamento, as operações são efectuadas em simultâneo nos 6 postos.

O posto que se revelou mais dispendioso, no que respeita ao tempo necessário para realizar a operação, é o posto numero 4 que, como referido anteriormente, efectua a cravação do tubo na transmissão. Em comparação com os requisitos inicialmente propostos, verifica-se que o equipamento cumpre com o tempo máximo especificado.

Tabela 44 – Comparação de cadências.

Cadência	Requisitos iniciais	Valores obtidos	Unidades
Tempo de ciclo	5	4,2	Segundos
Cadência	12	14	Peças/Minuto
	720	857	Peças/Hora

A máquina é capaz de produzir um remachado a cada 4.2 segundos (Tabela 44), representando uma melhoria de 19% do inicialmente proposto, sem contar que neste processo a interacção entre operador e máquina se resume à alimentação de tubos e transmissões, não sendo necessária a sua permanência constante.

3.5.15. Manutenção

O tempo de vida e desempenho do equipamento dependem da regularidade da manutenção. Uma manutenção insuficiente pode resultar em danos graves para a instalação, exigindo intervenções de manutenção correctiva mais complexas, demoradas e dispendiosas.

Qualquer intervenção no equipamento só poderá ser executada após estarem garantidas todas as condições de segurança, tais como a desactivação da corrente e bloqueio mecânico.

Este corte geral deve seguir um procedimento de *lockout/tagout*, evitando o accionamento indesejado do equipamento durante a manutenção. As normas OSHA definem "*lockout / tagout*" (Bloqueio / Etiquetagem) como as práticas e procedimentos específicos para proteger os trabalhadores da energização inesperada ou arranque de máquinas e equipamentos, ou a reposição de energia perigosa durante as actividades de manutenção e serviços. Isto exige, em parte, que a pessoa designada desligue a máquina ou equipamento das suas fontes de energia antes de executar serviços ou operações de manutenção, que proceda ao bloqueio das fontes de energia e posterior marcação (Figura 149) evitando acidentes provocados pela reposição das fontes de energia de forma acidental ou por desconhecimento de que o equipamento estaria em operações de manutenção.

Existem inúmeros dispositivos que permitem o isolamento das diferentes fontes de energia, sejam elas de origem eléctrica, pneumática, hidráulica, ou outra (Figura 150).



Figura 149 – Sinalética de consignação (Premierautoworkers).



Figura 150 – Dispositivos de *Lockout Tagout* (Demesne).

3.5.15.1 Manutenção preventiva

Entende-se por manutenção preventiva um conjunto de acções a serem executadas por forma a garantir o estado de conservação e a longevidade do equipamento. Os trabalhos de manutenção têm de ser realizados a intervalos regulares e devem ser revistos os seguintes pontos.

- Controlo de fugas de ar nas mangueiras, conexões e cilindros;
- Controlo e reaperto de parafusos nas ligações dos vários elementos da estrutura;
- Controlo da tensão e estado de conservação da tela transportadora;
- Controlo da operacionalidade dos dispositivos de segurança;
- Controlo do nível de óleo no reservatório da centralina pneumática;
- Ensaios e testes de verificação o correcto funcionamento de todo o equipamento.

3.5.15.2. Ajuste da tensão da tela do transportador

É previsível que a tela transportadora fique solta com o uso, sendo necessário ajustar a tensão. Para o ajuste é necessário aliviar as porcas identificadas na Figura 151 com a letra **A**, em seguida apertar a porca **B** até ao ajuste pretendido e no final bloquear novamente a porca **A**.

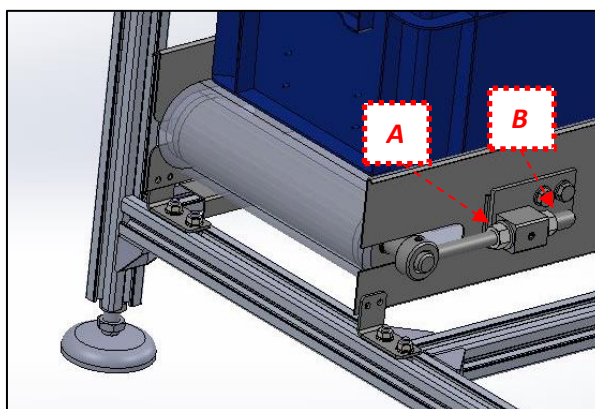


Figura 151 – Ajuste da tensão da tela.

3.5.15.3 Limpeza

Dada a função do equipamento, não é expectável que se gere acumulação de resíduos. Contudo, o ambiente onde este estiver inserido pode originar a necessidade da realização de limpezas periódicas. O equipamento não foi projectado para a limpeza com recurso a equipamentos de alta pressão, aplicação directa de água ou a utilização de produtos de limpeza agressivos.

A limpeza deve ser efectuada com recurso a panos de limpeza que não larguem pêlo, para não afectar o funcionamento dos componentes móveis. Se houver a necessidade de remover alguma das protecções durante as operações de limpeza estas devem ser repostas antes da colocação do equipamento em funcionamento.

Após manutenção e antes do funcionamento do equipamento, as protecções e dispositivos de segurança devem ser colocados no seu devido lugar. Também deve ser assegurada a não existência de resíduos ou corpos estranhos no interior do equipamento antes de iniciar o ciclo.

3.5.16. Desmantelamento

Todos os equipamentos têm um ciclo de vida que pode ser prolongado ou reduzido consoante o desgaste e a manutenção efectuada. No final desse ciclo será necessário o desmantelamento e eliminação dos seus componentes.

Esses componentes deverão ser separados por tipos de materiais, entre os quais se podem identificar os seguintes:

- Sucata eléctrica;
- Sucata de aço;
- Plásticos;
- Alumínios;
- Óleos / massas consistentes.

Estes componentes deverão ser reciclados preservando assim o ambiente.

3.5.17. Anomalias e soluções

O equipamento terá ao dispor na consola um painel de alarmes que dará indicações sobre a anomalia detectada, permitindo um rápido diagnóstico da possível causa. No anexo III estão identificadas possíveis anomalias que poderão ocorrer no decurso da utilização, assim como as possíveis causas e soluções.

3.5.18. Orçamentação do equipamento

O resumo do orçamento por categorias encontra-se descrito na Tabela 45. A descrição pormenorizada pode ser consultada no anexo VI.

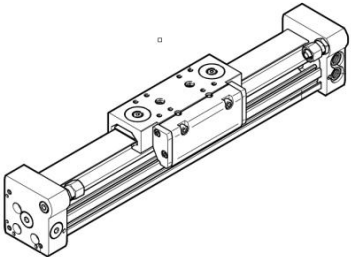
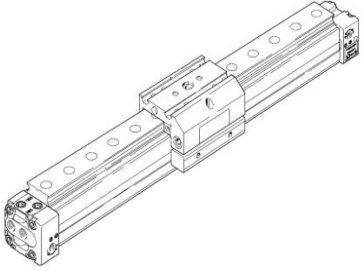
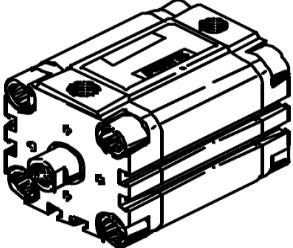
Tabela 45 – Custo do equipamento

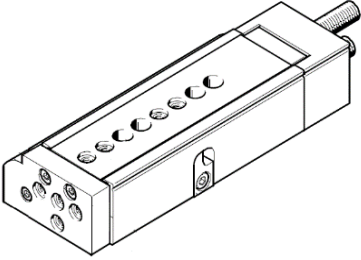
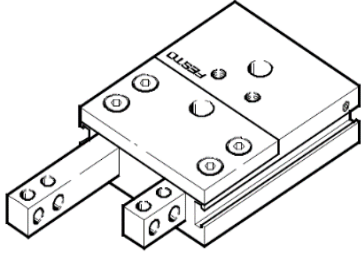
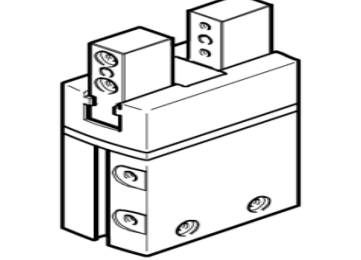
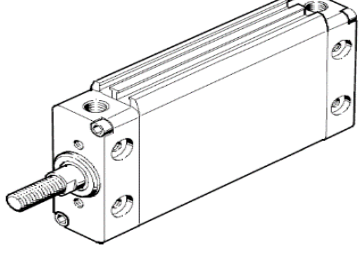
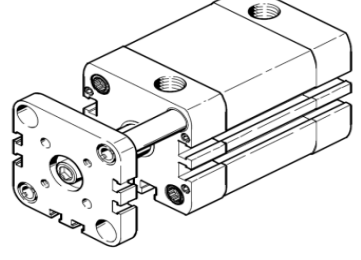
Descrição	Preço em Euros
• Material pneumático.	18.432,46 €
• Material eléctrico.	8.892,38 €
• Material estrutural	4.712,00 €
• Montagem e processos de fabrico	28.500,00 €
Custo total da máquina de remachar	60.536,84 €

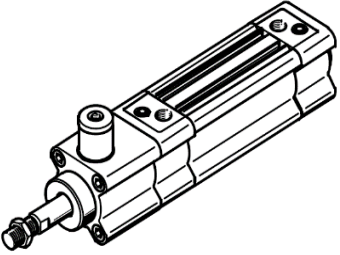
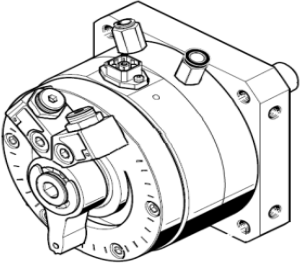
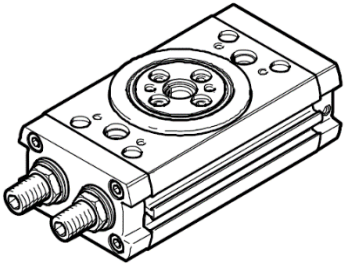
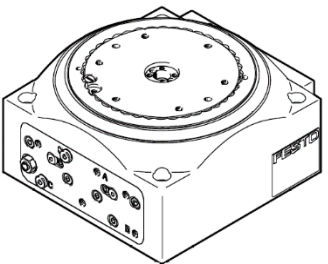
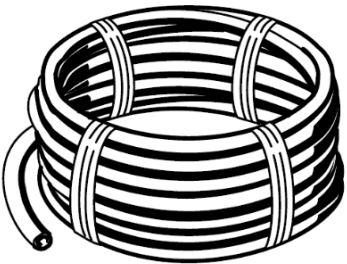
3.5.19. Lista de peças e componentes utilizados

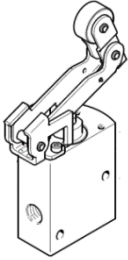

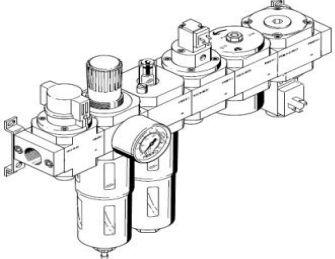
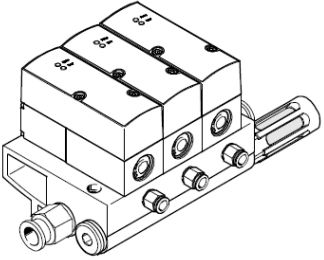
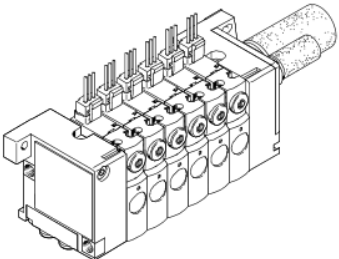
Na Tabela 46 são listados os componentes principais necessários à construção da máquina. Na coluna da localização, quando aplicável, está identificado o item referente ao desenho de conjunto do posto.

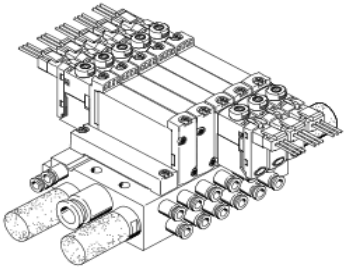
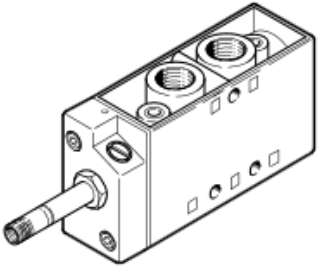
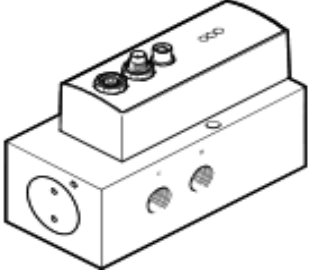
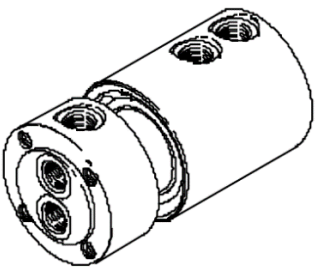
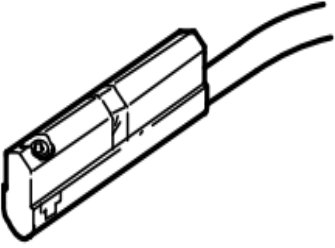
Tabela 46 - Lista de componentes

Figura da peça ou componente	Designação	Fabricante e referência	Localização
Material Pneumático			
	Actuador linear	Fabricante: Festo Ref.: DGC-12-180-G-P-A-2-14a	Posto 1 – 4
	Actuador linear	Fabricante: Festo Ref.: DGPL-18-340-PPV-A-GF-B	Posto 1 – 4
	Actuador compacto	Fabricante: Festo Ref.: ADVU-100-40-P-A	Posto 4 – 12

	<p>Miniguia</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: DGSL-20-50-PA</p>	<p>Posto 1 – 22</p>
	<p>Separador de alimentação</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: HPV-14-20-A</p>	<p>Posto 1 – 9</p>
	<p>Garra paralela</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: DHPS-20-A</p>	<p>Gripper – 1</p>
	<p>Actuador compacto, de curso reduzido e haste antigiro</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: DZF-12-10-A-P-A</p>	<p>Posto 2 – 15</p>
	<p>Actuadores com guias antigiro</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: ADNGF-12-40-P-A</p>	<p>Posto 2 – 14</p>

	<p>Actuador normalizado</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: DSBC-32-130-PPSA-N3-2-14a</p>	<p>Posto 3 – 1</p>
	<p>Actuador giratório com codificador angular integrado</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: DSMI-25-270-A-B</p>	<p>Posto 5 – 1</p>
	<p>Actuador rotativo</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: DRRD-16-180-FH-PA</p>	<p>P6 – 3</p>
	<p>Mesa giratória</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: DHTG-65-6-A-2-14a</p>	<p>Mesa01 – 1</p>
	<p>Tubo flexível de polímero</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: PUN-3X0,5-BL</p>	<p>Geral</p>

	<p>Válvula rolete</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: L-3-M5</p>	<p>Mesa01 – 14</p>
	<p>Conexão rápida</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: NPQH-D-M5- Q4-P10</p>	<p>Geral</p>
	<p>Unidades combinadas com lubrificador</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: FRC-1/8-D-MINI-KC</p>	<p>Quadro pneumático</p>
	<p>Válvula proporcional</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: VPPX-6F-L-1-F-0L10H</p>	<p>Quadro pneumático</p>
	<p>Válvula solenóide</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: CPVSC1-M1H-M-P-M5</p>	<p>Quadro pneumático</p>

	<p>Válvula solenóide</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: VUVG-B14-B52-ZT-F-1P3</p>	<p>Quadro pneumático</p>
	<p>Válvula solenóide</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: - MFH-5-1/2</p>	<p>Quadro pneumático</p>
	<p>Válvula proporcional</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: - VPWP</p>	<p>Quadro pneumático</p>
	<p>Distribuidor giratório</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: GF-1-8-2</p>	<p>Mesa01-4</p>
<p>Material Eléctrico</p>			
	<p>Sensor de proximidade</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: SME-10-SL-LED-24</p>	<p>Geral</p>

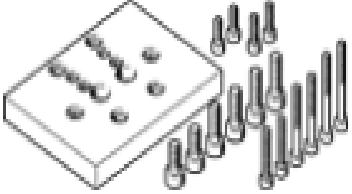
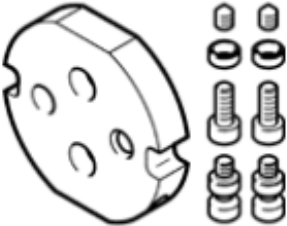
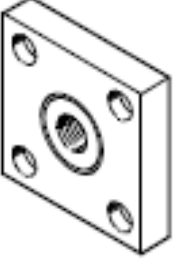
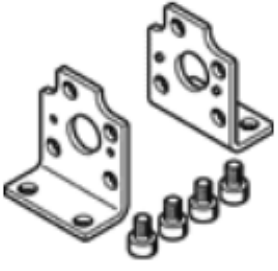
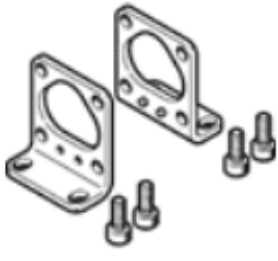
	<p>Sensor de proximidade</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: SMT-8G-PS-24V-E-QE</p>	<p>Geral</p>
	<p>Sensor de proximidade</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: SME-8M-DS-24V-K-0,3-M8D</p>	<p>Geral</p>
	<p>Consola SIMATIC HMI KTP700 Comfort</p>	<p>Fabricante: Siemens Ref.: 6AV2 124-0GC01-0AX0</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Autómato S7-300 CPU313C</p>	<p>Fabricante: Siemens Ref.: 2DP6ES7 313-6CG04-0AB0</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Carta de saídas digitais DI16/DO16x24V /0.5A</p>	<p>Fabricante: Siemens Ref.: 6ES7 323-1BL00-0AA0</p>	<p>Quadro eléctrico</p>






	<p>Coluna de sinalizadores</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric</p> <p>Ref.: XVMB2R5A5GSB</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Sinalizador Ø 30 - verde - incandescente</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric</p> <p>Ref.: 9001KP35G9</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Botão de pressão de paragem de emergência completo</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric</p> <p>Ref.: XALK178E</p>	<p>Ver capítulo 3.5.13.3</p>
	<p>Estação de controlo completa</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric</p> <p>Ref.: K10A001ACH</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Arrancador combinado directo TeSys GV2-DM - 0,40/0,63A 230VCA</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric</p> <p>Ref.: GV2DM104P7</p>	<p>Quadro eléctrico</p>

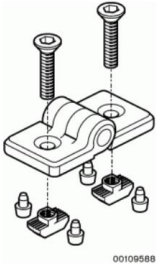
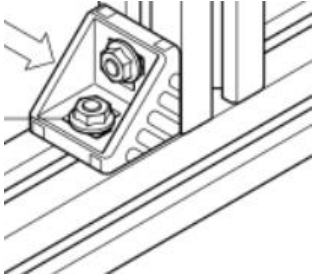

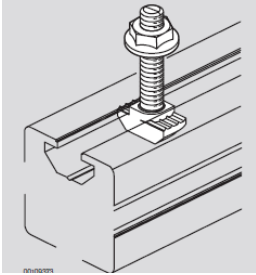
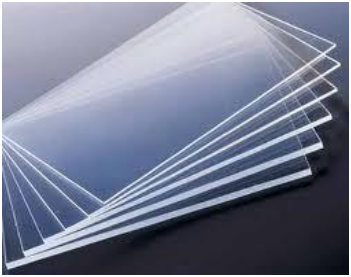
	Disjuntor	Fabricante: Schneider Electric Ref.: 28600	Quadro eléctrico
	Módulo XPS-AK – paragem de emergência	Fabricante: Schneider Electric Ref.: XPSAK311144	Quadro eléctrico
	Sensor fotoeléctrico	Fabricante: Schneider Electric Ref.: XU5M18AB20D	Geral
	Transformador	Fabricante: Schneider Electric Ref.: ABT7ESM004B	Quadro eléctrico
	Interruptor de segurança	Fabricante: Schneider Electric Ref.: XCSA501	Quadro eléctrico

	<p>Interruptor-seccionador tripolar</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric Ref.: V02</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Punho de comando com encravamento por 3 cadeados e parafusos de fixação.</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric Ref.: KCD1PZ Ref.: KCF1PZ</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Prolongamento para accionador</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric Ref.: VZ17</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Dispositivo de paragem de emergência</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric Ref.: ASISLB4</p>	<p>Quadro eléctrico</p>
	<p>Sensor de Interface</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: CASM-S-D2-R3</p>	<p>Quadro eléctrico</p>

	<p>Sensor de proximidade</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: SIEN</p>	<p>Geral</p>
	<p>Cravador</p>	<p>Fabricante: Bodmer Küsnacht AG Ref.: BK40/NS</p>	<p>Posto 4 – 1</p>
	<p>Cabo de conexão</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: NEBC-P1W4-K-03-N-M12G5</p>	<p>Geral</p>
	<p>Cabo de conexão</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: KVI-CP-3</p>	<p>Geral</p>
	<p>Ficha</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric Ref.: PKE16M414</p>	<p>Quadro eléctrico</p>

Material estrutural			
	<p>Elemento básico para a tecnologia de manipulação e de montagem</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: HMSV-56</p>	<p>Posto 1 – 11</p>
	<p>Acessório para a unidade de manipulação</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: DHAA-G-Q11-16-B1-16-P</p>	<p>P6 – 6</p>
	<p>Acessório para a unidade de manipulação</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: KSG-M20x1,5</p>	<p>Posto 4 – 13</p>
	<p>Acessório para a unidade de manipulação</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: HPC-12</p>	<p>Posto 1 – 17</p>
	<p>Acessório para a unidade de manipulação</p>	<p>Fabricante: Festo Ref.: HP-18</p>	<p>Posto 1 – 25</p>

	<p>Perfil 40x40L</p>	<p>Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 529 339</p>	<p>Estrutura</p>
	<p>Ligação de canto 40x40</p>	<p>Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 529 404</p>	<p>Estrutura</p>
	<p>Remate de canto 40x40</p>	<p>Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 529 018</p>	<p>Estrutura</p>
 <p>L=85</p>	<p>Pé de suporte</p>	<p>Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 311 950</p>	<p>Estrutura</p>
	<p>Pega</p>	<p>Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 536 556</p>	<p>Estrutura</p>

	Dobradiça	Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 544 504	Estrutura
	Ligação 40x40	Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 529 007	Estrutura
	Tampa de ligação	Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 528 967	Estrutura
	Parafuso T	Fabricante: Bosch Rexroth Ref.: 3 842 528 715	Estrutura
	Painéis de vidro acrílico (PMMA)	Fabricante: Minfo Grafica Ref.: LZ-ACRPO003	Estrutura

	<p>Armário metálico 600x400x250</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric</p> <p>Ref.: NSYCRN64250P</p>	<p>Estrutura</p>
	<p>Armário metálico 800x600x200</p>	<p>Fabricante: Schneider Electric</p> <p>Ref.: NSYCRN86200P</p>	<p>Estrutura</p>
	<p>Redutor</p>	<p>Fabricante: Wittenstein alpha</p> <p>Ref.: HG+</p>	<p>Transportador – 36</p>
	<p>Chumaçeira</p>	<p>Fabricante: SNR</p> <p>Ref.: UCF204</p>	<p>Transportador – 5</p>

4. Conclusões

O projecto de uma máquina assenta na análise cuidada dos requisitos, sejam funcionais, produtivos, de qualidade ou de segurança que foram considerados nesta dissertação.

Os seguintes objectivos inicialmente propostos foram cumpridos na íntegra:

- A cadência solicitada foi superada em 19%, resultando num equipamento mais eficiente e optimizado;
- O nível de automação utilizado permite que o equipamento produza remachados de forma automática, necessitando do operador unicamente para alimentação de peças e definição de parâmetros;
- O sistema de separação e orientação de tubos e transmissões permite lidar com a alimentação aleatória por parte do operador.
- As dimensões do equipamento permitem a instalação no local do equipamento inicial;
- O controlo de cravação dos remachados é efectuado a 100% dos componentes eliminando a possibilidade de produtos defeituosos chegarem ao cliente final;
- O sistema de extracção dos remachados criado reduziu a possibilidade da criação de defeitos na zona de saída de produto.

Pode assim afirmar-se que todos os objectivos foram claramente atingidos, e que o projecto se encontra pronto para fase de produção.

A máquina foi projectada tendo em conta os requisitos legais actuais, nomeadamente a aplicação dos requisitos da Directiva Máquinas.

Visto que todos os projectos podem ser melhorados, e a melhoria contínua faz parte do processo de aprendizagem, este não é excepção à regra. Uma forma de otimizar o projecto desenvolvido até a data pode passar por um sistema de alimentação e armazenamento de caixas, diminuindo a interacção do operador com o equipamento e a redução de possíveis tempos improdutos.

Outro aspecto que poderá ser alvo de uma atenção mais cuidada, e permita uma evolução significativa na cadência de produção é o desenvolvimento de novas técnicas de cravação.

5. Bibliografia e Outras Fontes de Informação

5.1. Bibliografia

Abreu, Mário. 1995. *As actividades de I&DT na indústria portuguesa.* O economista. Nº8. Anuário da economia portuguesa, 1995. p. 3.

Bishop, Robert H. 2002. *The Mechatronics Handbook*, s.l. : CRC Press LLC, 2002.

Brito, Luis. 2014. *Desenvolvimento de um equipamento dedicado à montagem de componentes para elevação de vidros em automóveis.* ISEP. Porto : s.n., 2014.

Carlos, Luiz. 2006. *INTERFACE FÍSICA E ECONÔMICA EM GESTÃO DE PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PRODUTOS CONJUNTOS.* Tese de Douturamento, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

Decreto-Lei nº 103/2008. Diário da República 1ª Série – Nº 120 [24 de Junho de 2008] 3765-3759.

Decreto-Lei nº 214/1995. Diário da República 1ª Série A – Nº 190 [18 de Agosto de 1995] 5187-5188.

Decreto-Lei nº 50/2005. Diário da República 1ª Série A – Nº 40 [25 de Fevereiro de 2005] 1766-1773.

G. Erdman and G.N. Sandor, 1997. *Mechanism Design: Analysis and Synthesis.* 2nd Edition. s.l. : Prentice Hall, 1997.

Goeking, Weruska. 2010. [Em linha]. *Da máquina a vapor aos softwares de automação.* Revista O SetorElétrico, Edição 52, Maio de 2010 [Consultado em: 20 Julho 2014.]. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/57-artigos-e-materias/343-xxxx.html>.

Groover, Mikell P. 2000. *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing.* Second Edition. s.l. : Prentice Hall, 2000.

INTELI. 2005. *Diagnóstico da Indústria Automóvel em Portugal.* 2005.

Lars Holmqvist 2006. CLEPA CEO, Bruxelas, Agosto 2006.

Lourenço, Sofia. 2008. *O Impacto Económico e Social das Indústrias de Componentes Automóvel na Região Norte de Portugal*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2008.

Nof, Shimon Y. 2009. *Springer Handbook of Automation*. s.l. : Springer. 2009. ISBN: 978-3540788300.

Oliveira, Nuno. 2009. *A evolução organizacional das empresas nacionais nas cadeias de fornecimento da indústria de componentes para automóvel*. Dissertação de Mestrado, FEUP, Porto, 2009.

Portaria nº 172/2000. Diário da República 1ª Série B – Nº 70 [23 de Março de 2000] 1174-1175.

Porter, Michael. 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. New York : Free Press, 1990.

Rosário, João Mauricio. 2009. *Automação Industrial*. s.l. : Barauna. 2009.

Sclater, Neil; Chironis, Nicholas. 2001. *MECHANISMS & MECHANICAL DEVICES SOURCEBOOK*. Third Edition. s.l. : McGraw-Hill. 2001.

Siciliano, Bruno; Khatib, Oussama. 2008. *Springer Handbook of Robotics*. s.l. : Springer. 2008.

SEW. 2007. *Seleção de accionamentos métodos de cálculos e exemplos*. Volume1. 2007.

Veloso, Francisco, Chris, Henry and Roth, Richard. 2000. *Can Small Firms Leverage Global Competition? The Portuguese Automotive Supplier Industries*. 2000.

5.2. Outras fontes de informação disponíveis online

Aeportugal. [Em linha] [Consultado em: 15 Agosto 2014.]. Disponível em: <http://www.aeportugal.pt/>.

Bahia Mercantil. [Em linha] [Consultado em: 17 Agosto 2014.]. Disponível em: http://www.bahiamercantil.com.br/?attachment_id=10092#&panel1-1.

Delfingen. [Em linha] [Consultado em: 06 Julho 2014.]. Disponível em: <http://www.delfingen.com/>.

Demesne. [Em linha] [Consultado em: 10 Julho 2014.]. Disponível em: <http://www.demesne.ie/lockouttagout.html>.

Directindustry. [Em linha] [Consultado em: 30 Setembro 2014.]. Disponível em: <http://www.directindustry.es/prod/tgw-mechanics/transportadores-rodillos-motorizados-55350-491509.html>, consultado em 30-09-2014 21:09.

Egemin-automation. [Em linha] [Consultado em: 11 Julho 2014.] . Disponível em: http://www.egemin-automation.com/en/automation/material-handling-automation_ha-solutions/agv-systems.

Enautica. [Em linha] [Consultado em: 25 Agosto 2014.]. Disponível em: http://www.enautica.pt/publico/professores/Baptista/Automacao/Slides_Aut_cap1.pdf.

Engineering toolbox. [Em linha] [Consultado em: 14 Setembro 2014.]. Disponível em: http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html.

EssentialVermeer. [Em linha] [Consultado em: 14 Setembro 2014.]. Disponível em: http://www.essentialvermeer.com/music/carillon/carillon_c.html#.VBd0BE1OXml.

Gchtool. [Em linha] [Consultado em: 6 Setembro 2014.]. Disponível em: <http://gchtool.com/>.

Gizmag. [Em linha] [Consultado em: 25 Agosto 2014.]. Disponível em: <http://www.gizmag.com/thermite-robot/24445/>

Infopedia. [Em linha] [Consultado em: 19 Agosto 2014.]. Disponível em: [http://www.infopedia.pt/\\$automatizacao;jsessionid=XRHv5InP9SrWrTV9RGTsgA](http://www.infopedia.pt/$automatizacao;jsessionid=XRHv5InP9SrWrTV9RGTsgA)

Logismarket. [Em linha] [Consultado em: 1 Julho 2014.]. <http://www.logismarket.com.ar/ip/hurtado-rivas-robot-manipulador-robot-de-manipulacion-de-pallets-vacios-753994-FGR.jpg>.

Manutençãoesuprimentos. [Em linha] [Consultado em: 19 Agosto 2014.]. Disponível em: <http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/4798-tipos-de-robos-para-pintura-industrial/>.

NSF. [Em linha] [Consultado em: 14 Agosto 2014.]. Disponível em: http://www.nsf.gov/od/lpa/news/03/pr0391_video.htm.

OICA. [Em linha] [Consultado em: 16 Setembro 2014.]. Disponível em: <http://www.oica.net/>.

O Setor Elétrico. [Em linha] [Consultado em: 28 Agosto 2014.]. Disponível em: <http://www.osetoelettrico.com.br/web/a-empresa/343-xxxx.html>.

Performance Forums. [Em linha] [Consultado em: 30 Setembro 2014.]. Disponível em: <http://www.performanceforums.com/forums/showthread.php?67299596-Schrader-valve-extensions-calling-the-PF-tyre-mobs>.

Plantautomation technology. [Em linha] [Consultado em: 30 Setembro 2014.]. Disponível em: <http://www.plantautomation-technology.com/company/test-measurement/titan-industries-limited>.

Premier Auto Workers. [Em linha] [Consultado em: 4 Setembro 2014.]. Disponível em: <http://www.premierautoworkers.com/lockout-tagout-products.htm>

Profelectro. [Em linha] [Consultado em: 4 Agosto 2014.]. Disponível em: <http://www.profelectro.info/>.

Supply2build. [Em linha] [Consultado em: 2 Setembro 2014.]. Disponível em: http://supply2build.com/supplier/supplier_detail/5222.

Unitedtoolers. [Em linha] [Consultado em: 30 Setembro 2014.]. Disponível em: <http://www.unitedtoolers.com/Products/VibratoryFeeders.aspx>.

UOL. [Em linha] [Consultado em: 1 Setembro 2014.]. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2010/07/20/hospital-italiano-anuncia-sucesso-de-transplante-de-rim-realizado-por-robo.htm>.

Wikipedia. [Em linha] [Consultado em: 25 Setembro 2014.]. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Roda_de_Genebra#mediaviewer/File:Geneva_drive.svg

ANEXO I

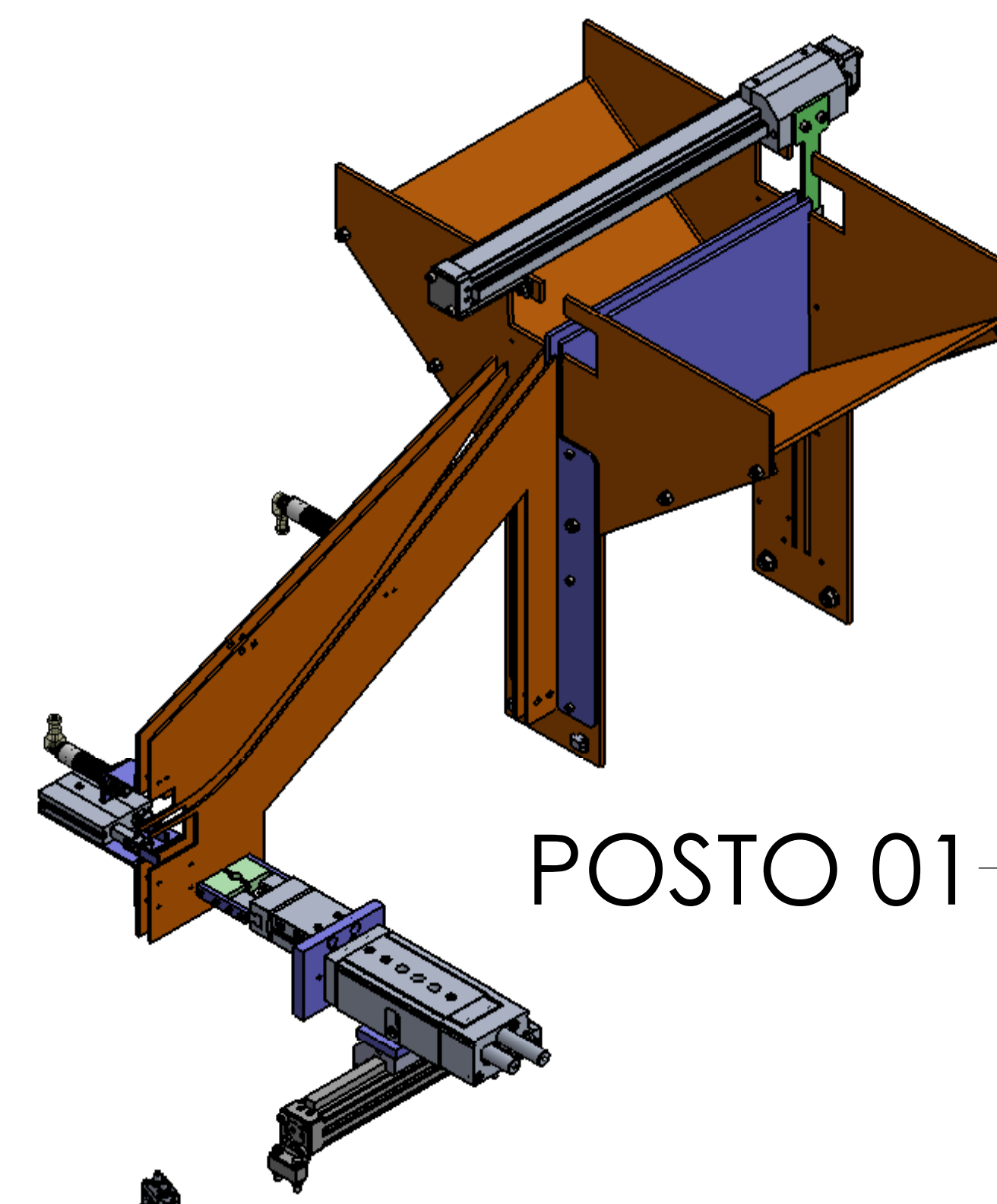
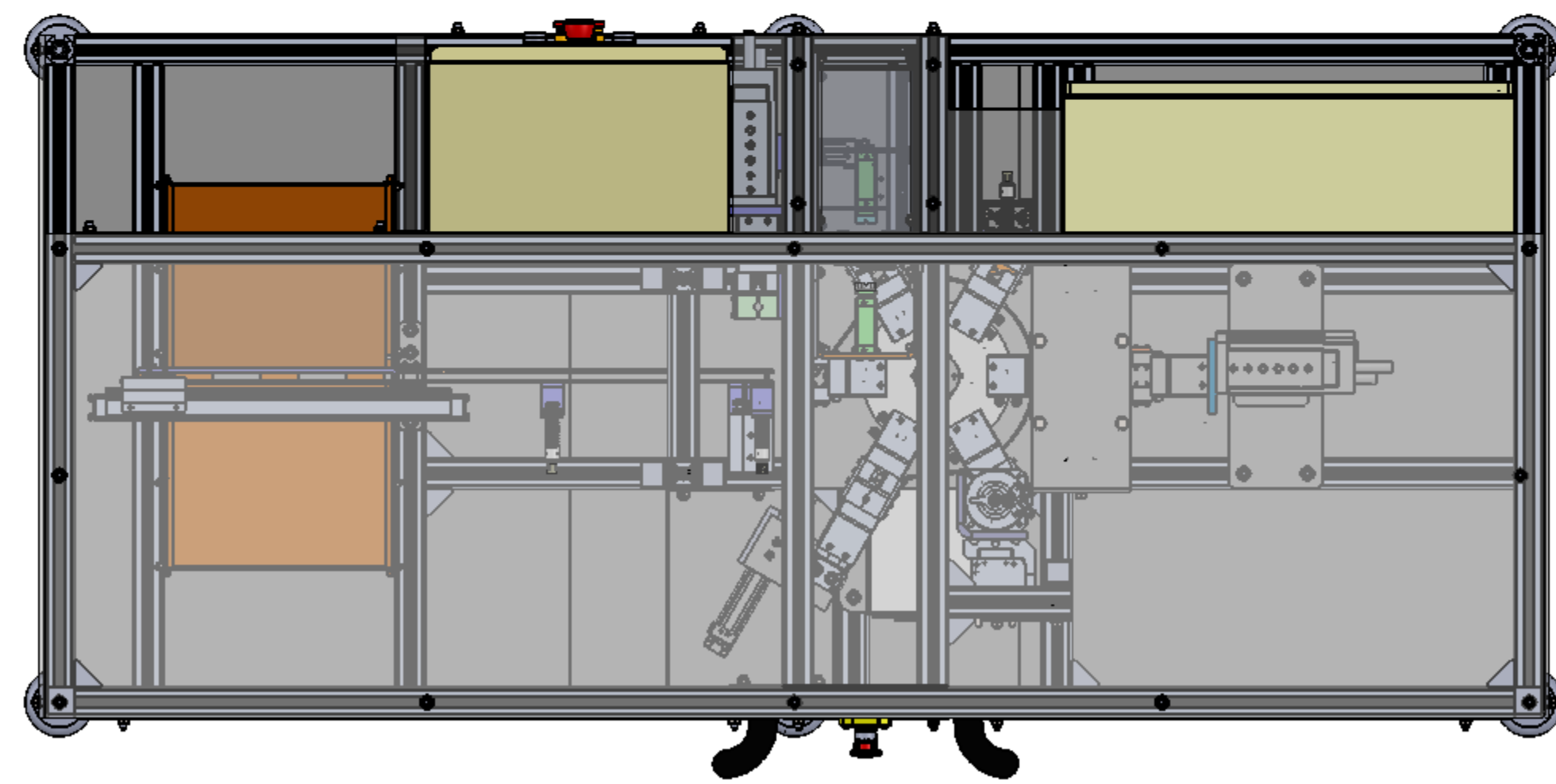
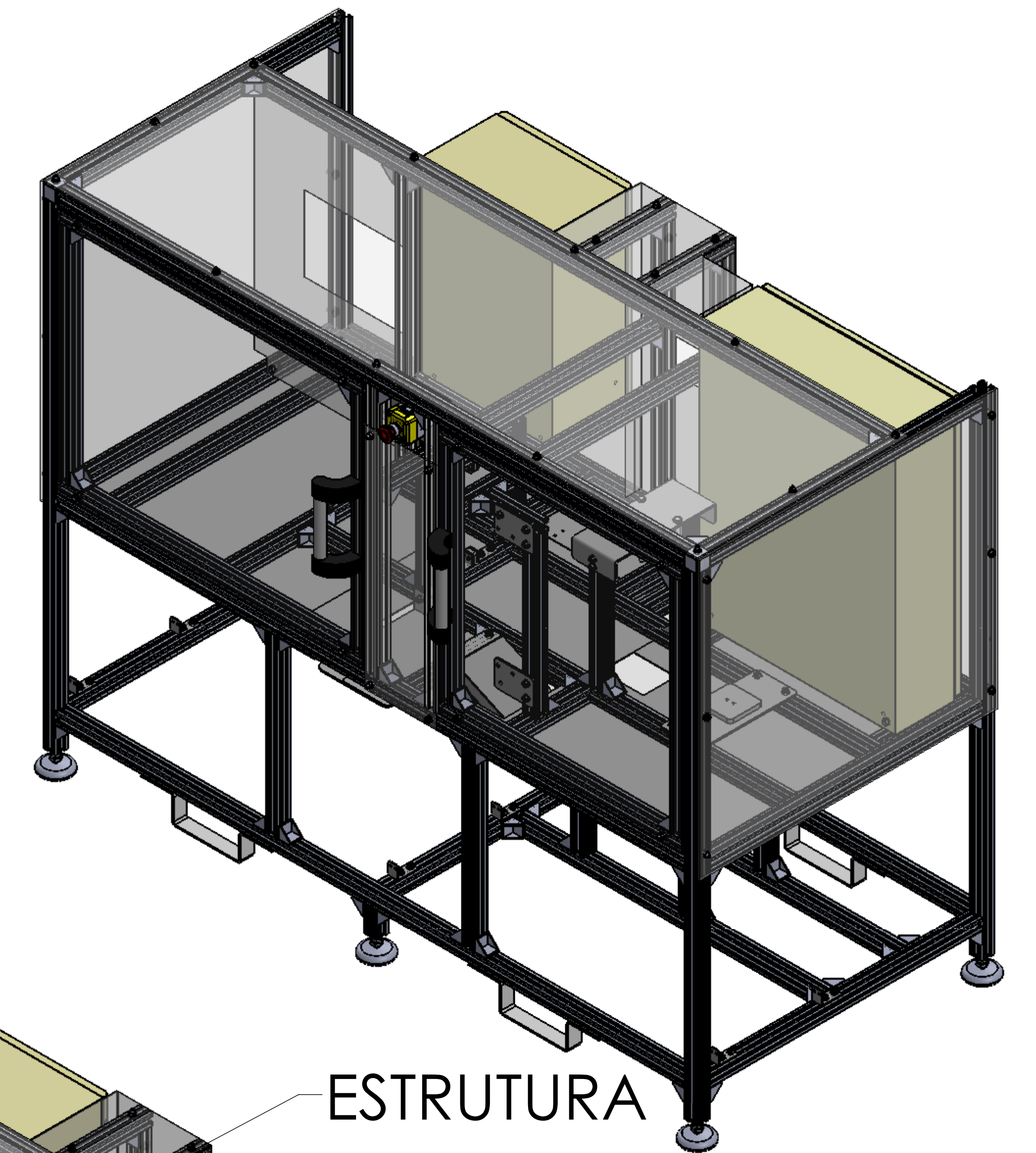
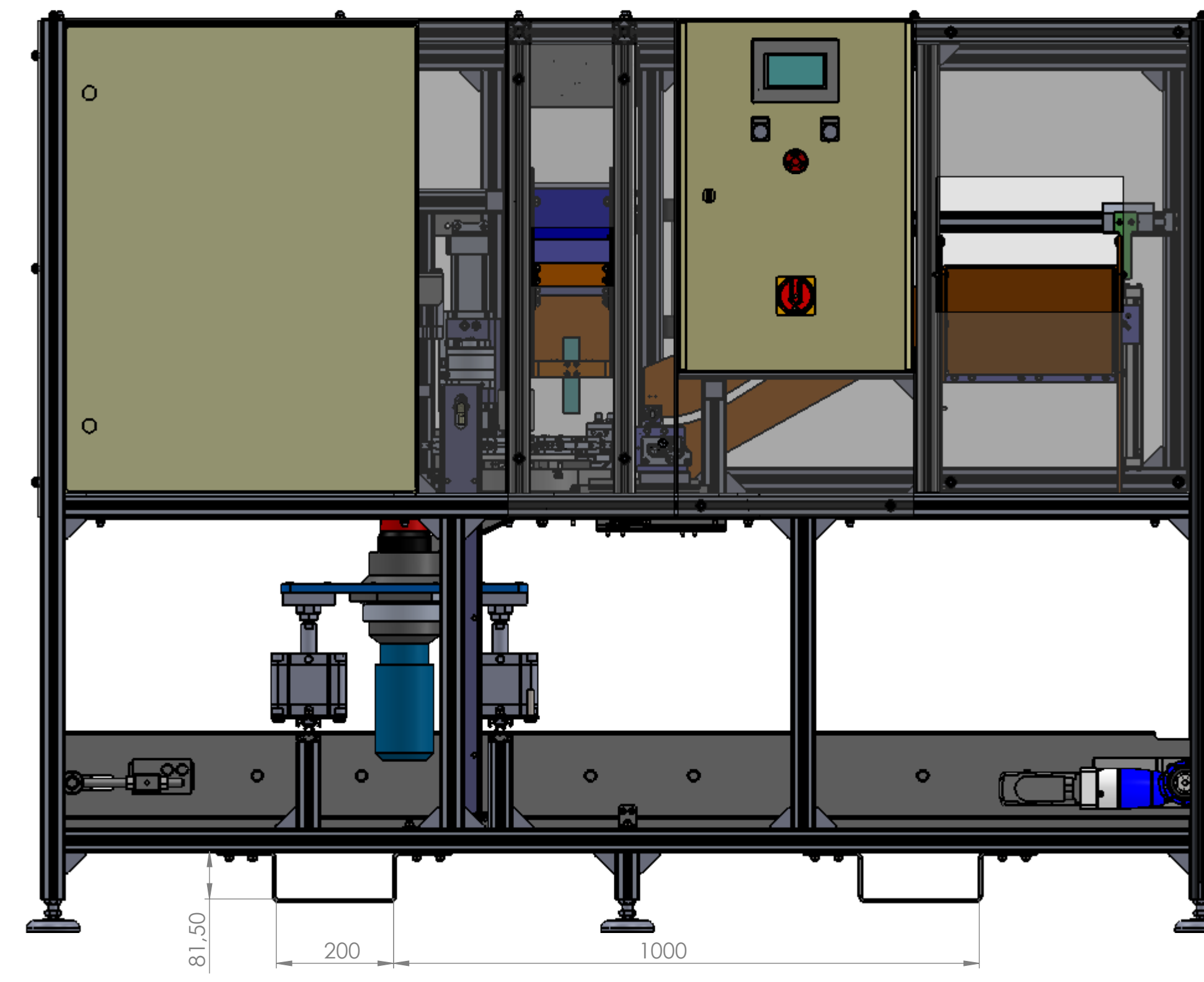
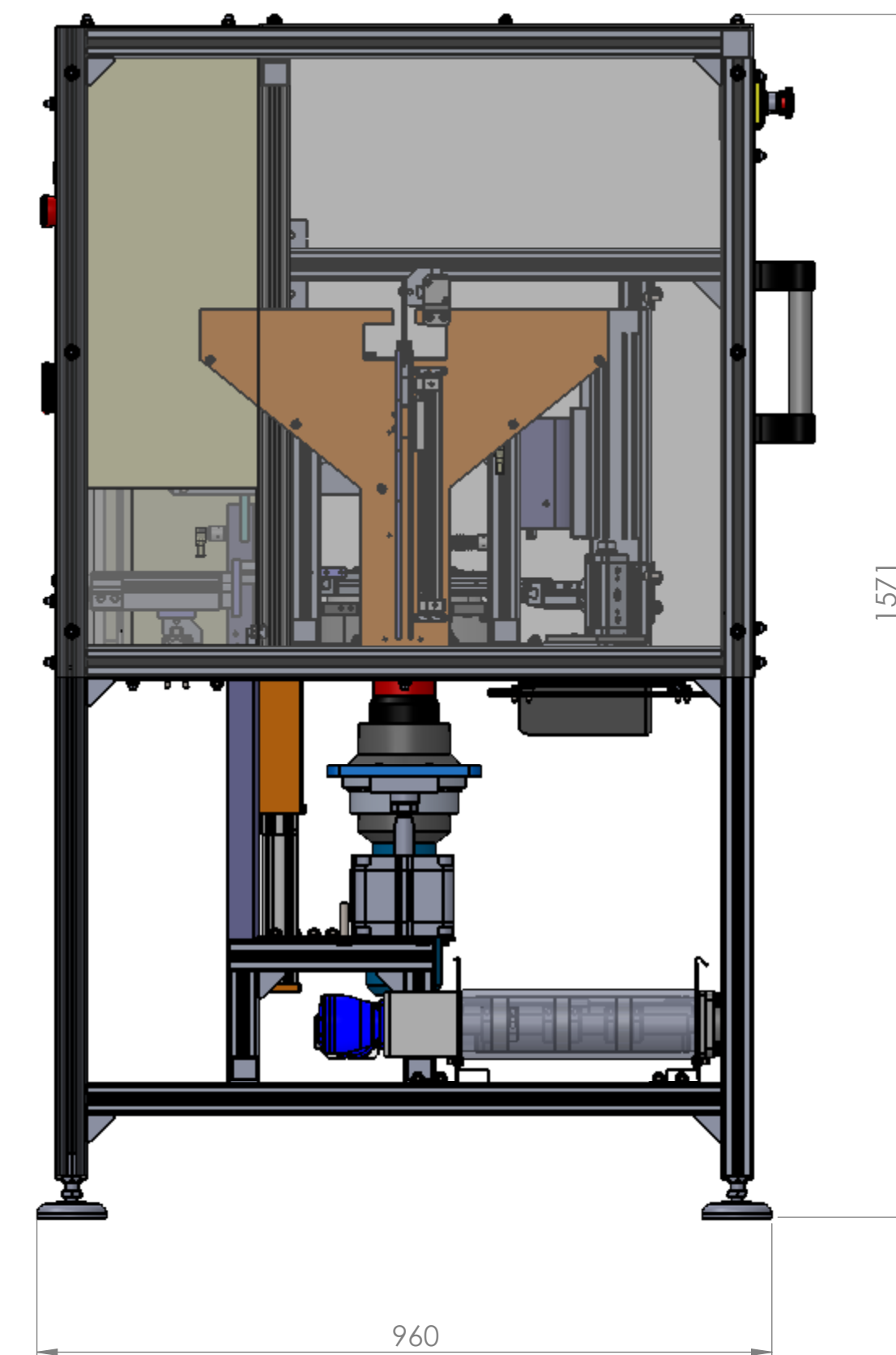
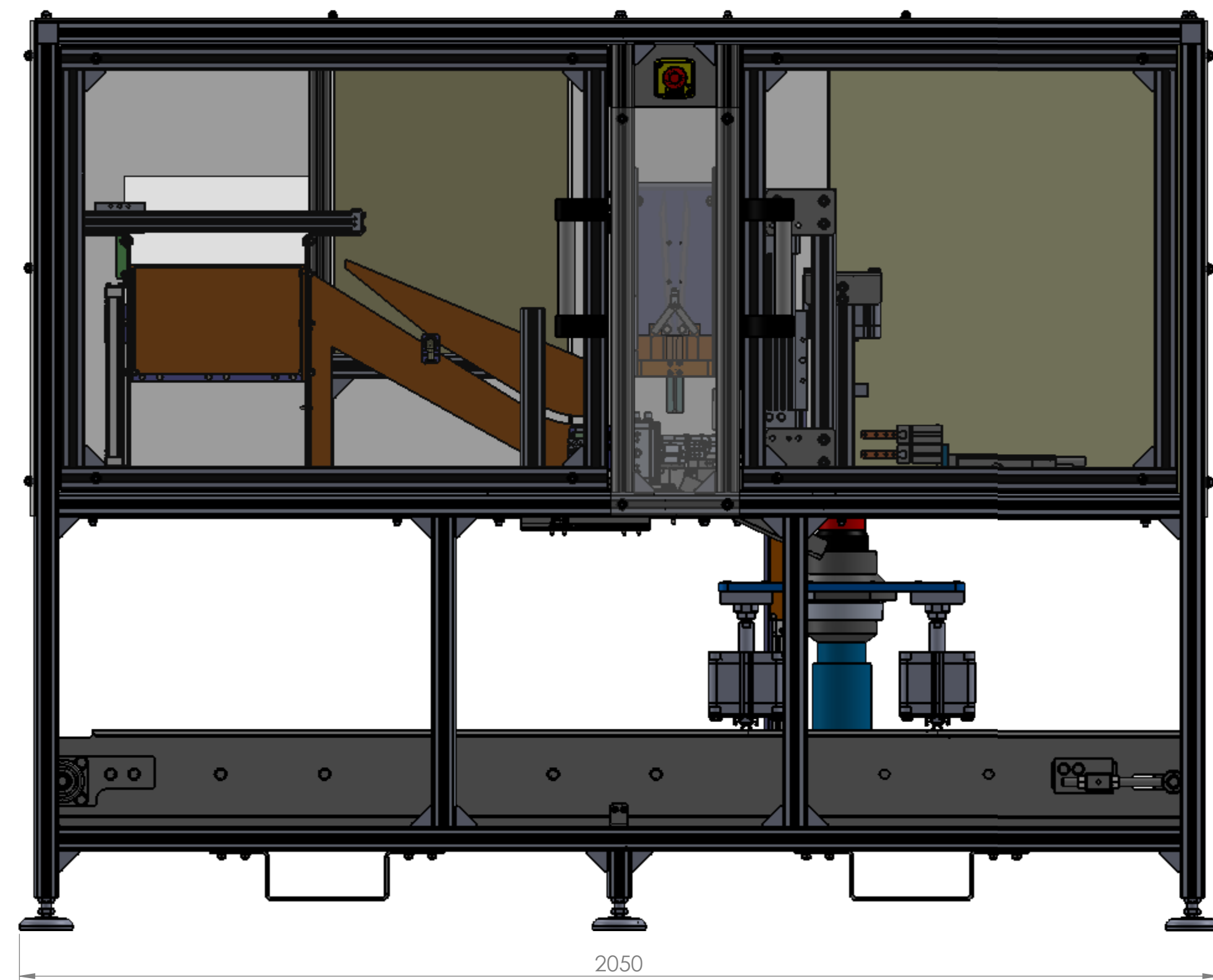
Avaliação de Risco

FASE DE VIDA ÚTIL: Utilização (Ciclo Automático)				AVALIAÇÃO DE RISCOS DA MÁQUINA DE REMACHAR																
Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção			Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas								
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco	Prevenção intrínseca	Protecção	Medidas adicionais	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico	
												PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não		
Separação e alimentação de transmissões		Movimento do atuador CI2	Esmagamento Entalamento	10	2,5	3	1	75	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº			
	Mecânico	Movimento dos atuadores CI3, CI4 e CI5	Esmagamento Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº			
		Movimento da garra1	Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº			
Alimentação, orientação e inserção dos tubos	Mecânico	Movimento dos atuadores CI8 e CI9	Esmagamento Entalamento	8	5	3	1	120	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº			
		Movimento das pinças	Esmagamento Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº			
Controlo da inserção dos tubos	Mecânico	Movimento do atuador CI10	Esmagamento Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº			
Cravação dos tubos	Mecânico	Movimento dos atuadores CI11, CI12, CI13 e CI14	Esmagamento Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho nº			
		Movimento das garra2 e garra3	Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº			
Controlo de cravação dos tubos	Mecânico	Movimento do atuador CI15	Esmagamento Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº			

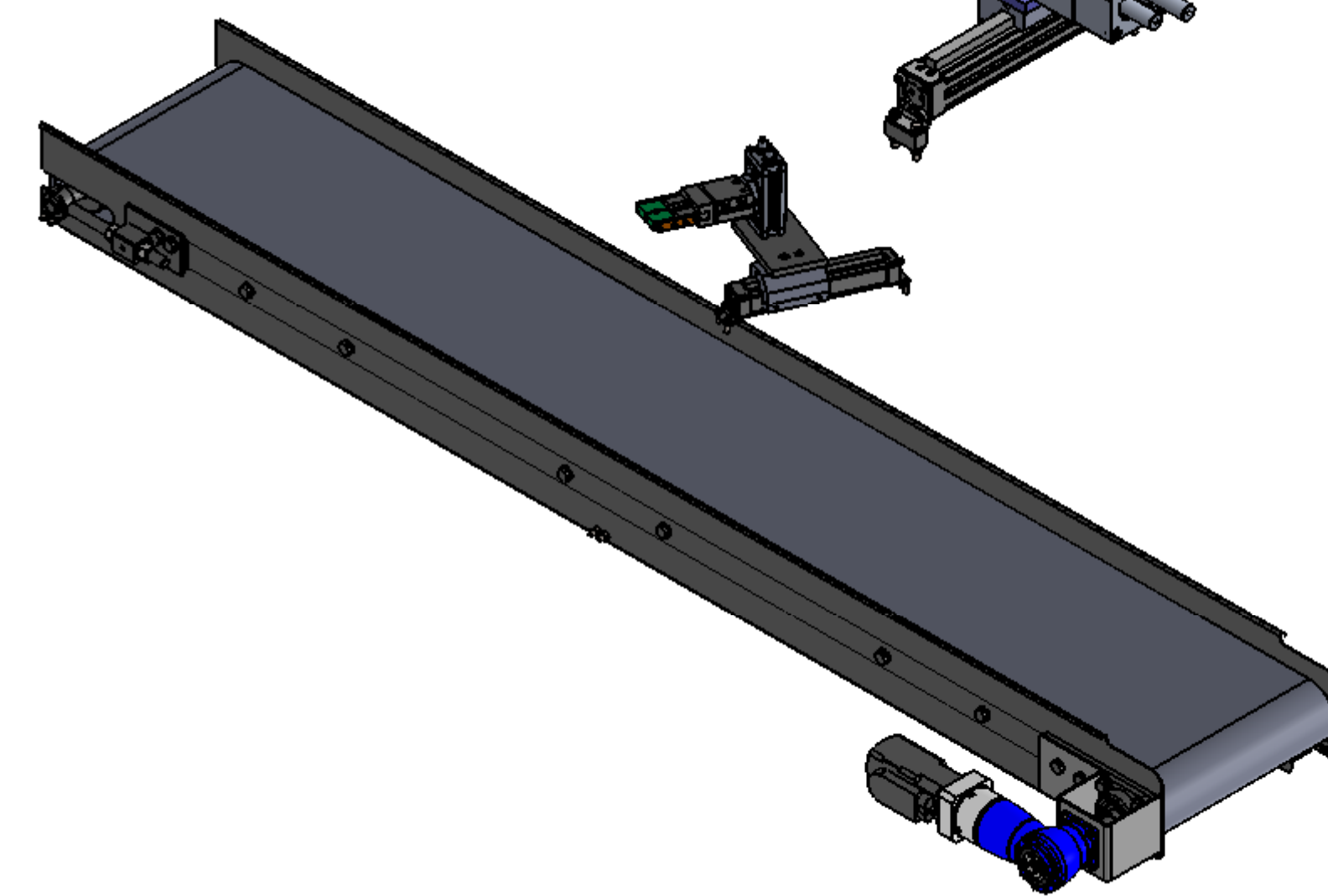
FASE DE VIDA ÚTIL: Utilização (Ciclo Automático)				AVALIAÇÃO DE RISCOS DA MÁQUINA DE REMACHAR															
Condição perigosa / Tarefa	Risco associado			Estimativa do risco					Identificação das medidas de prevenção			Avaliar a possibilidade de ocorrência de novos riscos decorrentes das soluções previstas							
	Tipo	Origem	Potencial consequência	PO	FE	S	NP	Risco	Prevenção intrínseca	Protecção	Medidas adicionais	Estimativa do risco					Risco residual?		Documento técnico
												PO	FE	S	NP	Risco	Sim	Não	
Saída e armazenamento de produto final	Mecânico	Movimento do transportador	Esmagamento Entalamento	8	2,5	3	1	60	Transportador fabricado de acordo com a EN 619 (órgãos de transmissão protegidos protecção intrínseca: aberturas inferiores a 5mm).	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13849-1 EN 619		
		Movimento dos atuadores Cil17 e Cil18	Esmagamento Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº		
		Movimento da garra4	Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº		
Mesa giratória	Mecânico	Movimento das garras5,6,7,8,9,10	Entalamento	8	2,5	3	1	60	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº		
		Movimento da mesa giratória	Esmagamento Entalamento	10	2,5	3	1	75	Protecção intrínseca da máquina de memachar que impede o acesso ao seu interior de acordo com EN ISO 13857; Protecções móveis (portas) com dispositivo de detecção eléctrico que para todos os movimentos perigosos.	0	2,5	3	1	0,2475		X	EN ISO 13857 Desenho conjunto nº		
Geral	Combinação de riscos	Erro humano Falha sistema	Diversos	8	5	8	1	320	Instalação de dispositivos de paragem de emergência de acordo com a EN ISO 13850 e EN ISO 13849-1, nos postos de trabalho e junto às portas de acesso.	0	5	8	1	1,32		X	EN ISO 13849-1; EN ISO 13850; Projecto eléctrico; Desenho nº		
	Eléctrico	Contacto directo com partes activas	Electrocussão	8	2,5	15	1	300	Projecto eléctrico de acordo com a EN 60204-1; Protecção das partes activas.	1	2,5	3	1	7,5		X	EN 60204-1 Projecto eléctrico		
	Eléctrico	Contacto indirecto com partes activas	Electrocussão	10	2,5	15	1	375	Projecto eléctrico de acordo com a EN 60204-1; Ligação das partes/estruturas metálicas ao circuito de protecção; Cabos eléctricos com duplo isolamento.	0	5	15	1	2,475		X	EN 60204-1 Projecto eléctrico		
	Ergonómico	Iluminação local	Diminuição acuidade visual	15	5	8	1	600	Instalação de acrílico na zona superior do equipamento.	0	5	8	1	1,32		X	Desenho nº		
	Ergonómico	Desenho dos dispositivos de comando e controlo	Disfunção musculoesquelética	8	2,5	0,5	1	10	Projecto eléctrico de acordo com a EN 60204-1; Comandos instalados pelo menos a 0,6 m acima do nível de operação e de fácil acesso à posição normal de trabalho do operador.	1	5	0,5	1	2,5		X	EN 60204-1 Projecto eléctrico Desenho nº		
	Ruído	Funcionamento normal	Lesões no sistema auditivo	1	5	8	1	40	Avaliação da potência sonora; Protecção intrínseca da que limite os valores de potência sonora emitida pelo equipamento.	0	5	8	1	1,32		X	Informação no manual de instruções do nível de potência sonora.		
	Mecânico	Falha energia eléctrica e ar comprimido	Esmagamento (despressurização dos cilindros)	15	2,5	0,1	1	3,75	Sistema de controlo eléctrico/pneumático que permite bloquear o movimento do actuadores e prevenir o arranque intempestivo.	0	2,5	0,1	1	0,0083		X			

ANEXO II

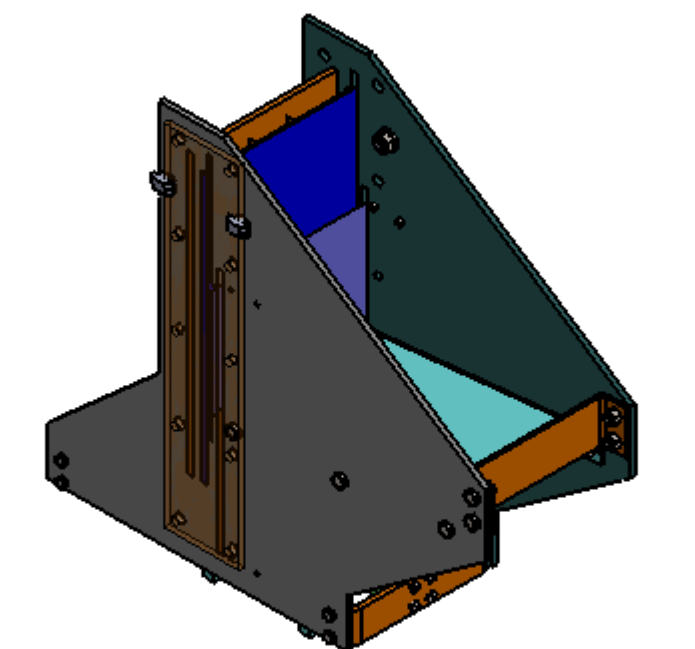
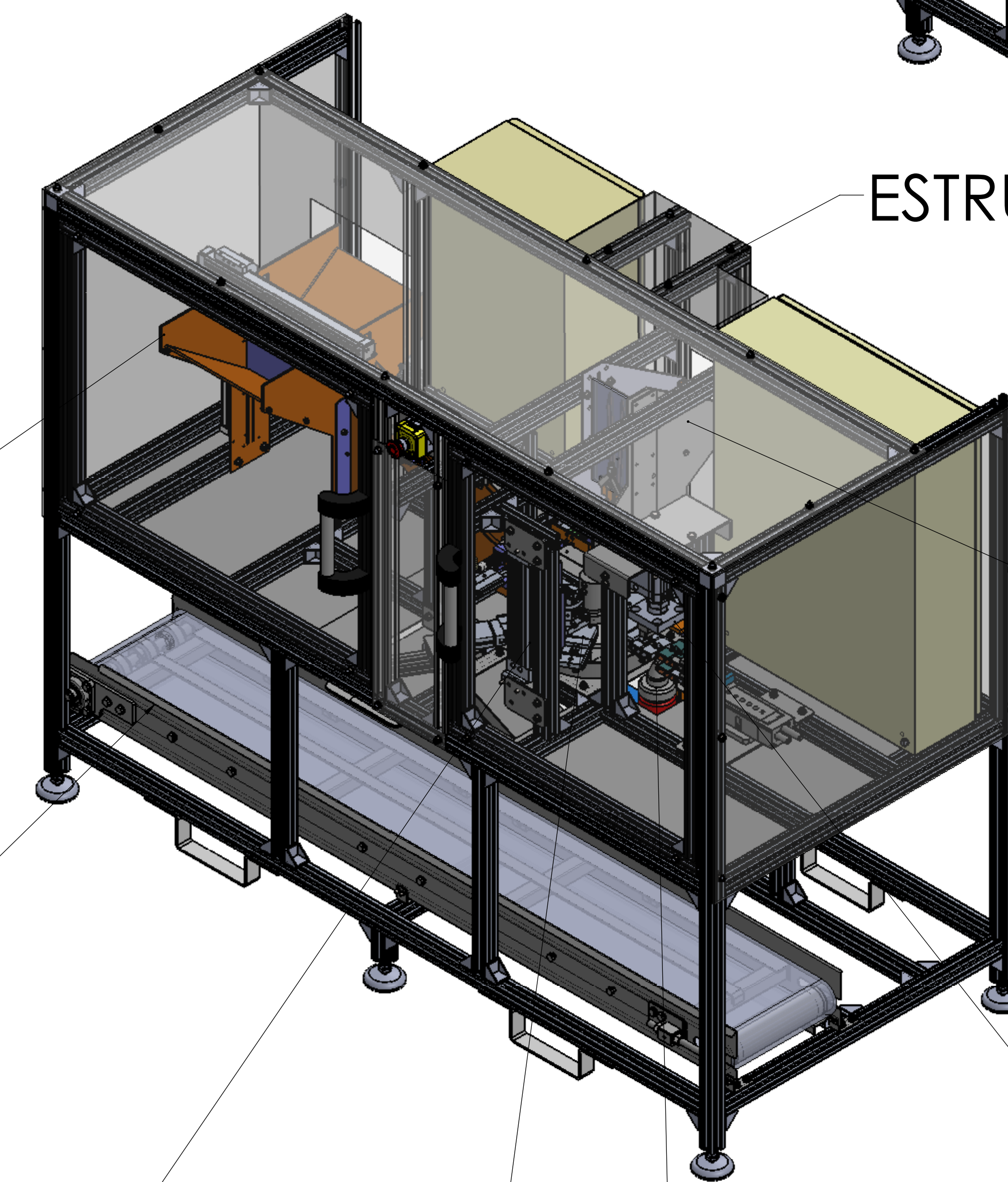
Desenhos



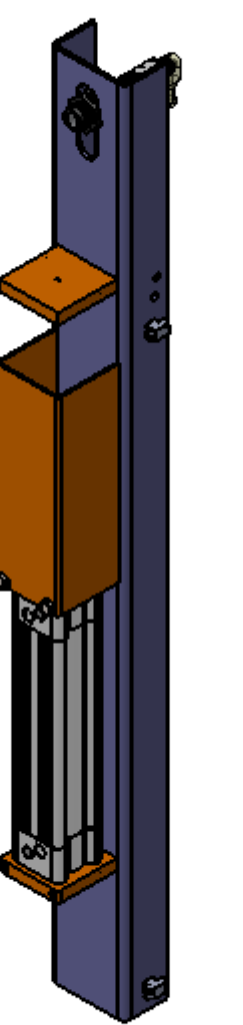
POSTO 01



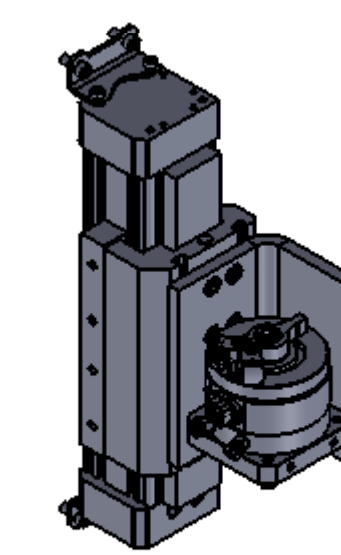
POSTO 06



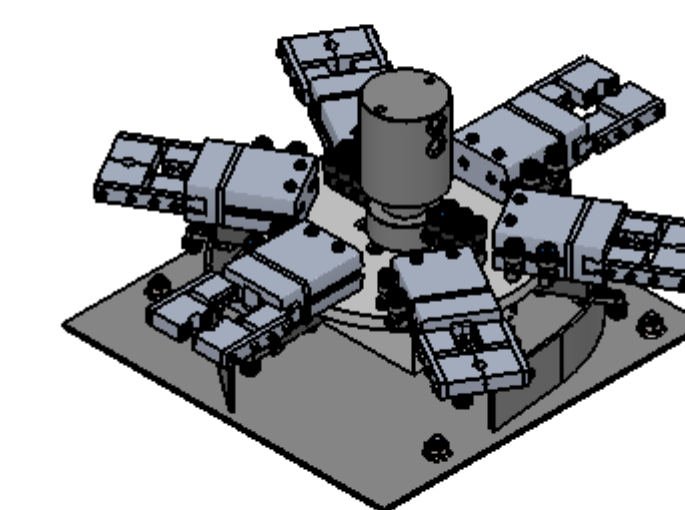
POSTO 02



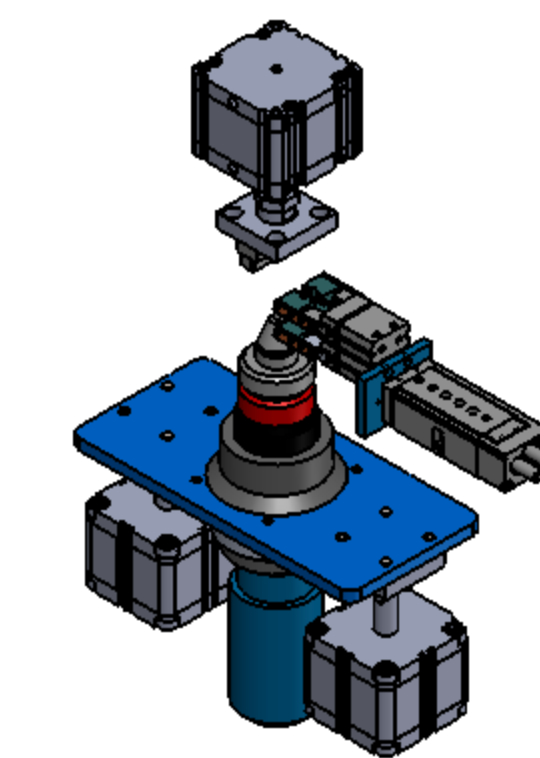
POSTO 03



POSTO 05



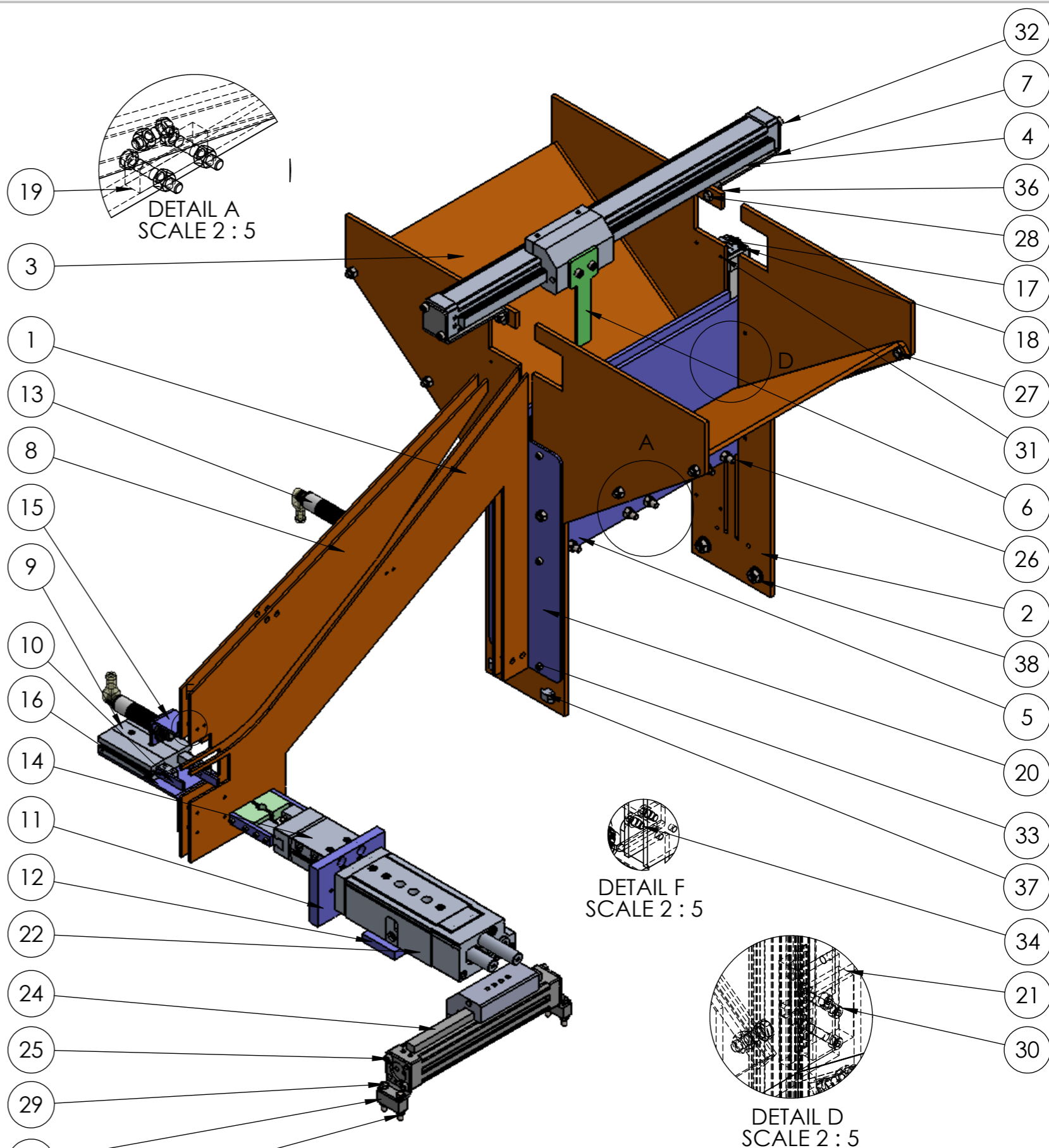
MESA 01



POSTO 04

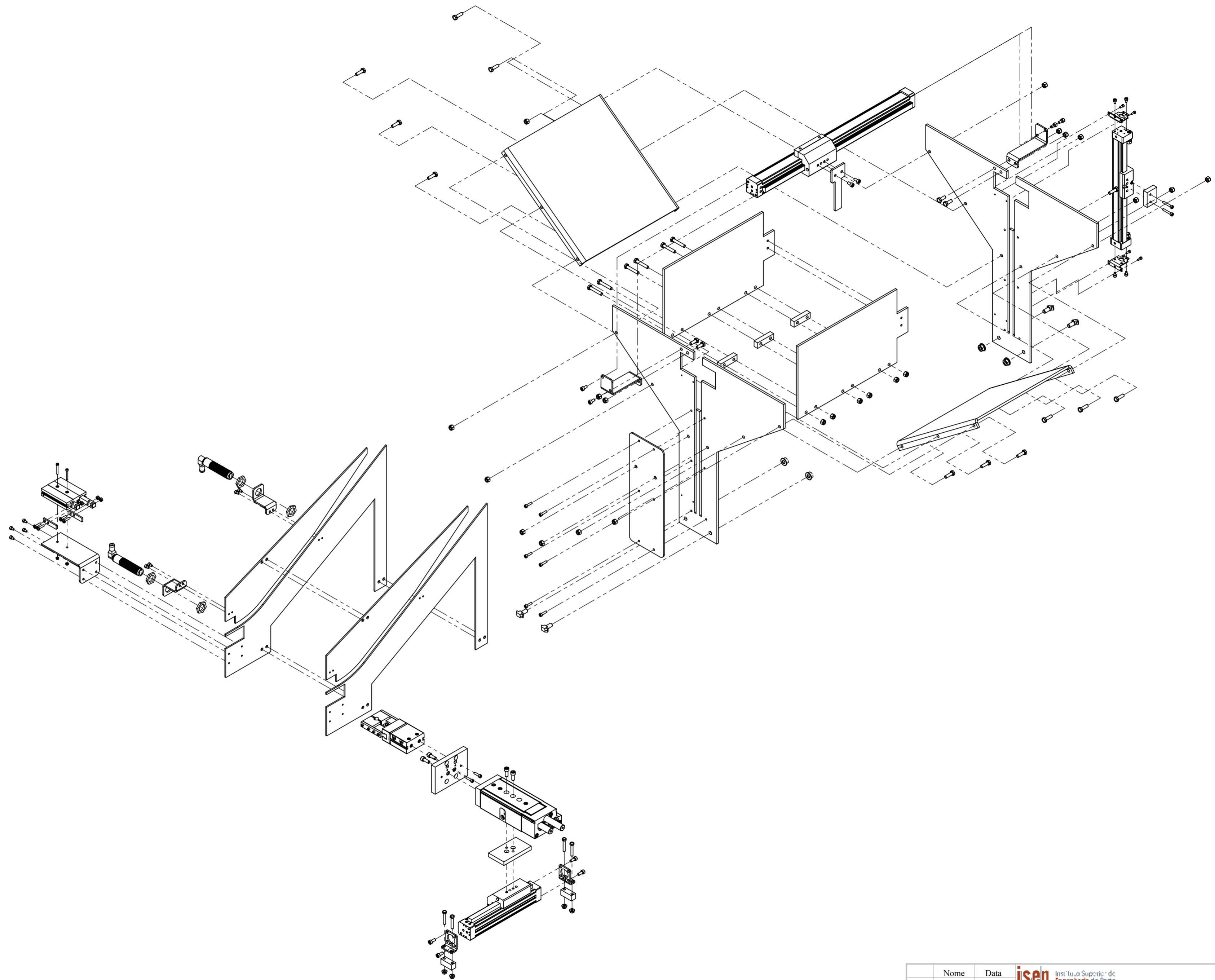
ITEM NO.	PART NUMBER	Default/QTY.
1	estrutura	1
2	Mesa01	1
3	Posto 1	1
4	Posto 2	1
5	Posto3	1
6	posto4	1
7	Posto5	1
8	posto 6	1



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ch047	2
2	ch045	2
3	ch046	2
4	161974_DGPL_18_340_PPV_A_GF_B_asm_0_	1
5	ch044	2
6	ch050	1
7	ch051	2
8	ch020R1	2
9	529351_HP_V_14_20_A_0_1_	1
10	ch019	2
11	706193_HMSV_56_platte_	1
12	ch043	1
13	Sensor Presença Tecnotron DSJ-20P-18SK-PR-PDL	2
14	gripper	1
15	ch068	2
16	ch069	1
17	529349_HPC_12_SH_50asm_	1
18	530907_DGC-12-180-G-P-A_2_14a	1
19	ch070	3
20	ch071	1
21	ch072	1
22	544009_DGSL_20_50_PA_0_	1
23	ch078	2
24	175133_DGPL-18-70-PPV-A-B-KF-SH_2_03_1	1
25	158472_HP-18_2_03_1	1
26	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M6 x 1.0 x 35 --18WN	6
27	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M6 x 1.0 x 20 --20WN	12
28	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M6 x 1.0 x 16 --16WN	4
29	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M5 x 0.8 x 30 --16WN	4
30	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 25 Hex SHCS -- 25NHX	2
31	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 8 Hex SHCS -- 8NHX	4
32	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 10 Hex SHCS -- 10NHX	6
33	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 16 Hex SHCS -- 16NHX	8
34	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 6 Hex SHCS -- 6NHX	8
35	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 16 Hex SHCS -- 16NHX	4
36	AM-M6-N	22
37	T_BOLT	4
38	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M8 x 1.25 --N	4
39	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M5 x 0.8 --N	4

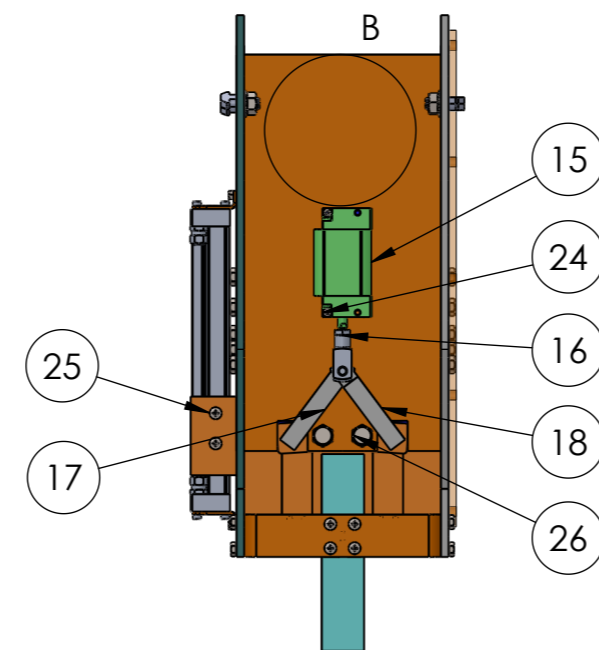
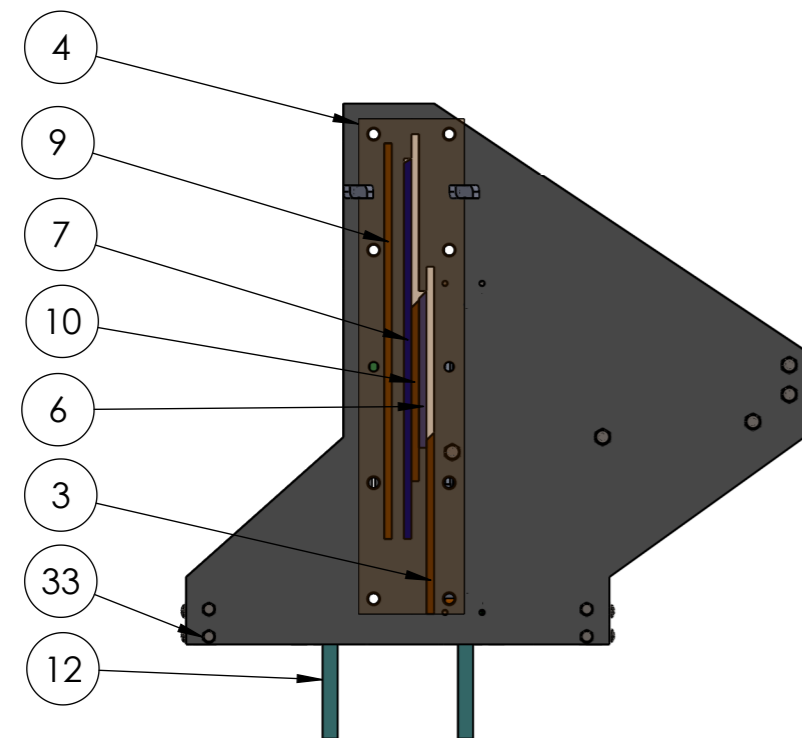
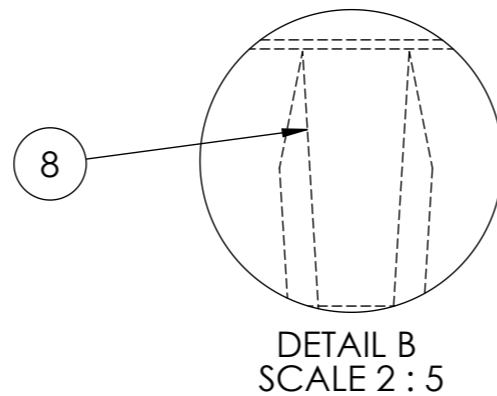
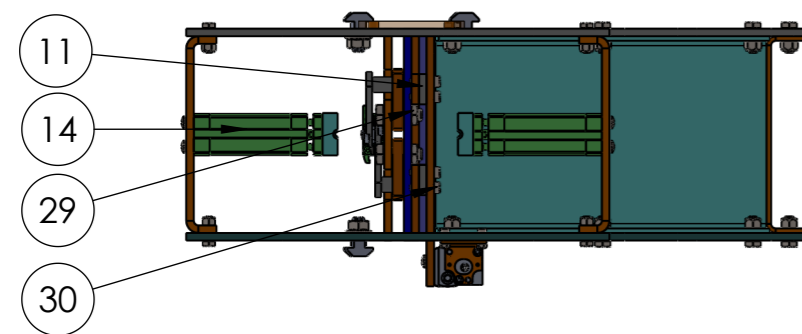
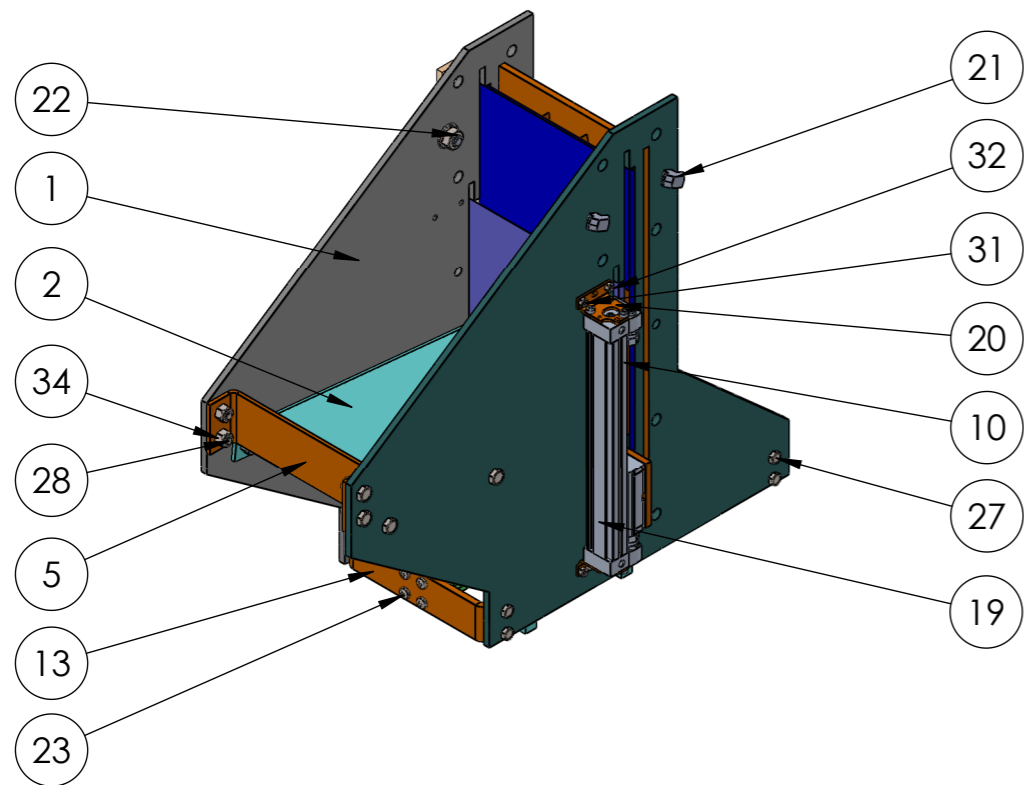


Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	32.78
Vist.						Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5	A3	Material	
Ref. Posto 1						Obs.	
						Revisão	

Posto 1



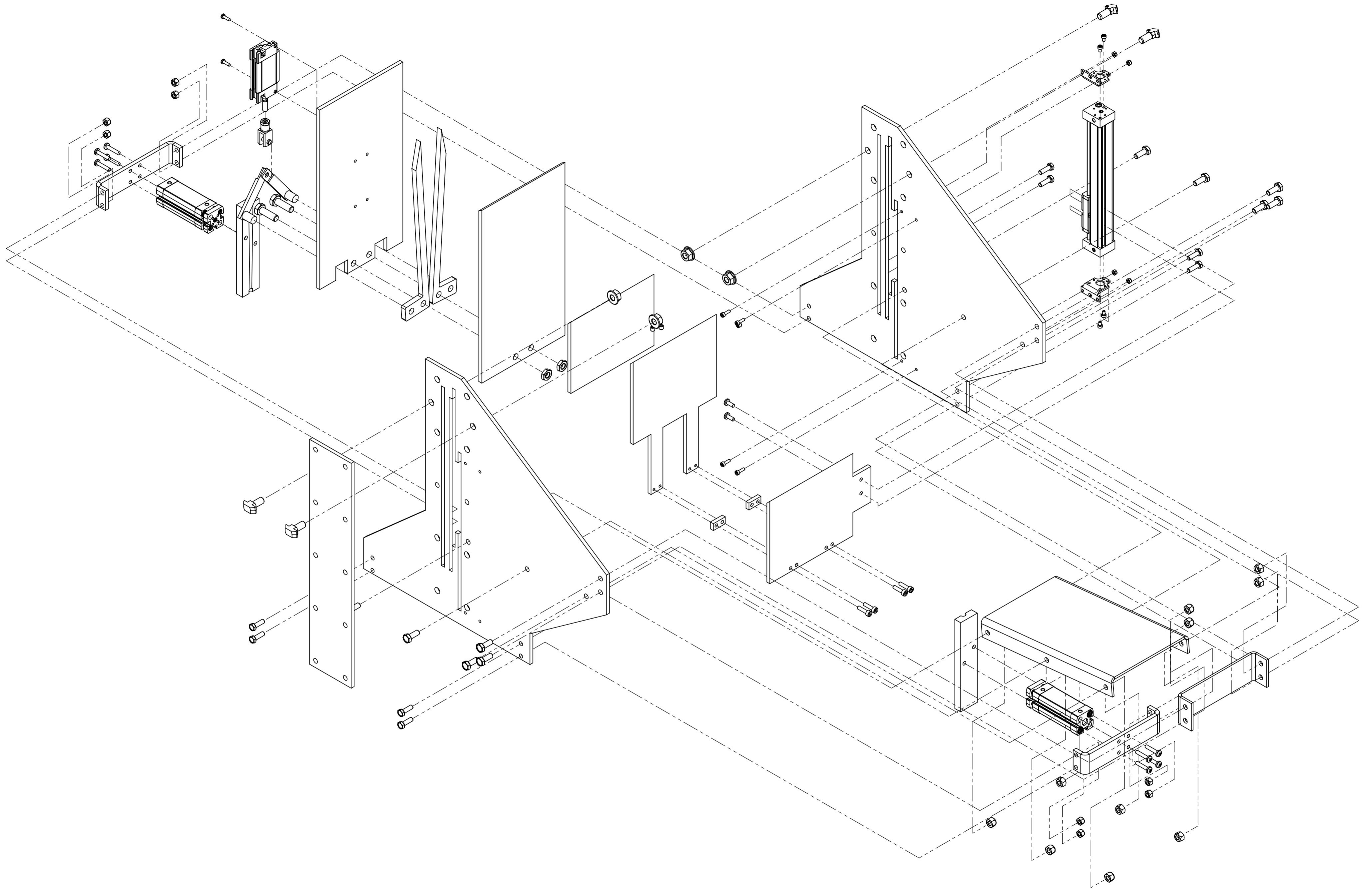
Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	32.78
Vist.						Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:6	 A2	Material	
Ref.	Posto 1					Obs.	
Posto 1						Revisão	


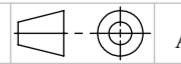


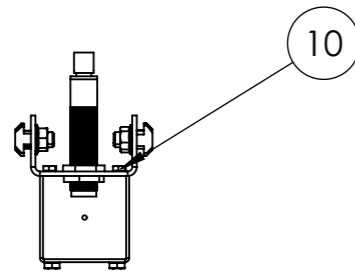
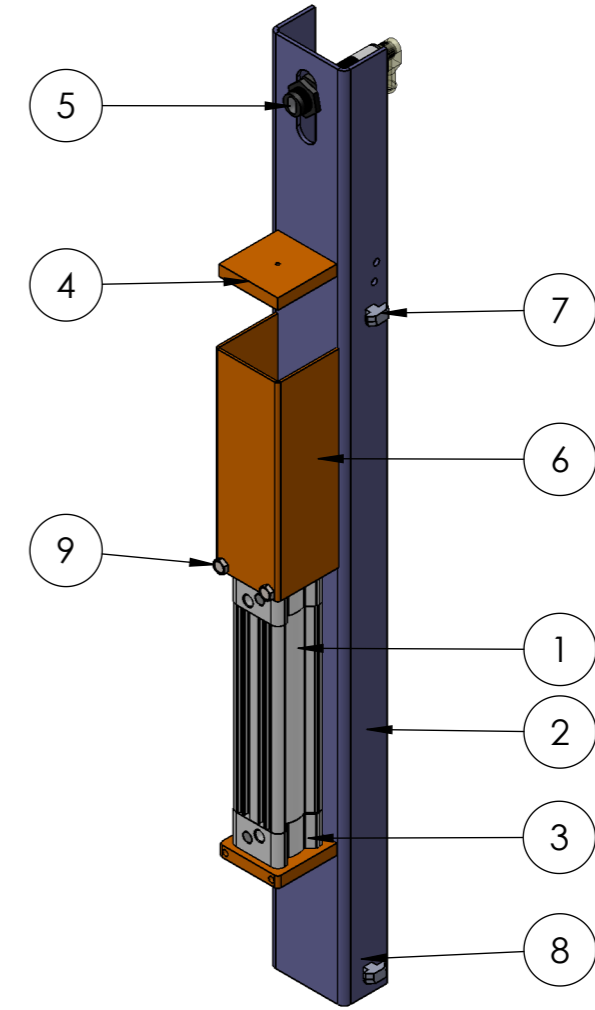
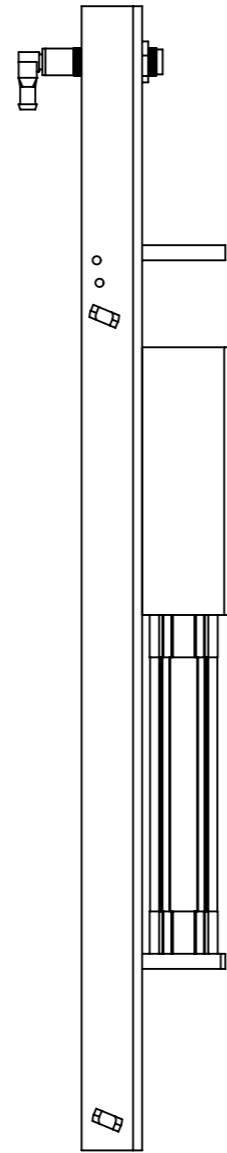
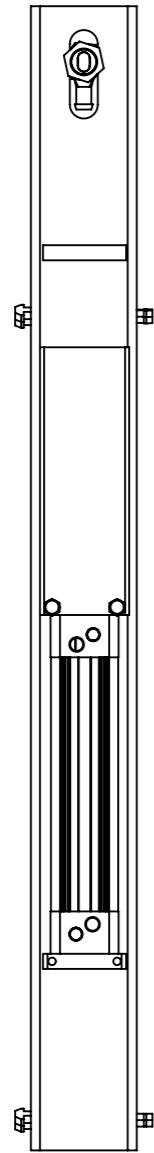
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	ch052	2
2	ch054	1
3	ch053	1
4	ch056	1
5	ch057	1
6	ch058	1
7	ch060	1
8	ch062	2
9	ch063	1
10	ch053b	1
11	ch064	2
12	ch011	2
13	ch065	2
14	554211_ADNGF_12_40_P_A__0_	2
15	161224_DZF_12_10_A_P_A__0_	1
16	3110_SG_M6	1
17	ch066	1
18	ch067	1
19	530906_DGC-8-100-G-P-A_2_03	1
20	529347_HPC_8_SH__50asm_	1
21	T_BOLT	4
22	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M8 x 1.25 --N	4
23	B18.6.7M - M4 x 0.7 x 20 Type I Cross Recessed PHMS --20N	8
24	B18.6.7M - M3 x 0.5 x 10 Type I Cross Recessed PHMS --10N	2
25	B18.6.7M - M4 x 0.7 x 10 Type I Cross Recessed PHMS --10N	2
26	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M8 x 1.25 x 25 --25WN	2
27	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M5 x 0.8 x 16 --16WN	8
28	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M6 x 1.0 x 16 --16WN	10
29	B18.2.4.5M - Hex jam nut, M8 x 1.25 --D-N	2
30	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 16 Hex SHCS -- 16NHX	4
31	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 10 Hex SHCS -- 10NHX	4
32	AM-M3-N	4
33	AM-M5-N	8
34	AM-M6-N	10

Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014		Massa (kg)	14.96
Vist.		ISO 2768	mK	Escala 1:5
Aprov.				A3
Ref. Posto 2				Obs.
				Revisão

Posto 2

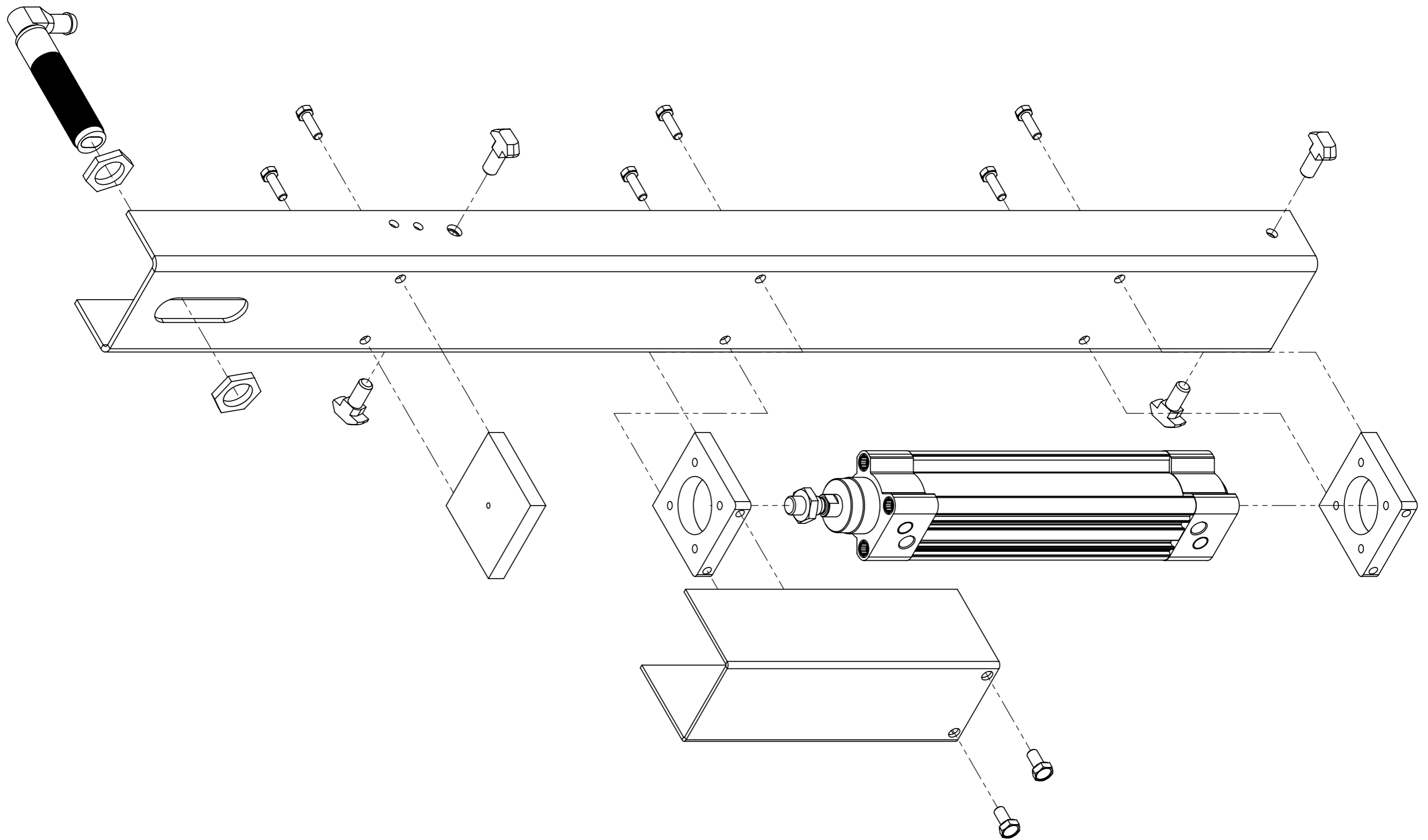



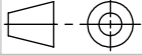
Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa 27/09/2014					Massa (kg)	14.96	
Vist.						Tratamento		
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:3	 A2	Material		
Ref.	Posto 2					Obs.		
Posto 2							Revisão	

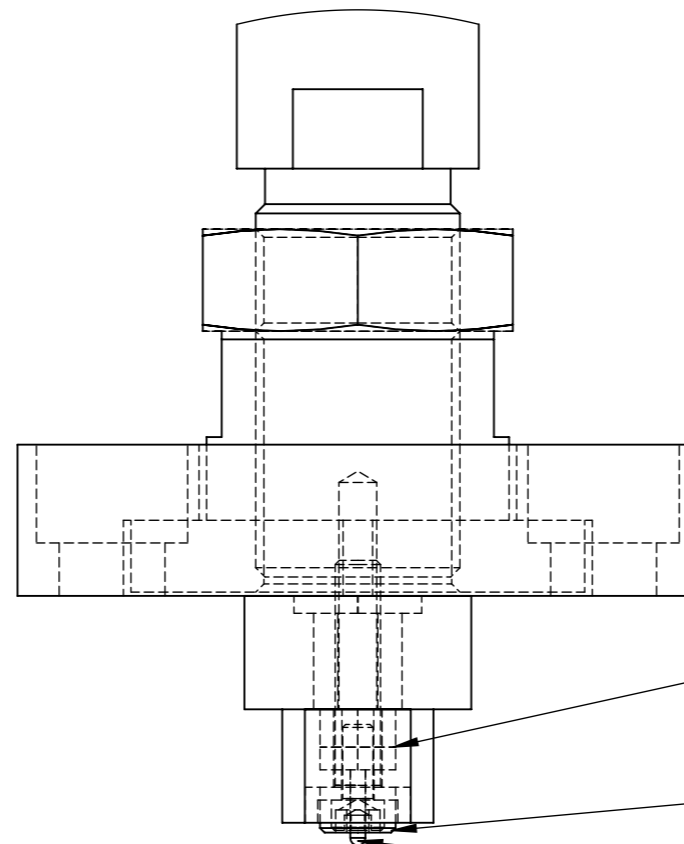
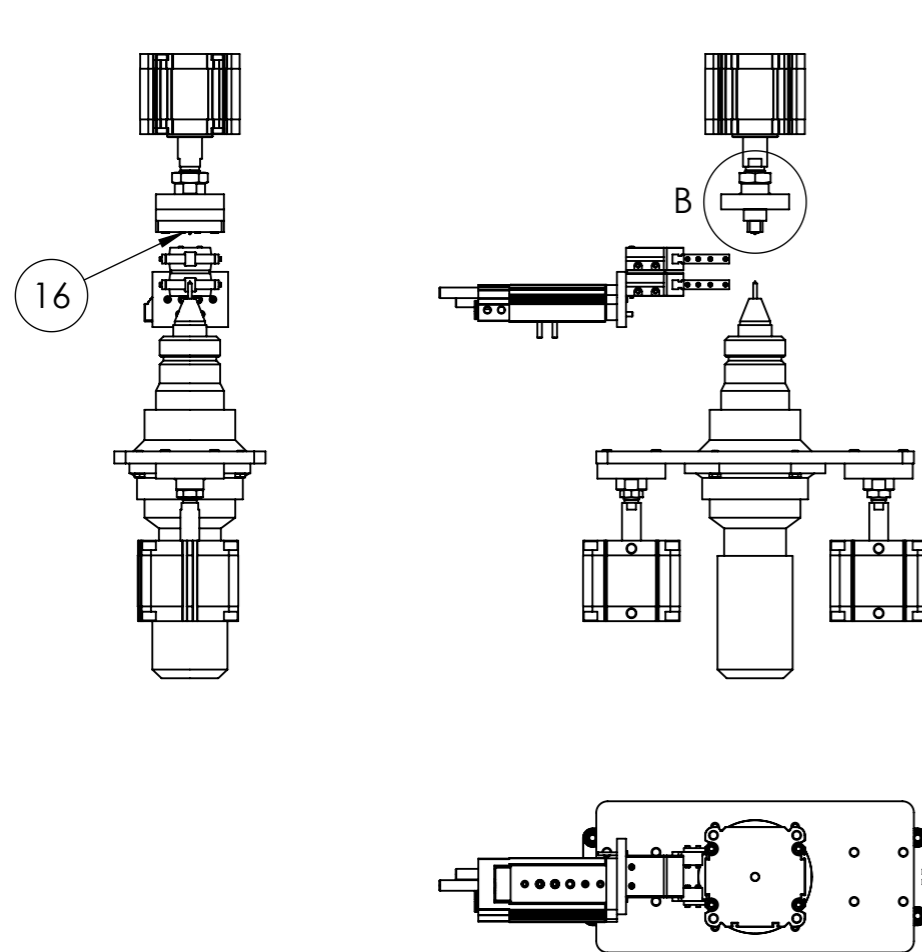


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	1463252_DSBC-32-130-PPSA-N3_2_14a	1
2	ch021	1
3	ch022	2
4	ch022b	1
5	Sensor Presença Tecnotron DSJ-20P-18SK-PR-PDL	1
6	ch095	1
7	T_BOLT	4
8	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M8 x 1.25 --N	4
9	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M6 x 1.0 x 12 --12WN	2
10	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M5 x 0.8 x 16 --16WN	6

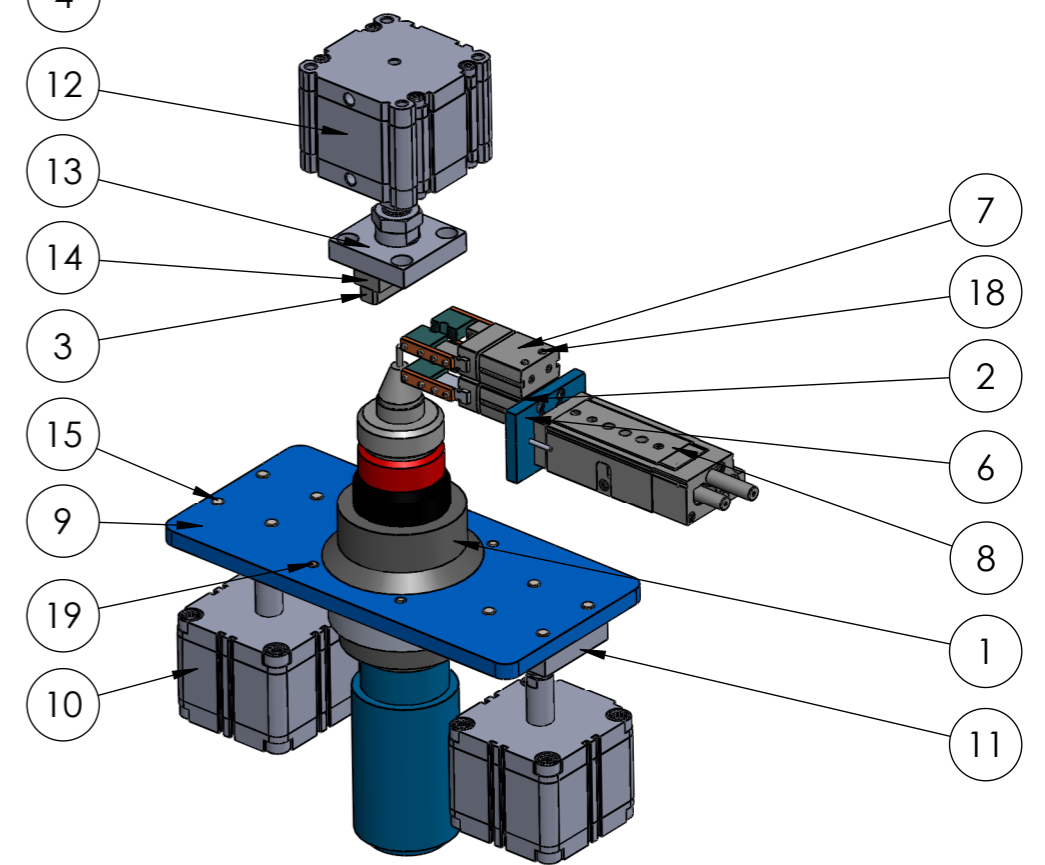
Nome	Data		Quantidade		1	
Des.	Mário Costa		18/09/2014	Massa (kg)	3.82	
Vist.			Tratamento			
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5		
Ref.	Posto3				A3	
Posto3					Obs.	
					Revisão	



	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	18/09/2014					Massa (kg)	3.82
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2		Material	
Ref.	Posto3						Obs.	
Posto3							Revisão	



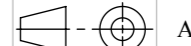
DETAIL B
SCALE 1 : 1



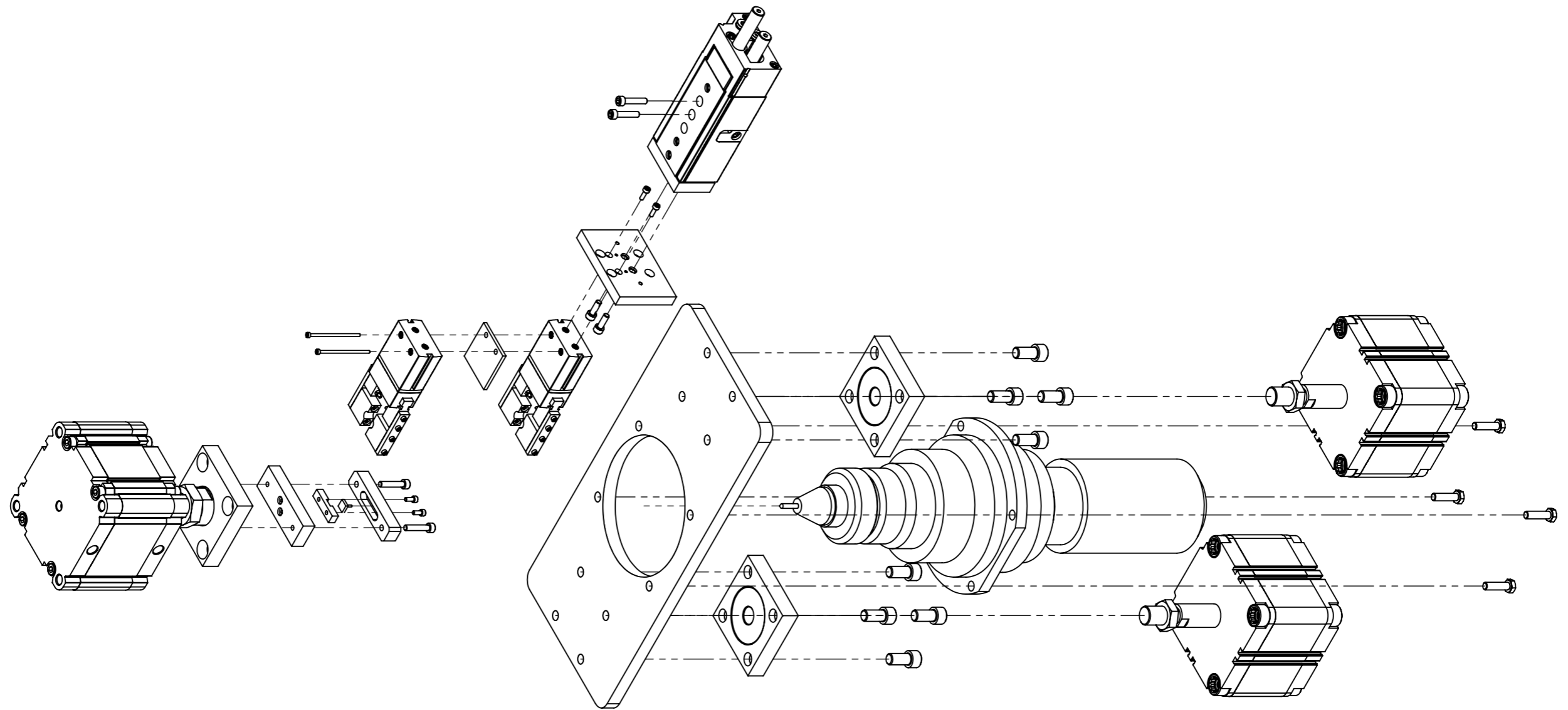
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	cravador	1
2	ch035	1
3	ch036	1
4	ch037	1
5	ch038	1
6	548786_HMSV_56	1
7	gripper	2
8	544009_DGSL_20_50_PA__0	1
9	ch040	1
10	156668_ADVU-100-40-A-P-A_2_03	2
11	32966_KSG-M20X15_2_03	2
12	175765_ADVU-125-25-A-P-A_2_03	1
13	32967_KSG-M27X2_2_03	1
14	ch042	1
15	B18.3.1M - 12 x 1.75 x 25 Hex SHCS -- 25NHX	8
16	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 10 Hex SHCS -- 10NHX	2
17	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 30 Hex SHCS -- 30NHX	4
18	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 65 Hex SHCS -- 18NHX	2
19	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M8 x 1.25 x 30 --30WN	4


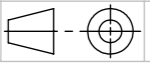
Nome	Data	Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014	Massa (kg)	27.51
Vist.		Tratamento	
Aprov.		Material	
Ref. posto4		Obs.	
Posto 4			Revisão

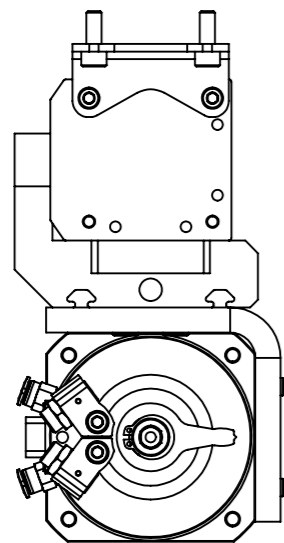
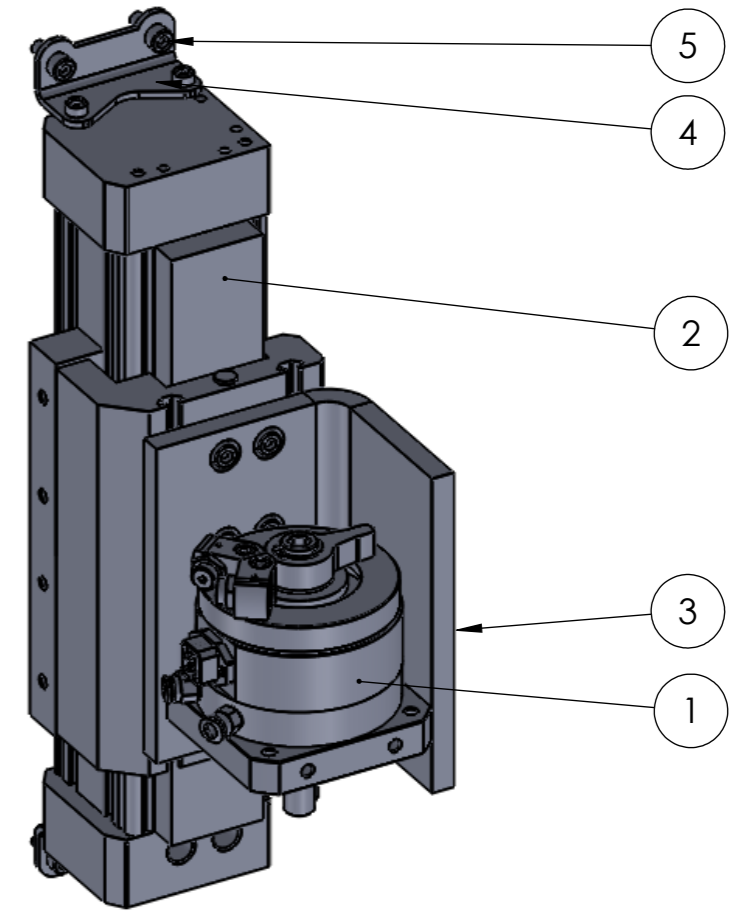
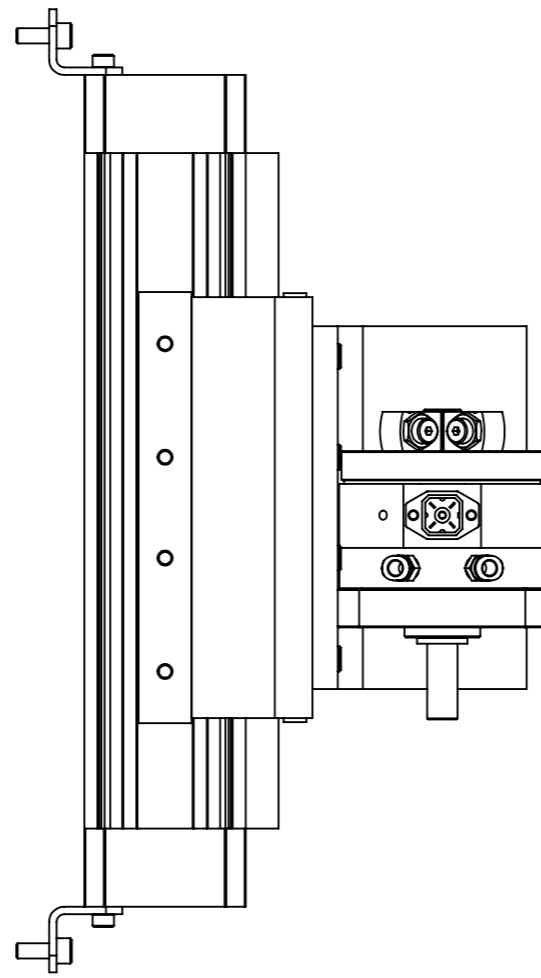
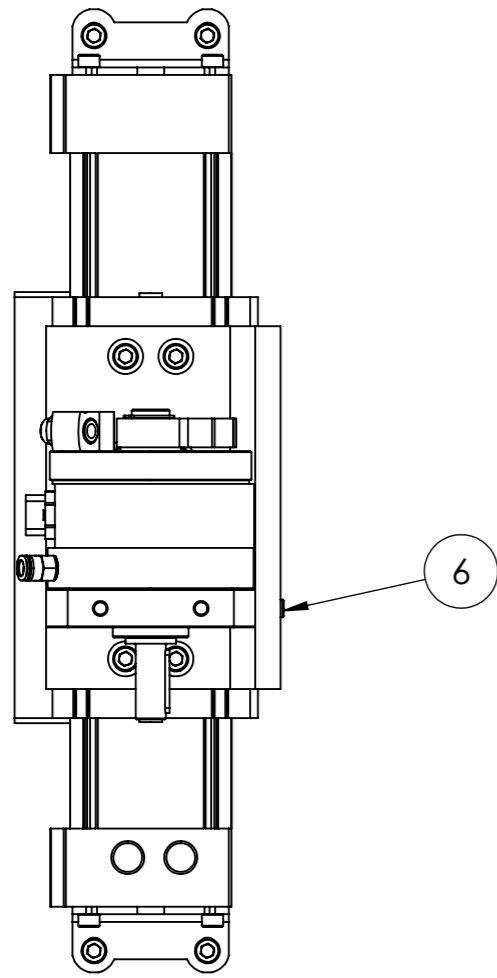
ISO 2768 mK Escala 1:10



A3

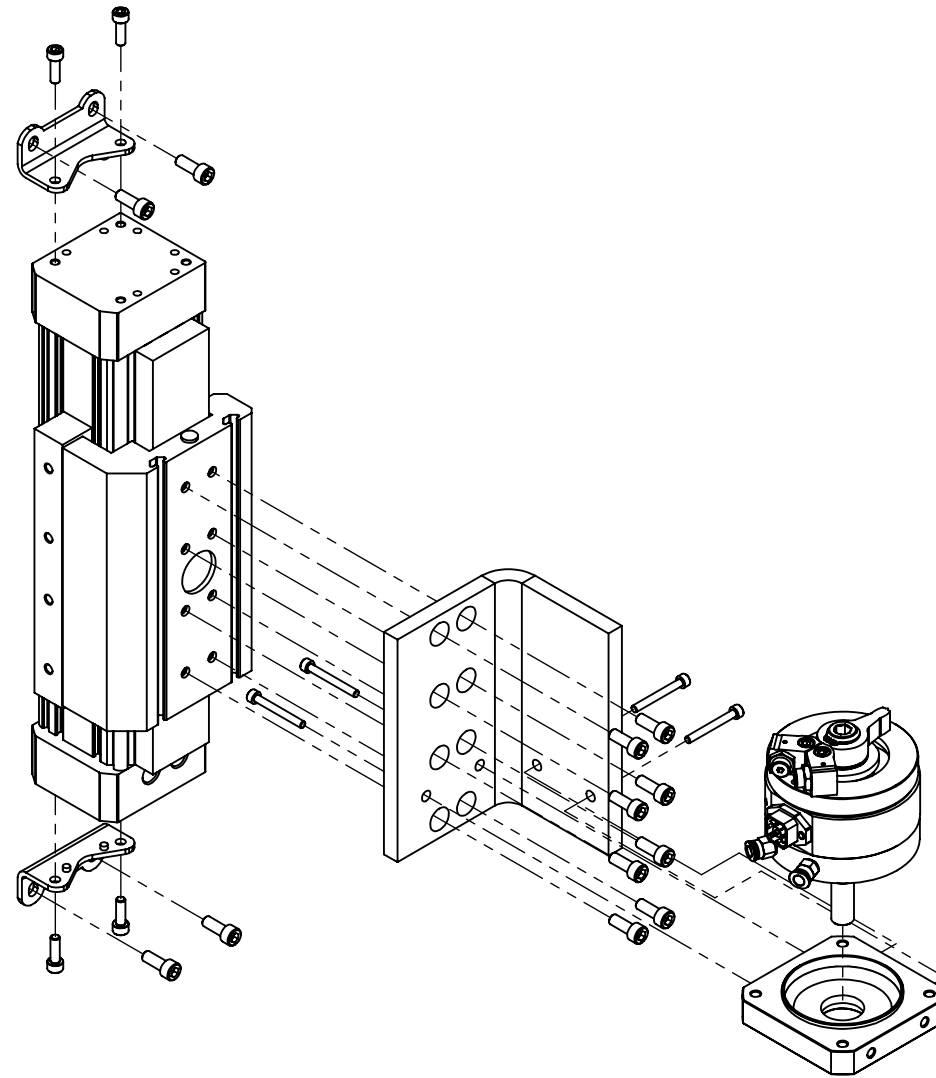



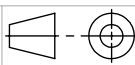
	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	27.49
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:5		Material	
Ref.	posto4						Obs.	
Posto 4							Revisão	

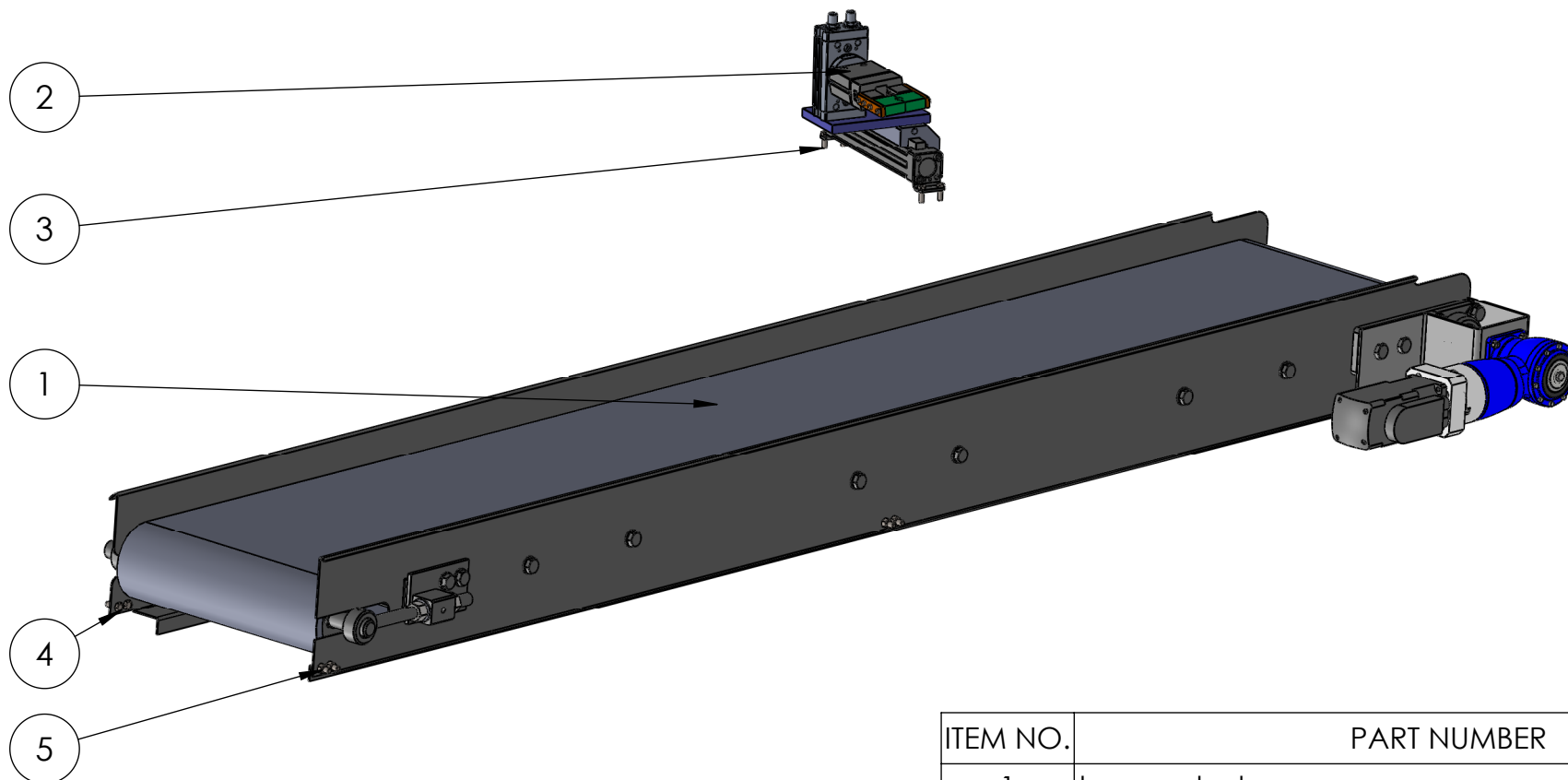


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	561690_DSMI_25_270_A_B___135_	1
2	161794_DGPL_40_30_PPV_A_KF_B___asm_0_	1
3	ch039	1
4	150733_HP_40___50_	1
5	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 16 Hex SHCS -- 16NHX	12
6	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 35 Hex SHCS -- 20NHX	4


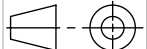
Nome	Data					Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	7.76
Vist.						Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:3		Material	
Ref.	Posto5					Obs.	
Posto5						Revisão	

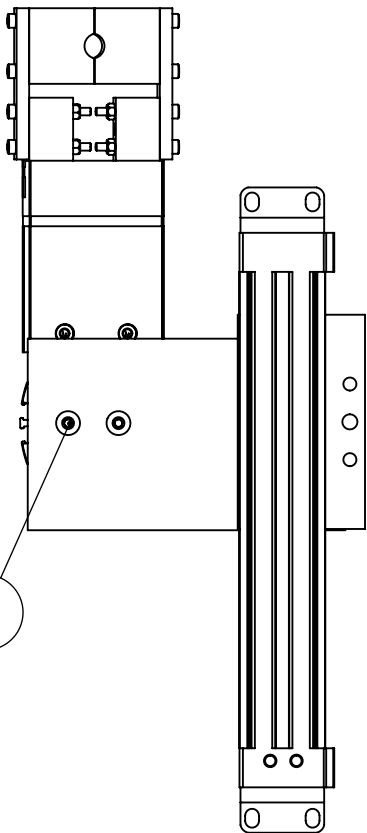
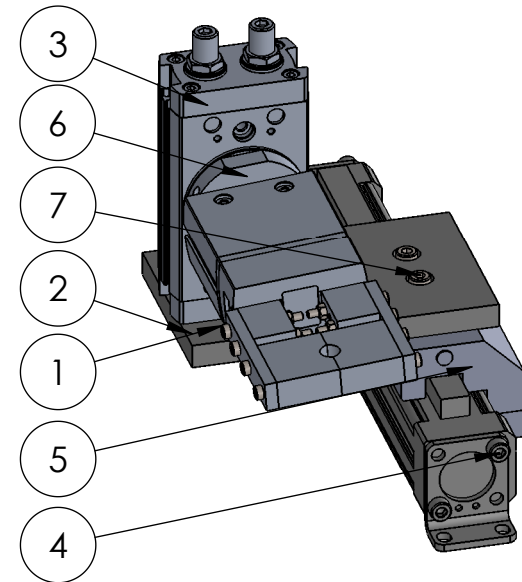
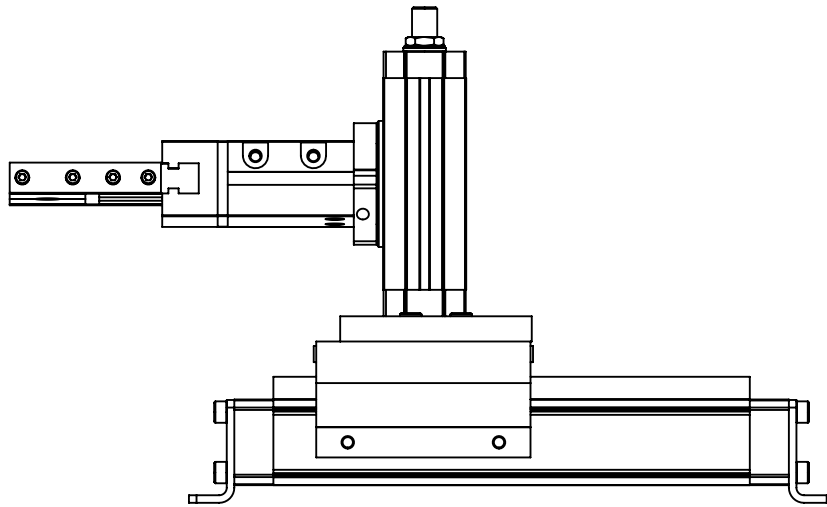
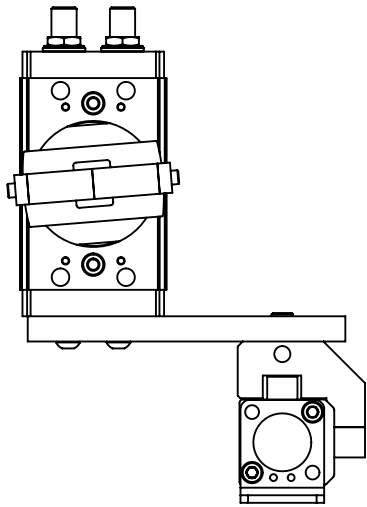


	Nome	Data					Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	7.76
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:4		A4	Material
Ref.	Posto5						Obs.	
Posto5							Revisão	



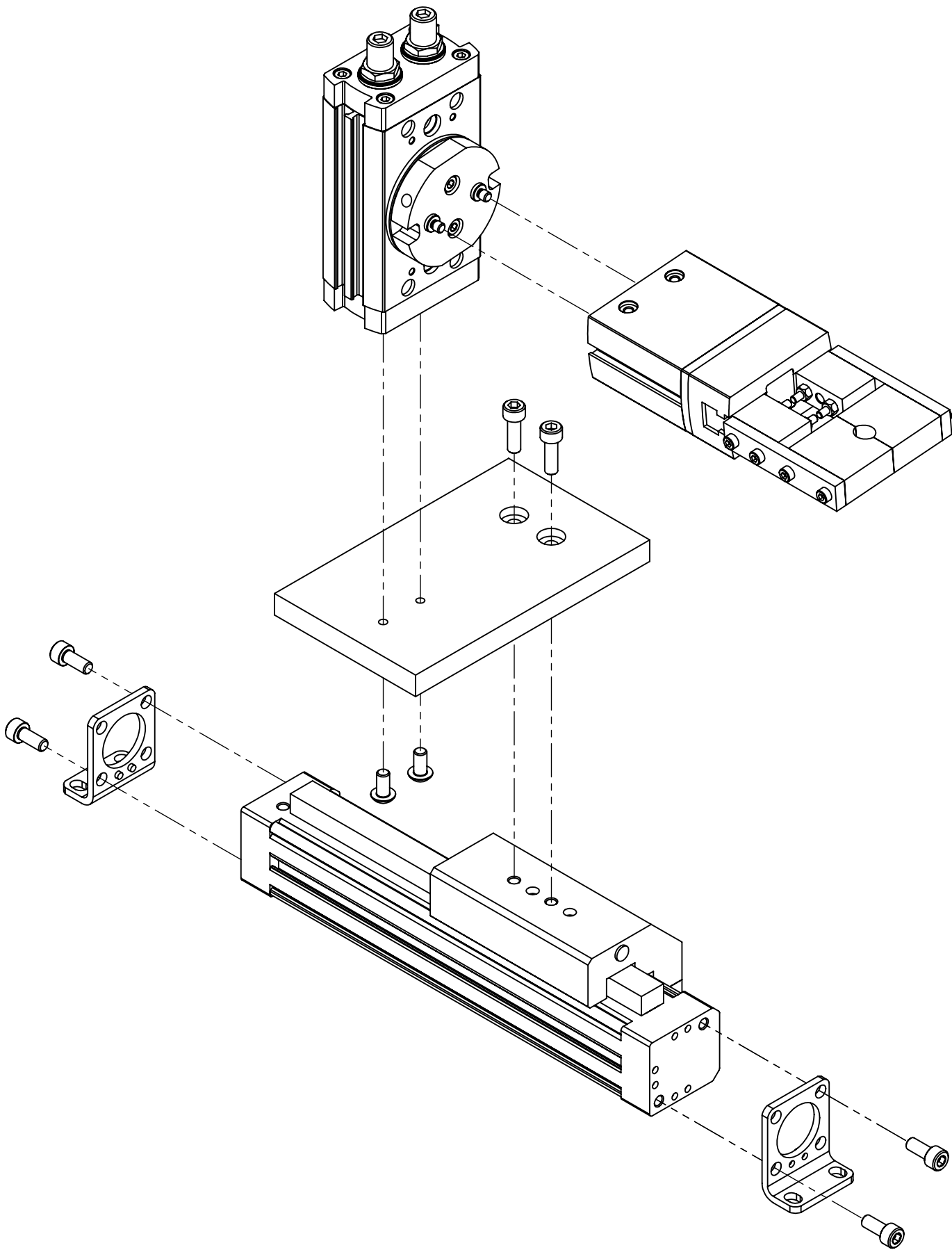
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	transportador	1
2	p6	1
3	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M5 x 0.8 x 16 --16WN	4
4	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M6 x 1.0 x 16 --16WN	12
5	AM-M6-N	12


	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	52.66
Vist.							Treatamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:8	 A4	Material	
Ref.	posto 6						Obs.	
	posto 6						Revisão	



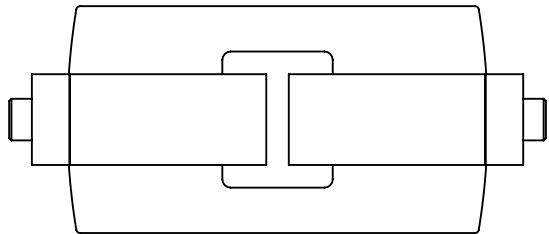
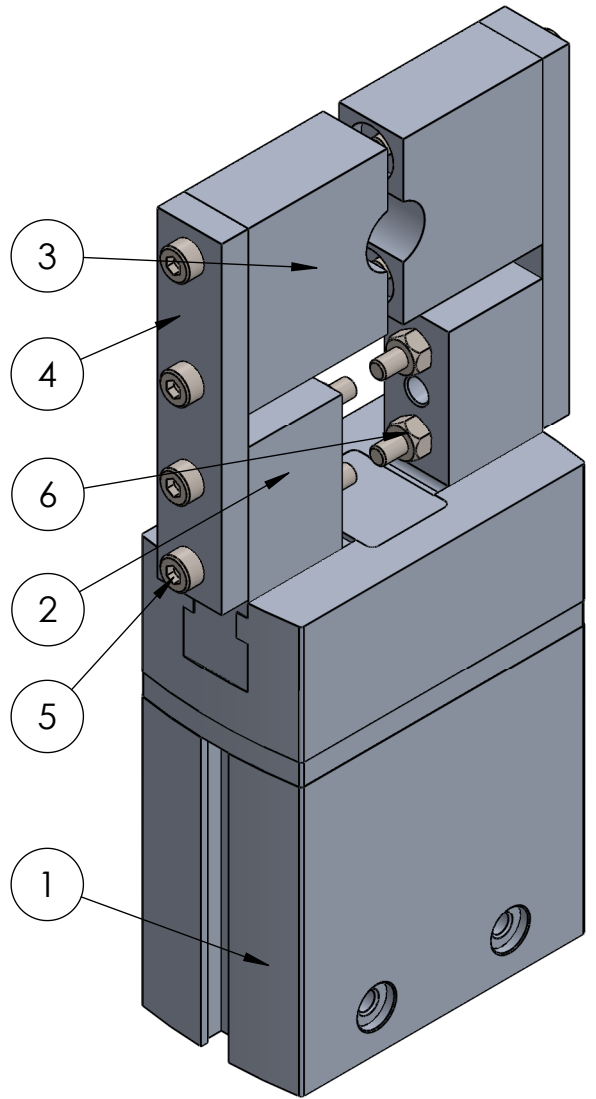
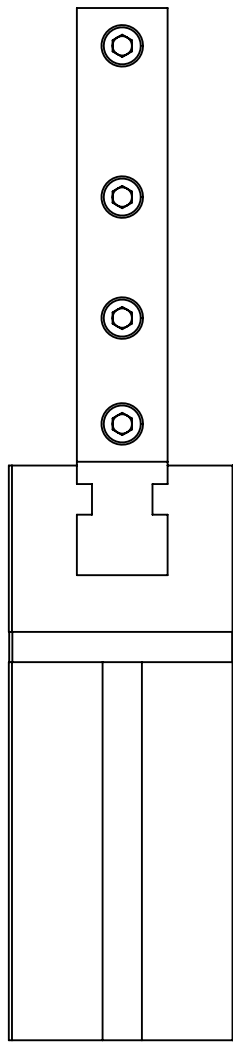
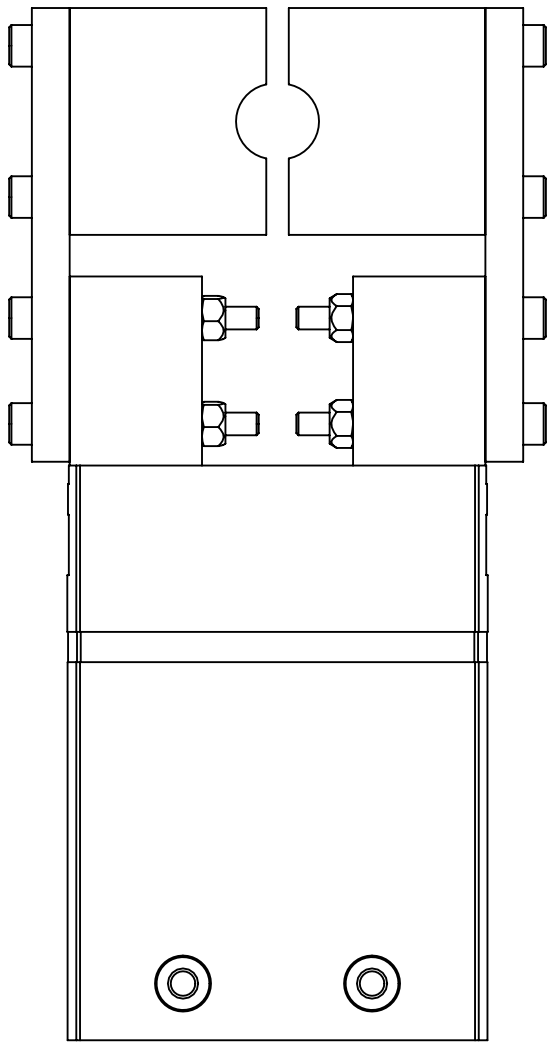
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	gripper	1
2	ch076	1
3	1577238_DRRD_16_180_FH_PA__0_	1
4	158472_HP-18_2_03_1	1
5	175133_DGPL-18-70-PPV-A-B-KF-SH_2_03_1	1
6	2190393_DHAA_G_Q11_16_B1_16	1
7	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 16 Hex SHCS -- 16NHX	2
8	B18.3.4M - 5 x 0.8 x 10 SBHCS --N	2

Nome	Data		Quantidade	1				
Des. Mário Costa	27/09/2014		Massa (kg)	2.06				
Vist.		ISO 2768	mK	Escala 1:3		A4	Tratamento	
Aprov.							Material	
Ref. p6							Obs.	
p6							Revisão	


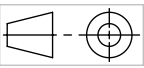


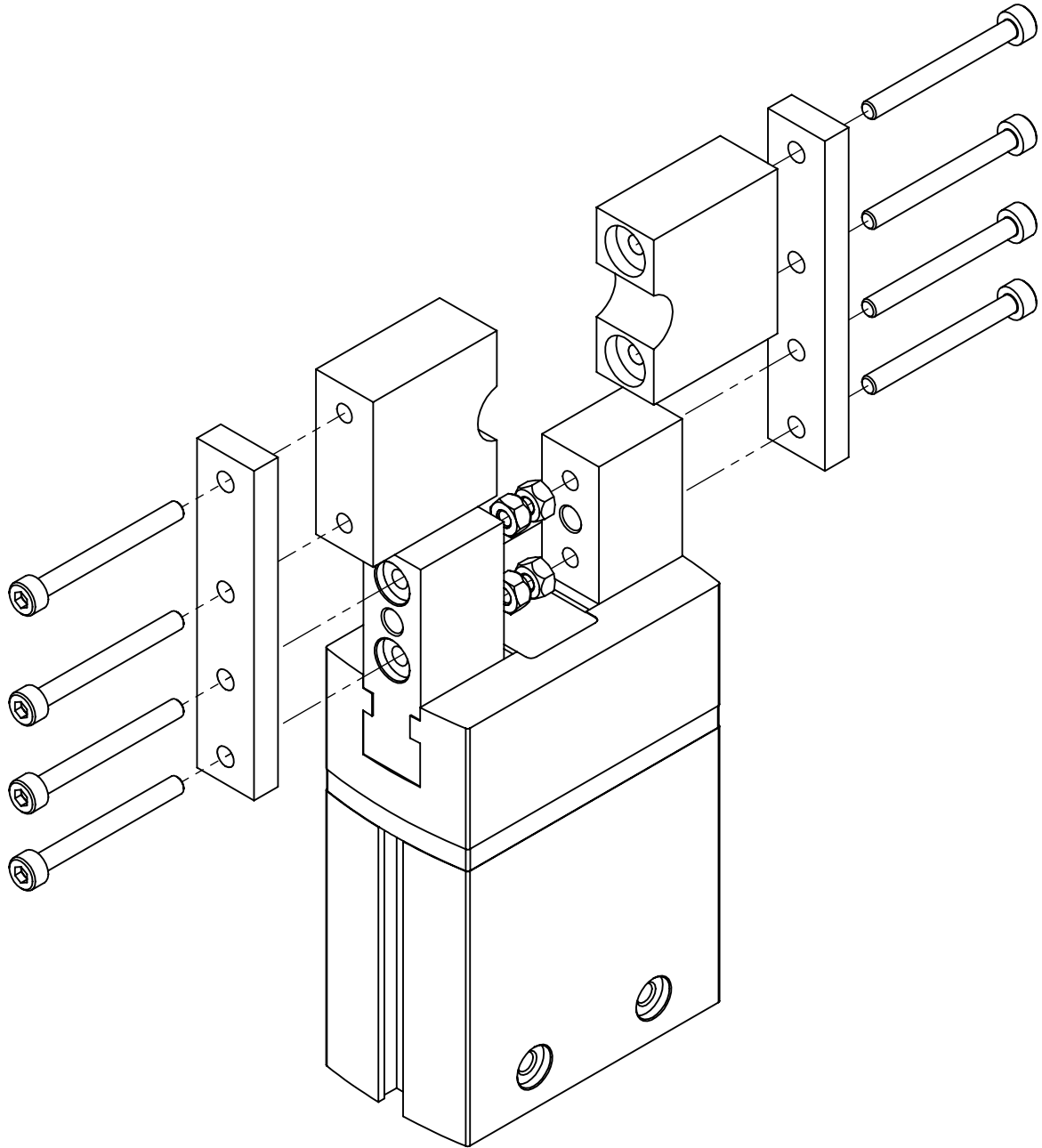
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	2.06
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A4	Material	
Ref.	p6						Obs.	
							Revisão	


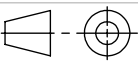
p6

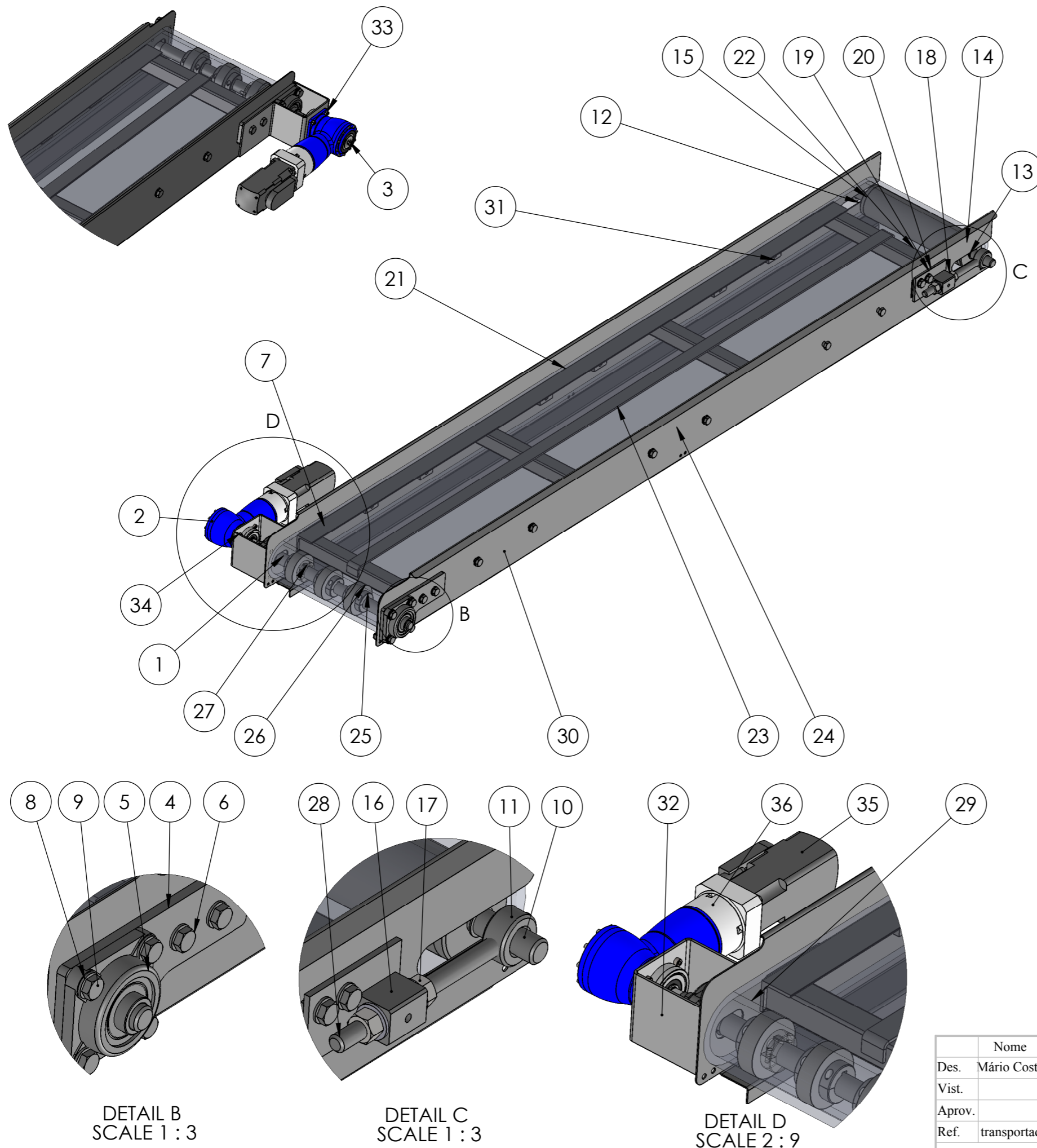


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	HI_1254046 DHPS-20-A---(Geh)	1
2	HI_1254046 DHPS-20-A---(Handle)	2
3	ch015	2
4	ch014	2
5	B18.3.1M - 3 x 0.5 x 30 Hex SHCS -- 18NHX	8
6	AM-M3-N	4

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	0.42	
Vist.						Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	
Ref.	gripper						Obs.	
	gripper						Revisão	



	Nome	Data					Quantidade
Des.							Massa (kg)
Vist.			ISO 2768	mK	Escala 1:1		Tratamento
Aprov.					A4		Material
Ref.	gripper						Obs.
						Revisão	



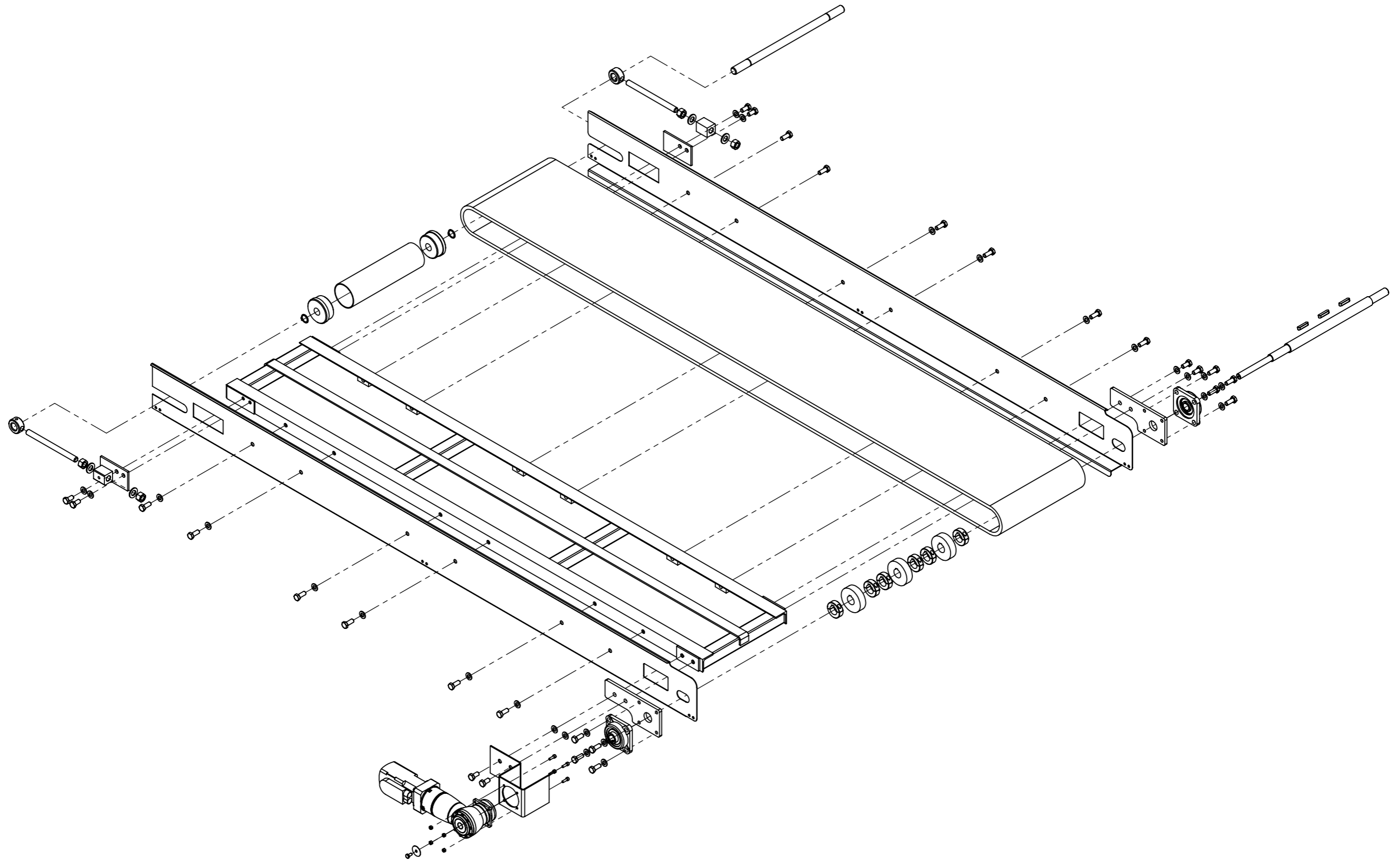
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	chtr014	1
2	Anilha 6mm	1
3	Parafuso M6x12	1
4	chtr001	2
5	snr_ucf204_0	2
6	Parafuso M10x16	8
7	chtr003	2
8	Anilha 10mm	28
9	Parafuso M10 x 25	20
10	chtr015	1
11	chtr016	2
12	chtr013	1
13	Anel elastico d20	2
14	chtr010	2
15	Tubo 70x2x260	1
16	chtr007	2
17	Porca M14	4
18	Anilha 15mm	4
19	chtr005	2
20	chtr004	2
21	Cantoneira L40x40x4-1750	1
22	Tubo 35x35x2-301	4
23	chtr006	1
24	Cantoneira L40x40x4-1750b	1
25	Casquilho de fixação 12.5	6
26	chtr011	3
27	chaveta 8mm	3
28	Varão Roscado M14x180	2
29	tela	1
30	chtr012	1
31	chtr008	12
32	chtr009	1
33	AM-M5-N	4
34	B18.3.1M - 5 x 0.8 x 16 Hex SHCS -- 16NHX	4
35	1569744_EMMS-AS-55-SK-LS-TSB_2_03	1
36	Redutor HG	1


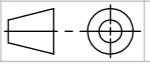
DETAIL B
SCALE 1 : 3

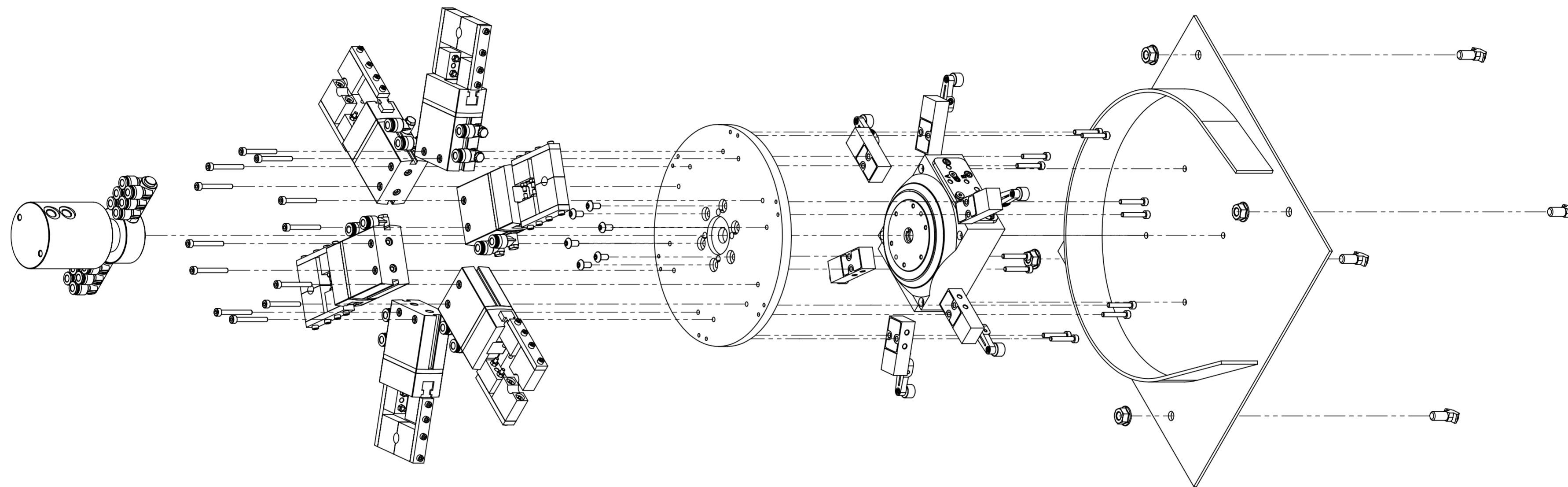
DETAIL C
SCALE 1 : 3


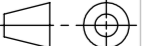
DETAIL D
SCALE 2 : 9

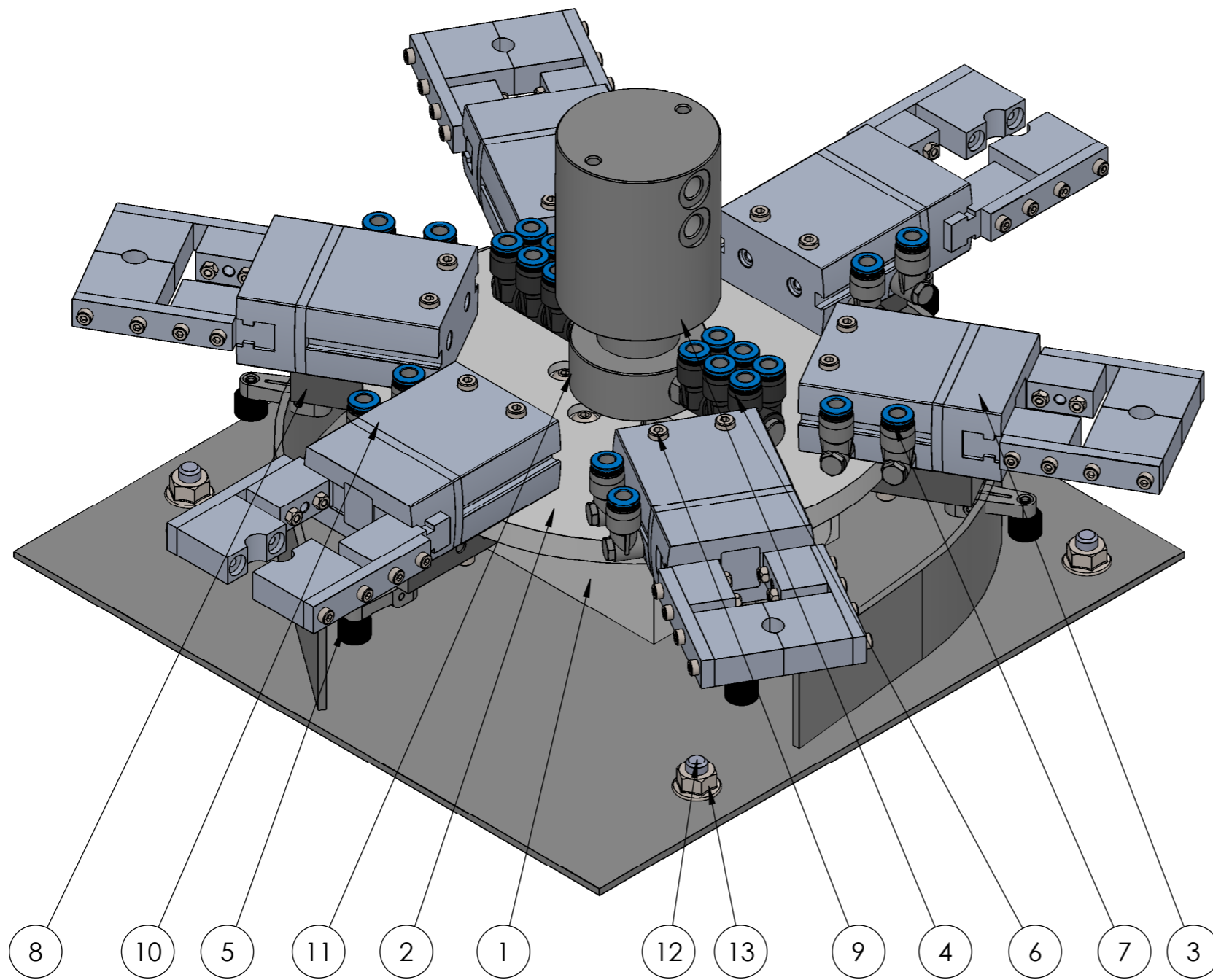
Nome	Data		Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014		Massa (kg)	50.59
Vist.		ISO 2768	mK	Escala 1:9
Aprov.				A3
Ref. transportador		transportador		Revisão



	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	50.59
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:10		Material	
Ref.	transportador						Obs.	
			transportador				Revisão	

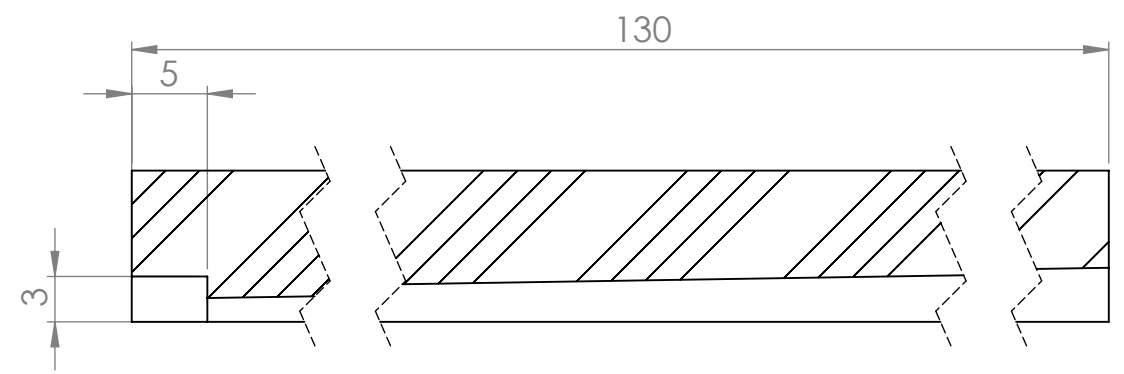
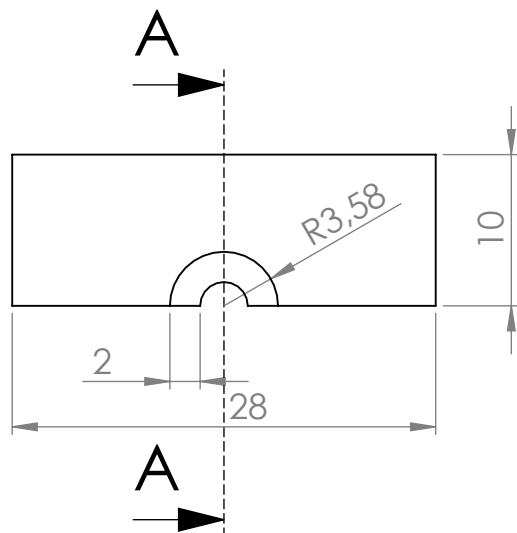


Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa27/09/2014					Massa (kg)	8.68
Vist.						Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:3	 A2	Material	
Ref.	Mesa01					Obs.	
Mesa01						Revisão	



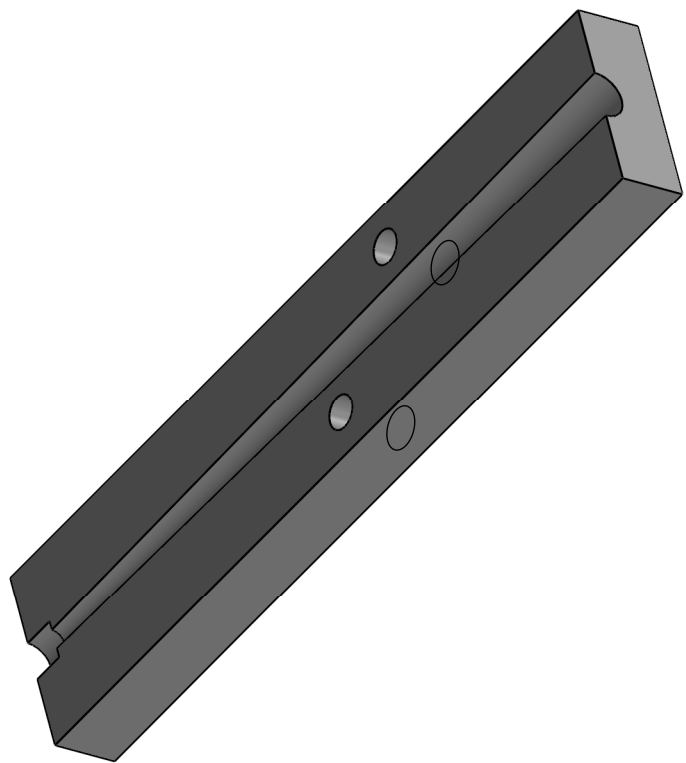
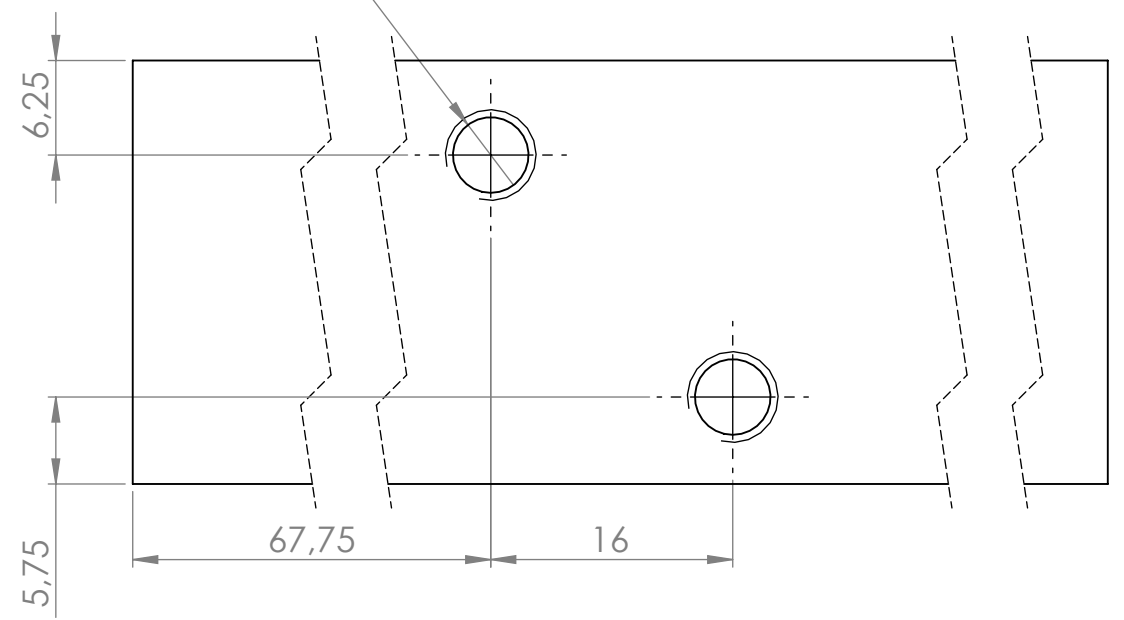
ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	548078_DHTG-65-6-A_2_14a	1
2	ch013	1
3	gripper	6
4	539287_GF_1_8_2	1
5	4031_RW_3_M5	6
6	153242_QSLV6_1_8_6	2
7	190666_QSLV_M5_6	12
8	ch075	1
9	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 35 Hex SHCS -- 20NHX	12
10	B18.3.1M - 4 x 0.7 x 25 Hex SHCS -- 25NHX	12
11	B18.3.4M - 5 x 0.8 x 10 SBHCS --N	6
12	T_BOLT	4
13	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M8 x 1.25 --N	4

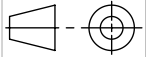
Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Quantidade	1	
Des.	Mário Costa 27/09/2014		Massa (kg)	8.67	
Vist.		ISO 2768	mK	Escala 1:2	
Aprov.				A3	
Ref.	Mesa01	Obs.			
Mesa01				Revisão	



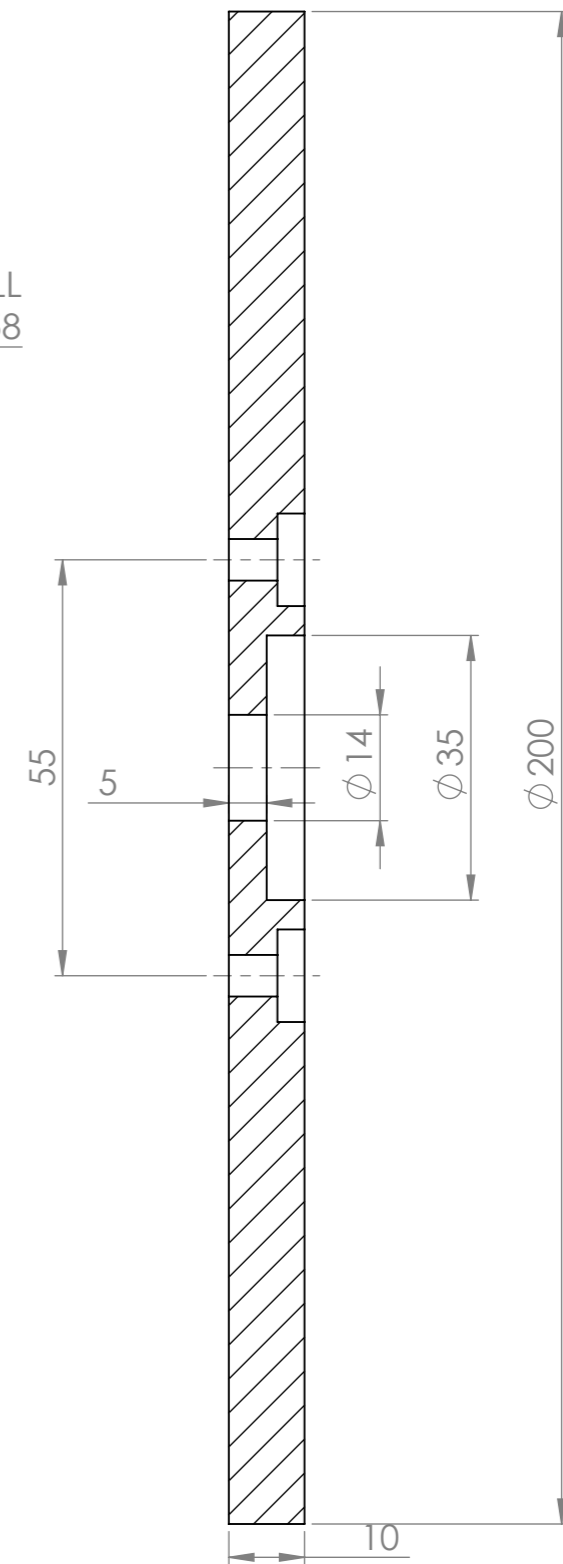
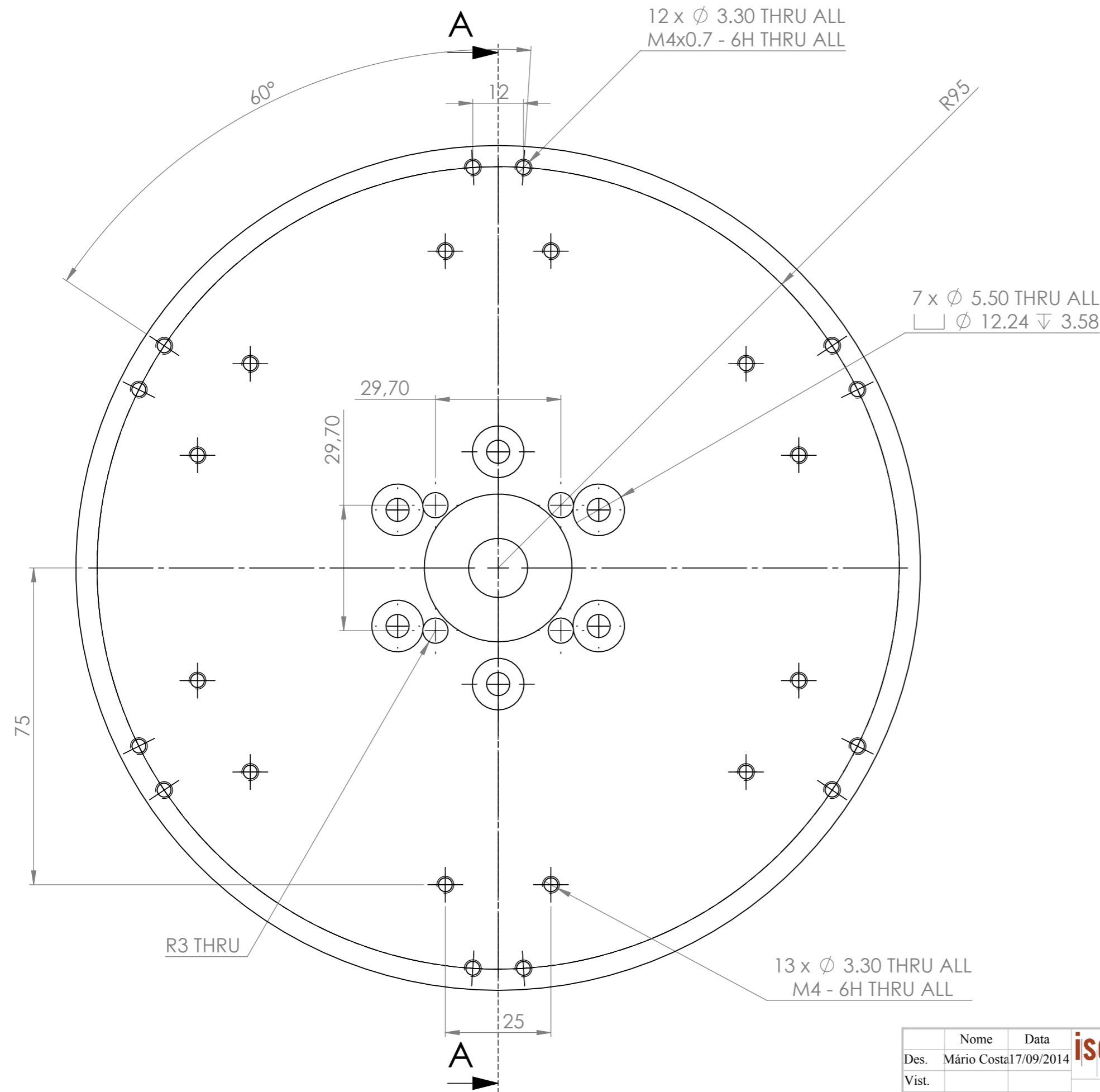
SECTION A-A

2 x \varnothing 5 THRU ALL
M6 - 6H THRU ALL

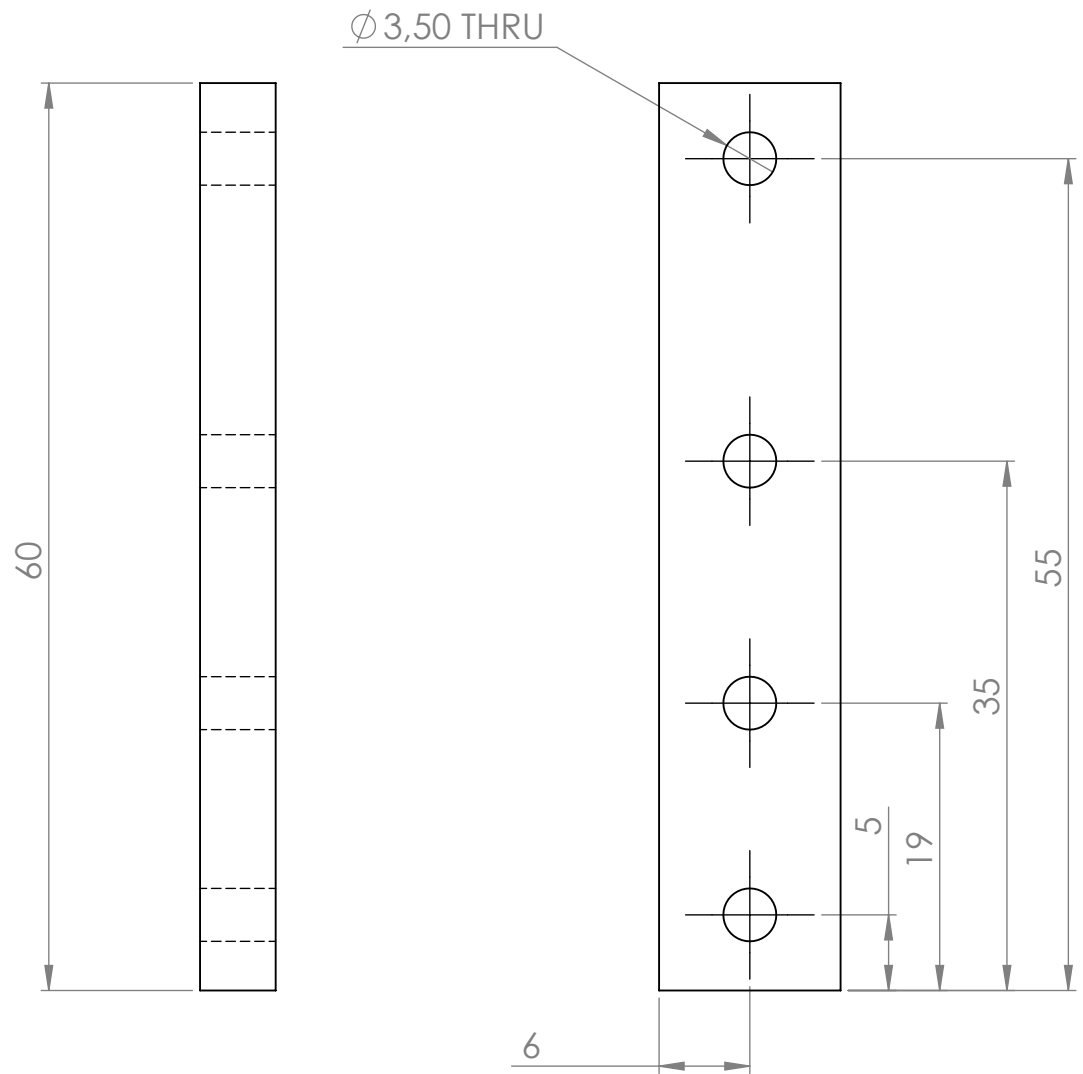
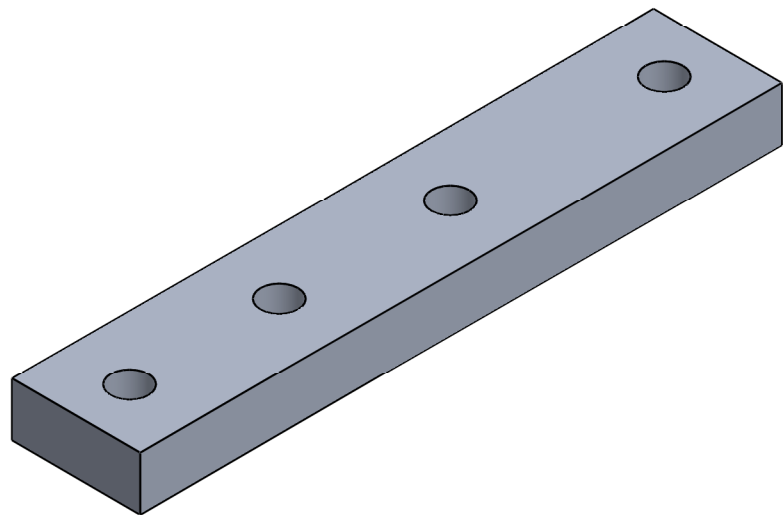


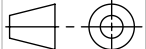
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	20/10/2014					Massa (kg)	0.27
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch011						Obs.	
ch011							Revisão	

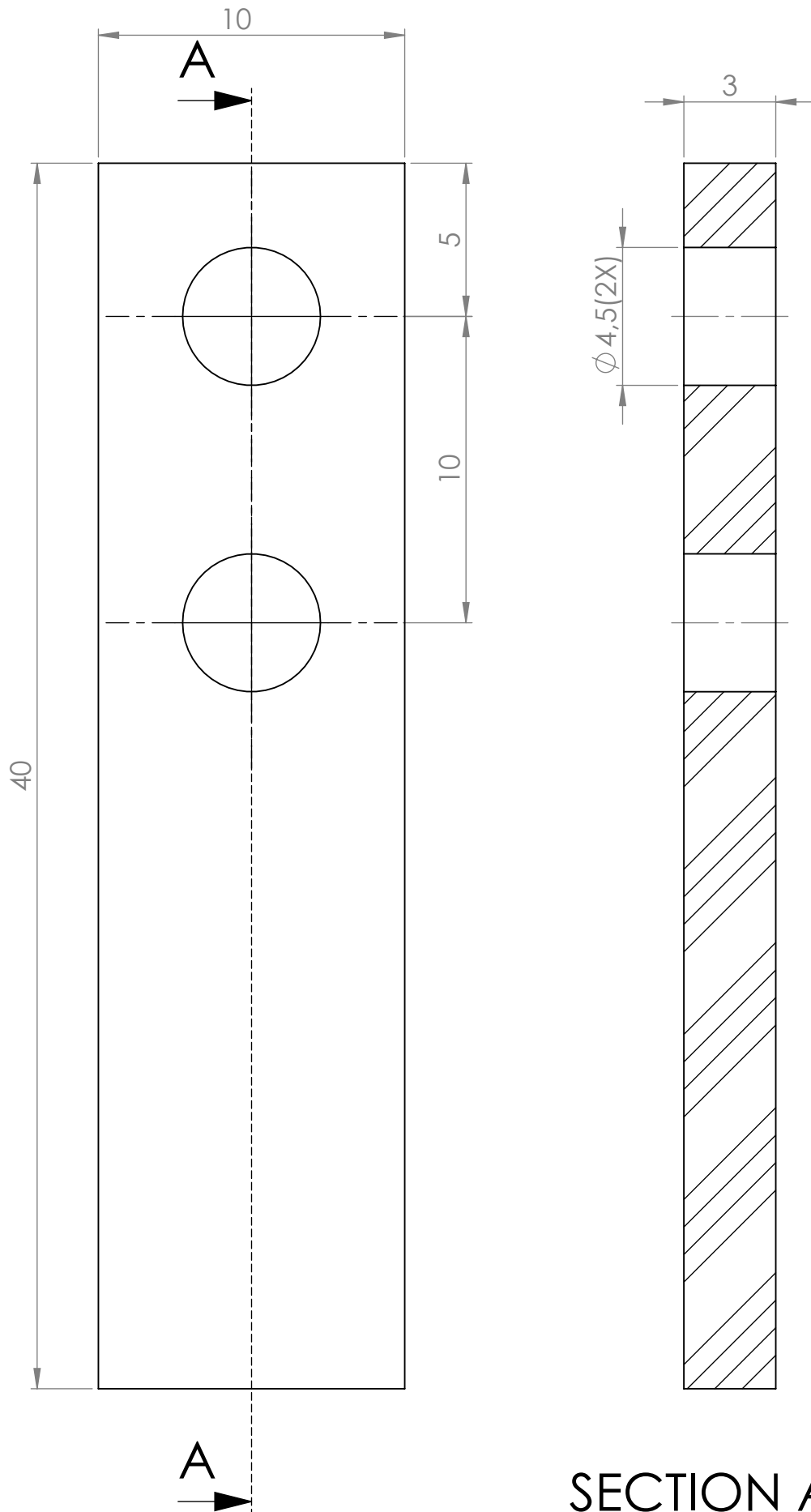
SECTION A-A




Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des. Mário Costa	17/09/2014					Massa (kg)	2.37	
Vist.						Tratamento		
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:1		Material	S235	
Ref. ch013						Obs.		
ch013							Revisão	

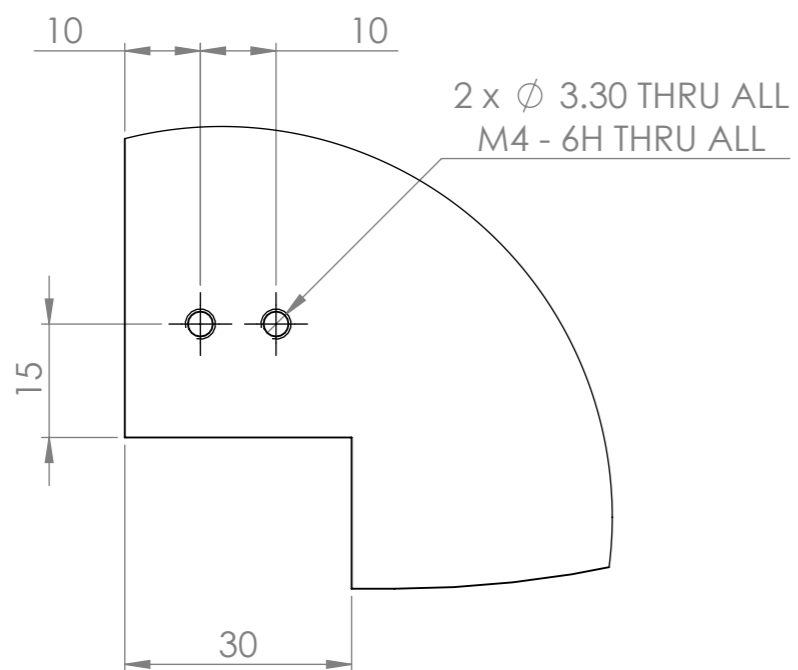


	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	20
Des.	Mário Costa	20/10/2014					Massa (kg)	9.20
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	6061 Alloy
Ref.	ch014						Obs.	
	ch014						Revisão	

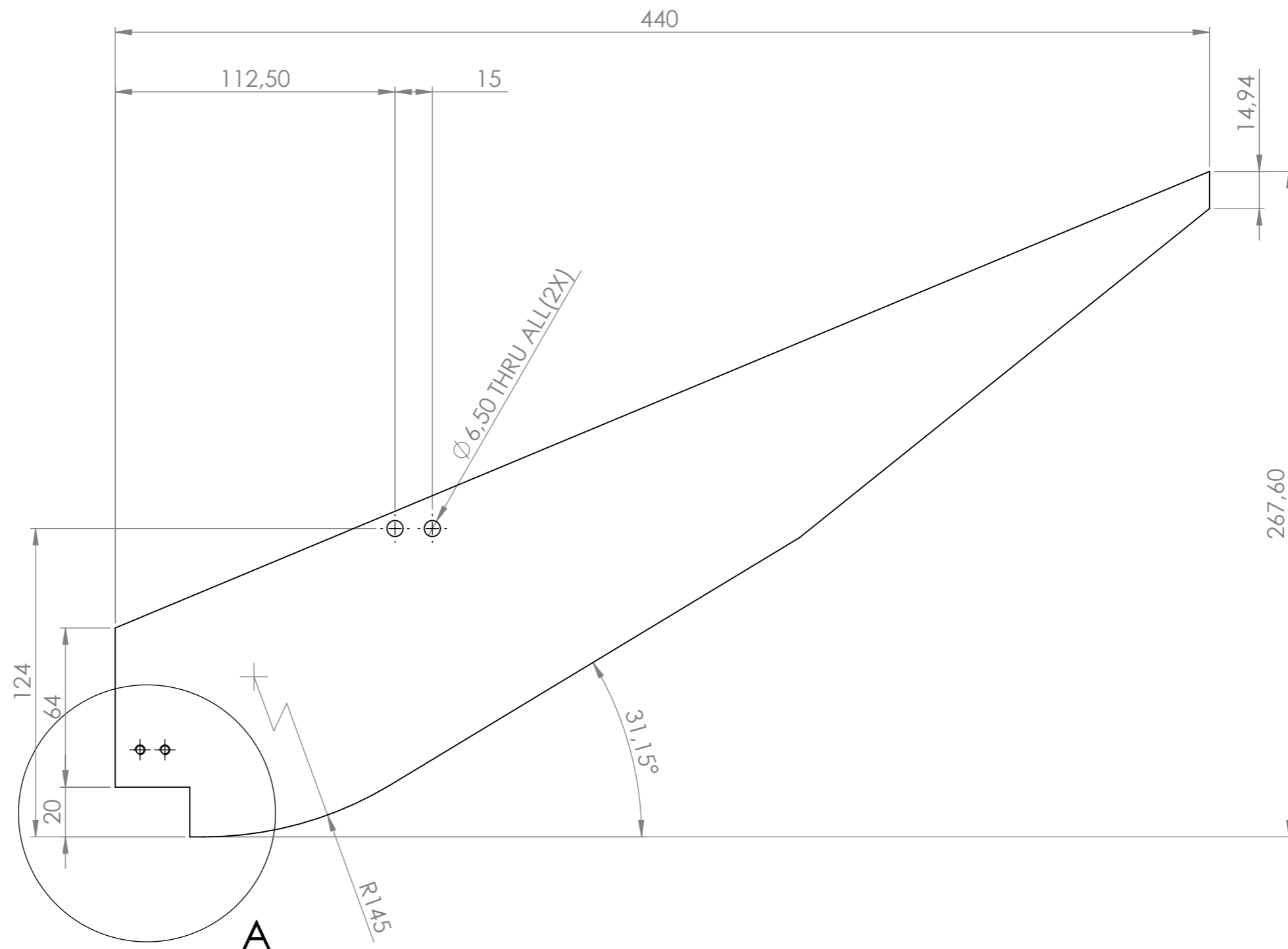


SECTION A-A


	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.01
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 5:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch019						Obs.	
	ch019						Revisão	

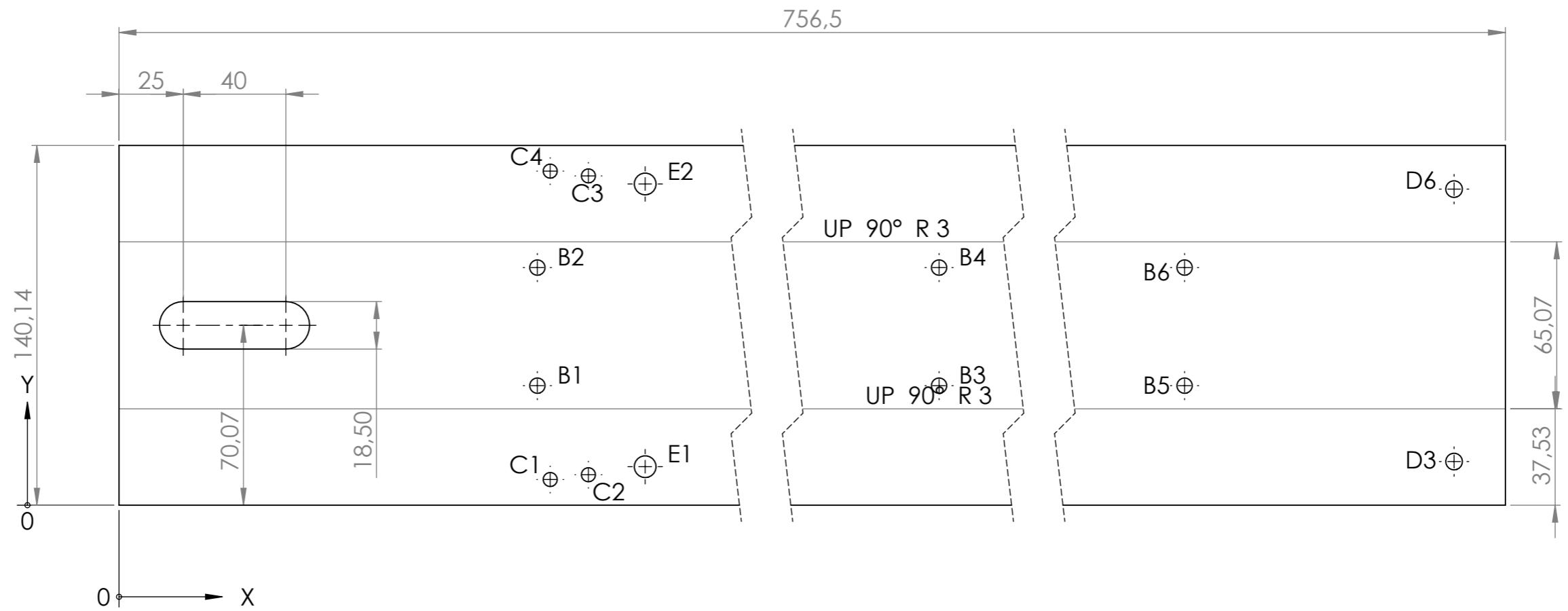


DETAIL A
SCALE 1 : 1

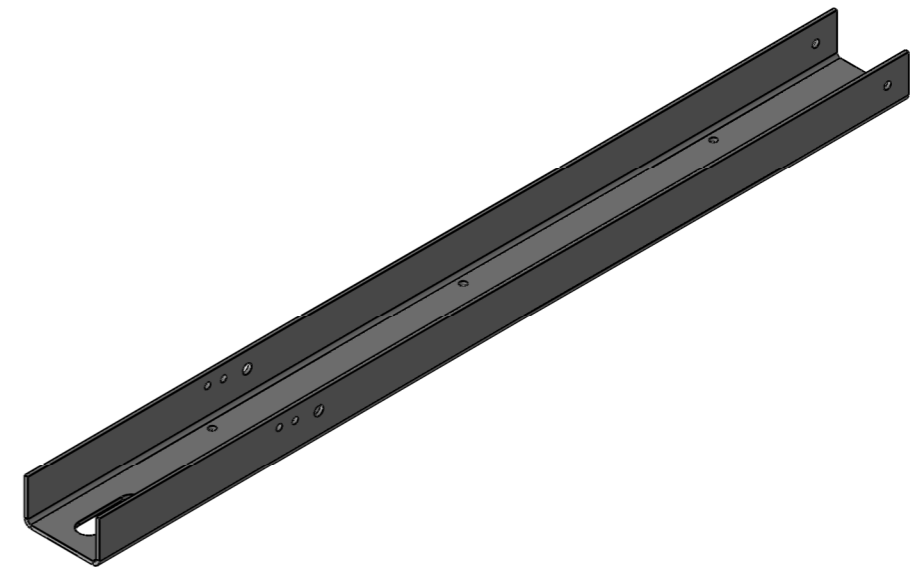


Espessura: 3 mm

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto			Quantidade	2	
Des.	Mário Costa	27/09/2014			Massa (kg)	0.80	
Vist.					Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2	Material	S235
Ref.	ch020R1					Obs.	
						Revisão	

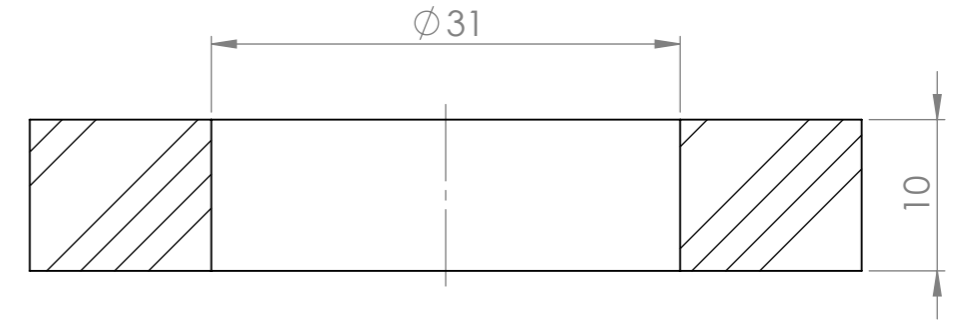
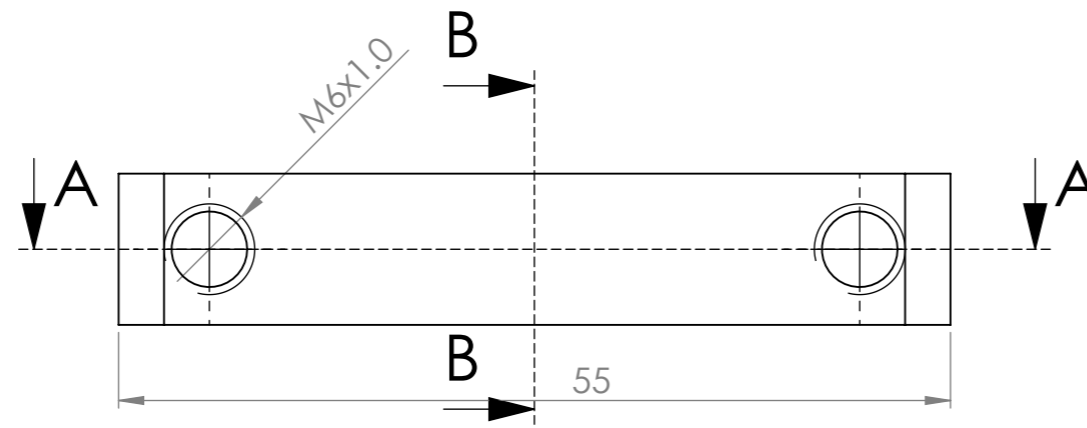


TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
B1	163	46,57	Ø 6 THRU
B2	163	92,57	Ø 6 THRU
B3	397,50	46,57	Ø 6 THRU
B4	397,50	92,57	Ø 6 THRU
B5	631,50	46,57	Ø 6 THRU
B6	631,50	92,57	Ø 6 THRU
C1	168	10	Ø 5,50 THRU
C2	182,88	11,86	Ø 5,50 THRU
C3	182,88	128,28	Ø 5,50 THRU
C4	168	130,14	Ø 5,50 THRU
E1	205	15	Ø 8,50 THRU
E2	205	125,14	Ø 8,50 THRU
D3	736,50	17	Ø 6,50 THRU
D6	736,50	123,14	Ø 6,50 THRU

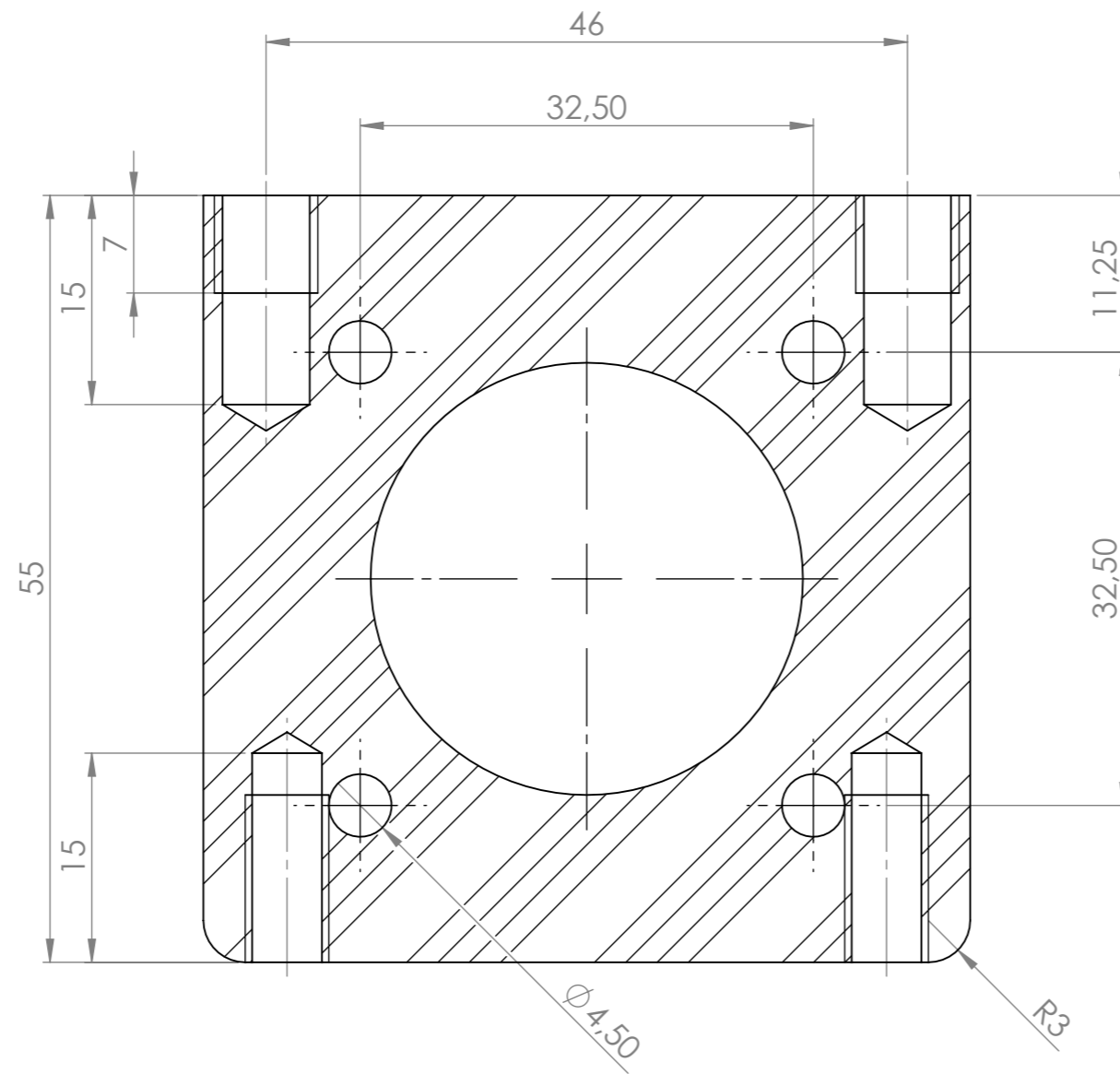


Espessura: 3 mm

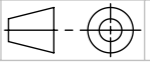
Nome	Data					Quantidade
Des. Mário Costa	17/09/2014					1
Vist.						Massa (kg) 2.46
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:2		Tratamento
Ref. ch021						Material S235
						Obs.
ch021						Revisão



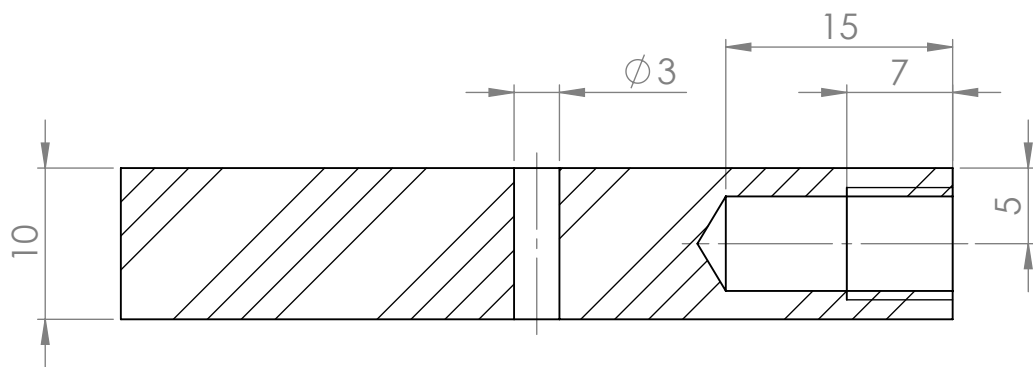
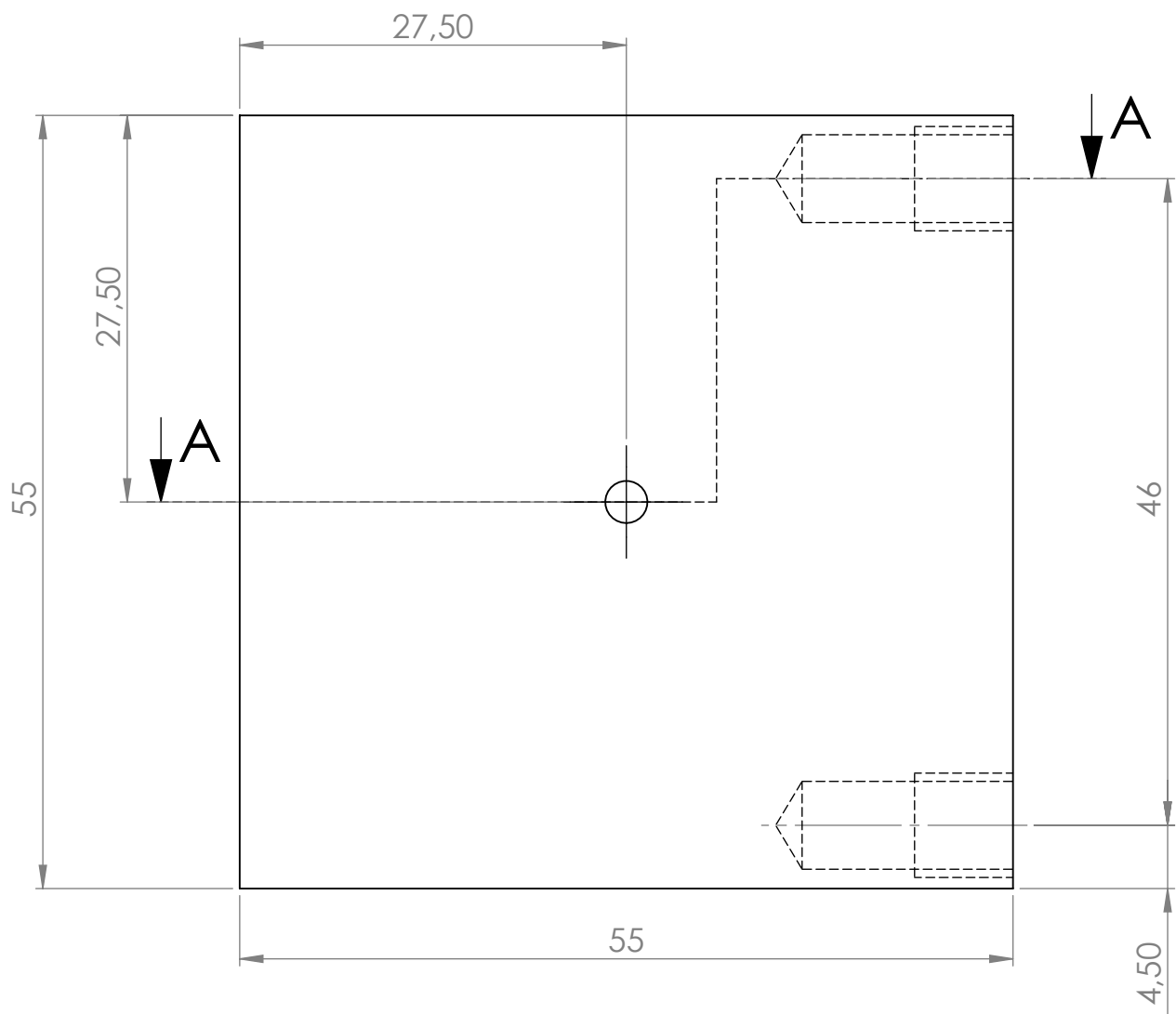
SECTION B-B



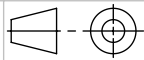
SECTION A-A

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des. Mário Costa	17/09/2014					Massa (kg)	0.16
Vist.						Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A3	Material	S235
Ref. ch022						Obs.	
						Revisão	

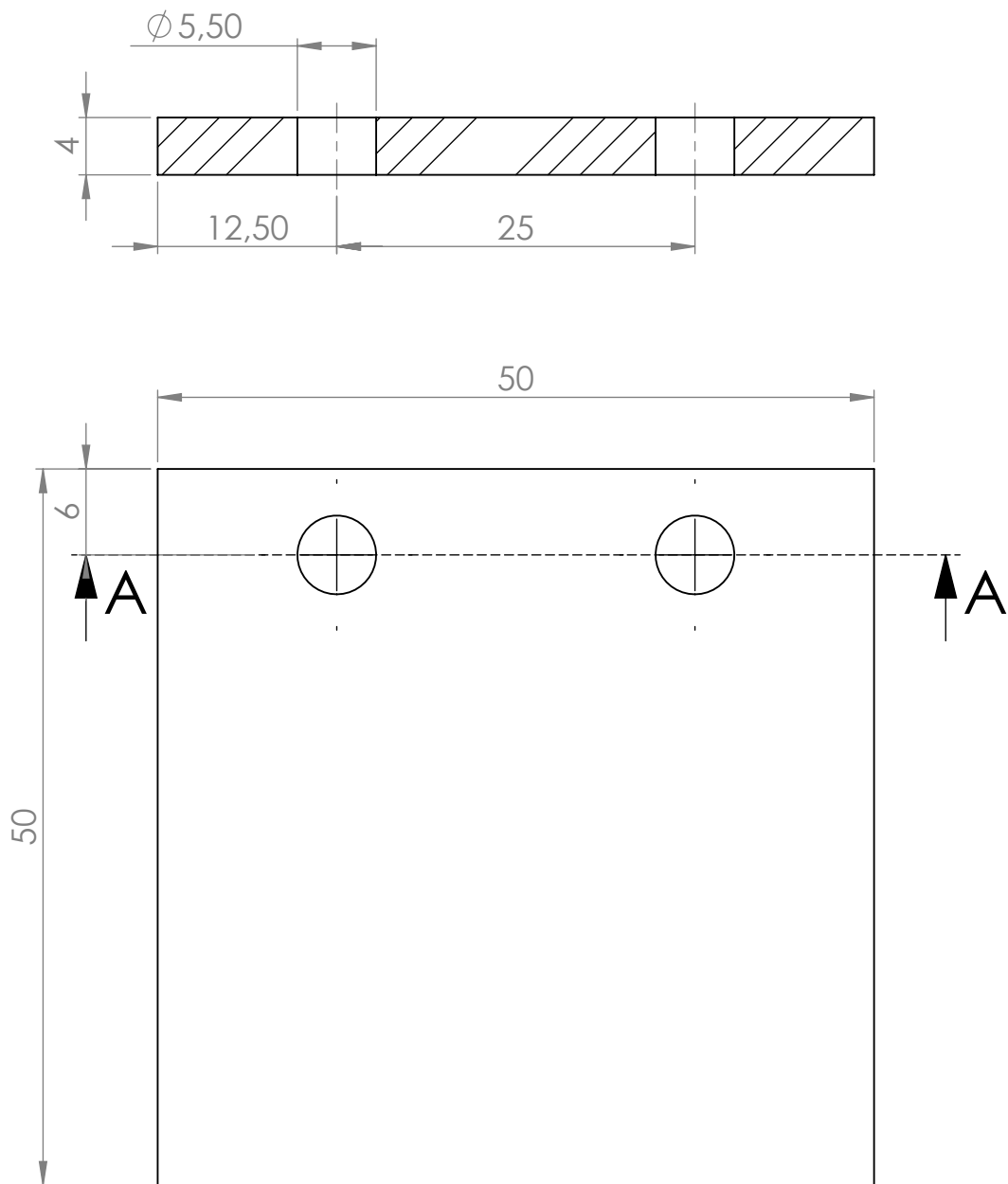
ch022

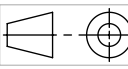


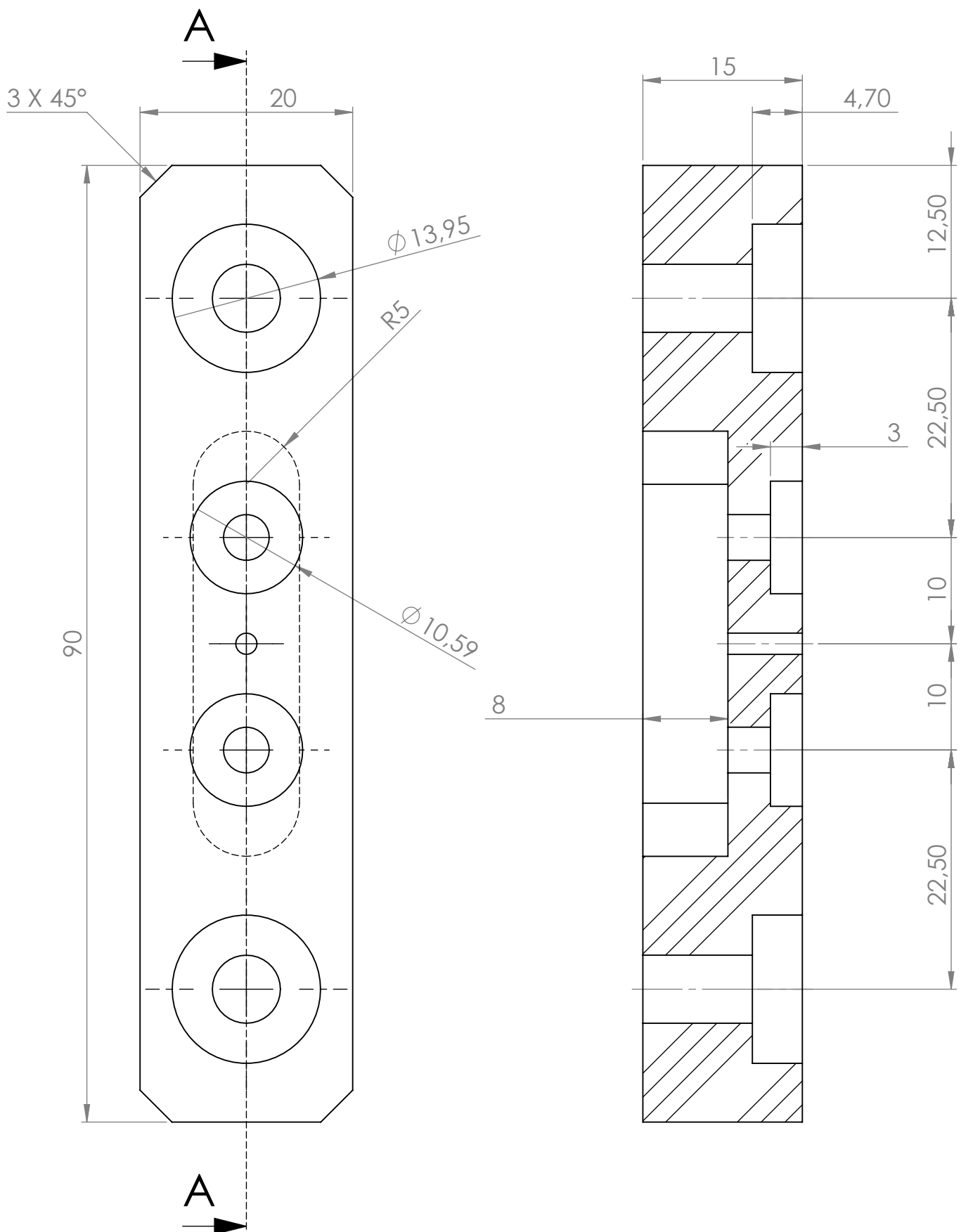
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	17/09/2014					Massa (kg)	0.23
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch022b						Obs.	
	ch022b						Revisão	

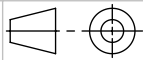
SECTION A-A

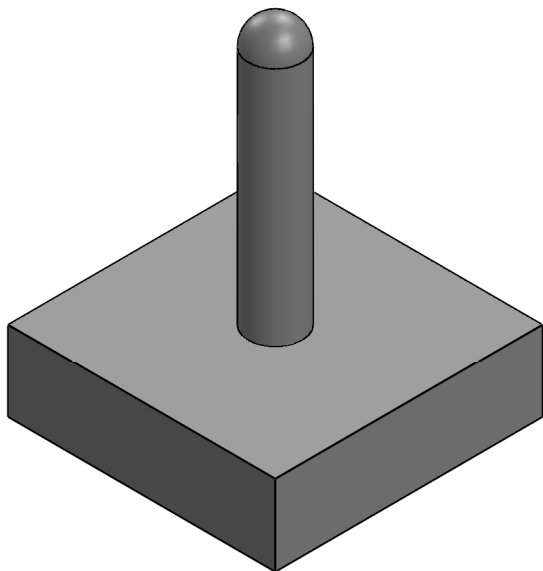
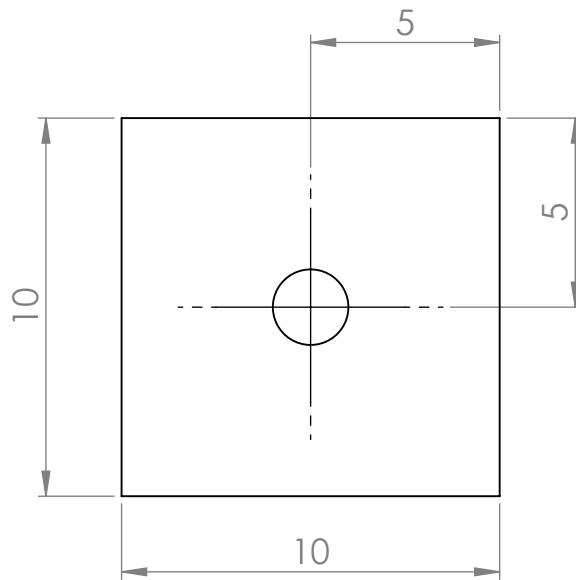
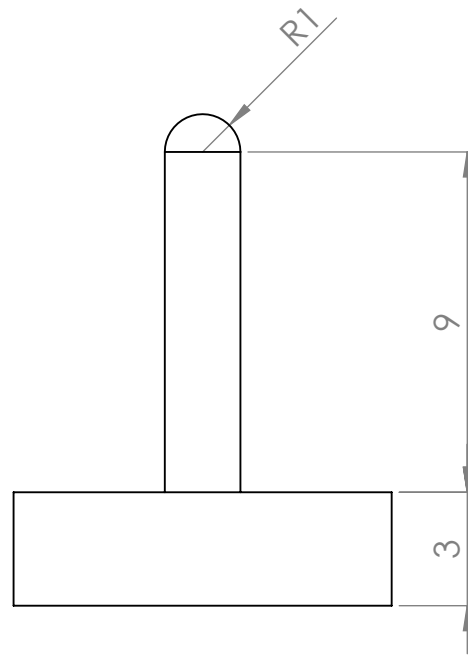



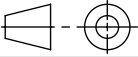
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.08
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch035						Obs.	
	ch035						Revisão	

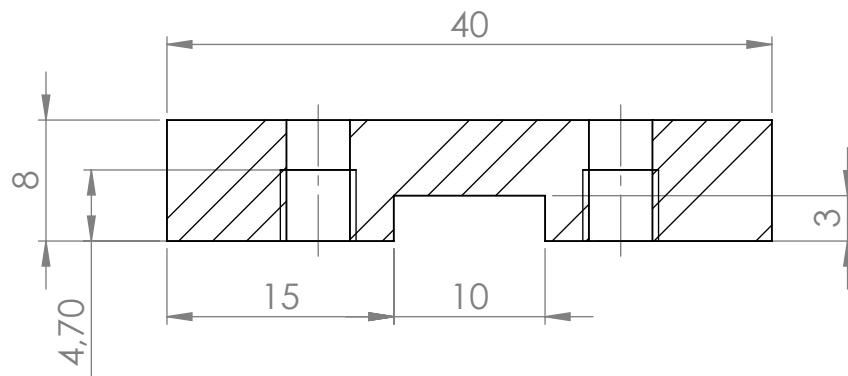
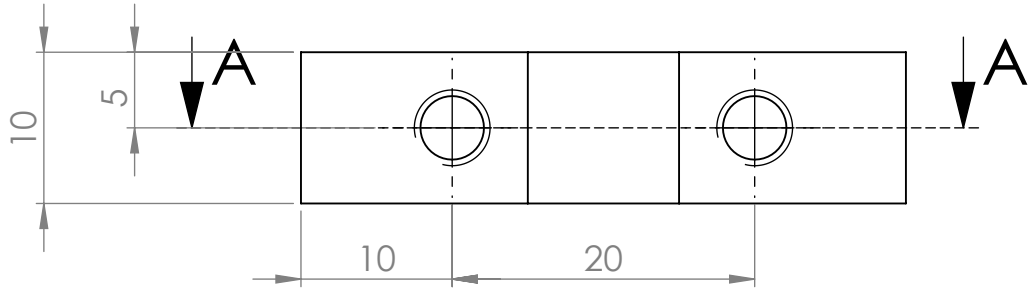


SECTION A-A

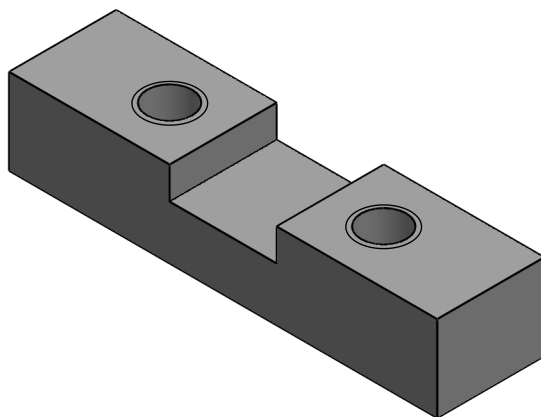
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.16
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch036						Obs.	
	ch036						Revisão	

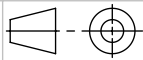


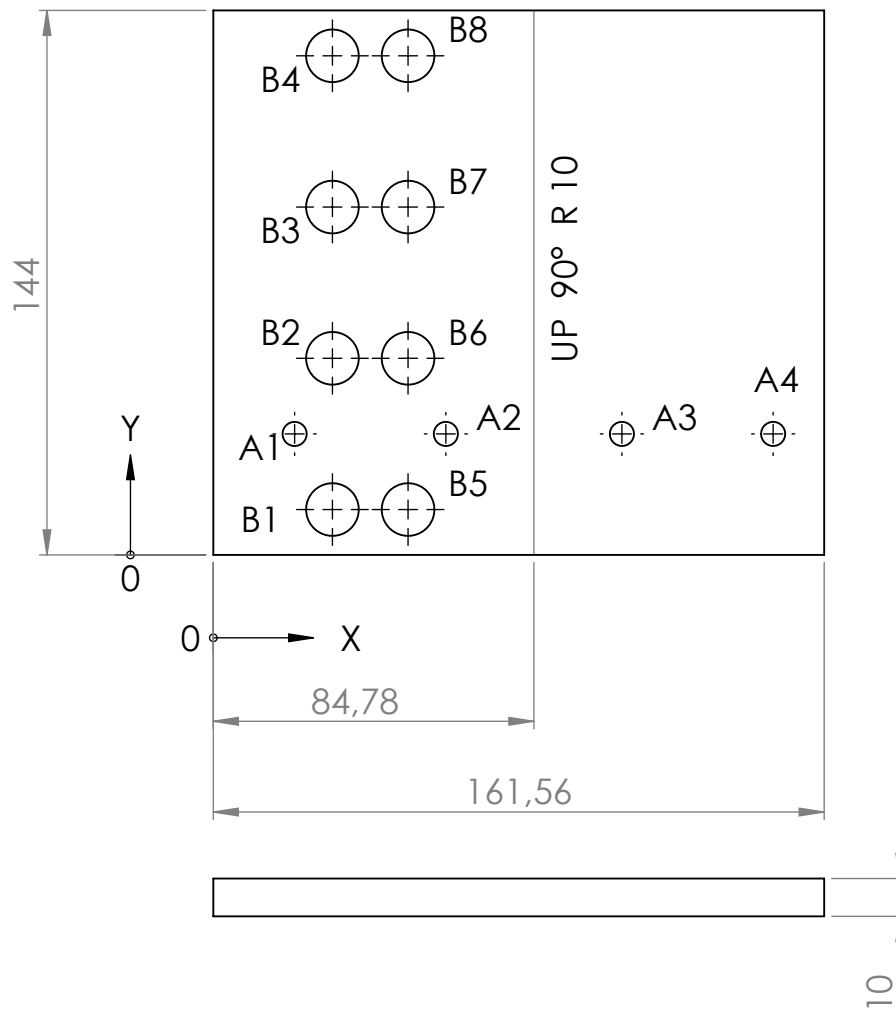
	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.00	
Vist.			Tratamento						
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 5:1		A4	Material	S235
Ref.	ch037		Obs.						
ch037								Revisão	




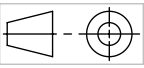
SECTION A-A



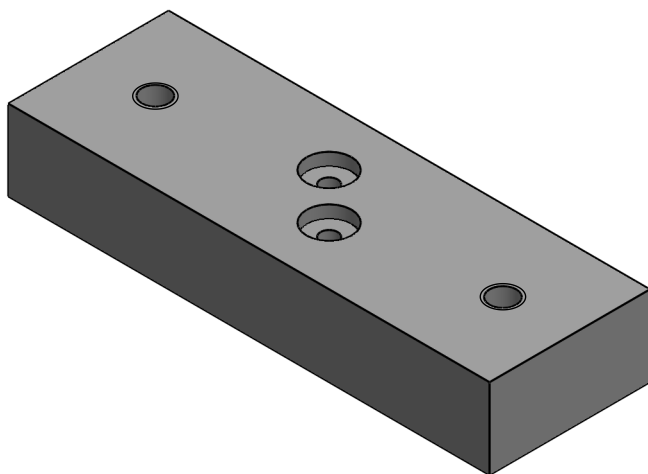
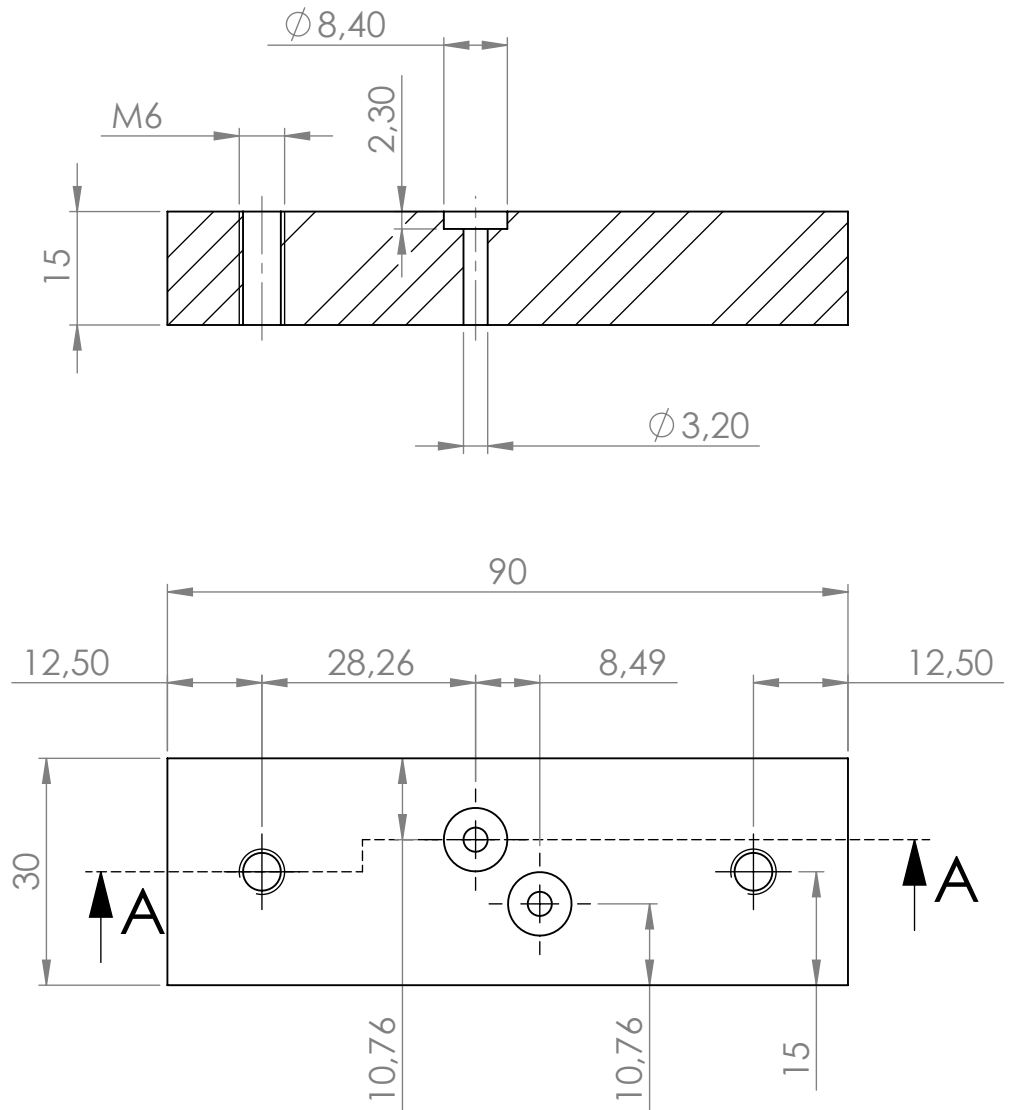
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.02
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch038						Obs.	
	ch038						Revisão	

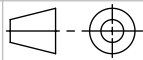


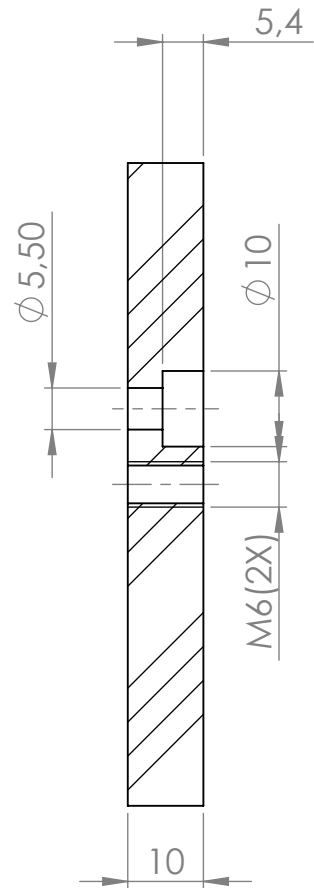
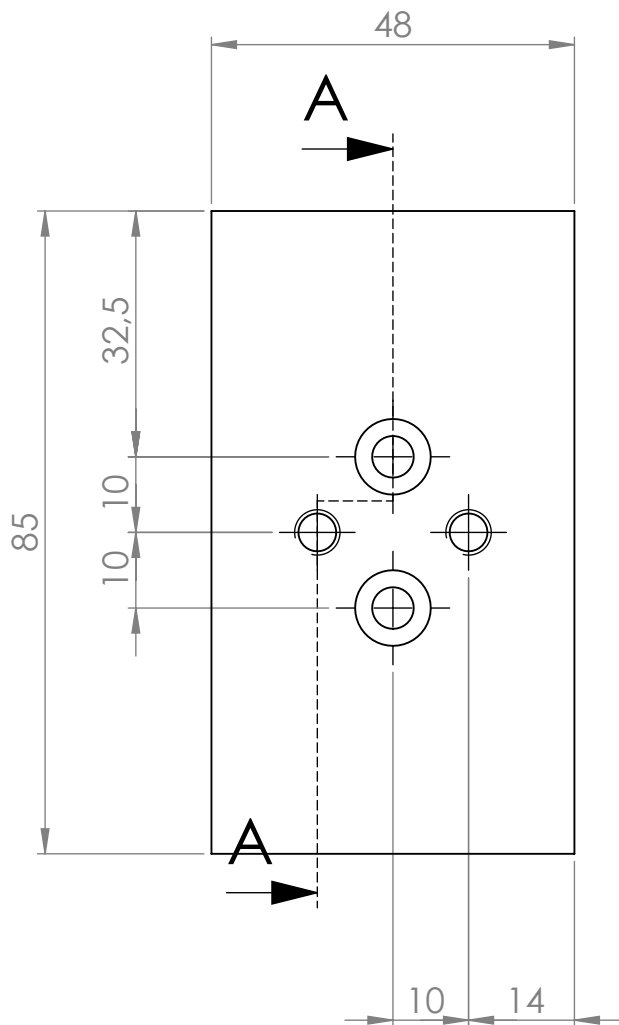
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	21,50	32	Ø 6,40 THRU
A2	61,50	32	Ø 6,40 THRU
A3	108,06	32	Ø 6,40 THRU
A4	148,06	32	Ø 6,40 THRU
B1	31,50	12	Ø 13,95 THRU
B2	31,50	52	Ø 13,95 THRU
B3	31,50	92	Ø 13,95 THRU
B4	31,50	132	Ø 13,95 THRU
B5	51,50	12	Ø 13,95 THRU
B6	51,50	52	Ø 13,95 THRU
B7	51,50	92	Ø 13,95 THRU
B8	51,50	132	Ø 13,95 THRU

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa					27/09/2014	Massa (kg)
Vist.			Tratamento				
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A4	Material	S235
Ref.	ch039					Obs.	
ch039						Revisão	


SECTION A-A

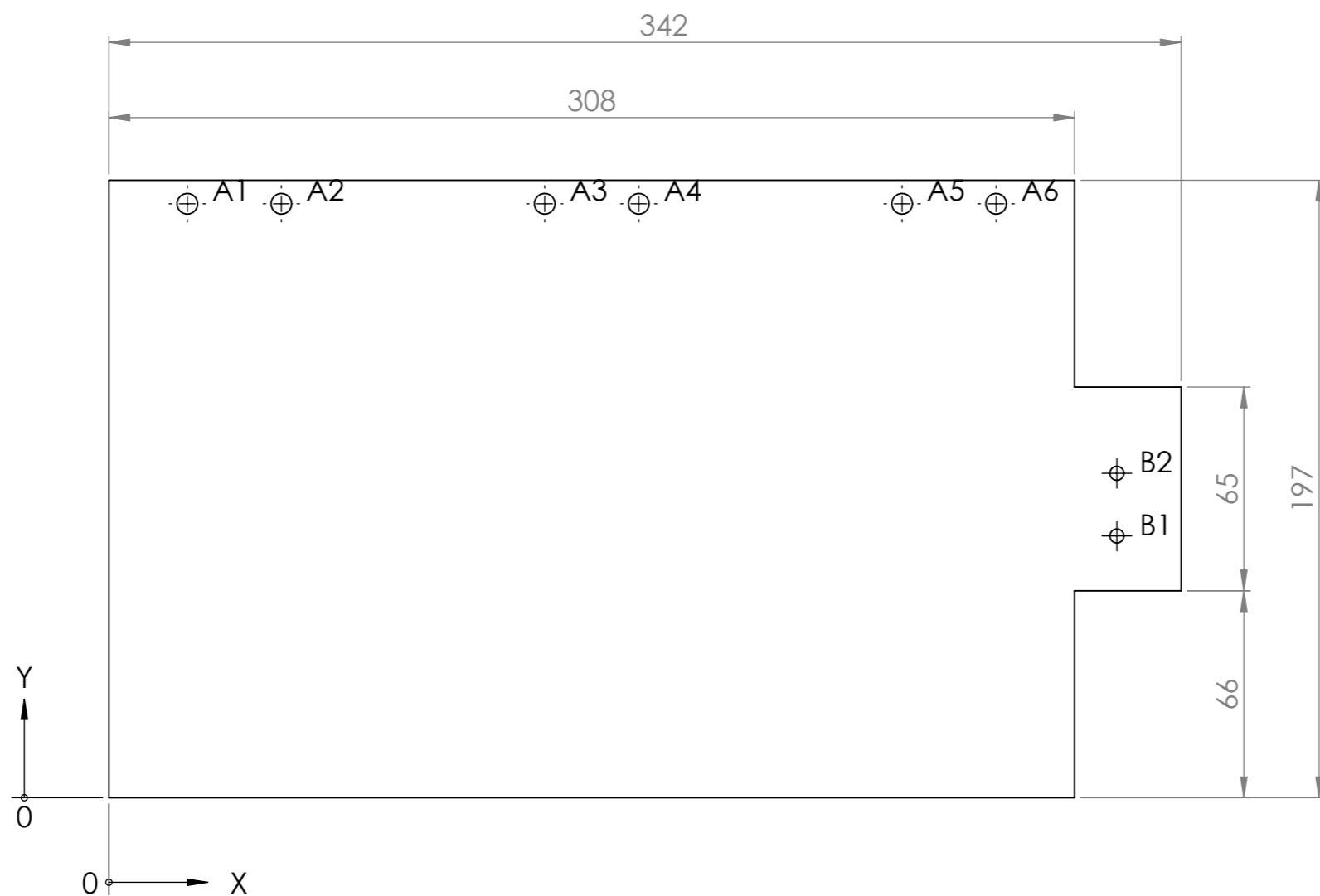


	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.31
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch042						Obs.	
	ch042						Revisão	




SECTION A-A

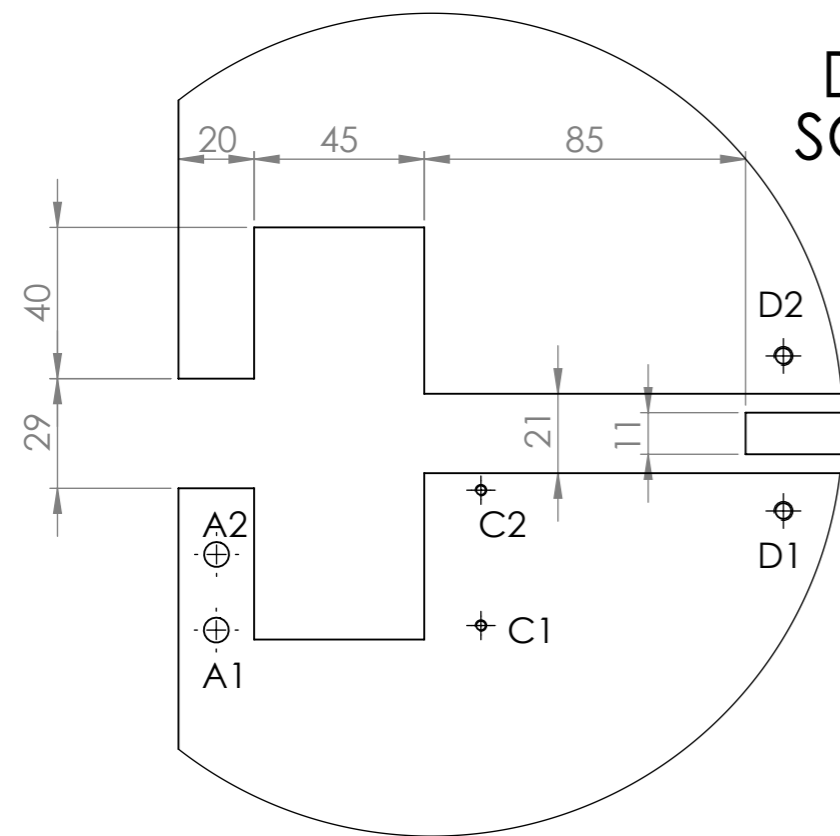
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	11/09/14					Massa (kg)	0.31
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch043						Obs.	
			ch043				Revisão	



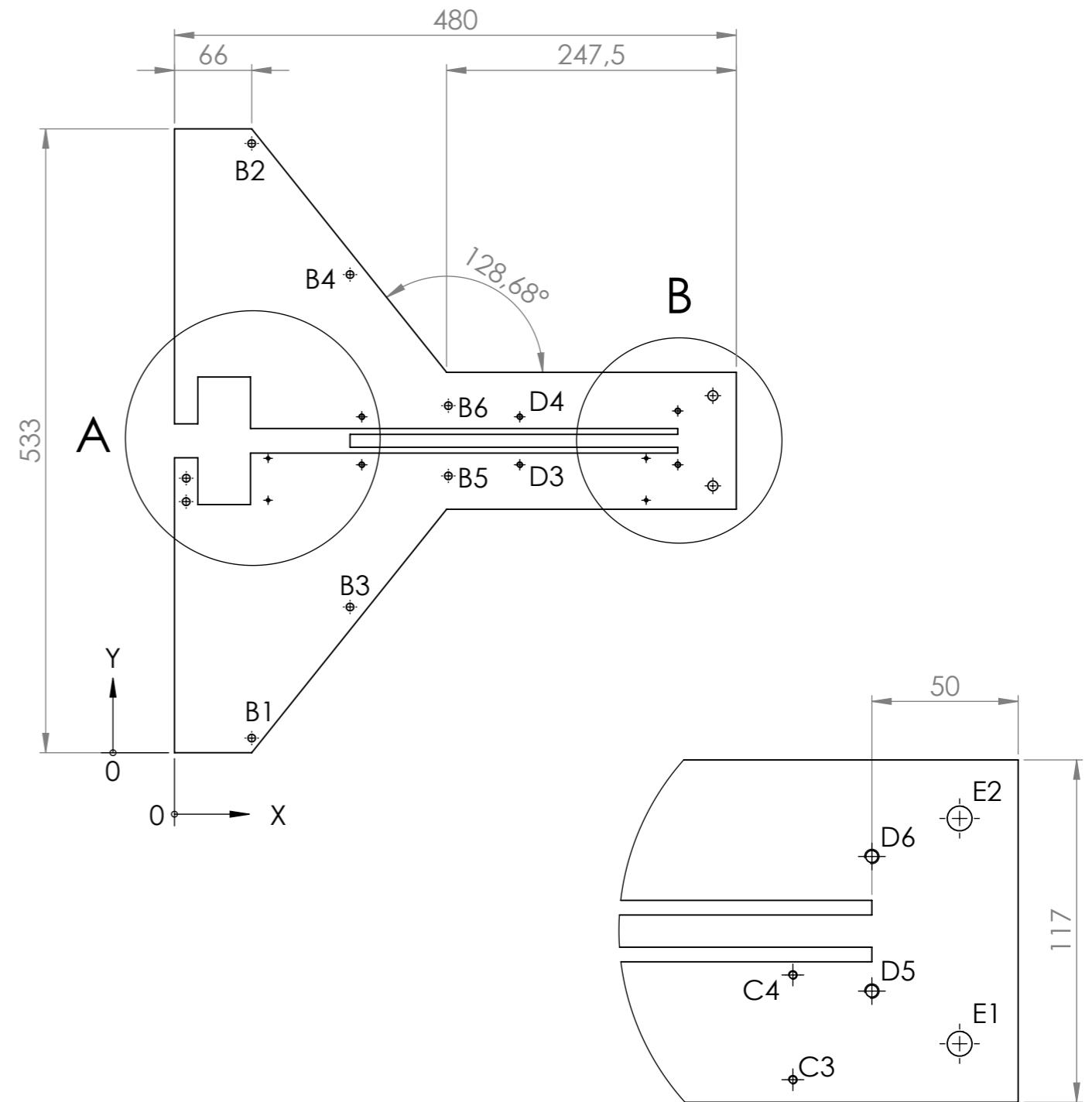
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	25	189,50	Ø 6.60 THRU ALL
A2	55	189,50	Ø 6.60 THRU ALL
A3	139	189,50	Ø 6.60 THRU ALL
A4	169	189,50	Ø 6.60 THRU ALL
A5	253	189,50	Ø 6.60 THRU ALL
A6	283	189,50	Ø 6.60 THRU ALL
B1	321,50	83,50	Ø 4.50 THRU ALL
B2	321,50	103,50	Ø 4.50 THRU ALL

Espessura: 5 mm

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto			Quantidade	2
Des. Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	2.46
Vist.					Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:2	Material	S235
Ref. ch044					Obs.	
ch044					Revisão	



DETAIL A
SCALE 1 : 2

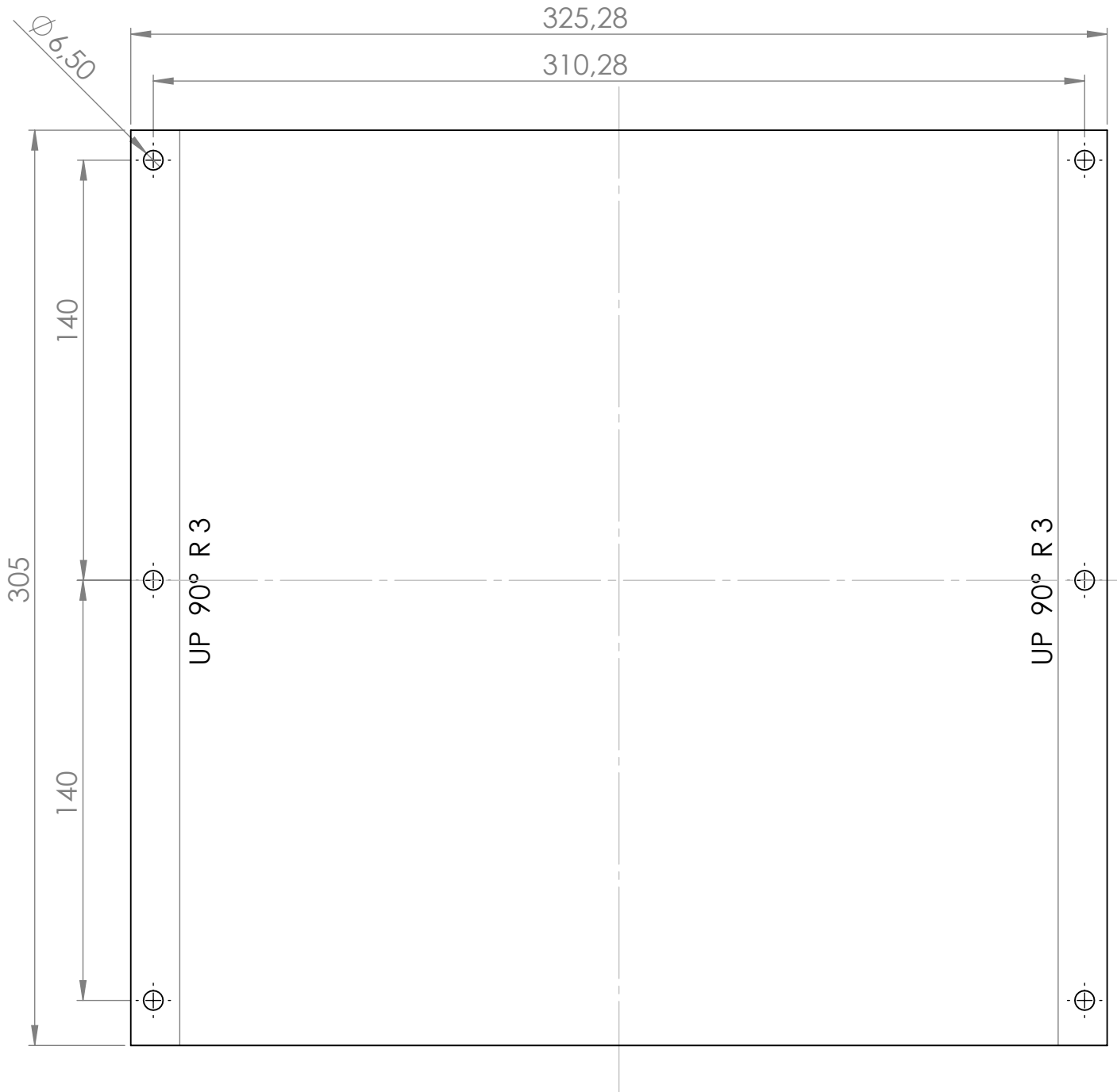



DETAIL B
SCALE 1 : 2

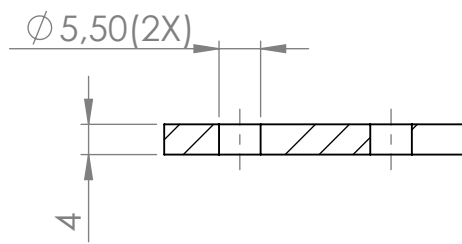
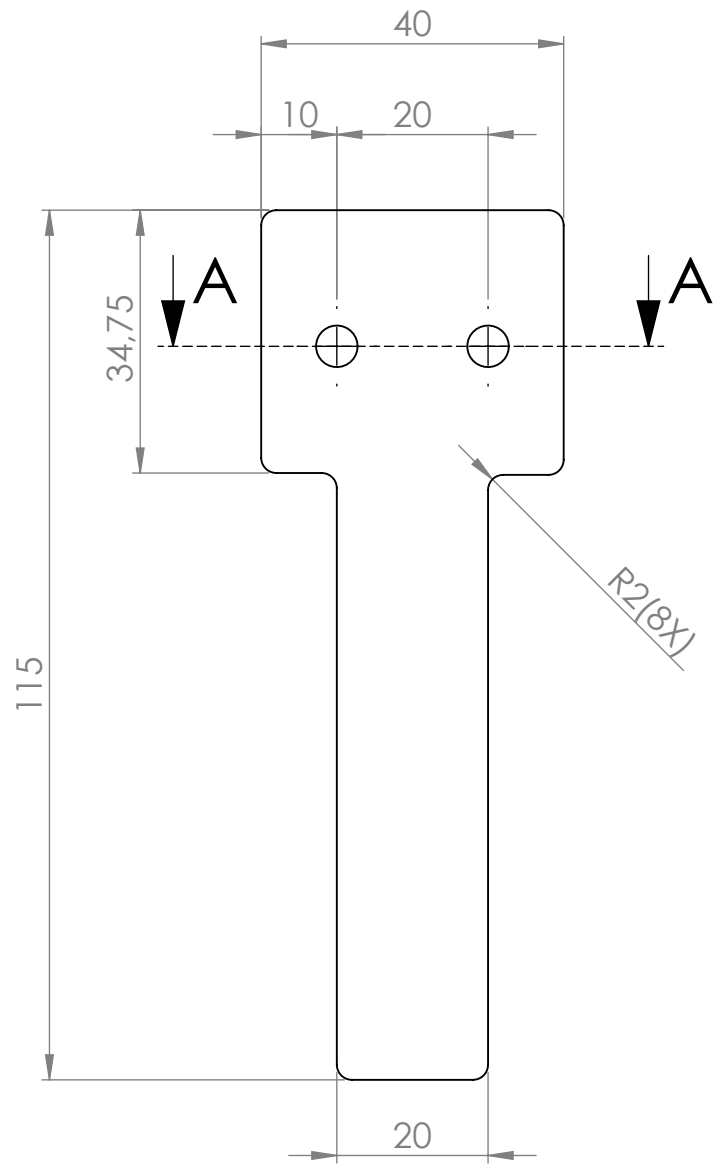
Espessura: 3 mm

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	10	214,50	Ø 6.6 THRU ALL
A2	10,08	234,50	Ø 6.6 THRU ALL
B1	66	12,50	Ø 6,5 THRU
B2	66	520,50	Ø 6,5 THRU
B3	150	124,50	Ø 6,5 THRU
B4	150	408,50	Ø 6,5 THRU
B5	234	236,50	Ø 6,5 THRU
B6	234	296,50	Ø 6,5 THRU
E1	460	228	Ø 8,5 THRU
E2	460	305	Ø 8,5 THRU
C1	80	215,70	Ø 2.5 THRU ALL M3 - 6H - 6H
C2	80	251,50	Ø 2.5 THRU ALL M3 - 6H - 6H
C3	403	215,70	Ø 2.5 THRU ALL M3 - 6H - 6H
C4	403	251,50	Ø 2.5 THRU ALL M3 - 6H - 6H
D1	160	246	Ø 4.2 THRU ALL M5 - 6H - 6H
D2	160	287	Ø 4.2 THRU ALL M5 - 6H - 6H
D3	295	246	Ø 4.2 THRU ALL M5 - 6H - 6H
D4	295	287	Ø 4.2 THRU ALL M5 - 6H - 6H
D5	430	246	Ø 4.2 THRU ALL M5 - 6H - 6H
D6	430	292	Ø 4.2 THRU ALL M5 - 6H - 6H

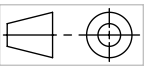
Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	
Des. Mário Costa	27/09/2014					2	
Vist.						Massa (kg) 4.23	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5		Treatamento	
Ref. ch045						A3	Material S235
ch045						Obs.	
						Revisão	

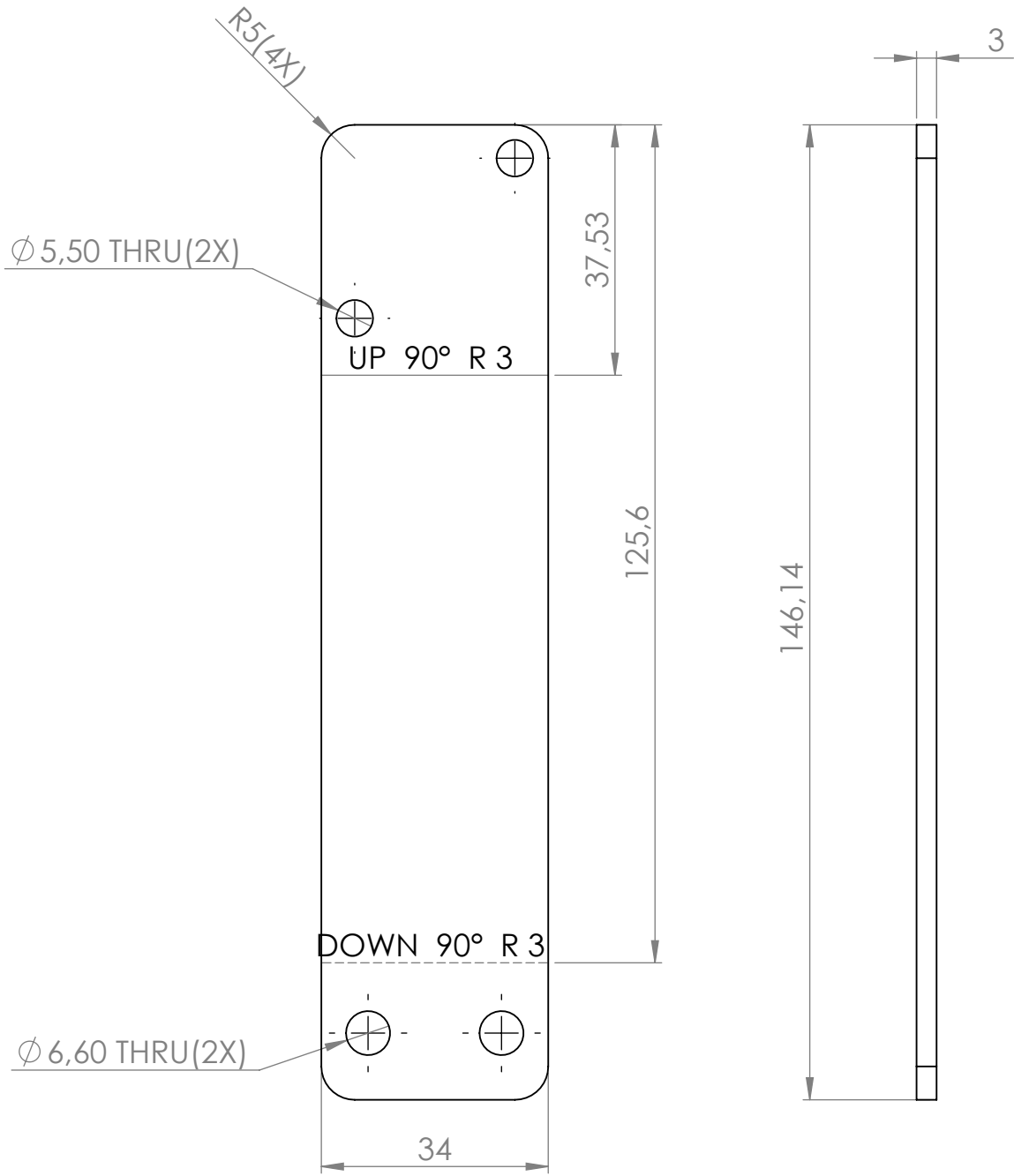



	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	18/09/2014					Massa (kg)	3.89
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2		Material	S235
Ref.	ch046						Obs.	
ch046							Revisão	

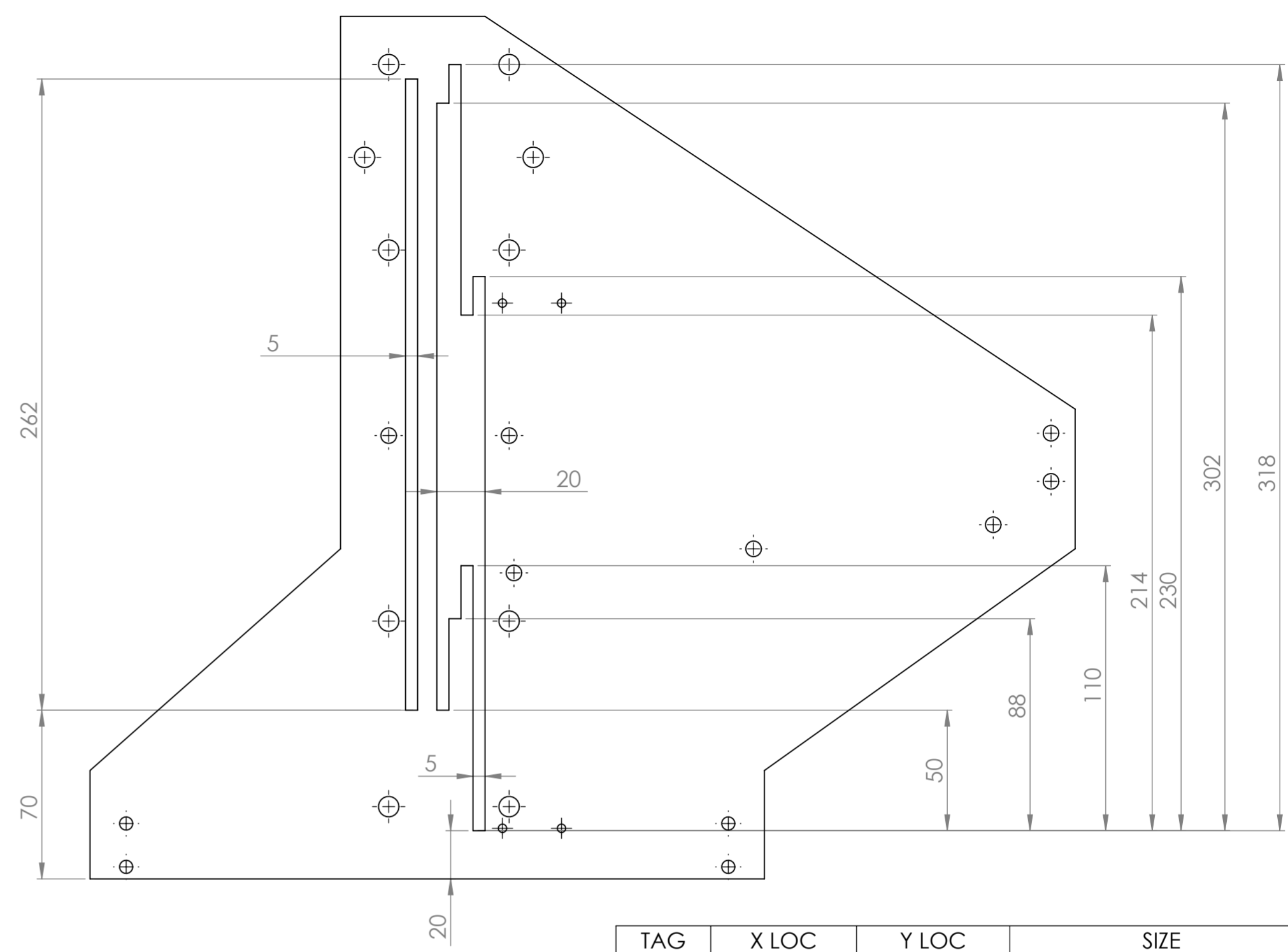
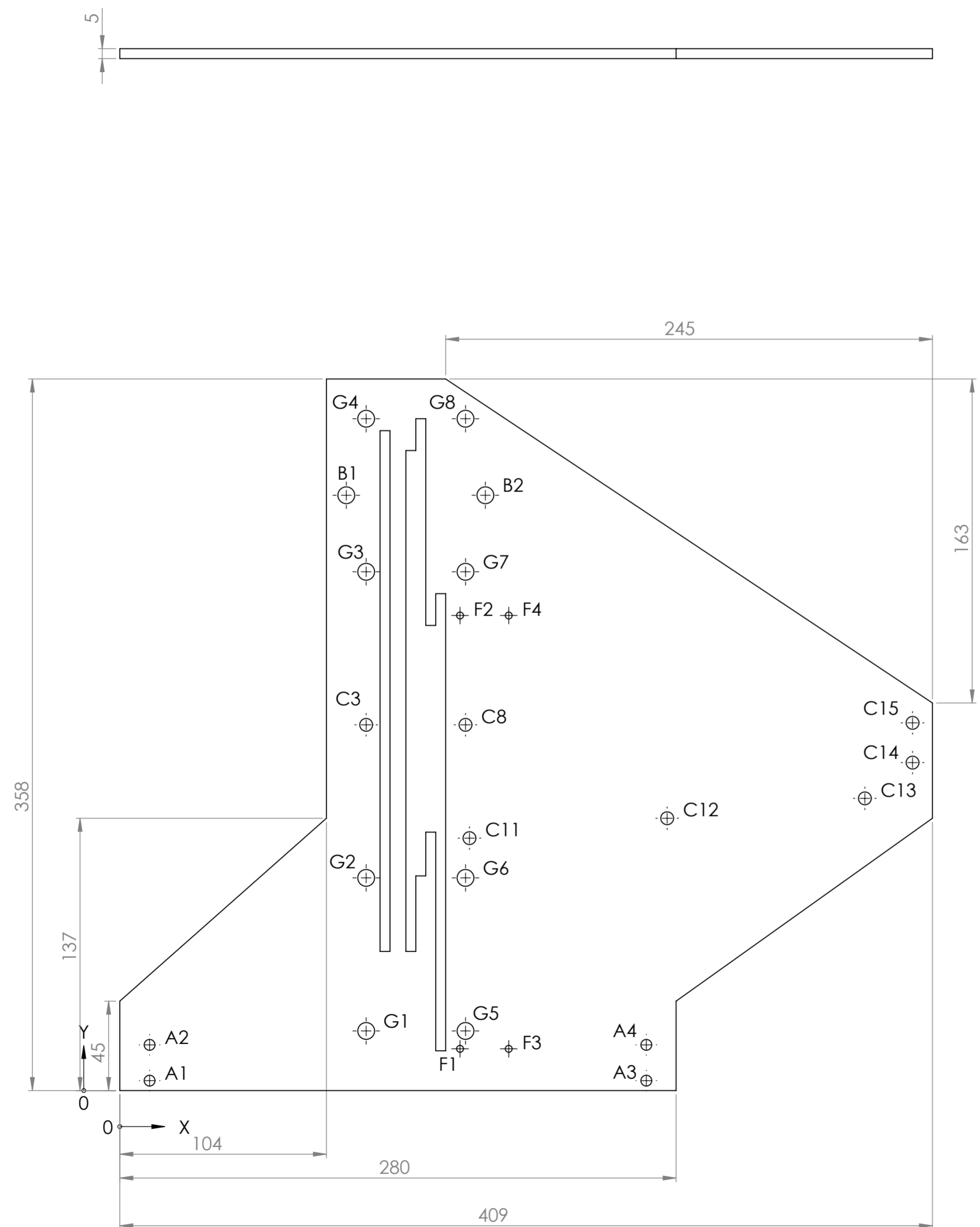


SECTION A-A


	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	0.09
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch050						Obs.	
	ch050						Revisão	

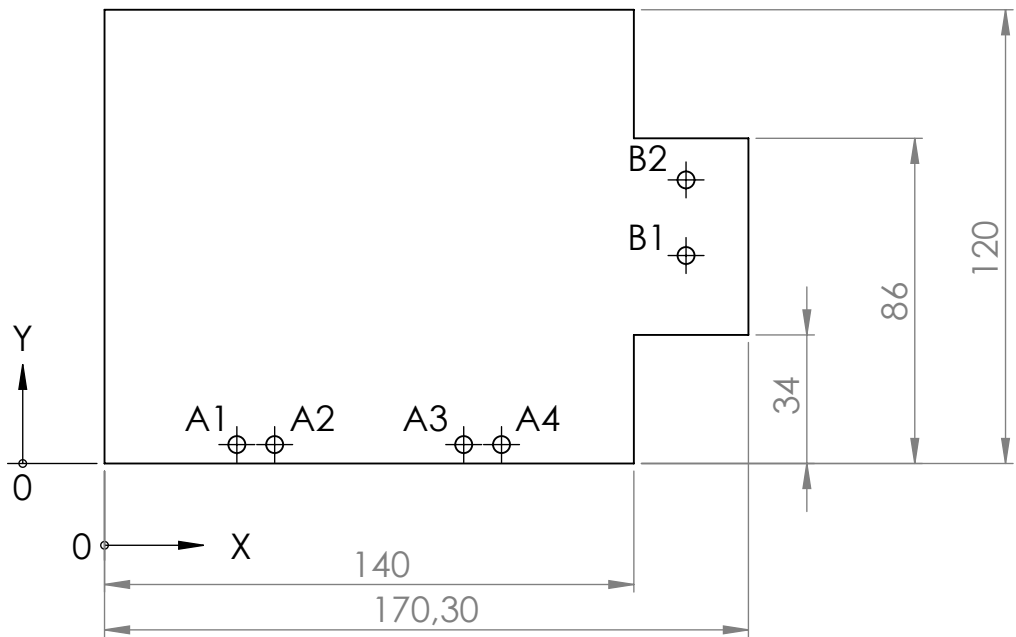
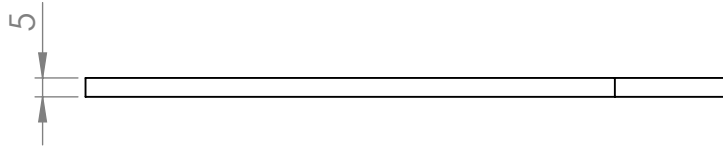


	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	0.11
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch051						Obs.	
ch051							Revisão	


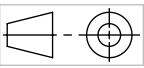


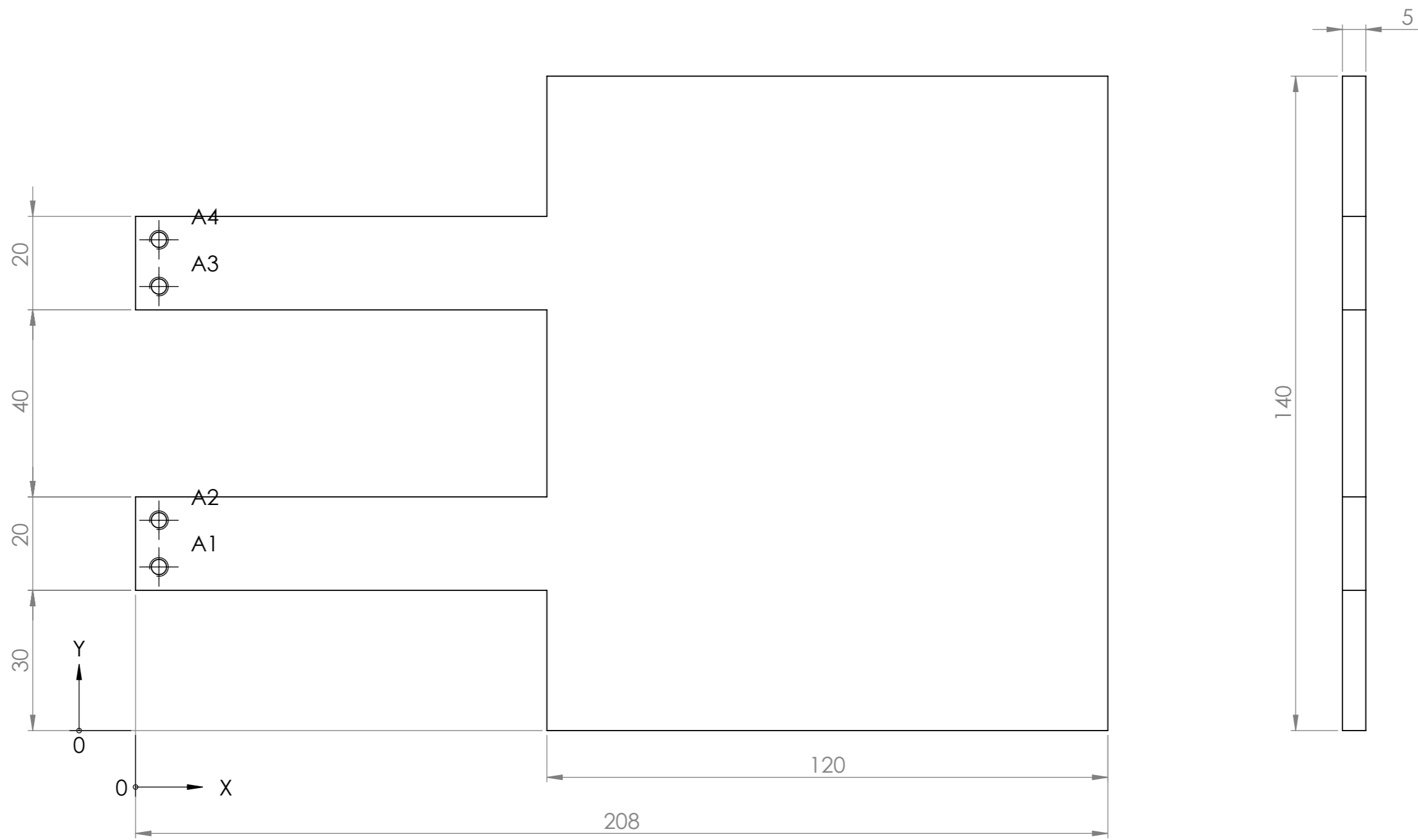
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	15	5	Ø 5.50 THRU ALL
A2	15	23	Ø 5.50 THRU ALL
A3	265	5	Ø 5.50 THRU ALL
A4	265	23	Ø 5.50 THRU ALL
B1	114	299,50	Ø 6.50 THRU ALL
B2	184	299,50	Ø 6.50 THRU ALL
C1	124	30	Ø 6,50 THRU
C2	124	107	Ø 6,50 THRU
C3	124	184	Ø 6,50 THRU
C4	124	261	Ø 6,50 THRU
C5	124	338	Ø 6,50 THRU
C6	174	30	Ø 6,50 THRU
C7	174	107	Ø 6,50 THRU
C8	174	184	Ø 6,50 THRU
C9	174	261	Ø 6,50 THRU
C10	174	338	Ø 6,50 THRU
C11	176	127	Ø 6,50 THRU
C12	275,50	137	Ø 6,50 THRU
C13	375	147	Ø 6,50 THRU
C14	399	165	Ø 6,50 THRU
C15	399	185	Ø 6,50 THRU
F1	171,25	21	Ø 3,50 THRU
F2	171,25	239	Ø 3,50 THRU
F3	195,75	21	Ø 3,50 THRU
F4	195,75	239	Ø 3,50 THRU

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto		Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	20/09/2014		Massa (kg)	3.16	
Vist.				Tratamento		
Aprov.			ISO 2768 mK Escala 1:5	Material	S235	
Ref.	ch052			Obs.		
ch052					Revisão	



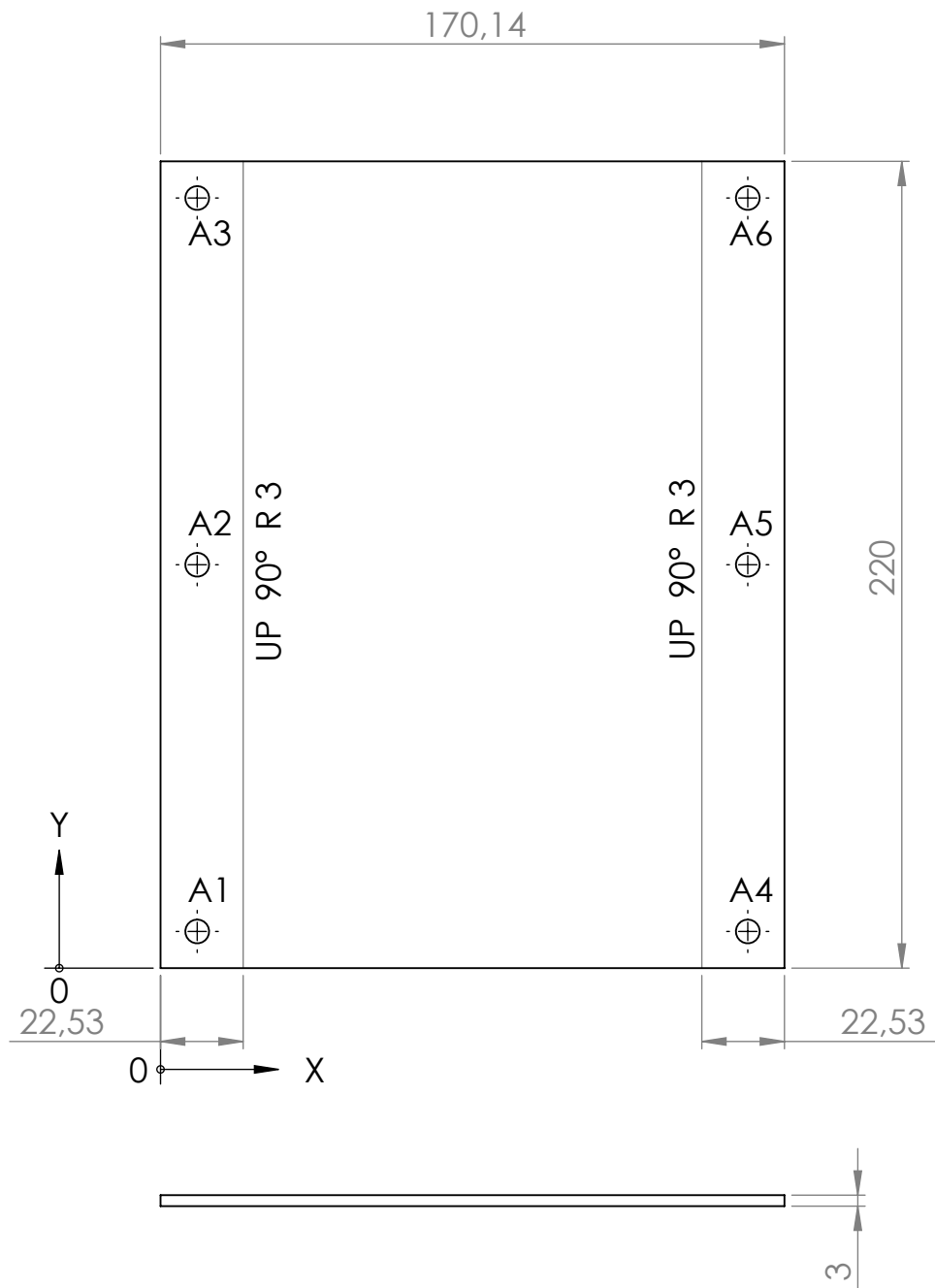
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	35	5	Ø 4.50 THRU ALL
A2	45	5	Ø 4.50 THRU ALL
A3	95	5	Ø 4.50 THRU ALL
A4	105	5	Ø 4.50 THRU ALL
B1	153,80	55	Ø 4,50 THRU ALL
B2	153,80	75	Ø 4,50 THRU ALL

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa					20/09/2014	Massa (kg)
Vist.			Tratamento				
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A4	Material	S235
Ref.	ch053					Obs.	
ch053						Revisão	

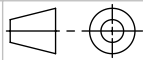


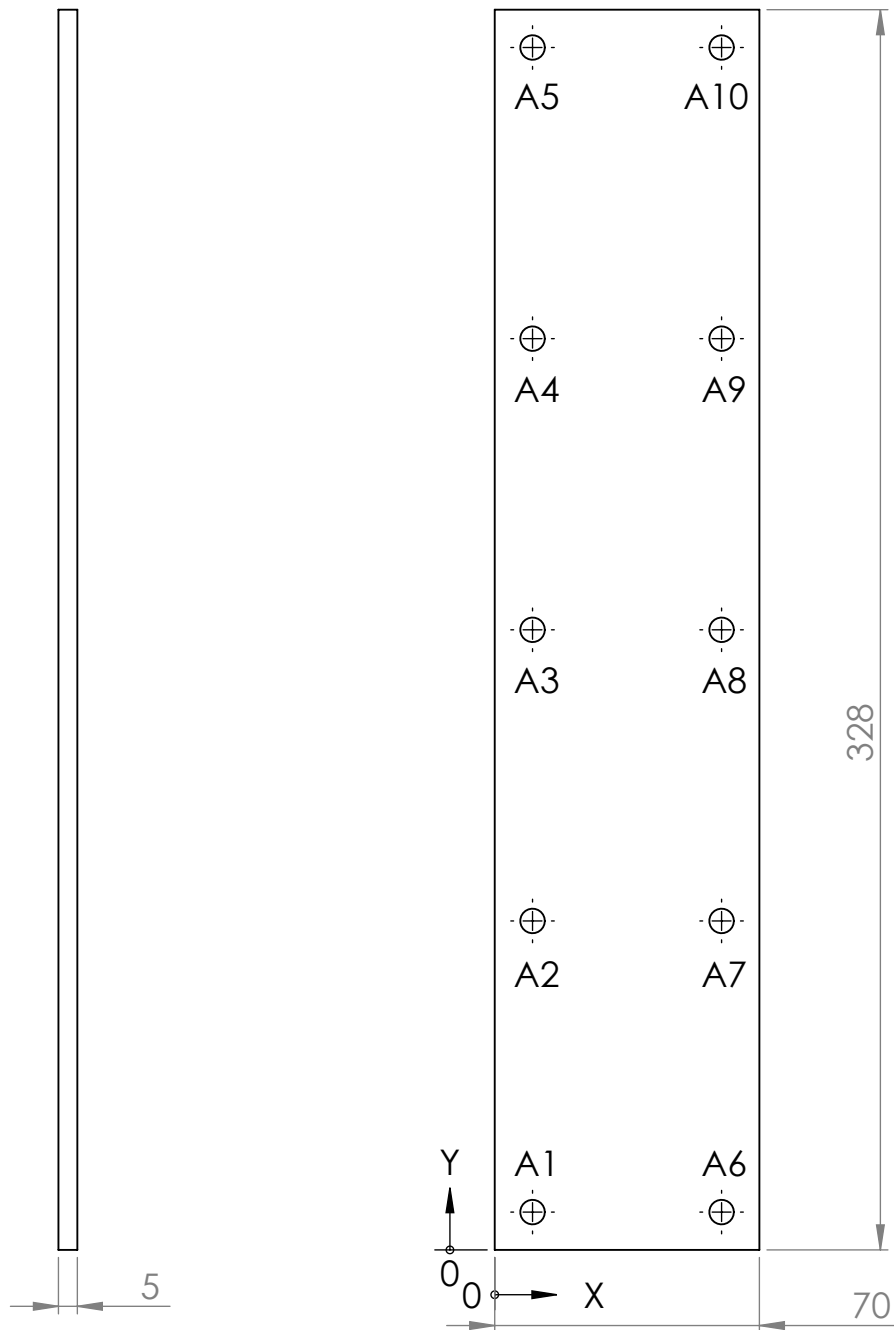
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	5	35	∅ 3.30 THRU ALL M4x0.7 - 6H THRU ALL
A2	5	45	∅ 3.30 THRU ALL M4x0.7 - 6H THRU ALL
A3	5	95	∅ 3.30 THRU ALL M4x0.7 - 6H THRU ALL
A4	5	105	∅ 3.30 THRU ALL M4x0.7 - 6H THRU ALL

Des.	Mário Costa	Data	13/09/2014	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Quantidade	1			
Vist.					Massa (kg)	0.78			
Aprov.				ISO 2768	mK	Escala 1:1	A3	Tratamento	
Ref.	ch053b						Material	S235	
							Obs.		
							Revisão		


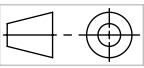


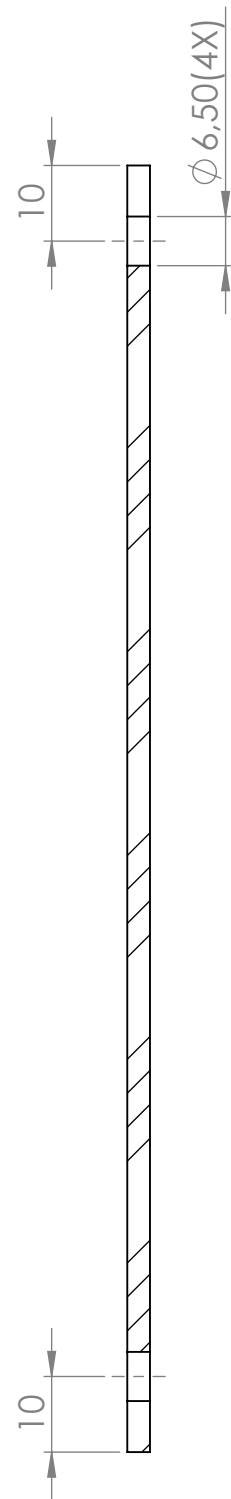
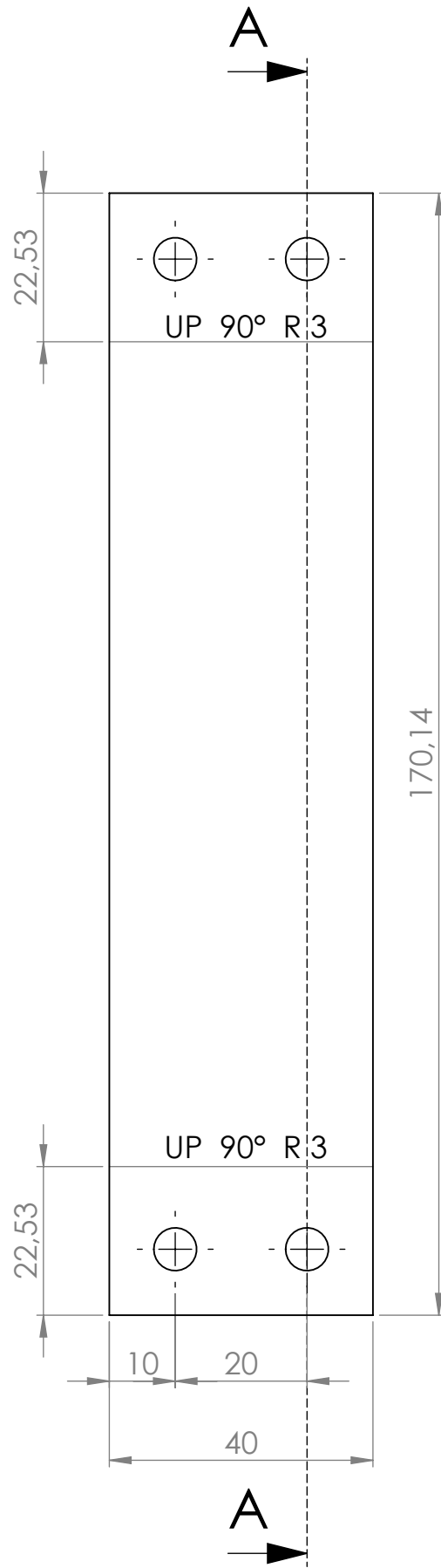
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	10	10	Ø 6,50 THRU
A2	10	110	Ø 6,50 THRU
A3	10	210	Ø 6,50 THRU
A4	160,14	10	Ø 6,50 THRU
A5	160,14	110	Ø 6,50 THRU
A6	160,14	210	Ø 6,50 THRU

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	0.88	
Vist.						Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2		Material	S235
Ref.	ch054						Obs.	
	ch054						Revisão	

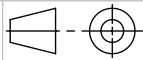


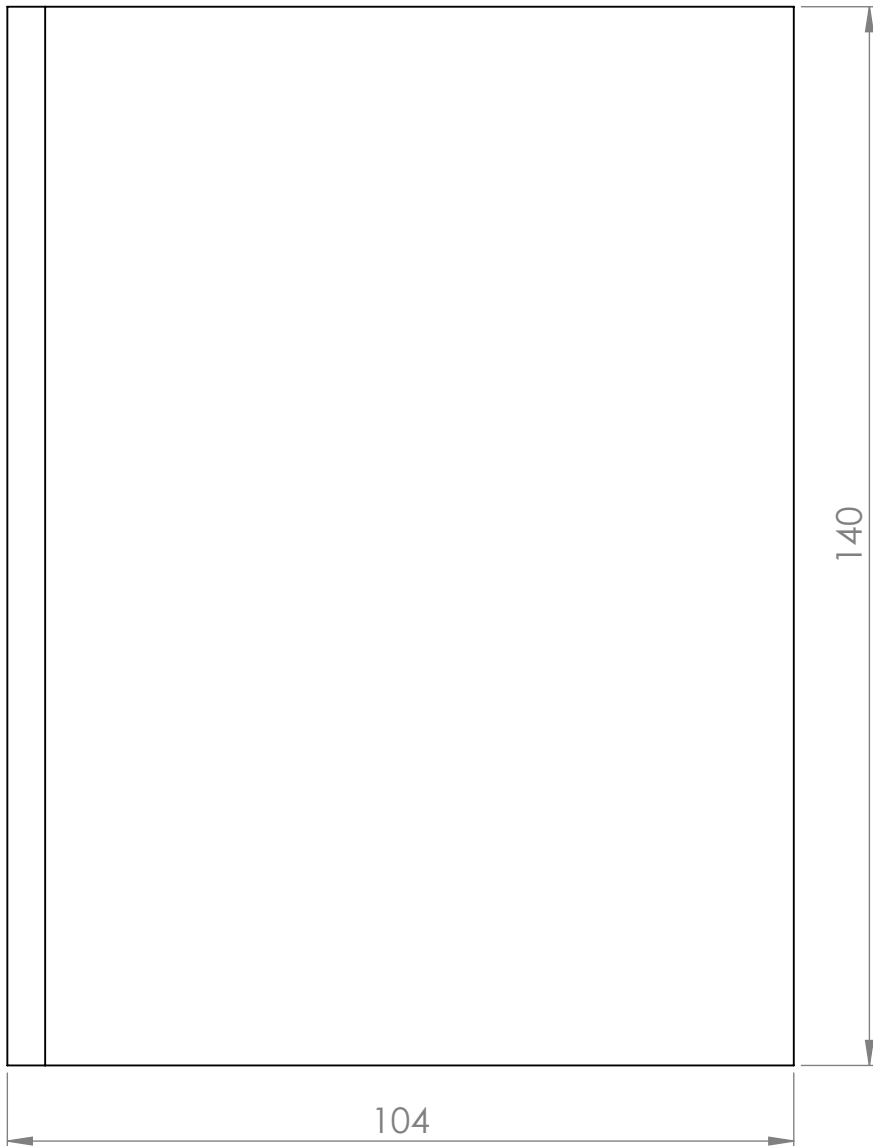
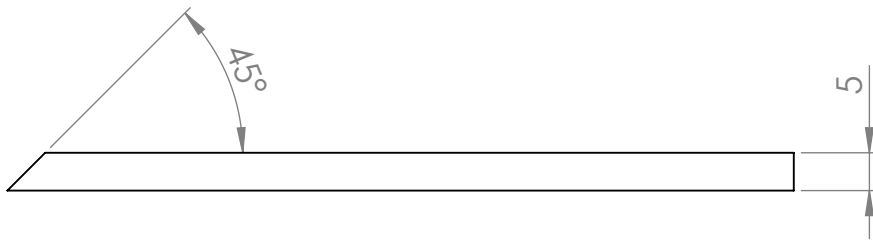
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	10	10	Ø 6,50 THRU
A2	10	87	Ø 6,50 THRU
A3	10	164	Ø 6,50 THRU
A4	10	241	Ø 6,50 THRU
A5	10	318	Ø 6,50 THRU
A6	60	10	Ø 6,50 THRU
A7	60	87	Ø 6,50 THRU
A8	60	164	Ø 6,50 THRU
A9	60	241	Ø 6,50 THRU
A10	60	318	Ø 6,50 THRU


Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa					20/09/2014	Massa (kg)
Vist.			Tratamento				
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5	 A4	Material	S235
Ref.	ch056					Obs.	
ch056						Revisão	

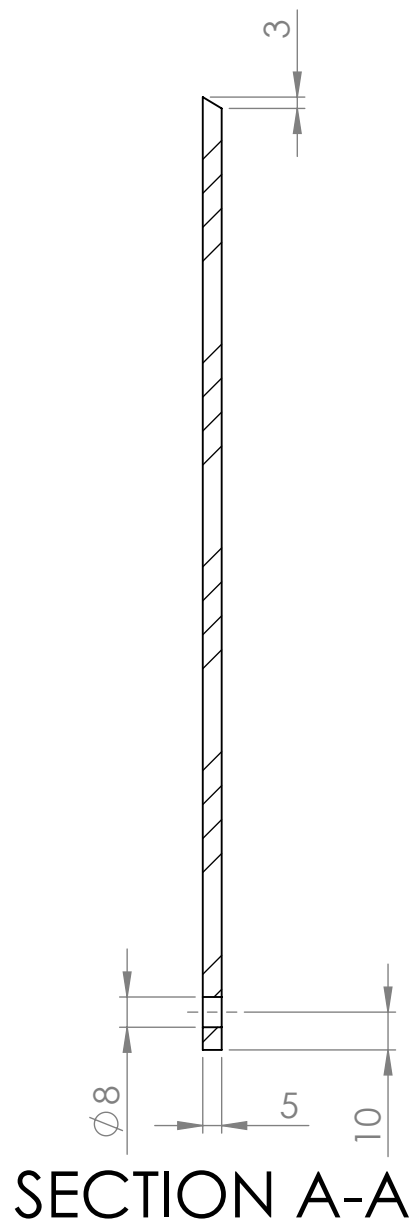
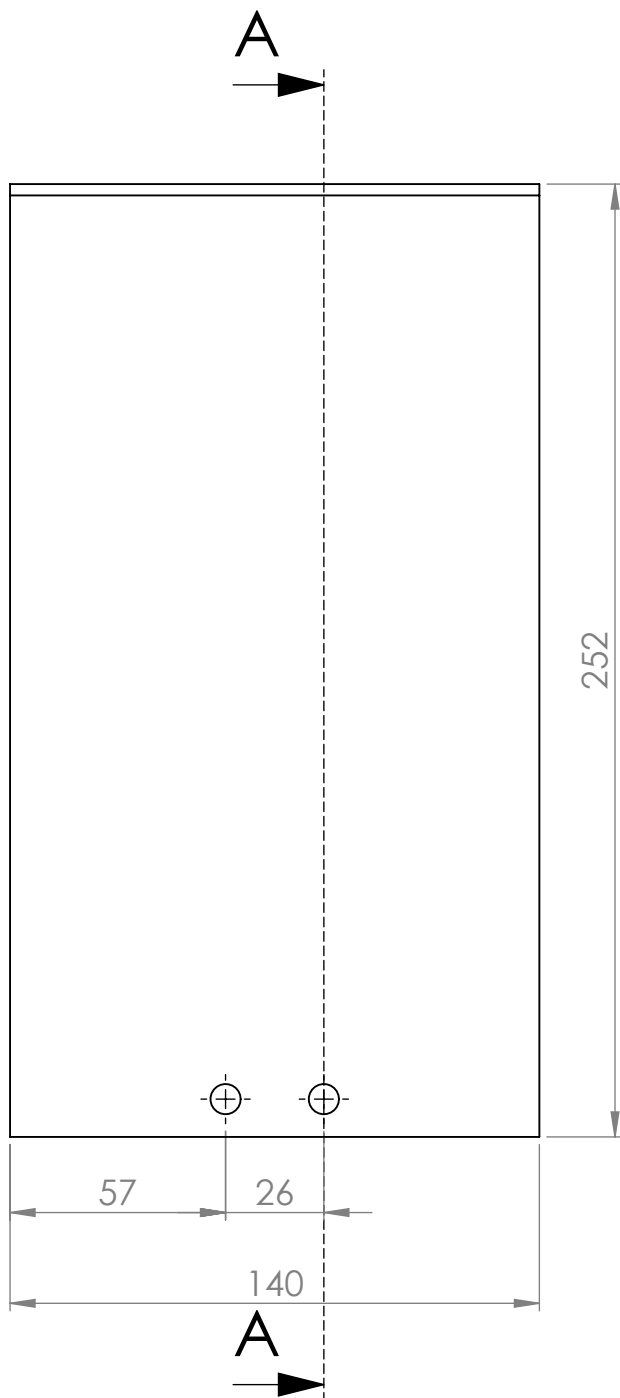


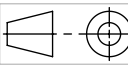
SECTION A-A

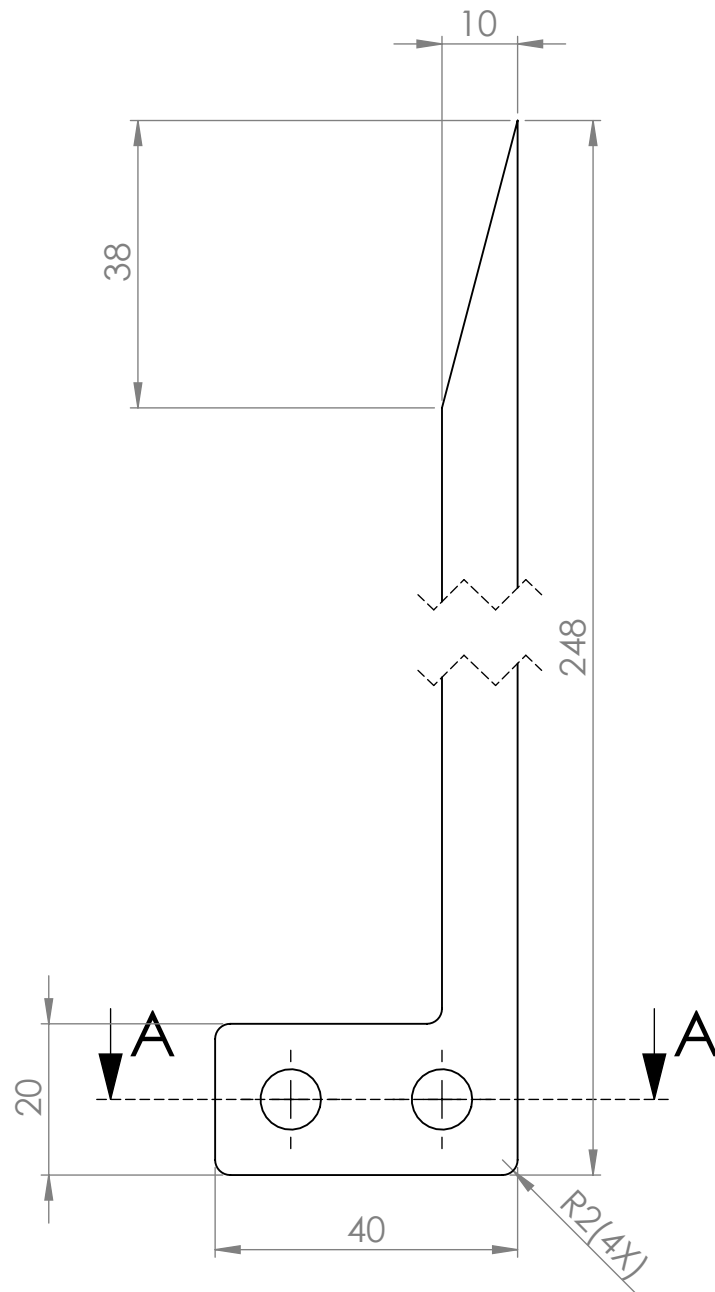
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	13/09/2014					Massa (kg)	0.16
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch057						Obs.	
ch057							Revisão	



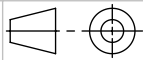
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	13/09/2014					Massa (kg)	0.56
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch058						Obs.	
	ch058						Revisão	

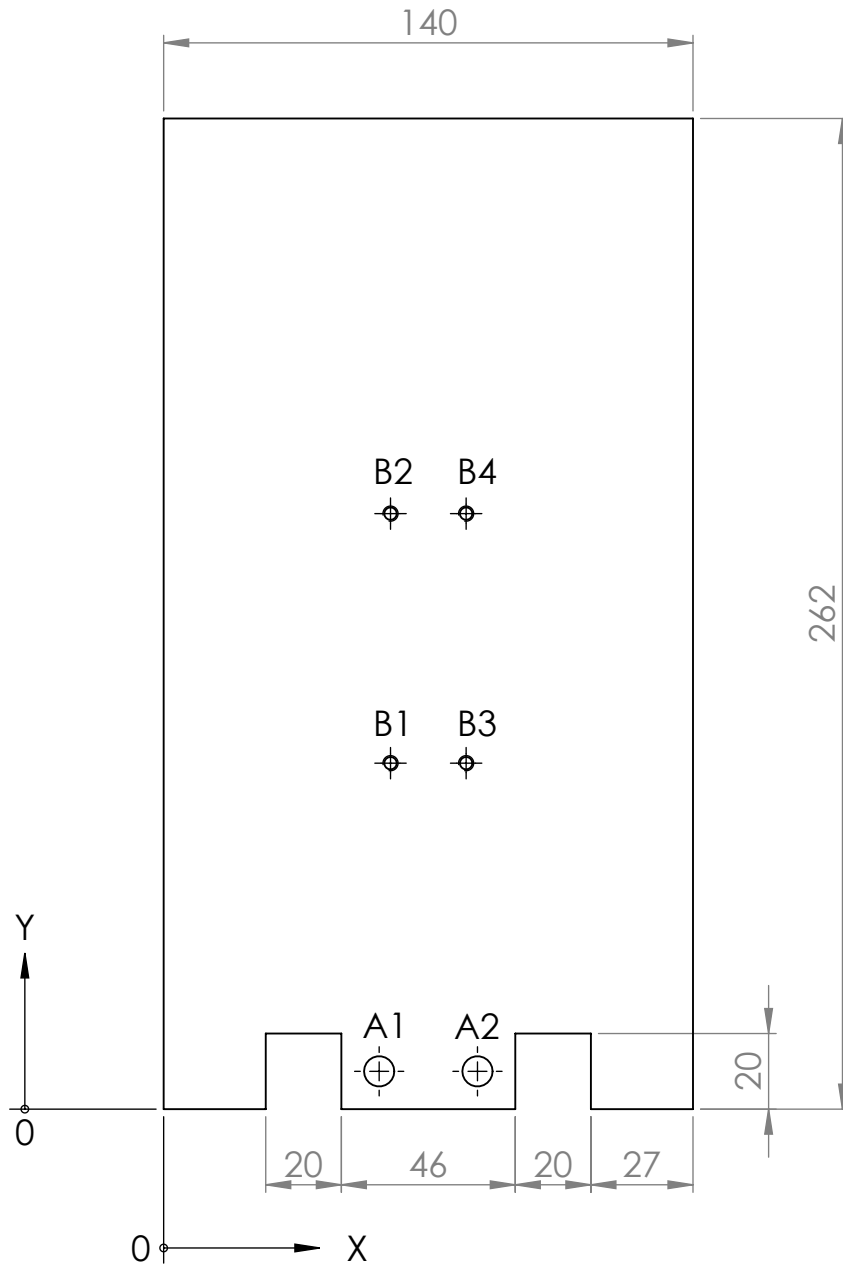


	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	13/09/2014					Massa (kg)	1.37
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A4	Material	S235
Ref.	ch060						Obs.	
	ch060						Revisão	



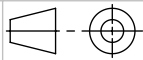
SECTION A-A

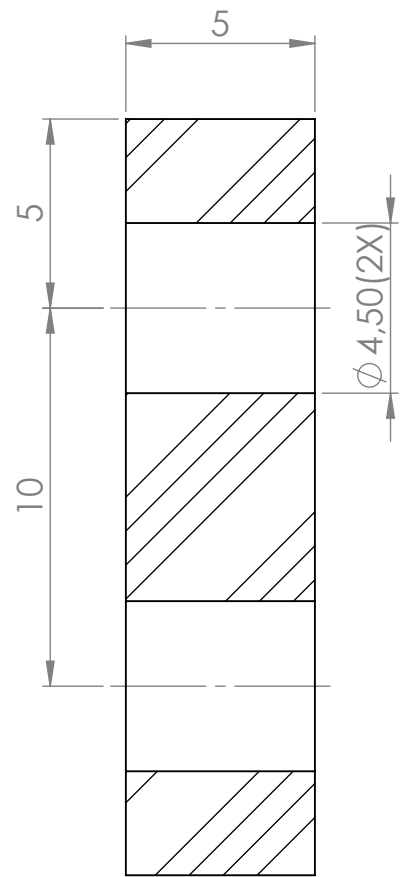
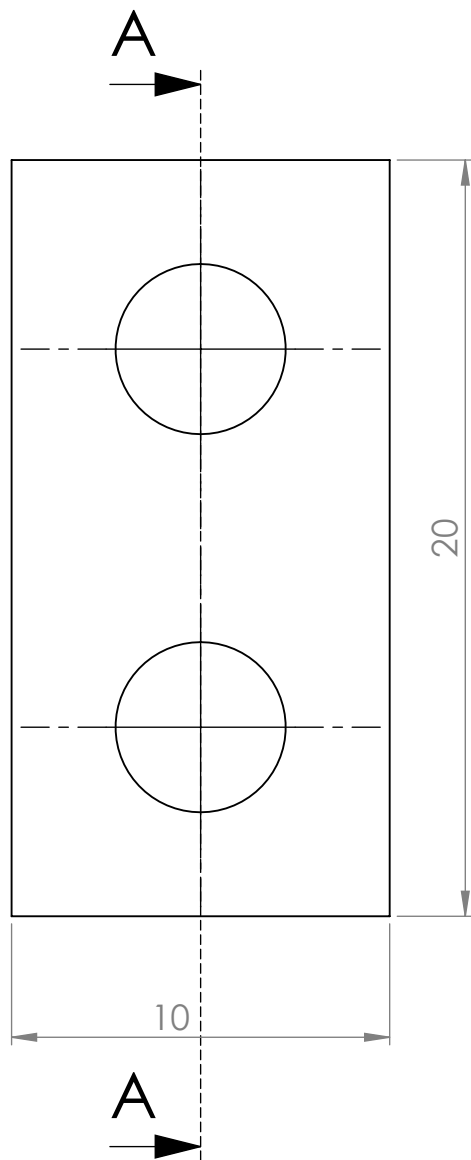
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	0.15
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch062						Obs.	
	ch062						Revisão	




Espessura: 5 mm

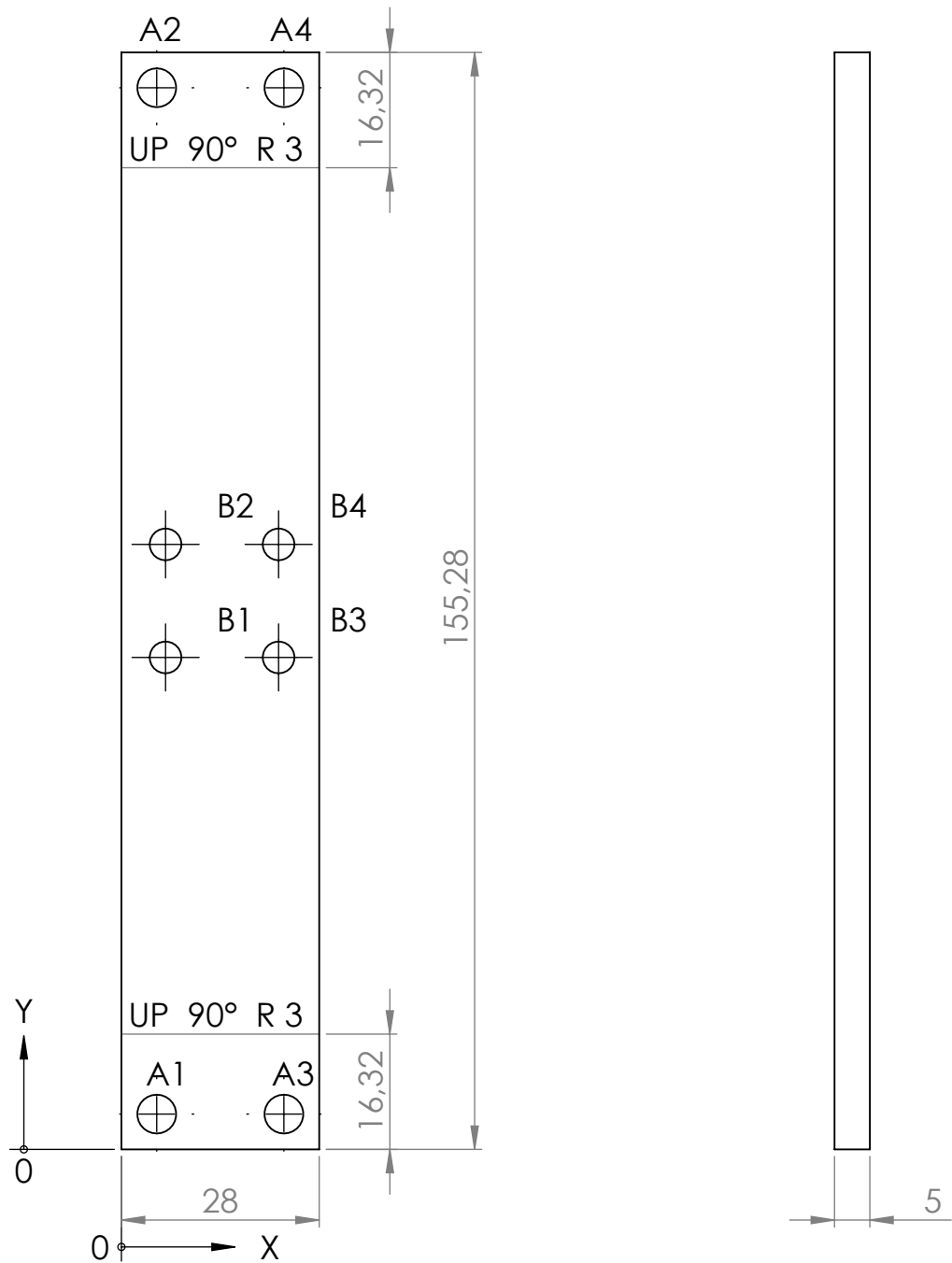
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	57	10	Ø 8 THRU ALL
A2	83	10	Ø 8 THRU ALL
B1	60	91,50	Ø 3.30 THRU ALL M4x0.7 - 6H THRU ALL
B2	60	157,50	Ø 3.30 THRU ALL M4x0.7 - 6H THRU ALL
B3	80	91,50	Ø 3.30 THRU ALL M4x0.7 - 6H THRU ALL
B4	80	157,50	Ø 3.30 THRU ALL M4x0.7 - 6H THRU ALL

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des. Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	1.40	
Vist.						Tratamento		
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:2		Material	S235	
Ref. ch063						Obs.		
ch063							Revisão	



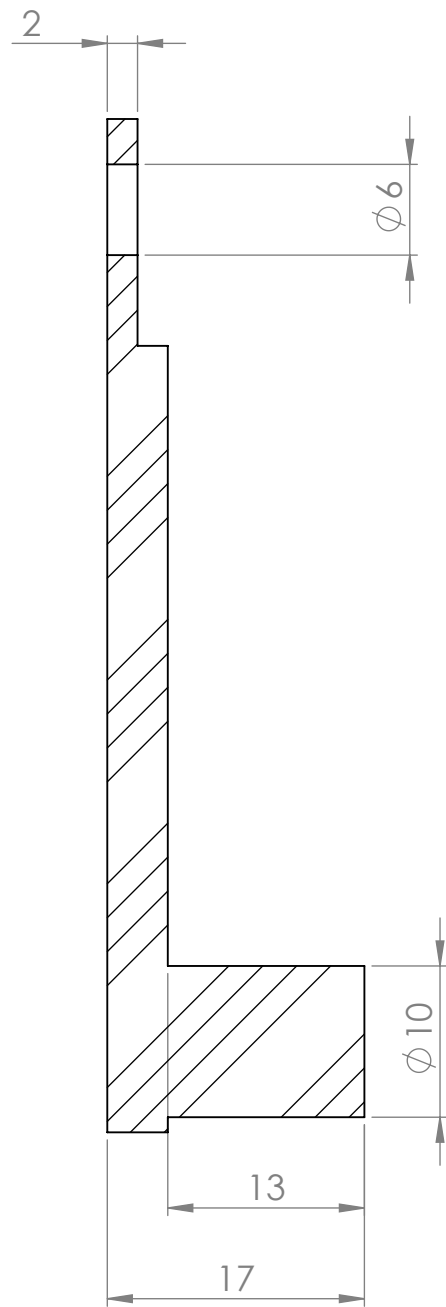
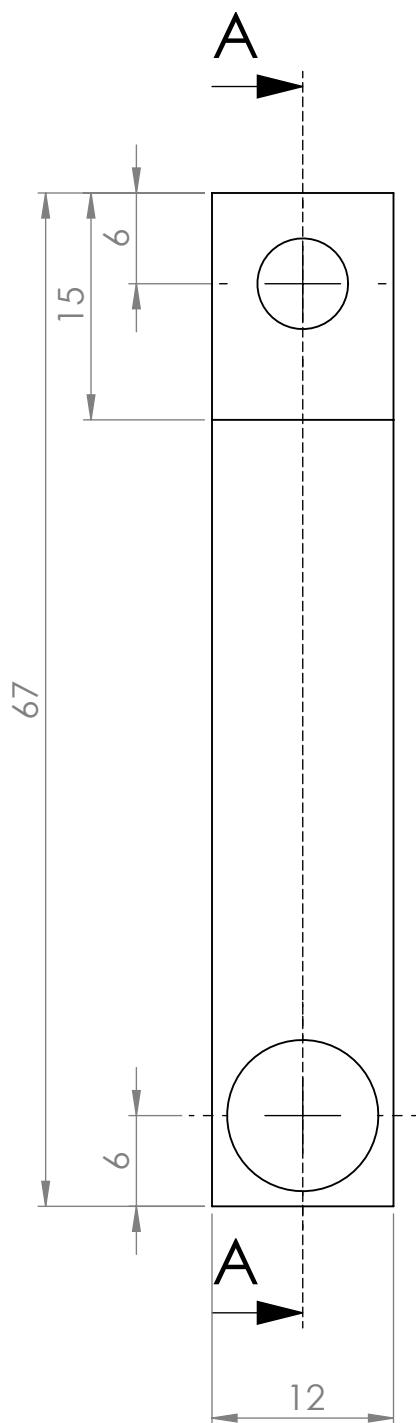
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	0.01
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 5:1		Material	S235
Ref.	ch064					A4	Obs.	
ch064							Revisão	

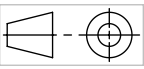


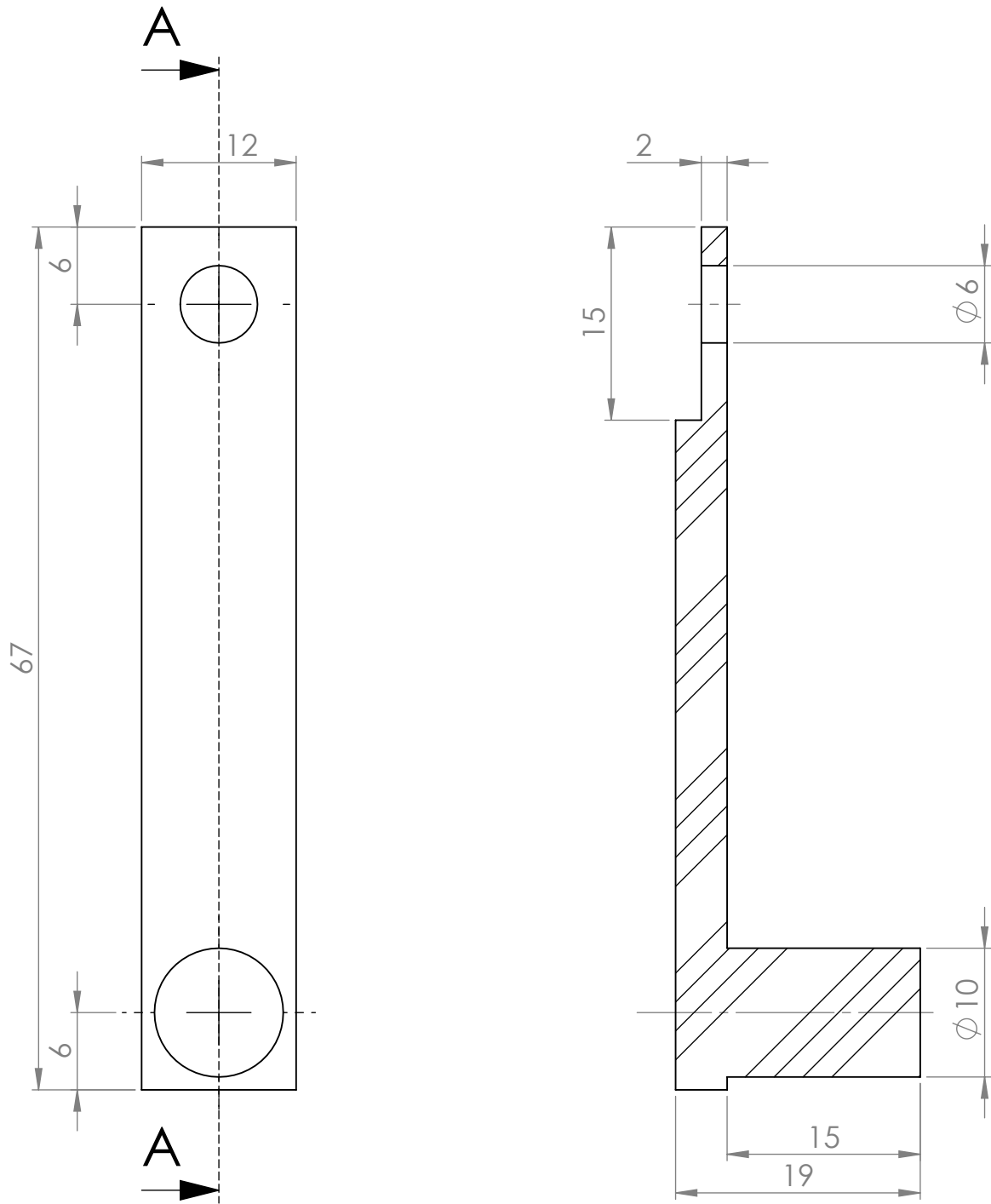
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	5	5	Ø 5,50 THRU
A2	5	150,28	Ø 5,50 THRU
A3	23	5	Ø 5,50 THRU
A4	23	150,28	Ø 5,50 THRU
B1	6,25	69,64	Ø 4,50 THRU
B2	6,25	85,64	Ø 4,50 THRU
B3	22,25	69,64	Ø 4,50 THRU
B4	22,25	85,64	Ø 4,50 THRU

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	20/09/2014				Massa (kg)	0.16
Vist.						Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	Material	S235
Ref.	ch065					Obs.	
ch065						Revisão	

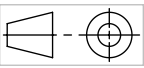


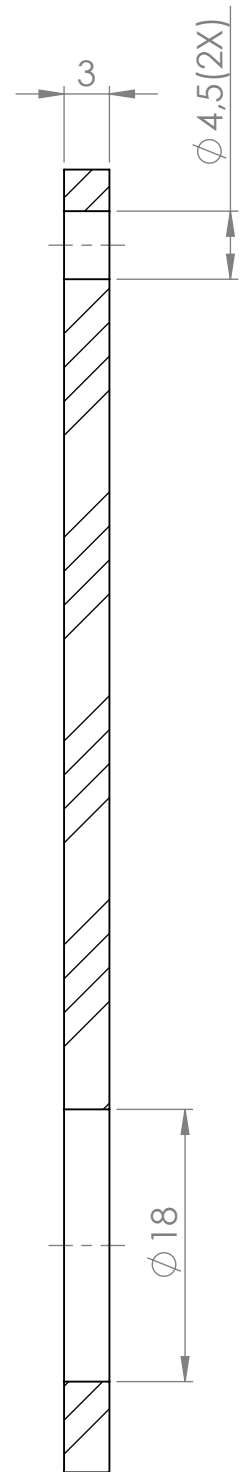
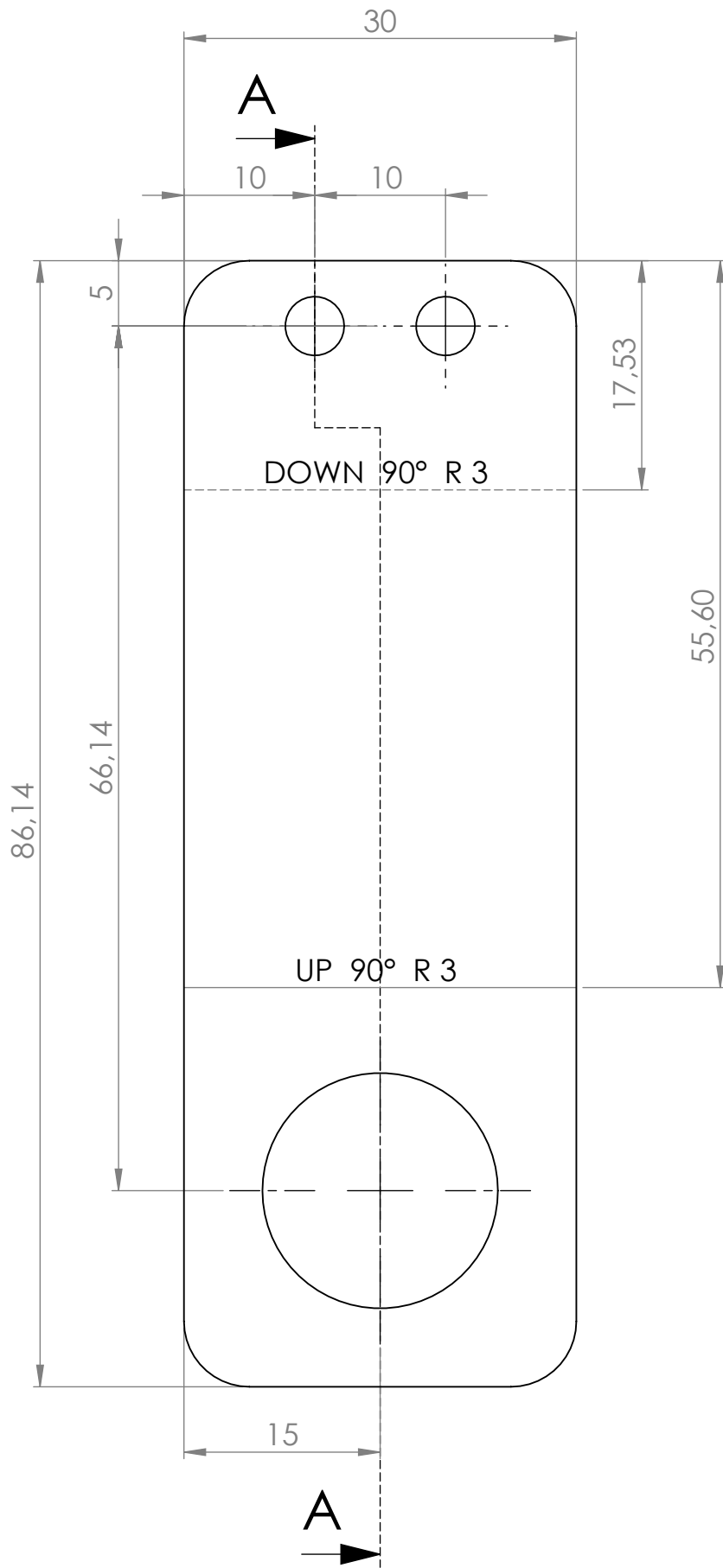
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	13/09/2014					Massa (kg)	0.03
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch066						Obs.	
	ch066						Revisão	

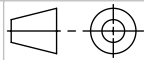


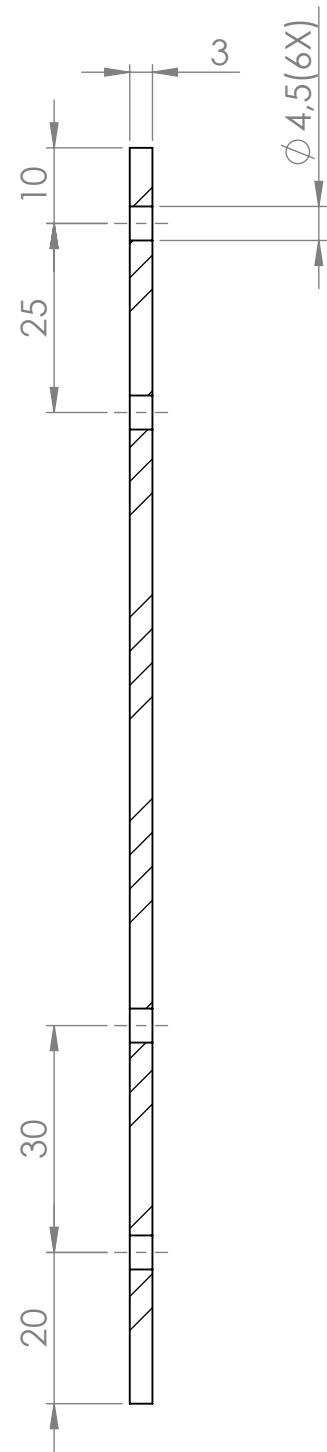
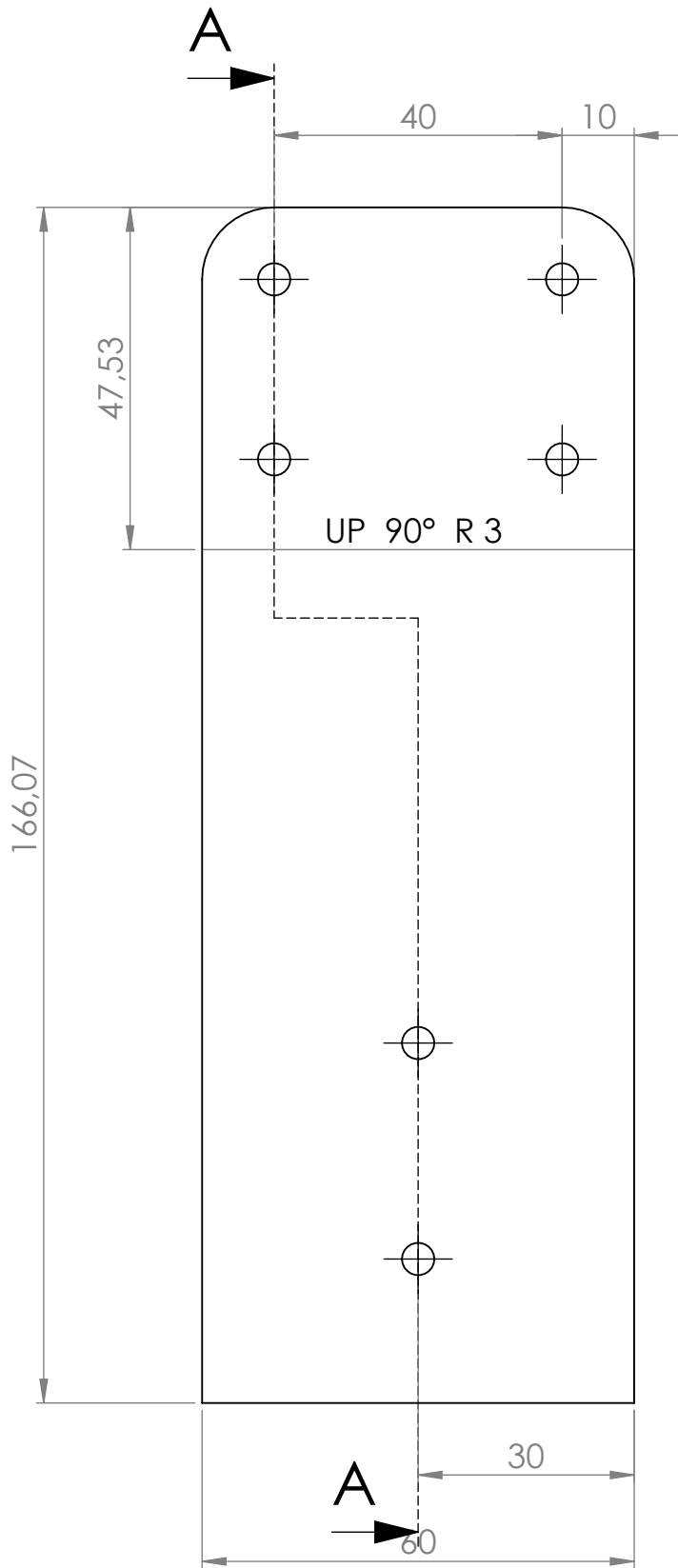
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.03	
Vist.							Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1		A4	Material	S235
Ref.	ch067						Obs.		
	ch067							Revisão	

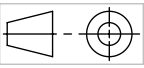


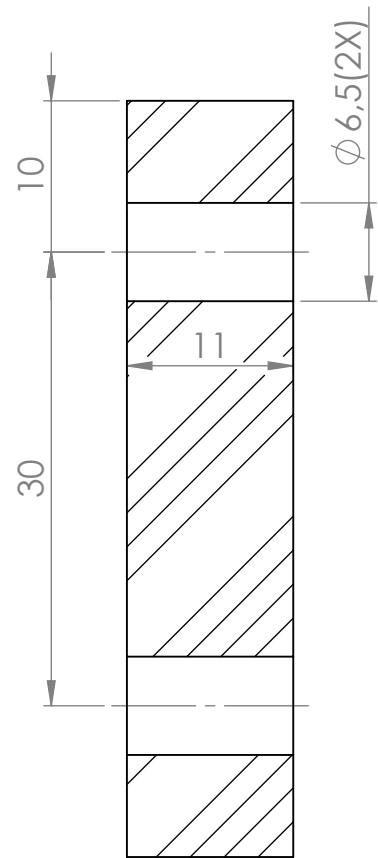
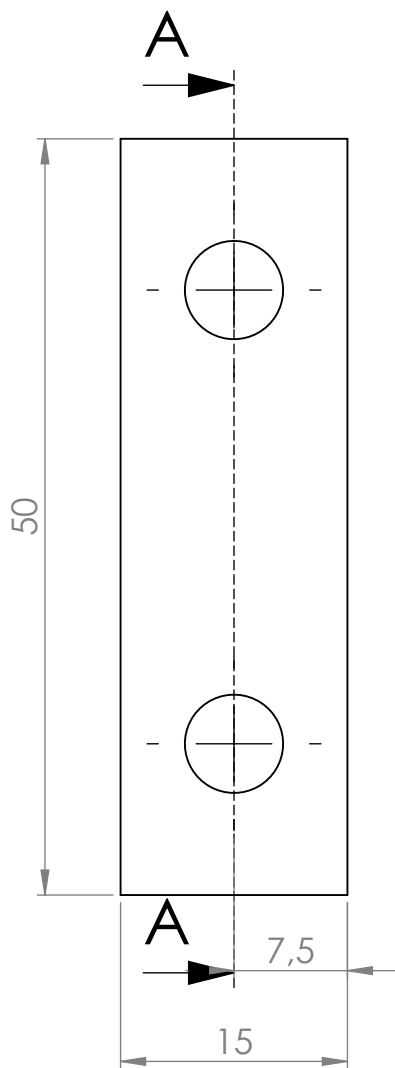
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.05
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch068						Obs.	
	ch068						Revisão	



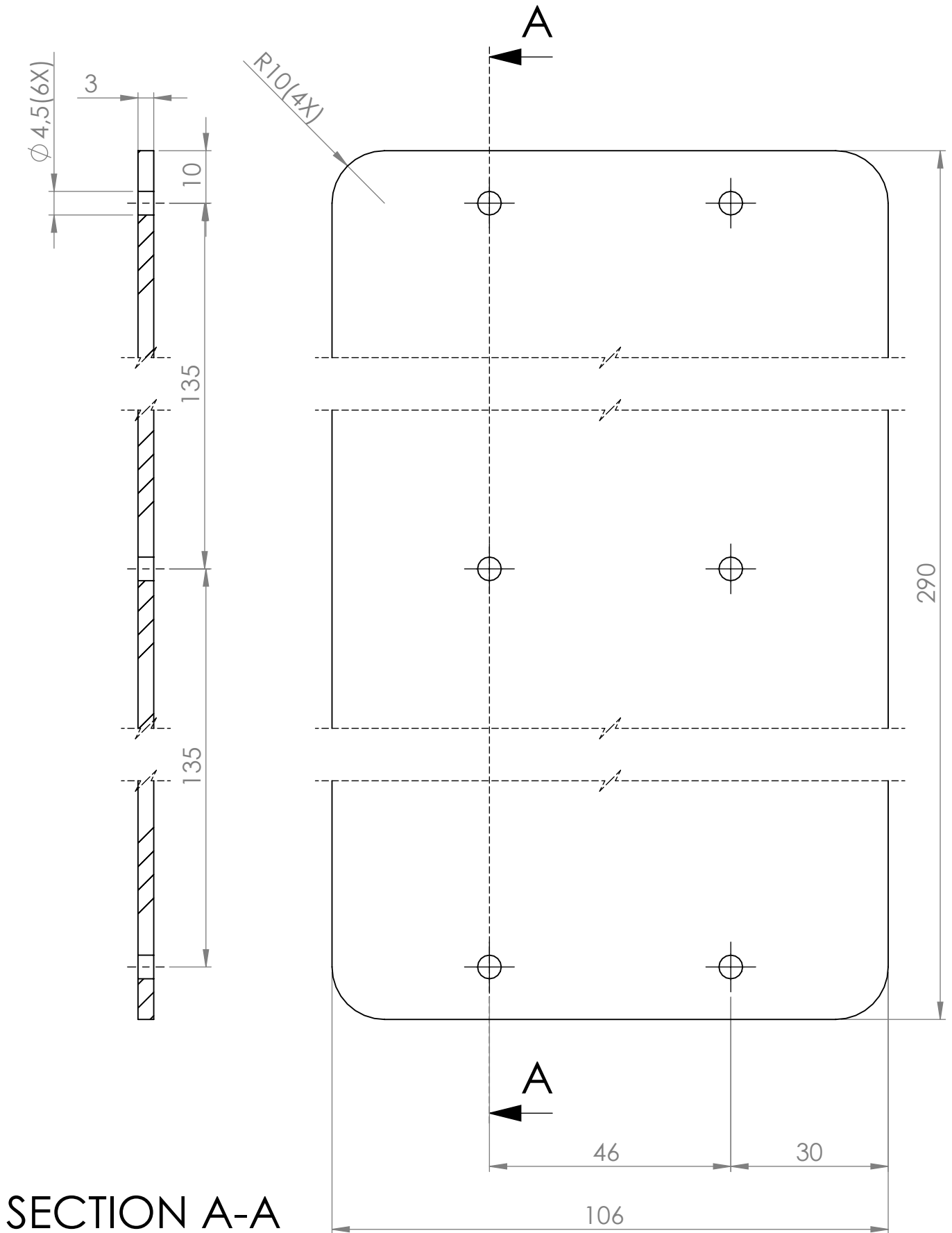
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.23
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch069						Obs.	
			ch069				Revisão	

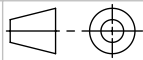


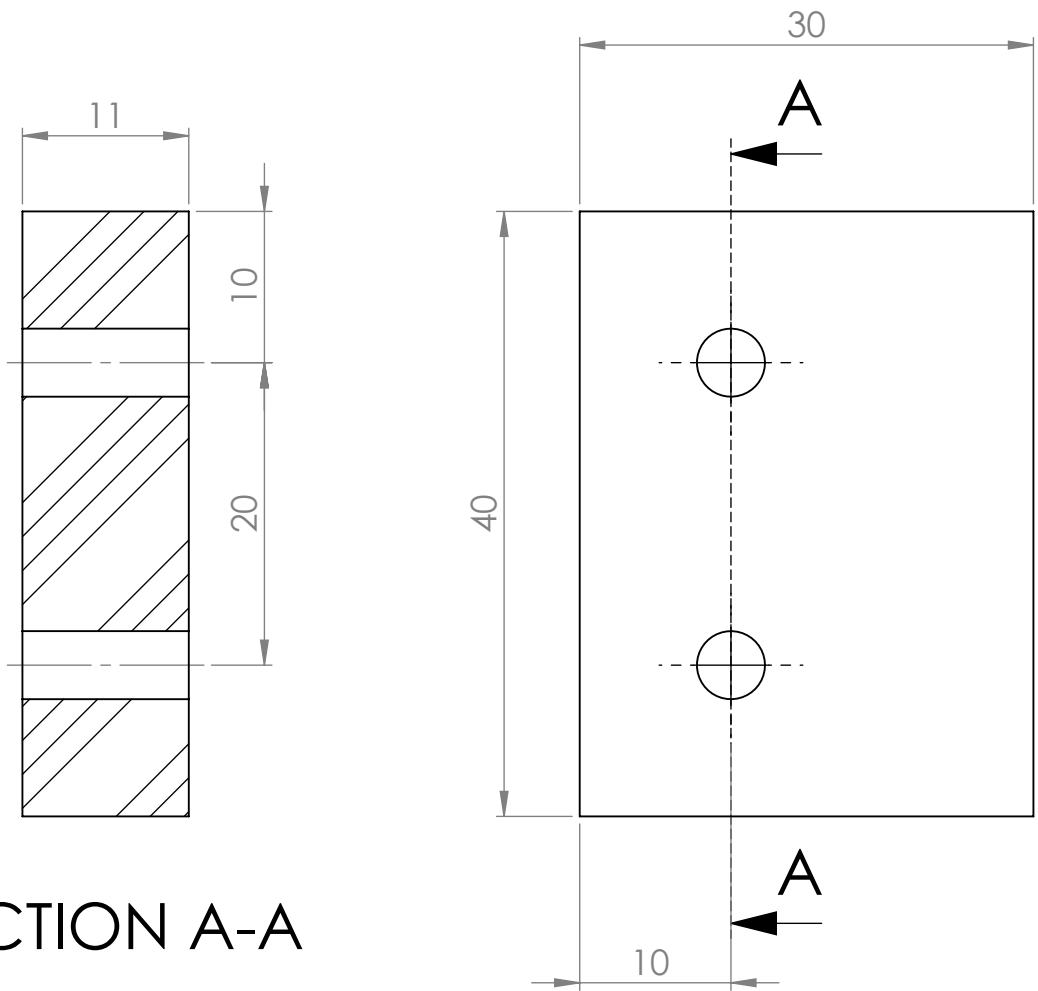
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	3
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.06
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch070						Obs.	
	ch070						Revisão	

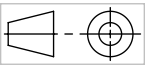


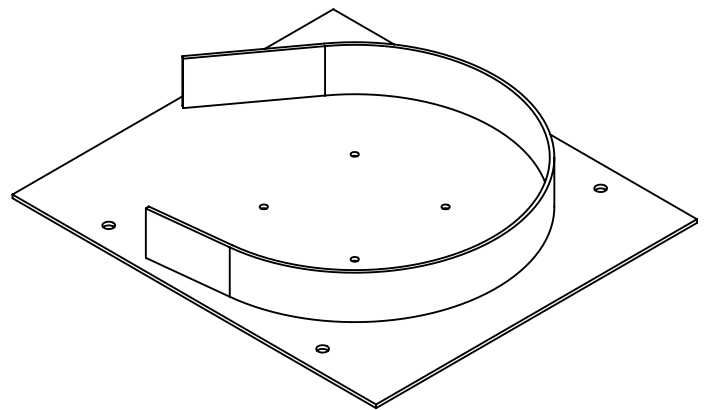
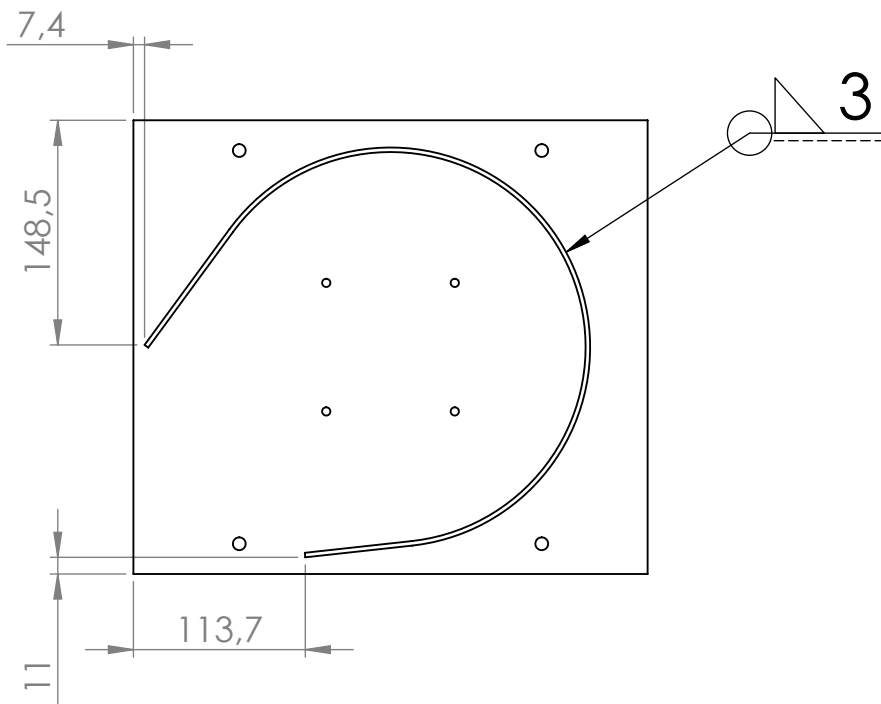
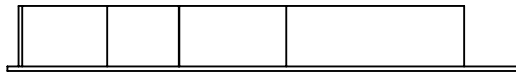
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.72
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1		Material	S235
Ref.	ch071					A4	Obs.	
ch071							Revisão	

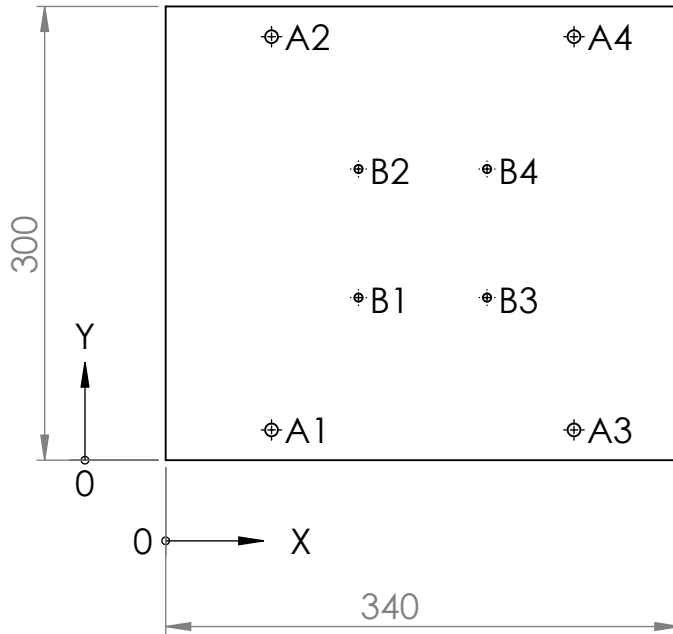


SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	0.10
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch072						Obs.	
ch072							Revisão	

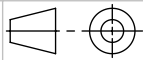


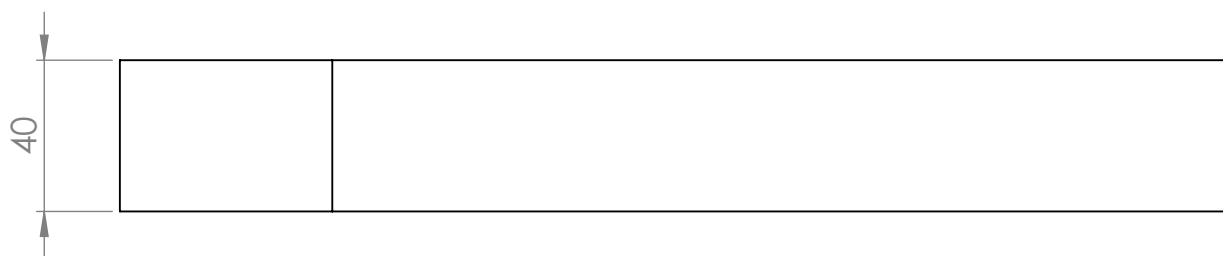
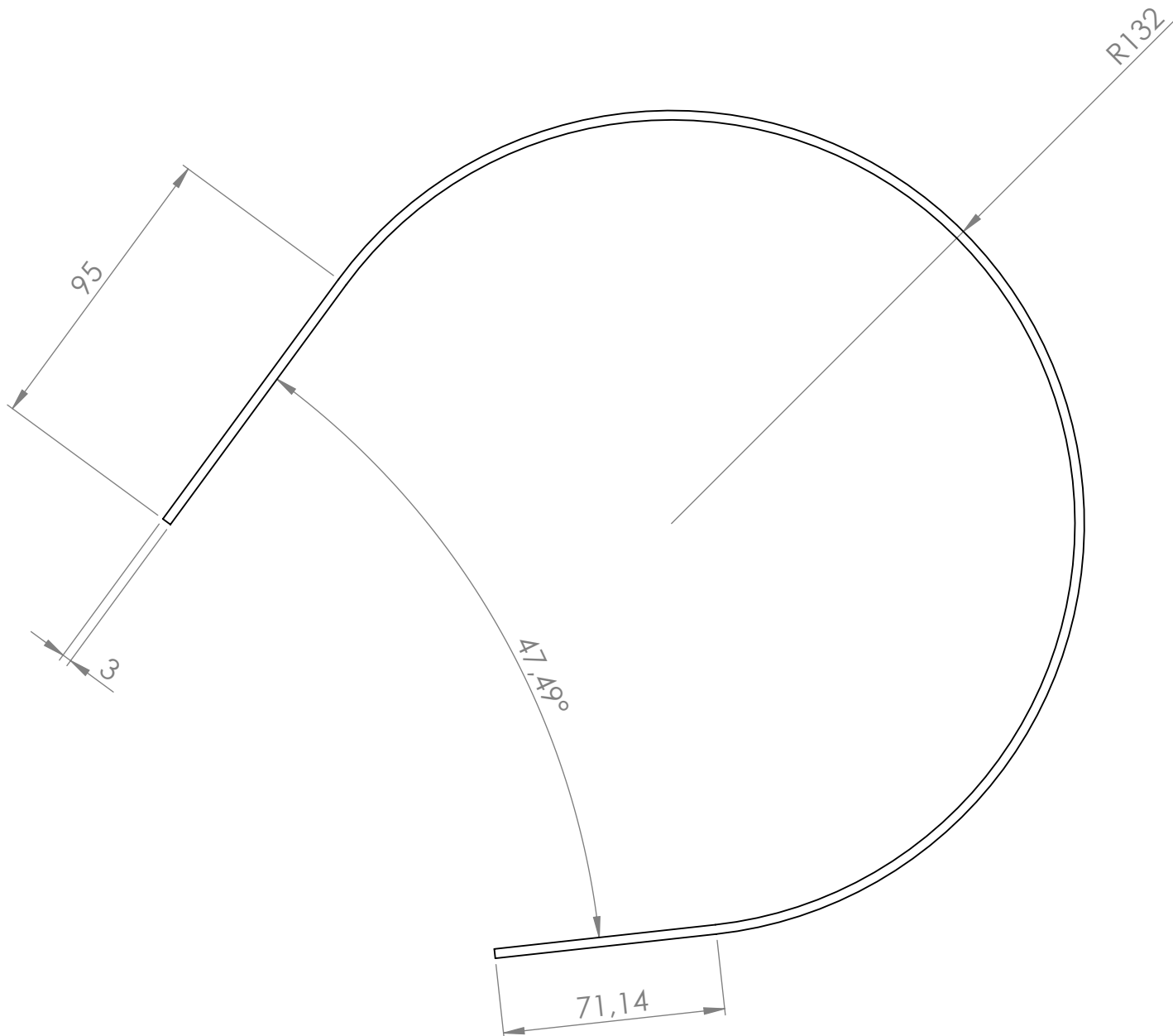
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	3.04	
Vist.							Tratamento		
Aprov.			ISO 13920	CF	Escala 1:5		A4	Material	
Ref.	ch075							Obs.	
ch075								Revisão	




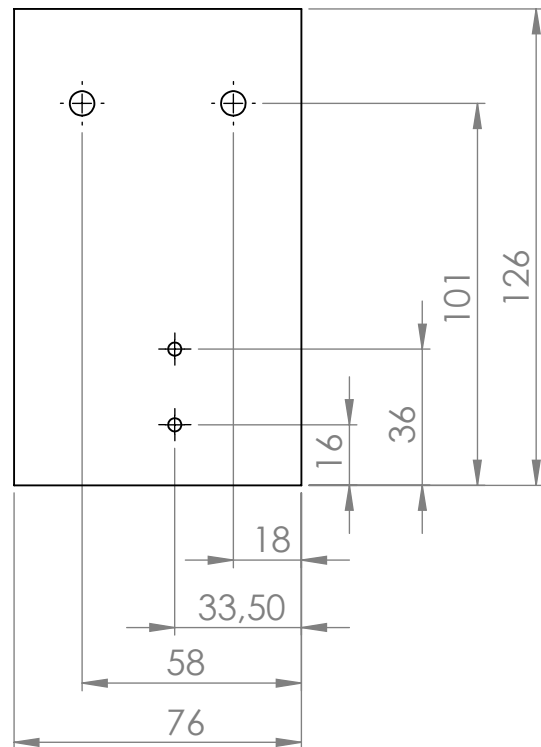
Espessura: 3 mm




TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	70	20	Ø 8.50 THRU ALL
A2	70	280	Ø 8.50 THRU ALL
A3	270	20	Ø 8.50 THRU ALL
A4	270	280	Ø 8.50 THRU ALL
B1	127,50	107,50	Ø 5.50 THRU ALL
B2	127,50	192,50	Ø 5.50 THRU ALL
B3	212,50	107,50	Ø 5.50 THRU ALL
B4	212,50	192,50	Ø 5.50 THRU ALL

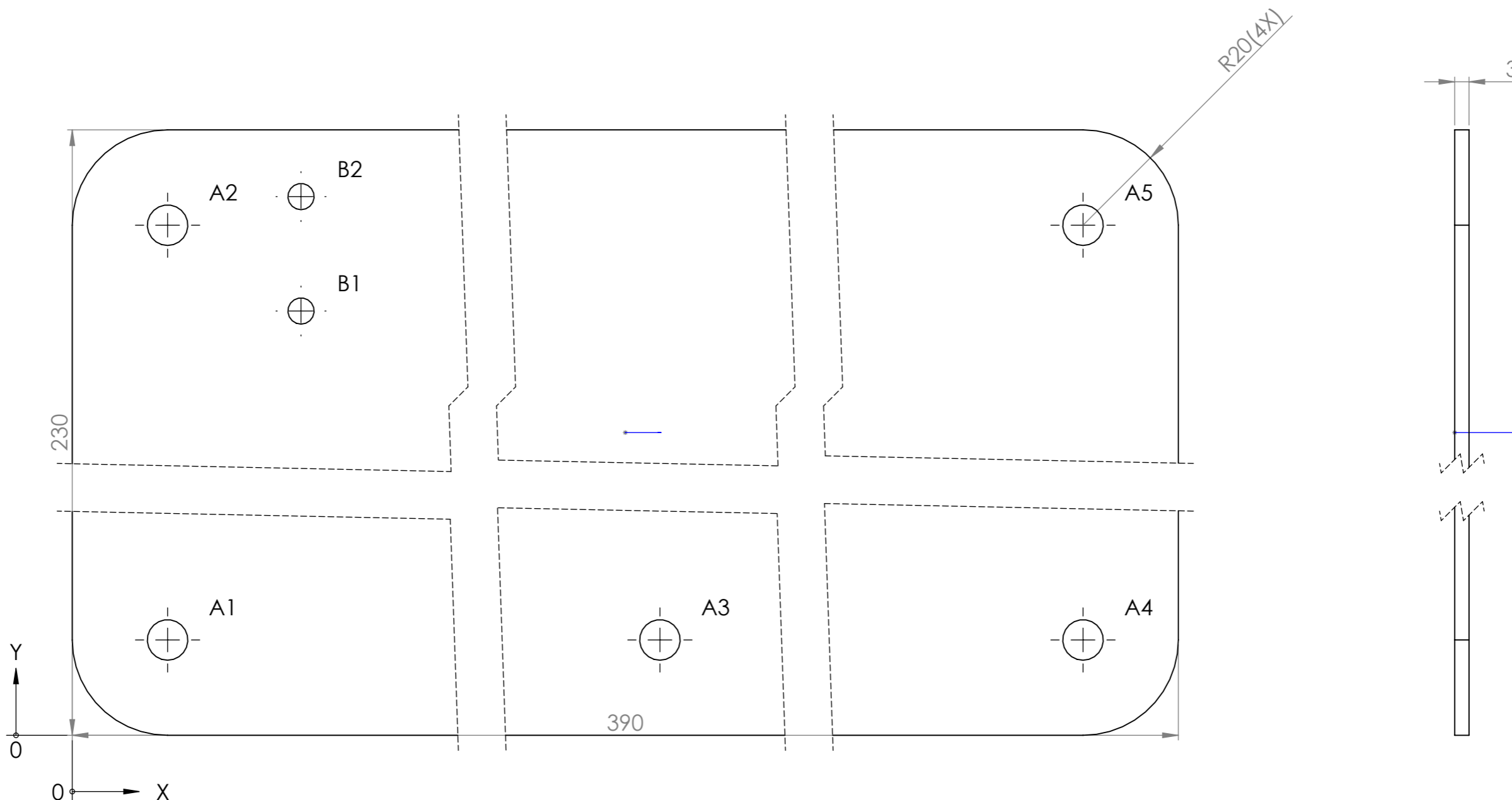
Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	20/09/2014				Massa (kg)	2.39	
Vist.						Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:5	 A4	Material	S235
Ref.	ch075c						Obs.	
	ch075c						Revisão	



	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	0.64	
Vist.							Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2		A4	Material	S235
Ref.	ch075r						Obs.		
ch075r							Revisão		

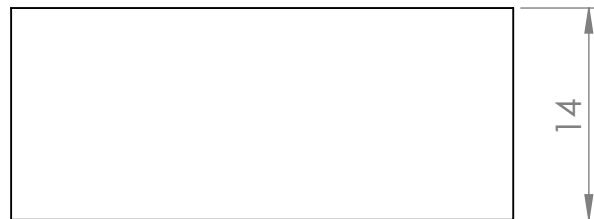
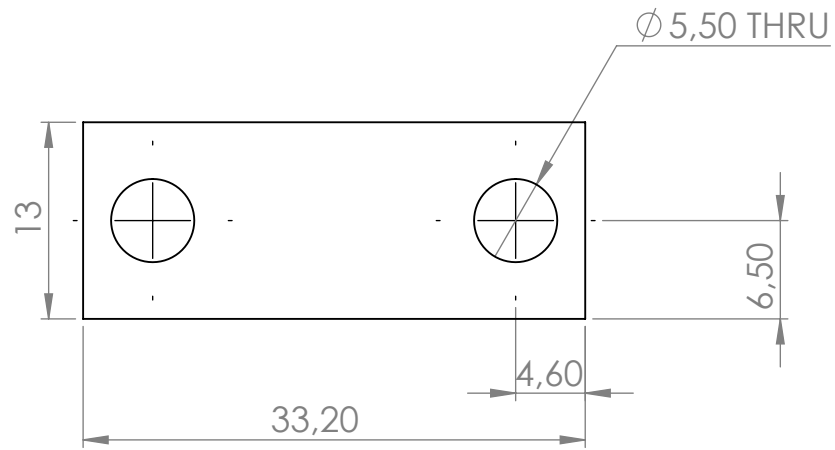



	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.74	
Vist.			ISO 2768	mK	Escala 1:2	 - 	A4	Tratamento	
Aprov.								Material	S235
Ref.	ch076							Obs.	
	ch076							Revisão	

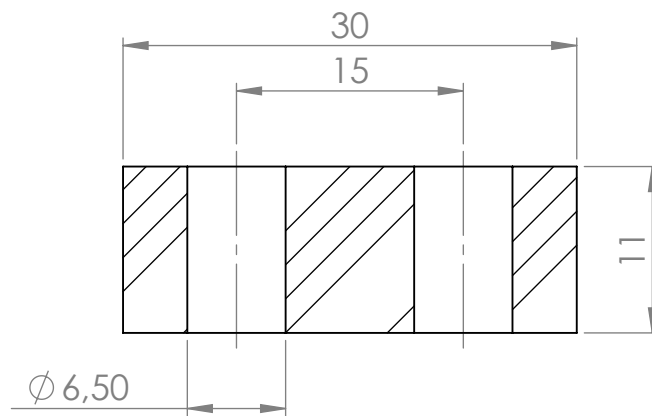
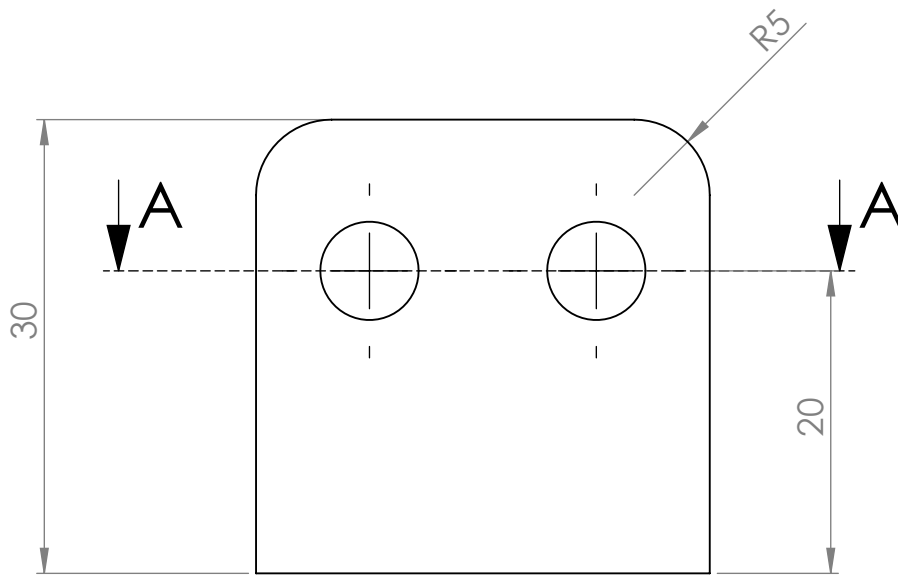


TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20	20	Ø 8.50 THRU ALL
A2	20	210	Ø 8.50 THRU ALL
A3	195	20	Ø 8.50 THRU ALL
A4	370	20	Ø 8.50 THRU ALL
A5	370	210	Ø 8.50 THRU ALL
B1	48	192	Ø 5,50 THRU
B2	48	216	Ø 5,50 THRU
B3	293	192	Ø 5,50 THRU
B4	293	216	Ø 5,50 THRU


Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia do Porto			Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	2.10
Vist.					Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:1	Material	S235
Ref. ch077					Obs.	
ch077					Revisão	

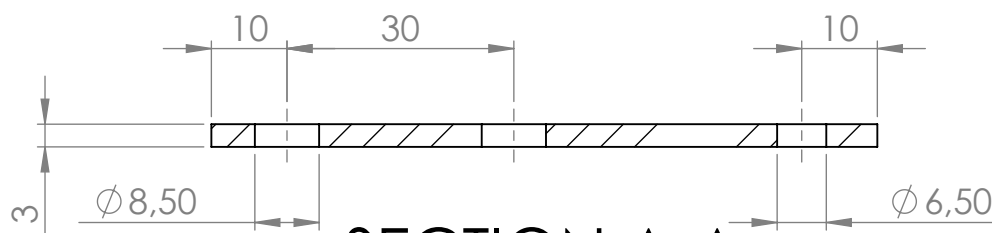
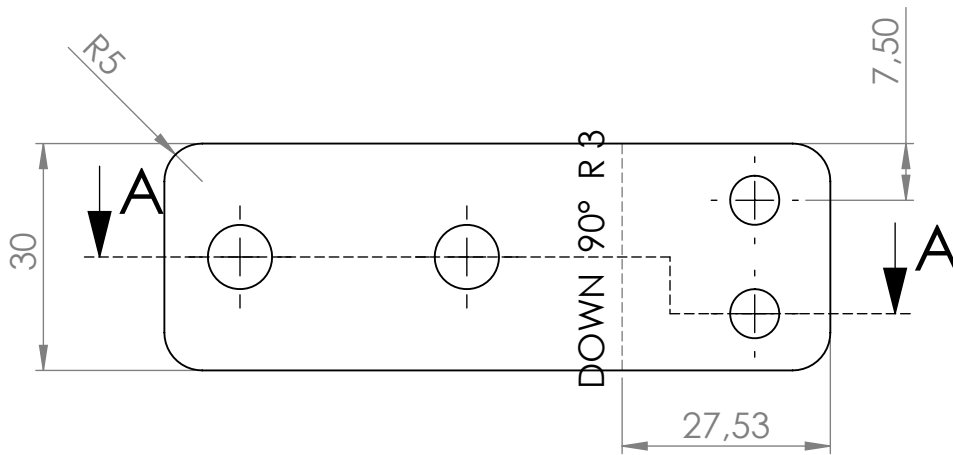


	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.04
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch078						Obs.	
			ch078				Revisão	

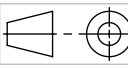


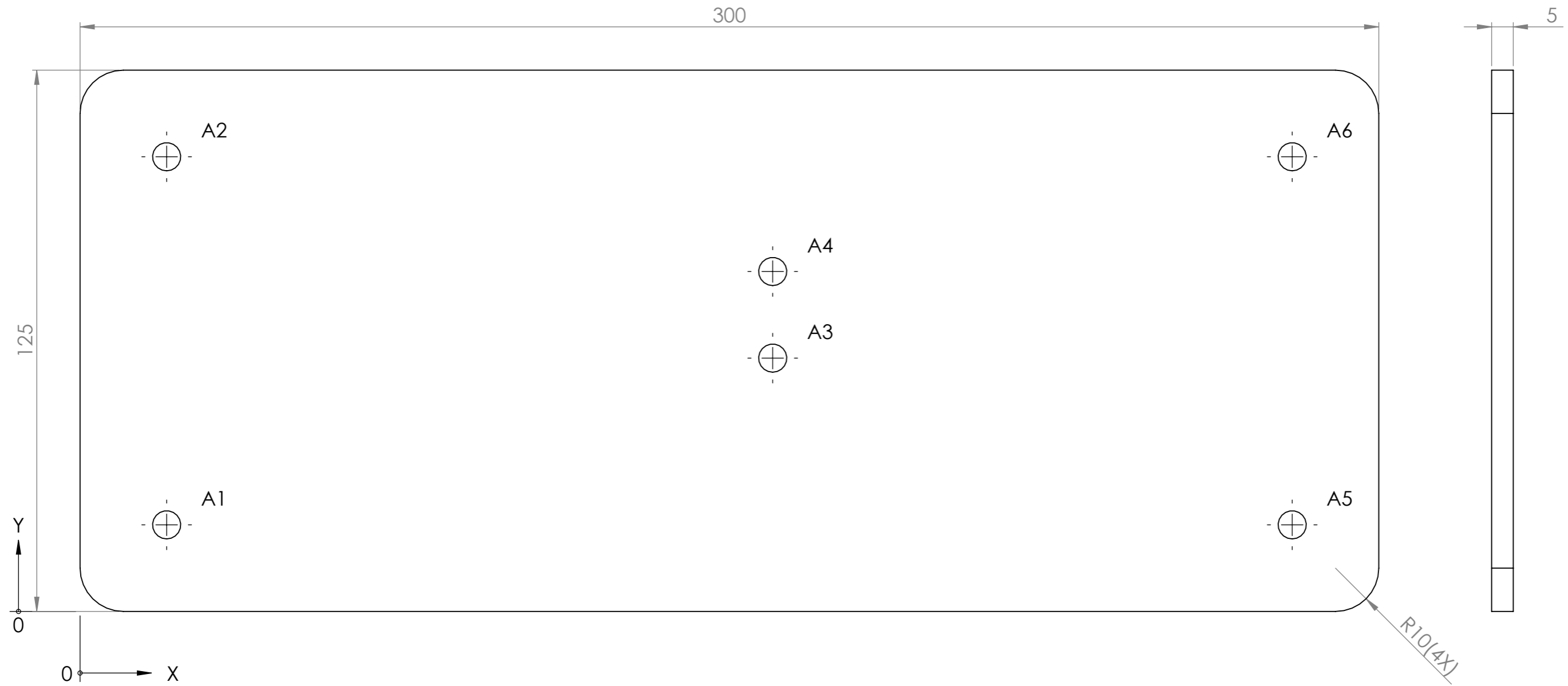
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	3	
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	0.07	
Vist.							Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1		A4	Material	S235
Ref.	ch079						Obs.		
	ch079							Revisão	



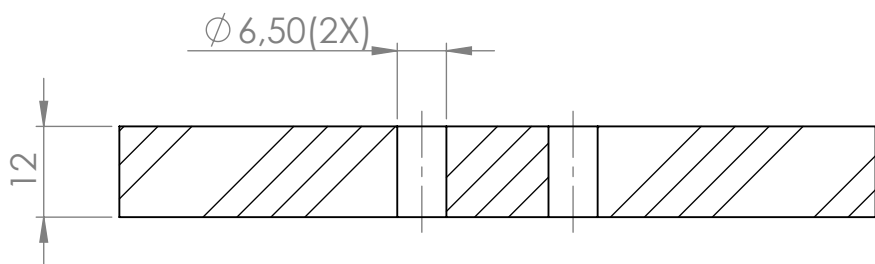
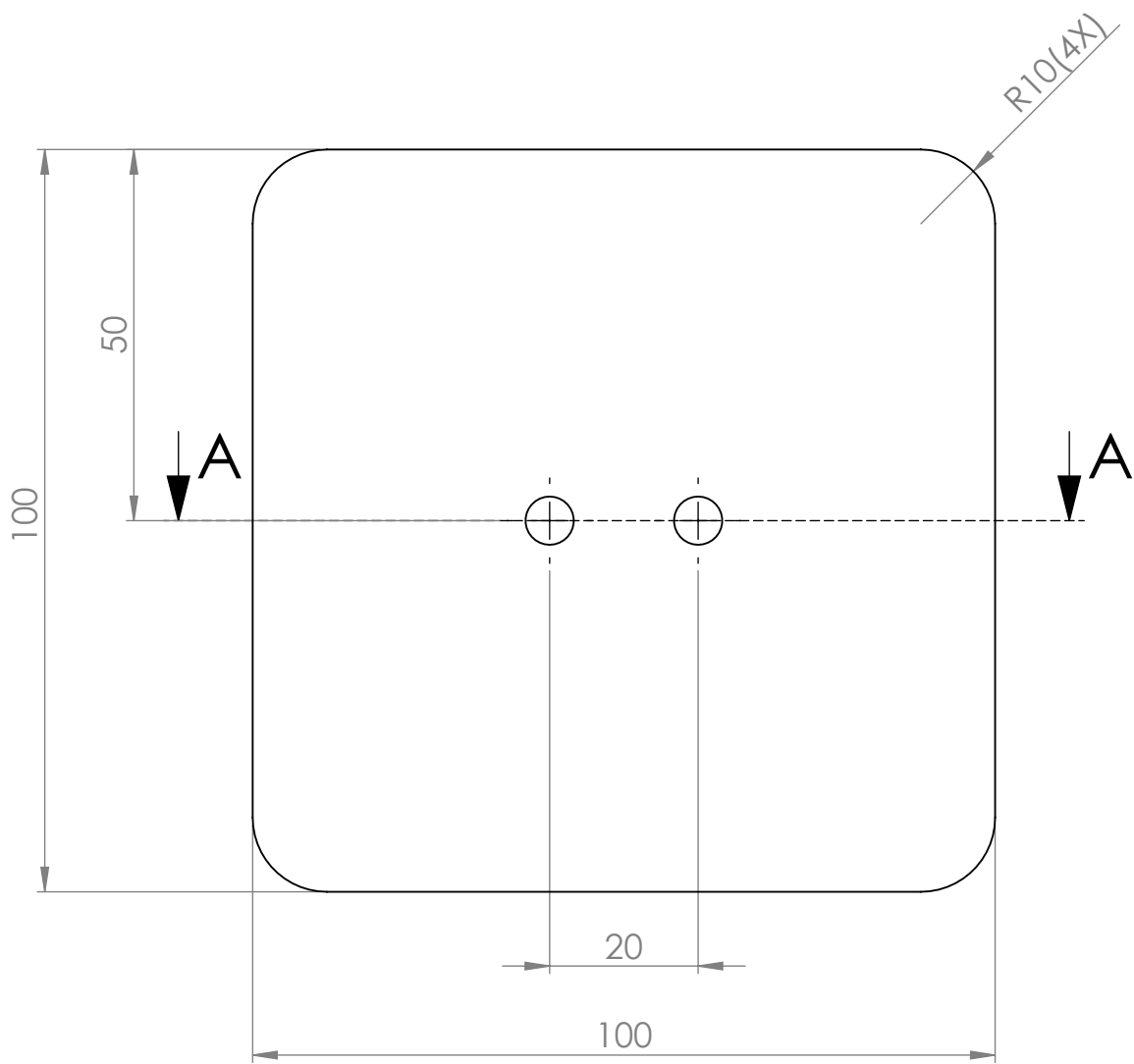
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	8
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.01
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch080						Obs.	
	ch080						Revisão	




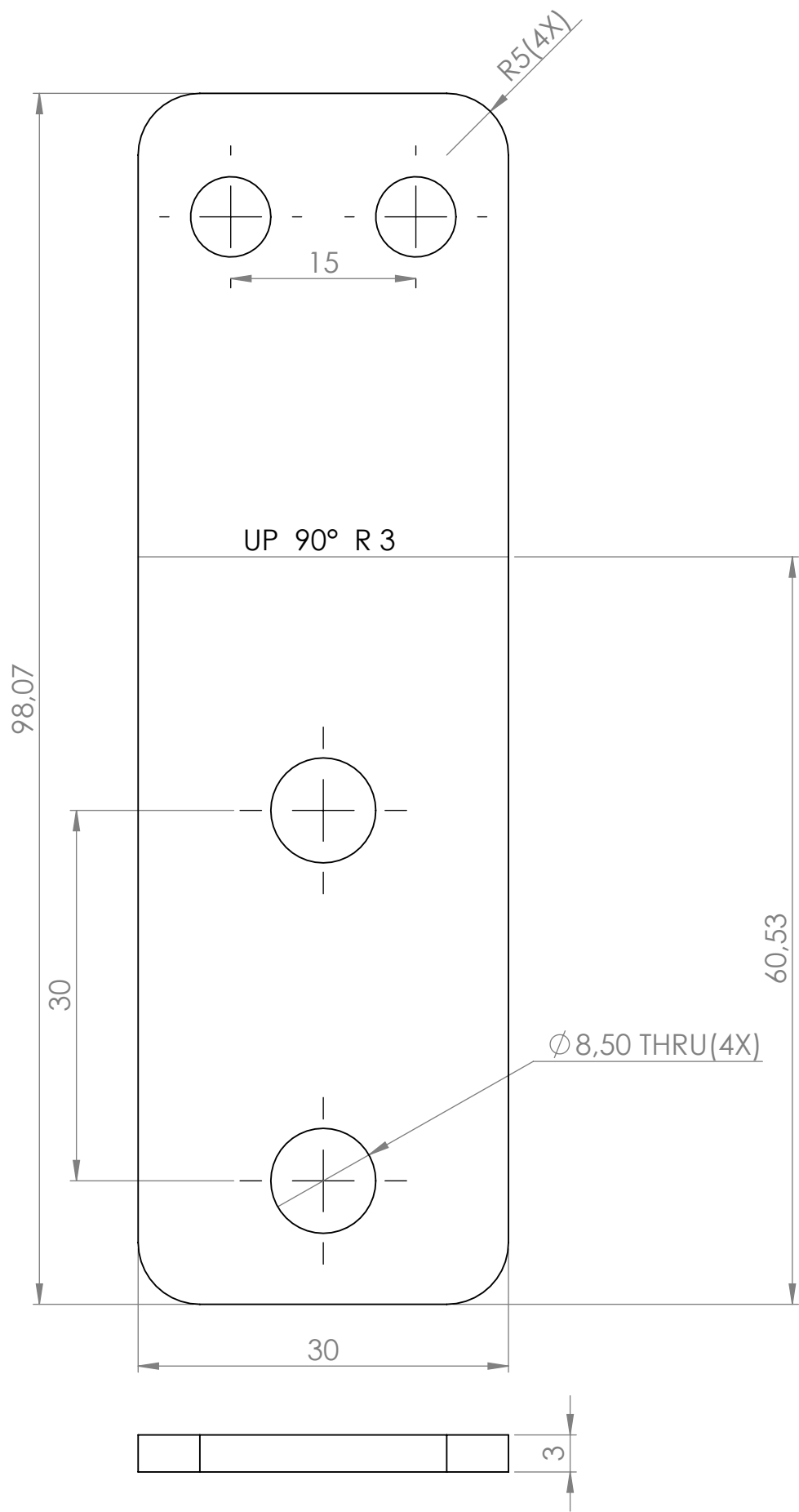
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20	20	∅ 6.50 THRU ALL
A2	20	105	∅ 6.50 THRU ALL
A3	160	58,50	∅ 6.50 THRU ALL
A4	160	78,50	∅ 6.50 THRU ALL
A5	280	20	∅ 6.50 THRU ALL
A6	280	105	∅ 6.50 THRU ALL

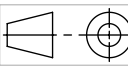
Des.	Mário Costa	Data	27/09/2014	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Quantidade	1			
Vist.					Massa (kg)	1.46			
Aprov.				ISO 2768	mK	Escala 1:1	A3	Tratamento	
Ref.	ch081							Material	S235
ch081							Obs.		
							Revisão		

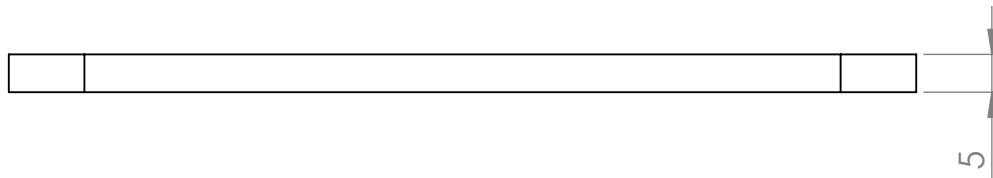
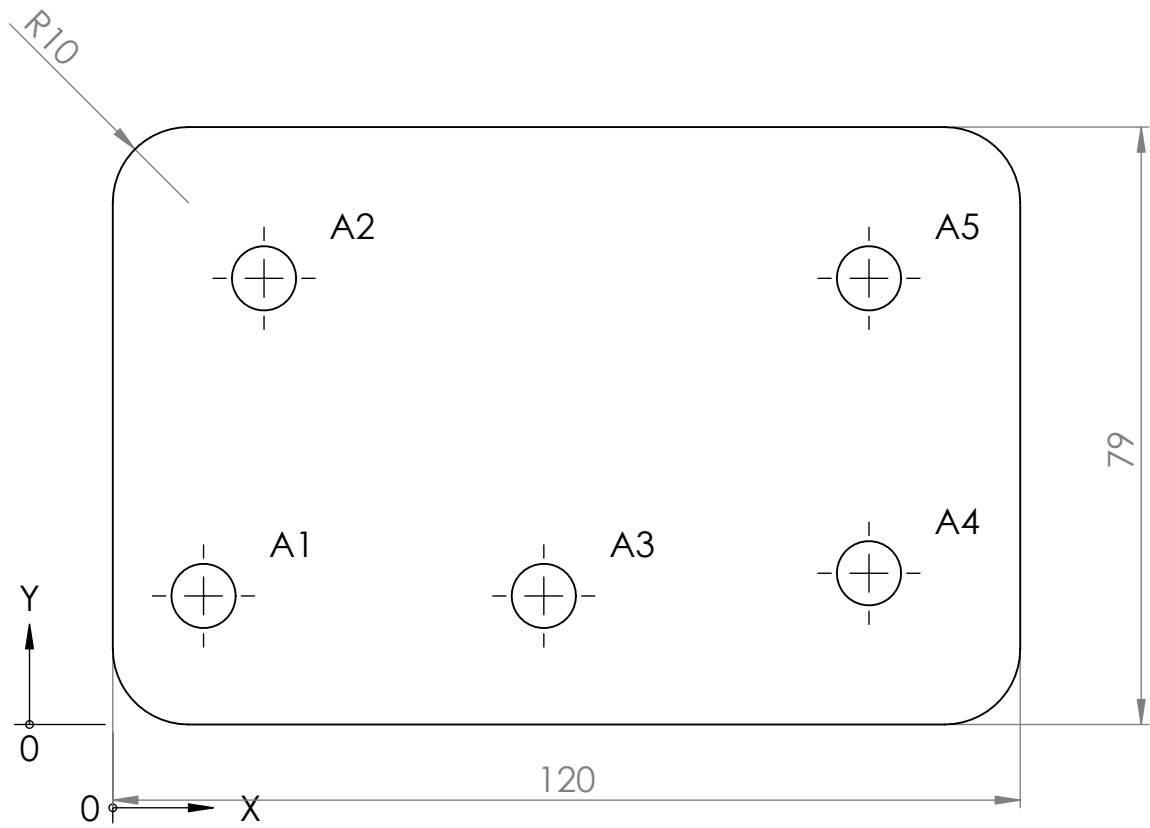


SECTION A-A


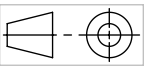
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/10/2014					Massa (kg)	0.93
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch082						Obs.	
	ch082						Revisão	

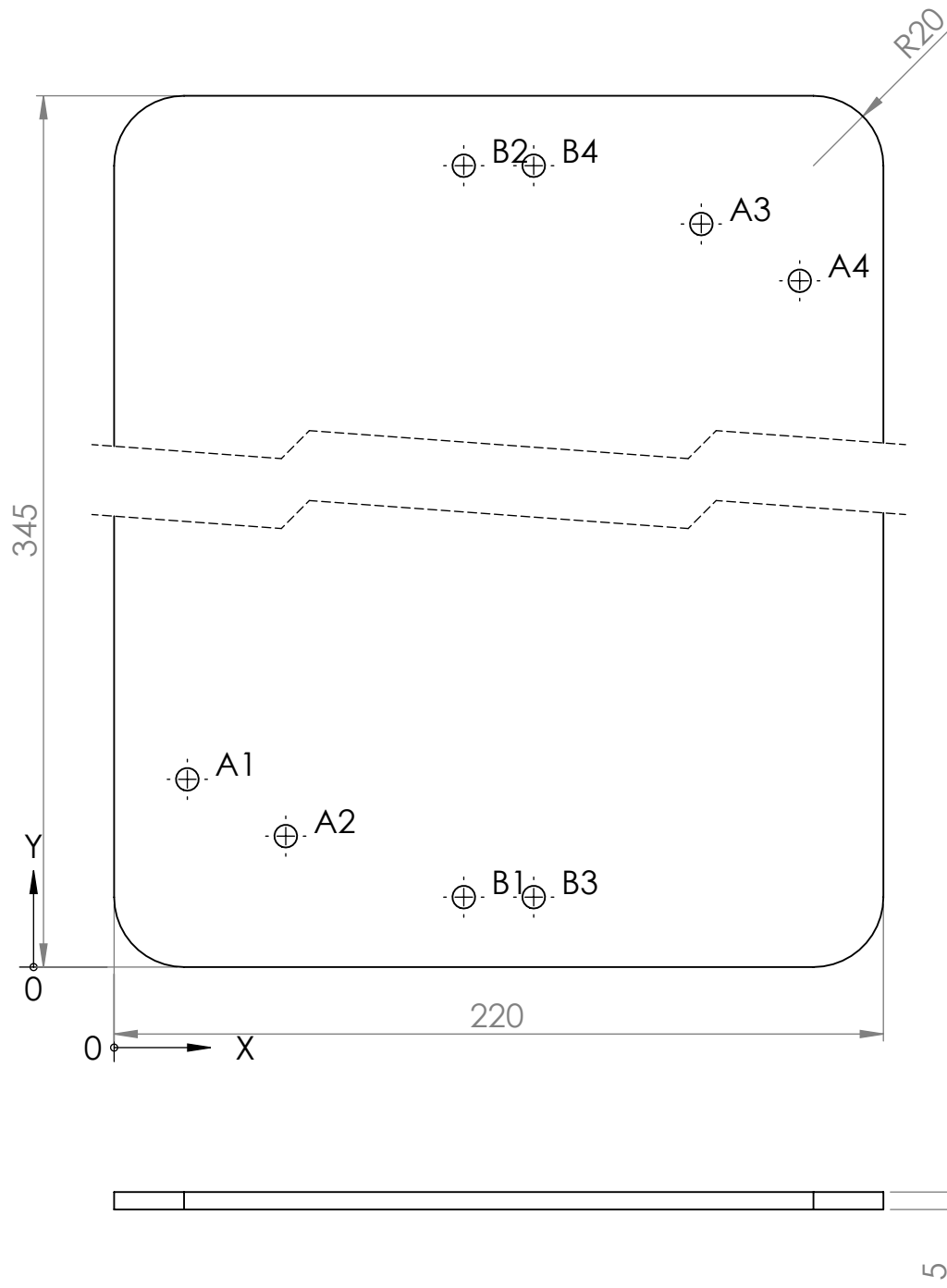


	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	6
Des.	Mário Costa	20/09/2014					Massa (kg)	0.06
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch083						Obs.	
	ch083						Revisão	






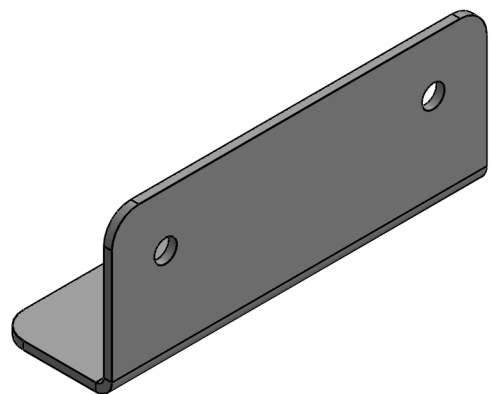
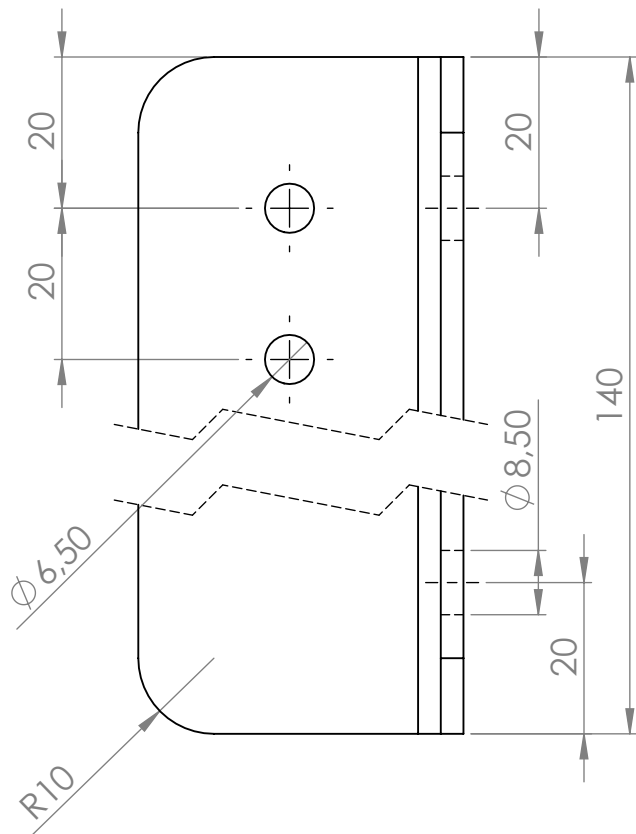
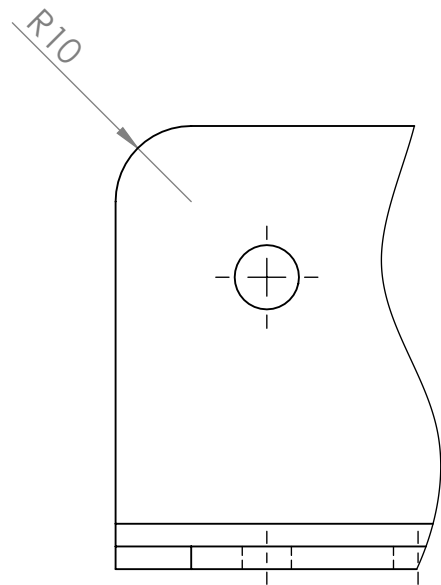
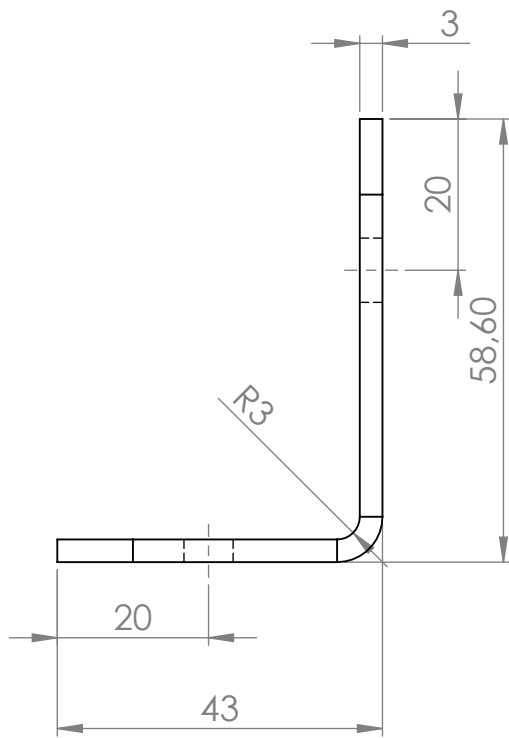
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	12	17	Ø 8,50 THRU
A2	20	59	Ø 8,50 THRU
A3	57	17	Ø 8,50 THRU
A4	100	20	Ø 8,50 THRU
A5	100	59	Ø 8,50 THRU


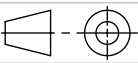
Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa					27/09/2014	Massa (kg)
Vist.			Tratamento				
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	ch085					Obs.	
ch085						Revisão	

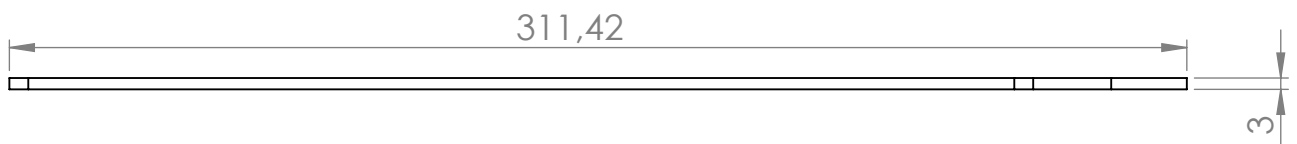
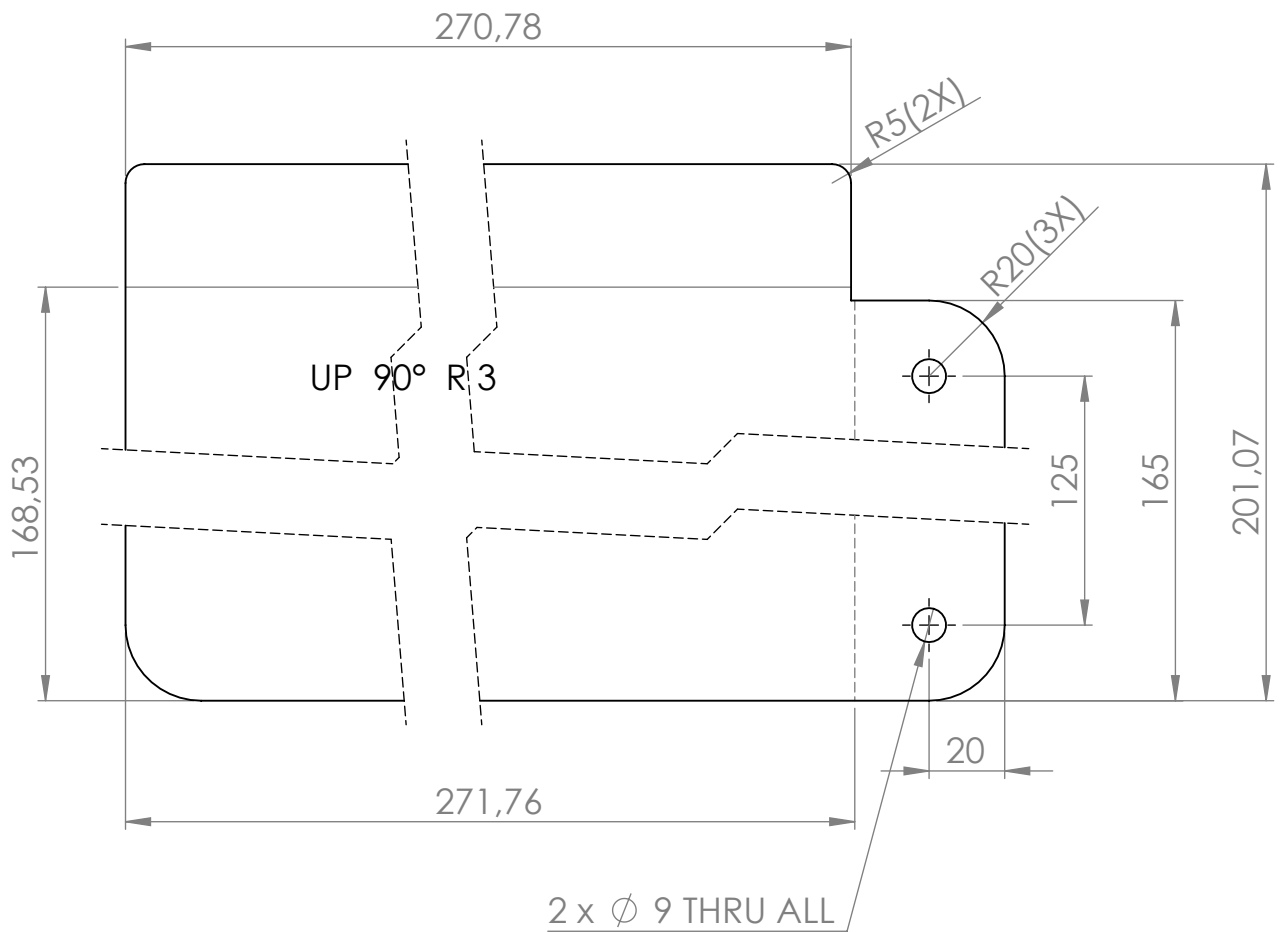


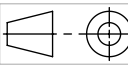
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20,94	53,70	Ø 6.50 THRU ALL
A2	49,09	37,45	Ø 6.50 THRU ALL
A3	167,92	308,32	Ø 6.50 THRU ALL
A4	196,07	292,07	Ø 6.50 THRU ALL
B1	100	20	Ø 6,50 THRU
B2	100	325	Ø 6,50 THRU
B3	120	20	Ø 6,50 THRU
B4	120	325	Ø 6,50 THRU

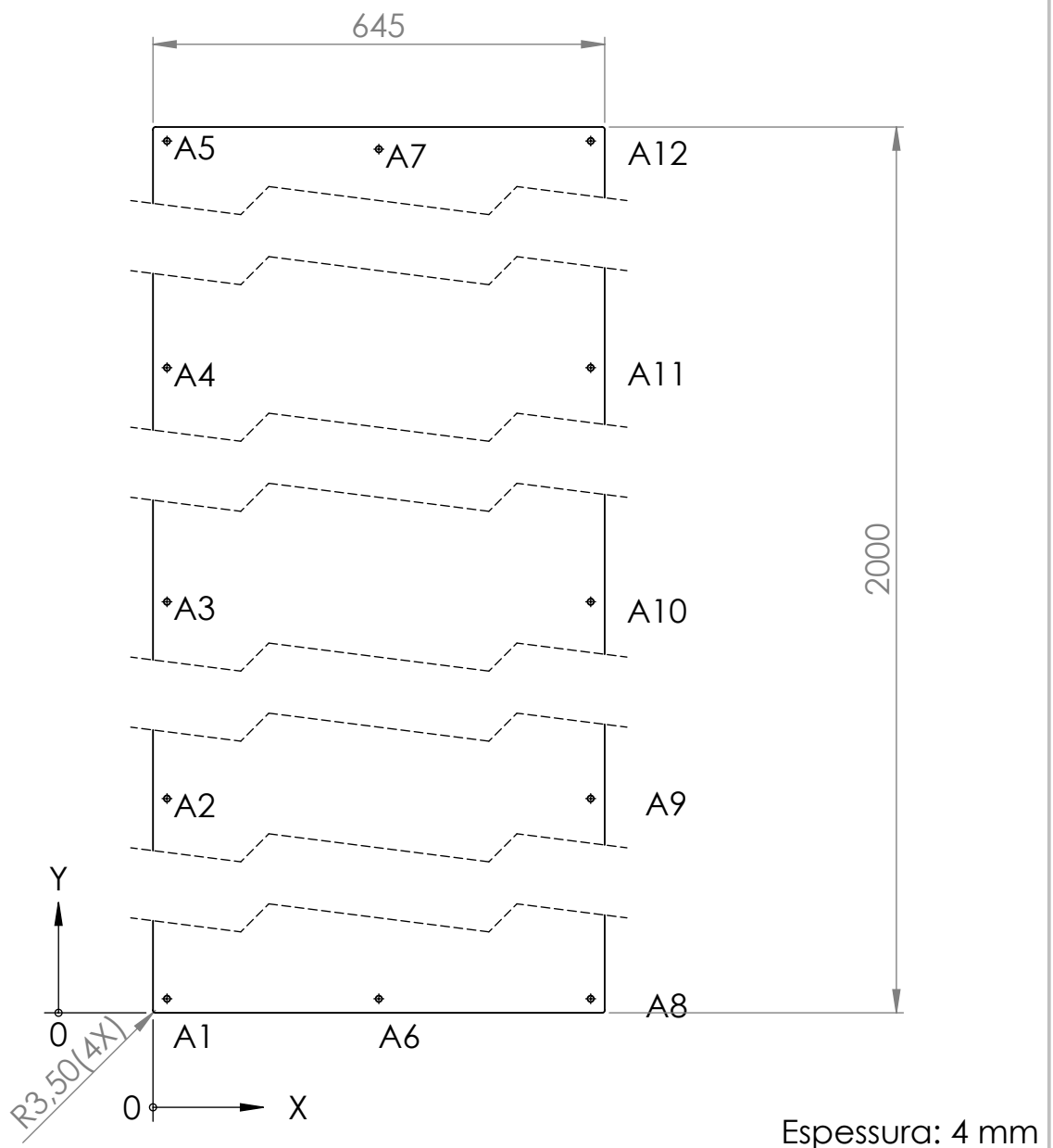
Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa					20/09/2014	Massa (kg)
Vist.			Tratamento				
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:2	 -  A4	Material	S235
Ref.	ch086					Obs.	
ch086						Revisão	



	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2	
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.31	
Vist.			Tratamento						
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1		A4	Material	S235
Ref.	ch087							Obs.	
	ch087							Revisão	


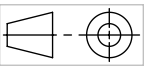


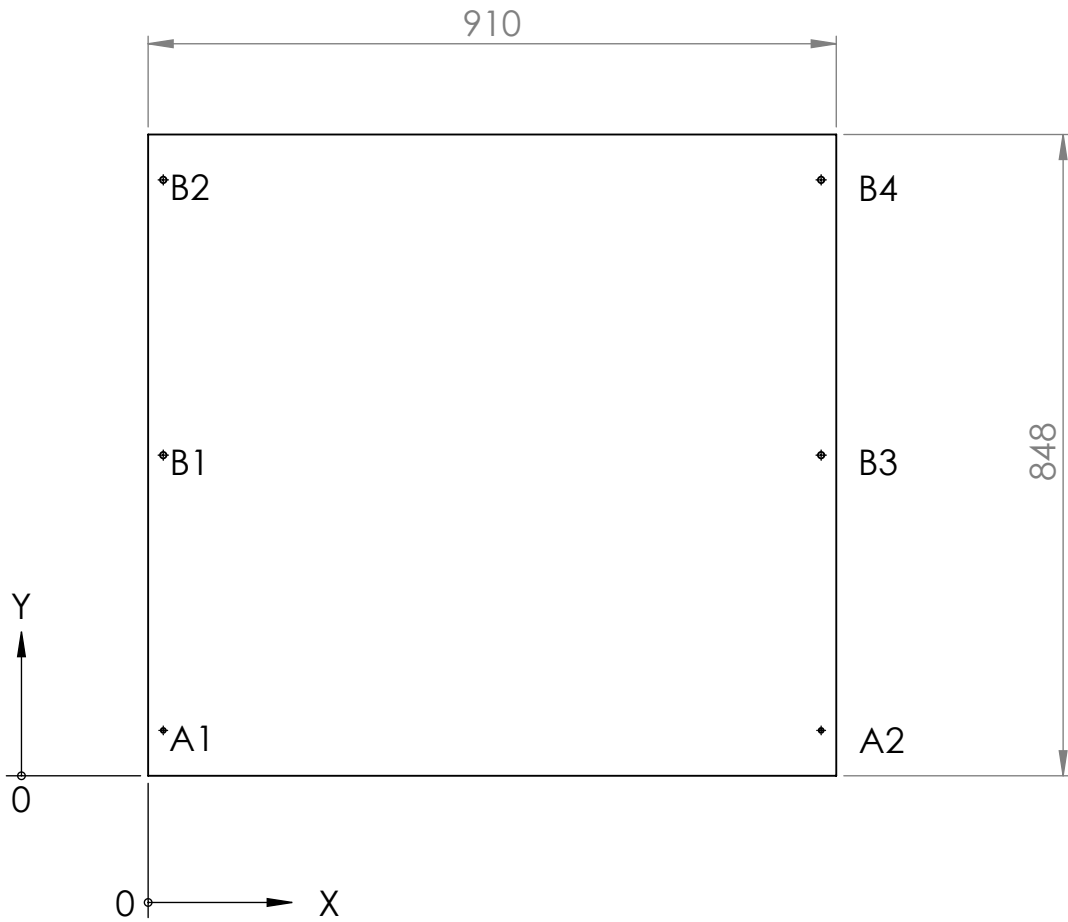
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	1.43
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A4	Material	S235
Ref.	ch088						Obs.	
	ch088						Revisão	



Espessura: 4 mm

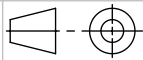
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20	20	Ø 9 THRU ALL
A2	20	510	Ø 9 THRU ALL
A3	20	1000	Ø 9 THRU ALL
A4	20	1490	Ø 9 THRU ALL
A5	20	1980	Ø 9 THRU ALL
A6	322,50	20	Ø 9 THRU ALL
A7	322,50	1968,35	Ø 9 THRU ALL
A8	625	20	Ø 9 THRU ALL
A9	625	510	Ø 9 THRU ALL
A10	625	1000	Ø 9 THRU ALL
A11	625	1490	Ø 9 THRU ALL
A12	625	1980	Ø 9 THRU ALL

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa					27/09/2014	Massa (kg)
Vist.			Tratamento				
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:10	 A4	Material	Acrylic
Ref.	ch091					Obs.	
ch091						Revisão	



Espessura: 2 mm

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20	60	Ø 6,50 THRU
B1	20	424	Ø 8,50 THRU
B2	20	788	Ø 8,50 THRU
A2	890	60	Ø 6,50 THRU
B3	890	424	Ø 8,50 THRU
B4	890	788	Ø 8,50 THRU

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	6.02
Vist.						Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:10		A4
Ref.	ch092					Material	Acrylic
						Obs.	
						Revisão	

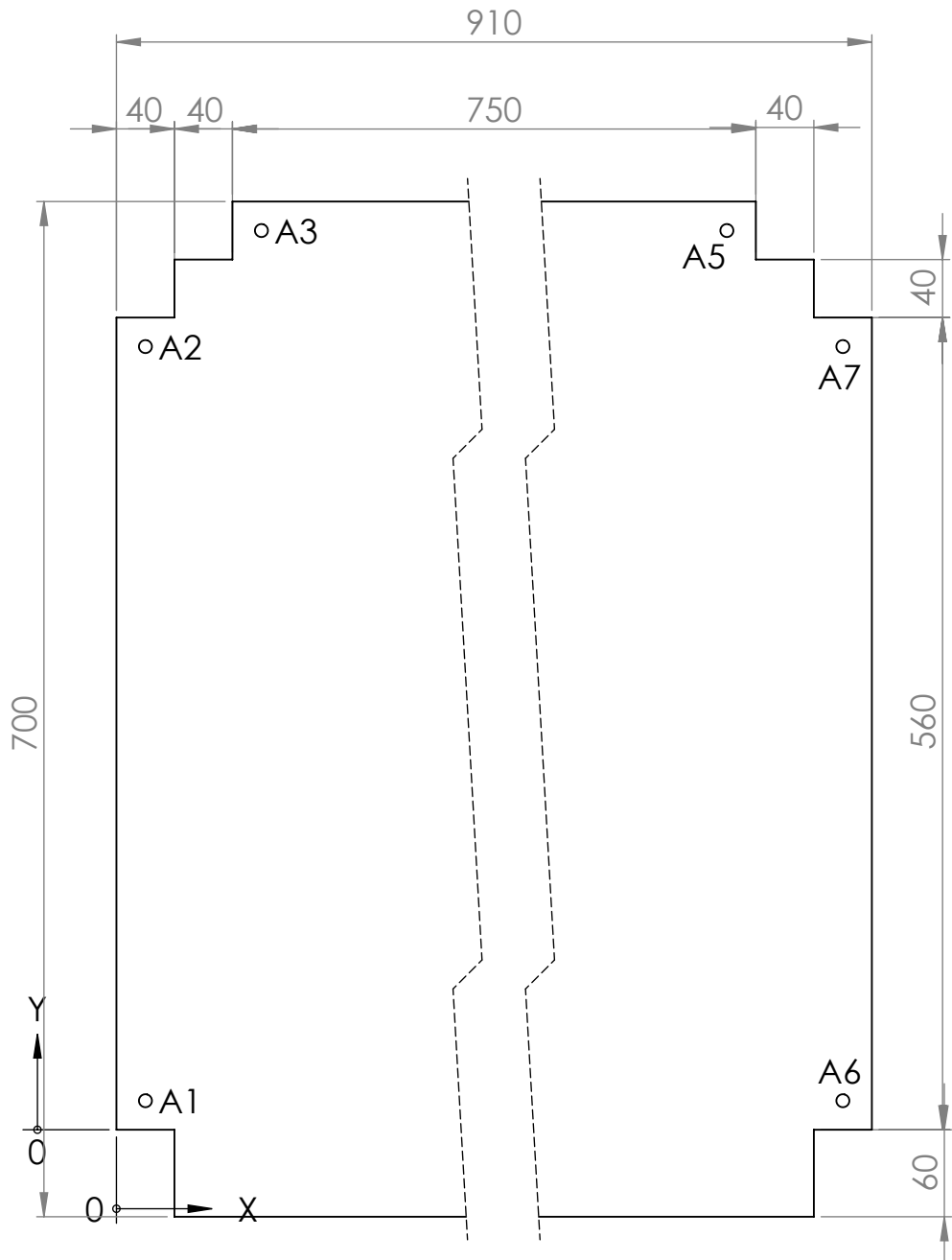
ch092



Espessura: 2 mm


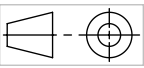
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	269,77	708	$\phi 9 \pm 0.04$
A2	270,51	60	$\phi 9 \pm 0.04$
A3	449,77	708	$\phi 9 \pm 0.04$
A4	450,51	60	$\phi 9 \pm 0.04$

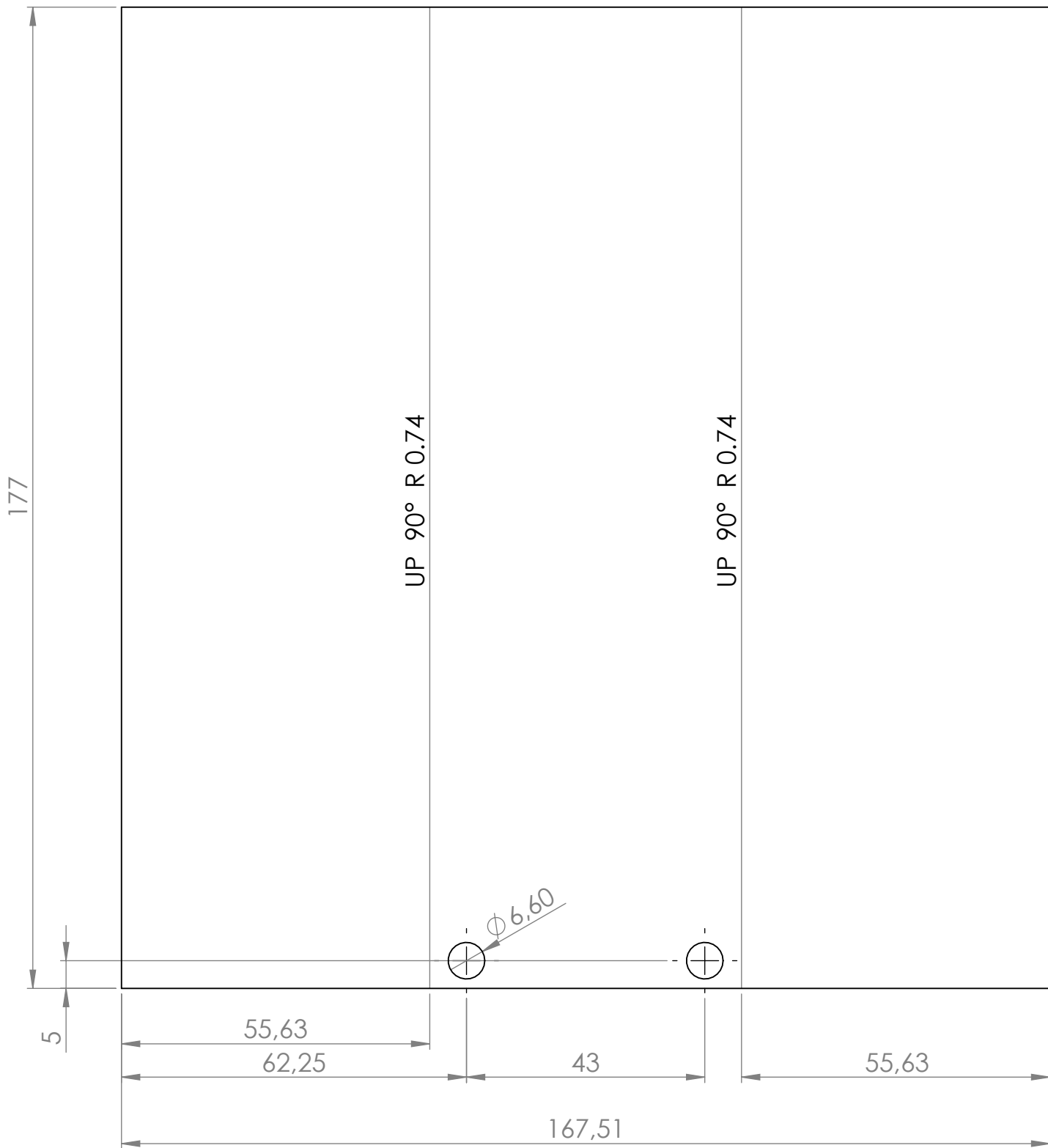
Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto			Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	1.13
Vist.					Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5	Material	Acrylic
Ref. ch093					Obs.	
ch093					Revisão	



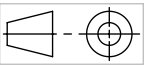
Espessura: 2 mm

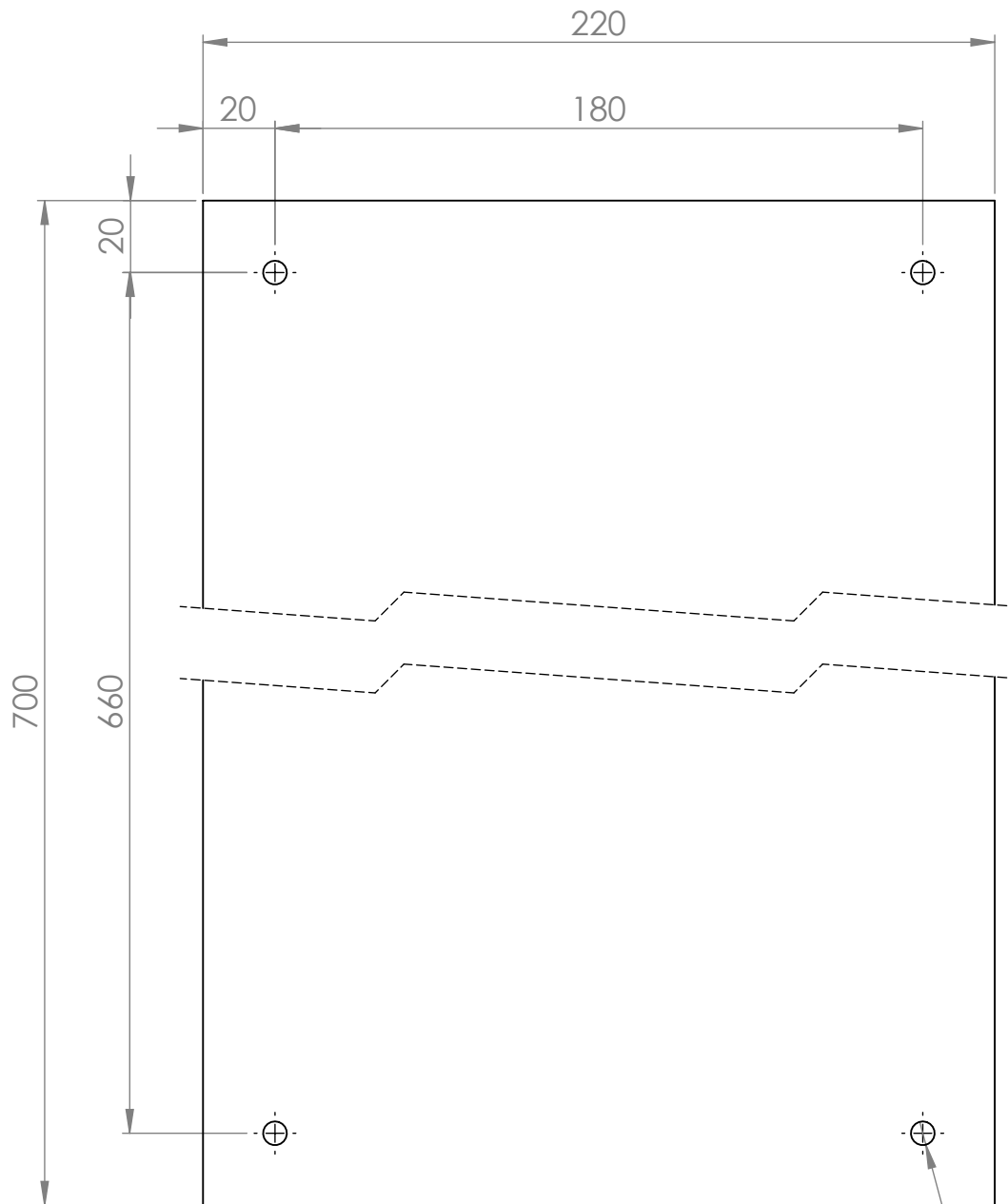
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20	20	$\varnothing 9 \nabla 55$
A2	20	540	$\varnothing 9 \nabla 55$
A3	100	620	$\varnothing 9 \nabla 55$
A4	455	620	$\varnothing 9 \nabla 55$
A5	810	620	$\varnothing 9 \nabla 55$
A6	890	20	$\varnothing 9 \nabla 55$
A7	890	540	$\varnothing 9 \nabla 55$

Nome	Data					Quantidade	1	
Des.	Mário Costa					27/09/2014	Massa (kg)	9.77
Vist.			Tratamento					
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5		A4	Material	S235
Ref.	ch094						Obs.	
ch094							Revisão	



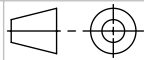
Espessura: 2 mm

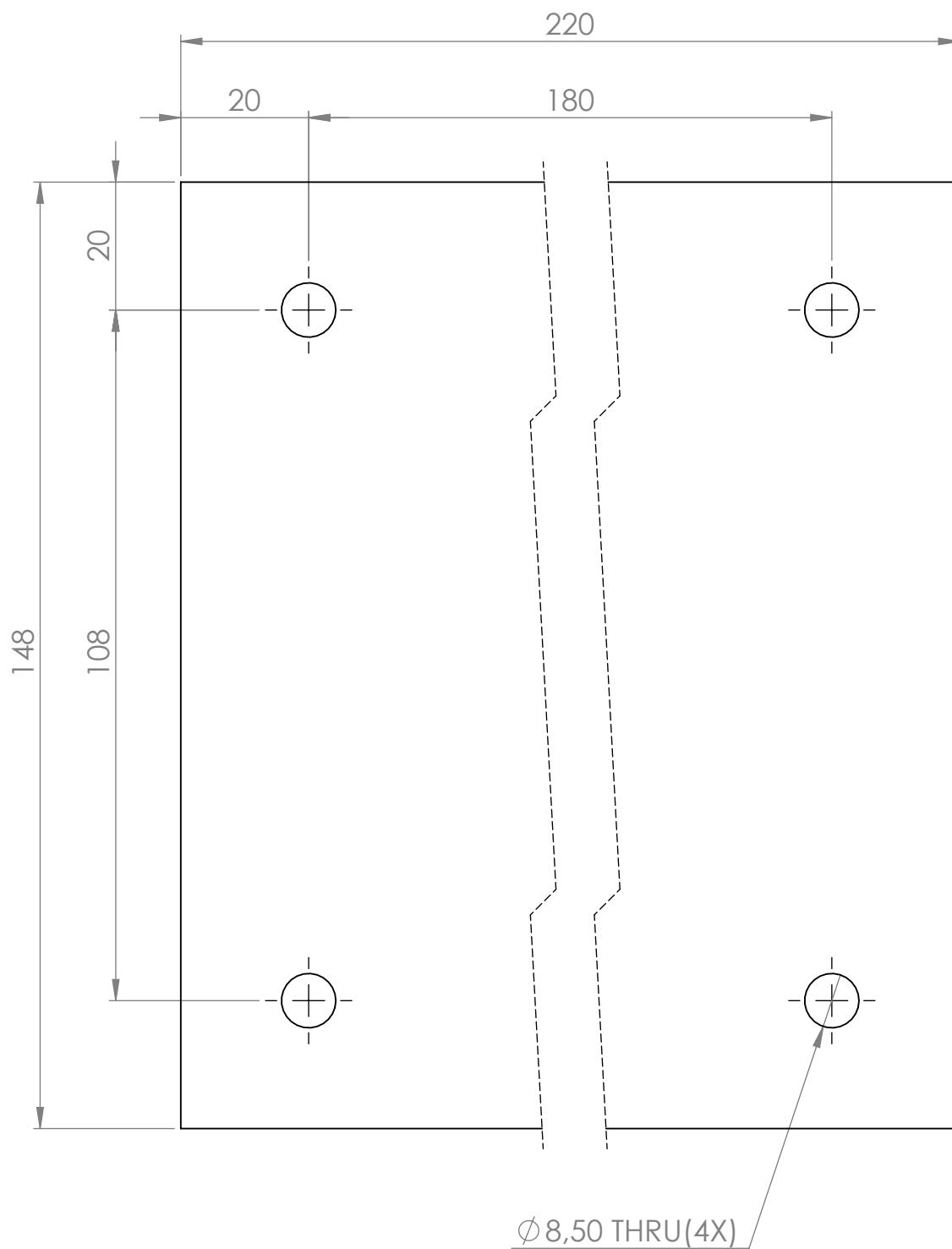
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	17/09/2014					Massa (kg)	0.46	
Vist.							Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1		A4	Material	S235
Ref.	ch095						Obs.		
	ch095						Revisão		




4 x \varnothing 6.60 THRU ALL

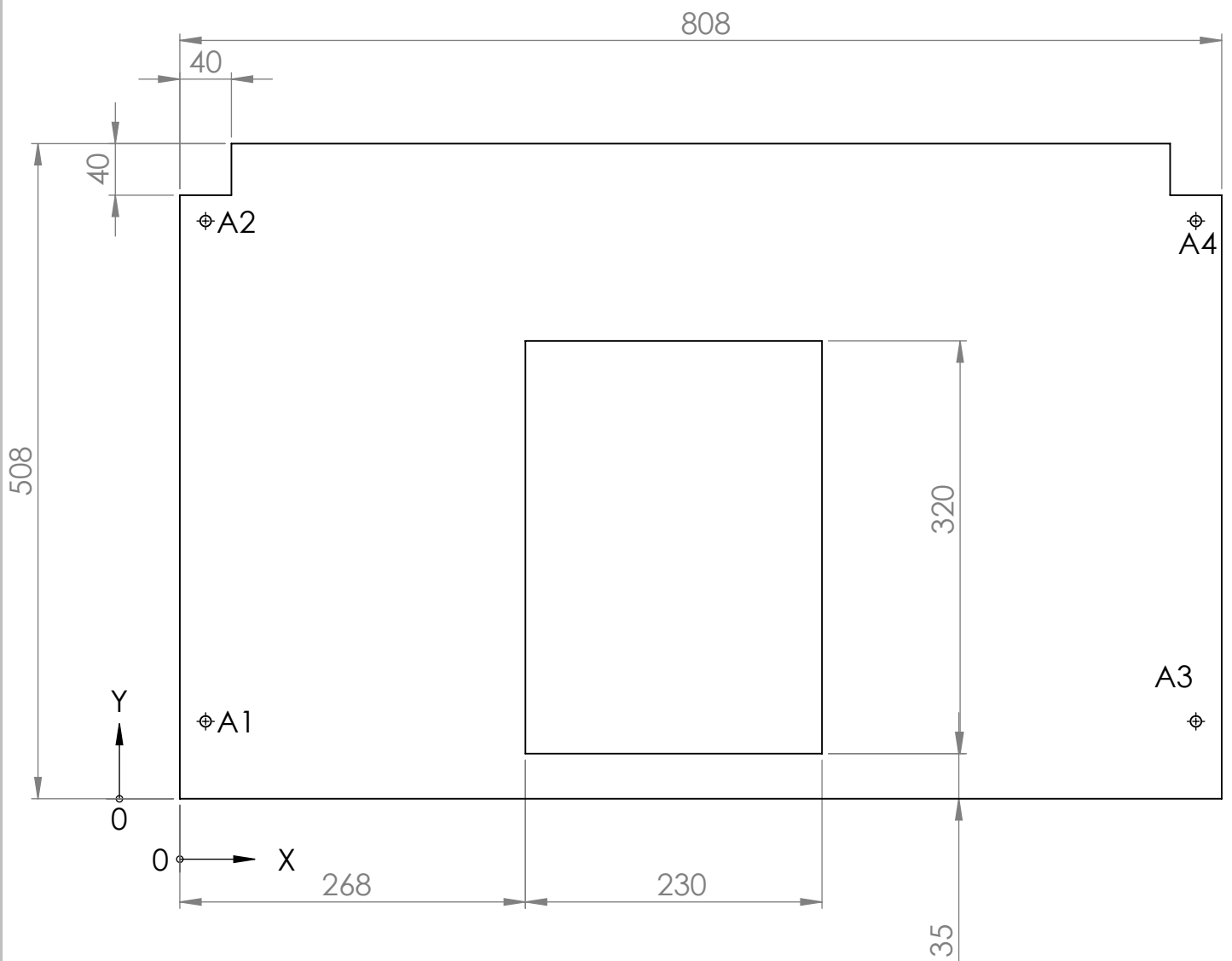
Espessura: 4 mm

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.55
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2		Material	Acrylic
Ref.	ch096						Obs.	
ch096							Revisão	



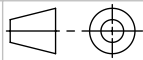
Espessura: 4 mm

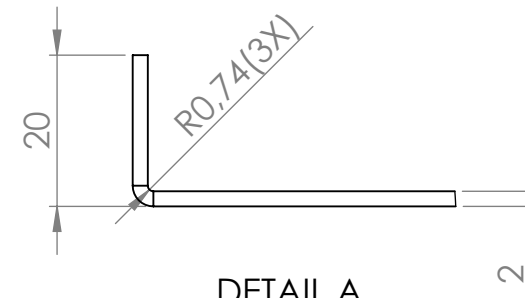
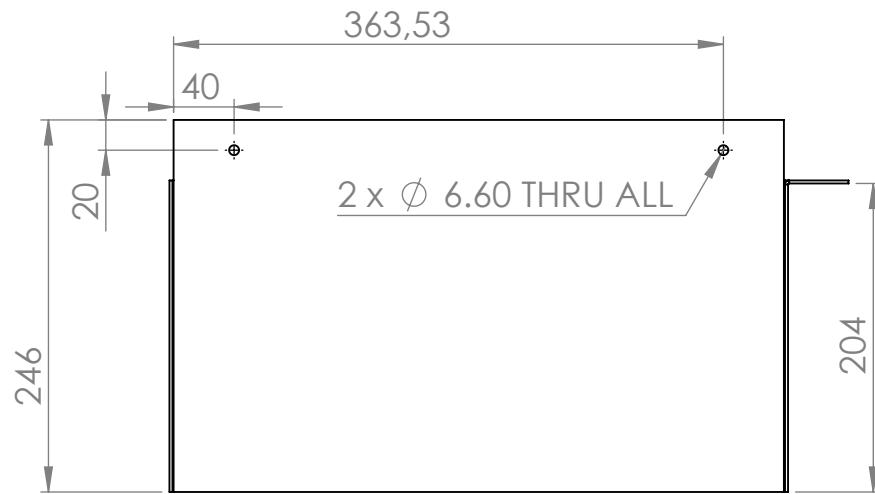
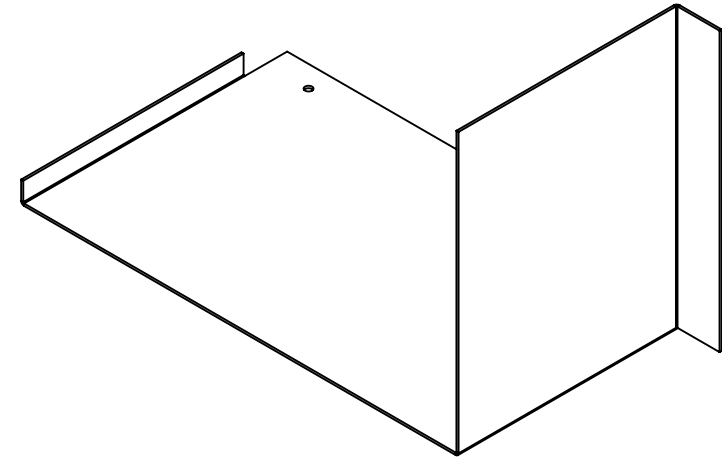
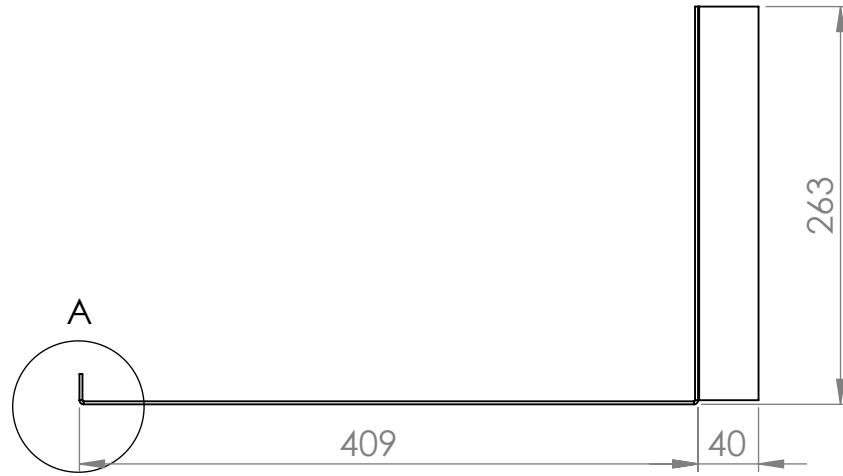
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.76
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1		Material	S235
Ref.	ch097						Obs.	
ch097							Revisão	

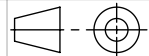


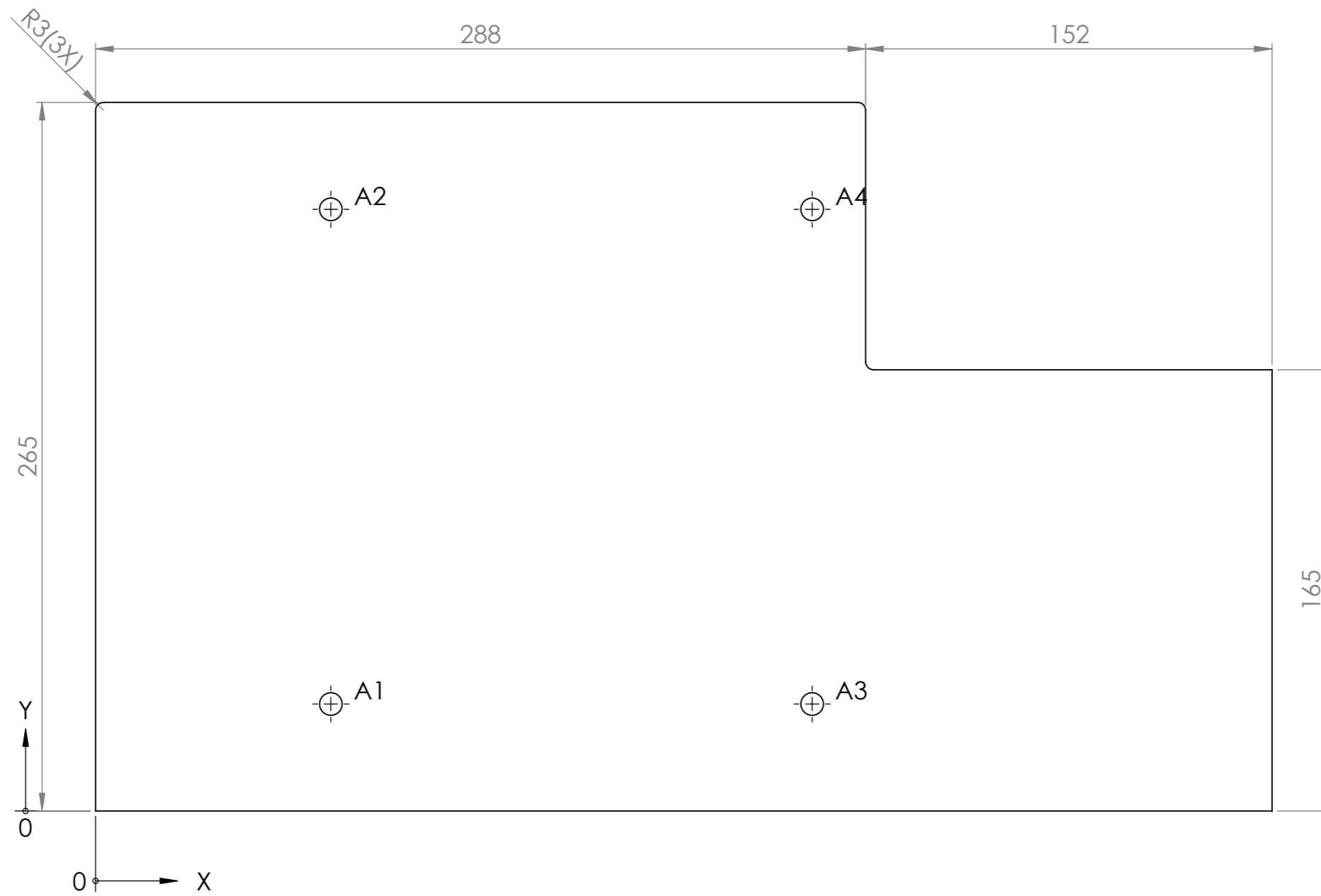
Espessura: 2 mm

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20	60	Ø 8,50 THRU
A2	20	448	Ø 8,50 THRU
A3	788	60	Ø 8,50 THRU
A4	788	448	Ø 8,50 THRU

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	0.80
Vist.						Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:5		A4
Ref.	ch098					Material	Acrylic
ch098						Obs.	
						Revisão	


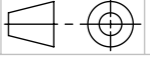


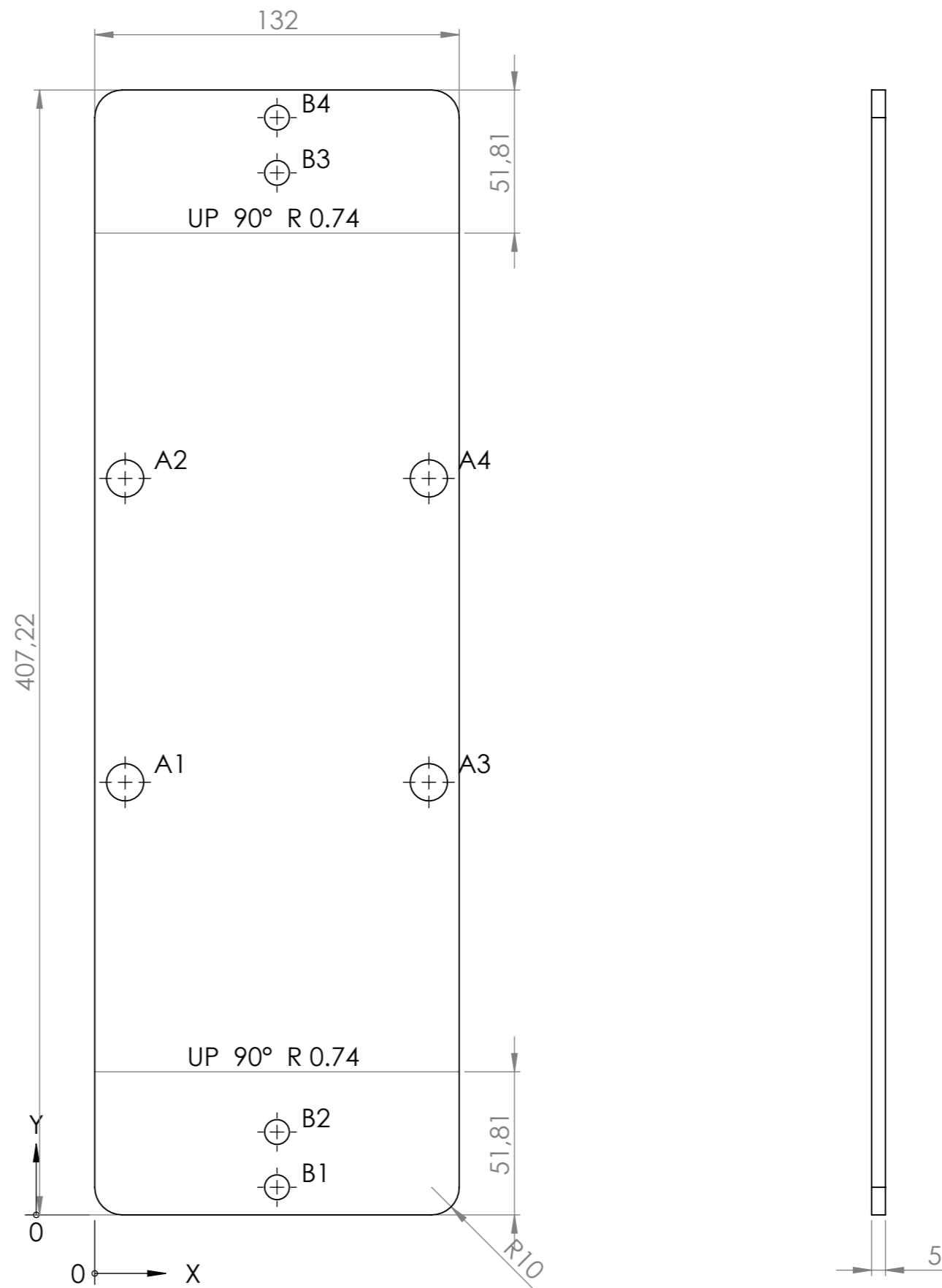
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.40
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:5	 A4	Material	Acrylic
Ref.	ch099						Obs.	
ch099							Revisão	



Espessura: 2 mm

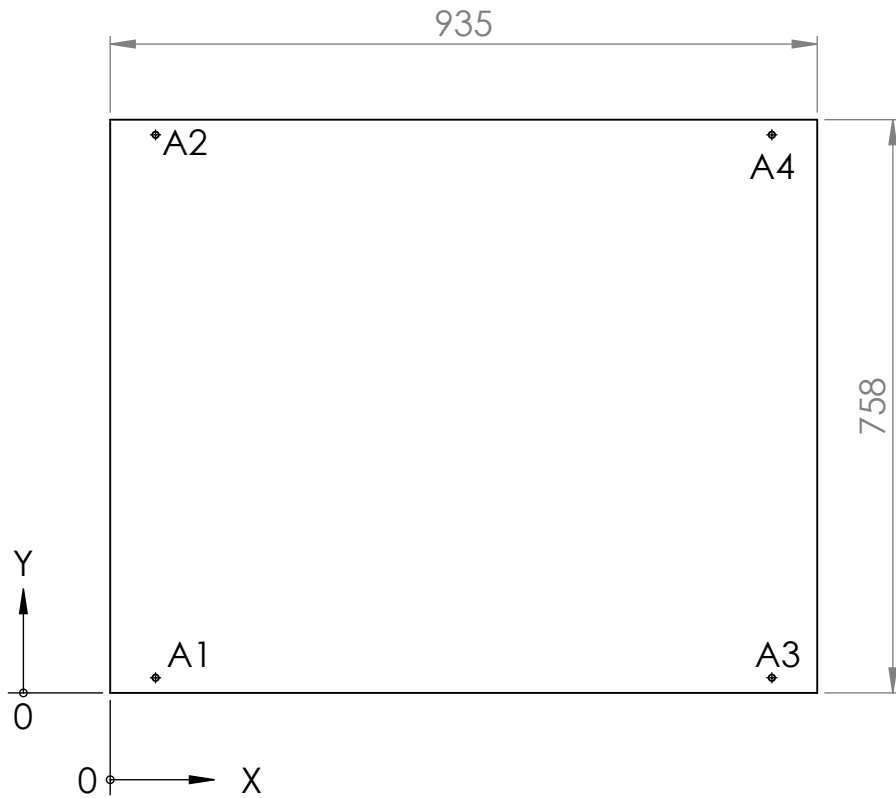
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	88	40	Ø 8,50 THRU
A2	88	225	Ø 8,50 THRU
A3	268	40	Ø 8,50 THRU
A4	268	225	Ø 8,50 THRU

Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.24
Vist.						Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A3	Material	Acrylic
Ref. ch100		ch100				Obs.	
						Revisão	






TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	11	156,61	Ø 13.50 THRU ALL
A2	11	266,61	Ø 13.50 THRU ALL
A3	121	156,61	Ø 13.50 THRU ALL
A4	121	266,61	Ø 13.50 THRU ALL
B1	66	10	Ø 9 THRU ALL
B2	66	30	Ø 9 THRU ALL
B3	66	377,22	Ø 9 THRU ALL
B4	66	397,22	Ø 9 THRU ALL

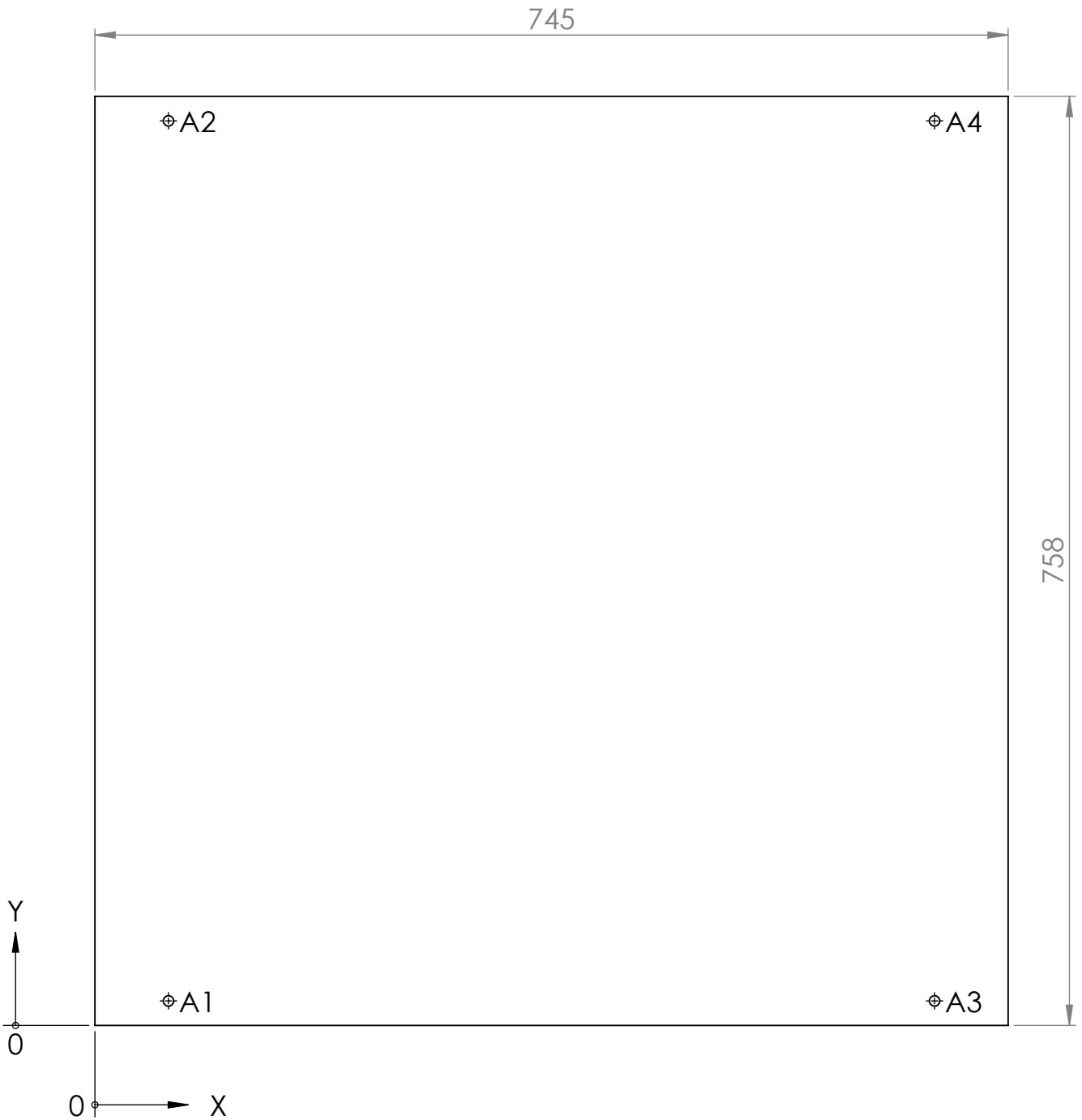
Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto			Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014				Massa (kg)	2.07
Vist.					Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:2	Material	S235
Ref. ch101					Obs.	
ch101					Revisão	



Espessura: 2 mm

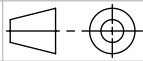
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	60	20	Ø 8,50 THRU
A2	60	738	Ø 8,50 THRU
A3	875	20	Ø 8,50 THRU
A4	875	738	Ø 8,50 THRU

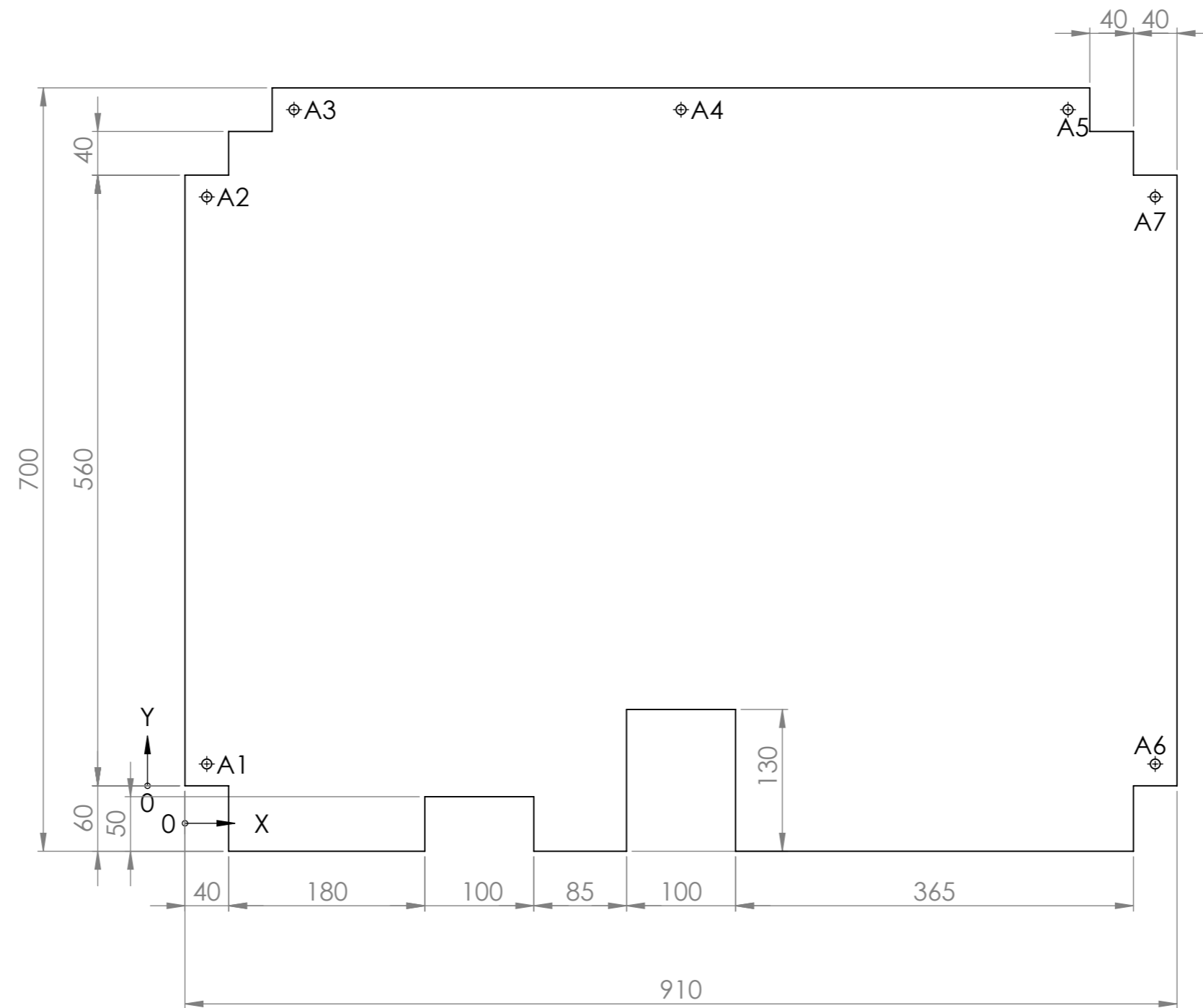
Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa					27/09/2014	Massa (kg)
Vist.			Tratamento				
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:10	 -  A4	Material	Acrylic
Ref.	ch102					Obs.	
ch102						Revisão	



Espessura: 2 mm

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	60	20	Ø 8,50 THRU
A2	60	738	Ø 8,50 THRU
A3	685	20	Ø 8,50 THRU
A4	685	738	Ø 8,50 THRU

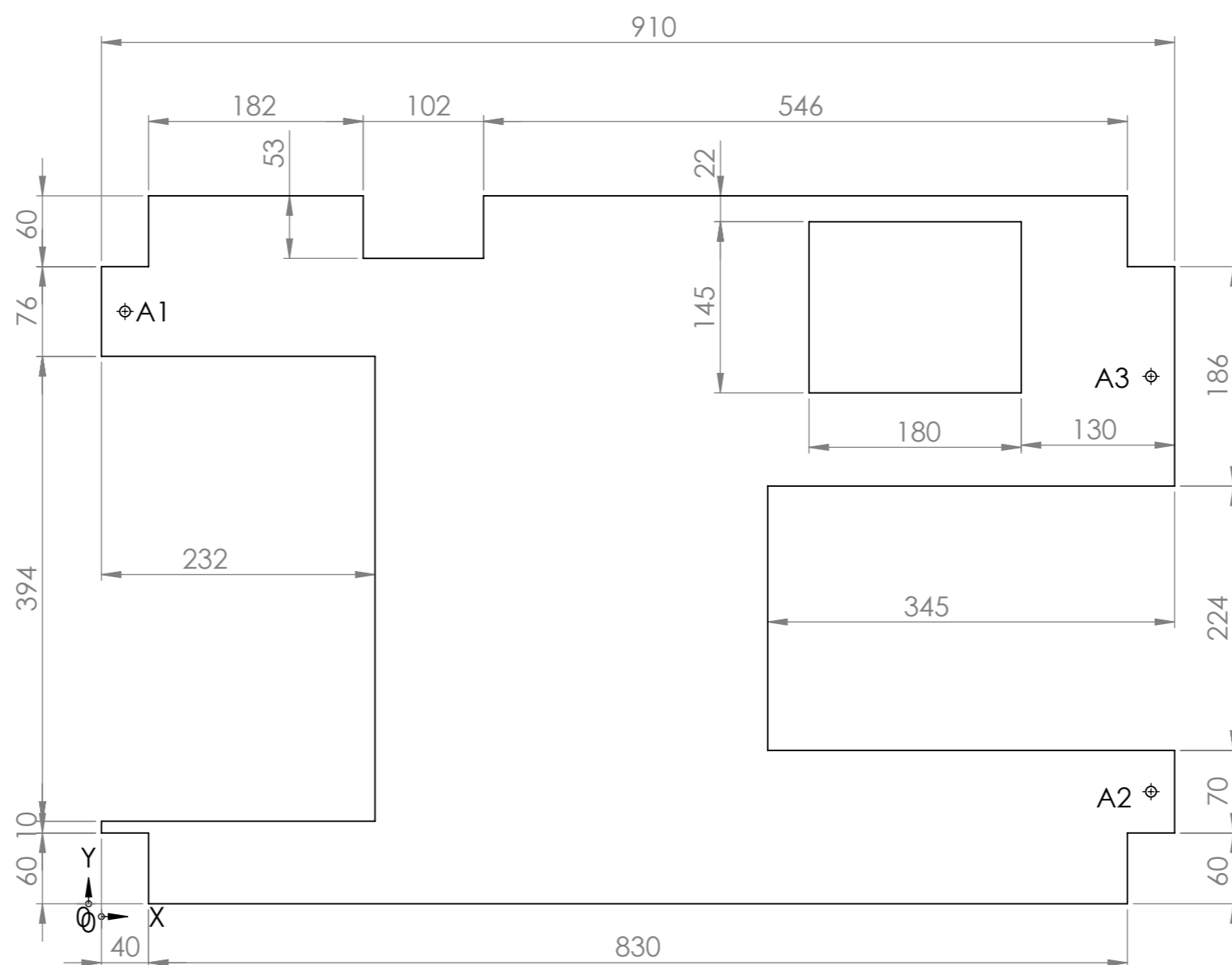
Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des. Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	1.35	
Vist.						Tratamento		
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5		A4	Material	Acrylic
Ref. ch103							Obs.	
ch103							Revisão	



TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20	20	ϕ 9 THRU ALL
A2	20	540	ϕ 9 THRU ALL
A3	100	620	ϕ 9 THRU ALL
A4	455	620	ϕ 9 THRU ALL
A5	810	620	ϕ 9 THRU ALL
A6	890	20	ϕ 9 THRU ALL
A7	890	540	ϕ 9 THRU ALL

Espessura: 2 mm

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto			Quantidade	1
Des. Mário Costa	20/09/2014				Massa (kg)	9.49
Vist.					Tratamento	
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5	Material	S235
Ref. ch104					Obs.	
ch104					Revisão	

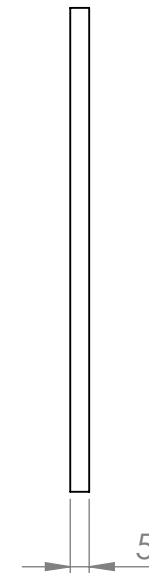
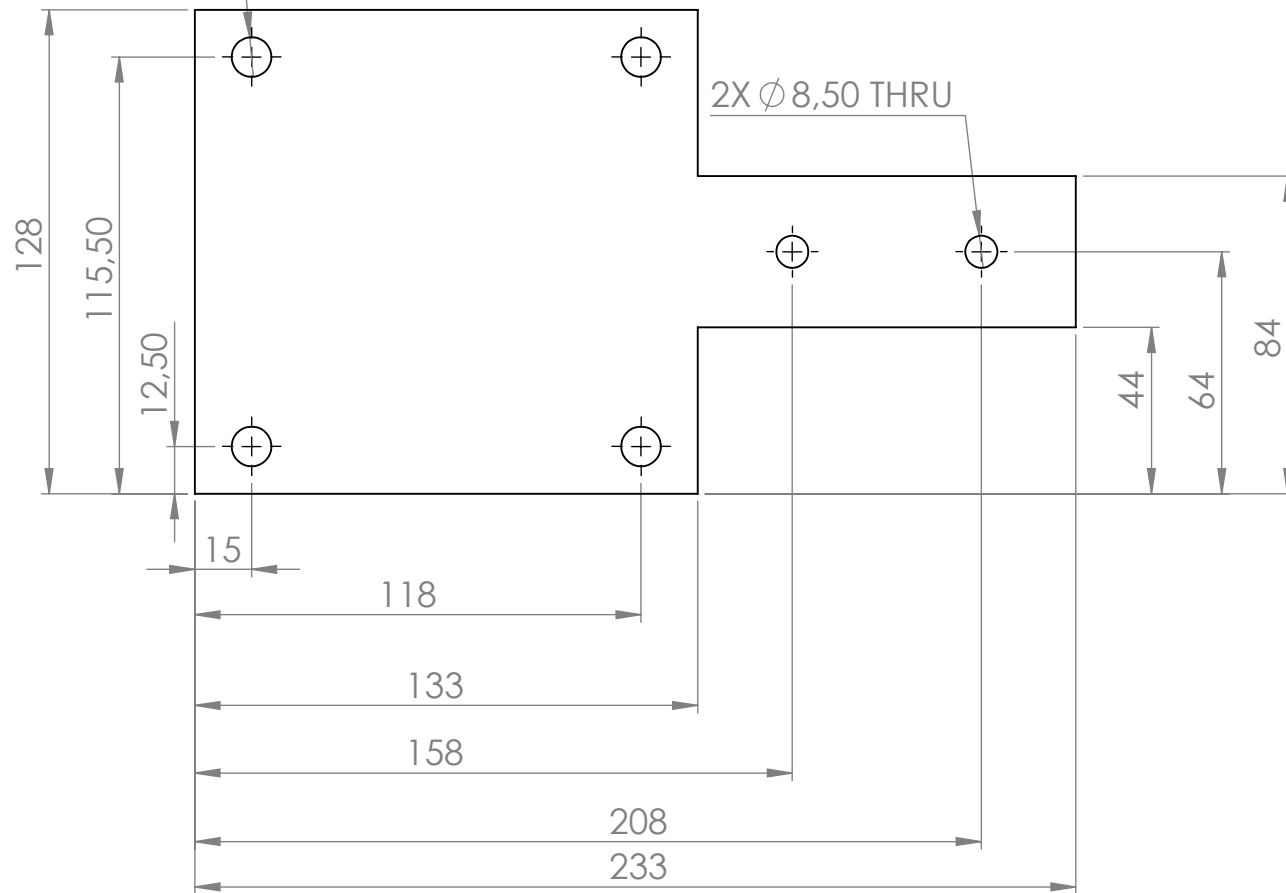


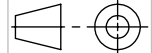
Espessura: 2 mm

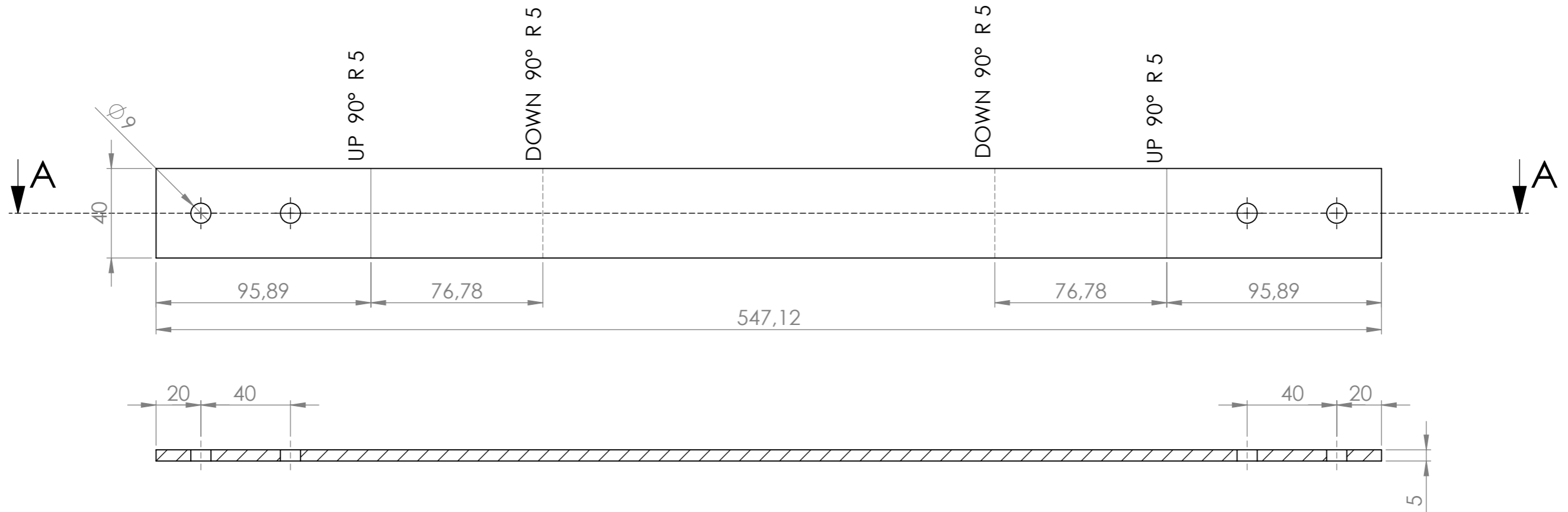
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	20	502	Ø 9 ∇ 55
A2	890	95	Ø 9 ∇ 55
A3	890	447	Ø 9 ∇ 55

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto			Quantidade
Des. Mário Costa	27/09/2014				1
Vist.					Massa (kg) 5.28
Aprov.		ISO 2768	mK	Escala 1:5	Tratamento
Ref. ch105					Material S235
ch105					Obs.
					Revisão

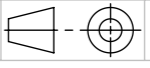
4X Ø 10,50 THRU

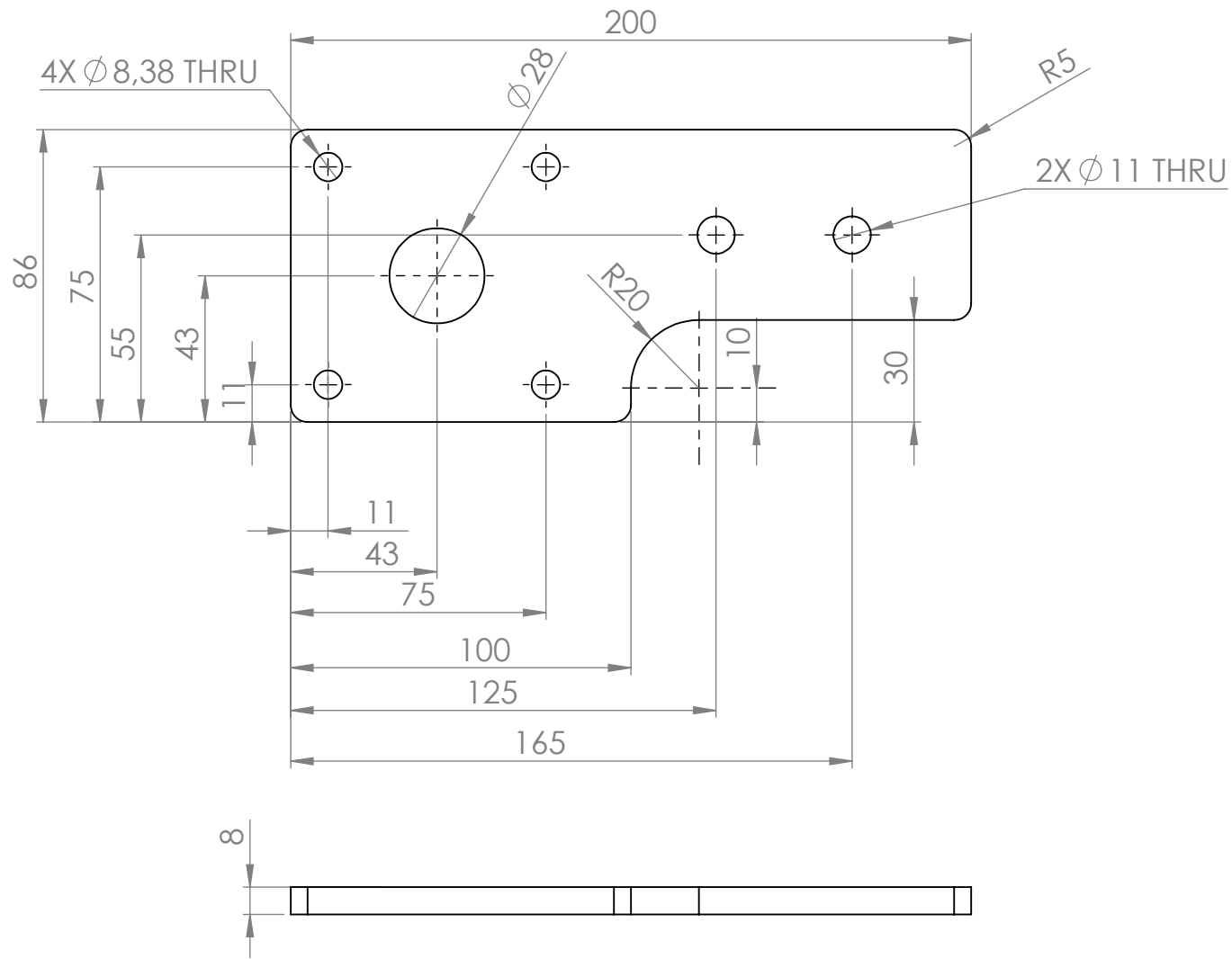


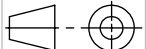
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.80
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A4	Material	1.0037 (S235JR)
Ref.	ch106						Obs.	
CH106							Revisão	



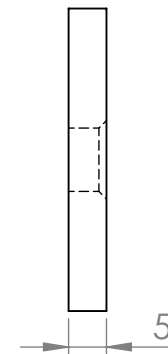
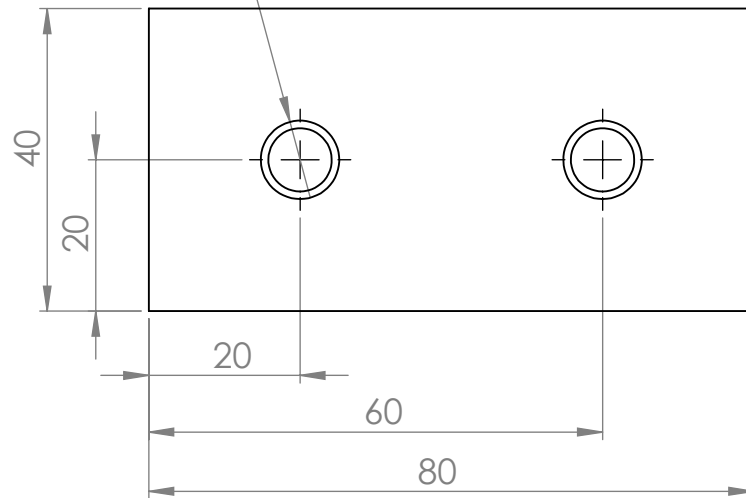
SECTION A-A

	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	4
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.85
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A3	Material	S235
Ref.	ch107						Obs.	
	ch107						Revisão	

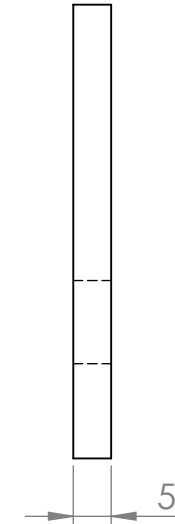
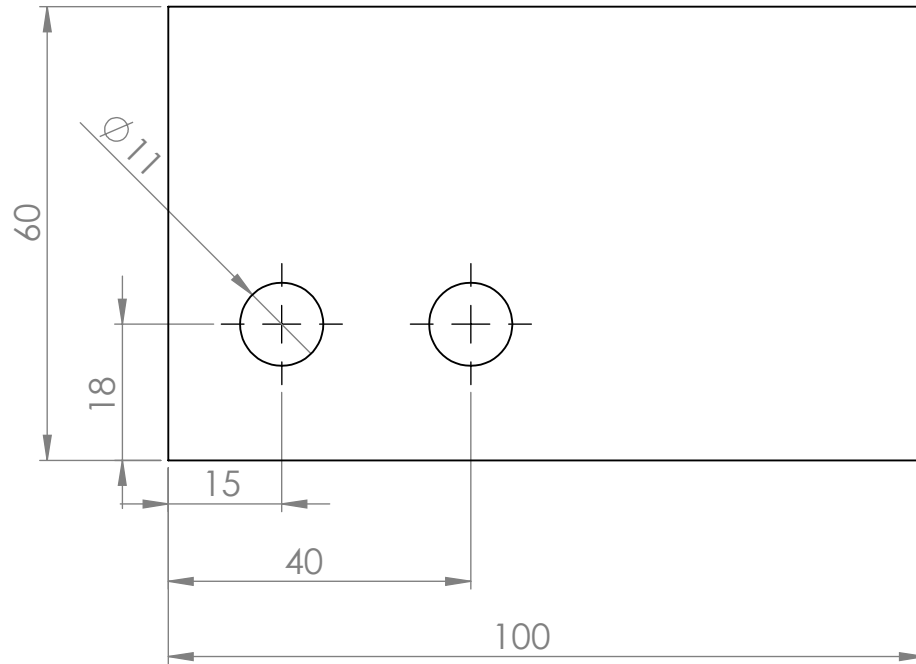



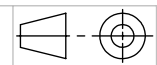
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	831.02
Vist.							Treatamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:2	 A4	Material	S235
Ref.	chtr001						Obs.	
CHT R001							Revisão	

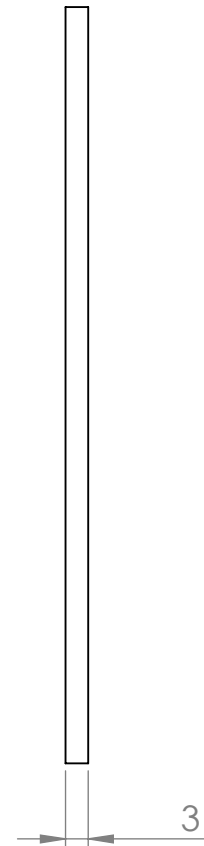
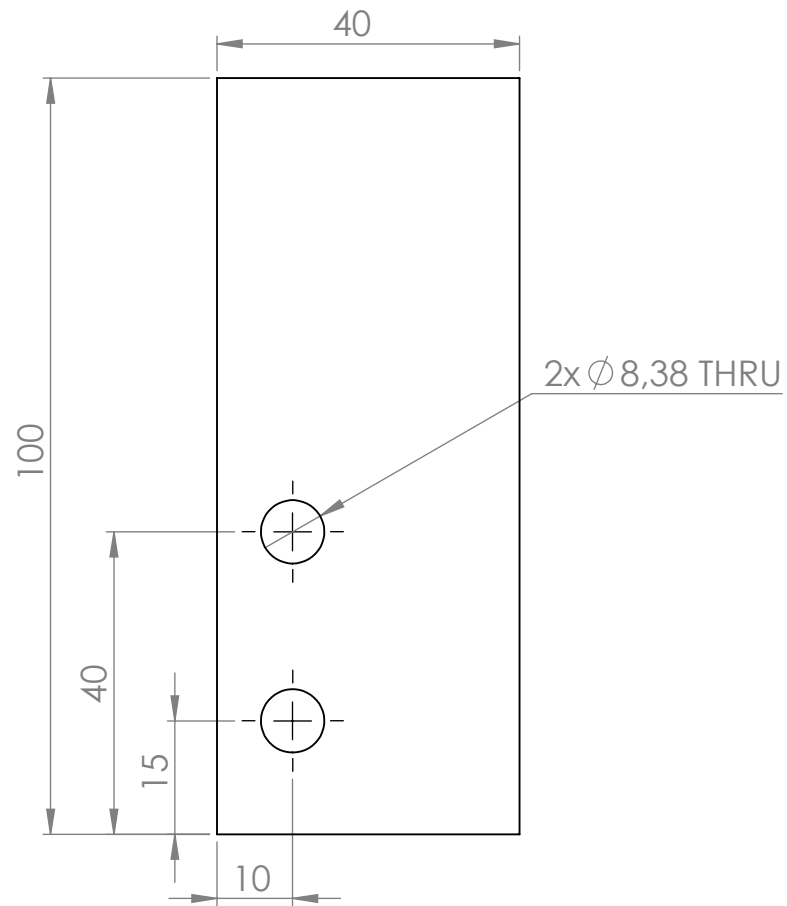
2X $\varnothing 8.38$ THRU
 $\surd \varnothing 10,38 \times 90^\circ$



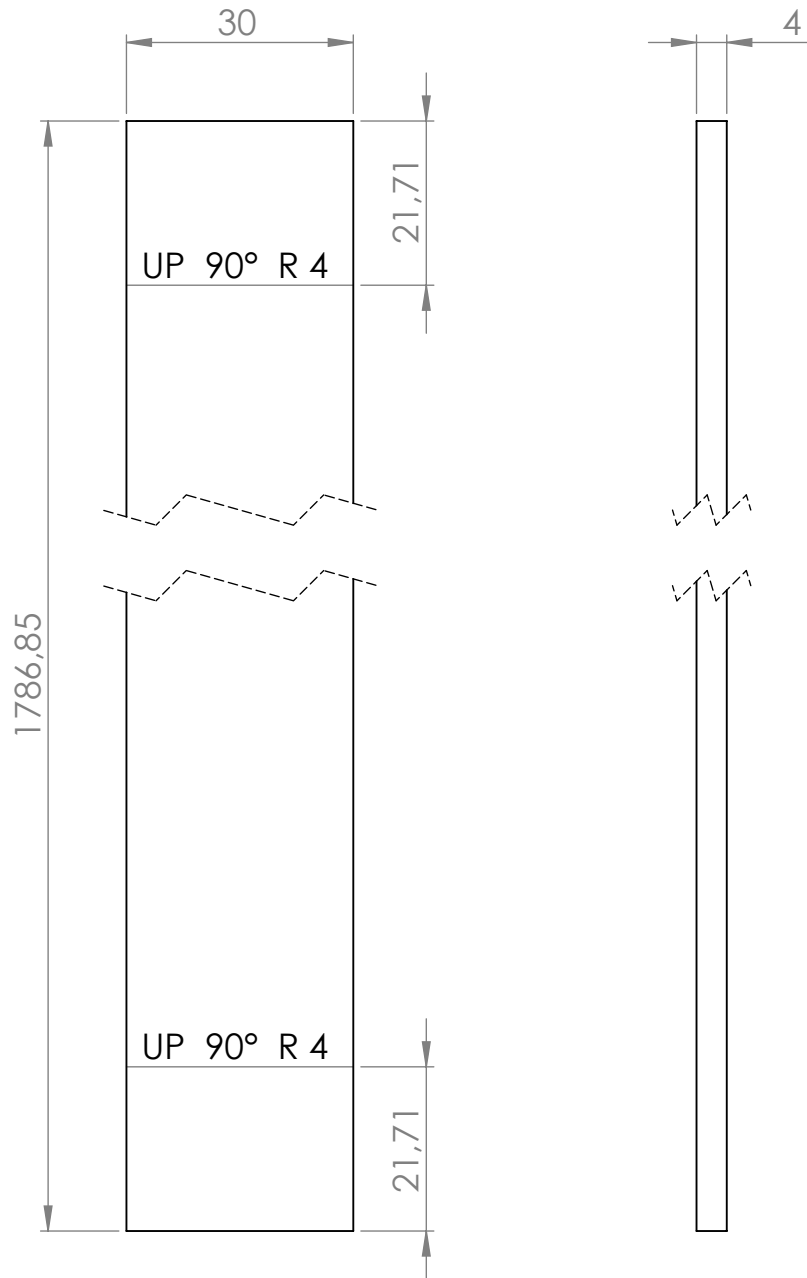
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.12
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	- A4	Material	S235
Ref.	chtr003						Obs.	
CHTR003							Revisão	

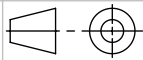


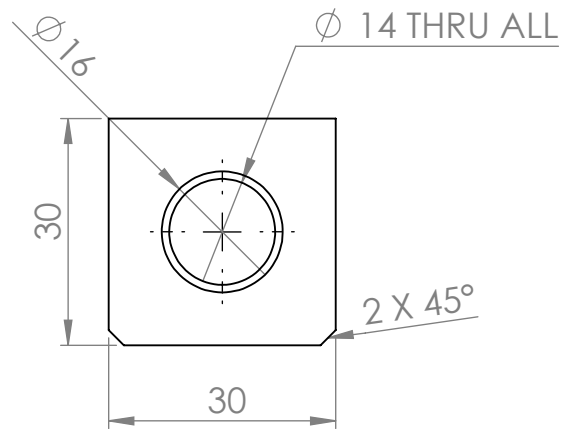
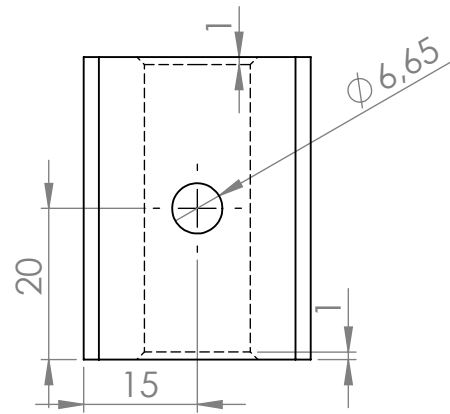
	Nome	Data					Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	228.04
Vist.			ISO 2768	mK	Escala 1:1		A4	Tratamento
Aprov.							Material	S235
Ref.	chtr004						Obs.	
CHTR004							Revisão	


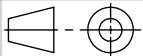


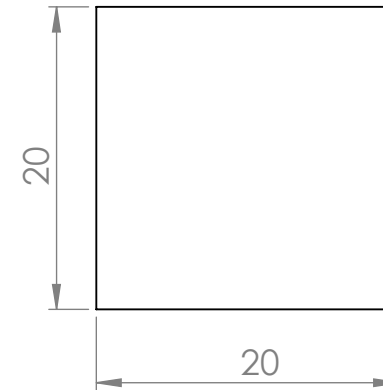
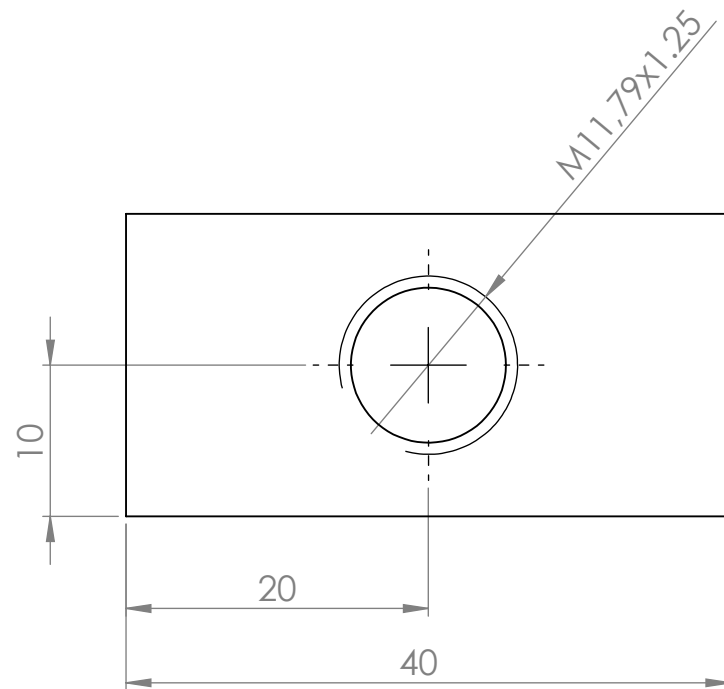
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.09
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	- A4	Material	S235
Ref.	chtr005						Obs.	
CHTR005							Revisão	

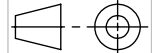


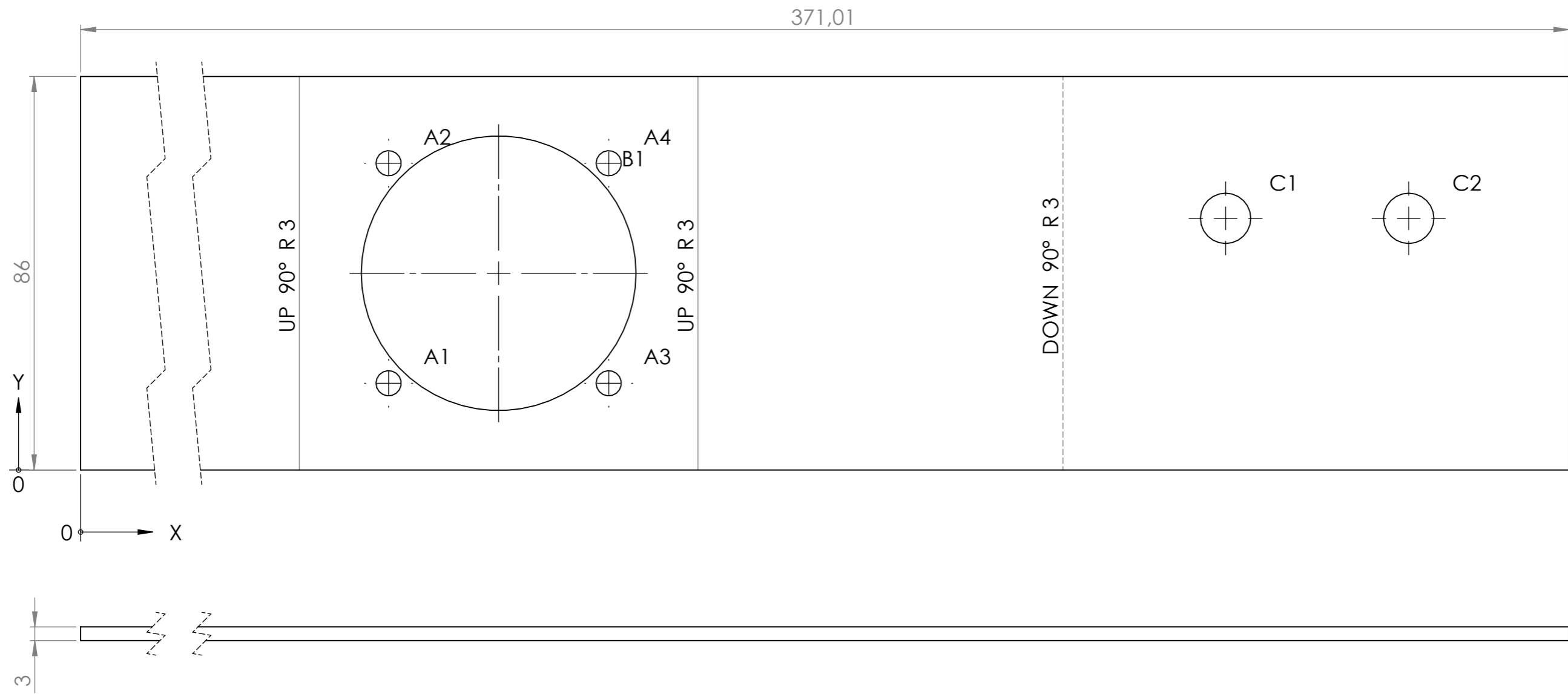
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1	
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	1.68	
Vist.							Tratamento		
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1		A4	Material	S235
Ref.	chtr006						Obs.		
							Revisão		
chtr006									



	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.23
Vist.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Tratamento	
Aprov.							Material	S235
Ref.	chtr007						Obs.	
CHTR007							Revisão	

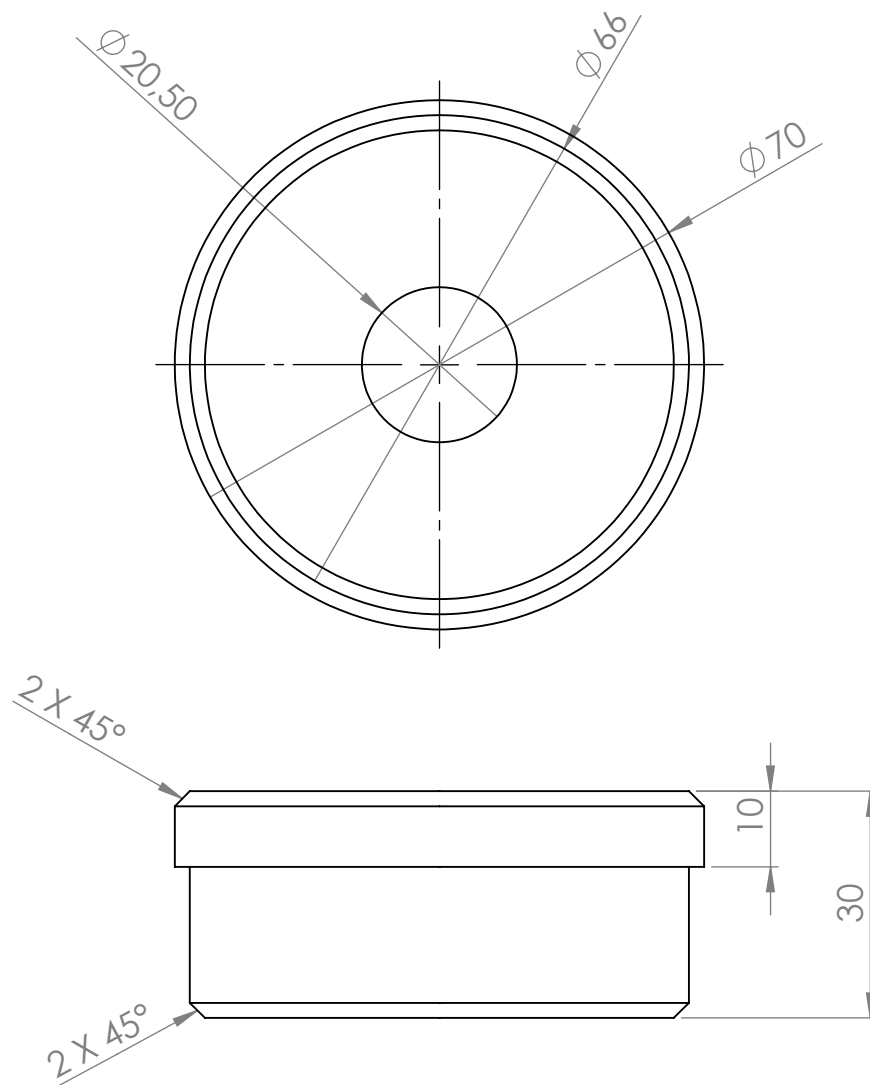


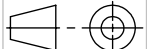
	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	12
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	112.65
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 2:1	 A4	Material	S235
Ref.	chtr008						Obs.	
CHTR008							Revisão	

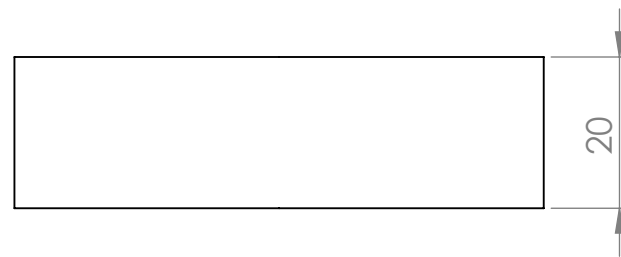
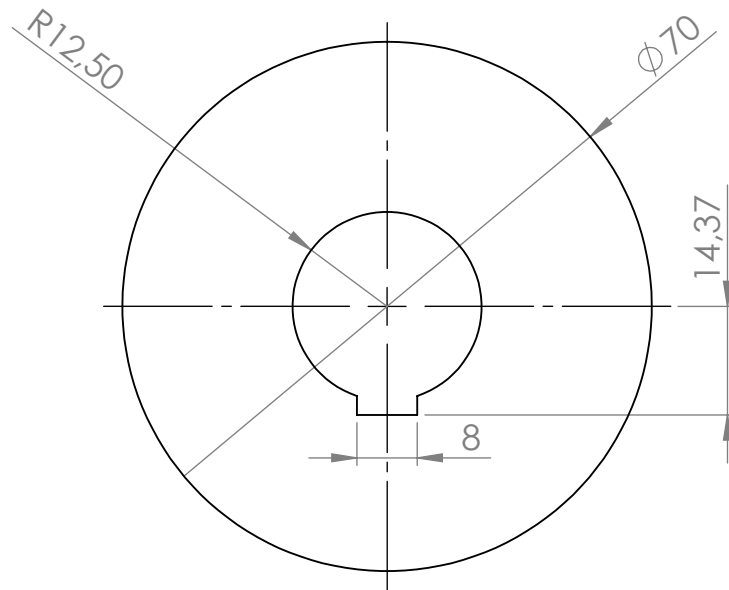


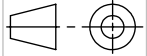
TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	113,18	18,96	Ø 5,50 THRU
A2	113,18	67,04	Ø 5,50 THRU
A3	161,26	18,96	Ø 5,50 THRU
A4	161,26	67,04	Ø 5,50 THRU
B1	137,22	43	Ø 60 THRU
C1	296,01	55	Ø 11 THRU
C2	336,01	55	Ø 11 THRU

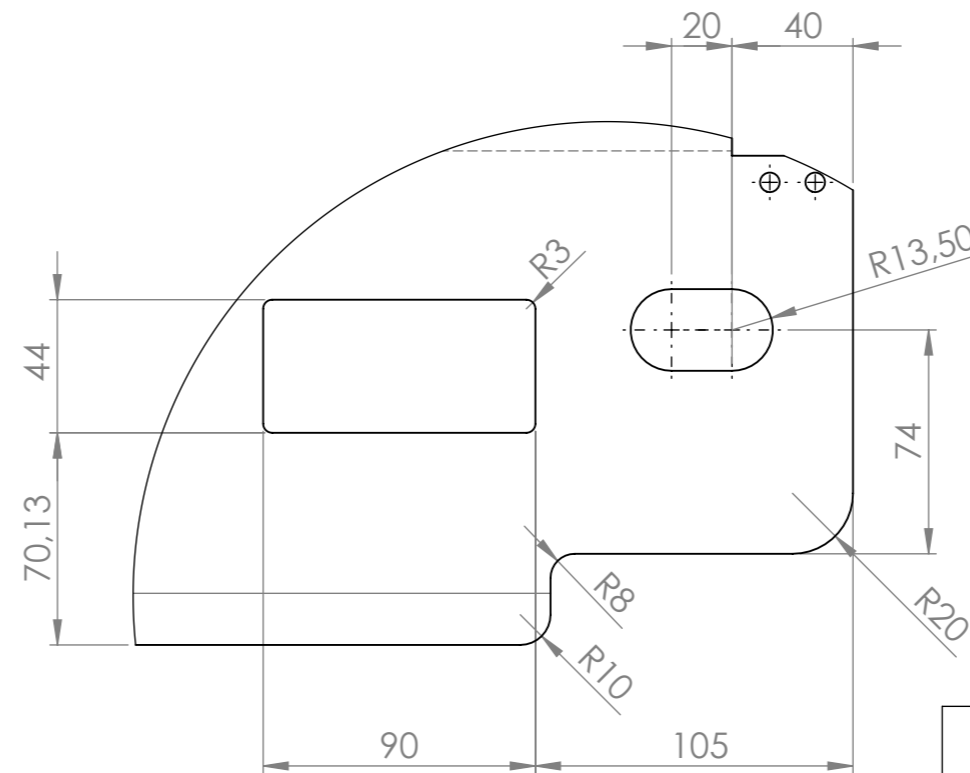
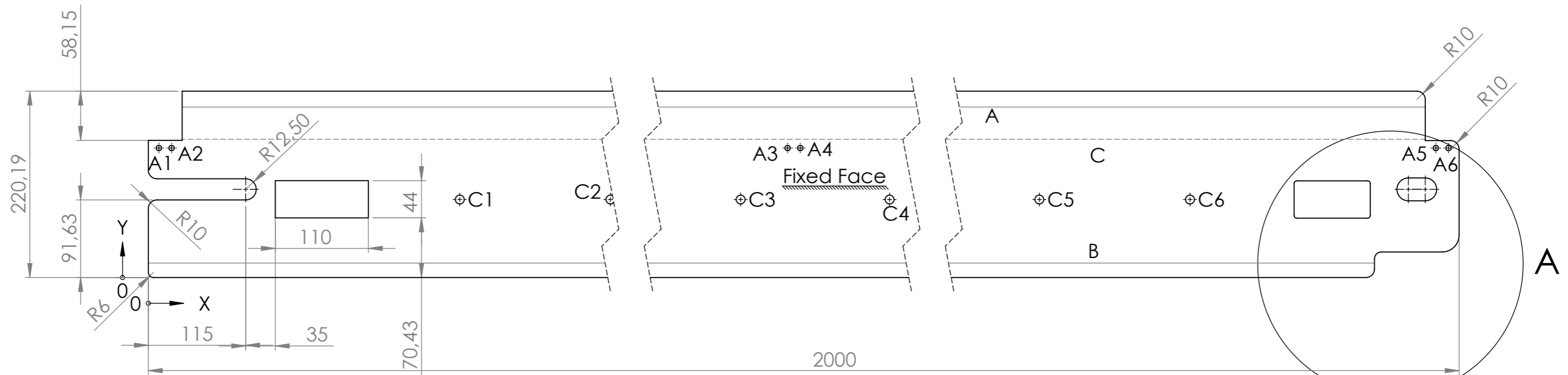
Des.	Mário Costa	Data	27/09/2014	Instituto Superior de Engenharia do Porto	Quantidade	1			
Vist.					Massa (kg)	0.68			
Aprov.				ISO 2768	mK	Escala 1:1	A3	Tratamento	
Ref.	chtr009							Material	S235
							Obs.		
							Revisão		



	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.75
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	chtr010						Obs.	
CHTR010							Revisão	



	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	3
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	524.52
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Material	S235
Ref.	chtr011						Obs.	
CHTR011							Revisão	

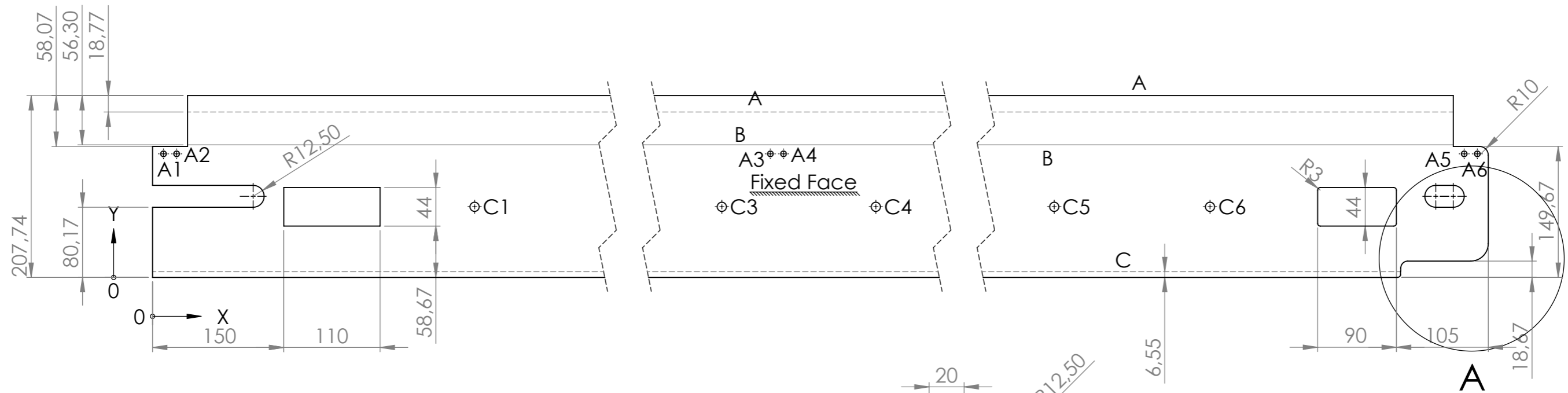


DETAIL A
SCALE 2 : 5

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	12,50	152,93	Ø 6,50 THRU
A2	27,50	152,93	Ø 6,50 THRU
A3	992,50	152,93	Ø 6,50 THRU
A4	1007,50	152,93	Ø 6,50 THRU
A5	1972,50	152,93	Ø 6,50 THRU
A6	1987,50	152,93	Ø 6,50 THRU
C1	368	92,13	Ø 10,50 THRU
C2	546	92,13	Ø 10,50 THRU
C3	937	92,13	Ø 10,50 THRU
C4	1113	92,13	Ø 10,50 THRU
C5	1504	92,13	Ø 10,50 THRU
C6	1682	92,13	Ø 10,50 THRU

Tag	Direction	Angle	Inner Radius
A	UP	130°	1.2
B	UP	90°	1.2
C	DOWN	90°	0.9

Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto			Quantidade
Des.		ISO 2768	mK	Escala 1:5	Massa (kg)
Vist.					Tratamento
Aprov.		A3			Material
Ref.	chtr012				Obs.
					Revisão



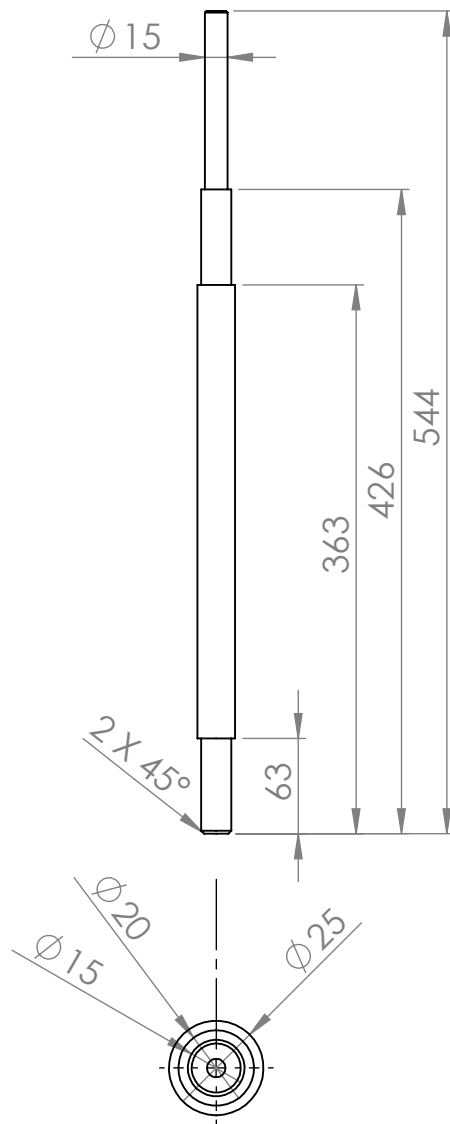
DETAIL A
SCALE 2 : 5

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	12,50	141,17	Ø 6,50 THRU
A2	27,50	141,17	Ø 6,50 THRU
A3	992,50	141,17	Ø 6,50 THRU
A4	1007,50	141,17	Ø 6,50 THRU
A5	1972,50	141,17	Ø 6,50 THRU
A6	1987,50	141,17	Ø 6,50 THRU
C1	368	80,67	Ø 10,50 THRU
C2	546	80,67	Ø 10,50 THRU
C3	937	80,67	Ø 10,50 THRU
C4	1113	80,67	Ø 10,50 THRU
C5	1504	80,67	Ø 10,50 THRU
C6	1682	80,67	Ø 10,50 THRU


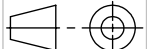
Espessura: 1.5 mm

Tag	Direction	Angle	Inner Radius
A	DOWN	90°	1.5
B	UP	90°	1.5
C	DOWN	130°	1.5

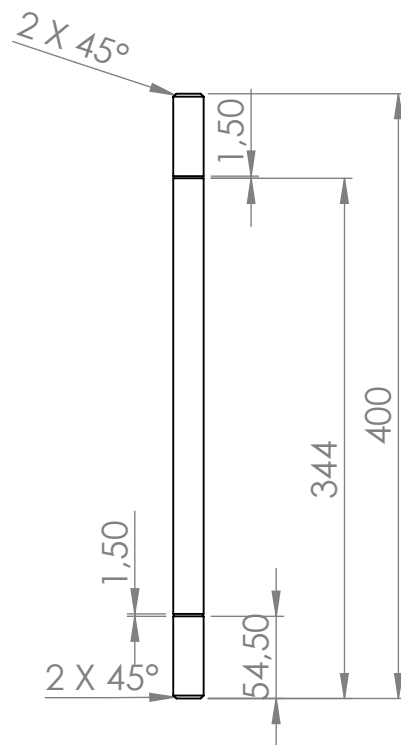
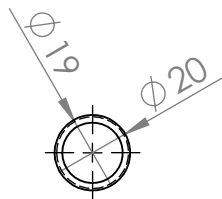
Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des. Mário Costa	27/09/2014	ISO 2768	mK	Escala 1:5	Massa (kg)	4.65	
Vist.					Tratamento		
Aprov.					Material	S235	
Ref. chtr013					Obs.		
chtr013						Revisão	



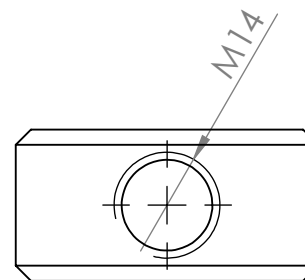
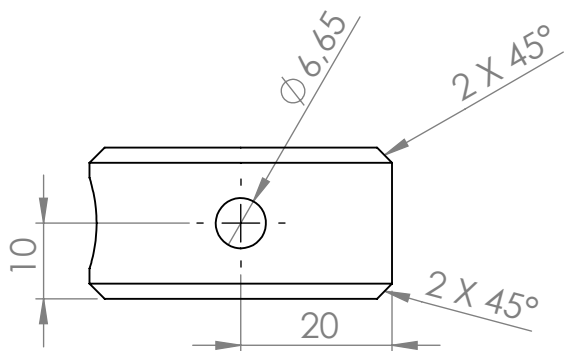
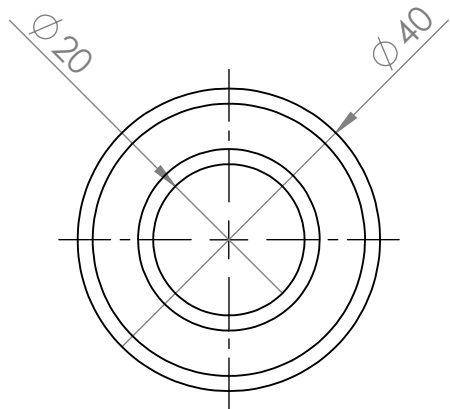
Escala 1:2


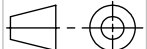
	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	1.60
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:5	 A4	Material	S235
Ref.	chtr014						Obs.	
CHTR014							Revisão	

Escala 1:2



	Nome	Data	isep Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	1
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	0.98
Vist.							Tratamento	
Aprov.			ISO 2768	mK	Escala 1:5	- A4	Material	S235
Ref.	chtr015						Obs.	
CHTR015							Revisão	



	Nome	Data	 Instituto Superior de Engenharia do Porto				Quantidade	2
Des.	Mário Costa	27/09/2014					Massa (kg)	130.21
Vist.			ISO 2768	mK	Escala 1:1	 A4	Tratamento	
Aprov.							Material	S235
Ref.	chtr016						Obs.	
CHTR016							Revisão	

ANEXO III

Anomalia/ Causas / Soluções

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 1		
O Cil1 não sobe.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s1 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S1.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y1.
	Atuador danificado.	Trocar Cil1.
O Cil1 não desce.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s2 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S2.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y2.
	Atuador danificado.	Trocar Cil1.
O Cil2 não avança.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s3 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S3.
	Sensor s14 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S14.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y4.
	Atuador danificado	Trocar Cil2.
O Cil2 não recua.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s3 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S4.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y3.
	Atuador danificado.	Trocar Cil2.
O Cil3 não avança.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s5 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S5.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y7.
	Atuador danificado.	Trocar Cil3.
O Cil3 não recua.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s6 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S6.

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 1		
O Cil3 não recua.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s6 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S6.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y8.
	Atuador danificado.	Trocar Cil3.
O Cil4 não se desloca para a direita.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s7 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S7.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y9.
	Atuador danificado.	Trocar Cil4.
O Cil4 não se desloca para a esquerda.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s8 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S8.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y10.
	Atuador danificado.	Trocar Cil4.
O Cil5 não se desloca para a frente.	Sensor S9 ou s11 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S9/s11.
	Mola danificada.	Trocar válvula.
	Atuador danificado.	Trocar Cil5.
O Cil5 não abre	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S10 ou s12 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S10/s12.
	Mola danificada	Trocar válvula.
	Atuador danificado	Trocar Cil5.
A Garra1 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y6.
	Atuador danificado.	Trocar Garra1.
A Garra1 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y6.
	Atuador danificado.	Trocar Garra1.
	Mola danificada.	

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 2		
O Cil6 não sobe.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S13 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S13.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y11.
	Atuador danificado.	Trocar Cil6.
O Cil6 não desce.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S14 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S14.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y12.
	Atuador danificado.	Trocar Cil6.
O Cil7 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S15 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S15.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y16.
	Atuador danificado	Trocar Cil7.
O Cil2 não fica posicionado a meio.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S16 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S16.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y15.
	Atuador danificado	Trocar Cil7.
O Cil7 não fecha.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S17 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S17.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y15.
	Atuador danificado	Trocar Cil7.
O Cil8 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S18 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S18.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y14.
	Atuador danificado.	Trocar Cil8.

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 2		
O Cil8 não fecha.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S19 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S19.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y13.
	Atuador danificado.	Trocar Cil8.
O Cil9 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S18 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S18.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y14.
	Atuador danificado.	Trocar Cil8.
O Cil9 não fecha.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S19 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S19.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y13.
	Atuador danificado.	Trocar Cil8.

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 3		
O Cil10 não sobe.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S20 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S20.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y18.
	Atuador danificado.	Trocar Cil10.
O Cil10 não desce.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S21 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S21.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y17.
	Atuador danificado.	Trocar Cil10.

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 4		
O Cil11 não avança.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S22 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S22.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y25.
	Atuador danificado.	Trocar Cil11.
O Cil11 não recua.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S23 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S23.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y26.
	Atuador danificado.	Trocar Cil11.
A Garra2 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y24.
	Atuador danificado.	Trocar Garra2.
A Garra2 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y24.
	Atuador danificado.	Trocar Garra2.
	Mola danificada.	
A Garra3 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y24.
	Atuador danificado.	Trocar Garra2.
A Garra3 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y24.
	Atuador danificado.	Trocar Garra3.
	Mola danificada.	
O Cil12 não sobe.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S24 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S22.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y22.
	Atuador danificado.	Trocar Cil12.

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 4		
O Cil12 não desce.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S25 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S25.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y23.
	Atuador danificado.	Trocar Cil12.
O Cil13 não sobe.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S26 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S26.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y21.
	Atuador danificado.	Trocar Cil13.
O Cil13 não desce.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S27 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S27.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y20.
	Atuador danificado.	Trocar Cil13.
O Cil14 não sobe.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S26 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S26.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y21.
	Atuador danificado.	Trocar Cil14.
O Cil14 não desce.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S27 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S27.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y20.
	Atuador danificado.	Trocar Cil14.
O cravador não liga.	Falta de energia eléctrica.	Verificar a alimentação de energia eléctrica.
	Cravador danificado.	Trocar cravador.

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 5		
O Cil15 não sobe.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S28 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S28.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y27.
	Atuador danificado.	Trocar Cil15.
O Cil15 não desce.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S29 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S29.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y26.
	Atuador danificado.	Trocar Cil15.
O Cil16 não se desloca para a direita.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S30 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S30.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y29.
	Atuador danificado.	Trocar Cil16.
O Cil16 não se desloca para a esquerda.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S31 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S31.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y30.
	Atuador danificado.	Trocar Cil16.

Anomalia	Possível causa	Solução
Posto 6		
O Cil17 não avança.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S32 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S32.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y34.
	Atuador danificado.	Trocar Cil17.
O Cil17 não recua.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor S33 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S33.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y35.
	Atuador danificado.	Trocar Cil17.
A Garra4 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y31.
	Atuador danificado.	Trocar Garra4.
A Garra4 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y31.
	Atuador danificado.	Trocar Garra4.
	Mola danificada.	
O Cil18 não se desloca para a direita.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s34 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S34.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y32.
	Atuador danificado.	Trocar Cil18.
O Cil18 não se desloca para a esquerda.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Sensor s35 está accionado.	Ajustar ou trocar o sensor S35.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y33.
	Atuador danificado.	Trocar Cil18.
O transportador não liga.	Falta de energia eléctrica.	Verificar a alimentação de energia eléctrica.
	Sensores S36/S37/S38 estão accionados.	Ajustar ou trocar os sensores S36/S37/S38.
	Motor danificado.	Trocar cravador.

Anomalia	Possível causa	Solução
Mesa rotativa		
A mesa não roda.	Falta de energia eléctrica.	Verificar a alimentação de energia eléctrica.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y36.
	Mesa danificada.	Trocar mesa.
A Garra5 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra5.
A Garra5 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra5.
	Mola danificada.	
A Garra6 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra6.
A Garra6 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra6.
	Mola danificada.	
A Garra7 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra7.
A Garra7 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra7.
	Mola danificada.	
A Garra8 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra8.

Anomalia	Possível causa	Solução
Mesa rotativa		
A Garra8 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra8.
	Mola danificada.	
A Garra9 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra9.
A Garra9 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra9.
	Mola danificada.	
A Garra10 não abre.	Falta de ar do sistema pneumático.	Verificar a alimentação de ar.
	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra10.
A Garra10 não fecha.	Solenóide danificada.	Trocar solenóide Y37.
	Atuador danificado.	Trocar Garra10.
	Mola danificada.	

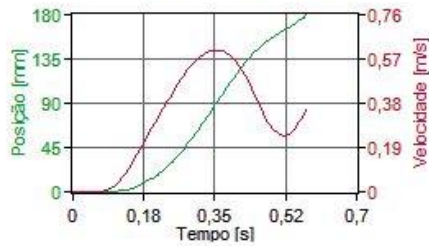
ANEXO IV

Estudo do tempo de ciclo

Atuador Linear DGC-12-180-G-P-A-2-14a

Cil1 Posto1

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0,577 s
Velocidade média	0,312 m/s
Velocidade de impacto	0,354 m/s
Velocidade máxima	0,611 m/s
Energia cinética de impacto	0,379 J
Consumo de ar mínimo	0,165 l
Consumo de ar por curso	0,366 l

Gráfico de pressão-tempo

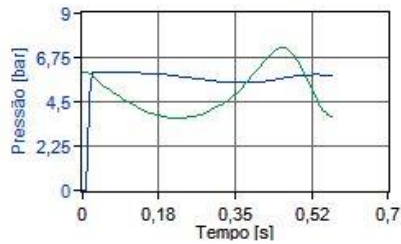
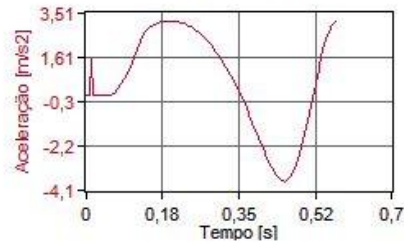


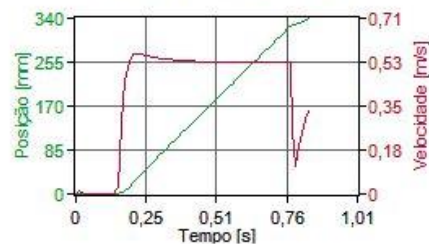
Gráfico tempo-aceleração



Atuador Linear DGPL-18-340-PPV-A-GF-B

Cil2 Posto1

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0,838 s
Velocidade média	0,412 m/s
Velocidade de impacto	0,339 m/s
Velocidade máxima	0,564 m/s
Energia cinética de impacto	0,058 J
Consumo de ar mínimo	0,688 l
Consumo de ar por curso	1,428 l
Ajuste PPV	100 %

Gráfico de pressão-tempo

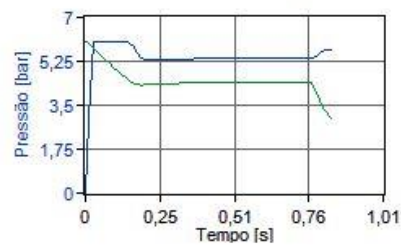
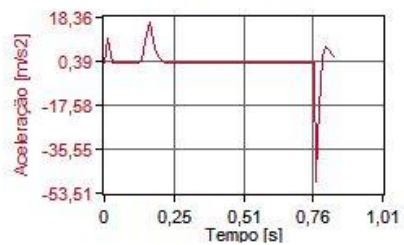
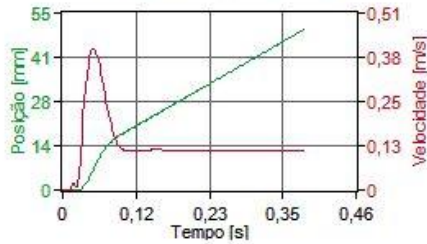


Gráfico tempo-aceleração



Miniguia DGSL-20-50-PA**Cil3 Posto1**

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0,379 s
Velocidade média	0,132 m/s
Velocidade de impacto	0,113 m/s
Velocidade máxima	0,405 m/s
Energia cinética de impacto	0,001 J
Consumo de ar mínimo	0,023 l
Consumo de ar por curso	0,081 l

Gráfico de pressão-tempo

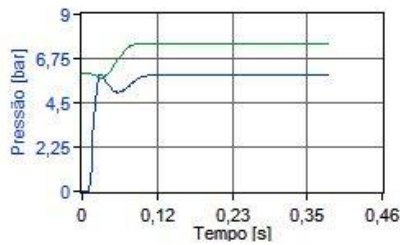


Gráfico tempo-aceleração

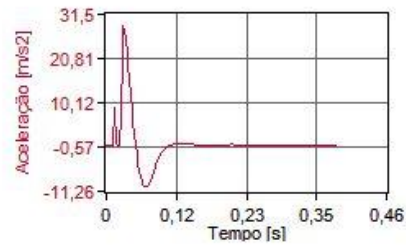
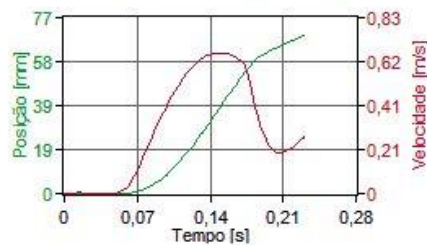
**Atuador Linear DGPL-18-70-PPV-A-KF-B****Cil4 Posto1**

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0,232 s
Velocidade média	0,320 m/s
Velocidade de impacto	0,274 m/s
Velocidade máxima	0,663 m/s
Energia cinética de impacto	0,125 J
Consumo de ar mínimo	0,151 l
Consumo de ar por curso	0,394 l
Ajuste PPV	100 %

Gráfico de pressão-tempo

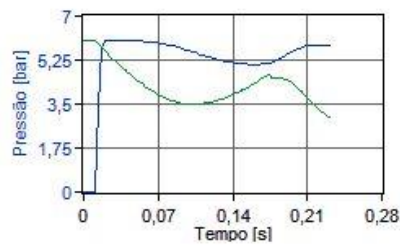
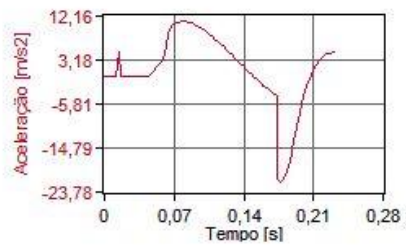


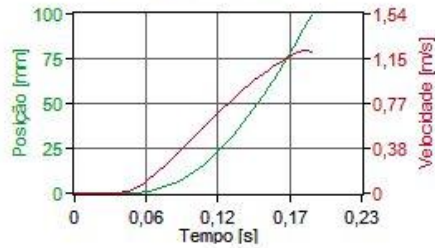
Gráfico tempo-aceleração



Atuador Linear DGC-8-100-G-P-A-2-03

Cil6 Posto2

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0.191 s
Velocidade média	0.523 m/s
Velocidade de impacto	1.202 m/s
Velocidade máxima	1.230 m/s
Energia cinética de impacto	1.110 J
Consumo de ar mínimo	0.036 l
Consumo de ar por curso	0.155 l

Gráfico de pressão-tempo

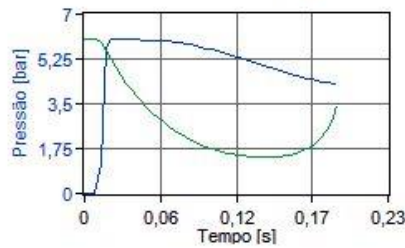
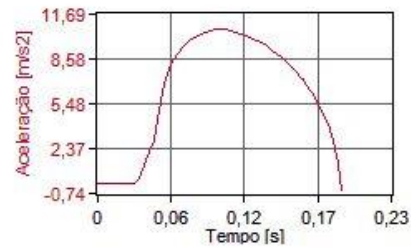


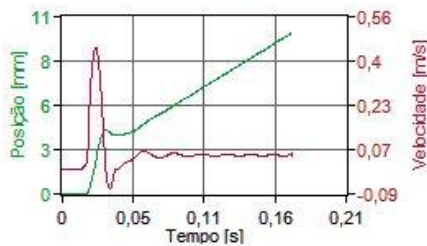
Gráfico tempo-aceleração



Separador de alimentação HPV-12-20-A

Cil7 Posto2

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0.170 s
Velocidade média	0.059 m/s
Velocidade de impacto	0.042 m/s
Velocidade máxima	0.446 m/s
Energia cinética de impacto	0.000 J
Consumo de ar mínimo	0.012 l
Consumo de ar por curso	0.093 l

Gráfico de pressão-tempo

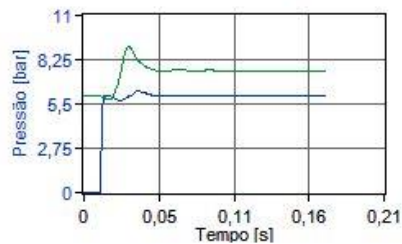
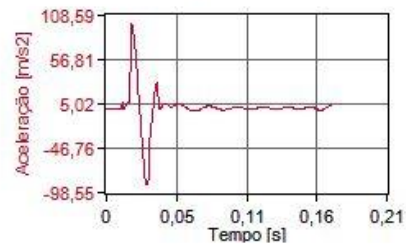


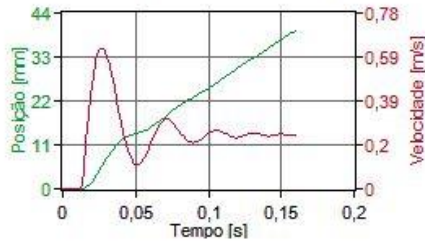
Gráfico tempo-aceleração



Atuador compacto ADNGF-12-40-P-A

Cil8 e 9 Posto2

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0.161 s
Velocidade média	0.248 m/s
Velocidade de impacto	0.237 m/s
Velocidade máxima	0.626 m/s
Energia cinética de impacto	0.005 J
Consumo de ar mínimo	0.037 l
Consumo de ar por curso	0.131 l

Gráfico de pressão-tempo

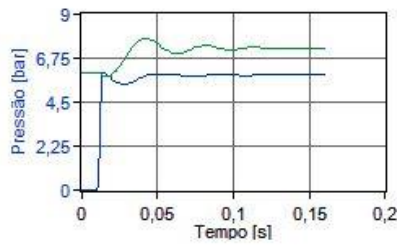
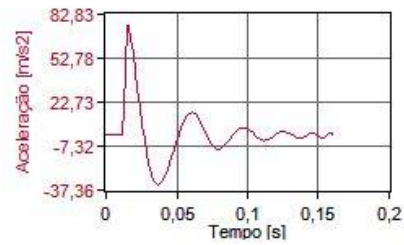


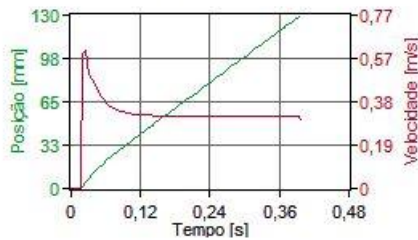
Gráfico tempo-aceleração



Atuador normalizado DSBC-32-130-PPSA

Cil10Posto3

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0.397 s
Velocidade média	0.327 m/s
Velocidade de impacto	0.294 m/s
Velocidade máxima	0.660 m/s
Energia cinética de impacto	0.015 J
Consumo de ar mínimo	0.863 l
Consumo de ar por curso	1.745 l

Gráfico de pressão-tempo

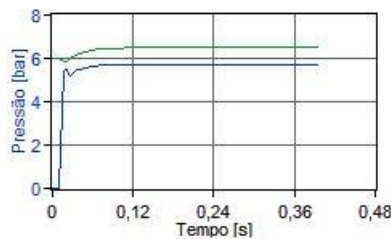
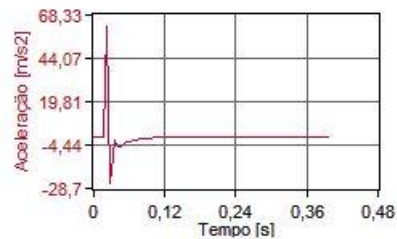
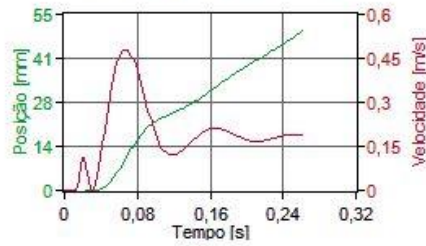


Gráfico tempo-aceleração



Miniguia DGSL-20-50-PA**Cil11Posto4**

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0,263 s
Velocidade média	0,190 m/s
Velocidade de impacto	0,186 m/s
Velocidade máxima	0,478 m/s
Energia cinética de impacto	0,038 J
Consumo de ar mínimo	0,269 l
Consumo de ar por curso	0,846 l

Gráfico de pressão-tempo

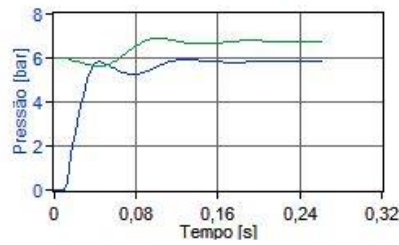


Gráfico tempo-aceleração

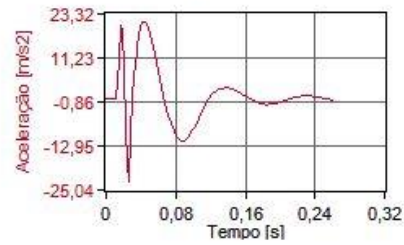
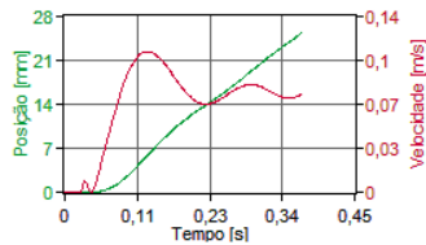
**Atuador compacto ADVU-125-40-P-A****Cil12 Posto4**

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0,369 s
Velocidade média	0,068 m/s
Velocidade de impacto	0,076 m/s
Velocidade máxima	0,108 m/s
Energia cinética de impacto	1,871 J
Consumo de ar mínimo	2,552 l
Consumo de ar por curso	5,309 l

Gráfico de pressão-tempo

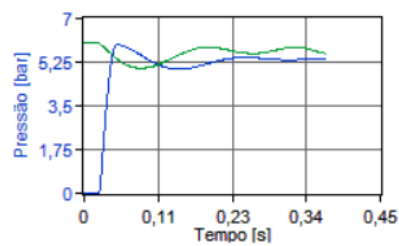
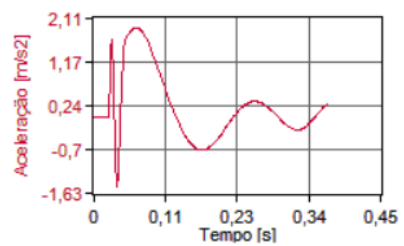


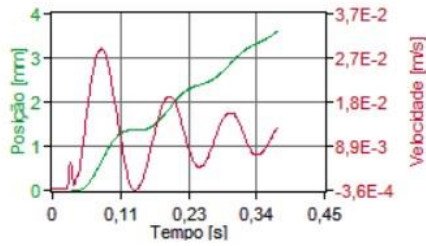
Gráfico tempo-aceleração



Atuador compacto ADVU-125-40-P-A

Cil13 e Cil 14 Posto4

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0.374 s
Velocidade média	0.011 m/s
Velocidade de impacto	0.013 m/s
Velocidade máxima	0.029 m/s
Energia cinética de impacto	0.029 J
Consumo de ar mínimo	0.432 l
Consumo de ar por curso	1.351 l

Gráfico de pressão-tempo

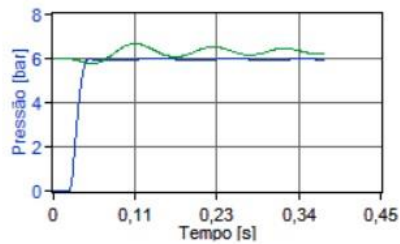
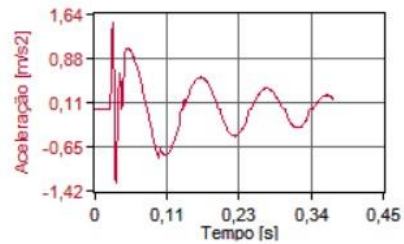


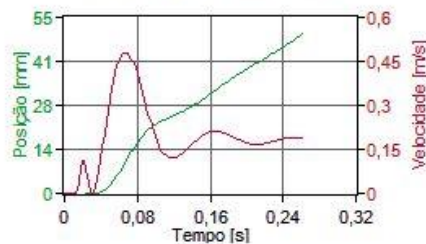
Gráfico tempo-aceleração



Miniguia

Cil15 Posto5

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0.263 s
Velocidade média	0.190 m/s
Velocidade de impacto	0.186 m/s
Velocidade máxima	0.478 m/s
Energia cinética de impacto	0.038 J
Consumo de ar mínimo	0.269 l
Consumo de ar por curso	0.846 l

Gráfico de pressão-tempo

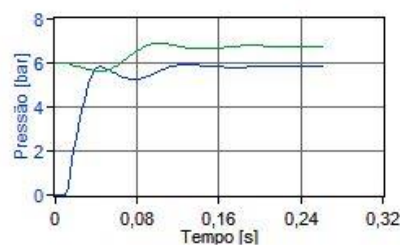
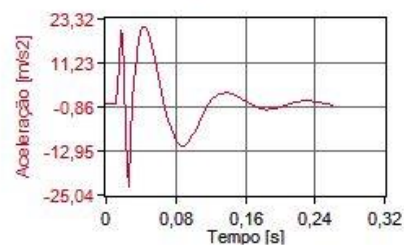


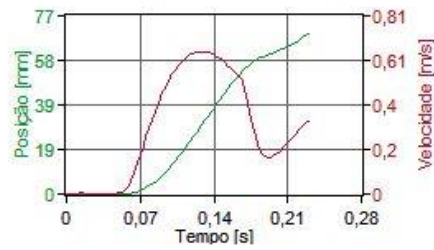
Gráfico tempo-aceleração



Miniguia

Cil17Posto6

Gráfico posição/velocidade/tempo



Tempo de posicionamento total	0.232 s
Velocidade média	0.320 m/s
Velocidade de impacto	0.340 m/s
Velocidade máxima	0.647 m/s
Energia cinética de impacto	0.131 J
Consumo de ar mínimo	0.150 l
Consumo de ar por curso	0.394 l
Ajuste PPV	100 %

Gráfico de pressão-tempo

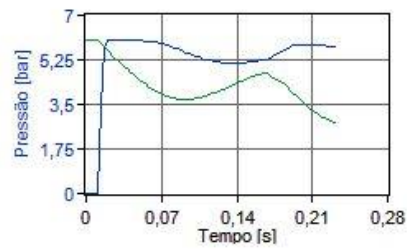
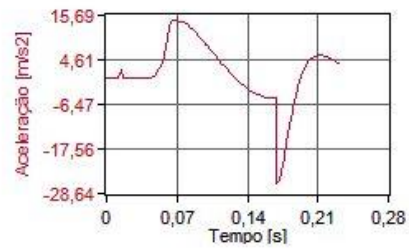


Gráfico tempo-aceleração



ANEXO V

Processos de fabrico

Desenho	Material	Processos de fabrico									
		Corte Laser	Quinagem	Furação	Calandragem	Corte mecânico	Torneamento	Fresagem	Roscagem	Soldadura	Pintura
CH011	Aço S235	1						3	2		4
CH013	Aço S235	1		2				3	4		5
CH014	Aço S235	1									2
CH015	Aço S235	1		2							3
CH019	Aço S235	1									2
CH020R1	Aço S235	1							2		3
CH021	Aço S235	1	2								3
CH022	Aço S235	1		2					3		4
CH022B	Aço S235	1		2					2		4
CH035	Aço S235	1									2
CH036	Aço S235	1						2			3
CH037	Aço S235	1						2			3
CH038	Aço S235	1							2		3
CH039	Aço S235	1	3					2			4
CH040	Aço S235	1							2		3
CH042	Aço S235	1						2	3		4
CH043	Aço S235	1						2	3		4
CH044	Aço S235	1									2
CH045	Aço S235	1							2		3
CH046	Aço S235	1	2								3
CH047	Aço S235	1							2		3
CH050	Aço S235	1									3
CH051	Aço S235	1	2								3
CH052	Aço S235	1									2
CH053	Aço S235	1									2
CH053B	Aço S235	1							2		3
CH054	Aço S235	1	2								3
CH056	Aço S235	1									2
CH057	Aço S235	1	2								3
CH058	Aço S235	1									2

Desenho	Material	Processos de fabrico									
		Corte Laser	Quinagem	Furação	Calandragem	Corte mecânico	Torneamento	Fresagem	Roscagem	Soldadura	Pintura
CH060	Aço S235	1									2
CH062	Aço S235	1									2
CH063	Aço S235	1							2		3
CH064	Aço S235	1									2
CH065	Aço S235	1	2								3
CH066	Aço S235	1						2			3
CH067	Aço S235	1						2			3
CH068	Aço S235	1	2								3
CH069	Aço S235	1	2								3
CH070	Aço S235	1									2
CH071	Aço S235	1									2
CH072	Aço S235	1									2
CH075	Aço S235									1	2
CH075C	Aço S235	1									
CH075R	Aço S235	1			2						
CH076	Aço S235	1						2			3
CH077	Aço S235	1									2
CH078	Aço S235	1									2
CH079	Aço S235	1									2
CH080	Aço S235	1	2								3
CH081	Aço S235	1									2
CH082	Aço S235	1									2
CH083	Aço S235	1	2								3
CH085	Aço S235	1									2
CH086	Aço S235	1									2
CH087	Aço S235	1	2								3
CH088	Aço S235	1	2								3
CH091	PMMA			1							
CH092	PMMA			1							
CH093	PMMA			1		2					

Desenho	Material	Processos de fabrico									
		Corte Laser	Quinagem	Furação	Calandragem	Corte mecânico	Torneamento	Fresagem	Roscagem	Soldadura	Pintura
CH094	Aço S235	1									2
CH095	Aço S235	1	2								3
CH096	PMMA			1							
CH097	Aço S235	1									2
CH098	PMMA			1							
CH099	PMMA			1							
CH100	PMMA			1							
CH101	Aço S235	1	2								3
CH102	PMMA			1							
CH103	PMMA			1							
CH104	Aço S235	1									2
CH105	Aço S235	1									2
CH106	Aço S235	1									2
CH107	Aço S235	1	2								3
CHTR001	Aço S235	1									2
CHTR003	Aço S235	1									2
CHTR004	Aço S235	1									2
CHTR005	Aço S235	1									2
CHTR006	Aço S235	1	2								3
CHTR007	Aço S235			2		1		3			4
CHTR008	Aço S235			2		1		3			4
CHTR009	Aço S235	1	2								3
CHTR010	Aço S235					1	2				
CHTR011	Aço S235	1									2
CHTR012	Aço S235	1	2								3
CHTR013	Aço S235	1	2								3
CHTR014	Aço S235					1	2				
CHTR015	Aço S235					1	2				
CHTR016	Aço S235	1		2		1					

ANEXO VI

Orçamento

Designação	Fornecedor	Código fabricante	Custo unitário	Quantidade	Total parcial
Material Pneumático					
Atuador linear	Festo	DGC-12-180-G-P-A-2-14a	207,48	1	207,48
Atuador linear	Festo	DGPL-18-340-PPV-A-GF-B	421,93	1	421,93
Atuador compacto	Festo	ADVU-100-40-P-A	280,53	2	561,06
Atuador compacto	Festo	ADVU-125-25-P-A	392,21	1	392,21
Miniguia	Festo	DGSL-20-50-PA	524,48	2	1048,96
Atuador linear	Festo	DGPL-18-70-PPV-A-KF-B	911,33	2	1822,66
Separador de alimentação	Festo	HPV-14-20-A	445,79	1	445,79
Garra paralela	Festo	DHPS-20-A	453,58	10	4535,80
Atuador linear	Festo	DGC-8-100-G-P-A-2-03	202,26	1	202,26
Atuador plano	Festo	DZF-12-10-A-P-A	109,74	1	109,74
Atuador compacto com guia integrada	Festo	ADNGF-12-40-P-A	70,39	2	140,78
Atuador normalizado	Festo	DSBC-32-130-PPSA-N3-2-14a	102,59	1	102,59
Atuador linear	Festo	DGPL-40-30-PPV-A-KF-B	1447,9	1	1447,90
Atuador giratório	Festo	DSMI-25-270-A-B	625,39	1	625,39
Atuador rotativo	Festo	DRRD-16-180-FH-PA	438,48	1	438,48
Mesa giratória	Festo	DHTG-65-6-A-2-14a	1442,82	1	1442,82
Tubagem	Festo	PUN-3X0,5-BL	0,63	70	44,10
Fins de curso	Festo	L-3-M5	55,37	6	332,22
Conectores	Festo	NPQH-D-M5-Q4-P10	3,32	10	33,20
Conectores	Festo	QSML-M5-M3	2,64	40	105,60
Conectores	Festo	QSM-M5-4	2,09	20	41,80
Conectores	Festo	QS-1/8-8	2,02	6	12,12
Conectores	Festo	QS-1/2-10	4	2	8,00
Conectores	Festo	CK-M5-PK-3	1,76	16	28,16
Unidade combinada	Festo	FRC-1/8-D-MINI-KC	271,67	1	271,67
Válvula reguladora de pressão	Festo	VPPX-6F-L-1-F-OL10H	620,6	1	620,60
Válvula solenóide	Festo	CPVSC1-M1H-M-P-M5	69,94	9	629,46
Válvula solenóide	Festo	VUVG-B14-B52-ZT-F-1P3	70,89	5	354,45
Válvula solenóide	Festo	MFH-5-1/2	225,25	5	1126,25

Válvula proporcional	Festo	VPWP-6-L-5-Q8-10-E-F	681,92	1	681,92
Distribuidor giratório	Festo	GF-1-8-2	197,06	1	197,06
				Total	18432,46

Material Eléctrico					
Sensor	Festo	SME-10-SL-LED-24	33,41	4	133,64
Sensor	Festo	SMT-8G-PS-24V-E-QE	40,53	10	405,3
Sensor	Festo	SME-10M-DS-24V-E-0,3-L-M8D	25,88	8	207,04
Sensor	Festo	SME-8M-DS-24V-K-0,3-M8D	22,72	8	181,76
Sensor Interface	Festo	CASM-S-D2-R3	256,09	3	768,27
Sensor proximidade	Festo	SIEN-M8B-PS-S-L	53,24	1	53,24
Consola SIMATIC HMI KTP700 Comfort	Siemens	6AV2 124-0GC01-0AX0	639,60	1	639,6
Autómato S7-300 CPU313C 2DP	Siemens	6ES7 313-6CG04-0AB0	1145,00	1	1145
Carta de saídas digitais DI16/DO16x24V/0.5A	Siemens	6ES7 323-1BL00-0AA0	525,00	2	1050
Cravador	Bodmer Küssnacht AG	BK40/NS	1500,00	1	1500
Coluna de sinalizadores	Schneider Electric	XVMB2R5A5GSB	122,22	2	244,44
Botão de pressão de paragem de emergência completo	Schneider Electric	XALK178E	36,13	1	36,13
Estação de controlo completa	Schneider Electric	K10A001ACH	17,46	1	17,46
Arrancador combinado directo TeSys GV2-DM - 0,40/0,63A 230VCA	Schneider Electric	GV2DM104P7	0,98	1	0,98
Disjuntor	Schneider Electric	28600	298,90	1	298,9
Sinalizador Ø 30 - verde - incandescente	Schneider Electric	9001KP35G9	51,84	1	51,84
Módulo XPS-AK – paragem de emergência	Schneider Electric	XPSAK311144	199,90	1	199,9
Sensor fotoeléctrico	Schneider Electric	XU5M18AB20D	124,62	3	373,86
Transformador	Schneider Electric	ABT7ESM004B	49,46	1	49,46
Interruptor de segurança	Schneider Electric	XCSA501	74,26	2	148,52

Interruptor-seccionador tripolar	Schneider Electric	V02	15,00	1	15
Dispositivo de comando com encravamento por 3 cadeados	Schneider Electric	KCD1PZ	8,30	1	8,3
Parafusos para dispositivo de comando	Schneider Electric	KCF1PZ	8,35	1	8,35
Prolongamento	Schneider Electric	VZ17	12,50	1	12,5
Dispositivo de paragem de emergência	Schneider Electric	ASISSLB4	85,72	1	85,72
Servomotor	Festo	EMMS-AS-55-SK-LS-TSB	1129,31	1	1129,31
Cabo de conexão	Festo	NEBC-P1W4-K-03-N-M12G5	48,80	1	48,8
Cabo de conexão	Festo	KVI-CP-3	73,69	1	73,69
Ficha	Schneider Electric	PKE16M414	5,37	1	5,37
				Total	8892,38

Material estrutural					
Perfil alumínio	Bosch Rexroth	3 842 529 339	16,85	52	876,20
Ligação de canto 40x40	Bosch Rexroth	3 842 529 404	11,33	2	22,66
Remate de canto 40x40	Bosch Rexroth	3 842 529 018	1,90	2	3,80
Pé de suporte	Bosch Rexroth	3 842 311 950	13,09	6	78,54
Pega	Bosch Rexroth	3 842 536 556	5,93	2	11,86
Dobradiça	Bosch Rexroth	3 842 544 504	6,92	4	27,68
Ligação 40x40	Bosch Rexroth	3 842 528 967	4,16	104	432,64
Tampa de ligação	Bosch Rexroth	3 842 529 007	0,40	104	41,60
Parafuso T	Bosch Rexroth	3 842 528 715	0,62	159	98,58
Painéis de vidro acrílico	Minfo grafica	LZ-ACRPO003	97,66	6	585,96
Chapa de aço			1,95	243	473,85
Suporte do cilindro	Festo	HMSV-56	87,36	2	174,72
Suporte do cilindro	Festo	DHAA-G-Q11-16-B1-16-P	81,20	1	81,20
Suporte do cilindro	Festo	DZF-12-10-A-P-A	109,74	2	219,48
Suporte do cilindro	Festo	KSG-M20x1,5	67,58	1	67,58
Suporte do cilindro	Festo	KSG-M27x2	75,47	1	75,47
Suporte do cilindro	Festo	HPC-12	10,45	1	10,45

Suporte do cilindro	Festo	HP-18	14,04	1	14,04
Redutor	Wittenstein-alpha	HG	88,55	1	88,55
Armário metálico 600x400x250	Schneider Electric	NSYCRN64250P	185,00	1	185,00
Armário metálico 800x600x200	Schneider Electric	NSYCRN86200P	355,00	1	355,00
Chumaçeira	SNR	UCF204	52,45	2	104,90
Cantoneira 40x40x4	Pimacon	0718BCGAI600040404	4,62	7	32,34
Tubo Ø70x2			3,35	0,52	1,74
Tubo □35x35x2	Portugal Alves		1,91	1,204	2,30
Anilha 6mm	pracingrc	GF-0154-008	0,15	1	0,15
Anilha 10mm	Pimacon	1704VIF2874	0,01	28	0,34
Anilha 14mm	Pimacon	1712012512140000C	0,02	4	0,10
Parafuso M3x10	Leroy Merlin	15690381	0,06	6	0,38
Parafuso M3x65	Birkhofer	DIN 912 M3x65 A2-70	1,40	2	2,79
Parafuso M4x10	TR FASTENINGS	M410CSSTMCZ100	0,03	2	0,06
Parafuso M4x16	Leroy Merlin	15690675	0,08	4	0,30
Parafuso M4x20	Leroy Merlin	15658944	0,15	12	1,79
Parafuso M4x35	pracingrc	GF-0100-031	0,28		0,00
Parafuso M5x16	Leroy Merlin	15658832	0,13	24	3,18
Parafuso M5x10	pracingrc	GF-0100-035	0,23		0,00
Parafuso M5x30	Leroy Merlin	15688953	0,37	4	1,50
Parafuso M6x12	TR FASTENINGS	M612 HHA2SCS100	0,09	19	1,77
Parafuso M6x16	Leroy Merlin	15688995	0,32	22	7,06
Parafuso M6x30	Leroy Merlin	15657831	0,22	8	1,79
Parafuso M8x25	Leroy Merlin	15687084	0,33	2	0,66
Parafuso M8x30	Leroy Merlin	15659112	1,12	4	4,49
Parafuso M10x16	TR FASTENINGS	M1016 HHTSCZ50	0,13	8	1,05
Parafuso M10x25	Mota Vieira	530902	1,21	20	24,20
Parafuso M10x50	TR FASTENINGS	M1050 HHA2SCS25	0,83	10	8,28
Parafuso M12x25	TR FASTENINGS	M1225SOHTCSS100	0,20	12	2,38
Porca M3	Ptrobotics	PTR001357	0,04	7	0,28
Porca pressão M5	Pimacon	1712098522050000C	0,01	16	0,10
Porca pressão M6	pracingrc	GF-0152-005	0,15	16	2,40
Porca pressão M8	pracingrc		0,17	167	28,39

Porca M14	Pimacon	1712093422140000C	0,06	4	0,26
Varão roscado M14	Pimacon	1712097512141000	6,00	0,36	2,16
Componentes diversos					550,00
				Total	4712,00

Fabrico					
Montagem e processo de fabrico			28500	1	28500
				Total	28500
Máquina de remachar				Total	60536,84