



# ALTERAÇÃO DE PROJETO E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE UM SISTEMA DE FECHO

**PEDRO MIGUEL MARTINS DA SILVA**

agosto de 2021

# **ALTERAÇÃO DE PROJETO E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE UM SISTEMA DE FECHO**

Pedro Miguel Martins da Silva  
1140713

**2020/2021**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





## **ALTERAÇÃO DE PROJETO E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONTAGEM DE UM SISTEMA DE FECHO**

Pedro Miguel Martins da Silva  
1140713

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 Arnaldo Pinto, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP e coorientação do Doutor Francisco Silva, Professor Coordenador do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP.

**2020/2021**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





# JÚRI

## **Presidente**

Doutora Rafaela Carla Barros Casais

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Coorientador**

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Doutor José Manuel Ferreira Duarte

Professor Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



## AGRADECIMENTOS

Esta dissertação de mestrado é dedicada a todas as pessoas que a acompanharam de perto e que contribuíram de alguma forma para a sua concretização.

Um agradecimento ao Doutor Arnaldo Pinto, ao Doutor Francisco Silva e ao Engenheiro Rui Fazenda por estarem presentes em todos os momentos e por todos os conselhos que me deram.

Salientar o apoio e motivação transmitido pela empresa de acolhimento e respetivos colaboradores que estiveram sempre disponíveis para apoiar, com especial atenção nas orientações do Designer Miguel Vasconcelos, responsável pela equipa de desenvolvimento de produto.

Por fim, um agradecimento à minha família por todo o apoio ao longo de todo o meu percurso académico.



## PALAVRAS CHAVE

Fechaduras, automatização, robótica, processos, gabaritos, projeto, materiais

## RESUMO

Os sistemas de fecho são utilizados para limitar o acesso entre duas divisões, com o objetivo de salvaguardar bens ou impedir a entrada de pessoas. Apesar de se basearem em conceitos simples, as fechaduras são normalmente atuadas de forma mecânica, através de uma diversidade de componentes que transmitem o movimento entre si, apresentando requisitos diferentes para assegurar a relação entre custo, segurança, qualidade e aspeto. Podem apresentar variados níveis de complexidade, abrangendo diversas funcionalidades e níveis de segurança normalizados, sendo atribuída uma classificação a cada sistema de fecho, de acordo com as normas em vigor.

Foram abordados alguns dos sistemas de fecho que detêm maior impacto na atualidade, estudando os seus componentes bem como os respetivos materiais, processos de fabrico e montagem. Foram, também, estudados vários tipos de automatização, bem como os benefícios obtidos por empresas de outros setores, com o objetivo de criar uma solução automatizada compatível com várias gamas de produtos.

Foi selecionado um produto cujo a empresa detetou como dispendioso e sobredimensionado para o mercado atual e que apresenta algumas desvantagens na sua utilização, com o objetivo de realizar a alteração do seu projeto. Para simplificar e melhorar o produto existente, foram realizadas várias tentativas de re-desenho, bem como os respetivos protótipos para validar os conceitos. Após aprovada a solução final, foram realizados planos de produção e montagem, de modo a calcular-se os custos associados ao novo projeto. Estes custos foram baseados em montagens manuais e sem otimização, obtendo valores por excesso, que podem ser melhorados com a implementação dos sistemas de automatização robotizada e gabaritos desenvolvidos.

Com a implementação deste novo projeto foram estimadas reduções de 70% nos tempos de montagem, 50% da taxa de ocupação da produção e 73% no custo total do produto. De modo a melhorar estes resultados, foram também criadas soluções de automatização que podem ser utilizadas noutros produtos, com tempos de preparação reduzidos. Foi também possível solucionar os problemas detetados e demonstrados durante a descrição da fechadura selecionada, criando um sistema inovador e diferente dos existentes no mercado. Este sistema torna-se também de mais fácil aplicação, aumentando o interesse por parte do aplicador. A empresa de acolhimento manifestou um grande interesse pelo sistema de fecho desenvolvido, tendo iniciado a fase de pedido de patente.



**KEYWORDS**

*Locks, Automation, robotics, processes, templates, project, materials*

**ABSTRACT**

*Locking systems are used to limit access between two rooms, with the aim of safeguarding goods or preventing entry. Despite being based on simple concepts, locks are normally actuated mechanically, through a variety of components that transmit movement among themselves, presenting different requirements to ensure the relationship between cost, safety, quality and appearance. They can present varying levels of complexity, covering different functionalities and standardized security levels, with a classification being assigned to each locking system, in accordance with the regulations in force.*

*Some of the locking systems that have the greatest impact today were discussed, studying their components as well as their materials, manufacturing and assembly processes. Various types of automation were also studied, as well as the benefits obtained by companies from other sectors, with the aim of creating an automated solution compatible with various product ranges.*

*The company has selected a product which was detected as expensive and oversized for the current market and which has some disadvantages in its use, with the aim of altering its project. To simplify and improve the existing product, several re-design attempts were made, as well as the respective prototypes to validate the concepts. After the solution was approved, production and assembly plans were made to calculate the costs associated with the new project. These costs were calculated based on manual assemblies and without optimization, obtaining values in excess, which can be improved with the robotized automation systems and templates developed in this work.*

*With the implementation of this new project, were estimated, reductions of 70% in assembly times, 50% in the production occupancy rate and 73% in the total cost of the product. To improve these results, automation solutions were also created and can be used in other products, with reduced preparation times. It was also possible to solve the problems detected and demonstrated during the description of the selected lock, creating an innovative system that is different from those on the market. This system also becomes easier to apply, increasing the interest on the part of the applicator. It is considered that the project is of great interest to the company, being at the patent application stage.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

APCER	Associação Portuguesa de Certificação
CNC	Controlo numérico computadorizado
FDM	<i>Fused deposition modeling</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JNF	J. Neves & Filhos S.A.
MIG	<i>Metal Inert Gas</i>
MAG	<i>Metal Active Gas</i>
PA	Poliamida
PA + FV	Poliamida reforçada com fibra de vidro
POM	Polióxido de Metileno
PVD	Deposição física na fase de vapor ( <i>Physical vapour deposition</i> )
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>
TIG	<i>Tungsten Inert Gas</i>
ZAMAK	Acrónimo alemão para os elementos primários da liga Zinco, Alumínio, Magnésio, Cobre ( <i>Kupfer</i> )

### Lista de Unidades

%	Percentagem
°C	Graus Celsius
g/cm <sup>3</sup>	Gramas por centímetro cúbico
GPa	Gigapascal
kg	Quilograma
N	Newton
MPa	Megapascal

### Lista de Símbolos

$\rho$	Massa volúmica
E	Módulo de elasticidade
$\nu$	Coeficiente de Poisson
A	Extensão após rotura
Al	Alumínio
C	Carbono
Cr	Crómio
Fe	Ferro
HB	Dureza Brinell
Mn	Manganês
Mo	Molibdénio
Ni	Níquel

---

P	Fósforo
S	Enxofre
$R_{p0,2}$	Tensão limite convencional de proporcionalidade
$R_m$	Tensão de rotura
Tf	Temperatura de fusão
€	Euro

---

## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

Cassete	Caixilho utilizado para criar a estrutura que oculta os sistemas de portas deslizantes
Concha	Elemento que permite alojar a mão para realizar a tração da porta
Trinco	Elemento que impede a abertura da porta, acionado por alavanca
Língua	Elemento que impede a abertura da porta, acionado por chave
Frente de fechadura	Elemento frontal que sela a fechadura e que apresenta as aberturas do trinco e da língua

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - SISTEMAS DE FECHO ATUAIS COM BASE EM CONCEITOS BÁSICOS DA HISTÓRIA [1, 2].....	3
FIGURA 2 - FECHADURAS DO ANTIGO EGÍPTO [4].....	4
FIGURA 3 - INTERIOR DE UMA FECHADURA DE ENGRENAGENS [5] .....	4
FIGURA 4 - FECHADURA DE SOBREPOR [6] .....	9
FIGURA 5 - FECHADURA DE EMBUTIR [7].....	9
FIGURA 6 - FECHADURA DE SOBREPOR COM ABA LATERAL PARA APLICAÇÃO [8].....	10
FIGURA 7 – ALGUNS EXEMPLOS DE SISTEMAS DE FECHO CONVENCIONAIS [8] .....	10
FIGURA 8 - INTERIOR DE UMA FECHADURA DE PROTEÇÃO [9].....	11
FIGURA 9 - SISTEMA DE OBSTRUÇÃO SITUADO NA TAMPA DA FECHADURA [9].....	11
FIGURA 10 - SISTEMA DE OBSTRUÇÃO SITUADO NO INTERIOR DA FECHADURA [9] .....	11
FIGURA 11 - VISTA DO CILINDRO EUROPEU EM CORTE[8].....	12
FIGURA 12 - MOVIMENTAÇÃO DOS PINOS NUM CILINDRO EUROPEU [10] .....	12
FIGURA 13 - FECHADURA COM SISTEMA ANTIPÂNICO [11].....	13
FIGURA 14 - FECHADURA COM O TRINCO MAGNÉTICO[12].....	13
FIGURA 15 - FECHADURA ELETRÓNICA MOTORIZADA COM CONTROLO DE ACESSO [8] .....	14
FIGURA 16 - FECHADURA ELÉTRICA [14] .....	14
FIGURA 17 - FECHADURA INTELIGENTE CONTROLADA ATRAVÉS DE APLICATIVOS [15].....	15
FIGURA 18 - SISTEMA DE FECHO COM INDICADOR DE LIVRE E OCUPADO [16].....	15
FIGURA 19 - CODIFICAÇÃO DE 11 DÍGITOS DESCRITA PELA NORMA EN12209:2003.....	16
FIGURA 20 - EXEMPLO DE UMA FECHADURA CLASSIFICA PELA NORMA EN12209 .....	22
FIGURA 21 - COMPONENTES DE UMA FECHADURA.....	23
FIGURA 22 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR ESTAMPAGEM .....	31
FIGURA 23 - LIGAÇÕES ENTRE COMPONENTES CRIADAS COM O PROCESSO DE ESTAMPAGEM .....	32
FIGURA 24 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR FORJAMENTO .....	32
FIGURA 25 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR FUNDIÇÃO .....	33
FIGURA 26 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR FUNDIÇÃO INJETADA DE ZAMAK.....	33
FIGURA 27 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR SINTERIZAÇÃO .....	33
FIGURA 28 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR TORNEAMENTO .....	34
FIGURA 29 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR FRESAGEM .....	34
FIGURA 30 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR CORTE DE LASER .....	35
FIGURA 31 - COMPONENTES DE FECHADURAS PRODUZIDOS POR INJEÇÃO DE POLÍMEROS.....	35
FIGURA 32 - COMPONENTES DE FECHADURAS ACABADOS COM PINTURA ELETROSTÁTICA .....	36
FIGURA 33 - COMPONENTES DE FECHADURAS ACABADOS COM PROCESSOS DE GALVANIZAÇÃO .....	36
FIGURA 34 - COPONENTES COM ACABAMENTOS ESCOVADOS .....	37
FIGURA 35 - EXEMPLO DE FECHADURA COM A FRENTE POLIDA .....	37
FIGURA 36 - FRENTE DE FECHADURAS REVESTIDAS A PVD .....	38
FIGURA 37 - COMPONENTES UTILIZADOS EM FECHADURAS QUE UTILIZAM VIBRO-ACABAMENTO .....	38
FIGURA 38 - LINHA DE MONTAGEM AUTOMATIZADA NO SETOR AUTOMÓVEL [35].....	39
FIGURA 39 - EXEMPLO DE AUTOMATIZAÇÃO FIXA NA INDÚSTRIA ALIMENTAR [36] .....	40

FIGURA 40 - PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTO DE CONTROLO NUMÉRICO [37].....	41
FIGURA 41 - EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE AUTOMATIZAÇÃO FLEXÍVEL [38] .....	41
FIGURA 42 - ROBÔ COM CAPACIDADE DE MOBILIDADE [40].....	42
FIGURA 43 – INTEGRAÇÃO DE ROBÔ EM TAREFAS MANUAIS [46] .....	42
FIGURA 44 - INSTALAÇÕES DA JNF EM GONDOMAR.....	49
FIGURA 45 - GRÁFICO DE VOLUME DE NEGÓCIO AO LONGO DOS ANOS .....	50
FIGURA 46 - PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS INSTALADOS NAS INSTALAÇÕES DA JNF .....	51
FIGURA 47 - EDIFÍCIO DE PRODUÇÃO DA JNF .....	51
FIGURA 48 - MÁQUINAS DE TESTES E ENSAIOS.....	53
FIGURA 49 - FECHADURA SELECIONADA E CILINDRO EUROPEU.....	58
FIGURA 50 – APLICAÇÃO EM PORTAS DE DIVISÕES INTERIORES: SISTEMA DE ATIVAÇÃO POR MANIPULO DA FECHADURA E CONVERSOR DE QUADRA PARA CILINDRO EUROPEU .....	58
FIGURA 51 - VISTA EXPLODIDA DA FECHADURA EM ESTUDO.....	59
FIGURA 52 - ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DO CONJUNTO SUPERIOR.....	60
FIGURA 53 - ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DO CONJUNTO INFERIOR.....	61
FIGURA 54 – PROCESSO DE ACABAMENTOS ESPECIAIS .....	68
FIGURA 55 - ESQUEMAS DE PONTOS FRACOS COMERCIAIS. (A) PROXIMIDADE DO DEDO COM A CONCHA. (B) VISTA SUPERIOR DE UMA PORTA EM CORTE COM O SISTEMA APLICADO .....	68
FIGURA 56 - PRIMEIRA SOLUÇÃO MONTADA E VISTA EXPLODIDA .....	72
FIGURA 57 - ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DA PRIMEIRA SOLUÇÃO .....	73
FIGURA 58 - SEGUNDA SOLUÇÃO MONTADA E VISTA EXPLODIDA .....	74
FIGURA 59 - ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DA SEGUNDA SOLUÇÃO .....	75
FIGURA 60 - TERCEIRA SOLUÇÃO MONTADA E VISTA EXPLODIDA .....	76
FIGURA 61 - ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DA TERCEIRA SOLUÇÃO .....	77
FIGURA 62 - QUARTA SOLUÇÃO MONTADA E VISTA EXPLODIDA .....	78
FIGURA 63 - ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DA QUARTA SOLUÇÃO .....	79
FIGURA 64 - QUINTA SOLUÇÃO MONTADA E VISTA EXPLODIDA .....	80
FIGURA 65 - ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DA QUINTA SOLUÇÃO .....	81
FIGURA 66 – SISTEMA DE ATUAÇÃO DA FECHADURA MONTADO E VISTA EXPLODIDA .....	82
FIGURA 67 - ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ATUAÇÃO.....	83
FIGURA 68 – FECHADURA MONTADA EM POSIÇÃO ABERTA (A) E FECHADA (B) E COMPONENTES (C) DA PRIMEIRA SOLUÇÃO.....	84
FIGURA 69 - FECHADURA MONTADA EM POSIÇÃO ABERTA (A) E FECHADA (B) DA QUINTA SOLUÇÃO ...	85
FIGURA 70 - COMPONENTES DO PROTÓTIPO DA QUINTA SOLUÇÃO .....	85
FIGURA 71 - PROTÓTIPO DO SISTEMA DE ATUAÇÃO E RESPETIVOS COMPONENTES .....	86
FIGURA 72 - EMBALAGEM INTERIOR.....	98
FIGURA 73 - EMBALAGEM EXTERIOR. ....	98
FIGURA 74 - DATAS DE INÍCIO E DURAÇÕES ATRIBUÍDAS NO <i>MS PROJECT</i> .....	99
FIGURA 75 - DIAGRAMA DE <i>GANTT</i> .....	100
FIGURA 76 - GABARITOS PARA UTILIZAÇÃO DE LIXADEIRA DE PLANOS.....	100
FIGURA 77 - GABARITO PARA UTILIZAR NA SOLDADURA LASER ROBOTIZADA .....	101
FIGURA 78 - BANCADA DE ROBÔ UTILIZADA PARA GRAVAÇÃO LASER.....	103

---

FIGURA 79 - GABARITOS DESENVOLVIDOS PARA UTILIZAÇÃO COM A BANCA DO ROBÔ E RESPETIVO PADRÃO DE POSICIONAMENTO.....	104
FIGURA 80 - DEDOS FABRICADOS POR IMPRESSÃO 3D.....	104
FIGURA 81 - FERRAMENTA SELECIONADA PARA A MONTAGEM DOS FREIOS [56].....	105
FIGURA 82 - GABARITOS DE APOIO À MONTAGEM .....	105
FIGURA 83 - MONTAGEM POR CAMADAS.....	106
FIGURA 84 - RODAS DE ESFERA PARA MOVIMENTAR GABARITOS ENTRE POSTOS DE TRABALHO .....	106
FIGURA 85 - EQUIPAMENTO SELECIONADO PARA REALIZAR O APARAFUSAMENTO ROBOTIZADO [57]	107
FIGURA 86 - APARAFUSAMENTO ROBOTIZADO .....	107
FIGURA 87 - BANCA DE APARAFUSAMENTO .....	107
FIGURA 88 – <i>POKE-YOKE</i> UTILIZADO PARA CONTROLO DE QUALIDADE NA MONTAGEM .....	108
FIGURA 89 - ESQUEMAS DE FUNCIONAMENTO DO <i>POKE-YOKE</i> .....	109



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - PROPRIEDADES E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS AÇOS AO CARBONO [24] .....	27
TABELA 2 - PROPRIEDADES E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS AÇOS INOXIDÁVEIS [24].....	28
TABELA 3 - PROPRIEDADES DAS LIGAS ZAMAK [24] .....	30
TABELA 4 - ESTUDOS SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE AUTOMATIZAÇÃO EM LINHAS DE PRODUÇÃO .....	43
TABELA 5 - PROCESSOS DE FABRICO UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DA FECHADURA EM ESTUDO .....	61
TABELA 6 - PROCESSO DE MONTAGEM DA FECHADURA EM ESTUDO .....	65
TABELA 7 - APRESENTAÇÃO DOS PORMENORES PENSADOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO .....	86
TABELA 8 - CARACTERIZAÇÃO DOS CUSTOS DOS COMPONENTES.....	90
TABELA 9 - SEQUÊNCIA DE MONTAGEM DOS COMPONENTES.....	93
TABELA 10 - PREPARAÇÃO DE UM NOVO CICLO DE SOLDADURA LASER.....	102
TABELA 11 - ADAPTAÇÃO DO GABARITO DE SOLDADURA LASER A OUTROS PRODUTOS. ....	103
TABELA 12 - REFERÊNCIAS DOS DESENHOS TÉCNICOS PARA PRODUÇÃO .....	131



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
1.1 <i>Enquadramento .....</i>	3
1.2 <i>Objetivos .....</i>	4
1.3 <i>Metodologia.....</i>	5
1.4 <i>Estrutura .....</i>	5
1.5 <i>Empresa de acolhimento.....</i>	6
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 <i>Principais tipologias de sistemas de fecho .....</i>	9
2.1.1 <i>Sistemas de fecho convencionais .....</i>	10
2.1.2 <i>Fechadura de gorjas .....</i>	10
2.1.3 <i>Fechaduras de tambor de pinos .....</i>	12
2.1.4 <i>Fechaduras magnéticas .....</i>	13
2.1.5 <i>Fechaduras eletrónicas / motorizadas .....</i>	14
2.1.6 <i>Fechaduras elétricas .....</i>	14
2.1.7 <i>Fechaduras inteligentes.....</i>	15
2.1.8 <i>Fechaduras de passagem.....</i>	15
2.2 <i>Normas europeias para sistemas de fecho .....</i>	16
2.2.1 <i>Norma EN12209:2003 .....</i>	16
2.2.2 <i>Outras normas .....</i>	20
2.2.3 <i>Exemplo de uma fechadura classificada pela norma EN12209 .....</i>	22
2.3 <i>Componentes comuns de uma fechadura .....</i>	22
2.3.1 <i>Descrição e função.....</i>	22
2.3.2 <i>Materiais.....</i>	26
2.3.2.1 <i>Materiais metálicos.....</i>	27
2.3.2.2 <i>Materiais não metálicos.....</i>	30
2.3.3 <i>Processos de fabrico.....</i>	31
2.3.3.1 <i>Estampagem.....</i>	31
2.3.3.2 <i>Forjamento.....</i>	32
2.3.3.3 <i>Fundição por cera perdida .....</i>	32
2.3.3.4 <i>Fundição injetada de ZAMAK .....</i>	33
2.3.3.5 <i>Sinterização .....</i>	33
2.3.3.6 <i>Torneamento .....</i>	34
2.3.3.7 <i>Fresagem.....</i>	34
2.3.3.8 <i>Corte de laser .....</i>	34
2.3.3.9 <i>Injeção de polímeros.....</i>	35
2.3.4 <i>Processos de acabamento .....</i>	35
2.3.4.1 <i>Pintura eletrostática.....</i>	36

2.3.4.2	Galvanização .....	36
2.3.4.3	Escovado .....	36
2.3.4.4	Polimento .....	37
2.3.4.5	Deposição física em fase de vapor .....	37
2.3.4.6	Vibro-acabamento .....	38
2.4	<i>Automatização de sistemas de produção e montagem</i> .....	39
2.4.1	Automatização convencional.....	40
2.4.2	Automatização robótica .....	41
2.4.3	Desenvolvimento recentes na automatização e melhoria de processos .....	43
<b>3</b>	<b>Empresa de acolhimento: JNF</b> .....	<b>49</b>
3.1	<i>Caracterização da empresa</i> .....	49
3.2	<i>Caracterização dos processos</i> .....	51
3.2.1	Produção interna .....	51
3.2.2	Produção externa .....	53
3.2.3	Testes e ensaios.....	53
<b>4</b>	<b>Caracterização do problema. Fechadura em estudo</b> .....	<b>57</b>
4.1	<i>Problema</i> .....	57
4.2	<i>Fechadura selecionada para o estudo</i> .....	57
4.2.1	Componentes .....	58
4.2.2	Princípio de funcionamento .....	60
4.2.3	Processos de fabrico dos componentes .....	61
4.2.4	Processo de montagem .....	64
4.2.5	Acabamentos especiais .....	67
4.2.6	Pontos fracos comerciais.....	68
<b>5</b>	<b>Desenvolvimento e resultados</b> .....	<b>71</b>
5.1	<i>Requisitos e Brainstorming para obtenção de soluções</i> .....	71
5.2	<i>Soluções desenvolvidas para a fechadura</i> .....	72
5.3	<i>Desenvolvimento do sistema de atuação da fechadura</i> .....	82
5.4	<i>Prototipagem</i> .....	84
5.5	<i>Seleção do conceito a desenvolver</i> .....	86
5.6	<i>Análise SWOT</i> .....	89
5.7	<i>Processo de fabrico dos componentes</i> .....	90
5.8	<i>Sequência de montagem</i> .....	93
5.9	<i>Classificação segundo a norma EN12209:2003</i> .....	96
5.10	<i>Comparação de custos e tempos. Resultados</i> .....	97

---

5.11	<i>Embalagem</i> .....	98
5.12	<i>Calendarização da produção</i> .....	99
5.13	<i>Otimização do processo de produção interna</i> .....	100
5.14	<i>Otimização do processo de montagem</i> .....	105
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>113</b>
6.1	<i>Conclusões</i> .....	113
6.2	<i>Propostas de trabalhos futuros</i> .....	114
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO</b> .....	<b>117</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>125</b>
8.1	<i>Custo da fechadura existente</i> .....	126
8.2	<i>Esquema de montagem e entalhe para o novo sistema de fecho</i> .....	129
8.3	<i>Custos e tempos dos processos internos para o novo sistema de fecho</i> .....	130
8.4	<i>Desenhos técnicos para produção</i> .....	131



# 1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia

1.4 Estrutura

1.5 Empresa de acolhimento



## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como principal objetivo aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da formação académica em Engenharia Mecânica. Insere-se como requisito do Mestrado em Engenharia Mecânica, ramo de Materiais e Tecnologias de Fabrico, do segundo semestre do ano letivo 2020/2021, no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Este trabalho propõe a elaboração de um relatório que visa demonstrar a aplicação de conhecimento e ferramentas estudadas para a realização da dissertação bem como solucionar um problema identificado pela empresa de acolhimento.

### 1.1 Enquadramento

É desconhecida a verdadeira origem dos sistemas de fecho, porém, muito antes da utilização de fechaduras, já o ser humano utilizava sistemas baseados em bloqueios mecânicos tais como troncos de árvores, pedras e nós. Estes sistemas foram evoluindo ao longo da história, sendo ainda muito utilizados sistemas de fecho com base nestes conceitos básicos (Figura 1).



Figura 1 - Sistemas de fecho atuais com base em conceitos básicos da história [1, 2]

Ao longo da história, os sistemas de fecho foram evoluindo, surgindo sistemas mais eficazes para proteger e salvaguardar bens. Acredita-se que as primeiras fechaduras tenham surgido cerca de 6000 anos a.c. no antigo Egipto (Figura 2). Estas fechaduras eram, inicialmente, feitas em madeira por artesãos, tendo uma forte influência no desenvolvimento destes sistemas até aos dias de hoje [3].

Atualmente, existe uma infinidade de tipologias de sistemas de fecho desenvolvidas para as mais diversas aplicações. Com a evolução da tecnologia, estes sistemas são cada vez mais complexos, de forma a garantir uma maior confiança e segurança ao seu utilizador (Figura 3).



Figura 2 - Fechaduras do antigo Egito [4]



Figura 3 - Interior de uma fechadura de engrenagens [5]

O desenvolvimento e fabrico de sistemas de fecho estão inseridos num mercado de elevada competitividade e que ainda recorrem a bastante mão-de-obra, nomeadamente na fase de montagem. Além disso, é essencial selecionar os materiais mais adequados de modo a garantir o melhor compromisso entre a qualidade e o custo.

Na empresa J. Neves & Filhos S.A. (JNF) foi detetado um congestionamento nas capacidades produtivas de determinados sistemas de fecho, que se reflete num incumprimento de prazos de entrega bem como aumento de custos associados à montagem dos mesmos.

De forma a otimizar os processos de montagem, foi sugerida a realização do redesenho dos sistemas em questão, bem como criar uma solução de produção automatizada, que possa tornar-se transversal a outros produtos, para a montagem e apoio de produção destes.

## 1.2 Objetivos

Os principais objetivos deste trabalho são:

- Analisar os diversos sistemas de fecho existentes, normas em vigor para este tipo de produtos bem como os materiais e processos de fabrico tipicamente envolvidos na sua produção;
- Estudar os diversos tipos de automatização existentes e comprovar os benefícios da sua utilização;
- Selecionar e redesenhar um sistema de fecho de forma a torná-lo economicamente mais competitivo, implementando as soluções de melhoria decorrentes do seu estudo;
- Otimizar a produção do sistema de fecho bem como a sua montagem;
- Implementar sistemas de automatização compatíveis com outros produtos.

### 1.3 Metodologia

Perante os objetivos expostos, foi importante realizar uma pesquisa de forma a perceber quais os sistemas de fecho mais utilizados na atualidade. Devido à falta de publicações científicas, as pesquisas foram feitas com base em livros e consultas de catálogos técnicos de fabricantes de referência desta indústria.

Após a identificação dos sistemas mais comuns, realizou-se a identificação das normas em vigor para este tipo de produtos, e posterior interpretação.

Para uma melhor compreensão destes sistemas, foram analisados diversos mecanismos, de forma a identificar quais os materiais e processos de fabrico mais utilizados nesta indústria.

Para otimizar as linhas de produção foram realizadas pesquisas em artigos científicos, livros e sites de carácter científico para compreender as potencialidades e respetivas metodologias de implementação.

Uma vez estudados os temas relacionados com o trabalho, foram efetuadas várias tentativas de redesenho do sistema de fecho em estudo, sendo apenas realizados protótipos das soluções escolhidas pela empresa.

Após selecionada a solução final, foi realizado um plano sobre os processos de fabrico dos componentes bem como a sua montagem. Para comprovar as melhorias em relação ao produto anterior foi realizada uma comparação de custos e tempos despendidos na produção e montagem.

De forma a melhorar os tempos de produção e montagem foram também desenvolvidos gabaritos de apoio, bem como selecionados equipamentos compatíveis com outros processos e produtos.

### 1.4 Estrutura

Este relatório está dividido em sete capítulos:

- **Introdução:** é realizada uma contextualização, abordando a empresa de acolhimento, a importância dos sistemas de fecho, bem como a respetiva motivação para a realização deste trabalho. São também demonstrados os objetivos e as metodologias utilizadas para a elaboração deste trabalho;
- **Revisão bibliográfica:** está dividida em quatro subcapítulos, sendo abordados nos primeiros três os sistemas de fecho existentes, as normas em vigor para este tipo de produtos bem como os materiais e processos de fabrico tipicamente envolvidos na sua produção. No último subcapítulo são abordados os diferentes tipos de automatização de processos, sendo analisadas as vantagens e desvantagens bem como metodologias adotadas na respetiva implementação;
- **Caracterização da empresa:** é realizada uma breve apresentação da empresa de acolhimento onde são demonstrados os processos envolvidos na sua produção;
- **Caracterização do problema. Fechadura em estudo:** é realizada a apresentação do problema detetado na empresa de acolhimento bem como selecionado um produto com o objetivo de alterar o seu projeto. Neste capítulo é também

descrito esse produto com vista a compreender o seu funcionamento e as suas fraquezas para o desenvolvimento de uma solução que responda aos requisitos estipulados;

- **Desenvolvimento e resultados:** são apresentadas diversas soluções para o problema apresentado, comparativos com o produto existente bem como realizada a sequência de fabrico e montagem. São também apresentadas algumas soluções para otimização dos processos;
- **Conclusões:** apresenta uma síntese dos principais resultados deste trabalho bem como uma análise crítica dos temas abordados e a sua relação com os objetivos propostos;
- **Bibliografia:** apresenta todas as referências bibliográficas utilizadas para a realização deste trabalho;
- **Anexos:** são apresentados os documentos que sustentam os resultados apresentados.

## 1.5 Empresa de acolhimento

O trabalho foi desenvolvido na empresa de acolhimento J. Neves & Filhos S.A. (JNF). A JNF é uma empresa dedicada ao comércio, desenvolvimento e produção de ferragens para construção. Está sediada na zona industrial das Mimosas, Gondomar, e é considerada uma empresa de referência do setor.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**2.1 Principais tipologias de sistemas de fecho**

**2.2 Normas europeias para sistemas de fecho**

**2.3 Componentes comuns de uma fechadura**

**2.4 Automatização de sistemas de produção e montagem**



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Principais tipologias de sistemas de fecho

Os sistemas de fecho são utilizados quando se pretende criar uma limitação de acesso entre duas divisões. Estas limitações podem ter determinados fins, tais como salvaguardar pessoas e bens ou simplesmente criar um acesso temporário por uma determinada pessoa. Atualmente, existem diversas tipologias de sistemas de fecho, que podem passar por muito simples, ou por sistemas de grande complexidade.

Podem ser classificados como fechos convencionais ou divididos em famílias de fechaduras de segurança. Enquadram-se nesta segunda tipologia, todas as fechaduras que tem como função guardar ou proteger bens. É a maior e a mais complexa família de sistemas de fechos, na qual existem diversas tipologias, além de inúmeras combinações possíveis de soluções, sendo apenas apresentadas aquelas que detêm maior impacto na atualidade. Existem duas principais divisões nesta família, que apresentam diferentes características consoante a sua aplicação, como por exemplo [3]:

- Fechaduras de sobrepor (Figura 4):
  - Montada na face interior da porta;
  - Menor número de componentes;
  - Aplicável em qualquer espessura de porta;
  - Possível de desmontar com a porta fechada.
  
- Fechaduras de embutir (Figura 5)
  - Montada no interior da porta;
  - Maior número de componentes devido à transmissão de movimento para o exterior da porta;
  - Espessura mínima de porta a aplicar;
  - Impossível de desmontar com a porta fechada.

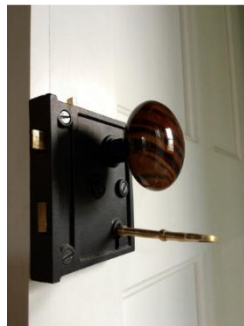


Figura 4 - Fechadura de sobrepor [6]



Figura 5 - Fechadura de embutir [7]

Apesar de comuns, estas características podem variar de fabricante para fabricante, tendo alguns deles optado por soluções contrárias a estes princípios. Por exemplo, a criação de abas nas fechaduras de sobrepor para aplicar a fechadura na parte frontal da porta, sendo apenas necessário um entalhe para alojar essa aba. Esta última característica impede a desmontagem da fechadura com a porta fechada, reforçando assim a sua segurança (Figura 6) [8].



Figura 6 - Fechadura de sobrepor com aba lateral para aplicação [8]

### 2.1.1 Sistemas de fecho convencionais

Este tipo de sistemas de fecho é normalmente o mais básico. Mantém os conceitos básicos dos primórdios destes mecanismos, tendo sofrido poucas alterações ou apenas modificações estéticas (Figura 7).

São normalmente atuados sem necessidade de um elemento de segurança ou codificação, sendo de fácil abertura por qualquer pessoa a que ele tenha acesso.



Figura 7 – Alguns exemplos de sistemas de fecho convencionais [8]

### 2.1.2 Fechadura de gorjas

Este tipo de fechadura bloqueia a abertura da porta através do avanço de um trinco. O movimento de avanço e recuo deste trinco é controlado através da rotação de uma chave (Figura 8) [3].

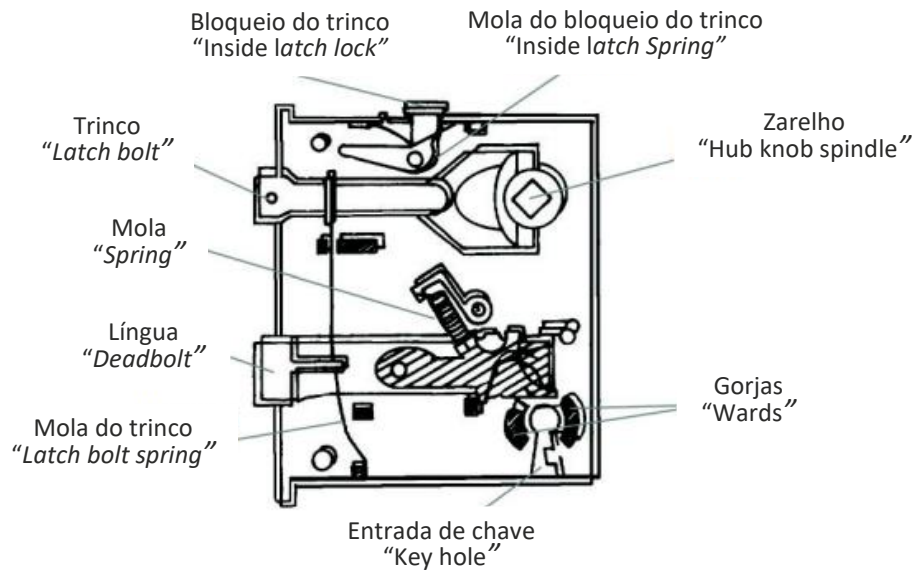


Figura 8 - Interior de uma fechadura de proteção [9]

A rotação da chave, neste tipo de fechadura, é restringida por um sistema de obstrução. Cada sistema possui um padrão que é replicado, de forma negativa, numa chave, e para que seja possível efetuar a abertura, estes dois padrões têm de ser complementares, podendo estes situar-se na tampa da fechadura (Figura 9), bem como no mecanismo do seu interior (Figura 10) [3].

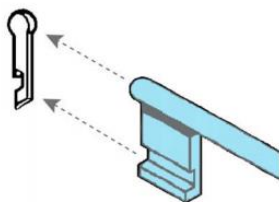


Figura 9 - Sistema de obstrução situado na tampa da fechadura [9]

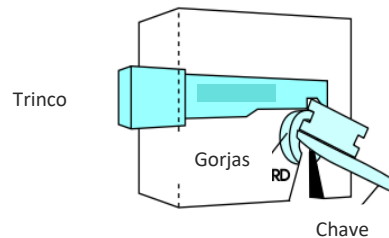


Figura 10 - Sistema de obstrução situado no interior da fechadura [9]

É o tipo de fechadura mais antigo, sendo utilizado, com alguma frequência, em situações de baixo risco, tais como quartos e arrumos, onde a segurança elevada não é tão essencial. Devido à sua simplicidade de atuação, este sistema permite que as suas chaves sejam facilmente copiáveis [3].

Os seus componentes foram durante muitos anos produzidos, e grande parte, em ferro fundido, que por sua vez eram selados e montados em duas peças estampadas [3].

### 2.1.3 Fechaduras de tambor de pinos

Com um funcionamento idêntico à tipologia anterior, este tipo de fechaduras abrange desde o nível mais básico ao nível mais elevado de segurança, pois grande parte da sua segurança depende de um componente externo à fechadura, que por sua vez é utilizado para acionar o seu mecanismo. Estes componentes são mecanismos simples, que podem apresentar diversos formatos de encaixe na fechadura [3].

Como exemplo deste tipo de componente destaca-se o cilindro europeu (Figura 11). Esta categoria de cilindro é normalizada e é constituída por cinco componentes principais [8]:

- Corpo do cilindro – Permite alojar todos os componentes, bem como permitir fixação na fechadura;
- Palhetão – Componente que aciona o mecanismo da fechadura;
- Rotor – Faz uma “pré-seleção” da chave usada através do formato frontal. É responsável por transmitir a rotação da chave para o palhetão;
- Pinos de bloqueio – Componente que bloqueia a rotação do rotor. Estes pinos têm dimensões diferentes, criando assim codificações mecânicas de chaves. Só quando estes pinos se encontram completamente alinhados é que o rotor consegue transmitir rotação;
- Molas – Componente que garante que os pinos estejam sempre corretamente alojados na posição de bloqueio do rotor, quando a chave não se encontra no sistema.

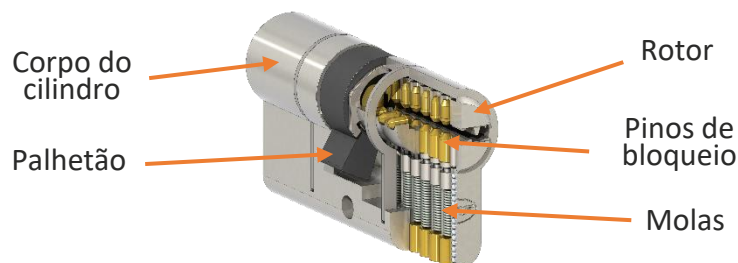


Figura 11 - Vista do cilindro europeu em corte[8]

Estes cilindros são acionados através de uma chave com um determinado padrão, que por sua vez impulsiona o movimento dos pinos. Quanto maior for o pino, maior será a cavidade em que este se irá alojar (Figura 12).

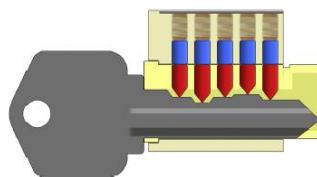


Figura 12 - Movimentação dos pinos num cilindro europeu [10]

Por consequência da grande variedade de funções que esta categoria de sistemas de fecho pode abranger, existem sistemas extremamente complexos que permitem apresentar múltiplas funções. É exemplo o sistema antipânico apresentado na Figura 13. Os sistemas antipânico são usados, na maioria, em situações em que possa ocorrer uma evacuação de emergência. Nestes casos, o utilizador tem de conseguir abrir a porta pelo interior, de forma intuitiva e rápida, sem qualquer conhecimento do sistema. Estas fechaduras tornam-se mecanicamente complexas devido ao facto de se conseguir abrir sempre a porta pelo lado interior, recolhendo o trinco em simultâneo com a língua. Do lado exterior, o puxador só consegue acionar o trinco, permitindo apenas a abertura da porta caso a língua esteja desbloqueada. Com a utilização do cilindro ou da chave, é possível abrir a porta pelos dois lados.

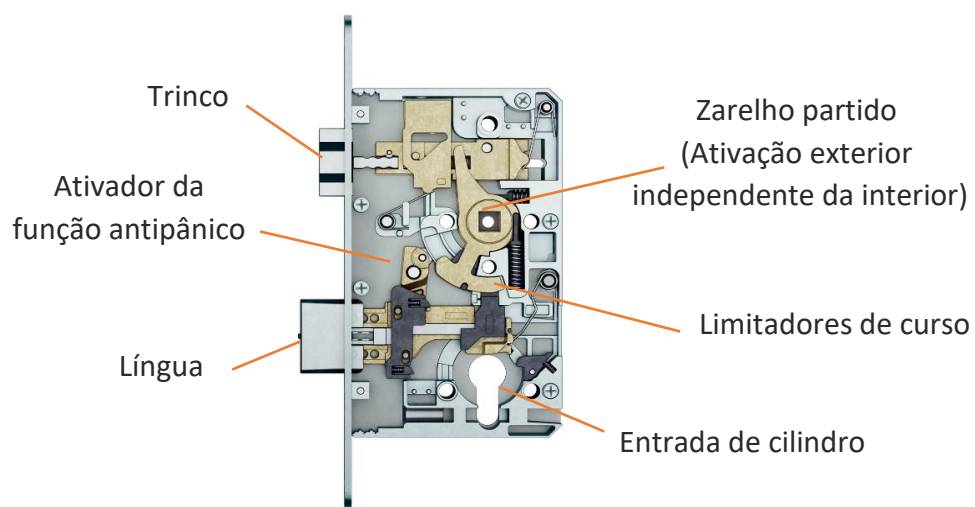


Figura 13 - Fechadura com sistema antipânico [11]

#### 2.1.4 Fechaduras magnéticas

Estas fechaduras são atuadas por magnéticos existentes nos aros, que provocam a atração do trinco quando a porta se encontra fechada, sendo apenas necessário realizar mecanicamente o movimento de abertura (Figura 14). Este tipo de fechadura veio simplificar o mecanismo destas, conseguindo também reduzir os ruídos provenientes dos atritos dos componentes internos.



Figura 14 - Fechadura com o trinco magnético[12]

### 2.1.5 Fechaduras eletrônicas / motorizadas

As fechaduras eletrônicas são normalmente acionadas com um cartão eletrônico codificado. Este tipo de fechaduras oferece uma ampla gama de segurança, pois atuam isoladamente através de um motor que aciona diretamente o trinco, e pode, em simultâneo, ser adicionada toda a complexidade existente nas outras famílias de fechaduras para reforçar as suas funções e a sua segurança [13]. Destacam-se, como exemplos desta utilização, as fechaduras dos quartos de hotel (Figura 15). Estas fechaduras só podem ser acionadas mecanicamente pelo exterior após a validação, como é o caso do cartão codificado, ao mesmo tempo que pelo lado interior mantem as funções de abertura normal, antipânico, e bloqueio parcial do acesso (por exemplo, bloquear a entrada apenas a funcionárias de limpeza). Estas fechaduras, no caso de avaria eletrônica ou falha de energia, permitem uma abertura de emergência através de processos mecânicos pelo lado exterior.

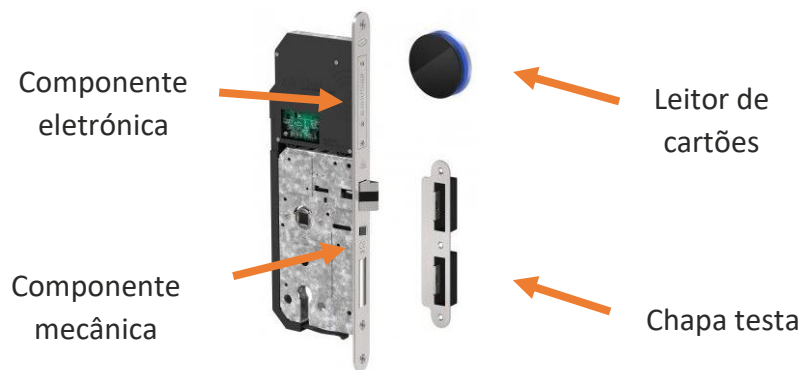


Figura 15 - Fechadura eletrônica motorizada com controle de acesso [8]

### 2.1.6 Fechaduras elétricas

Este tipo de fechadura apresenta um trinco acionado por um solenoide que é atuado através de contactos elétricos (Figura 16). São normalmente utilizadas onde é necessário realizar aberturas em locais de difícil acesso, à distância ou computadorizada (por exemplo, entrada de um edifício).



Figura 16 - Fechadura elétrica [14]

### 2.1.7 Fechaduras inteligentes

São fechaduras eletromecânicas, que realizam o fecho e a abertura, através de instruções programadas em aplicações de *smartphones*. É possível monitorizar as entradas e saídas, bem como acioná-las à distância. Geralmente, estas fechaduras são acopladas a outras já existentes e apenas simulam o funcionamento da chave ou puxador (Figura 17).



Figura 17 - Fechadura inteligente controlada através de aplicativos [15]

### 2.1.8 Fechaduras de passagem

Estas fechaduras apresentam um controlo de segurança reduzido, conseguindo ser sempre acionadas tanto pelo exterior como o interior. São apenas utilizadas para garantir que a porta se mantém fechada (por exemplo, portas de corredores). Para reforçar a segurança, existem alguns sistemas que permitem abertura apenas pelo interior (portas de correr em vidro para o exterior e portas de emergência) ou como, por exemplo, limitar a abertura pelo exterior através do uso de ferramentas de emergência (exemplo: casa de banho pública) (Figura 18).



Figura 18 - Sistema de fecho com indicador de livre e ocupado [16]

## 2.2 Normas europeias para sistemas de fecho

De forma a garantir a qualidade e categorizar as fechaduras, foram desenvolvidas normas com o objetivo de as classificar, bem como definir os requisitos necessários para elaboração dos testes realizados a estas. É considerada como norma principal a EN12209:2003, que define a classificação e os requisitos necessários. São também apresentadas outras normas que, paralelamente, têm de ser consultadas para se conseguir obter uma classificação segundo esta norma.

### 2.2.1 Norma EN12209:2003

A norma EN12209:2003 (Ferragens para a construção civil: Fechaduras mecânicas e chapas testa – Requisitos e métodos de ensaio) classifica fechos de operação mecânica, trincos e placas de segurança, usando uma codificação de 11 dígitos (Figura 19). Esta norma define quais os requisitos necessários para a obtenção da classificação e quais os ensaios necessários [17].

Cada dígito refere-se a uma classificação obtida por uma característica ou categoria em específico.

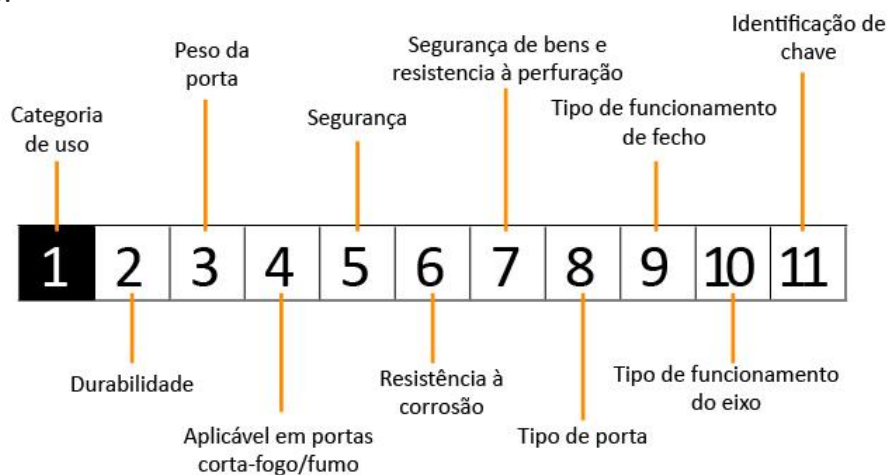


Figura 19 - Codificação de 11 dígitos descrita pela norma EN12209:2003

### 1 - Categoria de uso

- Grau 1: Utilização ligeira de fechaduras com utilização prevista por pessoas cuidadosas e com probabilidade baixa de uma utilização indevida (situações domésticas, escritórios e áreas onde não há acesso do público em geral);
- Grau 2: Para uma utilização prevista em habitações e edifícios onde exista uma frequência média de uso por utilizadores com certos cuidados e com os quais exista alguma probabilidade de ocorrência de acidentes ou de utilização indevida (situações domésticas, escritórios e áreas onde não há um acesso limitado do público em geral);

- Grau 3: Para uma utilização prevista em edifícios onde exista uma frequência elevada de utilização por utilizadores com pouco cuidado e com uma elevada probabilidade de ocorrência de acidentes ou de má utilização (edifícios públicos e institucionais, como bibliotecas, hospitais e escolas).

## 2 - Durabilidade

- Grau A: 50.000 Ciclos de ensaio sem carga no fecho;
- Grau B: 100.000 Ciclos de ensaio sem carga no fecho;
- Grau C: 200.000 Ciclos de ensaio sem carga no fecho;
- Grau F: 50.000 Ciclos de ensaio com 10 N de carga no fecho;
- Grau G: 100.000 Ciclos de ensaio com 10 N de carga no fecho;
- Grau H: 200.000 Ciclos de ensaio com 10 N de carga no fecho;
- Grau L: 100.000 Ciclos de ensaio com 25 N de carga no fecho;
- Grau M: 200.000 Ciclos de ensaio com 25 N de carga no fecho;
- Grau W: 200.000 Ciclos de ensaio com 120 N de carga no fecho;
- Grau X: 200.000 Ciclos de ensaio com 120 N de carga no fecho.

## 3 – Peso da porta

- Grau 1: massa da porta até 100 kg com uma força de fecho máxima de 50 N;
- Grau 2: massa da porta até 200 kg com uma força de fecho máxima de 50 N;
- Grau 3: massa da porta superior a 200 kg com uma força de fecho máxima de 50 N;
- Grau 4: massa da porta até 100 kg com uma força de fecho máxima de 25 N;
- Grau 5: massa da porta até 200 kg com uma força de fecho máxima de 25 N;
- Grau 6: massa da porta superior a 200 kg com uma força de fecho máxima de 25 N;
- Grau 7: massa da porta até 100 kg com uma força de fecho máxima de 15 N;
- Grau 8: massa da porta até 200 kg com uma força de fecho máxima de 15 N;
- Grau 9: massa da porta superior a 200 kg com uma força de fecho máxima de 15 N.

## 4 – Aplicável em portas corta-fogo/fumo

- Grau 0: Não aptas a serem utilizadas em blocos-porta de compartimentação de fogo/fumo;
- Grau 1: Aptas para utilização em blocos-porta de compartimentação de fogo/fumo, submetida a uma avaliação satisfatória da contribuição da fechadura à resistência ao fogo de blocos-porta de compartimentação de fogo/fumo especificada. Tal comprovação está fora do âmbito desta norma europeia (consultar norma EN1634-1).

## 5 – Segurança de pessoas

- Grau 0: Nenhuma exigência de segurança de pessoas;
- Outros graus: Definidos na norma EN179 e EN 1125.

## 6 – Resistência à corrosão

Classificação de acordo com ensaio de nevoeiro salino neutro (consultar norma EN1670 e EN9227)

- Grau 0: Resistência à corrosão não definida;
- Grau A: Baixa Resistência à corrosão sem requisito de temperatura;
- Grau B: Moderada resistência à corrosão sem requisito de temperatura;
- Grau C: Alta resistência à corrosão sem requisito de temperatura;
- Grau D: Muito alta resistência à corrosão sem requisito de temperatura;
- Grau E: Moderada resistência à corrosão com requisito de temperatura de -20 °C a +80 °C;
- Grau F: Alta resistência à corrosão com requisito de temperatura de -20 °C a +80 °C;
- Grau G: Muito alta resistência à corrosão com requisito de temperatura de -20 °C a +80 °C.

## 7 – Segurança de bens e resistência à perfuração

- Grau 1: Mínima segurança de bens e sem resistência à perfuração;
- Grau 2: Baixa segurança de bens e sem resistência à perfuração;
- Grau 3: Média segurança de bens e sem resistência à perfuração;
- Grau 4: Alta segurança de bens e sem resistência à perfuração;
- Grau 5: Alta segurança de bens e com resistência à perfuração;
- Grau 6: Muito alta segurança de bens e sem resistência à perfuração;
- Grau 7: Muito alta segurança de bens e com resistência à perfuração.

## 8 – Campo de aplicação na porta

- Grau A: Fechadura de embutir para porta sem limitação de aplicação (batente e deslizante) sem apoio sobre a testa;
- Grau B: Fechadura de embutir para porta de batente sem apoio sobre a testa;
- Grau C: Fechadura de embutir para porta deslizante sem apoio sobre a testa;
- Grau D: Fechadura de sobrepor para porta sem limitação de aplicação (batente e deslizante) sem apoio sobre a testa;
- Grau E: Fechadura de sobrepor para porta de batente sem apoio sobre a testa;
- Grau F: Fechadura de sobrepor para porta deslizante sem apoio sobre a testa;
- Grau H: Fechadura de embutir para porta de batente com apoio sobre a testa;
- Grau J: Fechadura de sobrepor para porta de batente com abertura só para o interior sem apoio sobre a testa;

- Grau K: Fechadura de embutir para porta de batente sem apoio sobre a testa e com controlo de saída por chave;
- Grau L: Fechadura de embutir para porta deslizante sem apoio sobre a testa e com controlo de saída por chave;
- Grau M: Fechadura de sobrepor para porta de batente sem apoio sobre a testa e com controlo de saída por chave;
- Grau N: Fechadura de sobrepor para porta deslizante sem apoio sobre a testa e com controlo de saída por chave;
- Grau P: Fechadura de embutir para porta de batente com apoio sobre a testa e com controlo de saída por chave;
- Grau R: Fechadura de sobrepor para portas de batente com abertura só para o interior sem apoio sobre a testa e com controlo de saída por chave;
- Grau S: Fechadura de embutir para porta sem limitação de aplicação (batente e deslizante) sem apoio sobre a testa e com controlo de saída por chave;
- Grau T: Fechadura de sobrepor para porta sem limitação de aplicação (batente e deslizante) sem apoio sobre a testa e com controlo de saída por chave.

## **9 – Tipo de acionamento da chave e de bloqueio**

- Grau 0: Não aplicável;
- Grau A: Fechadura de cilindro de bloqueio manual;
- Grau B: Fechadura de cilindro de bloqueio automático;
- Grau C: Fechadura de cilindro de bloqueio manual com bloqueio intermédio;
- Grau D: Fechadura de chave de bloqueio manual;
- Grau E: Fechadura de chave de bloqueio automático;
- Grau F: Fechadura de chave de bloqueio manual com bloqueio intermédio;
- Grau G: Fechadura sem chave de bloqueio manual;
- Grau H: Fechadura de língua sem chave de bloqueio automático.

## **10 – Tipo de acionamento da quadra**

- Grau 0: Fechadura sem zarelho;
- Grau 1: Fechadura acionada por puxador redondo ou de muleta com mola de retorno;
- Grau 2: Fechadura acionada por puxador de muleta sem mola de retorno;
- Grau 3: Fechadura acionada por puxador de muleta sem mola de retorno, para utilização severa;
- Grau 4: Fechadura acionada por puxador de muleta sem mola de retorno, para utilização severa especificada pelo produtor.

## 11 – Requisito de identificação da chave

- Grau 0: Sem requisitos;
- Grau A: Mínimo três caixetas;
- Grau B: Mínimo cinco caixetas;
- Grau C: Mínimo cinco caixetas, com número alargado de combinações efetivas;
- Grau D: Mínimo seis caixetas;
- Grau E: Mínimo seis caixetas, com número alargado de combinações efetivas;
- Grau F: Mínimo sete caixetas;
- Grau G: Mínimo sete caixetas, com número alargado de combinações efetivas;
- Grau H: Mínimo oito caixetas, com número alargado de combinações efetivas.

### 2.2.2 Outras normas

Além da norma em vigor para a obtenção das classificações anteriormente mencionadas é necessário considerar outras normas que sem encontram indicadas de seguida.

#### **EN 179:2008**

A norma EN 179:2008 (Ferragens para a construção civil: Dispositivos de emergência para saídas de emergência acionados por um puxador de muleta ou por uma placa de empurrar, para utilização em caminhos de evacuação - Requisitos e métodos de ensaio) classifica dispositivos usados em situações de emergência, nas quais as pessoas estão familiarizadas com a saída de emergência e o seu funcionamento, sendo, portanto, muito improvável que ocorra uma situação de pânico. Podem ser usadas fechaduras de emergência operadas por alavanca ou puxador de muleta [18].

#### **EN1125:2008**

A certificação dos produtos abrangidos pela norma EN1125:2008 (Ferragens para a construção civil; Dispositivos de fecho antipânico para saídas de emergência acionados por uma barra horizontal, para utilização em caminhos de evacuação; Requisitos e métodos de ensaio) reside na saída segura, e não na segurança. O principal objetivo dos requisitos de desempenho desta norma é proporcionar uma fuga segura e eficaz através de uma porta com esforço mínimo e sem conhecimento prévio do dispositivo, ou seja, para portas trancadas em rotas de fuga onde podem ser previstas situações de pânico [19].

#### **EN 1634-1:2014**

A norma EN 1634-1:2014 (Testes de resistência ao fogo e controle de fumo para portas, persianas, janelas e ferragens) especifica um método para determinar a resistência ao

fogo nos elementos de separação de divisões como portas, persianas, janelas e ferragens [20].

As portas corta-fogo têm três finalidades principais num edifício:

- Restringir o desenvolvimento inicial de um incêndio - Uma porta corta-fogo, em correto funcionamento, pode ajudar a suprimir um incêndio, restringindo a quantidade de oxigénio disponível;
- Impedir a propagação do fogo - Uma porta corta-fogo é projetada para resistir a ataques diretos de fogo por um período específico. Deve restringir a propagação do fogo pelo prédio, aumentando o tempo para a evacuação das instalações, bem como possibilitar que recursos de proteção ativa contra incêndio, como bombeiros, desempenhem as suas funções;
- Proteger as rotas de fuga - O fornecimento de rotas de fuga protegidas é um requisito dos Regulamentos de Construção. Qualquer porta que se abra ou opere numa rota de fuga, provavelmente será designada como uma porta corta-fogo, para garantir que as pessoas que usam a rota tenham proteção contra o fogo enquanto escapam.

A classificação desta norma é obtida através de testes e ensaios realizados por laboratórios certificados.

### **EN 1670:2007**

A norma EN 1670:2007 (Ferragens para a construção civil; Resistência à corrosão; Requisitos e métodos de ensaio) fornece um método de classificação para a resistência à corrosão de ferragens de construção com base no desempenho num teste de nevoeiro salino neutro de acordo com a norma EN ISO 9227 [21].

### **EN ISO 9227:2017**

A norma EN ISO 9227:2017 (Ensaio de corrosão em atmosferas artificiais - Ensaio de nevoeiro salino) especifica o equipamento, os reagentes, e o procedimento a serem utilizados na realização de testes de nevoeiro salino neutro, nevoeiro salino de ácido acético e nevoeiro salino de ácido acético acelerado com cobre, para a avaliação da resistência à corrosão de materiais metálicos, com, ou sem proteção permanente ou temporária contra corrosão [22].

### 2.2.3 Exemplo de uma fechadura classificada pela norma EN12209

A Figura 20 demonstra um exemplo de como é realizada a interpretação da norma EN12209.

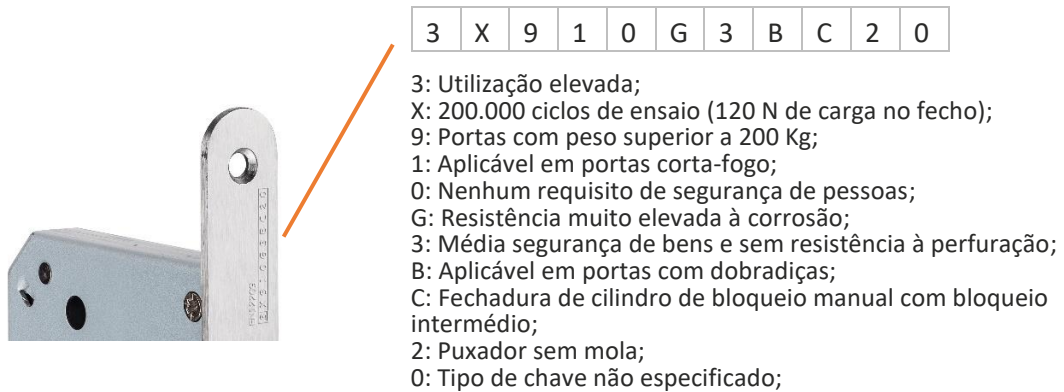


Figura 20 - Exemplo de uma fechadura classifica pela norma EN12209

## 2.3 Componentes comuns de uma fechadura

Foram analisadas diversas fechaduras para a realização deste estudo, encontrando-se numa grande maioria componentes idênticos no interior destas. São apresentados nos subcapítulos seguintes os resultados obtidos com esta pesquisa.

### 2.3.1 Descrição e função

A Figura 21 representa uma gama económica de fechaduras, que possuem todos os elementos comuns e essenciais para o funcionamento destas. Para cada componente foi realizada uma análise da função, requisitos, materiais normalmente utilizados e os processos necessários para a obtenção das peças finais.

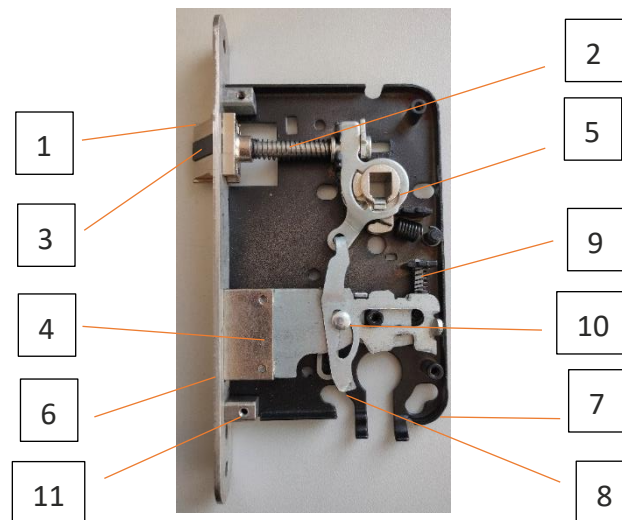


Figura 21 - Componentes de uma fechadura

## 1 – Trinco

Componente responsável pelo fecho da porta. O trinco permanece sempre na posição fechada até que seja efetuado a abertura pelo puxador. Esta posição é garantida através da utilização de molas. Trata-se de um componente visível e responsável pela segurança, apresentando os seguintes requisitos:

- Resistência mecânica, dureza e resistência à fadiga para resistir a esforços mecânicos, ao desgaste por abrasão e permitir um maior número de ciclos;
- Resistência ao impacto para dificultar a vandalização por possíveis solicitações de impacto;
- Baixo coeficiente de atrito de forma a reduzir ruídos e suavizar o processo de fecho;
- Resistência à corrosão, uma vez que está exposto a condições ambientais. A corrosão, além de prejudicar a estética do componente, provocará um aumento do atrito que pode dificultar o seu movimento.

## 2 – Eixo do trinco

Componente que realiza a transmissão do movimento entre o zarelho e o trinco, tendo como principais requisitos:

- Resistência mecânica, dureza e resistência à fadiga para resistir a esforços mecânicos como tração, compressão e flexão, bem como desgaste por abrasão;
- Baixo coeficiente de atrito de forma a reduzir ruídos e suavizar o processo de fecho;
- Resistência à corrosão por agentes ambientais. Apesar de não ser um componente visível, a corrosão pode prejudicar a estética do produto e provocará um aumento do atrito que pode dificultar o seu movimento.

### 3 – Silenciador

É usado em alguns trincos metálicos para reduzir o contacto entre estes e as chapas testa, suavizando o movimento de fecho. Possibilita a utilização de trincos com maior coeficiente de atrito, reduzindo a necessidade de acabamento rigoroso destes. Apresentam como requisitos:

- Resistência mecânica, dureza e resistência à fadiga para resistir a esforços mecânicos, permitir um maior número de ciclos e ao desgaste por abrasão, uma vez que está em constante contacto e deslizamento com materiais metálicos;
- Resistência ao impacto para dificultar a vandalização por possíveis solicitações de impacto;
- Baixo coeficiente de atrito de forma a reduzir ruídos e suavizar o processo de fecho;
- Resistência à corrosão pois está sujeito às condições ambientais. A corrosão, além de prejudicar a estética do componente, provocará um desgaste prematuro deste.

### 4 – Língua

É responsável por reforçar a segurança das fechaduras. Por vezes é constituído por subcomponentes interiores com dureza superior para dificultar a vandalização, mantendo as características estéticas e deslizantes no exterior. Devido à sua elevada contribuição para a segurança do sistema, apresentam como requisitos:

- Resistência mecânica e dureza para resistir a esforços a que possam ser sujeitos, bem como vandalização através do corte ou perfuração;
- Resistência ao impacto para dificultar a vandalização por possíveis solicitações de impacto;
- Baixo coeficiente de atrito de forma a reduzir ruídos e suavizar o processo de fecho;
- Resistência à corrosão por fatores externos. A corrosão pode prejudicar a estética do componente, reduzir a sensação de segurança e dificultar o seu movimento.

### 5 – Zarelho

Realiza a transmissão de movimento entre o puxador e os componentes internos da fechadura. Tem normalmente no seu interior uma mola para diminuir as folgas entre este componente e as quadras dos puxadores, apresentando os seguintes requisitos:

- Resistência mecânica, dureza e resistência à fadiga para resistir a esforços mecânicos bem como esforços excessivos por vandalismo. Está também sujeito a desgaste por abrasão, sendo um componente de elevada importância para a capacidade de resistir a um maior número de ciclos;

- Baixo coeficiente de atrito de forma a reduzir ruídos e suavizar o processo de abertura;
- Resistência à corrosão uma vez que está sujeito às condições ambientais. Apesar de não ser um componente visível, a corrosão pode prejudicar a estética do produto e provocará um aumento do atrito que pode dificultar o seu movimento.

## 6 – Frente da fechadura

Elemento que sela a fechadura, permitindo a fixação à porta. Pode funcionar como guia para o trinco e a língua bem suportar outros componentes. Os requisitos para este componente são:

- Resistência mecânica e dureza para resistir a esforços mecânicos, pois suporta o corpo da fechadura na porta;
- Resistência à corrosão devido ao contacto com agentes ambientais e produtos corrosivos utilizados em processos de limpeza;
- Permitir acabamentos diversificados, pois é muitas vezes considerado elemento decorativo.

## 7 – Tampas

Elementos que selam a fechadura, sendo muitas vezes utilizados como guia e suporte dos componentes internos, apresentando os seguintes requisitos:

- Resistência mecânica e dureza para resistir a esforços mecânicos dos componentes internos;
- Resistência à corrosão. Apesar de não ser um componente visível, a corrosão prejudica a estética do componente;
- Evitar a entrada de poeiras derivadas da mecanização da porta.

## 8 – Chapas de alavanca

Transmitem o movimento entre componentes, apresentando como características e requisitos:

- Resistência mecânica, dureza e resistência à fadiga para resistir a esforços mecânicos, ao desgaste por abrasão e permitir um maior número de ciclos;
- Baixo coeficiente de atrito de forma a reduzir ruídos e suavizar o processo de abertura e fecho;
- Resistência à corrosão pois está sujeito às condições ambientais. Apesar de não ser um componente visível, a corrosão pode prejudicar a estética do produto e provocará um aumento do atrito que pode dificultar o seu movimento.

## 9 – Molas

Garantem o correto posicionamento dos componentes, bem como a sua recuperação. Apresentam requisitos como:

- Resistência mecânica, dureza e resistência à fadiga de forma a garantir a força necessária para o correto posicionamento dos componentes num maior número de ciclos;
- Resistência à corrosão pois está sujeito às condições ambientais. Apesar de não ser um componente visível, a corrosão pode prejudicar a estética do produto e provocará um aumento do atrito que pode dificultar o seu movimento.

## 10 – Pinos posicionadores

Permitem guiar ou garantir espaçamentos entre componentes, apresentando como requisitos:

- Resistência mecânica, dureza e resistência à fadiga para resistir a esforços mecânicos, ao desgaste por abrasão e permitir um maior número de ciclos;
- Baixo coeficiente de atrito de forma a reduzir ruídos e suavizar o processo de fecho e abertura;
- Resistência à corrosão pois está sujeito às condições ambientais. Apesar de não ser um componente visível, a corrosão pode prejudicar a estética do produto.

## 11 – Suportes

Garantir a ligação entre os componentes da fechadura bem como evitar o esmagamento do sistema derivado da má aplicação do produto, sendo necessário algumas características como:

- Resistência à compressão para evitar o esmagamento da fechadura;
- Resistência à corrosão pois está sujeito às condições ambientais. Apesar de não ser um componente visível, a corrosão pode prejudicar a estética do produto.

### 2.3.2 Materiais

Para o fabrico dos diversos componentes, utilizados na constituição dos sistemas de fecho, são utilizados vários tipos de materiais que são selecionados de acordo com as propriedades requeridas para o seu correto funcionamento. São normalmente procurados materiais metálicos para componentes estruturais ou com influência direta na segurança, enquanto para suavizar e reduzir ruídos, são normalmente utilizados materiais de origem polimérica. É também notório que existe uma relação direta entre a escolha dos materiais e os processos de fabrico envolvidos, sendo estes escolhidos em função dos requisitos das etapas de fabrico, de forma a melhorar o rendimento dos processos. São apresentados nos seguintes subcapítulos os materiais utilizados nas fechaduras analisadas.

### 2.3.2.1 Materiais metálicos

#### Aços ao carbono

Os aços ao carbono, entre os materiais frequentemente utilizados nas fechaduras, são dos que apresentam uma menor resistência à corrosão, e conseqüentemente os que possuem menor valor no que se refere ao aspecto visual, sendo utilizados, na sua maioria, em componentes funcionais e estruturais. São usados devido às suas propriedades mecânicas, ao custo e à facilidade na produção e manuseamento.

É possível realizar um processo de têmpera para elevar a sua dureza, quando a necessidade do componente assim o exige [23]. Além disso, também é possível obter peças produzidas neste material através de processos completamente automatizados, reduzindo ao máximo os custos de produção. Estes são sujeitos a tratamentos de superfície para evitar a degradação e a oxidação. Quando usados em componentes visíveis, são muitas vezes sujeitos a processos de pintura ou acabamento para garantir um bom aspecto visual. São muitas vezes utilizados processos galvânicos para proteger estes materiais da corrosão, influenciando assim a sua sustentabilidade e o impacto ambiental. São apresentados na Tabela 1 dois dos aços mais utilizados na produção de fechaduras [24].

Tabela 1 - Propriedades e composição química dos aços ao carbono [24]

Propriedades mecânicas						
Material	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	E (GPa)	R <sub>p0,2</sub> (MPa)	R <sub>m</sub> (MPa)	A (%)	$\nu$
AISI 1008	7,872	200	180 - 240	303 - 358	42-48	0,29
AISI 1045	7,850	190	310	630	12	0,29

Composição química (%)					
Material	C	Mn	P	S	Fe
AISI 1008	<0,1	0,3 – 0,5	< 0,04	< 0,05	99,31 – 99,7
AISI 1045	0,42 – 0,50	0,6 – 0,9	< 0,045	0,40	98,51 – 98,98

- AISI 1008 - Aço ao carbono de baixo teor de carbono que apresenta boas características para a deformação a frio e boa soldabilidade. Em resultado da boa capacidade de deformação a frio, é um material muito utilizado na estampagem de componentes, onde a dureza não é o requisito principal;
- AISI 1045 - Aço ao carbono de médio teor de carbono com boas características para forjamento e deformação a quente. Apesar de poder ser tratado termicamente para aumentar a sua dureza, não apresenta uma temperabilidade muito elevada, sendo normalmente aplicado no estado recozido. É utilizado em componentes que exigem uma elevada resistência mecânica.

## Aços inoxidáveis

Entre os materiais utilizados nas fechaduras, é a família de metais ferrosos que apresenta uma maior resistência à corrosão. Podem ser utilizados tanto para componentes estruturais, bem como funcionais, sem realizar nenhum processo de acabamento. Em componentes visíveis são utilizados processos como o escovado ou o polimento, para garantir um melhor acabamento. Para permitir uma coloração nestes componentes e incrementar a sua resistência à corrosão e ao risco, é utilizado o processo de deposição física de vapor nas fechaduras de maior valor. Devido ao custo da matéria-prima e dos processos de produção envolvidos, o aço inoxidável é apenas utilizado em fechaduras de maior valor, ou componentes visíveis pelo utilizador, de forma a garantir um bom aspeto do produto.

A possibilidade de reciclar, bem como a utilização dos processos de produção e acabamentos não galvânicos, fazem do aço inoxidável o material mais sustentável e com menor impacto ambiental utilizado em fechaduras.

São apresentados na Tabela 2 os aços inoxidáveis mais utilizados em fechaduras.

Tabela 2 - Propriedades e composição química dos aços inoxidáveis [24]

Propriedades mecânicas						
Material	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	E (GPa)	R <sub>p0,2</sub> (MPa)	R <sub>m</sub> (MPa)	HB	Fusão (°C)
AISI 201	8	200	300	650	200	1410
AISI 304	8	193	215	505	123	1400
AISI 316	8	193	290	580	79	1400
AISI 430	8	200	260	500	160	1510

Composição química (%)						
Material	C	Cr	Fe	Mn	Ni	Mo
AISI 201	0,15	16-18	67,5 - 75	5,5-7,5	3,5 - 5,5	-
AISI 304	0,08	18-20	66 - 74	< 2	8-10,5	-
AISI 316	0,08	16-18	62-72	< 2	10 - 14	2-3
AISI 430	0,12	16	79,1 - 84	1,25	< 0,75	-

- AISI 201 - Aço inoxidável austenítico utilizado quando são procuradas soluções mais económicas, mantendo as propriedades mecânicas e a resistência à corrosão, características desta família de metais. Apresenta uma resistência à corrosão inferior à do AISI 304 e AISI 316;
- AISI 304 - Aço inoxidável austenítico que apresenta boa soldabilidade, elevada resistência mecânica e boas características de deformação. É utilizado quando se procura um equilíbrio positivo entre os custos e as suas propriedades mecânicas;

- AISI 316 - Aço inoxidável austenítico que apresenta boa soldabilidade e elevada resistência mecânica. Dos materiais analisados é o metal com maior resistência à corrosão devido à concentração de molibdênio, porém apresenta uma menor maquinabilidade em relação ao anterior. Apresenta também uma boa biocompatibilidade e resistência a elevadas temperaturas. São procurados para utilizações em que os componentes que possam estar em contacto com ambientes corrosivos;
- AISI 430 – Aço inoxidável ferrítico é o que apresenta uma menor resistência à corrosão dos aços inoxidáveis demonstrados. Apresenta boa capacidade de estampagem, mas uma soldabilidade baixa. É utilizado apenas quando se procura características magnéticas, mantendo algumas características e o aspeto do aço inoxidável.

### Ligas de ZAMAK

As ligas de ZAMAK são caracterizadas pela sua composição, maioritariamente, de zinco com adição de alumínio, magnésio e cobre. Devido à sua baixa temperatura de fusão, as ligas de ZAMAK são muito utilizadas em fundição injetada para a obtenção de peças de geometria complexa, porque podem ser facilmente moldadas sob alta pressão [25].

Estas ligas apresentam uma boa resistência à corrosão, tração, choque e desgaste. Após produção, as peças apresentam um ótimo acabamento superficial, geralmente sem defeitos, podendo ser posteriormente acabadas com outros processos, conferindo-lhes um bom aspeto visual e mantendo o seu desempenho [25].

As ligas de ZAMAK podem ser classificadas em dois grupos mais comuns: ligas ZAMAK 2,3,4,5,7 e as ligas ZA-8, ZA-12, ZA-27. Estas ligas distinguem-se pela percentagem de alumínio na sua composição química, apresentando cerca de 4% para a primeira classificação e variando entre 8% e 28% para a segunda classificação [26].

Na produção de fechaduras, a liga mais utilizada é a ZAMAK 3, que apresenta as seguintes características [27]:

- Excelente equilíbrio entre propriedades físicas e mecânicas;
- Excelente capacidade de fundição;
- Estabilidade dimensional a longo prazo;
- Excelente acabamento das peças, permitindo a facilidade da aplicação de revestimentos;
- Excelente capacidade de amortecer e atenuar vibrações, comparando com a maioria das ligas metálicas.

É apresentada a principal liga de ZAMAK utilizada nas fechaduras na Tabela 3.

Tabela 3 - Propriedades das ligas ZAMAK [24]

ZAMAK						
Material	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	HB	Rp <sub>0,2</sub> (MPa)	Rm (MPa)	TF (°C)	Al (%)
ZAMAK 3	6,6	82	221	285	384	3,7-4,1

### Outros materiais metálicos

Através da pesquisa em catálogos de outros fabricantes de fechaduras, foi possível identificar que são utilizados mais materiais no fabrico destes produtos. Apesar de não serem identificados nesta análise, foram encontrados sistemas de fecho que utilizavam outros materiais metálicos como ligas de alumínio e ligas de cobre. A ausência destes materiais, nesta análise, deve-se ao facto de estes serem utilizados para obter acabamentos ou propriedades que não são característicos dos produtos da empresa de acolhimento, que disponibilizou as amostras analisadas.

#### 2.3.2.2 *Materiais não metálicos*

Nas fechaduras são muitas vezes utilizados materiais para reduzir ruídos e atritos entre componentes. Estes materiais devem apresentar boa resistência mecânica para resistir a diversos esforços, tais como impactos causados pelos fechos violentos da porta, atitudes de vandalismo, e também outras propriedades, como baixo coeficiente de atrito para reduzir os ruídos e suavizar os movimentos. Podem ser utilizados como pequenos suplementos apenas para separar componentes, bem como assumir parte do componente ou até mesmo a sua integridade.

Os polímeros, na sua maioria, não são biodegradáveis, sendo necessário realizar abordagens sobre a sua reciclagem e impacto ambiental.

Apesar destes produtos apresentarem um leque abrangente de materiais poliméricos, são apenas apresentados os polímeros que são encontrados com maior frequência na indústria de fechaduras.

#### **Polióxido de Metileno (POM)**

É um termoplástico usado para peças de precisão, que apresenta elevada rigidez, baixo coeficiente de atrito e excelente estabilidade dimensional. Em resultado da sua elevada rigidez, podem ser realizadas operações de maquinagem sem necessidade de lubrificação. Apresenta cor branca opaca, mas pode apresentar outras colorações quando adicionados corantes.

#### **Nylon de poliamida (PA)**

É um termoplástico que apresenta elevada resistência mecânica e dureza mesmo a elevadas temperaturas. Apresentam boa resistência à abrasão e desgaste resultante do baixo coeficiente de atrito, boa resistência ao impacto e boa resistência a agentes

químicos. Apesar da facilidade de produção, as poliamidas apresentam baixa estabilidade dimensional.

### **Nylon de poliamida reforçado com fibra de vidro (PA + FV)**

De forma a incrementar a dureza e a estabilidade dimensional, as poliamidas podem ser reforçadas com fibra de vidro, tornando-se competitivas com os metais. Graças à junção das propriedades da poliamida com o reforço da fibra de vidro, este material é utilizado para substituir metais, quando é necessário obter movimentos suaves em componentes em que é exigida boa resistência mecânica.

#### **2.3.3 Processos de fabrico**

Dependendo da tipologia das fechaduras, são utilizados diversos processos para o fabrico dos seus diversos componentes. Estes podem variar de acordo com a quantidade desejada de produção, acabamentos pretendidos e custos, sendo apenas enumerados os processos que apresentam uma maior frequência de utilização.

##### **2.3.3.1 Estampagem**

A estampagem é utilizada no fabrico de peças por ferramentas progressivas, utilizando chapas como matéria-prima, sendo deformadas plasticamente por um punção, conformando-se de acordo com a geometria da matriz. Devido ao elevado custo das ferramentas e preparação do processo, é normalmente utilizado para grandes quantidades de produção [28].

É considerado o processo mais utilizado na fabricação de fechaduras em grandes quantidades graças à sua facilidade de automação, rapidez, baixo custo por componente e pela capacidade de criar peças que apresentam geometrias estruturais com espessuras reduzidas, garantindo a precisão e posicionamento das guias e eixos. Utiliza-se para fabricar os componentes internos, as caixas e as frentes da fechadura como apresentado na Figura 22.



Figura 22 - Componentes de fechaduras produzidos por estampagem

A estampagem é também utilizada para criar ligações entre componentes, deformando-os plasticamente até criar uma união resistente, garantindo as folgas no caso de serem necessárias (Figura 23).

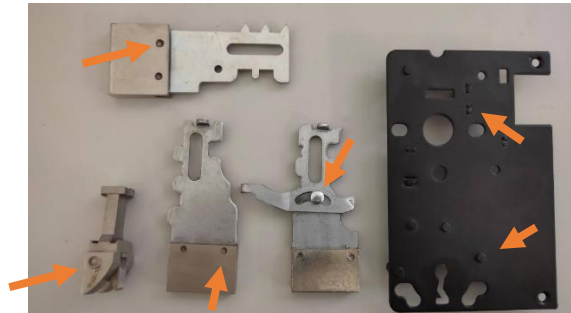


Figura 23 - Ligações entre componentes criadas com o processo de estampagem

### 2.3.3.2 Forjamento

Processo que consiste na deformação a quente de metal através da aplicação de pressão ou forças de impacto. Esta deformação pode ser feita com uma prensa ou um martelo, utilizando matrizes ou de forma livre [29, 30]. É utilizado, na sua maioria, em componentes internos da fechadura (Figura 24), quando é necessária uma elevada resistência mecânica. Este processo permite que as peças apresentem uma durabilidade superior porque, para além de “compactar o material”, elimina as uniões suscetíveis de rotura.



Figura 24 - Componentes de fechaduras produzidos por forjamento

### 2.3.3.3 Fundição por cera perdida

Este é um dos processos mais utilizados nos componentes de fechaduras quando é procurada a obtenção de peças com geometria complexa, paredes finas ou de contornos internos de formas complexas. Pode ainda ser necessário conjugar outros processos para garantir a precisão dimensional ou o acabamento exigido.

São exemplos da utilização deste processo os componentes apresentados na Figura 25.

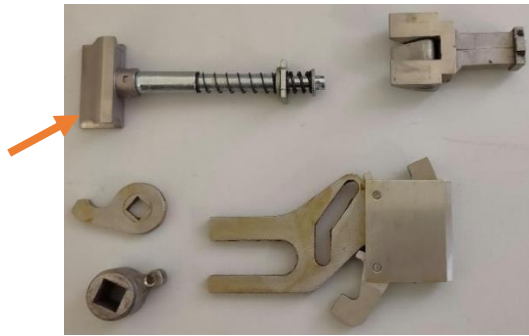


Figura 25 - Componentes de fechaduras produzidos por fundição

#### 2.3.3.4 Fundição injetada de ZAMAK

Em virtude da facilidade de produção, o ZAMAK é utilizado em componentes de fechaduras, garantindo as propriedades físicas e mecânicas exigidas para o bom funcionamento destas. É injetado a baixas temperaturas apresentado não só ganhos de energia, mas também promovendo o aumento da durabilidade dos moldes em comparação com outros metais e ligas de engenharia. É também devido à sua faixa estreita de solidificação que as peças são produzidas com tempos de ciclo muito rápidos. São exemplos os componentes apresentados na Figura 26.



Figura 26 - Componentes de fechaduras produzidos por fundição injetada de ZAMAK

#### 2.3.3.5 Sinterização

É um processo de elevada precisão, sendo, maioritariamente, utilizado em peças de geometria complexa, em que a tolerância dimensional é exigida, evitando a necessidade de conjugação de processos de acabamento e retificação sem que haja desperdícios de material. Podem ser processos automatizados, garantindo uma produção competitiva para grandes quantidades [31]. São exemplos da utilização deste processo os componentes apresentados na Figura 27.



Figura 27 - Componentes de fechaduras produzidos por sinterização

### 2.3.3.6 Torneamento

É utilizado para peças que tenham como origem perfis cilíndricos em que é exigida uma qualidade elevada de acabamento e toleranciamento, podendo ser automatizado, garantindo o baixo custo das peças em grandes produções. São exemplos os componentes apresentados na Figura 28.



Figura 28 - Componentes de fechaduras produzidos por torneamento

### 2.3.3.7 Fresagem

Ao contrário do torneamento, é possível trabalhar em qualquer geometria, apesar do processo de alimentação ser relativamente mais lento ao anterior. Este processo é utilizado para retificar peças que derivam de outros processos (por exemplo, fundição). É utilizado em peças que exige um elevado grau de qualidade (tolerância, acabamento). É ainda um processo que pode ser automatizado, garantindo o baixo custo das peças em grandes produções. São exemplos os componentes apresentados na Figura 29.

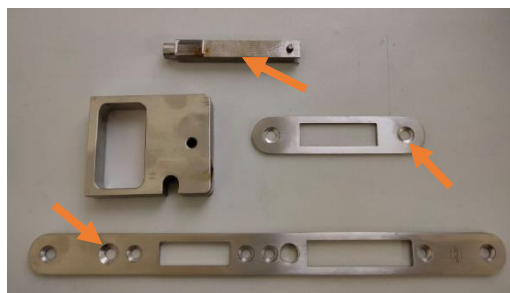


Figura 29 - Componentes de fechaduras produzidos por fresagem

### 2.3.3.8 Corte de laser

Ao contrário de outros processos, o corte de laser é feito sem qualquer tipo de contacto entre as ferramentas e as peças, garantindo assim a ausência de deformações ou danos nas mesmas. Devido ao seu custo, em relação a outros processos, são apenas utilizados em componentes de valor acrescentado, como por exemplo, as frentes da fechadura, que por sua vez garantem a inexistência de marcas deixadas por ferramentas (por exemplo, raios que derivem do corte por estampagem). É comum a necessidade de

conjugar outros processos de maquinação e acabamento. São exemplos os componentes apresentados na Figura 30.



Figura 30 - Componentes de fechaduras produzidos por corte de laser

#### 2.3.3.9 Injeção de polímeros

É um processo indicado para elevadas quantidades de produção devido ao elevado custo das ferramentas necessárias. As peças obtidas por este processo, não necessitam de processos de acabamento, garantindo um bom aspeto visual enquanto mantêm as propriedades características destes materiais. São exemplos os componentes apresentados na Figura 31.

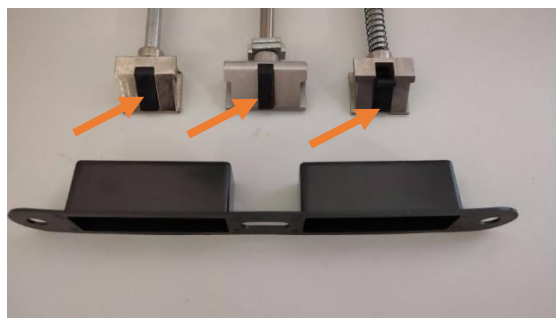


Figura 31 - Componentes de fechaduras produzidos por injeção de polímeros

#### 2.3.4 Processos de acabamento

Com o objetivo de melhorar o aspeto e as propriedades das peças utilizadas, são realizados acabamentos nas peças oriundas dos processos descritos anteriormente. Estes acabamentos permitem a utilização de materiais mais económicos, revestindo-os, diminuindo assim os custos finais do produto. Outra das vantagens dos acabamentos é a melhoria significativa do aspeto dos componentes, o que por sua vez resulta num aumento do interesse por parte dos compradores, aumentando a quantidade de vendas.

### 2.3.4.1 Pintura eletrostática

A pintura eletrostática é utilizada numa grande variedade de metais, revestindo-os com uma película de polímero termo-endurecível, podendo apresentar diversas cores e texturas. Este tipo de acabamento tem como objetivo aumentar a resistência à corrosão e melhorar o aspeto do produto, sendo normalmente utilizado em peças com visibilidade exterior (Figura 32).



Figura 32 - Componentes de fechaduras acabados com pintura eletrostática

### 2.3.4.2 Galvanização

Nas fechaduras, a galvanização é utilizada para aplicar um revestimento, usando ligas de zinco. É maioritariamente utilizado para incrementar a sua resistência à corrosão, melhorando também o aspeto visual das peças. São exemplos os componentes apresentados na Figura 33.



Figura 33 - Componentes de fechaduras acabados com processos de galvanização

### 2.3.4.3 Escovado

O escovado visa melhorar o aspeto visual da peça, a resistência ao risco e a resistência às marcas de dedos. É um processo de acabamento que ocorre por abrasão mecânica usando uma lixa de grão fino. O aspeto escovado resulta da remoção do lustre metálico, resultando num padrão de linhas com a orientação das passagens da lixa. São frequentemente realizados à mão e apenas em zonas visíveis devido à complexidade geométrica das peças, resultando em componentes com rigor dimensional reduzido, cujo aspeto final depende sempre do operador. Para além do padrão de linhas deixado

por este processo, as peças, devido à sua geometria, podem apresentar zonas de difícil acesso para lixas, dificultando a sua automatização (Figura 34).



Figura 34 - Componentes com acabamentos escovados

#### 2.3.4.4 Polimento

Tal como o escovado, o polimento é um acabamento de origem abrasiva, mas que tem o objetivo de repor o brilho da superfície da peça, deixando-a com um aspeto espelhado, mas mais suscetível a marcas de dedos e riscos. São usados equipamentos abrasivos tais como lixas, numa fase inicial para uniformizar a peça, seguidos da aplicação de um agente polidor com uma capacidade de abrasão leve, permitindo anular ao máximo a rugosidade superficial. Para finalizar, pode ser utilizada cera para melhorar a sensação de toque e incrementar a resistência do acabamento. É exemplo a frente da fechadura apresentada na Figura 35.

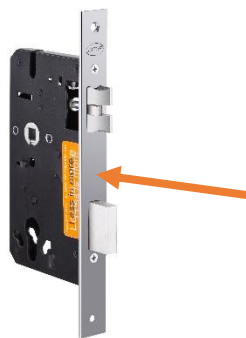


Figura 35 - Exemplo de fechadura com a frente polida

#### 2.3.4.5 Deposição física em fase de vapor

A deposição física em fase de vapor, normalmente designada por PVD (*Physical vapour deposition*), é utilizada nas fechaduras para melhorar o aspeto visual da peça, aumentar a resistência à corrosão e a resistência ao risco. Para garantir o incremento destas propriedades no produto, na indústria das fechaduras, são depositadas finas camadas de revestimento de nitreto de titânio, podendo apresentar diversas colorações, tal como apresentado na Figura 36.

Devido ao elevado custo, é apenas utilizada em peças de valor acrescentado e em pequenas produções.



Figura 36 - Frentes de fechaduras revestidas a PVD

#### 2.3.4.6 Vibro-acabamento

O vibro-acabamento é um processo em que as peças são colocadas numa máquina vibratória em conjunto com outros materiais, que ao friccionarem entre si podem originar diferentes resultados. Para melhorar os resultados deste processo é normalmente adicionada água ou agentes químicos. Este processo é utilizado para remover rebarbas, realizar arredondamento de arestas, para nivelamento de superfície, para limpeza e para conferir acabamentos estéticos na peça. São exemplos os componentes apresentados na Figura 37.



Figura 37 - Componentes utilizados em fechaduras que utilizam vibro-acabamento

## 2.4 Automação de sistemas de produção e montagem

Automação deriva do termo grego “*automatus*” e pode ser definida como o processo de seguir uma sequência pré-determinada de operações com pouco ou nenhum recurso a trabalho humano, usando dispositivos e ferramentas especiais que executam e controlam os processos de fabrico. A perfeita aplicação da automação é alcançada através do uso de diversos equipamentos que são capazes de observar os processos de fabrico, tomar decisões, efetuar as mudanças necessárias e controlar todos os aspetos destes. A automação tem como principais objetivos [32]:

- Integrar vários aspetos dos processos de fabrico de forma a melhorar a qualidade e uniformização dos produtos devido à sua repetibilidade;
- Reduzir custos de fabrico devido ao aumento de produtividade, diminuição de tempo de ciclo e eficiência;
- Reduzir o erro humano;
- Aumentar a segurança, evitando postos de trabalho em condições perigosas e prejudiciais à saúde;
- Economizar espaço na planta da fábrica, organizando as máquinas e a movimentação de materiais de uma forma mais eficiente.

Paralelamente à evolução da automação, cresce o medo do aumento de desemprego bem como a extinção de certos postos de trabalhos que requerem mão-de-obra intensiva. Isto é mais notório e relevante para os países em desenvolvimento devido à importância que a produção baseada em mão-de-obra intensiva apresenta para o crescimento da economia dos mesmos [33].

Apesar da extinção de alguns postos de trabalho, existem estudos que comprovam que a evolução da automação leva ao aumento da produtividade, resultando no aumento da riqueza e conseqüentemente num aumento dos postos de trabalho, superando o desemprego provocado por esta tecnologia [33].

A indústria moderna está a sofrer grandes transformações. Para se manterem competitivas, as empresas sentem-se obrigadas a melhorar a eficiência das suas produções. Para isso é necessário, muitas das vezes, redesenhar as linhas de produção e montagem, e melhorar a sua gestão [34]. Atualmente, é possível observar linhas de montagem de elevada complexidade completamente automatizadas (Figura 38).



Figura 38 - Linha de montagem automatizada no setor automóvel [35]

### 2.4.1 Automatização convencional

#### Automatização fixa

Recorre ao uso de equipamentos especiais para automatizar uma sequência fixa de operações de fabrico ou montagem (Figura 39). É utilizada para grandes produções devido à sua elevada dificuldade de reajuste. É necessário realizar um planeamento cuidadoso para realizar a implementação deste tipo de automatização devido aos elevados custos associados, devendo ser utilizado apenas quando o projeto do produto se encontra numa fase estável e não necessita de nenhum reajuste. São algumas características deste tipo de produção [32]:

- Máxima eficiência;
- Diminuição do custo de produção por peça;
- Rápido e eficaz manuseamento automatizado das peças;
- Pequeno desperdício;
- Grande investimento inicial;
- Pouca flexibilidade para variedades de produtos.



Figura 39 - Exemplo de automatização fixa na indústria alimentar [36]

#### Automatização programável

Neste tipo de automatização, os equipamentos são projetados para a possibilidade de se adaptarem a diversos tipos de produtos e operações de fabrico ou montagem. É normalmente adequado para produções em lote ou para médias produções. São exemplo deste tipo de automatização as máquinas de controlo numérico (Figura 40) que produzem uma determinada classe de produto em função do programa de entrada. Apesar de mais flexível que a produção fixa, é ainda demorada a reconfiguração para um novo produto, uma vez que envolve reprogramação e reconfiguração das máquinas. São algumas características deste tipo de produção [32]:

- Flexibilidade para variações e alterações no produto;
- Baixo custo de produção por peça para produções grandes;
- Tempos de preparação elevados.



Figura 40 - Programação de equipamento de controlo numérico [37]

### Automatização Flexível

Os equipamentos são projetados para produzir uma variedade de produtos com pequenos tempos de preparação (Figura 41). A produção flexível pode ser utilizada para produzir diversas combinações de produtos de acordo com a calendarização. É possível incorporar rapidamente alterações no produto ou criar uma linha de produção diferente. Pode ser também usada sempre que haja necessidade de realizar alterações no produto ou aguardar opiniões do cliente. São características deste tipo de produção [32]:

- Flexibilidade para variações de produtos;
- Produtos customizados;
- Grande investimento inicial;
- Custo por peça mais elevado quando comparado com os outros tipos de automatização.



Figura 41 - Exemplo de aplicação de automatização flexível [38]

#### 2.4.2 Automatização robótica

Os sistemas tradicionais de produção são difíceis de reconfigurar sempre que é necessário realizar uma alteração na produção. Para facilitar estas alterações são utilizados sistemas de produção móveis como robôs [39].

A procura por parte das indústrias pela automatização robótica tem vindo a aumentar. As tarefas realizadas por robôs seguem uma regra padrão, são bem estruturadas e repetitivas. Este tipo de tecnologia tem sido adotada particularmente por indústrias que, por norma, tentam manter-se na vanguarda da tecnologia [34].

Muitas vezes os sistemas de transporte de peças são inadequados ou de muito difícil manipulação para peças grandes e pesadas. Com este tipo de tecnologia, devido à sua mobilidade e flexibilidade (Figura 42), torna-se possível alterar a célula de produção sem movimentar a peça, ganhando desta forma uma rapidez de produção que resulta na diminuição de prazos de entrega e custos [39].



Figura 42 - Robô com capacidade de mobilidade [40]

Outra grande vantagem é a capacidade em criar relações de colaboração entre humanos e robôs, possibilitando a automatização parcial de muitas tarefas realizadas manualmente. Isto confere ao processo uma grande flexibilidade [41]. Para garantir a segurança destes equipamentos e processos, existem normas que têm de ser seguidas e respeitadas [42].

A proximidade humana com robôs apresenta alguns perigos e a probabilidade de ocorrência de acidentes [43]. É necessário compreender os riscos e saber avaliar as situações a que estes vão estar sujeitos [44].

Com o avanço da robótica têm sido paralelamente desenvolvidos sistemas de segurança que permitem o isolamento ou a colaboração com estes sistemas através de sensores que permitem a segurança dos trabalhadores. As operações colaborativas têm como principal característica combinar as capacidades dos robôs com as capacidades dos colaboradores, aumentando assim a eficiência de muitos trabalhos, que têm de ser realizados manualmente (Figura 43). Existem diversas vantagens nas operações colaborativas tais como: capacidade de adaptação às tendências do mercado, diminuição de tempos de ciclo, melhoria do ambiente de trabalho e o aumento de customização do produto [41, 45].



Figura 43 – Integração de robô em tarefas manuais [46]

### 2.4.3 Desenvolvimento recentes na automatização e melhoria de processos

Para a realização do presente trabalho foram consultados outros trabalhos anteriormente realizados e artigos científicos que relatam algumas das vantagens, melhorias e ganhos obtidos com a aplicação de sistemas de automatização. São alguns exemplos, os artigos apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Estudos sobre a implementação de automatização em linhas de produção

Artigo	Objetivo	Ganhos
<i>Manufacturing cushions and suspension mats for vehicle seats: a novel cell concept</i> [47]	Adaptação de uma célula semiautomática em totalmente automatizada utilizada na produção de materiais de suspensão para acentos automóveis.	Baixo custo de implementação de sistema; Redução de mão-de-obra; Redução de tempos de ciclo; Melhoria do fluxo de material; Aumento da qualidade.
<i>Designing a robotic welding cell for bus body frame using a sustainable way</i> [48]	Reaproveitamento de um robô para a produção de estruturas soldadas em autocarros tendo em conta o pouco espaço disponível e flexibilidade necessária do sistema.	Redução do espaço ocupado; Redução do tempo de ciclo em 51%; Aumento da qualidade; Rápido retorno do investimento.
<i>A novel concept of agile assembly machine for sets applied in the automotive industry</i> [49]	Desenvolvimento de um sistema completamente automatizado para realizar a montagem de componentes da indústria automóvel tendo em conta a grande flexibilidade necessária.	Aumento da capacidade produtiva para 1000 peças/hora; Flexibilidade do processo; Redução de tempos de ciclo; Redução de mão-de-obra.
<i>A Novel Concept Of Production And Assembly Processes Integration</i> [50]	Melhorar a gestão de trabalho e o fluxo de materiais, desenvolvendo uma única célula para realizar as operações de montagem utilizando automação.	Aumento da produtividade; Aumento da flexibilidade; Aumento da qualidade.

Tabela 4 - Estudos sobre a implementação de automatização em linhas de produção (Continuação)

<i>Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying Lean tools</i> [51]	Melhorar a qualidade, capacidade de produção e reduzir tempos desperdiçados na produção num processo de montagem manual utilizando metodologias <i>LEAN</i> .	Aumento da capacidade produtiva em 10% sem alterações na quantidade de mão-de-obra.
<i>Establishing Standard Methodologies To Improve The Production Rate Of Assembly Lines Used For Low Added-Value Products</i> [52]	Otimizar o processo de produção através da implementação de metodologias <i>LEAN</i> ; Padronizar normas de implementação de metodologias <i>LEAN</i> para integrar outras linhas de montagem.	Aumento da capacidade produtiva; Redução da taxa de ocupação; Redução parcial do segundo turno.
<i>A novel concept of bent wires sorting operation between workstations in the production of automotive parts</i> [53]	Criar conceito de automação para a classificação de arames dobrados entre estações de produção na produção de componentes para a indústria automóvel; Estudo das vantagens de sistemas automatizados em relação a sistemas robóticos.	Aumento da flexibilidade de sistemas automatizados através da utilização de uma câmara e sistemas de orientação; Redução de tempos de ciclo com sistemas automatizados; Redução de custo inicial utilizando sistema automatizado.
<i>A novel concept of Bowden cables flexible and full-automated manufacturing process improving quality and productivity</i> [54]	Desenvolvimento de um equipamento flexível para a produção de componentes para a indústria automóvel baseado num sistema existente.	Automação de quatro operações manuais; Redução do tempo de ciclo em 25%; Aumento da produtividade em 30%; Movimentação de seis postos de trabalho para tarefas de valor acrescentado; Redução da manutenção do equipamento; Aumento da qualidade do produto.

Tabela 4 - Estudos sobre a implementação de automatização em linhas de produção (Continuação)

<i>Robotized solution for handling complex automotive parts in inspection and packing</i> [55]	Desenvolvimento de um equipamento para realizar a inspeção e embalagem de componentes para a indústria automóvel de forma automatizada.	Redução do tempo de ciclo; Eliminação da inspeção visual humana; Aumento da qualidade da inspeção.
--	---	--



## **3 Empresa de acolhimento: JNF**

**3.1 Caracterização da empresa**

**3.2 Caracterização dos processos**



## 3 Empresa de acolhimento: JNF

### 3.1 Caracterização da empresa

A J.Neves & Filhos S.A. teve origem em 1965 e é uma empresa dedicada ao comércio, desenvolvimento e produção de ferragens para construção.

As suas instalações estão sediadas em Gondomar, Porto, tendo uma área coberta de aproximadamente 9000 m<sup>2</sup>, divididas em dois blocos principais (Figura 44).



Figura 44 - Instalações da JNF em Gondomar

De forma a completar a sua capacidade produtiva, a empresa criou parcerias com outras entidades, aumentando a sua gama de produção, destacando-se pela diversidade e qualidade dos produtos.

Tem como mercado alvo as empresas de projeto e construção civil, bem como gabinetes de arquitetura, sendo reconhecida pelo desenvolvimento de soluções de acordo com as tendências da arquitetura contemporânea.

Para se manter como empresa de referência do setor, aposta de forma muito ativa na investigação e desenvolvimento, procurando manter-se com produtos que seguem a tendência do mercado bem como processos que permitam a melhoria dos seus sistemas de produção, de forma dinâmica. A empresa conta com mais de duzentos registos e patentes.

Neste momento a empresa conta com cerca de sessenta funcionários e dispõe de diversos showrooms e gabinetes de apoio ao projeto, sendo os principais localizados em: Portugal (Porto), Espanha (Barcelona), China (Hong Kong) e Chile (Santiago).

Tem um forte impacto tanto no mercado nacional como internacional, tentando aumentar o seu volume de exportação de forma persistente, vendendo para mais de setenta países.

A procura pelos produtos produzidos pela JNF tem vindo a aumentar, refletindo-se no seu volume de negócios, sendo possível observar uma presença no mercado cada vez mais significativo como demonstrado na Figura 45.

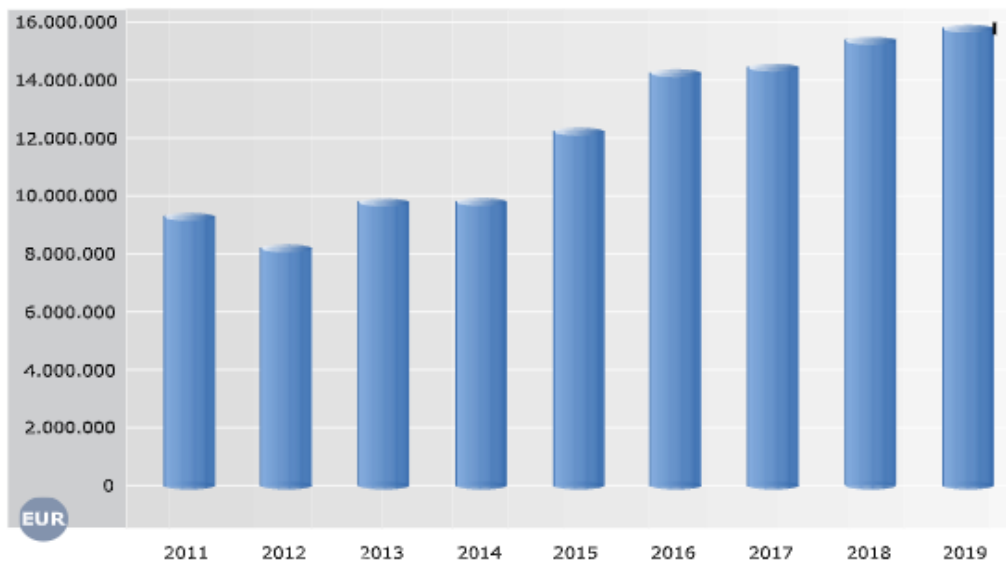


Figura 45 - Gráfico de volume de negócio ao longo dos anos

Atualmente os sistemas de fecho têm um impacto relativamente grande no volume de negócio da JNF, sendo comercializados mais de 250.000 unidades anualmente, representando cerca de 17% das vendas.

A empresa encontra-se certificada pela Associação Portuguesa de Certificação (APCER) segundo três normas:

- ISO 9001 – Apresenta um sistema de gestão da qualidade que garante a otimização de processos bem como a agilidade no desenvolvimento de produtos e respetiva produção.
- ISO 14001 – Apresenta um sistema de gestão ambiental que garante a redução do impacto da pegada ecológica bem como o aumento da sua sustentabilidade.
- ISO 45001 – Apresenta um sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional que garante a redução dos riscos da empresa, bem como a preocupação com saúde e segurança dos trabalhadores.

De forma a reduzir o seu impacto ambiental, a empresa tem desenvolvido um programa de sustentabilidade para diminuir os seus desperdícios e respetiva pegada ecológica. Para isso, a JNF tende a aumentar o seu contributo com o recurso a energias renováveis (Figura 46) bem como a utilização de materiais recicláveis e processos de menor impacto ambiental.

A empresa tem também como objetivo a eliminação do plástico de uso “único” nas embalagens até 2022. A sua preocupação é criar produtos de forma sustentável e que apresentem um elevado ciclo de vida, de forma a evitar utilizações descartáveis.



Figura 46 - Painéis solares fotovoltaicos instalados nas instalações da JNF

Os pontos seguintes apresentam, de forma sucinta, a Missão, Visão e Valores da empresa:

- **Missão:** Garantir a produção e distribuição de ferragens para construção e mobiliário que solucionam a maior parte das exigências dos projetos de arquitetura contemporânea e de reabilitação, com especial atenção à satisfação dos clientes.
- **Visão:** Ser uma referência nacional e internacional no setor onde exerce atividade, apostando na tecnologia, inovação, funcionalidade e design, aliados à responsabilidade ambiental e social.
- **Valores:** Manter os padrões de qualidade elevada nos produtos e serviços de apoio ao cliente.

## 3.2 Caracterização dos processos

A empresa divide a sua produção de acordo com a sua origem, definindo como produção interna todos aqueles processos que possui nas suas instalações. De forma a aumentar o leque de processos disponíveis para produção, recorre a subcontratação ou parcerias com outras empresas, denominando estes recursos por produção externa.

### 3.2.1 Produção interna

De forma a tornar-se competitiva, garantindo flexibilidade na customização e adaptação dos produtos, a JNF tem vindo a optar por desenhar peças compatíveis com os processos realizados internamente. Para este efeito, conta com diversos equipamentos de produção, organizados por processo, divididos em diversas secções (Figura 47):



Figura 47 - Edifício de produção da JNF

- Zona de equipamentos de controlo numérico computadorizado (CNC)

Para processos de desbaste e remoção de aparas, a empresa dispõe de três centros de maquinagem, dois tornos suíços e quatro tornos convencionais.

- Montagem

A montagem dos produtos é ainda realizada com elevado recurso a mão-de-obra. Para esta etapa, são utilizadas diversas bancas onde os colaboradores realizam processos de montagem de forma manual, com o apoio de ferramentas e gabaritos específicos para cada produto.

- Soldadura e gravação laser

Para realizar processos de soldadura, a empresa utiliza os processos manuais de *Tungsten Inert Gas* (TIG) e *Metal Inert Gas* (MIG) *Metal Active Gas* (MAG). De forma a melhorar a eficiência destes processos, encontra-se a implementar soldadura laser robotizada.

Para identificar os seus produtos, utiliza duas máquinas de gravação laser, estando uma delas com alimentação automatizada com a utilização de um robô colaborativo.

- Acabamento

Os processos de acabamento característicos da empresa são o escovado e o polido. Para realizar estes processos, as peças são manuseadas manualmente devido à sua geometria e orientações do escovado desejados.

A empresa possui diversos equipamentos para este processo, bem como uma lixadeira de planos automática.

Possui também outros tipos de equipamentos como jato de areia e vibro acabamento.

- PVD

De forma a responder aos requisitos do mercado e mantendo o nível elevado de qualidade e sustentabilidade, a empresa opta por acabamentos PVD, utilizando nitreto de titânio na deposição, para apresentar diversas colorações nos produtos enquanto aumenta a resistência à corrosão e ao risco dos mesmos. Para este processo dispõe de duas máquinas e uma linha de desengorduramento.

- Embalagem

Todos os produtos comercializados pela empresa têm de ser embalados para garantir que chegam em bom estado ao cliente. Devido à diversidade de geometrias, tamanhos e combinações de produtos, este processo é feito de forma manual, sendo apenas realizado de forma automática o embalamento e a selagem de uma percentagem relativamente pequena de produtos.

- Indústria 4.0

De forma a automatizar algumas tarefas, garantindo a flexibilidade, a empresa tem vindo a apostar na robótica, dispondo de dois robôs colaborativos e um industrial.

Para melhorar o fluxo e a gestão da produção, dispõe de armazéns automáticos, onde são armazenadas as peças acabadas enquanto aguardam a respetiva montagem.

- **Manufatura aditiva**

A empresa possui uma impressora 3D industrial de *Fused Deposition Modeling* (FDM). Este equipamento permite realizar protótipos, garantindo a rápida validação de conceitos e acelerando o processo de investigação e desenvolvimento. Para além da prototipagem, é usada para desenvolver ferramentas de apoio à produção, aumentando a rapidez de adaptação e flexibilidade do fabrico. A sua precisão e dimensão de impressão permitem realizar pequenas produções em materiais poliméricos, não sendo necessário o investimento em ferramentas.

### 3.2.2 Produção externa

Devido à grande variedade de produtos, é necessário recorrer a diversos processos de fabrico e materiais. Existem vários fatores que promovem a produção externa, tal como a competitividade do setor, a baixa rotatividade de alguns produtos e a política de crescimento progressivo da empresa, não querendo adotar recursos e infraestruturas de forma repentina e irreversível.

De forma a completar as suas capacidades produtivas, a JNF realiza parcerias com outras fábricas, garantindo assim um dos catálogos mais completos e diversificados do setor. São exemplos destes processos o corte de laser, quinagem, fundição, injeção de plásticos, sinterização, extrusão, anodização, pintura eletrostática, têmpera, entre outros.

### 3.2.3 Testes e ensaios

Para garantir a qualidade dos produtos bem como o cumprimento das normas em vigor, estes são submetidos de forma regular a testes e ensaios. Para este efeito, a JNF desenvolve equipamentos específicos para cada tipo de produto (Figura 48).

Para as normas e produtos mais exigentes, a JNF recorre a laboratórios certificados, obtendo certificados de conformidade desses respetivos produtos.



Figura 48 - Máquinas de testes e ensaios



## **4 Caracterização do problema.**

### **Fechadura em estudo**

**4.1 Problema**

**4.2 Fechadura selecionada para o estudo**



## 4 Caracterização do problema. Fechadura em estudo

### 4.1 Problema

Devido à complexidade das fechaduras e a sua inclusão num mercado competitivo, para se justificar a automatização de sistemas de produção, é necessário produzir grandes quantidades, de forma a poder amortizar ao máximo os seus custos. Porém, apesar de diminuir tempos e custos de produção, estes métodos limitam os acabamentos e as cores em que estes produtos são vendidos, uma vez que obriga a criar stocks exageradamente elevados para uma grande parte dos acabamentos.

A JNF tem vindo a desenvolver fechaduras em que os componentes visíveis possam ser desmontados sem comprometer o funcionamento dos sistemas. Este método envolve o retroceder do processo, obrigando a uma logística inversa na produção, resultando num grande desperdício de tempos, ocupação de postos de trabalho e consequentemente custos associados.

De forma a manter-se competitiva com outras empresas do setor, a empresa realiza a subcontratação da produção de fechaduras de menor valor, produzindo internamente apenas algumas fechaduras de valor acrescentado, de forma a melhorar a oferta de acabamentos disponíveis. Porém, as fechaduras desenvolvidas para este efeito, têm se demonstrado ineficazes na redução de custos devido à exagerada quantidade de matéria-prima utilizada, processos de fabrico envolvidos, logística e ocupação de postos de trabalho.

Perante o problema exposto, foi realizado o levantamento de produtos que a empresa considera demasiado dispendiosos para a função que desempenham e cuja taxa de ocupação de recursos humanos na sua produção e montagem é elevada. Após essa pesquisa, foi selecionada uma fechadura de portas deslizantes com a finalidade de a tornar economicamente mais competitiva. Para isso, pretende-se realizar o seu redesenho, de forma a reduzir a quantidade de matéria-prima bem como as taxas de ocupação de recursos humanos, tempos de produção e tempos de montagem. Ao redesenhar a fechadura, a empresa procura, também, solucionar alguns pontos fracos comerciais. De modo a melhorar a compreensão da sua escolha, a fechadura selecionada é apresentada nos subcapítulos seguintes.

### 4.2 Fechadura selecionada para o estudo

Neste subcapítulo é apresentada a fechadura selecionada pela empresa de acolhimento para a realização deste estudo. A fechadura em questão foi considerada sobredimensionada, apresentando um custo elevado para o mercado atual, refletindo-

se, de forma gradual, na descida da sua procura para a instalação em portas domésticas ou de utilização pública. Esta fechadura é aplicada em portas deslizantes, sendo atuada por um cilindro europeu (Figura 49).



Figura 49 - Fechadura selecionada e cilindro europeu

Uma vez que este tipo de fechadura é maioritariamente aplicado em portas de divisões interiores, em instalações domésticas ou de utilização pública, é necessário utilizar um conversor de quadra para cilindro europeu para permitir a utilização de um sistema de ativação da fechadura por manipulo, idêntico ao apresentado na Figura 50, anulando a utilização do cilindro europeu.

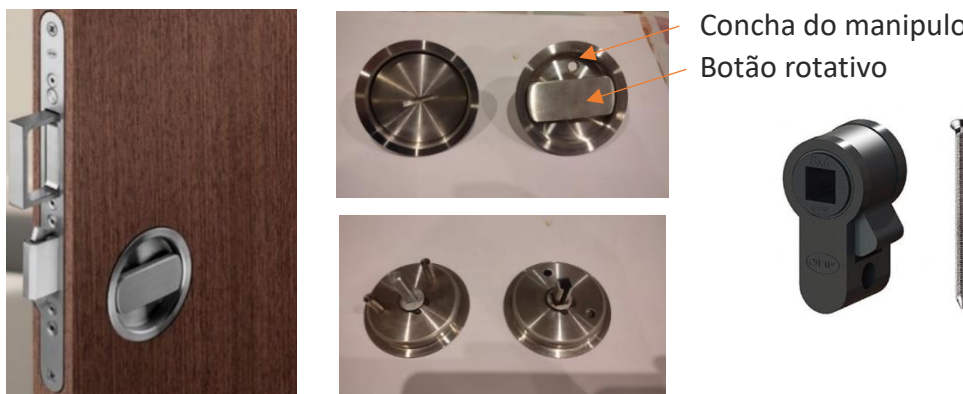
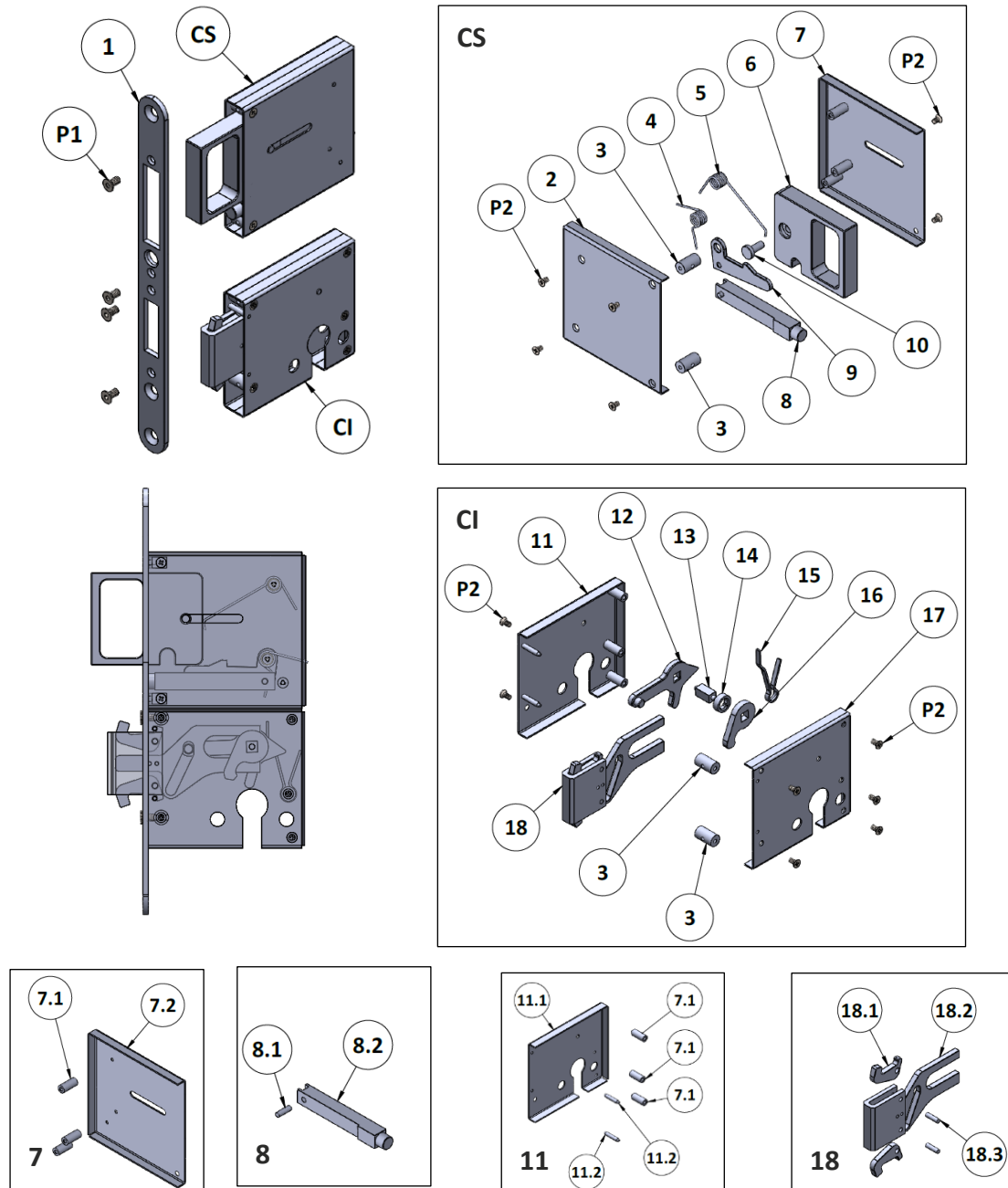


Figura 50 – Aplicação em portas de divisões interiores: sistema de ativação por manipulo da fechadura e conversor de quadra para cilindro europeu

#### 4.2.1 Componentes

De forma a manter os mecanismos ocultos e ser atuada por cilindro europeu, esta fechadura apresenta uma elevada quantidade de componentes, o que representa uma grande taxa de ocupação dos postos de produção, tempos necessários para a montagem bem como logística dos componentes. Esta fechadura está dividida em dois conjuntos independentes acoplados à frente de fechadura. É mostrado na Figura 51 uma vista explodida desta fechadura, onde é possível observar estes dois conjuntos bem como todos os seus componentes numerados, de forma a facilitar a interpretação deste estudo.



CI-Conjunto inferior; CS-Conjunto superior; P1-Parafusos de fixação da frente de fechadura; P2-Parafusos de fixação das tampas; 1-Frente da fechadura; 2-Tampa superior esquerda; 3-Pernos roscados para fixação das tampas e frente de fechadura; 4-Mola tensora do ativador da concha e linguete; 5-Mola tensora da concha; 6-Concha; 7-Tampa superior direita; 7.1-Pernos roscados para fixação das tampas; 7.2-Chapa da tampa superior direita; 8-Ativador da concha; 8.1-Eixo de rotação do linguete; 8.2-Barra do ativador da concha; 9-Linguete; 10-Eixo da concha; 11-Tampa inferior esquerda; 11.1- Chapa da tampa inferior esquerda; 11.2-Pernos de ativação dos mordentes; 12-Componente de transformação de movimento rotativo em movimento linear; 13-Eixo de rotação; 14-Espaçador; 15-Mola tensora da língua; 16-Chapa de transmissão de movimento entre o cilindro e o eixo; 17-Tampa inferior direita; 18-Língua; 18.1-Mordentes; 18.2-Corpo da língua; 18.3-Eixo de rotação dos mordentes; 19-Chapa testa; 20-Caixa testa

Figura 51 - Vista explodida da fechadura em estudo

#### 4.2.2 Princípio de funcionamento

Com o objetivo de simplificar a interpretação do princípio de funcionamento da fechadura, os dois conjuntos são apresentados de forma separada, uma vez que são independentes entre si.

##### Conjunto superior

Este conjunto tem como principal objetivo proporcionar ao utilizador a possibilidade de puxar a porta pela zona frontal, sendo possível a total inclusão da porta na respetiva cassete. O seu princípio de funcionamento é descrito de seguida, sendo possível observar os respetivos esquemas na Figura 52.

Para ativar este sistema é necessário pressionar o ativador da concha (8) pela zona frontal, que por sua vez transmite o movimento descendente ao linguete (9) através do eixo de rotação (8.1), desbloqueando a concha (6), que avança devido à ação da sua mola tensora (5).

Para retomar à posição fechada, é necessário empurrar a concha (6) no sentido inverso ao da ativação. Para assegurar que esta se mantém na posição e o linguete (9) realiza a ancoragem da concha (6), o sistema possui uma mola tensora (4) para estes componentes estarem sempre sobre carga. Este sistema permite o recuo da concha mesmo em caso de vandalização, ou má utilização, ao fechar a porta com o conjunto superior na posição aberta. Porém, o utilizador pode deixar a concha sempre na posição aberta, criando um obstáculo na zona de passagem. Este obstáculo é considerado perigoso, uma vez que os utilizadores podem colidir com este, provocando lesões, ou até mesmo por se encontrar à altura da cabeça das crianças, tornando-se um produto pouco procurado para aplicações em ambientes frequentados por estas.

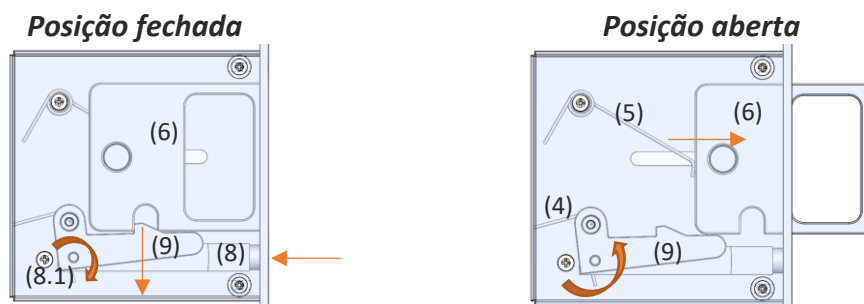


Figura 52 - Esquemas de funcionamento do conjunto superior

##### Conjunto inferior

Este conjunto tem como principal objetivo realizar o fecho da porta, impossibilitando a sua abertura sem o desbloqueio do mesmo. O seu princípio de funcionamento é descrito de seguida, sendo possível observar os respetivos esquemas na Figura 53.

Ao realizar o movimento de rotação do cilindro ou do atuador da fechadura, este movimento é transmitido à chapa de transmissão de movimento (16) que por sua vez

provoca a rotação do eixo (13) e conseqüentemente do componente de transformação de movimento rotativo em movimento linear (12). Com este movimento, a língua (18) avança de forma linear, provocando a atuação dos mordentes (18.1) através da colisão com os pernos de ativação (11.2).

Para realizar o recuo do sistema, os movimentos são realizados no sentido inverso. Uma vez na posição aberta, é impossível realizar o movimento de recuo da língua, pela zona frontal da fechadura, devido à came existente no corpo desta (18.2). Ao garantir a segurança do sistema com esta medida, torna-se possível vandalizar, ou danificar por má utilização, o sistema ou a chapa testa (19), fechando a porta com o sistema na posição aberta. Para além deste problema, o utilizador pode deixar a língua (18) sempre na posição aberta, criando um obstáculo na zona de passagem. Este obstáculo é considerado perigoso, por obstruir a zona de passagem, devido às razões indicadas na descrição do conjunto superior.

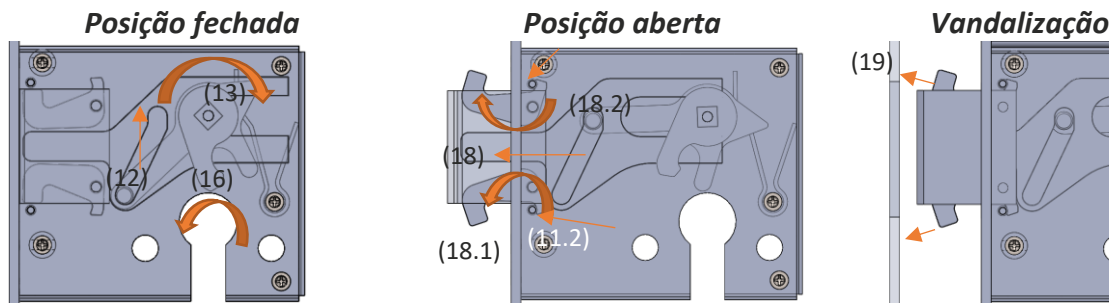


Figura 53 - Esquemas de funcionamento do conjunto inferior

#### 4.2.3 Processos de fabrico dos componentes

Para a realização deste estudo, foram analisados os materiais usados nos componentes desta fechadura, bem como os processos envolvidos no fabrico dos mesmos. Esta fechadura apresenta todos os seus componentes em aço inoxidável AISI 304, fabricados segundo a descrição apresentada na Tabela 5. Nesta tabela os componentes estão indicados de acordo com a numeração utilizada na Figura 51. São também apresentados os custos e tempos de produção, podendo ser observados em maior detalhe em anexo (Anexo 8.1).

Tabela 5 - Processos de fabrico utilizados na produção da fechadura em estudo


<b>Custo de produção: 25 €</b>	
<b>Tempo de produção: 30 min</b>	
	<p><b>1 – Frente da fechadura</b></p> <p>A geometria deste componente é obtida através de estampagem e os escareados feitos manualmente com recurso a furadoras verticais. Após o fabrico, é realizado o acabamento escovado, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais. Por fim, é realizada a gravação do logotipo a laser.</p>

Tabela 5 - Processos de fabrico utilizados na produção da fechadura em estudo (Continuação)



### 2-Tampa superior esquerda

A geometria deste componente é obtida através de estampagem e os escareados feitos manualmente com recurso a furadoras verticais. Após o fabrico, é realizado o acabamento escovado, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais.



### 3-Pernos roscados para fixação das tampas e frente de fechadura

São obtidos com recurso a torneamento e não necessitam de acabamento após fabrico.



### 4-Mola tensora do ativador da concha e linguete

Geometria obtida em máquinas de deformação plástica e realizado tratamento térmico para endurecimento após fabrico.



### 5-Mola tensora da concha

Geometria obtida em máquinas de deformação plástica e realizado tratamento térmico para endurecimento após fabrico.



### 6-Concha

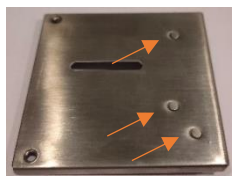
Geometria obtida em fundição por cera perdida com posterior acabamento da cavidade central com recurso a fresagem.

Após o fabrico, é realizado o acabamento escovado, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais, sendo necessária atenção à continuidade e orientação dos escovados nas diferentes faces.



### 7-Tampa superior direita

Este componente é constituído por dois subcomponentes cravados (7.1 e 7.2) por deformação plástica. Após cravar, é realizado o acabamento escovado, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais, sendo necessária atenção à continuidade e orientação dos escovados nas diferentes faces.



#### 7.1-Pernos roscados para fixação das tampas

Obtidos por torneamento, sem necessidade de acabamento após fabrico.

#### 7.2- Chapa da tampa superior direita

A geometria deste componente é obtida através de estampagem e os escareados feitos manualmente com recurso a furadoras verticais.



### 8-Ativador da concha

Este componente é constituído por dois subcomponentes cravados (8.1 e 8.2) por deformação plástica.

#### 8.1-Eixo de rotação do linguete

Obtido por torneamento, sem necessidade de acabamento após fabrico.



#### 8.2-Barra do ativador da concha

Barra de secção quadrada torneada numa das extremidades com posterior fresagem das faces e furo para alojar o eixo.

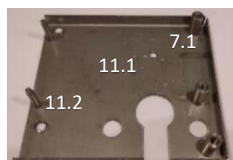
Tabela 5 - Processos de fabrico utilizados na produção da fechadura em estudo (Continuação)

**9-Linguete**

Componente obtido através de estampagem e realizado processo de vibro acabamento para quebrar arestas.

**10-Eixo da concha**

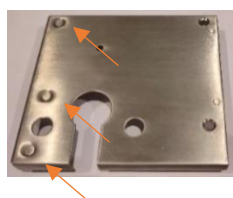
Obtido por torneamento, sem necessidade de acabamento após fabrico.

**11-Tampa inferior esquerda**

Este componente é constituído por três subcomponentes cravados (7.1, 11.1 e 11.2) por deformação plástica. Após cravar, é realizado o acabamento escovado, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais, sendo necessária atenção à continuidade e orientação dos escovados nas diferentes faces.

**7.1-Pernos roscados para fixação das tampas**

Obtidos por torneamento, sem necessidade de acabamento após fabrico.

**11.1-Chapa da tampa inferior esquerda**

A geometria deste componente é obtida através de estampagem e os escareados feitos manualmente com recurso a furadoras verticais.

**11.2- Pernos de ativação dos mordentes**

Obtidos por torneamento, sem necessidade de acabamento após fabrico.

**12-Componente de transformação de movimento rotativo em movimento linear**

Geometria obtida em fundição por cera perdida sem necessidade de acabamento após fabrico.

**13-Eixo de rotação**

Barra de secção quadrada torneada nas extremidades, sem necessidade de acabamento após fabrico.

**14-Espaçador**

Geometria obtida por torneamento com posterior estampagem da quadra central. Não necessita de acabamento após fabrico.

**15-Mola tensora da língua**

Geometria obtida em máquinas de deformação plástica e realizado tratamento térmico para endurecimento após fabrico.

**16-Chapa de transmissão de movimento entre o cilindro e o eixo**

Geometria obtida em fundição por cera perdida sem necessidade de acabamento após fabrico.

Tabela 5 - Processos de fabrico utilizados na produção da fechadura em estudo (Continuação)



### 17-Tampa inferior direita

A geometria deste componente é obtida através de estampagem e os escareados feitos manualmente com recurso a furadoras verticais. Após o fabrico, é realizado o acabamento escovado, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais.



### 18-Lingua

Este componente é constituído por três subcomponentes cravados (18.1, 18.2 e 18.3) por deformação plástica. Após cravar, é realizado o acabamento escovado, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais, sendo necessária atenção à continuidade e orientação dos escovados nas diferentes faces.

#### 18.1-Mordentes

Geometria obtida em fundição por cera perdida. Realizado acabamento escovado antes de cravar, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais.

#### 18. 2-Corpo da língua

Geometria obtida em fundição por cera perdida, não sendo necessário realizar processos de acabamentos antes de cravar.

#### 18.3-Eixo de rotação dos mordentes

São obtidos com recurso a torneamento e não necessitam de acabamento após fabrico.



### 19-Chapa testa

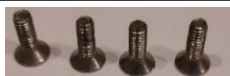


A geometria deste componente é obtida através de estampagem e os escareados feitos manualmente com recurso a furadoras verticais. Após o fabrico, é realizado o acabamento escovado, de forma manual, utilizando lixadeiras horizontais. Por fim, é realizada a gravação do logotipo a laser.



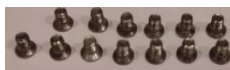
### 20-Caixa testa

A geometria deste componente é obtida através de estampagem e não necessita de acabamento após fabrico.



### P1 - Parafusos DIN 7991 M4

Parafusos de medidas *standard*.



### P2 - Parafusos DIN 7991 M3

Parafusos de medidas *standard*.

#### 4.2.4 Processo de montagem

Após a análise dos componentes, foi realizado o levantamento do processo de montagem destes produtos, tal como apresentado na Tabela 6. É também apresentado o tempo necessário para a montagem bem como custo baseado no preço médio de mão-de-obra definido pela JNF (15€/hora).

Tabela 6 - Processo de montagem da fechadura em estudo








<b>Tempo de montagem: 6:30 min</b> <b>Custo da montagem: 1,65€</b>	
	<b>Conjunto superior</b>
	<p>Apertar os parafusos roscados para fixação das tampas e frente de fechadura (3) que realizam o suporte da tampa superior direita (7), de forma que a rosca utilizada para a fixação da frente da fechadura (1) fique alinhada para a fixação desta.</p>
	<p>Colocar o eixo da concha (10) na concha (6) e montar no sistema anterior (3,7), de forma que peças fiquem guiadas.</p>
	<p>Colocar o linguete (9) guiado no perno, utilizando o furo existente neste.</p>
	<p>Colocar o ativador da concha (8), de forma que o eixo fique encaixado no furo do linguete (9).</p>
	<p>Colocar as molas tensoras (4 e 5) de forma a criar carga na concha (6) e no ativador da concha (8). Lubrificar o sistema com massa.</p>
	<p>Fechar o sistema com a tampa superior esquerda (2) e apertar com os parafusos de fixação das tampas (P2).</p>

Tabela 6 - Processo de montagem da fechadura em estudo (Continuação)




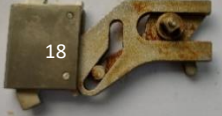



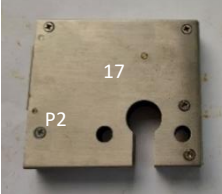
	<p><b>Conjunto inferior</b></p>
	<p>Apertar os parafusos roscados para fixação das tampas e frente de fechadura (3) que realizam o suporte da tampa inferior esquerda (11), de forma que a rosca utilizada para a fixação da frente da fechadura (1) fique alinhada para a fixação desta.</p>
	<p>Encaixar o componente de transformação de movimento rotativo em movimento linear (12), o eixo de rotação (13) e o espaçador (14).</p>
	<p>Pré-montar o sistema anterior (12,13 e 14) com a língua (18).</p>
	<p>Colocar a chapa de transmissão entre o cilindro e o eixo (16) no sistema anterior (12,13,14 e 18).</p>
	<p>Montar o sistema da língua (12, 13, 14, 16 e 18) juntamente com o sistema da tampa inferior esquerda (3 e 11), garantindo que o eixo fica guiado no furo da tampa.</p>
	<p>Colocar a mola tensora da língua (15) de forma a criar carga no sistema. Lubrificar com massa.</p>
	<p>Fechar o sistema com a tampa inferior direita (17) e apertar os parafusos de fixação das tampas(P2).</p>

Tabela 6 - Processo de montagem da fechadura em estudo (Continuação)

<b>Montagem final</b>	
	Fixar os dois subconjuntos anteriores com a frente da fechadura (1) utilizando os parafusos de fixação da frente da fechadura (P1).
	Realizado teste de verificação de funcionamento.
<b>Embalagem</b>	
	Embar em sacos plásticos a fechadura, a testa e respetivos acessórios, de forma a preservar o acabamento.
	Embar em caixa de cartão natural e armazenar no lote.

#### 4.2.5 Acabamentos especiais

De forma a realizar acabamentos especiais, é necessário retirar as fechaduras do lote e encaminhar para os processos de acabamento, onde serão desembaladas. Para garantir um bom acabamento, torna-se imperativo desmontar os componentes visíveis (1 e 6) e proceder ao respetivo processo de desengorduramento. Como estes componentes apresentam lubrificantes, mesmo com o processo de desengorduramento podem apresentar vestígios destes, comprometendo a qualidade do revestimento bem como riscos para o processo em questão, como por exemplo, a contaminação da câmara de PVD. Após o acabamento realizado, é necessário voltar a montar a fechadura, lubrificar e re-embar. Apesar de ser visível, a língua não é sujeita a estes acabamentos, uma vez que os mordentes se encontram cravados e tornam a sua desmontagem complexa. Devido a este fator, os mordentes encontram-se em zona de sombra, não conseguindo ser alcançados pelos revestimentos. Esta sequência pode ser observada na Figura 54, observando os componentes que são sujeitos a estes acabamentos.



Figura 54 – Processo de acabamentos especiais

#### 4.2.6 Pontos fracos comerciais

De forma a melhorar a procura pelo produto, foram identificados alguns fatores que podem limitar ou condicionar a venda deste produto:

- Preço;
- Necessidade de utilizar adaptadores para utilizar sistemas de atuação e manípulos convencionais (Figura 50);
- Dificuldade de abertura por pessoas com mobilidade condicionada devido à força necessária para a rotação do manípulo e da sua reduzida profundidade para a realização da tração da porta (Figura 50 e Figura 55 - b);
- Dificuldade de utilização com unhas grandes devido à baixa profundidade dos manípulos compatíveis com esta fechadura (Figura 50);
- Possibilidade de obstrução da zona de passagem, podendo provocar lesões nos utilizadores (Figura 52 e Figura 53);
- Suscetível a vandalização ou má utilização, podendo danificar a chapa testa ou até mesmo o mecanismo da língua (Figura 53);
- Acabamentos especiais apenas em alguns componentes. Existem componentes visíveis que não vão para acabamento devido a estarem cravados, originando zonas não cobertas pelos revestimentos (Figura 54).
- Possibilidade de ferir o utilizador na unha ao acionar o atuador da concha, devido à proximidade entre estes (Figura 55 – a);
- Espessura elevada da fechadura que condiciona a profundidade da concha do sistema de atuação, afetando a ergonomia do sistema (Figura 55 - b);
- Pouca margem de erro na aplicação, uma vez que a fechadura tem de ficar perfeitamente alinhada com o sistema de atuação (Figura 55 - b);

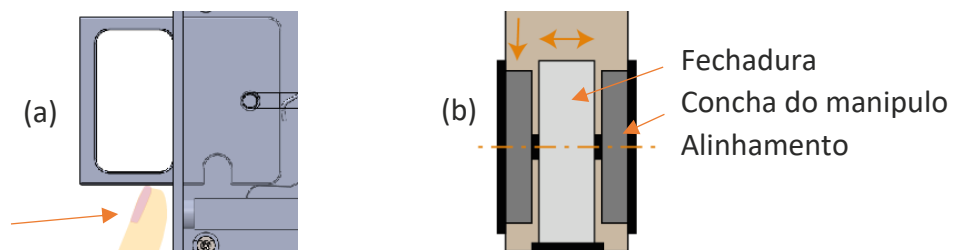


Figura 55 - Esquemas de pontos fracos comerciais. (a) Proximidade do dedo com a concha. (b) Vista superior de uma porta em corte com o sistema aplicado

# 5 Desenvolvimento e resultados

5.1 Requisitos e *Brainstorming* para obtenção de soluções

5.2 Soluções desenvolvidas para a fechadura

5.3 Desenvolvimento do sistema de atuação da fechadura

5.4 Prototipagem

5.5 Seleção do conceito a desenvolver

5.6 Análise *SWOT*

5.7 Processo de fabrico dos componentes

5.8 Sequência de montagem

5.9 Classificação segundo a norma EN12209:2003

5.10 Comparação de custos e tempos. Resultados

5.11 Embalagem

5.12 Calendarização da produção

5.13 Otimização do processo de produção interna

5.14 Otimização do processo de montagem



## 5 Desenvolvimento e resultados

### 5.1 Requisitos e *Brainstorming* para obtenção de soluções

Na realização deste trabalho, para além dos aspetos produtivos, foram também abordados quais os requisitos e aspetos relevantes para a comercialização do produto que, para além do custo, demonstram-se possíveis vantagens competitivas em relação aos produtos existentes no mercado. Foram realizadas reuniões com os departamentos de produção, comercial e desenvolvimento de produto para exposição e debate de ideias com o objetivo de definir um ponto de partida. São apresentadas de seguida os requisitos e ideias que resultaram das respetivas reuniões:

#### **Requisitos**

- Aplicação em portas deslizantes;
- Fecho da porta através da atuação de um mecanismo externo que permita movimentar a mesma;
- Possibilidade de abrir a porta pelo lado exterior em caso de emergência, para permitir a utilização em espaços públicos e domésticos.

#### ***Brainstorming* comercial**

- Custo;
- Permitir acabamentos especiais nas faces visíveis;
- Diminuir tempos de instalação na porta;
- Diminuir rigor e precisão na instalação;
- Funcionamento suave e silencioso;
- Ergonomia e melhorar a utilização por pessoas de mobilidade reduzida;
- Evitar danos no sistema por vandalização ou má-utilização ao deixar os mecanismos ativos;
- Estruturas de porta e respetivas de mecanizações;
- Evitar lesões nos utilizadores provocadas pela obstrução das passagens ou utilização dos mecanismos;
- Possibilidade de eliminar a utilização de cilindro europeu para simplificar o mecanismo;
- Diminuir a espessura da fechadura, de forma a aumentar a profundidade das conchas.

#### ***Brainstorming* para produção**

- Uniformização da matéria-prima;
- Materiais sustentáveis;

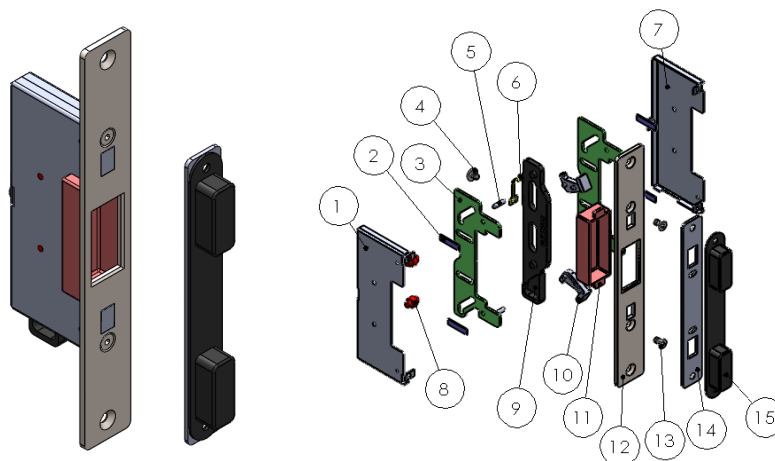
- Soluções de produto semiacabado para possibilitar produções para diferentes acabamentos;
- Redução de número de componentes;
- Redução de etapas e tempos de produção;
- Redução de tempos e complexidade da montagem;
- Procurar automatização e processos flexíveis para futura utilização noutros produtos;
- Reduzir mão-de-obra e taxas de ocupação de recursos humanos.

## 5.2 Soluções desenvolvidas para a fechadura

Neste subcapítulo são apresentadas as várias soluções para alteração do projeto do sistema de fecho, alvo deste estudo. Estas novas soluções têm de respeitar os requisitos apresentados no tópico anterior e se possível, introduzir as respetivas sugestões de melhoria. Nas soluções desenvolvidas não é utilizado o manipulativo rotativo para atuação da fechadura, sendo apresentado no subcapítulo seguinte (5.3) o novo sistema de atuação, que é realizado por um movimento vertical.

### Primeira solução

A primeira solução abordada neste trabalho demonstra um decréscimo na quantidade de componentes e respetiva complexidade produtiva. Para além da redução de componentes e quantidade de molas, a montagem torna-se também mais simples devido à sequência de montagem por camadas. É apresentada na Figura 56 a fechadura montada e a respetiva vista explodida, onde é possível observar todos os seus componentes numerados, de forma a facilitar a interpretação desta.



1-Tampa esquerda; 2-Fita polimérica; 3-Chapas de transmissão de movimento; 4-Parafuso de fixação da mola; 5- Pino para acionamento dos mordentes; 6-Mola; 7-Tampa direita; 8-Eixos cilíndricos; 9-Componente deslizante; 10-Mordente; 11-Concha; 12-Frente da fechadura; 13-Parafuso de fixação da frente de fechadura; 14-Chapa testa; 15-Caixa testa

Figura 56 - Primeira solução montada e vista explodida

O funcionamento desta solução é demonstrado nos esquemas seguintes (Figura 57) e consiste na deslocação vertical de um componente deslizante (9) polimérico, que possui

um ressalto que aciona o movimento horizontal de duas chapas metálicas de transmissão de movimento (3). Ao avançar, as chapas transmitem o movimento aos mordentes (10), que são atuados por colisão ao embater nos pinos de acionamento (5). Este sistema encontra-se guiado por uns eixos cilíndricos (8) fixados nas tampas (1 e 7) e que permitem o deslizar vertical do componente polimérico (9) e o deslizar horizontal das chapas de transmissão de movimento (3).

Para a garantir que o sistema se mantém numa posição fixa e para validação do fim de curso do mesmo, é utilizada uma mola (6) que pressiona o componente polimérico (9). De forma a garantir um funcionamento suave e silencioso, os componentes metálicos encontram-se separados, entre si, por componentes poliméricos (2 e 9). Para assegurar um contacto mais suave com a pele e as unhas das mãos, a concha (11) é fabricada em material polimérico enquanto a frente de fechadura (12) apresenta um chanfro na respetiva zona de contacto.

A caixa é formada por duas tampas metálicas (1 e 7) que são montadas em conjunto com a frente de fechadura (12), utilizando os respetivos parafusos (4 e 13).

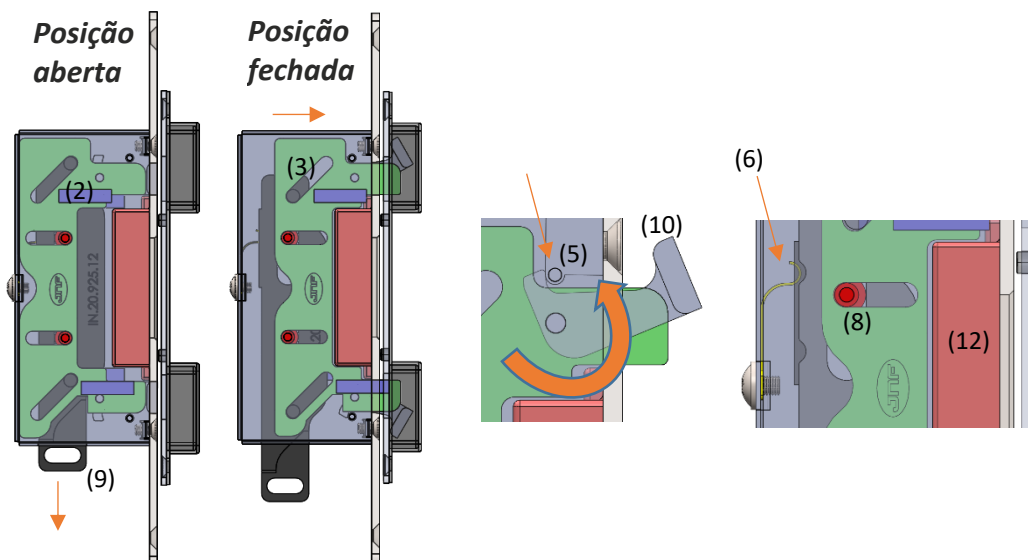


Figura 57 - Esquemas de funcionamento da primeira solução

#### Vantagens:

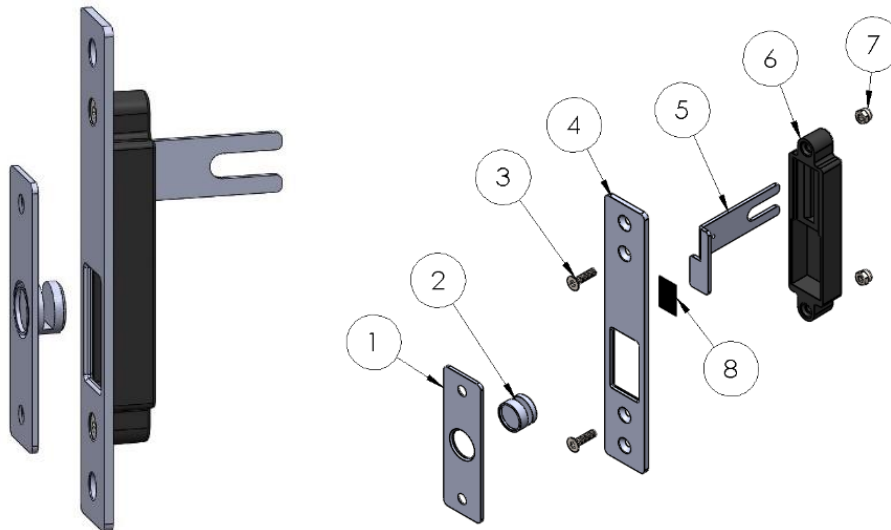
- Redução do número de componentes;
- Redução da quantidade de processos e sequências de fabrico;
- Montagem mais fácil e rápida;
- Diminuição do custo da fechadura.

#### Desvantagens:

- Não permite realizar acabamentos especiais na totalidade dos componentes visíveis, de forma simples;
- É vandalizável: no caso de se fechar a porta com os mordentes salientes, pode danificar-se a chapa testa ou a fechadura;
- Apesar de permitir a utilização de conchas mais profundas, o aumento não é muito significativo;
- Soluções idênticas no mercado.

## Segunda solução

A segunda solução é a que apresenta o menor número de componentes e uma maior facilidade de produção e respetiva montagem. É apresentada na Figura 58 a fechadura montada e a respetiva vista explodida, onde é possível observar todos os seus componentes numerados, de forma a facilitar a sua descrição.



1-Chapa de fixação ao aro; 2-Perno de bloqueio; 3-Parafuso; 4-Frente da fechadura; 5- Mordente; 6-Caixa da fechadura; 7- Porcas; 8-Fita deslizante.

Figura 58 - Segunda solução montada e vista explodida

O funcionamento desta solução é demonstrado nos esquemas seguintes (Figura 59). O bloqueio é realizado pelo mordente (5) que se desloca guiado verticalmente na caixa de fechadura (6), que por sua vez fica atracada no perno de bloqueio (2) que se encontra instalado no aro da porta. Para garantir o posicionamento do mordente (5) e validar o fim de curso deste, é utilizado um parafuso com mola e esfera (9) acoplado à caixa da fechadura (6).

Os componentes metálicos encontram-se separados, entre si, por elementos poliméricos para garantir um funcionamento suave e silencioso (6 e 8).

Devido à reduzida espessura da chapa do mordente (5), permite a utilização de sistemas de atuação com uma profundidade muito superior, comparando com as soluções existentes. Este fator provoca um elevado incremento na ergonomia do sistema.

Apesar de simples, torna-se um sistema de fácil vandalização, podendo consistir na deformação no perno de bloqueio (2) ou fechando a porta com a chapa de bloqueio (5) na posição fechada. Esta segunda alternativa pode ocorrer por má utilização ou acidentalmente, sem intenção de vandalização.

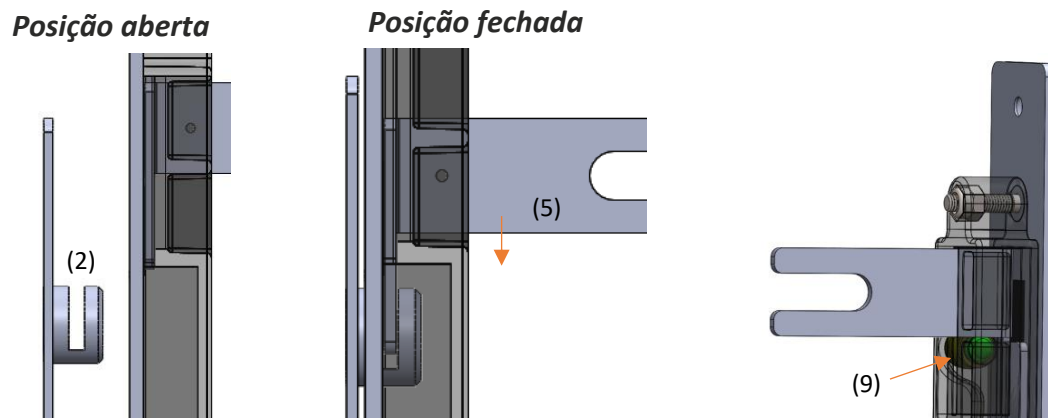


Figura 59 - Esquemas de funcionamento da segunda solução

#### Vantagens:

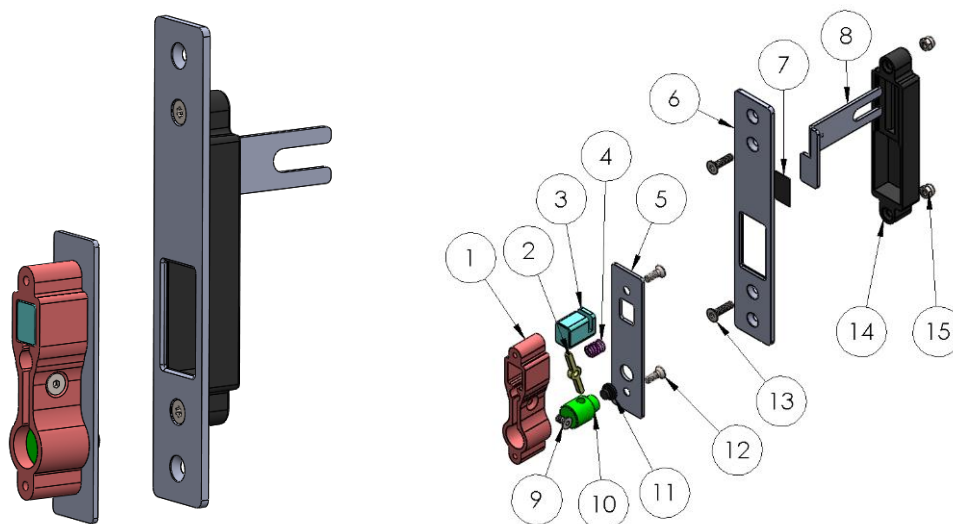
- Possibilidade de realizar acabamentos especiais em todos os componentes visíveis;
- Redução da quantidade de processos e sequencias de fabrico;
- Redução de matéria-prima;
- Solução com a montagem mais rápida;
- Permite uma grande profundidade na concha;
- Solução com o custo mais baixo.

#### Desvantagens:

- Vandalizável: no caso de se fechar a porta com os mordentes na posição fechada, pode danificar-se o perno de bloqueio, o mordente ou a caixa da fechadura;
- Situações de montagem em que os componentes salientes ficam à altura da cabeça de crianças, tornando-se perigoso;
- Situações de montagem em que as roupas tendem a ficar presas no perno de bloqueio;
- Esteticamente menos agradável devido aos componentes salientes.

### Terceira solução

A terceira solução desenvolvida apresenta um decréscimo na sua complexidade em relação à solução existente, mas, no entanto, torna-se mais complexa quando comparada com as soluções anteriores. A maior complexidade deve-se à resolução de um dos problemas identificado na segunda solução que resulta do perno de bloqueio encontrar-se sempre saliente. A Figura 60 apresenta a fechadura montada e em vista explodida. O funcionamento desta solução pode ser analisado na Figura 61



1-Caixa testa; 2-Alavanca; 3-Pino de bloqueio; 4-Mola; 5-Chapa de fixação ao aro; 6-Frente da fechadura; 7- Fita polimérica; 8- Mordente; 9-Parafuso; 10-Elemento de ativação; 11-Elastómero; 12-Parafuso; 13-Parafuso; 14- Caixa da fechadura, 15-Porcas.

Figura 60 - Terceira solução montada e vista explodida

Nesta nova solução, quando a porta está aberta, o pino de bloqueio (3) encontra-se oculto numa caixa (1) obtida por extrusão. Quando a porta é fechada, a frente da fechadura (6) pressiona o elemento de ativação (10) provocando o seu deslocamento para o interior da caixa testa (1). O recuo deste elemento (10) provoca o avanço do perno de bloqueio através de um sistema de alavanca (2) permitindo o travamento da porta através do acionamento do mordente (8).

Abrindo a porta, a mola (4) provoca a rotação da alavanca no sentido anti-horário, originando o recuo do perno de bloqueio e o avanço do elemento de ativação (10).

Ou seja, nesta solução, na posição aberta, o perno de bloqueio (3) encontra-se sempre oculto, mas o elemento de ativação (10) encontra-se sempre saliente. Contudo, este elemento (10) pode ser fabricado num material polimérico e apresentar uma ponteira de material elastomérico (11) minimizando os efeitos causados por possíveis impactos com este elemento saliente.

Para garantir o posicionamento do mordente (8) e a validação do fim de curso, é utilizado um parafuso com mola e esfera (16).

Os componentes metálicos continuam separados, entre si, por elementos poliméricos para garantir um funcionamento suave e silencioso (7 e 14).

Devido à reduzida espessura do mordente que realiza o bloqueio (8), também permite a utilização de sistemas de atuação com uma profundidade muito superior, comparando com as soluções existentes, provocando um elevado incremento na ergonomia do sistema.

Esta solução visa responder a alguns problemas detetados na solução anterior. Contudo ainda existe a possibilidade de vandalização intencional, ou por má utilização, ao deixar a chapa de bloqueio (8) na posição fechada antes de fechar a porta.

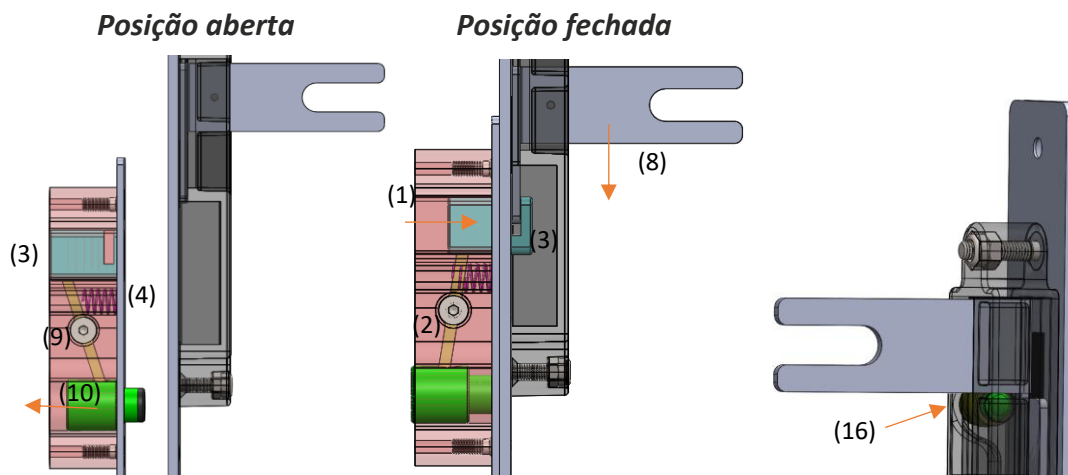


Figura 61 - Esquema de funcionamento da terceira solução

#### Vantagens:

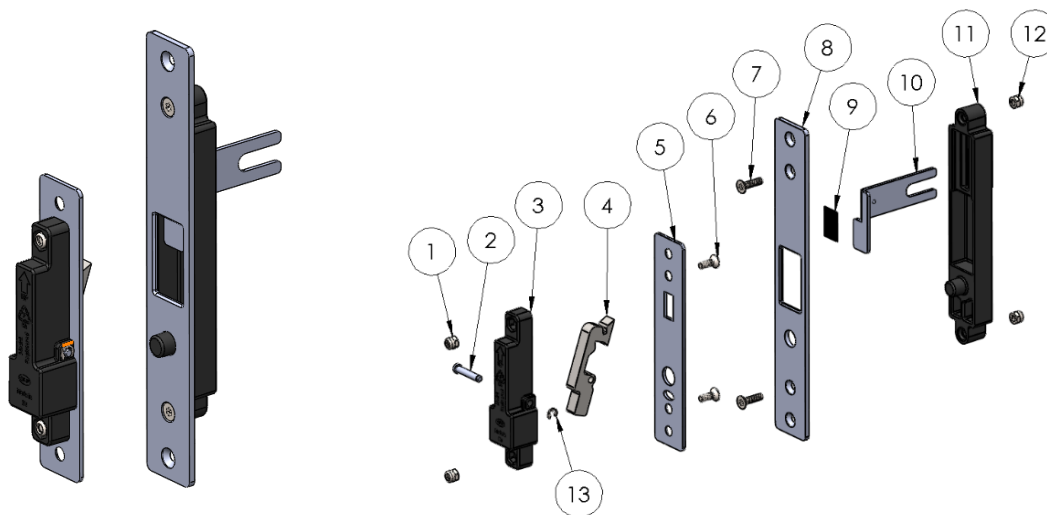
- Redução da quantidade de processos e sequencias de fabrico;
- Redução de matéria-prima;
- Redução de tempos de montagem;
- Diminuição do custo;
- Permite uma grande profundidade na concha.

#### Desvantagens:

- Vandalizável: no caso de se fechar a porta com os mordentes na posição fechada, pode danificar-se o perno de bloqueio, o mordente ou a caixa da fechadura;
- Não é possível realizar acabamentos especiais em todos os componentes visíveis;
- Mais complexa que a versão anterior;
- Esteticamente não agradável devido aos componentes salientes;
- A força da mola pode dificultar o fecho da porta sem utilização de bloqueio;
- Probabilidade de soltar o componente elastomérico com a utilização;
- Utilização de molas.

### Quarta solução

A quarta solução representa uma evolução da segunda e terceira solução, uma vez que se baseia em conceitos idênticos, mas tornando os mecanismos mais simples enquanto apresenta algumas melhorias a nível estético. Porém, o perno que ativa o mecanismo foi alterado para o lado da fechadura (Figura 62).



1-Porca; 2-Eixo; 3-Caixa do trinco; 4-Trinco; 5-Chapa de fixação ao aro; 6-Parafuso; 7-Parafuso; 8-Frente da fechadura; 9-Fita polimérica; 10-Mordente; 11-Caixa da fechadura; 12-Porca; 13-Freio;

Figura 62 - Quarta solução montada e vista explodida

O funcionamento desta solução é demonstrado nos esquemas seguintes (Figura 63).

O bloqueio é realizado da mesma forma que as soluções anteriores, sendo utilizada um mordente (10) que se desloca guiado verticalmente numa caixa (11), que por sua vez fica atracada no trinco (4) que se encontra instalado no aro da porta. Para garantir o posicionamento do mordente (10) e para validar o fim de curso, é utilizado um parafuso com mola e esfera (14) alojado na caixa da fechadura (11).

Os componentes metálicos continuam separados, entre si, por elementos poliméricos para garantir um funcionamento suave e silencioso (9 e 11).

Devido à reduzida espessura da chapa do mordente (10), também permite a utilização de sistemas de atuação com uma profundidade muito superior, comparando com as soluções existentes, provocando um elevado incremento na ergonomia do sistema.

O trinco (4) é atuado pelo contacto mecânico de um perno localizado na caixa da fechadura (11) quando a porta se encontra fechada. Assim que o sistema entra em contacto, o trinco (4) roda em torno de um eixo (2), sendo projetado para o exterior apenas a partir desse momento. O trinco (4) foi desenhado de forma que o seu centro de massa provoque o seu movimento para a posição aberta através da força da gravidade, evitando assim a utilização de molas no sistema. A posição do seu centro de massa garante que este se posiciona corretamente, mesmo que apresente ligeiros desvios angulares na sua aplicação.

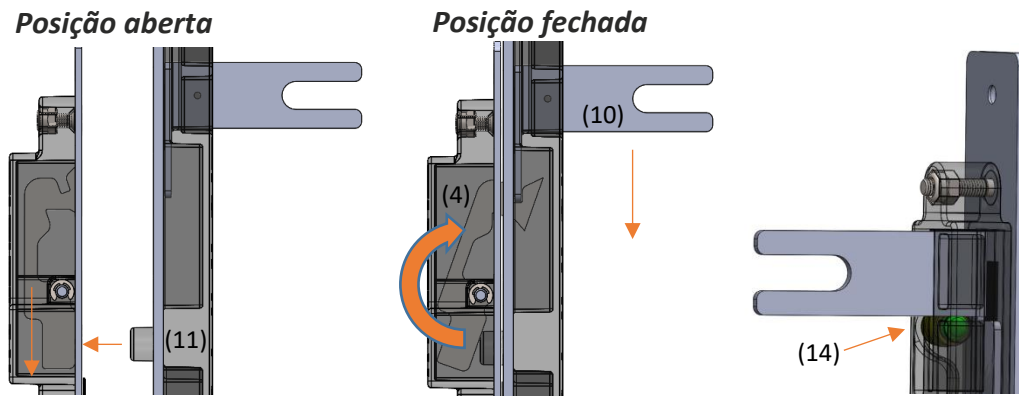


Figura 63 - Esquemas de funcionamento da quarta solução

#### Vantagens:

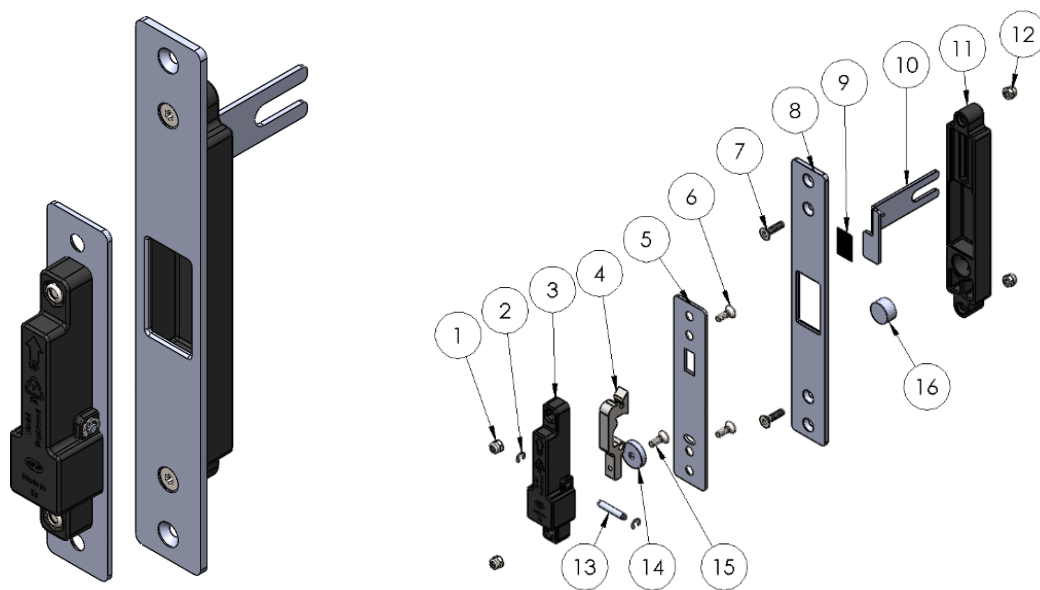
- Redução da quantidade de processos e sequencias de fabrico;
- Redução de matéria-prima,
- Redução de tempos de montagem;
- Não utiliza molas;
- Diminuição do custo;
- Permite uma grande profundidade na concha.

#### Desvantagens:

- Vandalizável: no caso de se fechar a porta com o mordente na posição fechada, pode danificar-se o trinco, o mordente ou a caixa da fechadura;
- O perno que ativa o mecanismo encontra-se saliente e na zona de passagem de pessoas;
- Não permite realizar acabamentos especiais na totalidade dos componentes visíveis.

### Quinta solução

A quinta solução representa uma evolução das soluções anteriores, baseando-se nos seus conceitos, mas tornando os mecanismos completamente ocultos sem qualquer projeção para a zona de passagem. Apresenta uma complexidade intermédia em relação a todas as soluções, sendo a única que não é vandalizável de forma simples ou por má utilização. É apresentada na Figura 64 a fechadura montada e a respetiva vista explodida, onde é possível observar todos os seus componentes numerados, de forma a facilitar a interpretação desta.



1-Porca; 2-Freio; 3-Caixa do trinco; 4-Trinco; 5-Chapa de fixação ao aro; 6-Parafuso; 7-Parafuso; 8-Frente da fechadura; 9-Fita polimérica; 10-Mordente; 11-Caixa da fechadura; 12-Porca; 13-Eixo; 14-Iman; 15-Parafuso; 16-Iman.

Figura 64 - Quinta solução montada e vista explodida

O funcionamento desta solução é demonstrado nos esquemas seguintes (Figura 65). O bloqueio é realizado da mesma forma que a solução anterior, partilhando as mesmas características de desenho.

A única diferença desta solução, quando comparada com a anterior, é a forma de acionamento do trinco (4) que é realizado através da utilização de ímanes (14 e 16). O trinco (4) é atuado por forças magnéticas provocadas pelos ímanes (14 e 16) que se encontram posicionados de forma a provocar a sua repulsão. Assim que os sistemas se aproximam, o trinco (4) roda em torno de um eixo (13), sendo projetado para o exterior apenas a partir desse momento.

Tal como na solução anterior, o sistema do trinco (4, 14, 15) foi desenhado de forma que o seu centro de massa provoque o seu movimento para a posição de aberto através da força da gravidade, evitando assim a utilização de molas no sistema. A posição do seu centro de massa garante que este se posiciona corretamente, mesmo que apresente

ligeiros desvios angulares na sua aplicação. Esta alteração evita a existência de elementos salientes sempre que a porta está aberta.

A utilização dos imanes, garante que não existe nenhum bloqueio rígido no caso de a porta ser fechada já com o mordente (10) na posição fechada, realizando o recuo do trinco (4) sempre que estes contactem pelas faces exteriores.

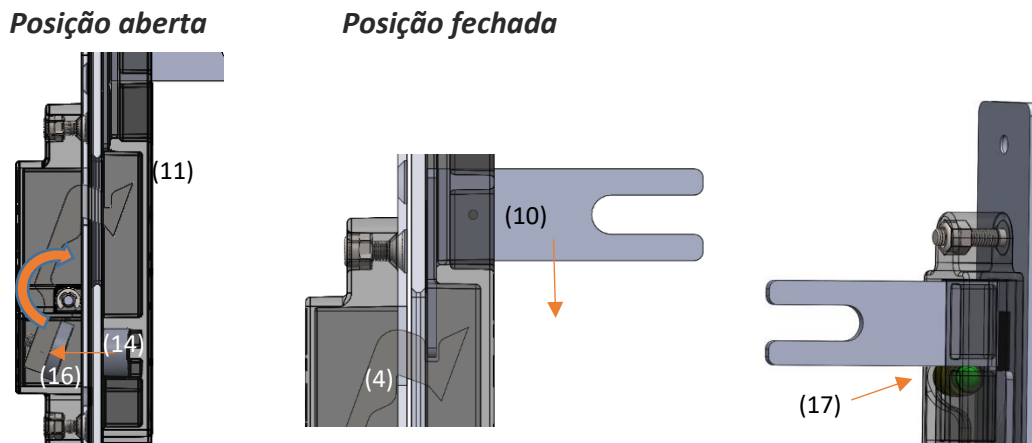


Figura 65 - Esquemas de funcionamento da quinta solução

#### Vantagens:

- Mecanismo oculto;
- Possibilidade de realizar acabamentos especiais em todos os componentes visíveis;
- Redução da quantidade de processos e sequencias de fabrico;
- Redução de matéria-prima;
- Redução do tempo de montagem;
- Permite uma grande profundidade na concha;
- Redução de custos;
- Não vandalizável: o mordente provoca sempre o recuo do trinco quando estes contactam pelas faces exteriores.

#### Desvantagens:

- Custo dos imanes;
- Necessidade de um maior controlo da produção devido ao posicionamento dos imanes;
- Comparada com as soluções anteriores, torna-se ligeiramente mais complexa de montar.

### 5.3 Desenvolvimento do sistema de atuação da fechadura

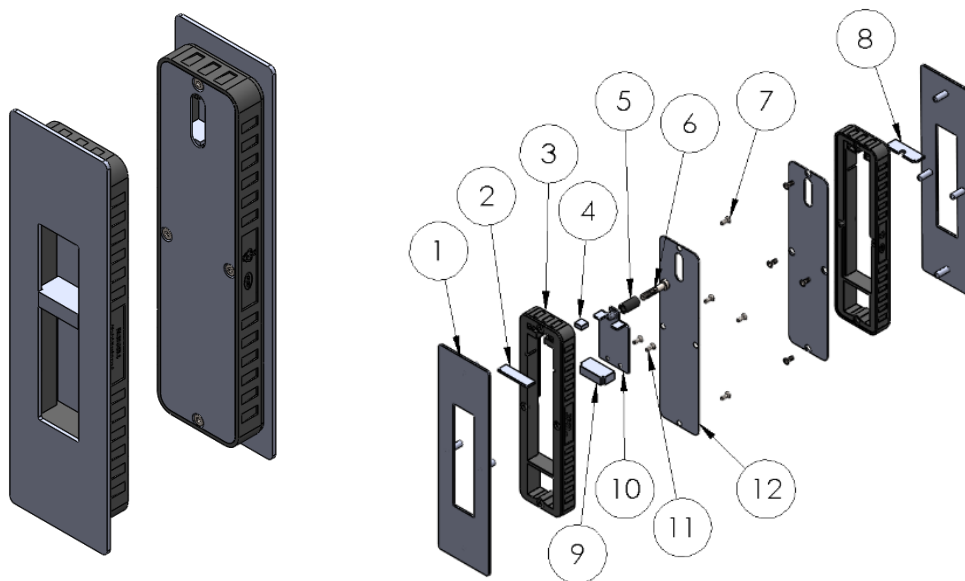
Como a JNF apenas comercializa sistemas de abertura de geometria rotativa e pretende apostar em sistemas de funcionamento vertical, foi necessário desenvolver um produto novo para este efeito.

Foram realizados vários desenhos, sendo apenas apresentada a versão final, uma vez que não existia sistemas anteriores para comparação.

O objetivo principal deste sistema é permitir uma fácil utilização por pessoas com mobilidade reduzida, mantendo os padrões de qualidade e estética característicos da empresa. Outro requisito é permitir ajustes de espessuras de porta sem recorrer a diversos produtos para este efeito bem como permitir uma instalação com elementos de fixação ocultos.

Este sistema foi desenvolvido de forma que possam ser realizados diferentes acabamentos, tal como a fechadura. Para a fixação, por parte do aplicador, foi optado por ser realizada com adesivos.

É apresentado na figura Figura 66 a solução final, sendo possível observar todos os componentes na respetiva vista explodida.



1-Frente da concha; 2-Chapa para ocultar o mecanismo; 3-Concha; 4-Iman; 5-Casquilho; 6-Parafuso; 7-Parafuso;

8-Chapa para ocultar o mecanismo; 9-Botão; 10-Chapa de transmissão de movimento; 11-Parafuso; 12-Fundo.

Figura 66 – Sistema de atuação da fechadura montado e vista explodida

É possível observar o seu conceito de funcionamento na Figura 67. O utilizador aciona o sistema através do deslocamento vertical do botão (9), que por sua vez se encontra acoplado a uma chapa (10) que transmite o movimento até um eixo criado com um parafuso (6) envolvido por um casquilho polimérico (5), de forma a reduzir os atritos e ruídos quando em contacto com a fechadura. Este eixo é montado pelo utilizador de

acordo com a espessura da porta. São fornecidos dois tamanhos de eixo, permitindo ajustar o produto a qualquer espessura de porta. Desta forma, evita criar stocks de diversos produtos diferentes de acordo com as espessuras de porta.

Para validar a abertura e manter o sistema na posição aberta, este possui um ímã (4) alojado na sua estrutura de forma a criar a atração da chapa de transmissão (10), que por sua vez é feita num metal com propriedades magnéticas.

Em casos de emergência é possível abrir a porta pelo exterior com uma moeda ou chave, utilizando os rasgos criados na chapa que oculta o mecanismo (8), permitindo que o sistema possa ser utilizado em locais de utilização pública. Estas chapas podem ser trocadas por chapas sem rasgos, impossibilitando a abertura da porta pelo exterior em casos de maior segurança ou até para mesmo comercializar o produto sem mecanismo de abertura. Esta função permite criar várias soluções sem criar stocks de acordo com cada tipo de aplicação, ajudando a diluir os custos de ferramentas.

Os componentes móveis encontram-se guiados numa concha polimérica (3), nunca havendo contacto entre componentes metálicos, de forma a garantir o baixo ruído e atrito entre estes. Este componente apresenta também diversas cavidades no seu exterior para permitir um melhor alojamento do adesivo ao instalar na porta.

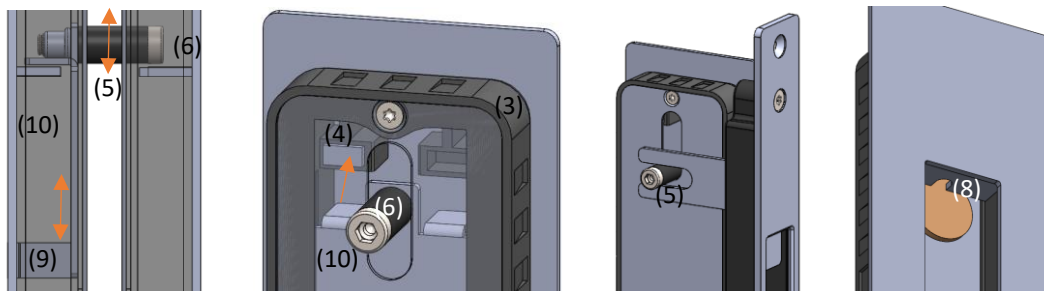


Figura 67 - Esquemas de funcionamento do sistema de atuação

#### Vantagens:

- Maior facilidade de utilização por pessoas de mobilidade reduzida;
- Aspeto melhorado em relação aos produtos existentes para esta utilidade;
- Redução de tempos e complexidade de montagem;
- Não utiliza molas;
- Profundidade superior em relação aos produtos existentes para esta utilidade;
- Utilização de magnéticos suaviza os movimentos;
- Permite diversas utilidades com um só produto;
- Permite abertura em casos de emergência;
- Permite realizar acabamentos especiais em todos os componentes visíveis.

#### Desvantagens:

- Custo superior em relação às soluções existentes para esta utilidade devido ao aumento de tamanhos.

## 5.4 Prototipagem

Após apresentadas as soluções à empresa, esta demonstrou interesse na prototipagem da primeira e quinta solução e, também, do sistema de atuação.

Para realizar este processo recorreu-se a impressão 3D para os componentes de geometria complexa e corte de laser e quinagem para os componentes derivados de chapa. O processo de soldadura utilizado foi TIG. Os parafusos, eixos e casquilhos foram produzidos por torneamento.

São apresentados de seguida os protótipos realizados, bem como as conclusões obtidas com a sua utilização.

### Primeira solução

Para a primeira solução foi criada uma solução temporária de fixação dos componentes para facilitar o processo de prototipagem sem realizar investimentos em ferramentas de estampagem. Após a prototipagem da primeira solução, é possível concluir que o conceito funciona corretamente. É observado na Figura 68 a fechadura na posição aberta e fechada bem como todos os componentes fabricados para a prototipagem desta solução. Apesar desta solução ser aparentemente simples, a sua montagem torna-se ligeiramente complexa e frustrante para o colaborador devido aos pinos de posicionamento. Estes pinos apresentam uma dimensão reduzida, resultando numa dificuldade elevada para os manter na posição correta enquanto se realiza a montagem. São apresentados na os componentes utilizados no protótipo.

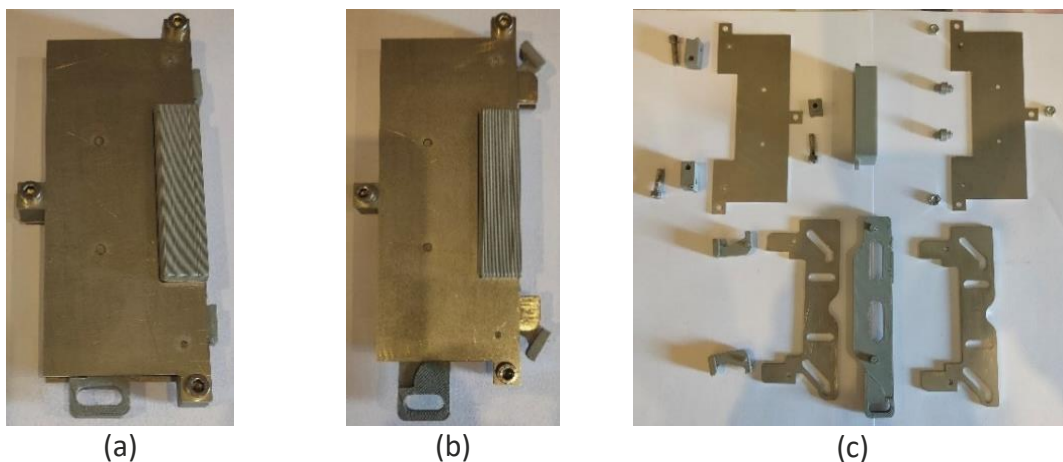


Figura 68 – Fechadura montada em posição aberta (a) e fechada (b) e componentes (c) da primeira solução

### Quinta solução

O protótipo da quinta solução pode ser observado na Figura 69, tendo-se verificado que o conceito também funciona corretamente, mesmo com algum desalinhamento angular.



Figura 69 - Fechadura montada em posição aberta (a) e fechada (b) da quinta solução

Porém foram detetadas algumas possíveis melhorias com este processo como por exemplo, alterar o sistema de retenção. A utilização do sistema de parafuso com mola e esfera, para reter e validar o fim de curso, causava desconforto e aumentava a resistência no movimento deste, tendo sido alterado para o íman utilizado na retenção do botão, no sistema de atuação, estando esta solução já descrita no subcapítulo anterior. São apresentadas nos subcapítulos seguintes alguns pormenores e alterações que decorreram da validação dos protótipos. Contudo, é possível concluir que, em comparação com a primeira solução, esta apresenta uma grande diminuição de componentes, tornando-se muito mais simples e uma montagem muito mais rápida (Figura 70).



Figura 70 - Componentes do protótipo da quinta solução

## Sistema de atuação

Com a realização do protótipo do sistema de atuação foi possível comprovar a melhoria do funcionamento do sistema, ao transportar o sistema de retenção para estes componentes, utilizando um íman, tal como mostrado anteriormente. O magnetismo provocado pelo íman torna o funcionamento mais suave e agradável ao utilizador do que os sistemas de retenção por molas, sendo também mais prático de montar.

De forma a poder alterar o botão de acionamento e apresentar diversas soluções personalizadas, foi criado no componente polimérico espaço para dois ímanes, caso o aumento da sua massa dessas novas soluções seja muito significativo.

É mostrado na Figura 71 o sistema montado e os respetivos componentes antes da montagem.

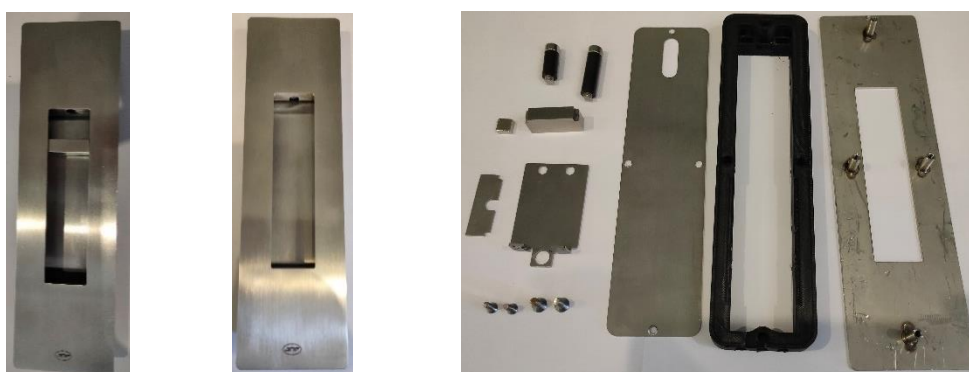


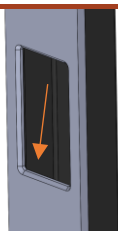
Figura 71 - Protótipo do sistema de atuação e respetivos componentes

## 5.5 Seleção do conceito a desenvolver

Após realizada a avaliação das vantagens e desvantagens, bem como a validação dos protótipos, a empresa optou por escolher a quinta solução, estando esta em processo de patente. Apesar do custo ligeiramente superior em relação às outras soluções, esta demonstra-se um sistema inovador que apresenta uma grande melhoria bem como uma diferenciação em relação com sistemas existentes no mercado. Outra característica importante é a facilidade da aplicação, por parte do utilizador, conforme é possível confirmar no esquema de montagem e entalhe apresentado no anexo 8.2.

São apresentadas na Tabela 7 alguns pormenores pensados durante o desenvolvimento do sistema, bem como alterações realizadas durante o processo de prototipagem.

Tabela 7 - Apresentação dos pormenores pensados durante o desenvolvimento



- Chanfros para melhorar ergonomia e evitar a sensação de corte;
- Utilização de concha polimérica para melhorar a sensação de toque pela dedo;

Tabela 7 - Apresentação dos pormenores pensados durante o desenvolvimento (continuação)

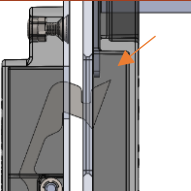
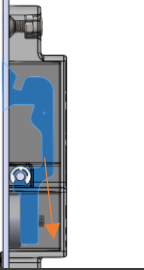
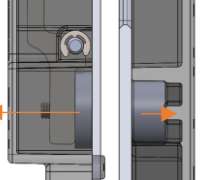
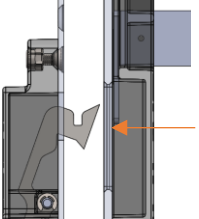
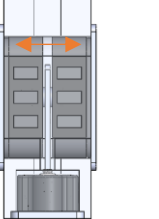
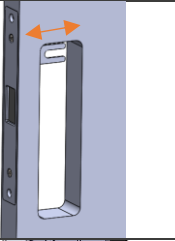
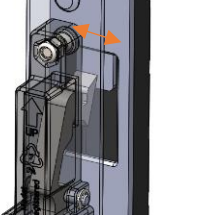
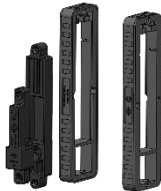
	<p>-Rampa no trinco para facilitar o fecho, mesmo quando a porta não está encostada ao aro;</p>
	<p>-Centro de massa do trinco permite o recuo sem a utilização de molas;          -Permite o desalinhamento angular da porta;          -A não utilização de molas diminui os ruídos e facilita a montagem;</p>
	<p>-Repulsão dos imanes facilita a abertura por pessoas com mobilidade condicionada, uma vez que tende a repelir a porta enquanto as restantes fechaduras do mercado tendem a “prender” a porta ao utilizarem o sentido convencional de magnetismo;          -Os imanes substituem elementos mecânicos e molas (diminui os ruídos e diminui tempos na montagem);</p>
	<p>-Anti-vandalismo (como não tem bloqueio mecânico, o trinco recua, mesmo se a fechadura estiver na posição fechada, com o mordente deslocado para baixo);          -Não tranca sozinho quando se fecha a porta;</p>
	<p>-A reduzida espessura da chapa do mordente permite a utilização de conchas do sistema de atuação com maior profundidade;</p>
	<p>-O mecanismo em forma de garfo permite desvios e falhas na aplicação ou diferentes posicionamentos do sistema de atuação;</p>
	<p>-Apresenta uma grande entrada para o trinco, não sendo necessário ajustes na porta para o bom funcionamento do sistema;</p>

Tabela 7 - Apresentação dos pormenores pensados durante o desenvolvimento (continuação)



-O funcionamento vertical facilita a utilização por pessoas com mobilidade condicionada, uma vez que não é necessário realizar a torção do braço para a abertura;

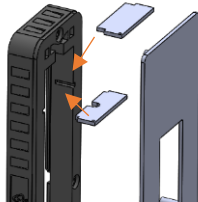
-A cavidade retangular e maior profundidade aumenta a área onde é realizada a força de abertura, permitindo utilizar uma maior área da mão para a abertura da porta;



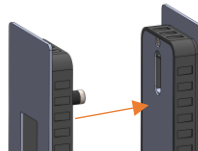
-A utilização de polímeros elimina a utilização de lubrificantes e manutenção, diminuindo, também, o risco de contaminação da camara de PVD provocada pelos vestígios de lubrificantes. Elimina também a fricção entre metais, diminuindo os ruídos, aumentando a sensação de bom funcionamento. Estes componentes tornam o contacto com a unha mais agradável.



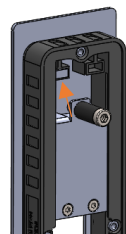
-Ajustes de espessura de porta através da utilização de um parafuso e casquilho. É montado pelo utilizador, de acordo com a espessura de porta, evitando criar stocks para cada espessura de porta;



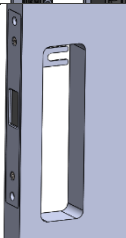
-A troca da chapa permite que se impossibilite a abertura por fora, evitando criar stocks de dois produtos diferentes para as duas soluções. Permite também a produção de “conchas normais”, sem mecanismo de abertura, amortizando custos de molde;



-Não existe ligação mecânica entre os dois componentes. Permite ligeiros desalinhamentos na aplicação, não comprometendo o bom funcionamento do sistema, diminuindo ruídos e atritos;



-A utilização de imã para a validação de posição evita a queda do trinco quando a porta bate no aro, evitando o fecho;



-Aplicação na porta através de adesivos, evitando o uso de fixações mecânicas e diminuindo tempos de montagem pelo utilizador. As fixações tornam-se ocultas;

Tabela 7 - Apresentação dos pormenores pensados durante o desenvolvimento (continuação)



-Permite a abertura em casos de emergência com recurso uma moeda ou chave (segurança passiva);

## 5.6 Análise SWOT

De forma a compreender as potencialidades e riscos deste produto foi realizada a análise SWOT demonstrada de seguida.

### Forças

- Sistema inovador;
- Redução do número de componentes;
- Redução dos processos de fabrico;
- Redução de matéria-prima;
- Facilidade de montagem;
- Materiais recicláveis;
- Baixo ruído;
- Não utiliza molas;
- Facilidade em obter acabamentos especiais em todos os componentes visíveis;
- Mecanismo oculto;
- Totalmente embutido;
- Aumento da ergonomia;
- Não vandalizável;
- Fixação oculta;
- Não tem necessidade de ajustes na aplicação.

### Oportunidades

- Crescimento do mercado para fechaduras magnéticas;
- Maior exigência na atenção dedicada a pessoas com mobilidade reduzida;
- Tendência do mercado para produtos discretos e com diversidade de acabamentos;
- Os aplicadores preferem produtos de fixação rápida e que permitam alguma flexibilidade na instalação.

### Fraquezas

- Necessidade de controlo de processo devido ao sentido dos imanes;
- Sistema de atuação ocupa uma área mais significativa na porta.

### Ameaças

- Mercado competitivo;
- Soluções em materiais económicos da concorrência.

## 5.7 Processo de fabrico dos componentes

São apresentados na Tabela 8 os processos de fabrico selecionados para cada componente com os respetivos custos e tempos estimados de produção. Para diminuir os processos de acabamento, os componentes cujas faces visíveis não sofrem alterações internas, serão produzidos em chapa com acabamento escovado.

Para estimar os custos de produção, foi realizada o estudo apresentado no anexo 8.3, utilizando os seguintes valores de referência fornecidos pela empresa:

- Custo de maquinaria: 40 €/hora;
- Custo de torneamento: 25 €/hora;
- Custo de mão-de-obra: 15 €/hora;
- Custo de acabamento: 17 €/hora;
- Custo de soldadura laser: 40 €/hora.

Tabela 8 - Caracterização dos custos dos componentes

Componente	Imagem	Material	Processos externos	Processos internos	Quantidade por conjunto	Custo estimado por peça (ext+int) (€)	Tempo estimado por peça (s)
1		PA+FV	Injeção de plástico	-	2	0,45	-
2		PA+FV	Injeção de plástico	-	1	0,21	-
3		PA+FV	Injeção de plástico	-	1	0,27	-
4		-	-	Soldadura laser + Escovado	2	0,56	135
4.1		AISI 304	-	Torneamento	8	0,09	35

Tabela 8 - Caracterização dos custos dos componentes (continuação)






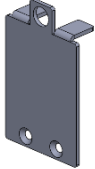

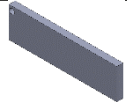
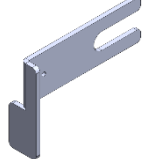
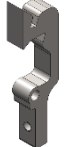
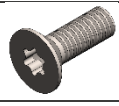
4.2		AISI 304	Corte de laser	-	2	1,07	-
7		AISI 304	Corte de laser	Maquinagem + Escovado	1	0,58 + 0,47	105
8		AISI 304	Corte de laser	Maquinagem + Escovado	1	1,05 + 0,57	120
9		POM	-	Torneamento	1	0,10	20
10		POM	-	Torneamento	1	0,12	20
11		AISI 430	Corte de laser + Quinagem	Escarear + Rebitagem	1	0,65 + 0,20	30
12		AISI 304	Corte de laser	Escarear	2	0,58 + 0,27	40
13		AISI 304	Corte de laser	-	1	0,10	-
14		AISI 304	Corte de laser + Quinagem	Vibro acabamento	1	0,54 + 0,03	10
15		AISI 304	Corte de laser	Maquinagem	1	0,69 + 0,59	105

Tabela 8 - Caracterização dos custos dos componentes (continuação)

16		AISI 304	-	Torneamento	1	0,9	20
17		AISI 304	Corte de laser	-	1	0,14	-
18		AISI 304	Corte de laser	Maquinagem	1	0,32 + 0,61	135
19		Neodímio	Ímã de neodímio <i>standard</i>	-	1	0,32	-
20		Neodímio	Ímã de neodímio <i>standard</i>	-	1	0,26	-
21		Neodímio	Ímã de neodímio <i>standard</i>	-	1	0,09	-
22		AISI 304	ISO 7040 – M5	-	4	0,01	-
23		AISI 304	ISO 14581 – M4 x 16	-	2	0,01	-
24		AISI 304	ISO 14581 – M4 x 12	-	7	0,01	-
25		AISI 304	ISO 14581 – M3 x 12	-	8	0,01	-
26		AISI 304	DIN 6799 – 3,2	-	2	0,01	-
27		AISI 304	M5	-	1	0,04	-
28		AISI 304	DIN 912 – M5 x 35	-	1	0,11	-
29		AISI 304	DIN 912 – M5 x 25	-	1	0,10	-
30		Polietileno	3M adesivo	-	1	0,13	-

## 5.8 Sequência de montagem

Durante o desenvolvimento deste produto, foi tomada em consideração a ferramenta necessária para a montagem do mesmo, sendo apenas necessários duas chaves de parafusos e um alicate para os freios.

Para obter as estimativas de tempos de montagem, estas foram realizadas três vezes em cada conjunto, por pessoas diferentes, da qual é apresentada a média. As montagens foram realizadas de forma sequencial, por pessoas sem experiência e utilizando ferramentas manuais, obtendo valores estimados por excesso. Para o custo, foi tomado o preço médio de mão-de-obra definido pela JNF (15€/hora), podendo ser otimizados com a montagem por partes e com ferramentas demonstradas nos subcapítulos seguintes.

É apresentada na Tabela 9 a sequência de montagem dos componentes, os custos e o tempo associados a cada conjunto. A numeração apresentada nesta tabela corresponde à numeração atribuída na Tabela 8.

Tabela 9 - Sequência de montagem dos componentes

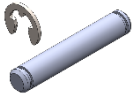
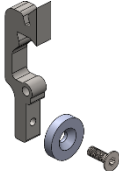
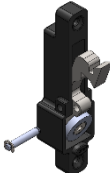
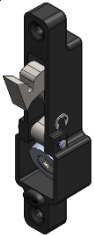
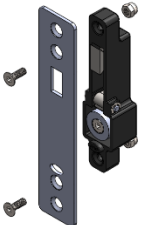
<b>Conjunto 1</b> (alojado no aro da porta)	<b>Custo da montagem: 0,29 €</b> <b>Tempo: 1min10s</b>
	Montar o freio (26) no eixo de rotação (16).
	Aparafusar o ímã (20) no trinco (15), utilizando o parafuso (24).
	Encaixar os conjuntos anteriores ([26, 16] e [20, 15, 25]) na caixa.
	Montar o segundo freio (26).
	Aparafusar a chapa testa (7, 22, 24) no sistema [26, 16, 20, 15, 25]

Tabela 9 - Sequência de montagem dos componentes (continuação)



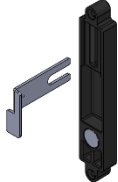
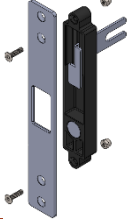
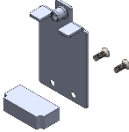

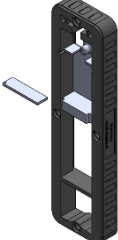
<b>Conjunto 2</b> (alojado na porta)	<b>Custo: 0,19 €</b> <b>Tempo: 45 segundos</b>
	Colar a fita deslizante (30) nas costas da frente de fechadura (8)
	Colocar o ímã (19) na caixa da fechadura (3) na posição adequada.
	Colocar o mordente (14) na caixa de fechadura (19)
	Aparafusar a frente da fechadura (8, 22,23) no conjunto montado na etapa anterior
<b>Conjunto 3</b> (sistema de acionamento com botão)	<b>Custo da montagem: 0,5 €</b> <b>Tempo: 2 minutos</b>
	Aparafusar o botão (18, 24) à chapa de transmissão de movimento (11)
	Colocar o conjunto montado na etapa anterior nas guias existentes na base (1)
	Colocar a chapa de ocultação (13) nos rasgos existentes na base

Tabela 9 - Sequência de montagem dos componentes (continuação)

	Colocar a chapa frontal (4) inserindo os parafusos nos furos passantes existentes na base
	Colocar o ímã de retenção (21)
	Aparafusar a chapa traseira (12, 25)
<b>Conjunto 4</b> (sistema de acionamento sem botão)	<b>Custo: 0,30 €</b> <b>Tempo: 1min15s</b>
	Colocar a chapa de ocultação (17) na base (1)
	Colocar a chapa frontal (4)
	Aparafusar a chapa traseira (12, 25)

## 5.9 Classificação segundo a norma EN12209:2003

Foi realizada uma análise ao sistema de fecho desenvolvido, segundo a norma EN12209:2003 (apresentada no segundo capítulo). Para os parâmetros “Durabilidade”, “Peso da porta” e “Resistência à corrosão” foram atribuídos os graus esperados, uma vez que é necessário realizar testes e ensaios para a obtenção da sua classificação.

### 1 - Categoria de uso

- Grau 3: Para uma utilização prevista em edifícios onde exista uma frequência elevada de utilização por utilizadores com pouco cuidado e com uma elevada probabilidade de ocorrência de acidentes ou de má utilização (edifícios públicos e institucionais, como bibliotecas, hospitais e escolas).

### 2 – Durabilidade

- Grau X: 200.000 Ciclos de ensaio com 120 N de carga no fecho.

### 3 – Peso da porta

- Grau 9: massa da porta superior a 200 kg com uma força de fecho máxima de 15 N.

### 4 – Aplicável em portas corta-fogo/fumo

- Grau 0: Não aptas a serem utilizadas em blocos-porta de compartimentação de fogo/fumo.

### 5 – Segurança de pessoas

- Grau 0: Nenhuma exigência de segurança de pessoas.

### 6 – Resistência à corrosão

- Grau G: Muito alta resistência à corrosão com requisito de temperatura de -20 °C a +80 °C.

### 7 – Segurança de bens e resistência à perfuração

- Grau 1: Mínima segurança de bens e sem resistência à perfuração.

### 8 – Campo de aplicação na porta

- Grau C: Fechadura de embutir para porta deslizante sem apoio sobre a testa.

### 9 – Tipo de acionamento da chave e de bloqueio

- Grau G: Fechadura sem chave de bloqueio manual.

**10 – Tipo de acionamento da quadra**

- Grau 0: Fechadura sem zarelho.

**11 – Requisito de identificação da chave**

- Grau 0: Sem requisitos.

**5.10 Comparação de custos e tempos. Resultados**

De forma a garantir a coerência do estudo, a metodologia para a obtenção de tempos de montagem para a fechadura já existente foi realizada da mesma forma que a solução apresentada conforme pode ser observado nos anexos 8.1 e 8.3. Os tempos apresentados não refletem as movimentações internas de material nem os processos de acabamentos especiais.

**Fechadura atual**

- Tempo de montagem: 6min30s;
- Custo de montagem: 1,65 €;
- Tempo de produção interna: 30 minutos;
- Custo de produção: 25 €;
- Custo total: 26,65 €.

**Fechadura apresentada:**

- Tempo de montagem: 2 minutos;
- Custo de montagem: 0,48 €;
- Tempo de produção interna: 13min20s;
- Custo de produção: 6,65 €;
- Custo total: 7,13 €.

**Sistema de atuação apresentado:**

- Tempo de montagem: 3min15s;
- Custo de montagem: 0,80 €;
- Tempo de produção interna: 13min15s;
- Custo de produção: 9,25 €;
- Custo total: 10 €.

Como é possível constatar, a nova fechadura, quando comparada com a fechadura inicial, permite uma redução de cerca de 73% do custo do produto, tornando-a mais competitiva no mercado atual. Apresenta também uma redução de 50% dos tempos de produção interna, bem como a redução da complexidade dos processos utilizados no seu fabrico, permitindo um alívio nas máquinas principais para produtos de valor acrescentado. Também é possível observar uma redução de cerca de 70% do tempo na montagem, garantindo o melhoramento nos prazos de entrega bem como a diminuição das taxas de ocupação das linhas de montagem e recursos humanos. Com a redução do

número de componentes, dá-se também a diminuição dos espaços ocupados no armazém automático existente para produto acabado enquanto aguarda a montagem. Graças à sua simplicidade de montagem e reduzida quantidade de componentes, torna-se possível a produção de pequenas séries de acordo com acabamentos e pedidos especiais. Para isso, as peças são produzidas e armazenadas no armazém automático, sendo apenas retiradas para serem encaminhadas para o respetivo processo de acabamento e posterior montagem, seguindo conceitos de produção *Just-in-time*, diminuindo desperdícios.

Apesar da JNF ainda não comercializar sistemas de atuação vertical, foram realizados comparativos com produtos existentes no mercado, sendo considerados competitivos com as soluções existentes.

É também possível verificar que o somatório dos custos e recursos necessários para obter o novo conjunto de fechadura e sistema de atuação apresentadas é bastante inferior quando comparado apenas com a fechadura existente, ainda sem sistema de atuação.

### 5.11 Embalagem

De forma a reduzir os plásticos descartáveis característicos das embalagens, foi desenvolvida uma estrutura em pasta de papel que permite a separação e proteção do produto (Figura 72). Além de elemento de proteção, foi também pensado de forma a otimizar o volume ocupado nos lotes e transportes.

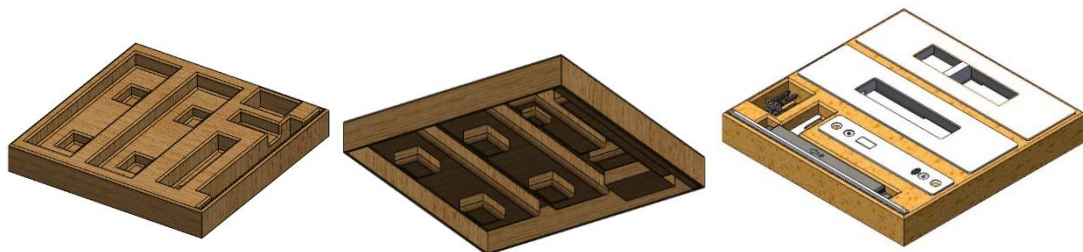


Figura 72 - Embalagem interior.

Esta estrutura será envolvida por uma caixa de cartão natural, como na solução existente, sendo melhorada a aparência e a sensação de cuidado transmitido ao utilizador quando abre a caixa exterior (Figura 73).

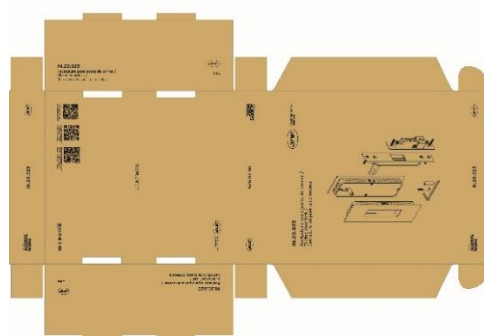


Figura 73 - Embalagem exterior.

## 5.12 Calendarização da produção

Para permitir uma melhor gestão do armazenamento de produtos semiacabados, foi realizada uma simulação de calendarização da produção no software *MS PROJECT*. Foram seguidos conceitos de produção *Just-in-time*, procurando realizar as encomendas o mais tarde possível, evitando o acumular de componentes nos armazéns.

Para esta simulação foi atribuída a data de início no primeiro dia do ano, de forma a ter uma maior perceção da duração do processo. Foi considerada uma produção inicial de duas mil unidades, utilizando apenas um equipamento por processo. A data de conclusão pode ser melhorada com o aumento de recursos, otimização de produção e alteração nas quantidades. São apresentadas na Figura 74 as datas de início, bem como as durações atribuídas para cada etapa deste processo. Para as encomendas seguintes é também possível eliminar a produção dos moldes, gerando um caminho crítico diferente.

Nome da Tarefa	Duração	Início	Conclusão	Predecessoras
Ordem de produção	3 dias	Sex 01/01/21	Ter 05/01/21	
<b>Plásticos</b>	<b>67 dias</b>	<b>Qua 06/01/21</b>	<b>Qui 08/04/21</b>	
Orçamento	7 dias	Qua 06/01/21	Qui 14/01/21	1
Moldes	30 dias	Sex 15/01/21	Qui 25/02/21	3
Injeção	30 dias	Sex 26/02/21	Qui 08/04/21	4
<b>Laser</b>	<b>18 dias</b>	<b>Sex 15/01/21</b>	<b>Ter 09/02/21</b>	
Orçamento	3 dias	Sex 15/01/21	Ter 19/01/21	1
Corte	15 dias	Qua 20/01/21	Ter 09/02/21	7
<b>Maquinagem</b>	<b>36 dias</b>	<b>Qui 21/01/21</b>	<b>Qui 11/03/21</b>	
Orçamento de ferramentas	7 dias	Qui 21/01/21	Sex 29/01/21	1
Entrega das ferramentas	7 dias	Seg 01/02/21	Ter 09/02/21	10
Setup	1 dia	Qua 10/02/21	Qua 10/02/21	11;8
Maquinagem	21 dias	Qui 11/02/21	Qui 11/03/21	12;8
<b>Torneamento</b>	<b>22 dias</b>	<b>Ter 02/02/21</b>	<b>Qua 03/03/21</b>	
Orçamento Materia prima e ferramentas	7 dias	Ter 02/02/21	Qua 10/02/21	1
Entrega materia prima e ferramentas	7 dias	Qui 11/02/21	Sex 19/02/21	15
Setup	1 dia	Seg 22/02/21	Seg 22/02/21	16
Torneamento	7 dias	Ter 23/02/21	Qua 03/03/21	17
Soldadura laser	6 dias	Qui 04/03/21	Qui 11/03/21	8;18
Acabamento	20 dias	Sex 12/03/21	Qui 08/04/21	7;8;18;19
<b>Embalagem</b>	<b>52 dias</b>	<b>Qua 17/02/21</b>	<b>Qui 29/04/21</b>	
Orçamento	7 dias	Qua 17/02/21	Qui 25/02/21	1
Caixas	30 dias	Sex 26/02/21	Qui 08/04/21	22
Embalar	15 dias	Sex 09/04/21	Qui 29/04/21	20;5;23;19

Figura 74 - Datas de início e durações atribuídas no *MS Project*

Com este estudo é possível observar que para a realização da primeira produção, seguindo as estimativas realizadas, são necessários cerca de quatro meses para a sua conclusão.

Para uma verificação visual, foi gerado o gráfico de *Gantt* apresentado na Figura 75, onde é possível observar o caminho crítico a vermelho.

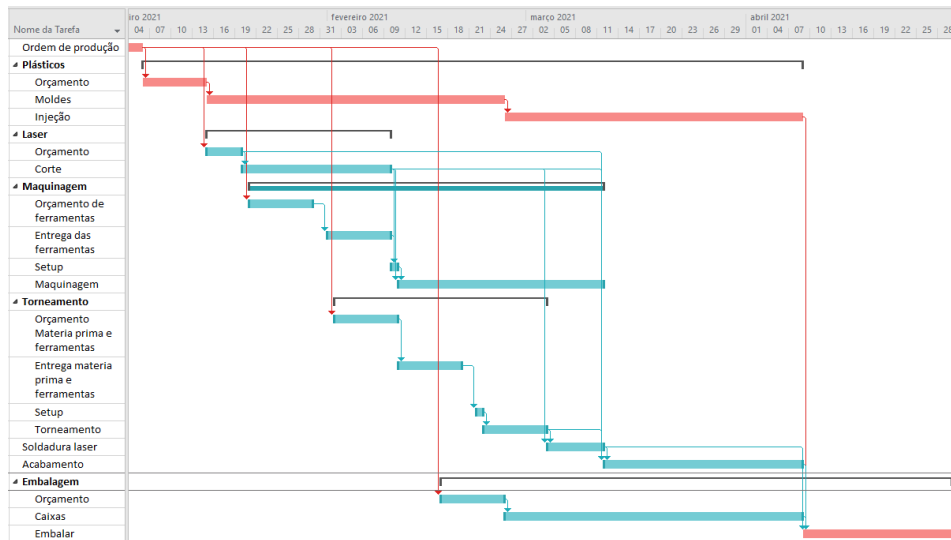


Figura 75 - Diagrama de Gantt

### 5.13 Otimização do processo de produção interna

Para otimizar os processos de produção interna foram desenvolvidos alguns gabaritos de apoio, bem como selecionados alguns equipamentos e ferramentas demonstrados nos tópicos seguintes. Para a produção destes gabaritos foram feitos desenhos técnicos apresentados no anexo 8.4, após os desenhos do sistema de fecho.

#### Gabaritos para lixadeiras de planos automáticas

De forma a evitar os habituais processos de manipulação manual de acabamentos abrasivos, os componentes considerados como importantes para a estética do produto foram desenhados de forma plana para permitir a utilização de equipamentos automáticos existentes na JNF. Para este efeito, foram desenvolvidos gabaritos que permitem controlar a orientação dos escovados, bem como prender as peças de forma a evitar que se movimentem durante este processo. Estes gabaritos permitem também realizar um maior controlo de quantidades produzidas diariamente (Figura 76).

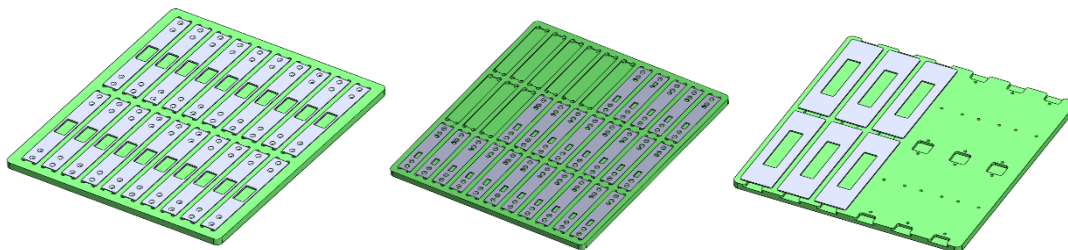


Figura 76 - Gabaritos para utilização de lixadeira de planos

Para evitar o habitual empeno e desgaste dos gabaritos metálicos utilizados pela JNF para este processo, foram realizadas pesquisas no mercado para encontrar um material compatível com este processo. Este material tem de apresentar boa maquinabilidade para permitir a rápida adaptação da produção aos mais diversos produtos futuros. A

maquinagem destes gabaritos foi pensada de forma que possa ser realizada internamente na JNF, por uma máquina *router* CNC que a empresa dispõe para fabrico de expositores em madeira, não condicionando a ocupação dos equipamentos dedicados à produção.

Após pesquisa no mercado por materiais que possam ser maquinados por este equipamento, o que reuniu uma boa relação entre qualidade e preço foram os painéis fenólicos, que apresentam as seguintes características:

- Elevada resistência às intempéries, raios UV e humidade;
- Elevada estabilidade, mesmo em zonas de forte contaminação industrial;
- Excelente durabilidade e resistência ao fogo;
- Elevada resistência aos riscos, ao desgaste e ao choque.

### Gabaritos para soldadura laser robotizada

De forma a evitar a soldadura manual por TIG, foi desenvolvido um gabarito (Figura 77) para adaptar a produção em série numa célula de soldadura laser robotizada. O posicionamento correto entre o robô e o gabarito é garantido pela utilização de um dispositivo auto-centrante existente na máquina.

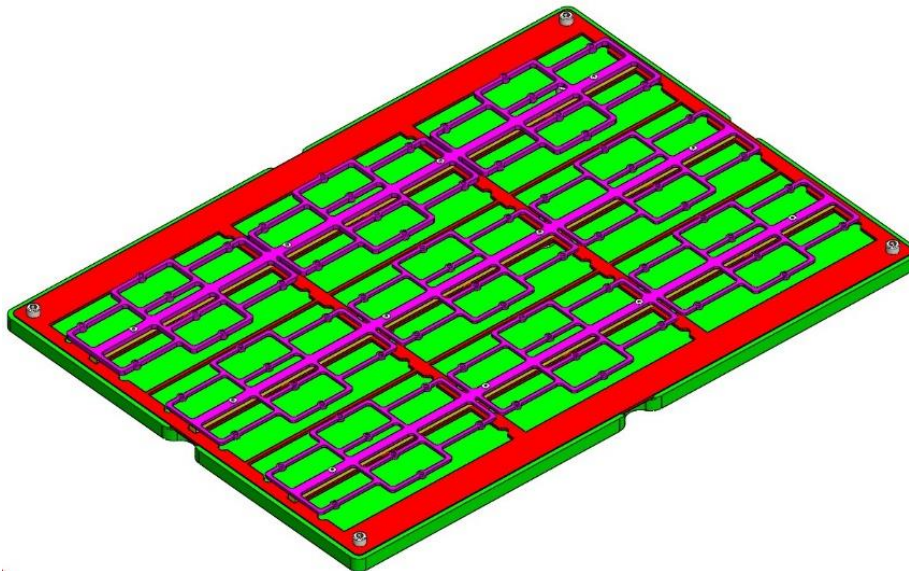
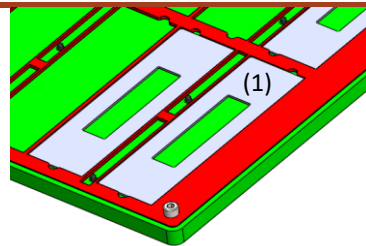


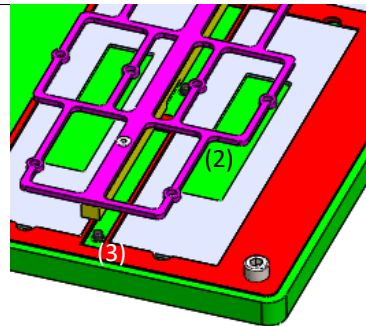
Figura 77 - Gabarito para utilizar na soldadura laser robotizada

Este gabarito permite o posicionamento correto dos pinos e oferece uma geometria que permite o foco do laser na junção entre as peças. A preparação de um novo ciclo é realizada conforme a Tabela 10.

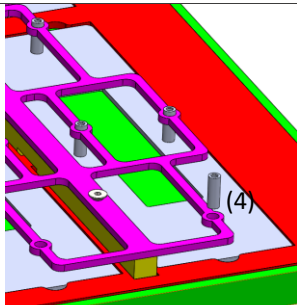
Tabela 10 - Preparação de um novo ciclo de soldadura laser



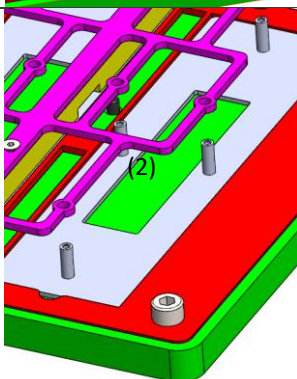
Colocar os componentes a soldar (1) no gabarito;



Colocar as barras posicionadoras (2). A posição é garantida pelas cavilhas de posicionamento (3);



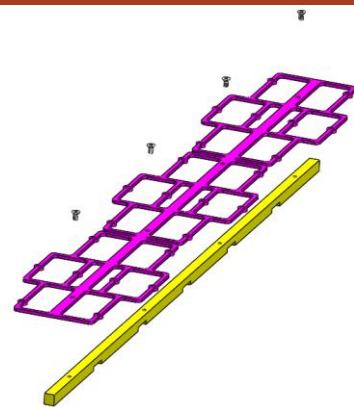
Alimentar os pernos que vão ser soldados (4) à chapa e iniciar o processo de soldadura;



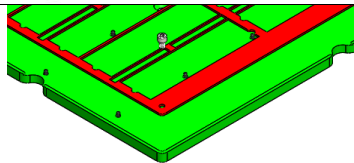
Após soldar, voltar a retirar as barras posicionadoras (2) para retirar as peças e reiniciar o processo.

De forma a tornar-se um processo flexível, estes gabaritos são desmontáveis, sendo apenas necessário um curto período de troca de ferramenta entre componentes diferentes. É demonstrado na Tabela 11 como é realizada a adaptação da ferramenta.

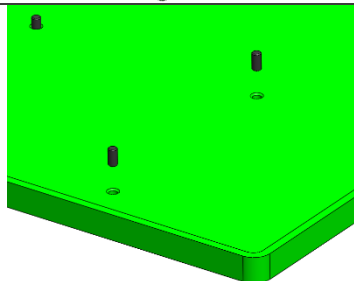
Tabela 11 - Adaptação do gabarito de soldadura laser a outros produtos.



Trocar a chapa posicionadora dos parafusos.  
O alinhamento desta peça é feito através dos parafusos cónicos que garantem o posicionamento centrado.



Trocar a chapa posicionadora dos componentes.  
O alinhamento desta peça é feito por um rebaixo existente na base.



Colocar as cavilhas que guiam as barras, de acordo com o produto a soldar.

### Gabaritos para gravação laser robotizada

De forma a automatizar alguns processos repetitivos, a JNF dispõe de robôs acoplados a bancas móveis que permitem a deslocação destes, realizando operações em diversos postos da fábrica. Para encaminhar as peças para o respetivo posto, estas são colocadas em carros de transporte com gabaritos substituíveis, que irão garantir os posicionamentos memorizados pelo robô. A operação mais recorrente deste processo é a gravação laser que, para além dos desperdícios de tempo e frustração dos operadores, poderá tornar-se perigoso e prejudicial para a saúde humana (Figura 78).



Figura 78 - Bancada de robô utilizada para gravação laser.

Foram realizados gabaritos para os componentes onde será realizada a gravação do logotipo, sendo pensados de forma tornarem-se compatíveis com a alimentação do centro de maquinagem.

Devido à baixa espessura destas peças, foi necessário desenvolver padrões para o seu posicionamento, de forma a tornar possível a maquinagem destes (Figura 79). Nesta figura, os componentes colocados nos gabaritos são as frentes da fechadura e as chapas testa.

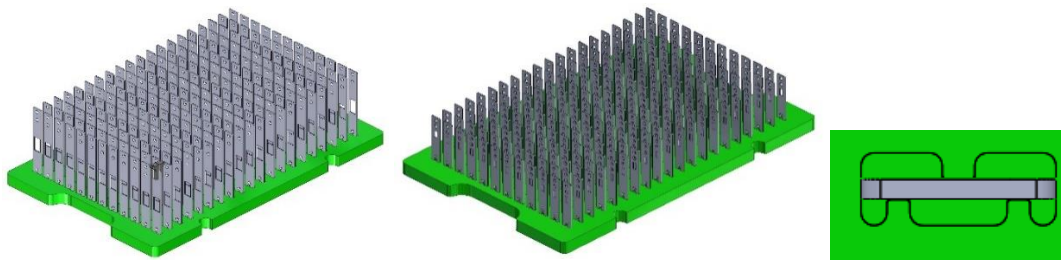


Figura 79 - Gabaritos desenvolvidos para utilização com a banca do robô e respetivo padrão de posicionamento

Para garantir que o robô consegue suportar a peça e ao mesmo tempo realizar esta operação, foram desenvolvidos e fabricados dedos por impressão 3D para acoplar à pinça do robô (Figura 80).

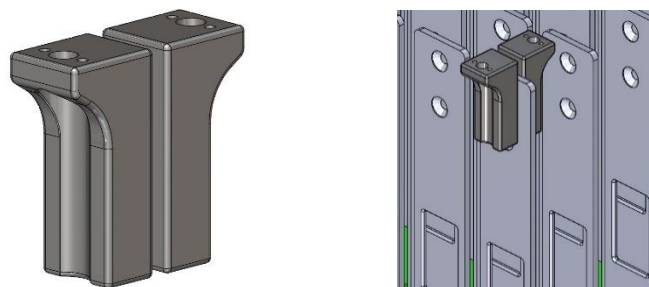


Figura 80 - Dedos fabricados por impressão 3D

### Gabaritos para alimentação robotizada de centros de maquinagem

Para a realização de operações de desbaste simples, a JNF possui um pequeno centro de maquinagem de três eixos que pode ser integrado com alimentação de um robô. Este processo apesar de realizar operações peça a peça, diminui as mudanças necessárias nas máquinas principais, reduzindo os tempos de preparação destas, garantindo uma maior flexibilidade aos processos. Outro fator que leva a optar por este tipo de processo é a política de crescimento progressivo estipulado pela empresa, não querendo adotar recursos humanos de forma repentina bem como a diminuição das taxas de ocupação das máquinas principais e colaboradores, ficando dedicados a produtos de valor acrescentado e com maior complexidade.

Para este processo, são utilizados os mesmos gabaritos e dedos em impressão 3D utilizados na gravação laser demonstrados no tópico anterior.

### 5.14 Otimização do processo de montagem

Durante o estudo dos tempos de montagem foi detetado que mais de 50% do tempo necessário para este processo era desperdiçado no aparafusamento e cerca de 30% na montagem do freio, devido à sua dimensão. De forma a minimizar o impacto na taxa de ocupação de recursos humanos foram procuradas soluções no mercado para otimizar estas etapas bem como desenvolvidos processos e gabaritos de apoio. Para a produção dos gabaritos e posicionadores apresentados neste subcapítulo foram feitos desenhos técnicos apresentados no anexo 8.4, após os desenhos do sistema de fecho.

#### Ferramenta para montagem dos freios

Este processo não é frequente nos produtos da JNF, sendo inviável a aquisição de equipamentos dispendiosos para este efeito.

De forma a otimizar os tempos desperdiçados na montagem dos freios, foi realizada uma pesquisa no mercado por soluções económicas e eficazes, sendo selecionada a ferramenta apresentada na Figura 81. Esta ferramenta, apesar de manual, estima-se que reduzirá 70% o tempo despendido na montagem do freio. O investimento neste equipamento é relativamente baixo, sendo desprezável a sua amortização.



Figura 81 - Ferramenta selecionada para a montagem dos freios [56]

#### Gabaritos de apoio à montagem

De forma a otimizar a montagem, foram desenvolvidos os seguintes gabaritos de apoio (Figura 82).

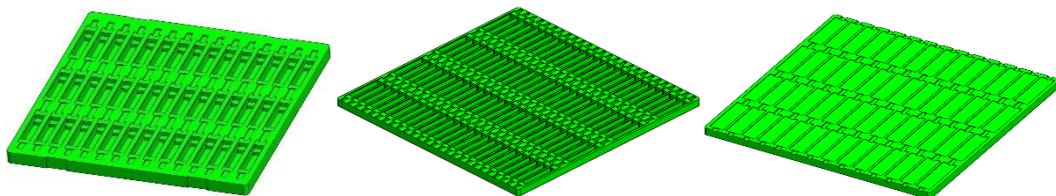


Figura 82 - Gabaritos de apoio à montagem

A montagem pode ser realizada de forma sequencial e por camadas com recurso a gabaritos de posicionamento tal como demonstrado na Figura 83.

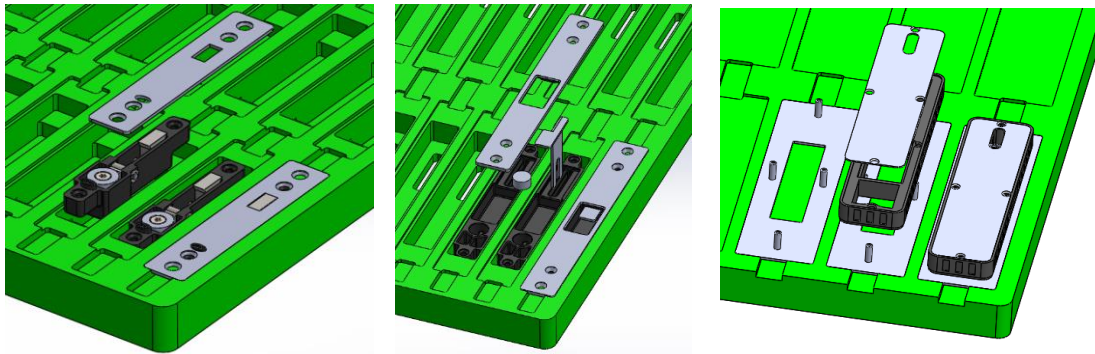


Figura 83 - Montagem por camadas

Estes gabaritos foram pensados para serem compatíveis com o aparafusamento robotizado, possuindo rodas de esfera para se deslocarem ao longo dos postos de montagem (Figura 84).

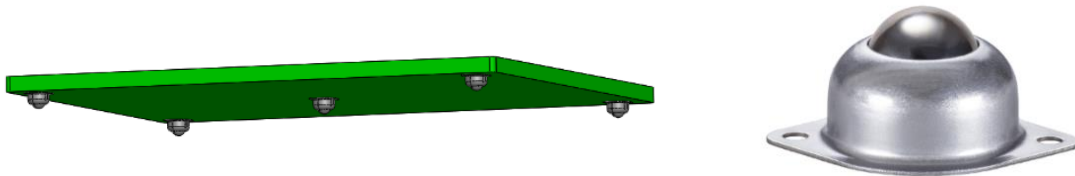


Figura 84 - Rodas de esfera para movimentar gabaritos entre postos de trabalho

### Aparafusamento robotizado

Este processo foi desenvolvido utilizando recursos robóticos já existentes na JNF, não sendo necessário adquirir novos equipamentos numa fase inicial. No entanto, ainda não utiliza estes equipamentos para aparafusamento, sendo necessário adaptá-los para este efeito. O material dos parafusos utilizados pela JNF é aço inoxidável austenítico, tornando este processo mais complexo devido à falta de magnetismo destes. Após pesquisa no mercado por soluções existentes para este tipo de parafusos, foi selecionada a solução apresentada na Figura 85. Neste processo, os parafusos são organizados num alimentador vibratório que por sua vez são guiados até à cabeça das parafusadoras recorrendo a vácuo. As cabeças das parafusadoras estão equipadas com pinças que garantem o correto posicionamento do parafuso durante o processo. Esta adaptação apresenta um custo mais elevado em relação às soluções anteriores, tendo sido selecionada de forma a ser compatível com outros produtos da JNF, de forma a garantir a amortização e utilização contínua deste.



Figura 85 - Equipamento selecionado para realizar o aparafusamento robotizado [57]

Os gabaritos utilizados neste processo são os mesmos que são utilizados no apoio à montagem, sendo possível realizar toda a montagem de forma sequencial e progressiva (Figura 86). É também importante salientar o aumento do controlo de produção e diminuição dos tempos desperdiçados com a utilização destes equipamentos, uma vez que transporta para os colaboradores um maior foco devido à necessidade de alimentação do equipamento.

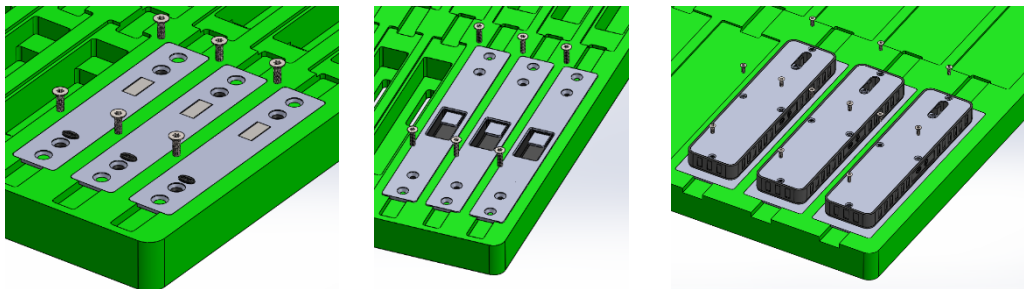


Figura 86 - Aparafusamento robotizado

Conforme pode ser observado na Figura 87, as bancas são equipadas com dois postos de posicionamento (1 e 2), permitindo o fluxo contínuo do processo. Enquanto o robô realiza o aparafusamento num dos tabuleiros (1), o outro (2) pode estar a ser preparado em simultâneo, diminuindo os tempos desperdiçados nas trocas de tabuleiros. Para garantir que estes não se deslocam durante o processo, os posicionadores (3) e os tabuleiros (4) possuem imanes que garantem que este não se desloca da posição. A utilização de imanes permite a troca rápida dos tabuleiros (Figura 87).

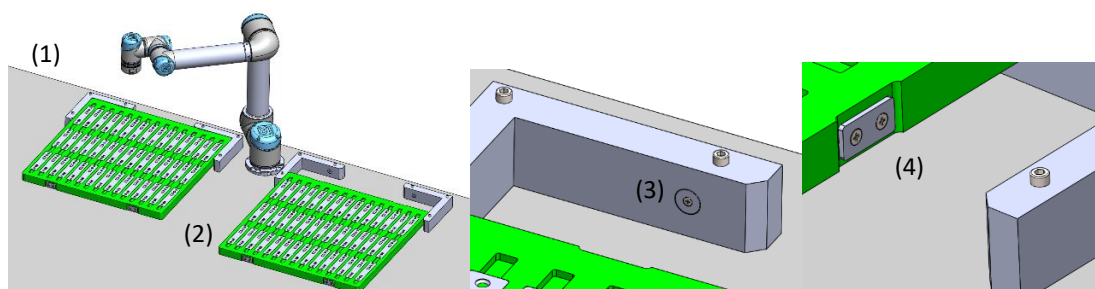


Figura 87 - Banca de aparafusamento

## Controlo de qualidade da montagem

Devido à utilização de imanes no produto, torna-se necessário realizar um controlo de qualidade no final da montagem de cada produto, de forma a garantir o correto funcionamento da fechadura.

Enquanto o posicionamento correto do íman no trinco é sempre garantido pela utilização de um parafuso de fixação, o íman utilizado na fechadura é possível de montar com a polaridade inversa. Para diminuir este risco, os imanes vão ser identificados com os respetivos polos pelo fornecedor com um adesivo identificativo.

Uma vez que este processo é realizado manualmente, torna-se um ponto crítico na montagem devido a diversos fatores de falha humana, tornando-se imperativo realizar uma verificação final antes da embalagem, de forma a evitar erros e produtos não funcionais. Para isso, foi desenvolvido o sistema *Poke-Yoke* apresentado na Figura 88.

Este sistema é basicamente constituído por uma caixa fabricada por impressão 3D em material polimérico, utilizando os recursos da JNF. O fabrico em material polimérico garante que não se danifica o acabamento do componente da fechadura, mesmo que ocorra contacto com o sistema *Poke-Yoke*. Na Figura 88, a representação da esquerda mostra o *Poke-Yoke* na sua posição normal de trabalho e pode-se observar a existência de um orifício retangular (1) e de uma seta (2) que indica o sentido de deslocamento da fechadura a testar. Na representação da direita pode-se analisar o interior do *Poke-Yoke* onde existe um trinco validador (3) que pode rodar em torno de um eixo constituído por um parafuso. Este trinco possui numa extremidade um íman (4) igual ao utilizado no trinco da fechadura e montado na mesma posição. No *Poke-Yoke*, o íman do validador situa-se por baixo da seta (1). A outra extremidade do trinco validador encontra-se alinhado com o orifício (1). Existe ainda uma mola (5) que, na situação de repouso, mantém o trinco validador na posição horizontal.

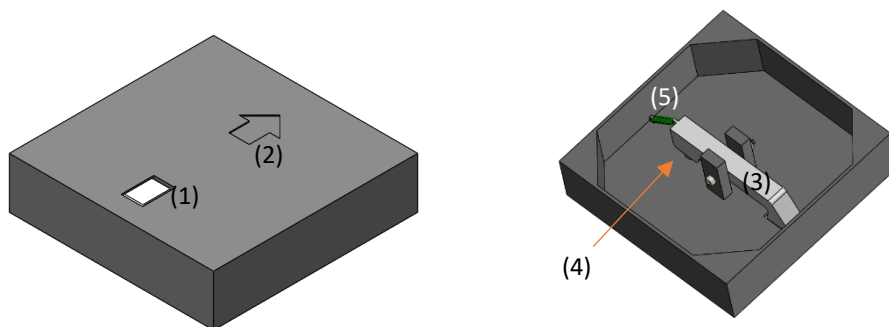


Figura 88 – *Poke-Yoke* utilizado para controlo de qualidade na montagem

A utilização do *Poke-Yoke*, para a validação do correto funcionamento da fechadura está representada na Figura 89. A frente da fechadura é colocada próxima da superfície do *Poke-Yoke* e na posição indicada na Figura 89-a. De seguida é realizado o deslocamento da fechadura no sentido indicado pela seta. Durante este deslocamento, o íman

existente na fechadura ao passar sobre o ímã do trinco validador (Figura 89-b) deve provocar a sua rotação, devido à repulsão, ficando saliente relativamente à superfície do *Poke-Yoke* (Figura 89-c), validando o correto posicionamento do ímã da fechadura. Se tal não acontecer, significa que o ímã da fechadura não está corretamente montado (é necessário inverter a sua posição).

Embora os componentes sejam fabricados em material polimérico, é importante realizar o movimento segundo a orientação da seta para evitar contacto do trinco validador com a mão.

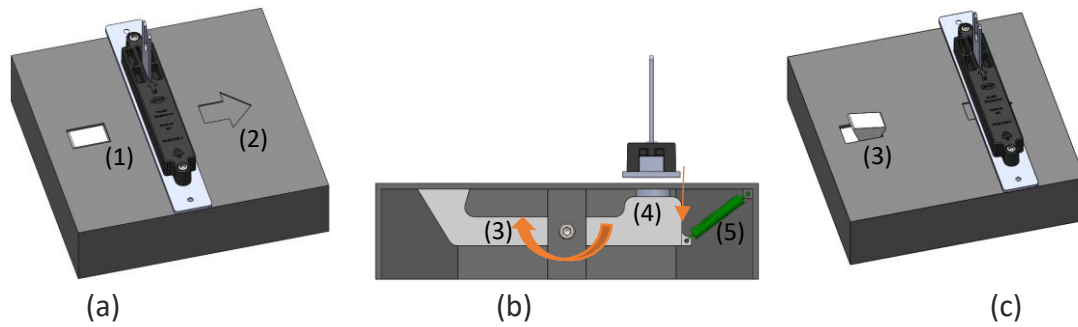


Figura 89 - Esquemas de funcionamento do *Poke-Yoke*



# 6 CONCLUSÕES

6.1 Conclusões

6.2 Propostas de trabalhos futuros



## 6 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

### 6.1 Conclusões

O principal objetivo deste trabalho foi ultrapassar vários problemas associados a um sistema de fecho utilizado em portas deslizantes. Foram desenvolvidas cinco soluções para a fechadura e uma para o sistema de atuação.

A solução selecionada para a fechadura, para a qual foi produzido um protótipo, permite obter os seguintes ganhos:

- redução do custo em 73%;
- redução do tempo de montagem em cerca de 70%;
- redução do tempo de produção em 50%;
- diminuição do número de componentes:
  - fechadura inicial: 49 componentes incluindo 17 parafusos e 3 molas;
  - fechadura final: 21 componentes incluindo 5 parafusos e sem utilização de molas;
- redução do volume ocupado pelos componentes em armazém;
- inexistência de componentes salientes, diminuindo o risco de lesões;
- muito menor probabilidade de danificar os componentes da fechadura devido a utilização inadequada;
- sistema sem necessidade de manutenção e lubrificação, com baixa probabilidade de ocorrer avarias durante o seu ciclo de vida;
- todos os componentes metálicos visíveis podem ser submetidos a acabamentos especiais (PVD).

Para o sistema de atuação da fechadura, desenvolvido no âmbito deste trabalho, foi também produzido o respetivo protótipo. Com a utilização deste sistema é possível concluir que se consegue:

- melhor a ergonomia: a movimentação do mordente é realizada através de um manípulo com deslizamento vertical, que é mais conveniente para pessoas com mobilidade reduzida e, além disso, não necessita de qualquer conversor;
- maior área de contacto para conseguir o deslizamento manual da porta durante o movimento da sua abertura ou fecho;
- fácil adaptação para portas com diferentes espessuras;
- fácil aplicação na porta, nem necessidade de ajustes;
- trancar e abrir a porta dos dois lados (interior e exterior);
- trancar e abrir a porta apenas de um dos lados e no outro lado a abertura ser apenas realizada em casos de emergência através da utilização de, por exemplo, uma moeda (solução adequada para portas de casas de banho públicas);

- utilizar o sistema de atuação sem mecanismo de abertura, funcionando apenas como puxador da porta;
- submeter todos os componentes metálicos visíveis a acabamentos especiais (PVD);
- um custo estimado de 10 €.

Neste trabalho foi também considerada uma embalagem, ecologicamente sustentável, para o acondicionamento e transporte do sistema de fecho. Para facilitar e diminuir o tempo de montagem do sistema de fecho foram propostas determinadas ferramentas, gabaritos e a utilização de robôs, sendo compatíveis com outros produtos. De forma a evitar a montagem incorreta dos imanes utilizados na fechadura propôs-se a utilização de um sistema Poke-Yoke.

Face ao exposto, o sistema de fecho desenvolvido neste trabalho apresenta significativas vantagens relativamente ao sistema original. Por este motivo, a empresa de acolhimento demonstrou grande interesse por este novo sistema, tendo iniciado o processo de pedido de patente.

## 6.2 Propostas de trabalhos futuros

De forma a dar continuidade ao trabalho apresentado, são propostos alguns trabalhos futuros:

- Desenvolver novos sistemas de atuação para a fechadura apresentada, permitindo apresentar soluções variadas para este tipo de fechadura;
- Desenvolver máquinas de testes cíclicos para este produto, segundo as normas descritas neste trabalho;
- Realizar o estudo dos ganhos obtidos com a utilização dos gabaritos desenvolvidos;
- Comparar os tempos de aplicação da nova solução com os da fechadura existente;
- Selecionar e simplificar outros produtos com os mesmos objetivos deste trabalho.

# **7 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO**



## 7 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

1. Deposit photos [Internet]. Consultado a 16/11/2020 em <https://pt.depositphotos.com/>.
2. Historical Locks [Internet]. Consultado a 15/11/2020 em <https://www.historicallocks.com/en/site/h/other-locks/locks-of-wood-and-iron/pin-tumbler-locks/>.
3. Phillips B. (2017). *The complete book of locks and locksmithing*. USA. McGraw-Hill Education. ISBN: 978-1-25-983468-4.
4. Smith [Internet]. Consultado a 16/11/2020 em [https://www.smith.edu/hsc/museum/ancient\\_inventions/hsc09b.htm](https://www.smith.edu/hsc/museum/ancient_inventions/hsc09b.htm).
5. Euro wood works [Internet]. Consultado a 18/11/2020 em <http://www.eurowoodworks.com/hardware-door.html>.
6. Burglar free zone [Internet]. Consultado a 17/11/2020 em <https://burglarfreezone.com/door-security/rim-locks/>.
7. Instructables [Internet]. Consultado a 20/11/2020 em <https://www.instructables.com/Cleaning-and-Repairing-an-Antique-Mortise-Door-Loc/>.
8. JNF [Internet]. Consultado em [www.jnf.pt](http://www.jnf.pt).
9. Rage university [Internet]. Consultado a 22/11/2020 em <http://rageuniversity.org/PRISONESCAPE/PRISON%20LOCKS%20AND%20KEYS/Lock-Mechanisms.pdf>.
10. Ollam D. (2012). *Practical lock picking*. USA. Syngress. ISBN: 978-1-59749-989-7.
11. FSB [Internet]. Consultado a 05/12/2020 em [https://www.fsb.de/en/downloads/further-downloads/SSF\\_EN16-Antipanik/](https://www.fsb.de/en/downloads/further-downloads/SSF_EN16-Antipanik/).
12. Dom security [Internet]. Consultado a 11/12/2020 em <https://www.dom-security.com/fr/en/highlighted-products/magnetic-bolt-locking-system>.
13. Norman T. (2012). *Electronic access control*. USA. Elsevier. ISBN: 978-0-12-382028-0.
14. Locksmiths of chelsea [Internet]. Consultado a 13/12/2020 em <https://www.locksmiths-of-chelsea.co.uk/benefits-electric-lock/>.

15. Counterpoint research [Internet]. Consultado a 10/12/2020 em <https://www.counterpointresearch.com/smart-door-lock-shipments-china-expected-reach-40-million-units-2020/>.
16. Carlislebrass [Internet]. Consultado a 15/12/2020 em <https://www.carlislebrass.com/indicator-bolt-with-emergency-release-48263>.
17. Norma EN 12209:2009. *Mechanically Operated Locks and Locking Plates*.
18. Norma EN179:2008. *Building hardware. Emergency exit devices operated by a lever handle or push pad, for use on escape routes. Requirements and test methods*.
19. Norma EN1125:2008. *Building hardware. Panic exit devices operated by a horizontal bar, for use on escape routes. Requirements and test methods*.
20. Norma EN1634-1. *Fire resistance and smoke control tests for door and shutter assemblies, openable windows and elements of building hardware*.
21. Norma EN1670:2007. *Building hardware. Corrosion resistance. Requirements and test methods*.
22. Norma EN ISO 9227:2017. *Corrosion tests in artificial atmospheres — Salt spray tests*.
23. Linnert, G. (1994). *Welding metallurgy. Carbon and alloy steels*. USA: GML Publications. ISBN: 0-87 17 1-457-4.
24. Matweb [Internet]. Consultado a 16/01/2020 em [www.matweb.com](http://www.matweb.com).
25. Pinto H., Silva F., Martinho R., Campilho R., Pinto A. (2019). Improvement and validation of Zamak die casting moulds. *Procedia Manufacturing*. 38. 1547-1557. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.01.131.
26. Dynacast [Internet]. Consultado a 10/01/2021 em <https://www.dynacast.com/en/knowledge-center/material-information/die-cast-metals/zinc-casting-metals/zamak-3>.
27. Kumar S., Gandotra S. (2020). Investigating the effect of additives in molding sand on mechanical properties of casted ZAMAK-3 alloy. *Materials Today: Proceedings*. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.10.228.
28. Lim Y., Venugopal R., Ulsoy A. (2014). *Process control for sheet-metal stamping*. Springer. UK. ISBN: 978-1-4471-6283-4.
29. Nunes R., Abbas I., Algminas L., Altan T. (1996). *ASM HANDBOOK. Volume 14 - Forming and forging*. USA. ASM. ISBN: 0-87170-007-7.

30. Swift K., Booker J. (2003). *Process selection from design to manufacture*. UK. Butterworth Heinemann. ISBN: 9780750654371.
31. Beddoes J., Bibby M. (1999). *Principles of metal manufacturing processes*. UK. Butterworth Heinemann. ISBN: 9780340731628.
32. Gupta A., Arora S., Westcott J. (2017) *Industrial automation and robotics*. India. Mercury Learning and Information. ISBN: 978-1-938549-30-4.
33. Parschau C., Hauge J. (2020). Is automation stealing manufacturing jobs? Evidence from South Africa's apparel industry. *Geoforum*. 115. 120-131. DOI: 10.1016/j.geoforum.2020.07.002.
34. Syed R., Suriadi S., Adams M., Bandara W., Leemans S., Ouyang C., Hofstede A., Weerd I., Wynn M., Reijers H. (2020). Robotic Process Automation: Contemporary themes and challenges. *Computers in Industry*. 115. 103162. DOI: 10.1016/j.compind.2019.103162.
35. Robo hub [Internet]. Consultado a 01/12/2020 em <https://robohub.org/korean-private-public-partnership-to-invest-2-6b-in-robot-industry-by-2018/>.
36. Food connection [Internet]. Consultado a 29/01/2021 em <https://www.foodconnection.com/consumo/e-book-perspectivas-da-industria-de-alimentos-e-bebidas>.
37. Uti [Internet]. Consultado a 22/12/2020 em <https://www.uti.edu/blog/cnc/cnc-operator-cnc-machinist>.
38. Okuma [Internet]. Consultado a 25/01/2021 em <http://www.okuma.com/automacao/>.
39. Ljasenko S., Justham L. (2016). A Comparison of the Manufacturing Resilience between Fixed Automation Systems and Mobile Robots in Large Structure Assembly. *Procedia Manufacturing*. 57. 235-240. DOI: 10.1016/j.procir.2016.11.041.
40. Kuka [Internet]. Consultado a 23/12/2020 em <https://www.kuka.com/en-hu/products/mobility/mobile-robot-systems/kmr-quantec>.
41. Aljinovic M., Crnjac M., Nikola G., Mladineo M., Basic A., Ivica V. (2020). Integration of the human-robot system in the learning factory assembly process. *Procedia Manufacturing*. 45. 158-163. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.04.088.
42. ISO [Internet]. Consultado a 16/12/2020 em <https://www.iso.org/>.
43. Vicentini F. (2020). Terminology in safety of collaborative robotics. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*. 63, 101921, DOI: 10.1016/j.rcim.2019.101921.

44. Gopinath V., Johansen K. (2016). Risk Assessment Process for Collaborative Assembly. *Procedia CIRP*. 44. 199-203. DOI: 10.1016/j.procir.2016.02.334.
45. Gopinath V., Johansen K., Derelöv M., Gustafsson A., Axelsson S. (2021). Safe Collaborative Assembly on a Continuously Moving Line with Large Industrial Robots. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. 67. 102048. DOI: 10.1016/j.rcim.2020.102048.
46. Tecma [Internet]. Consultado a 23/12/2020 em <https://tecma.org.mx/robots-colaborativos-esenciales-para-la-competitividad-manufacturera/>.
47. Araújo W., Silva F., Campilho R., Mato J. (2017). Manufacturing cushions and suspension mats for vehicle seats: a novel cell concept. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 90. 1539–1545. DOI: 10.1007/s00170-016-9475-6.
48. Castro A., Silva M., Silva F. (2017). Designing a robotic welding cell for bus body frame using a sustainable way. *Procedia Manufacturing*. 11. 207-214. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.225.
49. Costa R., Silva F., Campilho R. (2017). A novel concept of agile assembly machine for sets applied in the automotive industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 91, 4043-4054. DOI: 10.1007/s00170-017-0109-4.
50. Moreira B., Gouveia R., Silva F., Campilho R. (2017). A Novel Concept Of Production And Assembly Processes Integration. *Procedia Manufacturing*. 11. 1385-1395. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.268.
51. Correia D., Silva F., Gouveia R., Pereira T., Ferreira L. (2018). Improving manual assembly lines devoted to complex electronic devices by applying Lean tools. *Procedia Manufacturing*. 17. 663-671. DOI: 10.1016/j.promfg.2018.10.115.
52. Rosa C., Silva F., Ferreira L., Pereira T., Gouveia R. (2018). Establishing Standard Methodologies To Improve The Production Rate Of Assembly Lines Used For Low Added-Value Products. *Procedia Manufacturing*. 17. 555–562. DOI: 10.1016/j.promfg.2018.10.096.
53. Magalhães A., Silva F., Campilho R. (2019). A novel concept of bent wires sorting operation between workstations in the production of automotive parts. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*. 41. 1. DOI: 10.1007/s40430-018-1522-9.
54. Silva F., Martins N., Campilho R., Ferreira L. (2020). A novel concept of Bowden cables flexible and full-automated manufacturing process improving quality and productivity. *Procedia Manufacturing*. 51. 438-445. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.10.062.

55. Silva F., Swertvaegher G., Campilho R., Ferreira L., Sá J. (2020). Robotized solution for handling complex automotive parts in inspection and packing. *Procedia Manufacturing*. 51. 156-163. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.10.023.
56. IQ Parts [Internet]. Consultado a 10/05/2021 em [www.iq-parts-shop.com/](http://www.iq-parts-shop.com/).
57. Fiam Group [Internet]. Consultado a 18/05/2021 em [www.fiamgroup.com](http://www.fiamgroup.com). Consultado em 18/05/2021.



## **8 ANEXOS**

**8.1 Custo da fechadura existente**

**8.2 Esquema de montagem e entalhe para o novo sistema de fecho**

**8.3 Custos e tempos dos processos internos para o novo sistema de fecho**









**8.4 Desenhos técnicos para produção**
















## 8 ANEXOS

Neste capítulo são demonstrados os anexos que fundamentam alguns resultados obtidos. São também apresentados os entalhes necessários para a aplicação do produto desenvolvido bem como a respetiva montagem. Por fim, são apresentados todos os desenhos técnicos necessários para a produção deste sistema de fecho e respetivos gabaritos.

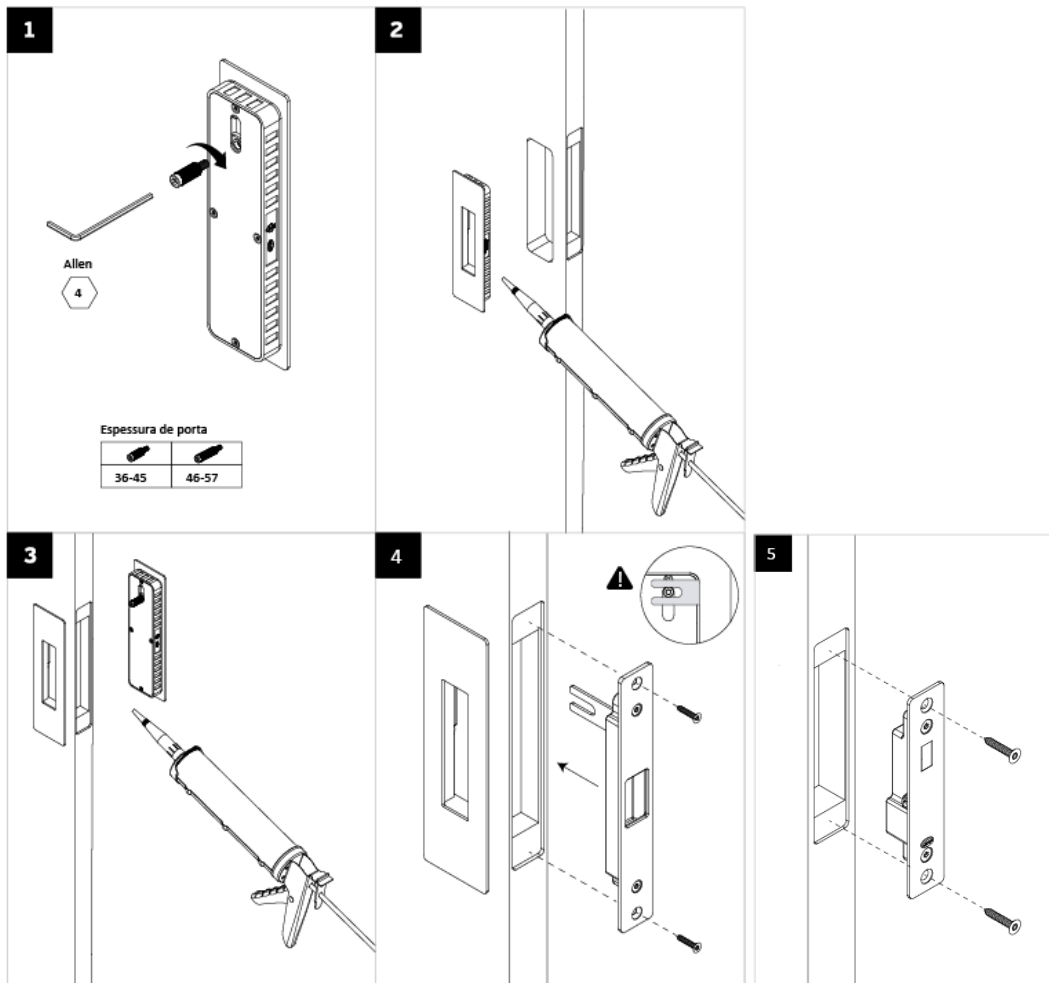
## 8.1 Custo da fechadura existente

Processo	Custo (l/h)	Tempo de maquinagem (s)	Tempo de torneamento (s)	Tempo de mão-de-obra (s)	Tempo de estampagem (s)	Tempo de acabamento (s)	Custo de produção interna (l)	Custos externos (l)	Custo de matéria-prima (l)	Custo total componente (l)	Quantidade de componentes	Custo total na fechadura
Maquinagem	40											
Torneamento	25											
Mão-de-obra	15											
Estampagem	17											
Acabamento	17											
Peça												
	1	0	0	0	50	60	0,31666667	0	0	0,31666667	1	0,31666667
	1,1	40	0	0	20	0	0,32333333	0	0,33	0,65333333	1	0,65333333
	1,2	0	30	0	0	0	0,125	0	0,05	0,175	6	1,05
	2	40	0	0	20	60	0,49333333	0	0,33	0,82333333	1	0,82333333
	3	60	0	0	20	40	0,57	0	1,5	2,07	1	2,07
	4	0	60	0	0	0	0,25	0	0,25	0,5	1	0,5
	5	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	1	0,7
	6	0	20	0	30	0	0,86333333	0	0,1	0,26333333	1	0,26333333

	7	0	0	0	0	0	20	0	0,056666667	0	0	0,056666667	1	0,056666667	0,056666667
varão	7.1	80	60	0	0	0	0	0	0,783333333	0	0,4	1,183333333	1	1,183333333	1,183333333
perno	7.2	0	20	0	0	0	0	0	0,063333333	0	0,01	0,093333333	1	0,093333333	0,093333333
	8	0	0	0	0	60	90	0,425	0	0	0	0,425	1	0,425	0,425
grafc	8.1	0	0	0	0	0	0	0	0	2,3	0	2,3	1	2,3	2,3
denes	8.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,7	2	0,7	0,7
pernos	8.3	0	20	0	0	0	0	0,063333333	0	0	0,01	0,093333333	2	0,093333333	0,093333333
	9	160	0	0	0	0	150	1,625	0	3,2	0	4,825	1	4,825	4,825
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	1	0,3	0,3

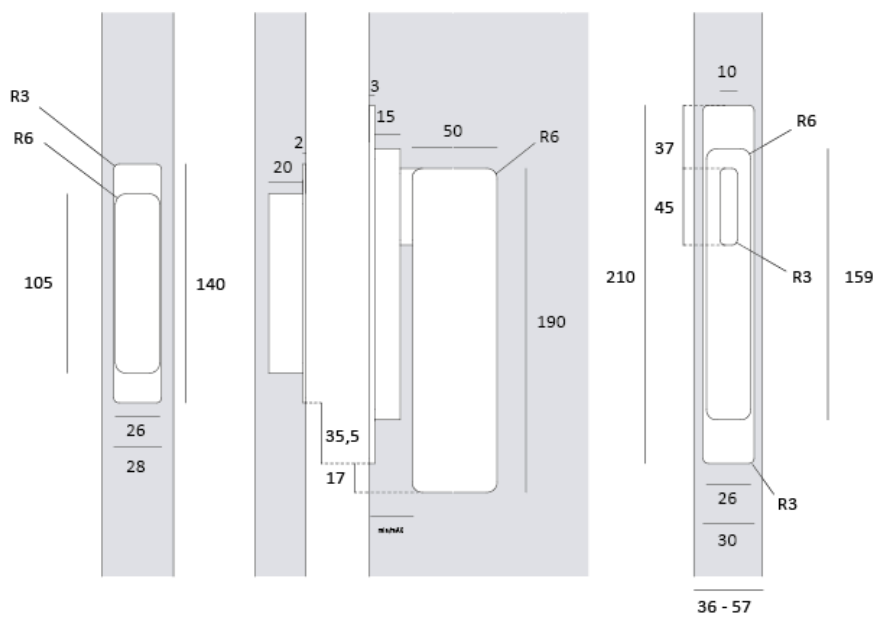
	11	0	0	0	0	20	0	0,056666667	0	0,2	0,256666667	1	0,256666667
	12	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	2
	13	30	0	0	0	0	0	0,6	0	0,03	0,63	4	2,52
	14	0	0	0	0	50	60	0,316666667	0	0	0,316666667	1	0,316666667
tampa	14.1	40	0	0	0	20	0	0,323333333	0	0,33	0,653333333	1	0,653333333
parafusos pequenos	14.2	0	30	0	0	0	0	0,125	0	0,01	0,135	2	0,27
	15	40	0	0	0	20	60	0,493333333	0	0,33	0,623333333	1	0,623333333
	16	0	0	0	0	40	0	0,113333333	0	0,11	0,223333333	1	0,223333333
	17	40	0	0	0	20	30	0,408333333	0	0,25	0,658333333	1	0,658333333
		0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0,01	17	0,17
		0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0,01	3	0,03

## 8.2 Esquema de montagem e entalhe para o novo sistema de fecho



Aro

Porta





#### 8.4 Desenhos técnicos para produção

Os desenhos técnicos foram realizados segundo a norma ISO 2768 e estão devidamente referenciados, cotados, legendados e com indicação de tolerâncias.

Os desenhos de conjunto apresentam uma vista explodida onde é possível observar o posicionamento dos componentes, apresentando, também, uma tabela onde é possível corresponder a peça ao respectivo desenho, sendo indicado o material em que é fabricado, quantidade e tipo de manufatura ou compra.

É apresentado na Tabela 12 a ordem pela qual são apresentados os desenhos e a respectiva correspondência entre o componente desenhado e o número de desenho.

Tabela 12 - Referências dos desenhos técnicos para produção

Componente	Desenho	Componente	Desenho
Montagem	0019	17-Chapa para ocultar o mecanismo	0016
1-Concha	0001	18-Botão	0017
2-Caixa do trinco	0002	P01-Posicionador do gabarito	0020
3-Caixa da fechadura	0003	GM01-Gabarito de montagem do trinco	0021
4-Frente da concha	0018	GM02-Gabarito de montagem da fechadura	0022
4.1-Perno roscado	0004	GM03-Gabarito de montagem do sistema de atuação	0023
4.2-Chapa da frente da concha	0005	GL01-Gabarito para lixadeira da frente da concha	0024
7-Chapa testa	0006	GL02-Gabarito para lixadeira da frente da fechadura	0025
8-Frente de fechadura	0007	GL03-Gabarito para lixadeira da chapa testa	0026
9-Casquilho de 16	0008	GR01-Gabarito para banca do robô para frente da fechadura	0027
10-Casquilho de 27	0009	GR02-Gabarito para banca do robô para chapa testa	0028
11-Chapa de transmissão	0010	PR01-Pinça para robô	0029
12-Fundo	0011	GS01-Pino de posicionamento do gabarito de soldadura	0030
13-Chapa para ocultar o mecanismo	0012	GS02-Base do gabarito de soldadura	0031
14-Mordente	0013	GS03-Posicionador de peças do gabarito de soldadura	0032
15-Trinco	0014	GS04-Posicionador de pinos do gabarito de soldadura	0033
16-Eixo	0015	GS05-Barra do gabarito de soldadura	0034



1 2 3 4 5 6 7 8

A

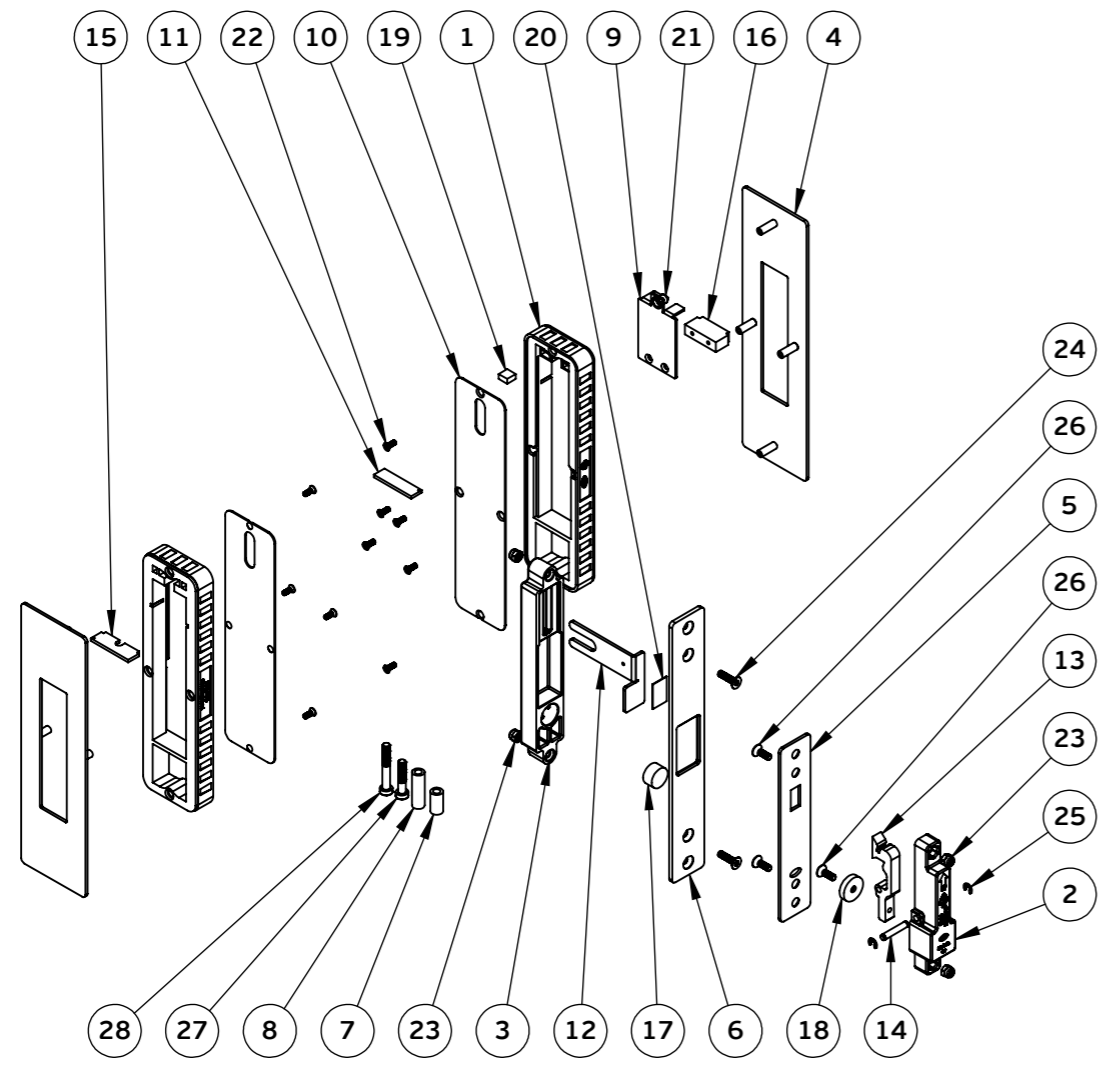
B

C

D

E

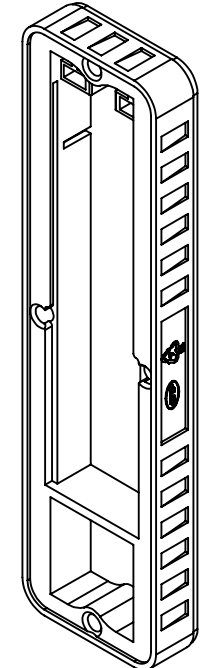
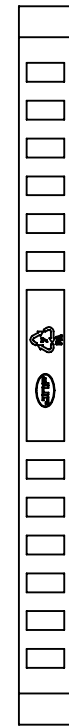
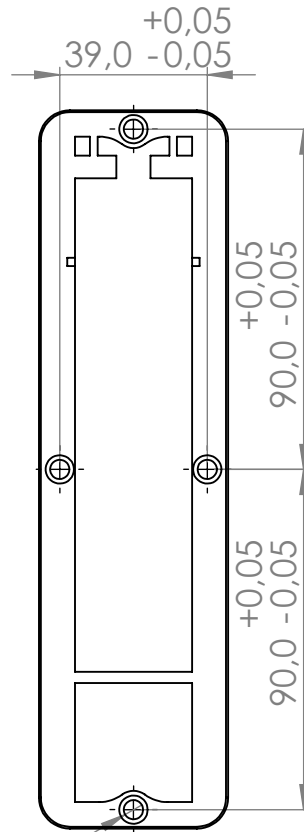
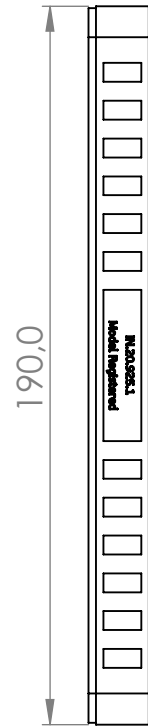
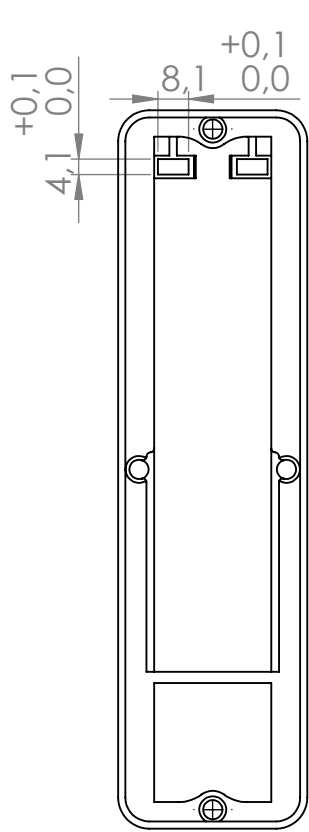
F






Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Qty.
1	1	0001	PA + FV	Injeção de plástico	2
2	2	0002	PA + FV	Injeção de plástico	1
3	3	0003	PA + FV	Injeção de plástico	1
4	4	0018	AISI 304	Soldadura laser	2
5	7	0006	AISI 304	Laser + Maquinagem	1
6	8	0007	AISI 304	Laser + Maquinagem	1
7	9	0008	POM Acetal Copolymer	Torneamento	1
8	10	0009	POM Acetal Copolymer	Torneamento	1
9	11	0010	AISI 304	Laser + Quinagem + Maquinagem	1
10	12	0011	AISI 304	Laser + Maquinagem	2
11	13	0012	AISI 304	Corte de laser	1
12	14	0013	AISI 304	Laser + Quinagem	1
13	15	0014	AISI 304	Laser + Maquinagem	1
14	16	0015	AISI 304	Torneamento	1
15	17	0016	AISI 304	Laser	1
16	18	0017	AISI 304	Laser + Maquinagem	1
17	19_Iman neodímio 15x8	-	Neodímio	Compra	1
18	20_Iman neodímio 18x4	-	Neodímio	Compra	1
19	21_Iman neodímio 8x8x4	-	Neodímio	Compra	1
20	30_Fita polietileno	-	Polietileno	Compra	1
21	ART. 9013 - 1 - M5	-	AISI 304	Compra	1
22	ISO 14581 M3x8	-	AISI 304	Compra	10
23	DIN EN ISO 7040 - M4	-	AISI 304	Compra	4
24	ISO 14581 M4x16	-	AISI 304	Compra	2
25	Lock washer DIN 6799 - 3.2	-	AISI 304	Compra	2
26	ISO 14581 M4x12	-	AISI 304	Compra	3
27	DIN 912 - M5 x 25	-	AISI 304	Compra	1
28	DIN 912 - M5 x 35	-	AISI 304	Compra	1

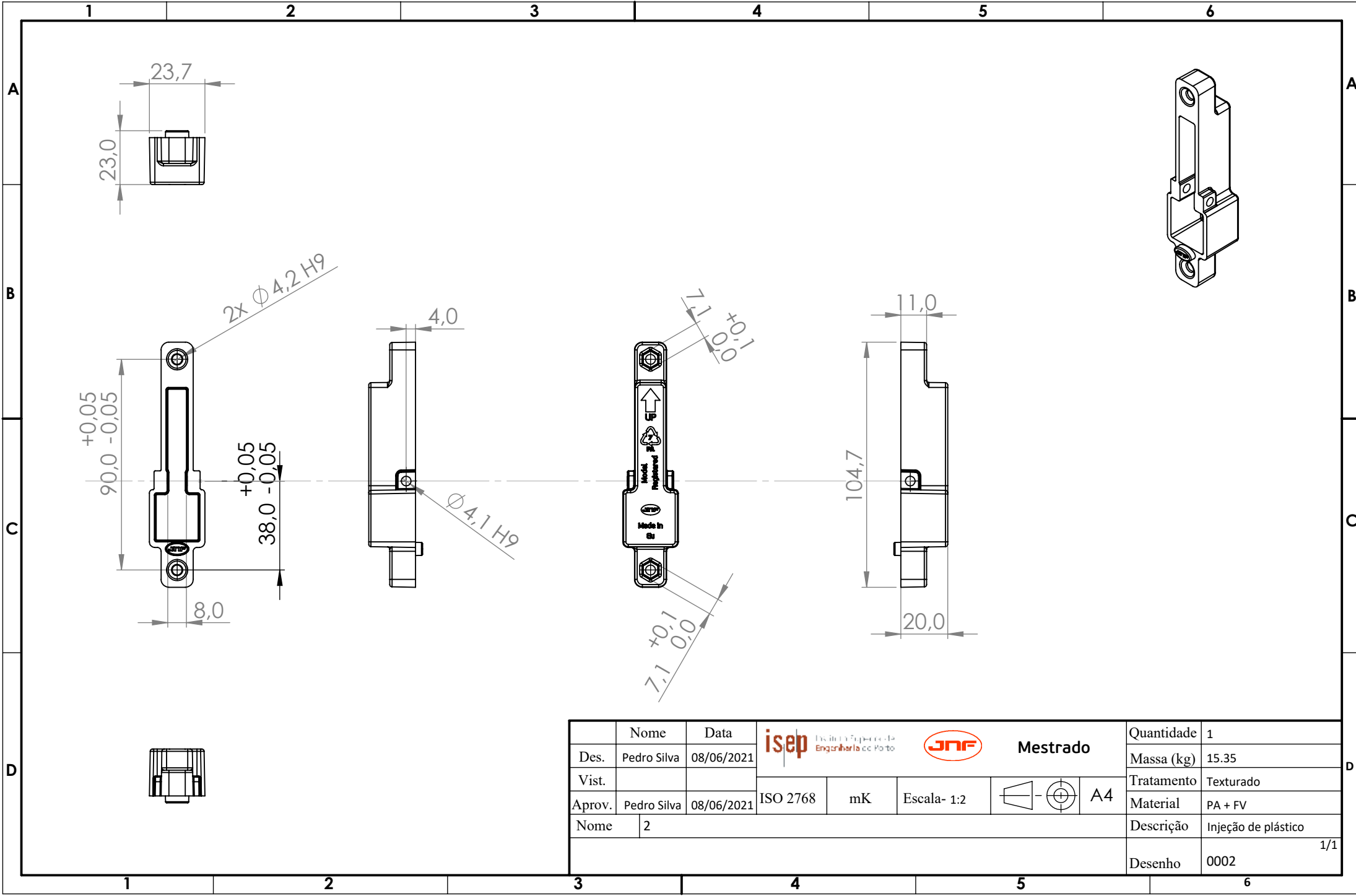
Nome	Data		Mestrado			Quantidade	1
Des.	Pedro Silva 09/06/2021					Massa (kg)	948.26
Vist.		ISO 2768    mK    Escala- 1:10        A3				Tratamento	
Aprov.	Pedro Silva 09/06/2021					Material	
Nome	Sistema de fecho				Descrição	Montagem	
					Desenho	0019	1/1




1 2 3 4 5 6 7 8

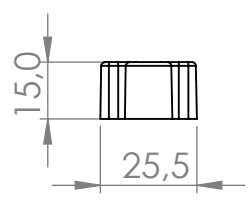
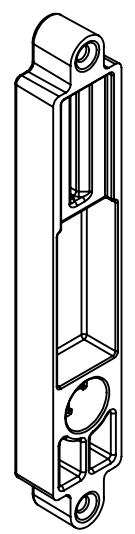
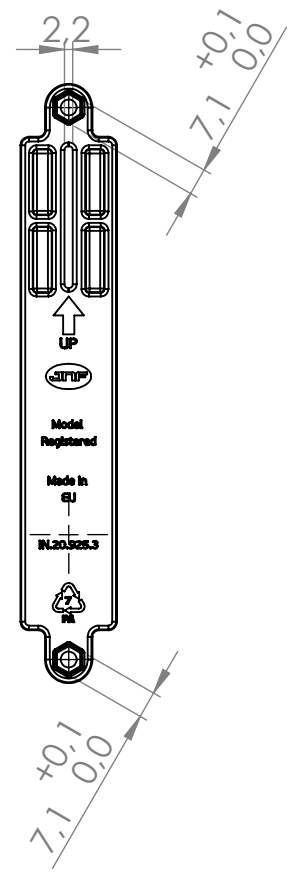
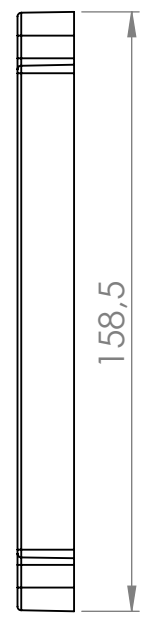
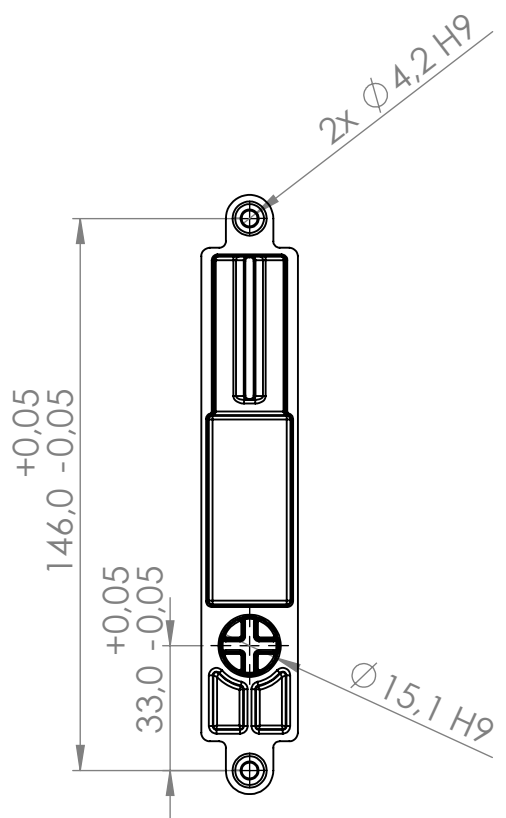




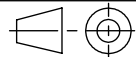
4x Ø 5,10 H9

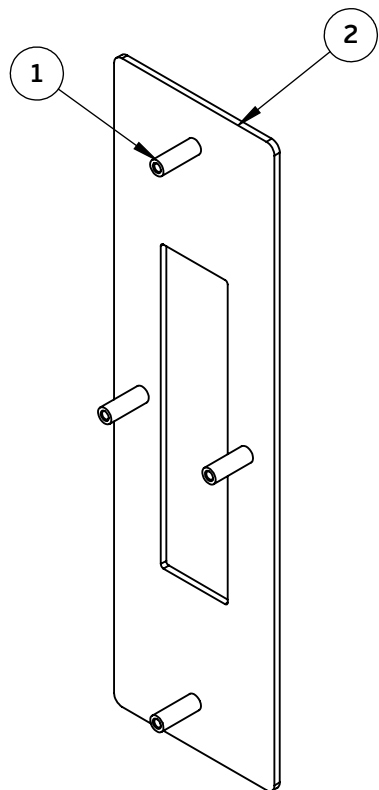
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	2
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	66.52
Vist.							Tratamento	Texturado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 A4	Material	PA + FV
Nome	1						Descrição	Injeção de plástico
							Desenho	0001 1/1






	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	15.35
Vist.							Tratamento	Texturado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 A4	Material	PA + FV
Nome	2						Descrição	Injeção de plástico
							Desenho	0002 <span style="float: right;">1/1</span>

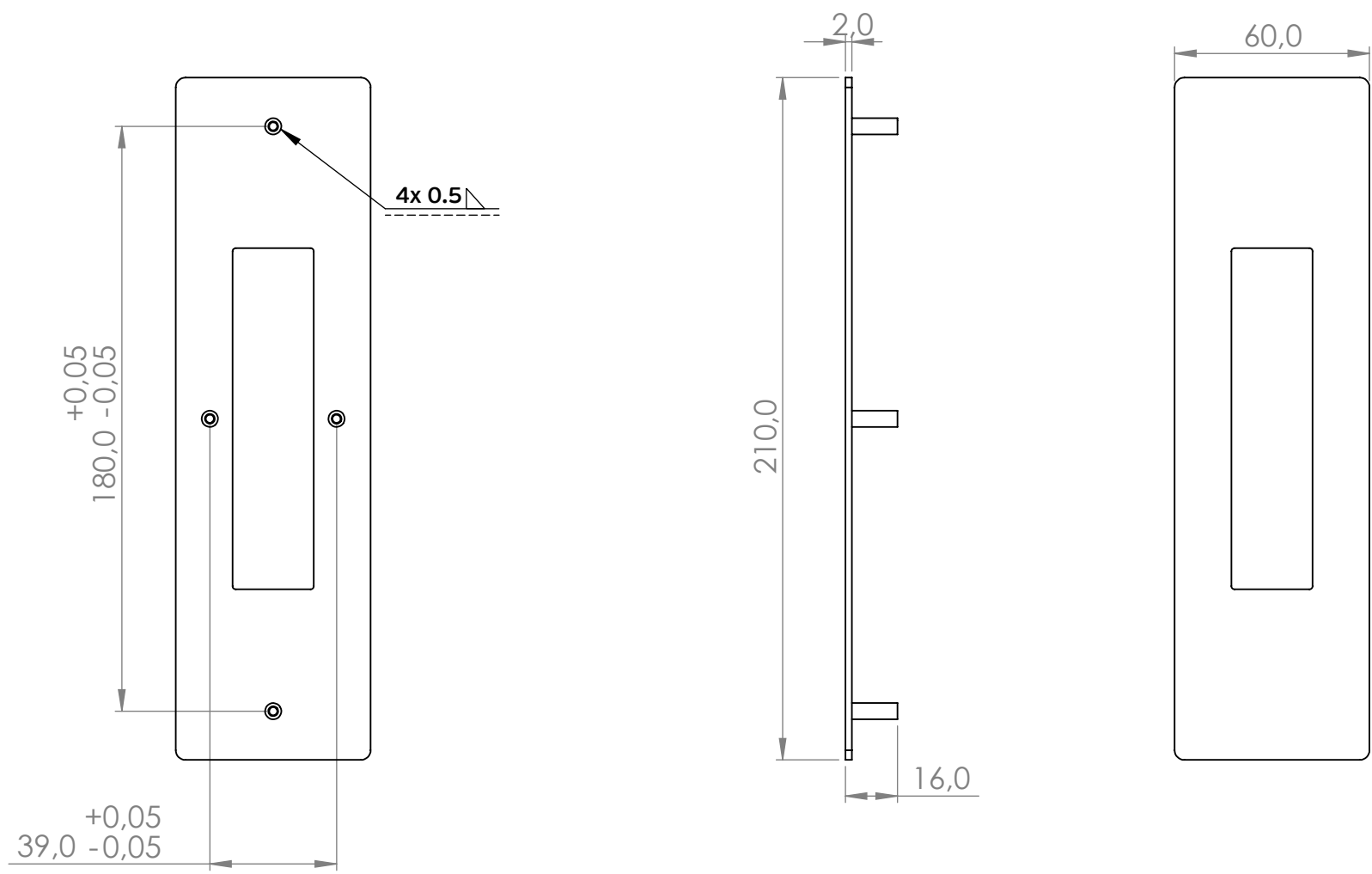





	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	29.04
Vist.							Tratamento	Texturado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 A4	Material	PA + FV
Nome	3						Descrição	Injeção de plástico
							Desenho	0003 1/1

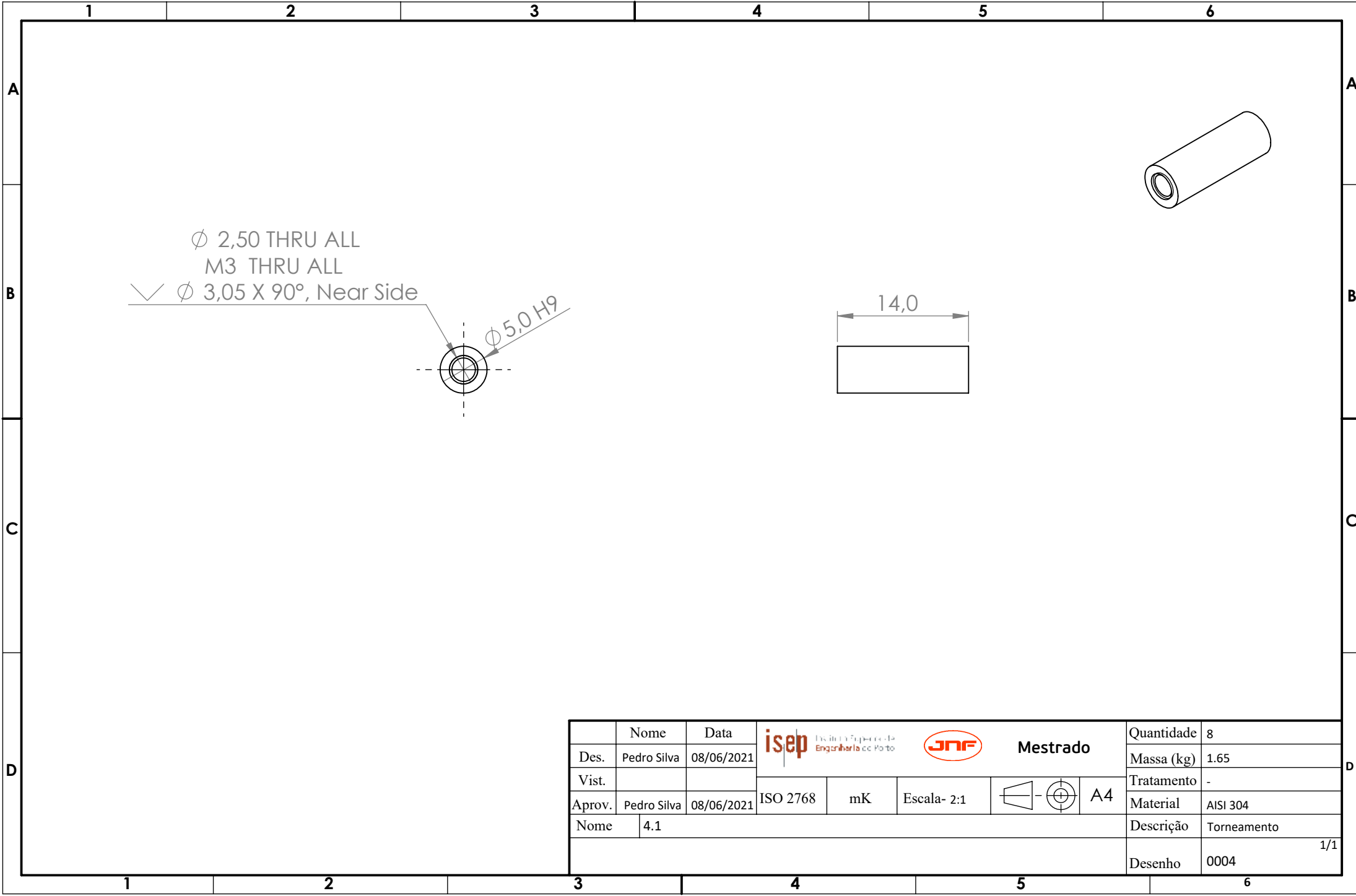


Pos.	Nome	Des. Nº	Material	Descrição	Qty.
1	4.1	0004	AISI 304	Torneamento	4
2	4.2	0005	AISI 304	Corte de laser	1

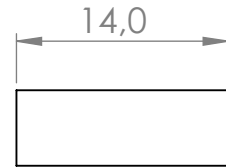
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	2
Des.	Pedro Silva	11/06/2021					Massa (kg)	166.08
Vist.							Tratamento	Escovado
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 A4	Material	AISI 304
Nome	4						Descrição	Soldadura laser
							Desenho	0018 <span style="float: right;">1/2</span>






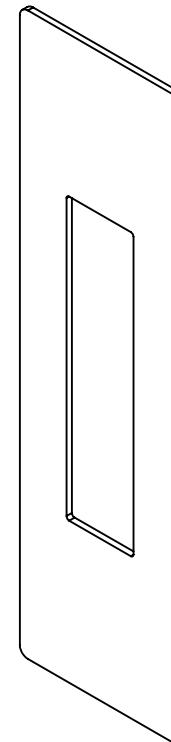
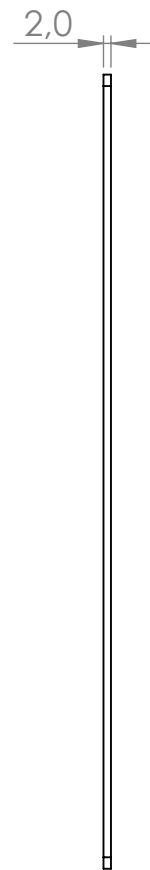
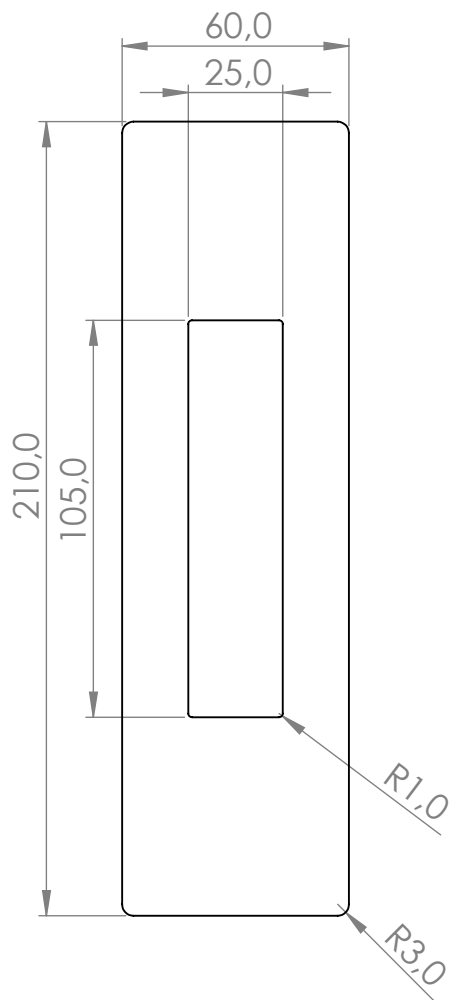
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	2
Des.	Pedro Silva	11/06/2021					Massa (kg)	166.08
Vist.							Tratamento	Escovado
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 A4	Material	AISI 304
Nome	4						Descrição	Soldadura laser
							Desenho	0018 <span style="float: right;">2/2</span>






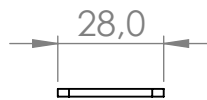
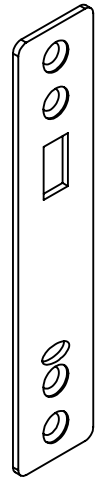
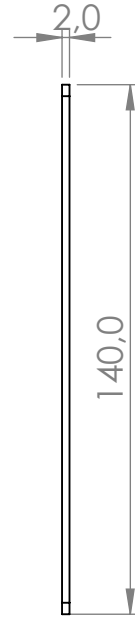
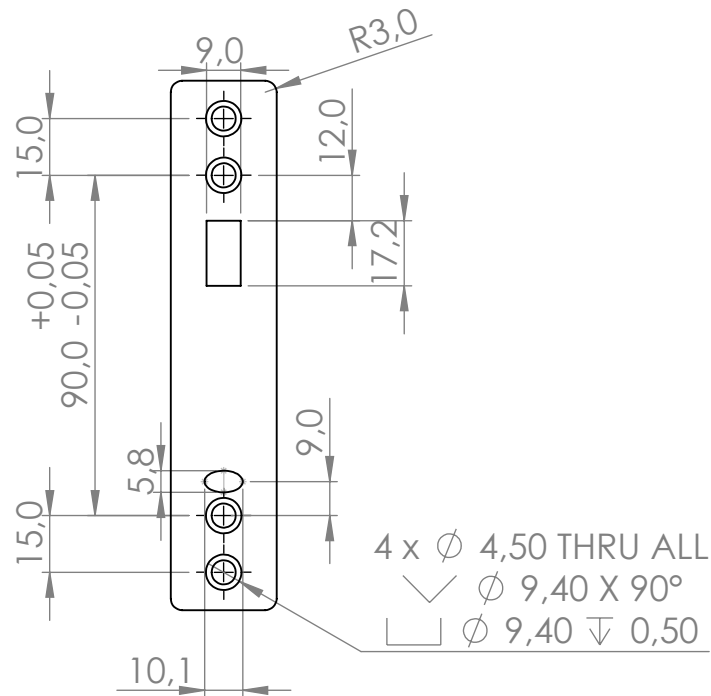
$\varnothing$  2,50 THRU ALL  
 M3 THRU ALL  
 $\surd$   $\varnothing$  3,05 X 90°, Near Side  
 $\varnothing$  5,0 H9






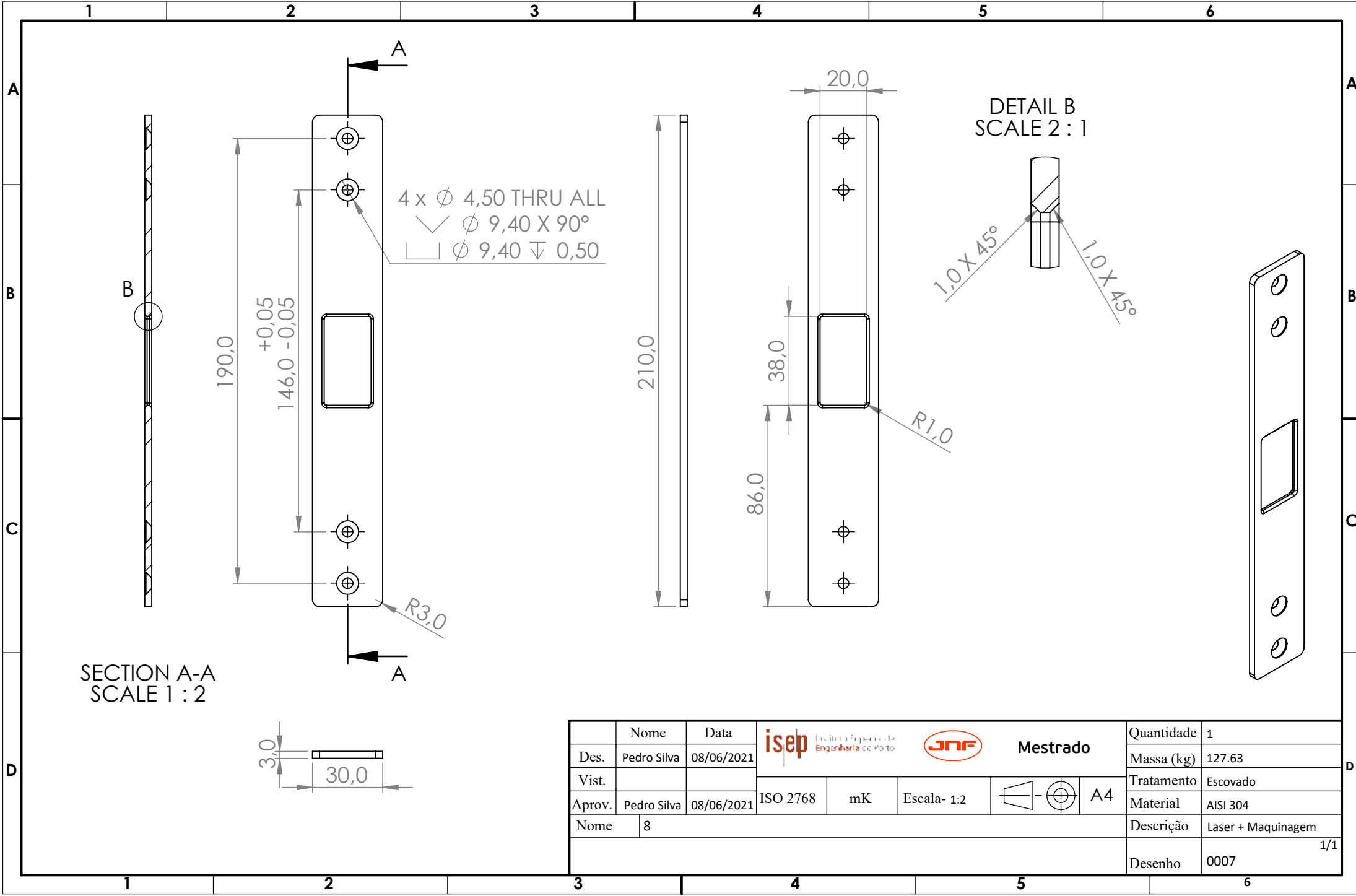
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	8
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	1.65
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 2:1	 A4	Material	AISI 304
Nome	4.1						Descrição	Torneamento
							Desenho	0004 1/1



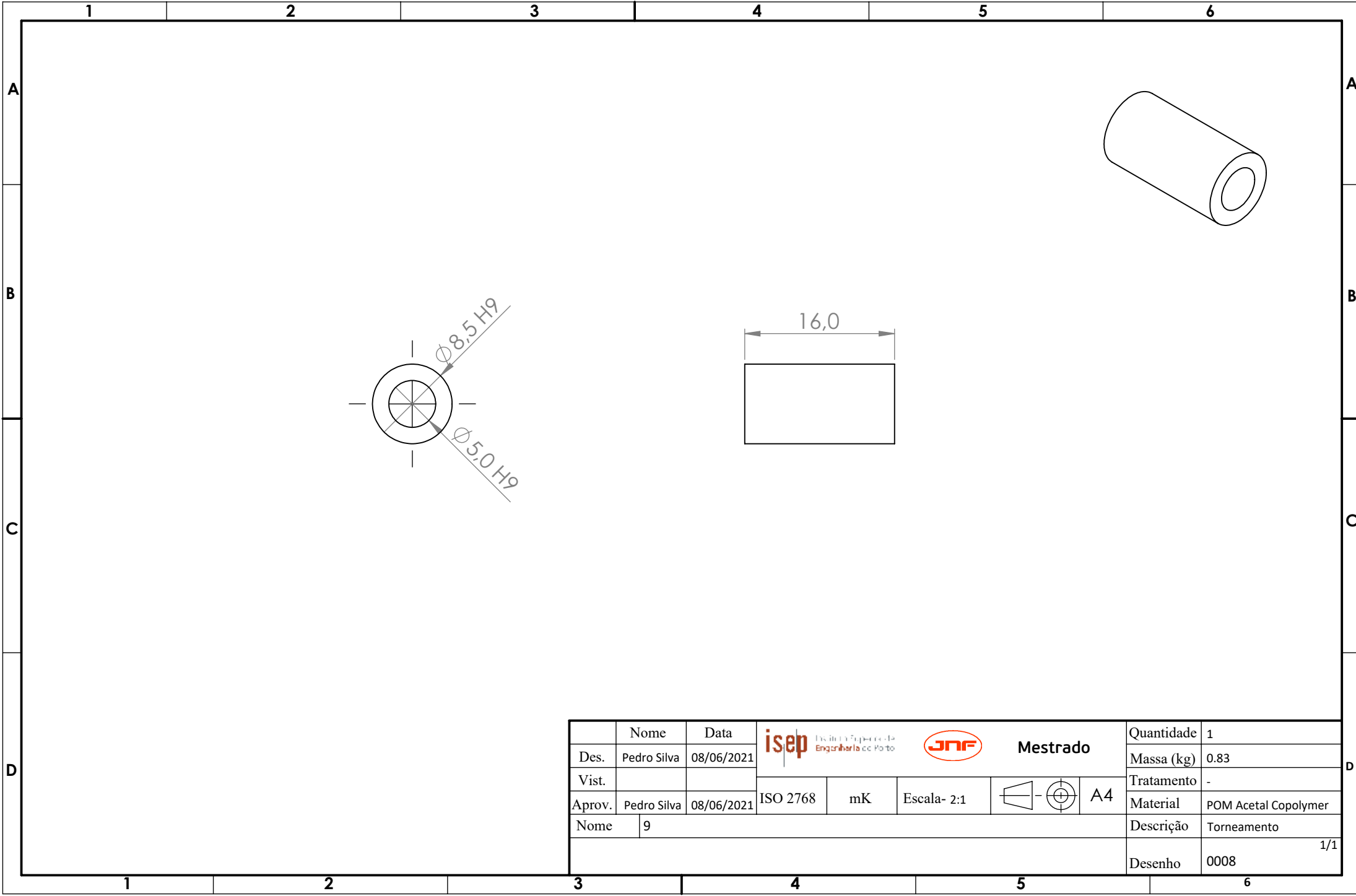
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>			Quantidade	2	
Des.	Pedro Silva	09/06/2021				Massa (kg)	159.49	
Vist.						Tratamento	Escovado	
Aprov.	Pedro Silva	09/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 A4	Material	AISI 304
Nome	4.2					Descrição	Corte de laser	
						Desenho	0005	






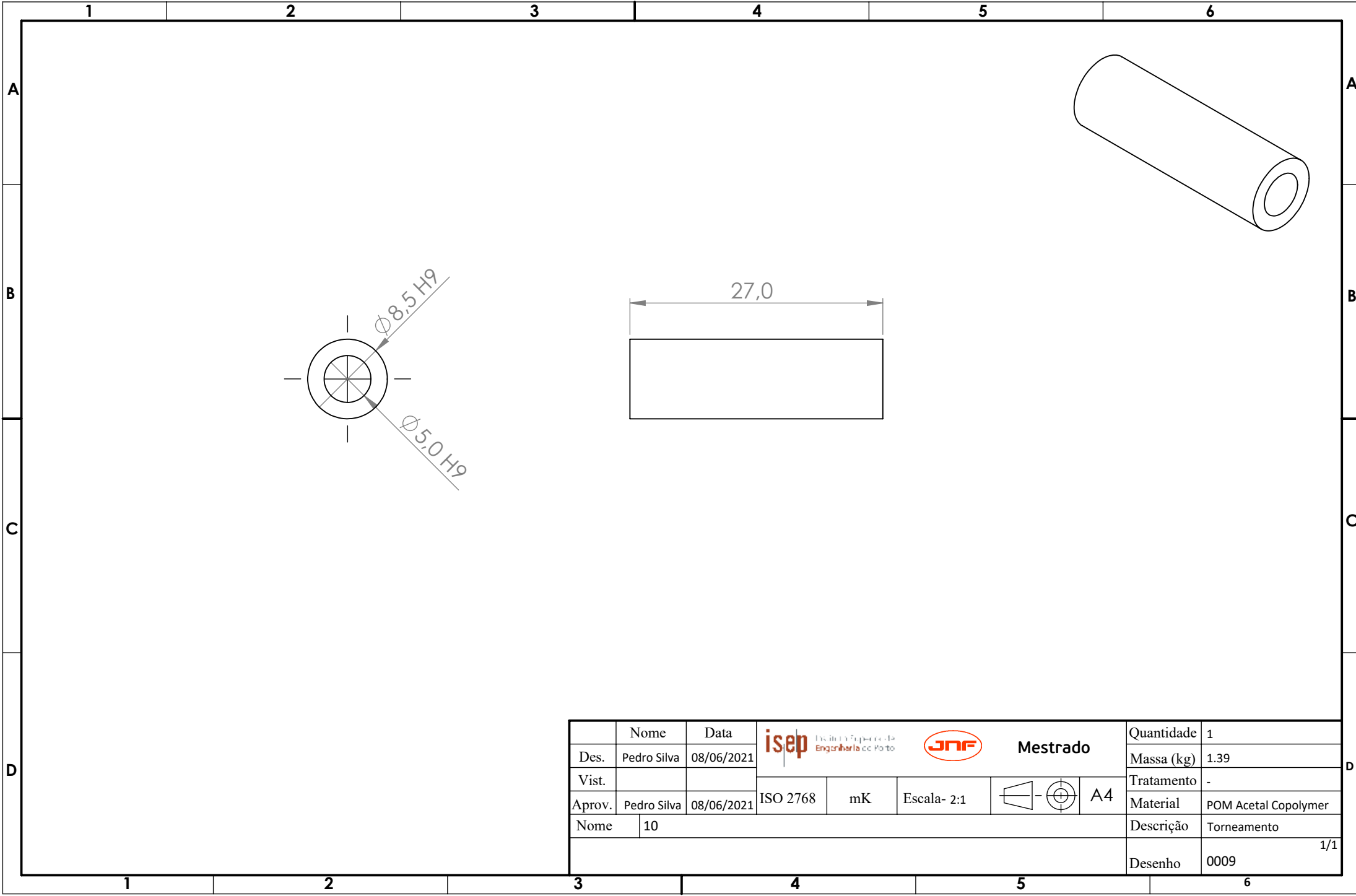
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	55.90
Vist.							Tratamento	Escovado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 A4	Material	AISI 304
Nome	7						Descrição	Laser + Maquinagem
							Desenho	0006 <span style="float: right;">1/1</span>






Nome	8	Nome	Pedro Silva	Data	08/06/2021	 <small>Instituto Superior de Engenharia do Porto</small>	 <b>Mestrado</b>	Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2			 <b>A4</b>	Massa (kg)
Vist.								Tratamento	Escovado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021						Material	AISI 304
Nome	8							Descrição	Laser + Maquinagem
								Desenho	0007 <span style="float: right;">1/1</span>

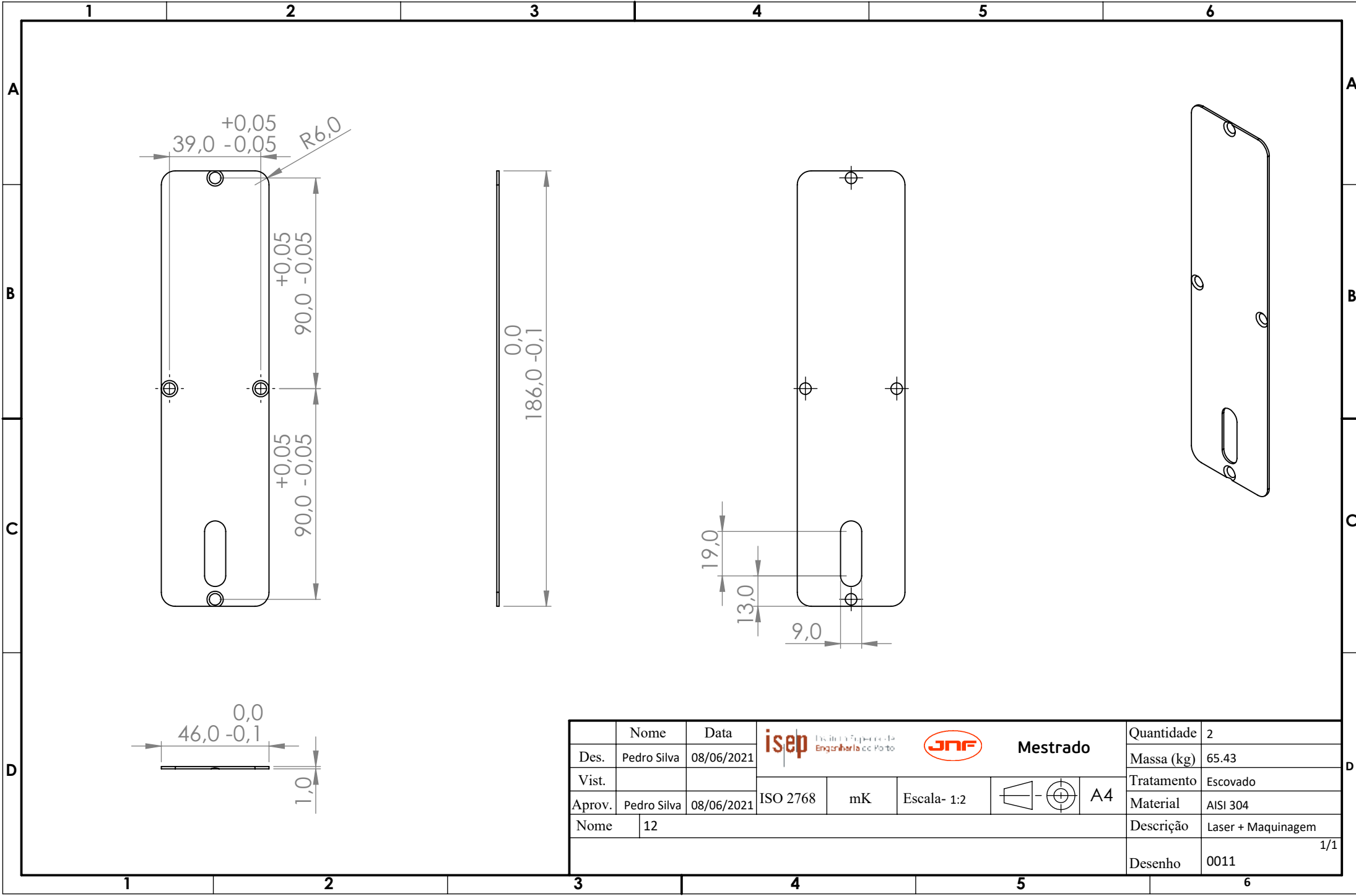





	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	0.83
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 2:1	 A4	Material	POM Acetal Copolymer
Nome	9						Descrição	Torneamento
							Desenho	0008 1/1

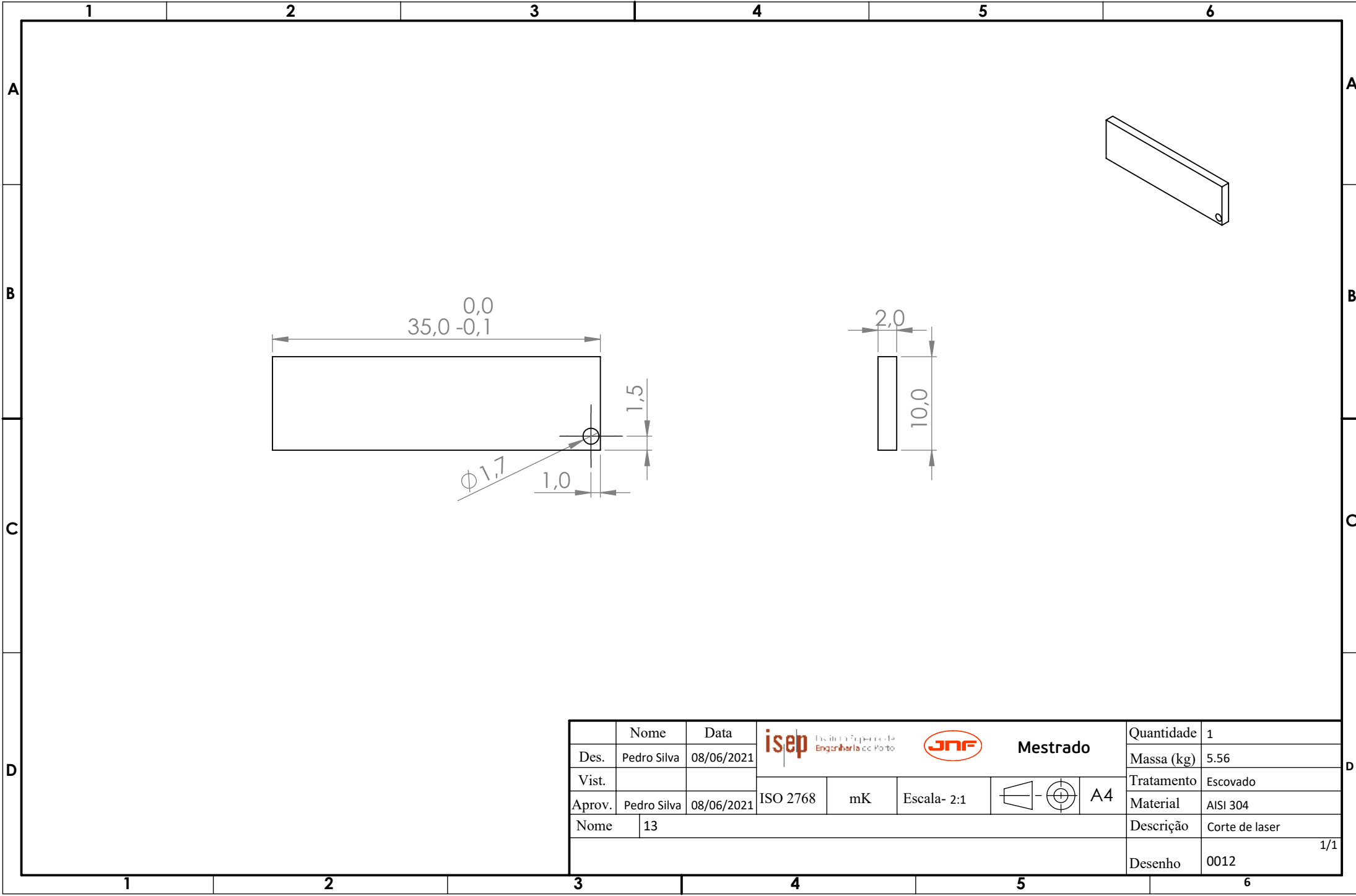




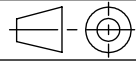
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	1.39
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 2:1	 A4	Material	POM Acetal Copolymer
Nome	10						Descrição	Torneamento
							Desenho	0009 1/1

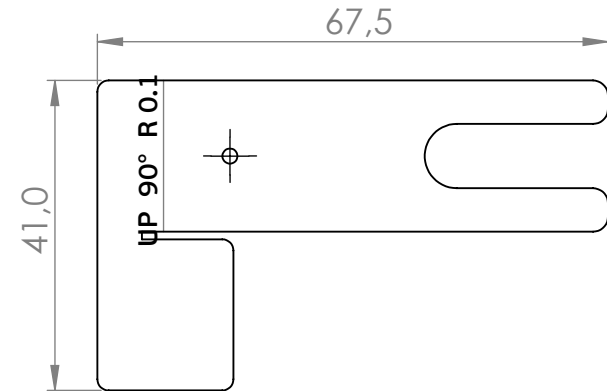
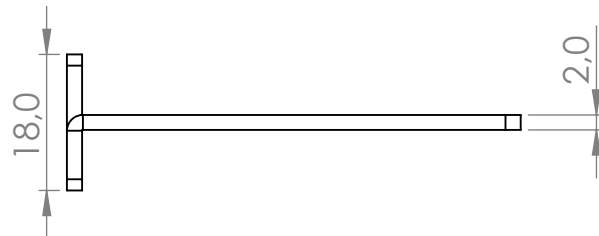
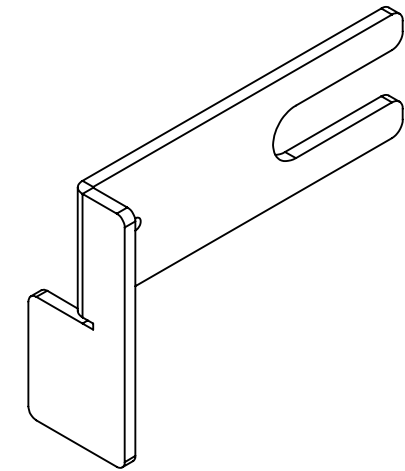
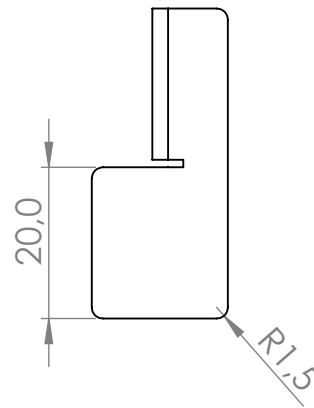
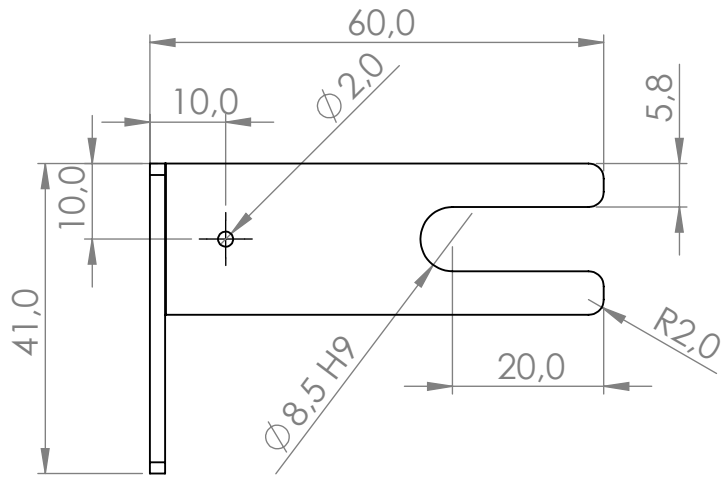




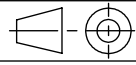


	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	2
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	65.43
Vist.							Tratamento	Escovado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 A4	Material	AISI 304
Nome	12						Descrição	Laser + Maquinagem
							Desenho	0011 <span style="float: right;">1/1</span>



	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	5.56
Vist.							Tratamento	Escovado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 2:1	 A4	Material	AISI 304
Nome	13						Descrição	Corte de laser
							Desenho	0012 1/1



	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	24.15
Vist.							Tratamento	Vibropolimento
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:1	 A4	Material	AISI 304
Nome	14						Descrição	Laser + Quinagem
							Desenho	0013 1/1

1 2 3 4 5 6

A

A

B

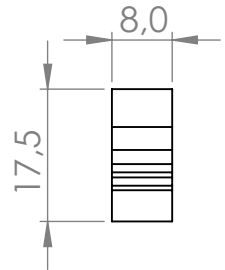
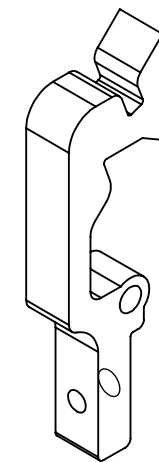
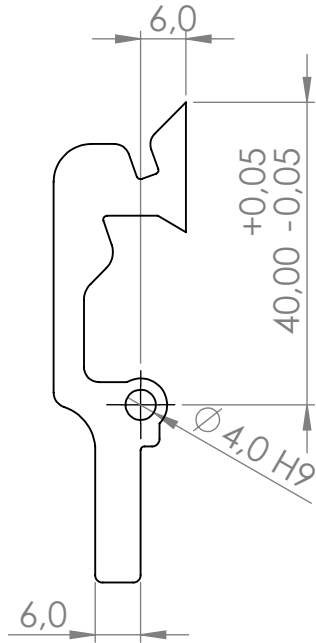
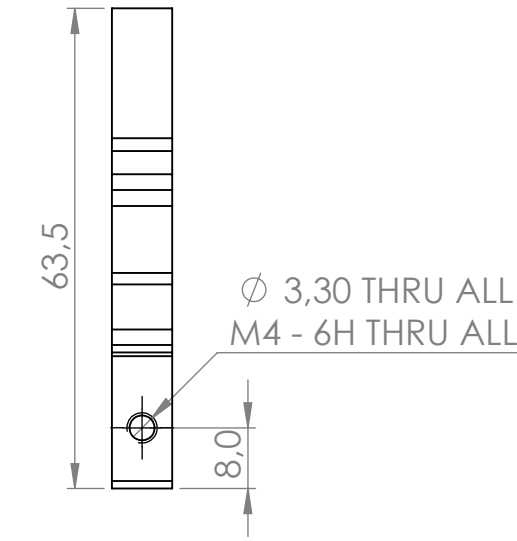
B




C

C

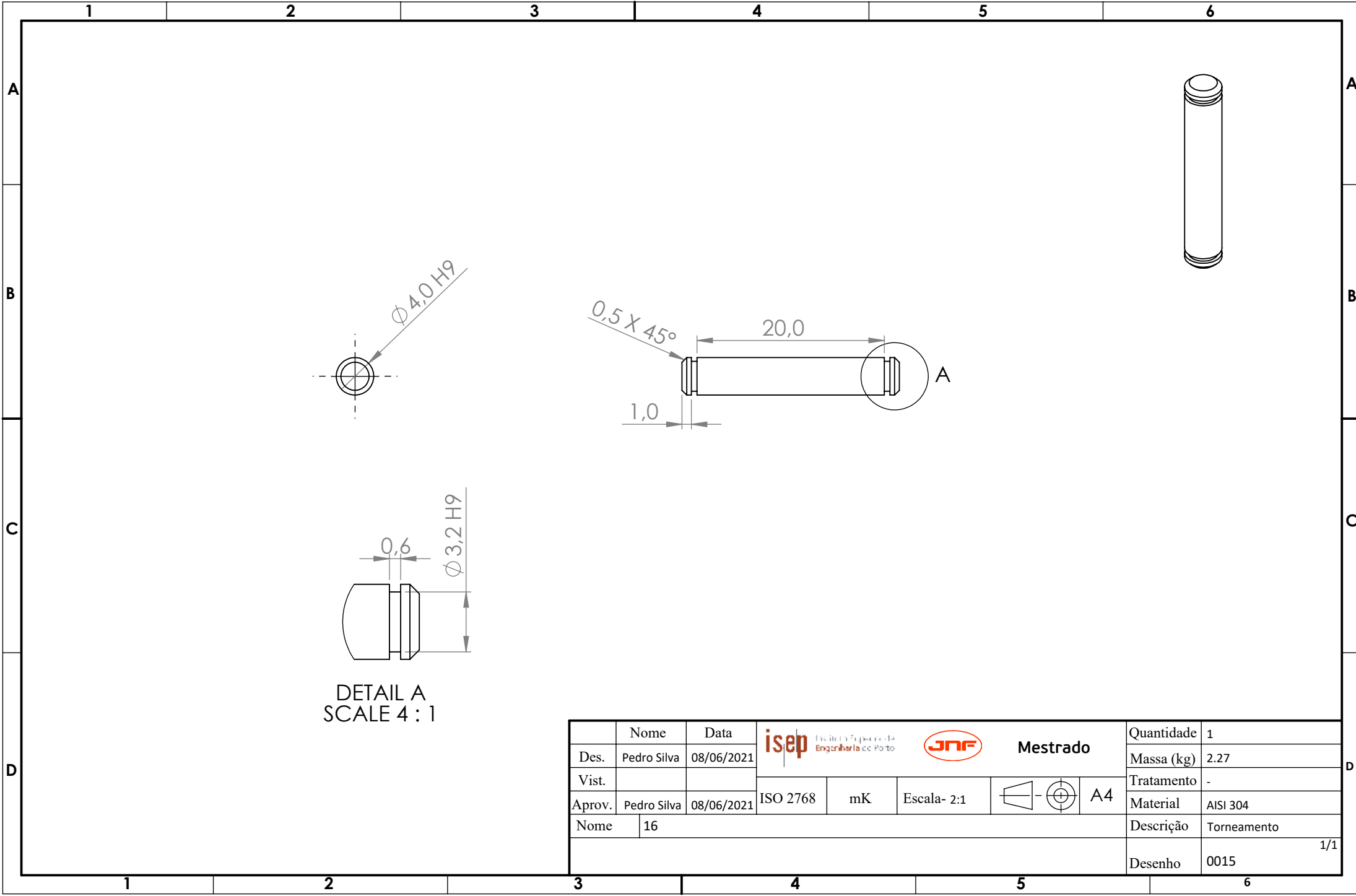
D

D






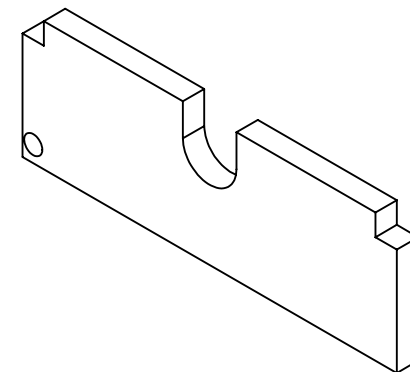
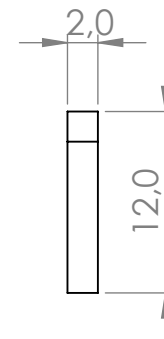
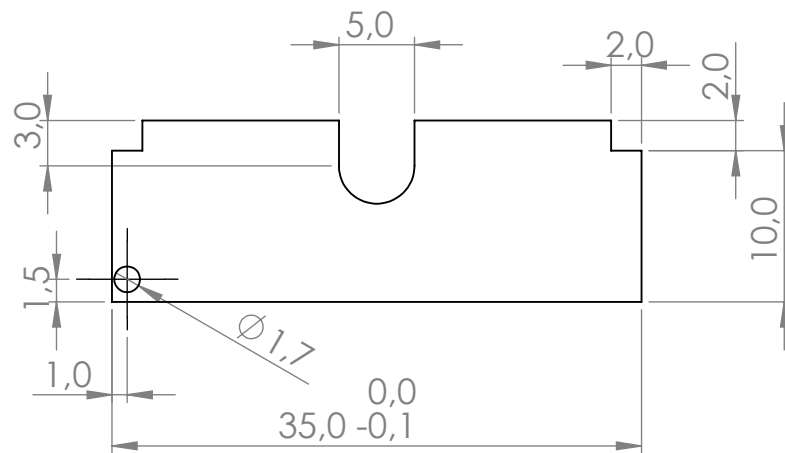
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	30.16
Vist.							Tratamento	Vibropolimento + Escovado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:1	 A4	Material	AISI 304
Nome	15						Descrição	Laser + Maquinagem
							Desenho	0014 1/1




1 2 3 4 5 6

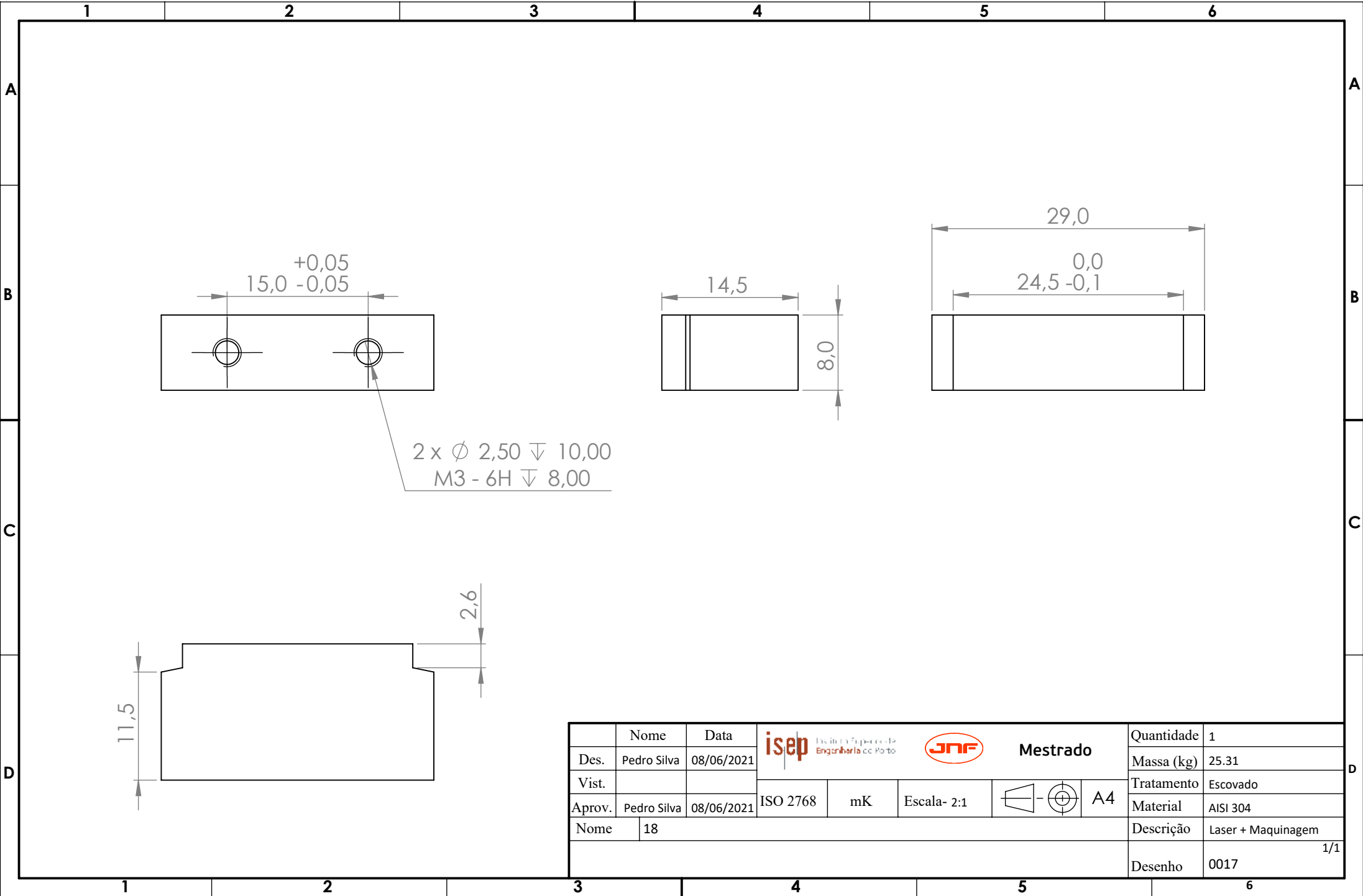





DETAIL A  
SCALE 4 : 1

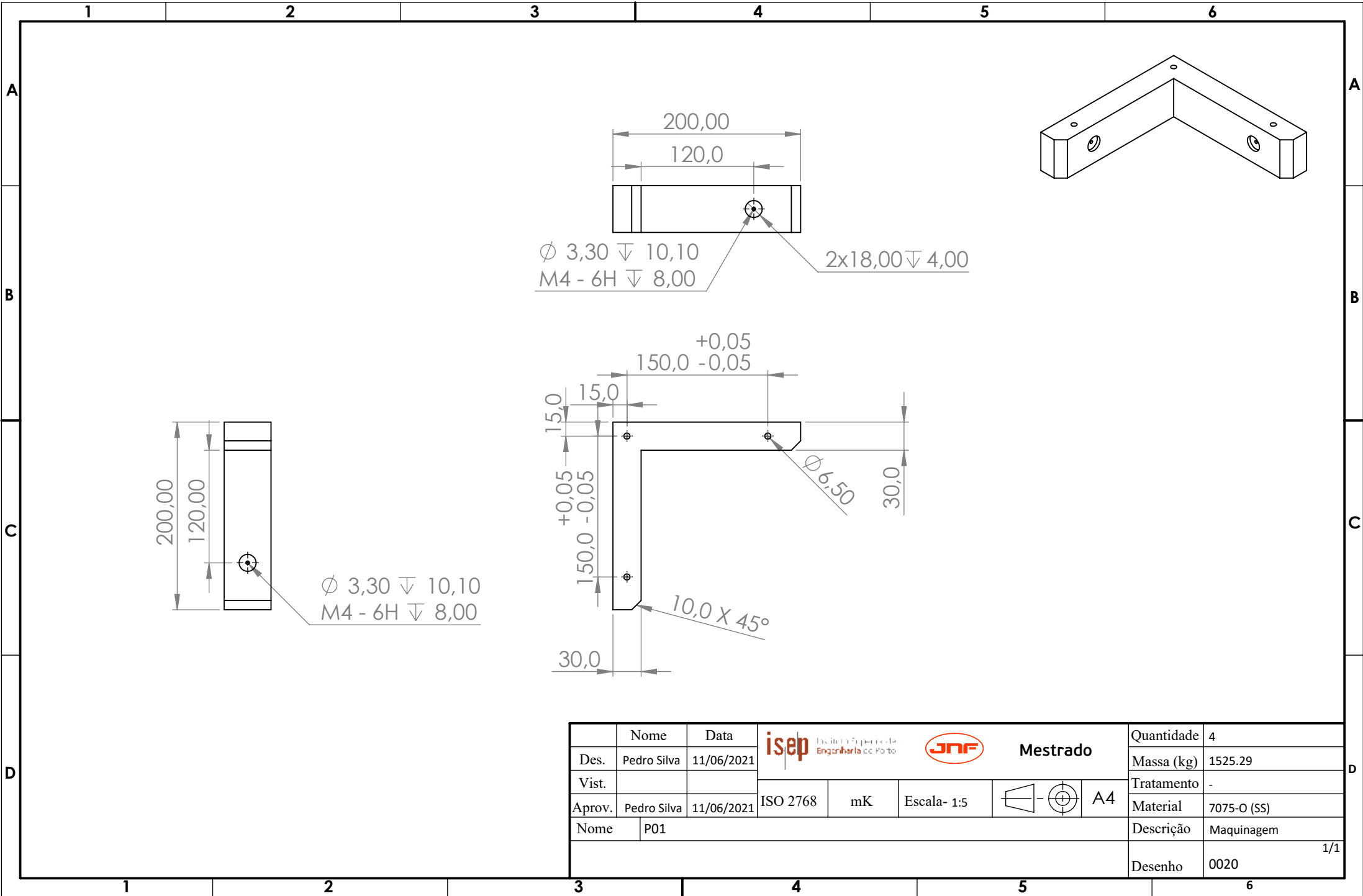
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	2.27
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 2:1	 A4	Material	AISI 304
Nome	16						Descrição	Torneamento
							Desenho	0015 1/1






	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	6.16
Vist.							Tratamento	Escovado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 2:1	 A4	Material	AISI 304
Nome	17						Descrição	Laser
							Desenho	0016 1/1

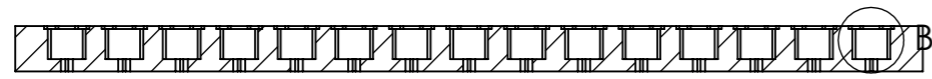


	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	25.31
Vist.							Tratamento	Escovado
Aprov.	Pedro Silva	08/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 2:1	 A4	Material	AISI 304
Nome	18						Descrição	Laser + Maquinagem
							Desenho	0017

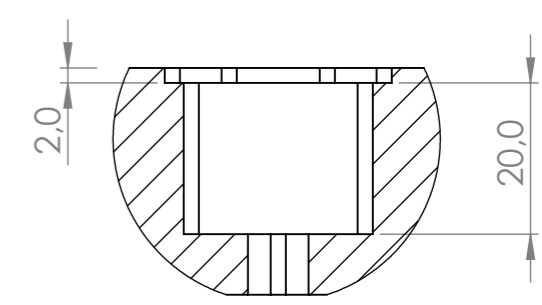
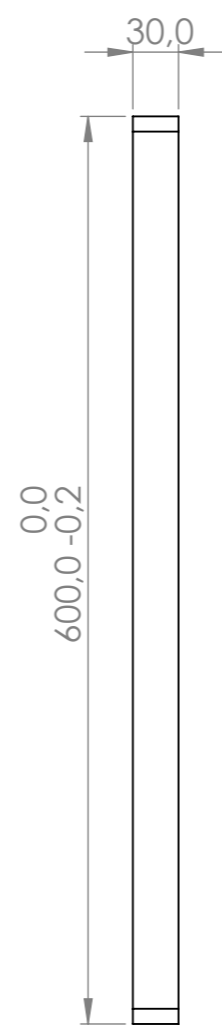
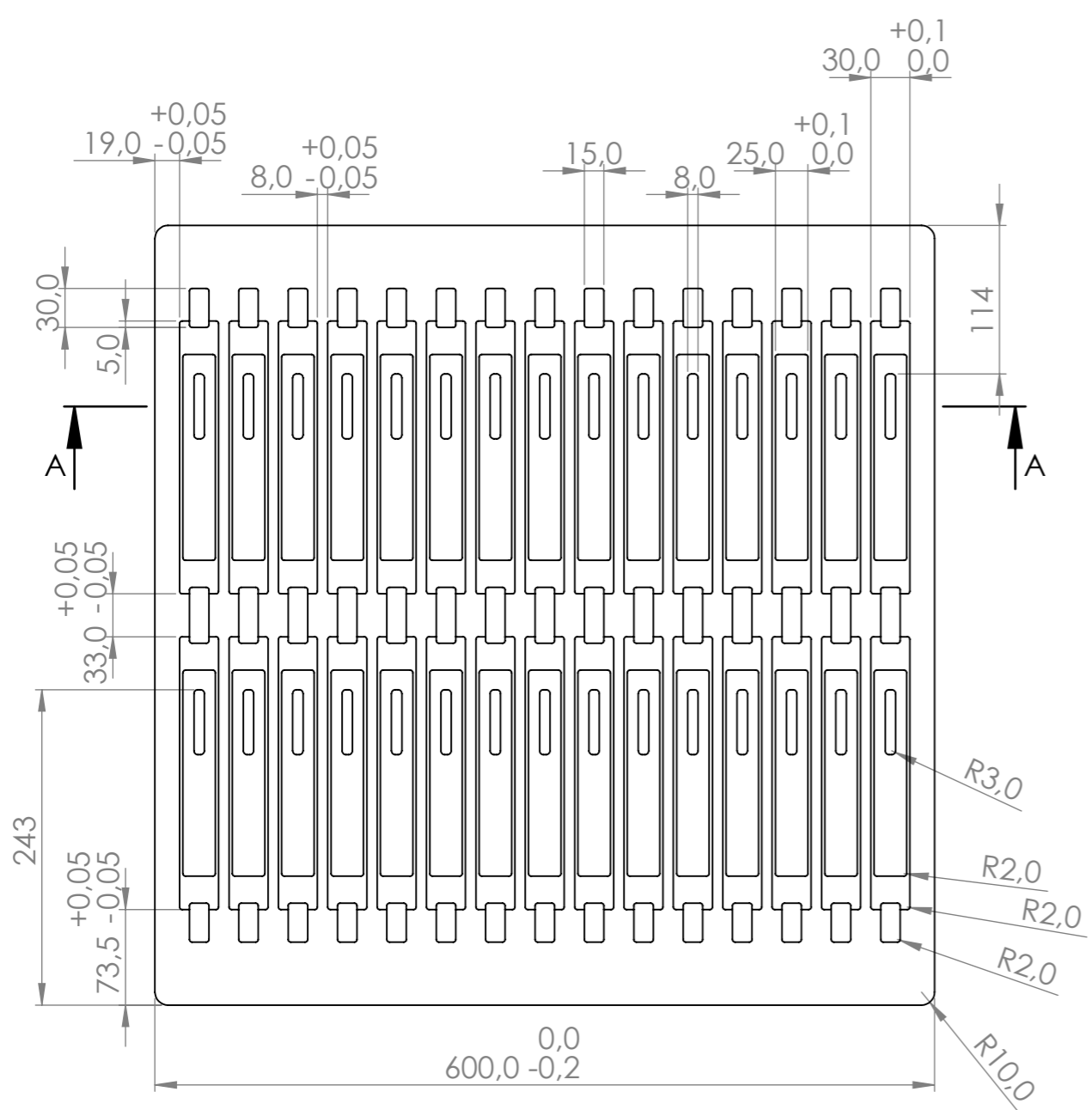
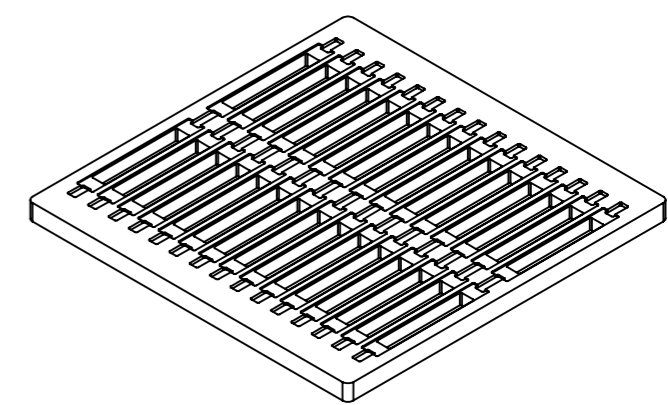


	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	4
Des.	Pedro Silva	11/06/2021					Massa (kg)	1525.29
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:5	 A4	Material	7075-O (SS)
Nome	P01						Descrição	Maquinagem
							Desenho	0020







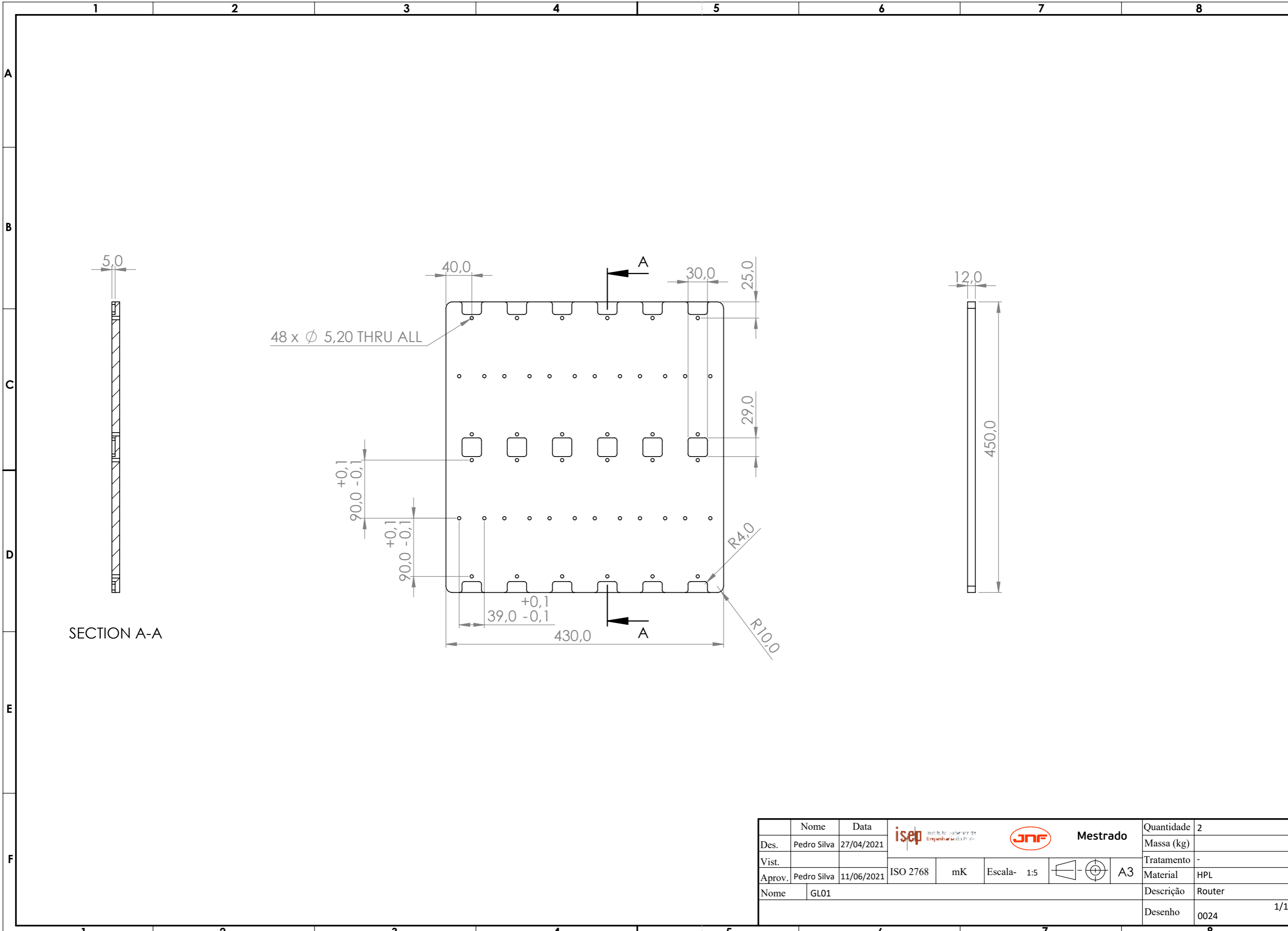
SECTION A-A  
SCALE 1 : 5



DETAIL B  
SCALE 1 : 1



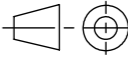
Nome	GM02	Data	28/05/2021	  <b>Mestrado</b>			Quantidade	2
Des.	Pedro Silva						Massa (kg)	
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021		ISO 2768	mK	Escala- 1:5	Material	HPL
Nome							Descrição	Router
							Desenho	0022 1/1

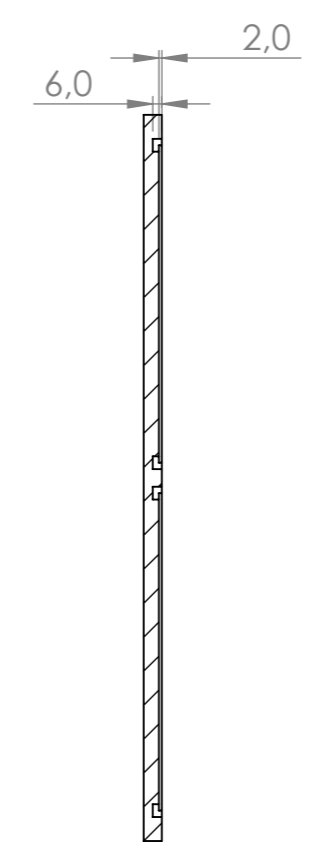
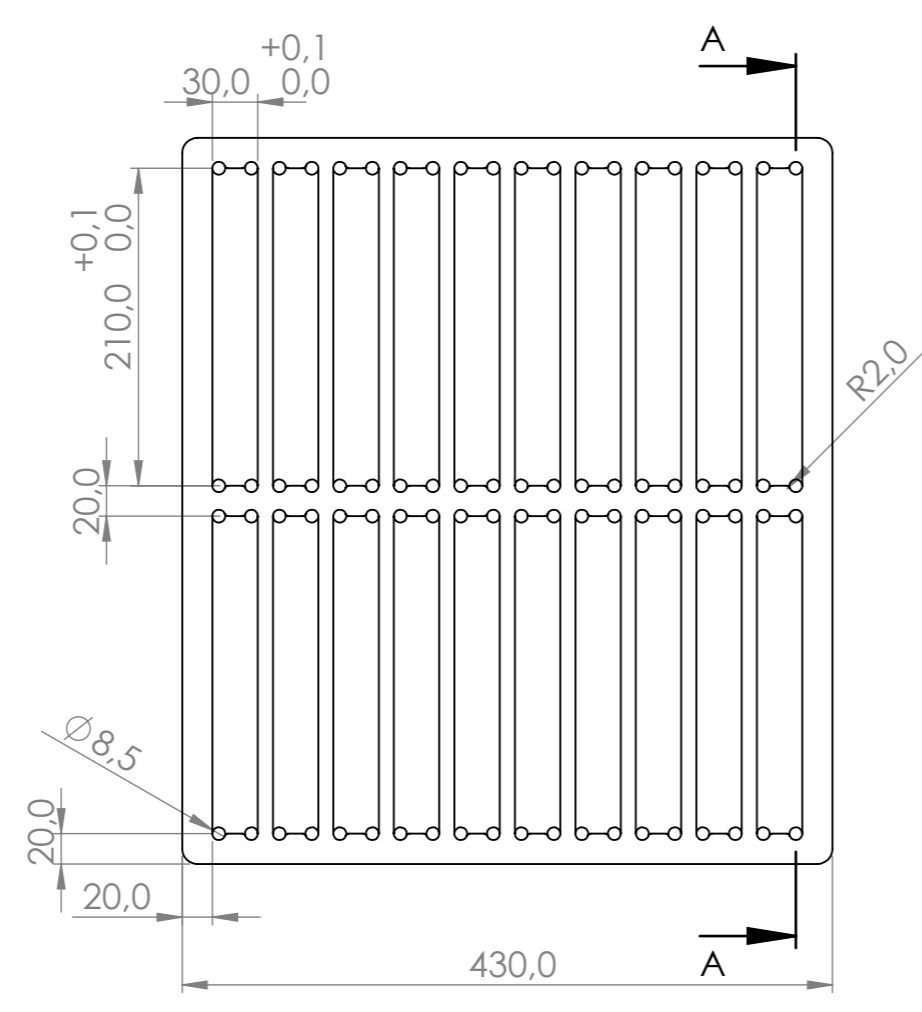
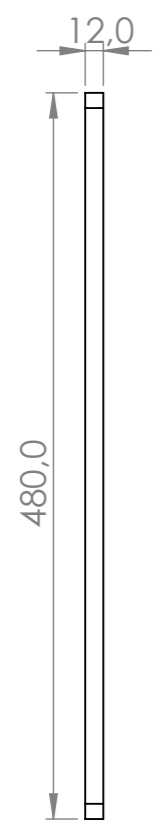






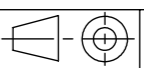
48 x  $\phi$  5,20 THRU ALL

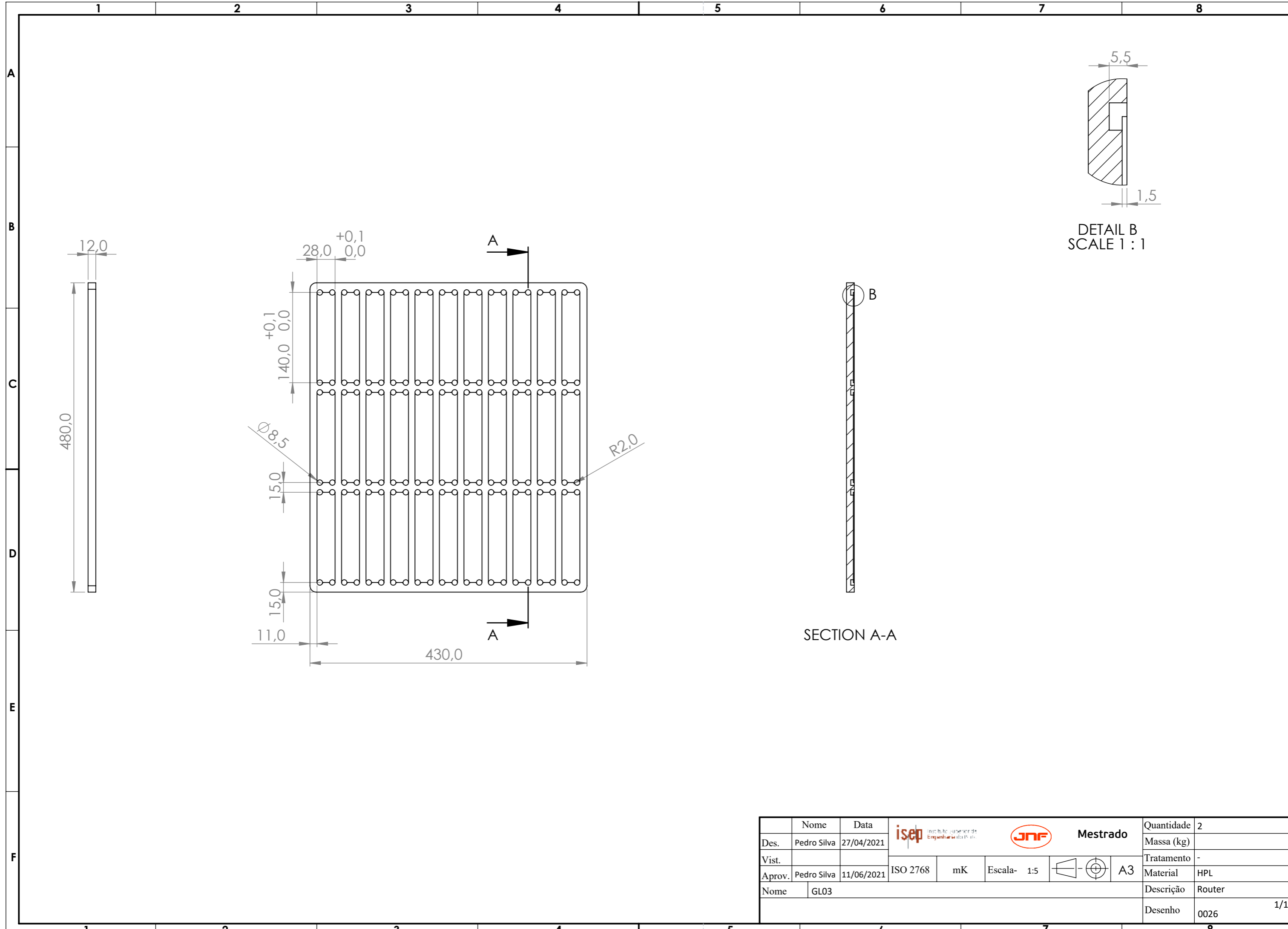
SECTION A-A



Nome	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>			Quantidade	2	
Des.	Pedro Silva	27/04/2021				Massa (kg)		
Vist.						Tratamento	-	
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:5		Material	HPL
Nome	GL01					Descrição	Router	
						Desenho	0024	1/1

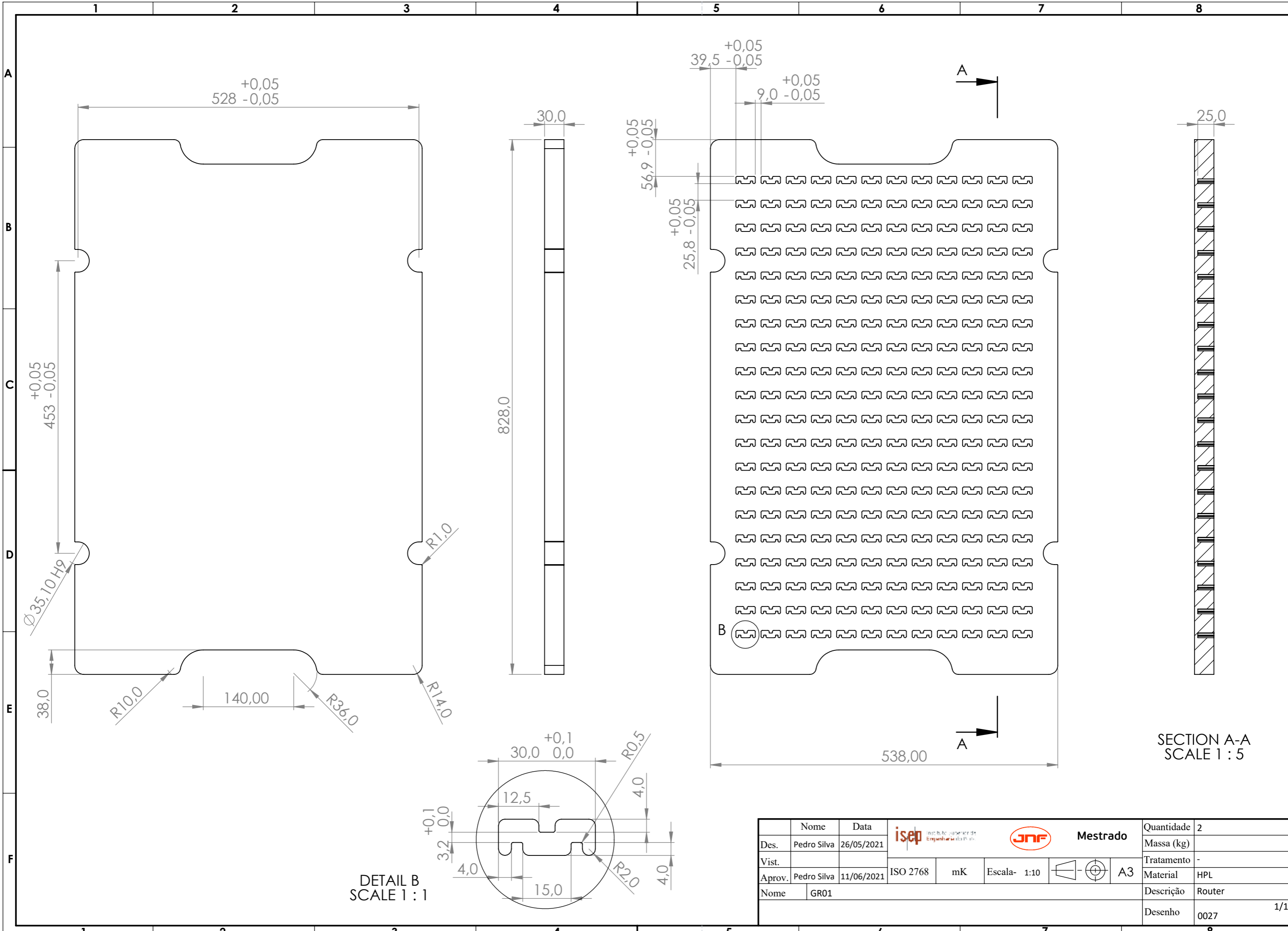


SECTION A-A

	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	2	
Des.	Pedro Silva	27/04/2021					Massa (kg)		
Vist.							Tratamento	-	
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	ISO 2768	mK	Escala-	1:5		Material	HPL
Nome	GL02						Descrição	Router	
							Desenho	0025	1/1



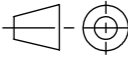


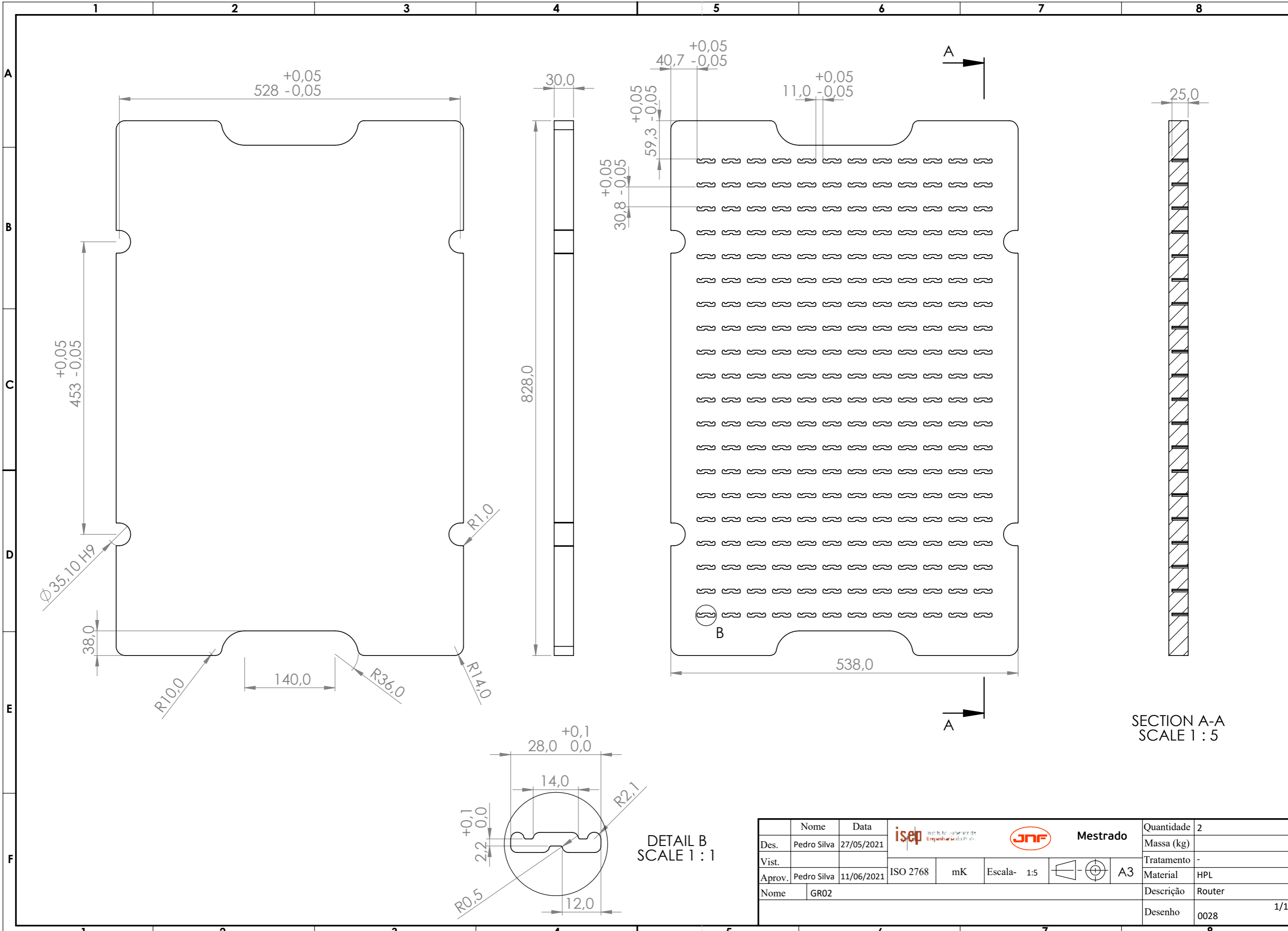
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>			Quantidade	2
Des.	Pedro Silva	27/04/2021				Massa (kg)	
Vist.						Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:5	Material	HPL
Nome	GL03					Descrição	Router
						Desenho	0026 1/1



SECTION A-A  
SCALE 1 : 5

DETAIL B  
SCALE 1 : 1

Nome	Pedro Silva	Data	26/05/2021	  <b>Mestrado</b>			Quantidade	2
Des.	Pedro Silva			ISO 2768    mK    Escala- 1:10  A3			Massa (kg)	-
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021					Material	HPL
Nome	GR01						Descrição	Router
							Desenho	0027    1/1



$\pm 0,05$   
453  $\pm 0,05$

$\pm 0,05$   
528  $\pm 0,05$

30,0

828,0

$\pm 0,05$   
40,7  $\pm 0,05$

$\pm 0,05$   
11,0  $\pm 0,05$

$\pm 0,05$   
30,8  $\pm 0,05$

$\pm 0,05$   
59,3  $\pm 0,05$

538,0

25,0

$\varnothing 35,10 H9$

38,0

R10,0

140,0

R36,0

R14,0

R0,5

$\pm 0,1$   
28,0  $\pm 0,0$

14,0

R2,1

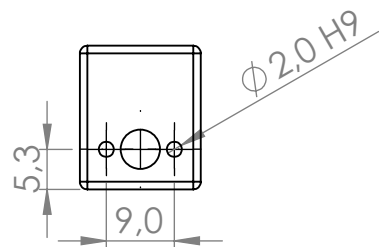
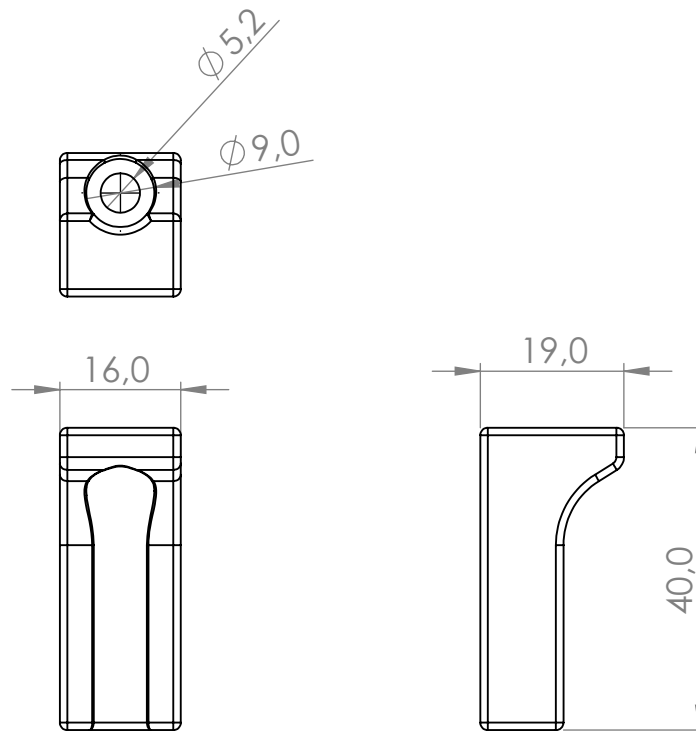
12,0




DETAIL B  
SCALE 1 : 1

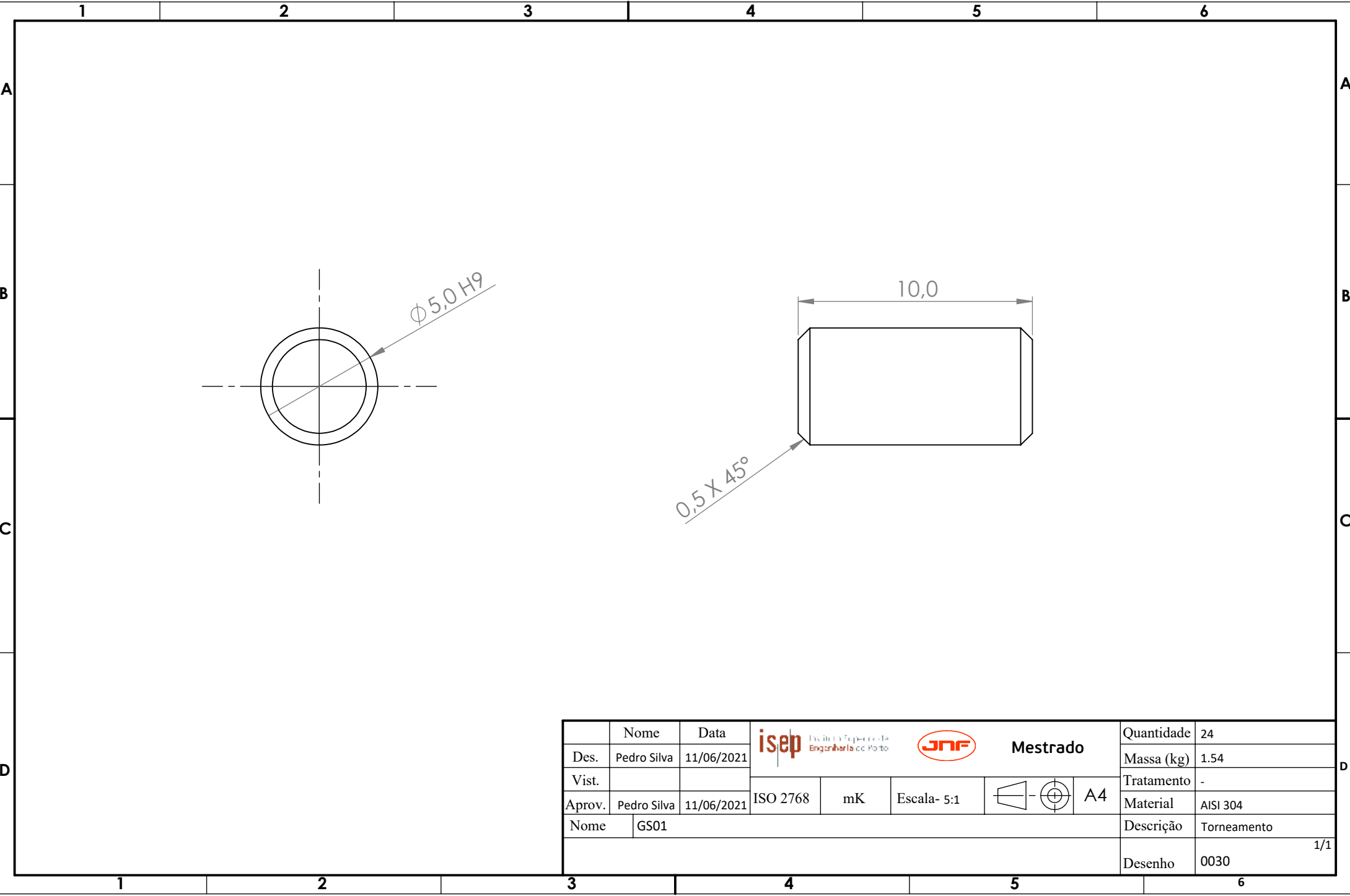
A  
A




SECTION A-A  
SCALE 1 : 5

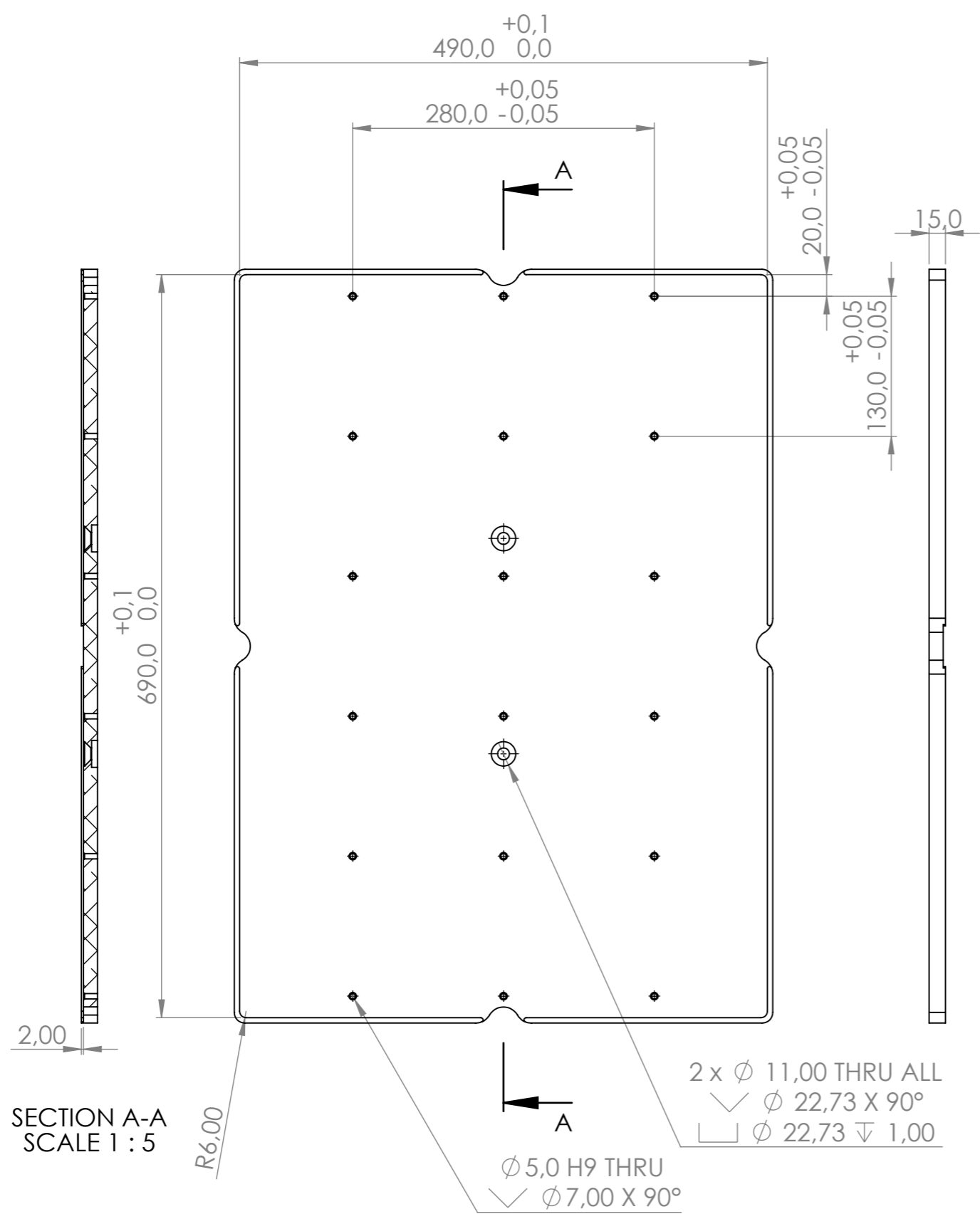
Nome	GR02	Nome	Pedro Silva	Data	27/05/2021			Mestrado	Quantidade	2
Des.	Pedro Silva	ISO 2768	mK	Escala-	1:5			A3	Massa (kg)	
Vist.									Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021							Material	HPL
Nome	GR02								Descrição	Router
									Desenho	0028 1/1



	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	4
Des.	Pedro Silva	11/06/2021					Massa (kg)	7.47
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:1	 A4	Material	ASA
Nome	PR01						Descrição	Impressão 3D
							Desenho	0029 1/1



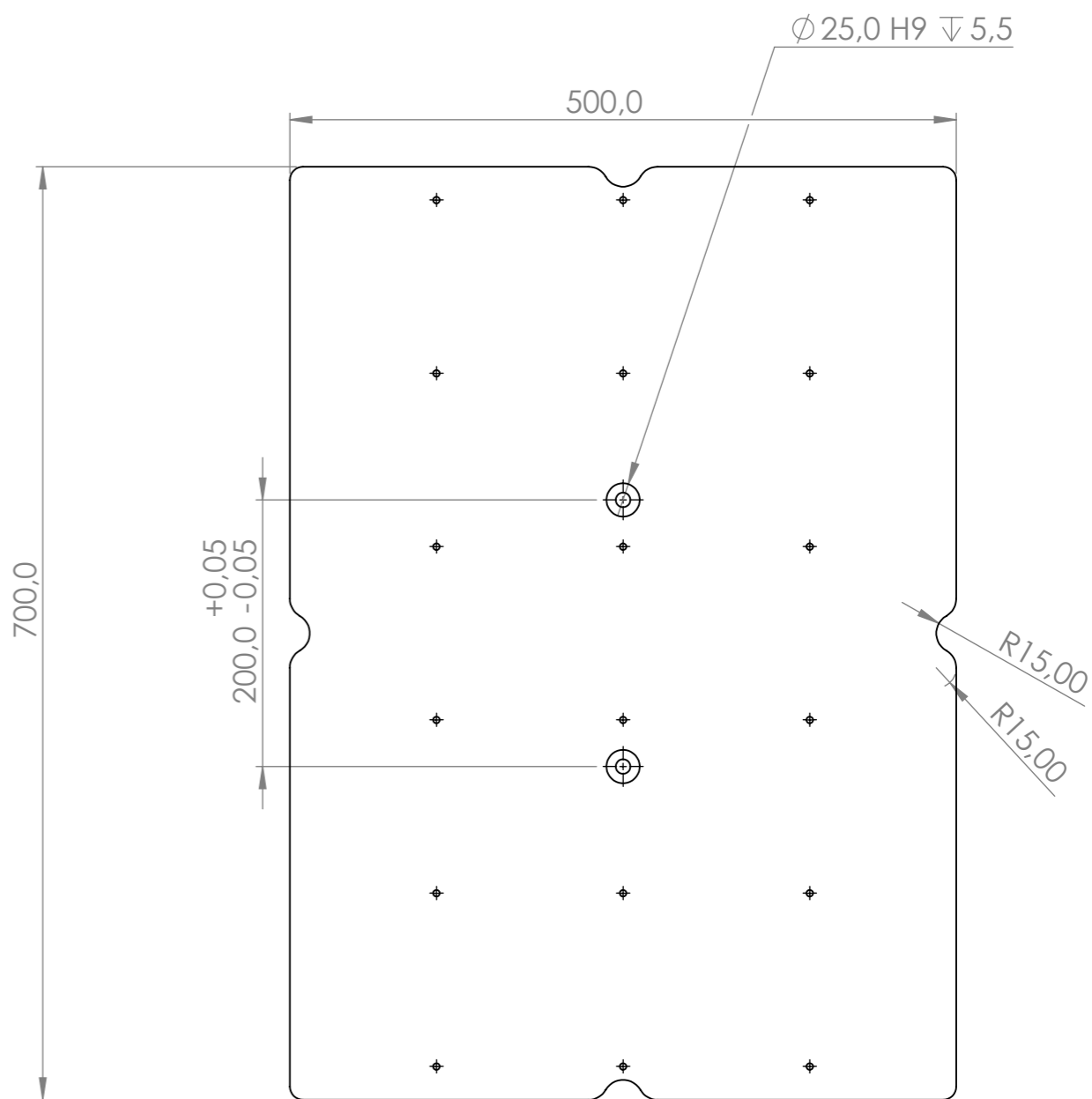
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	24
Des.	Pedro Silva	11/06/2021					Massa (kg)	1.54
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	ISO 2768	mK	Escala- 5:1	 A4	Material	AISI 304
Nome	GS01						Descrição	Torneamento
							Desenho	0030 1/1



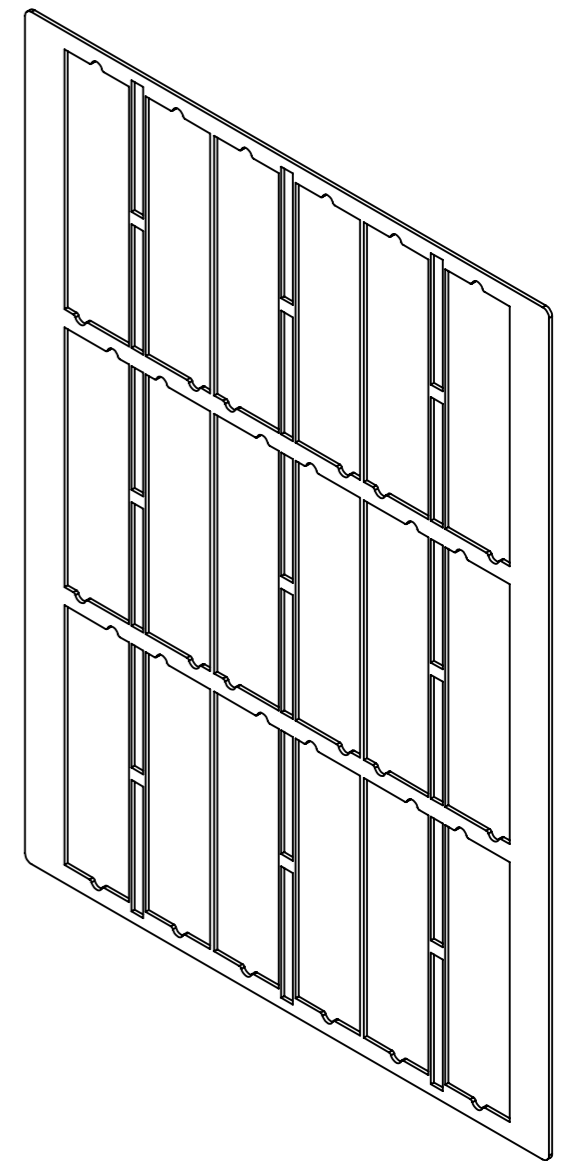
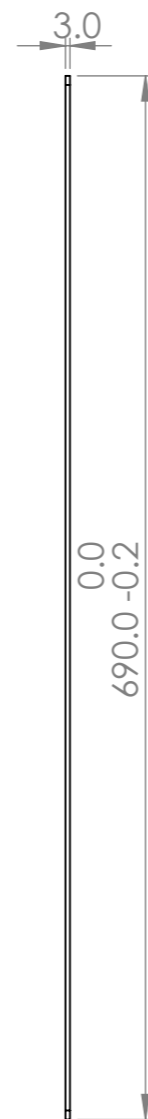
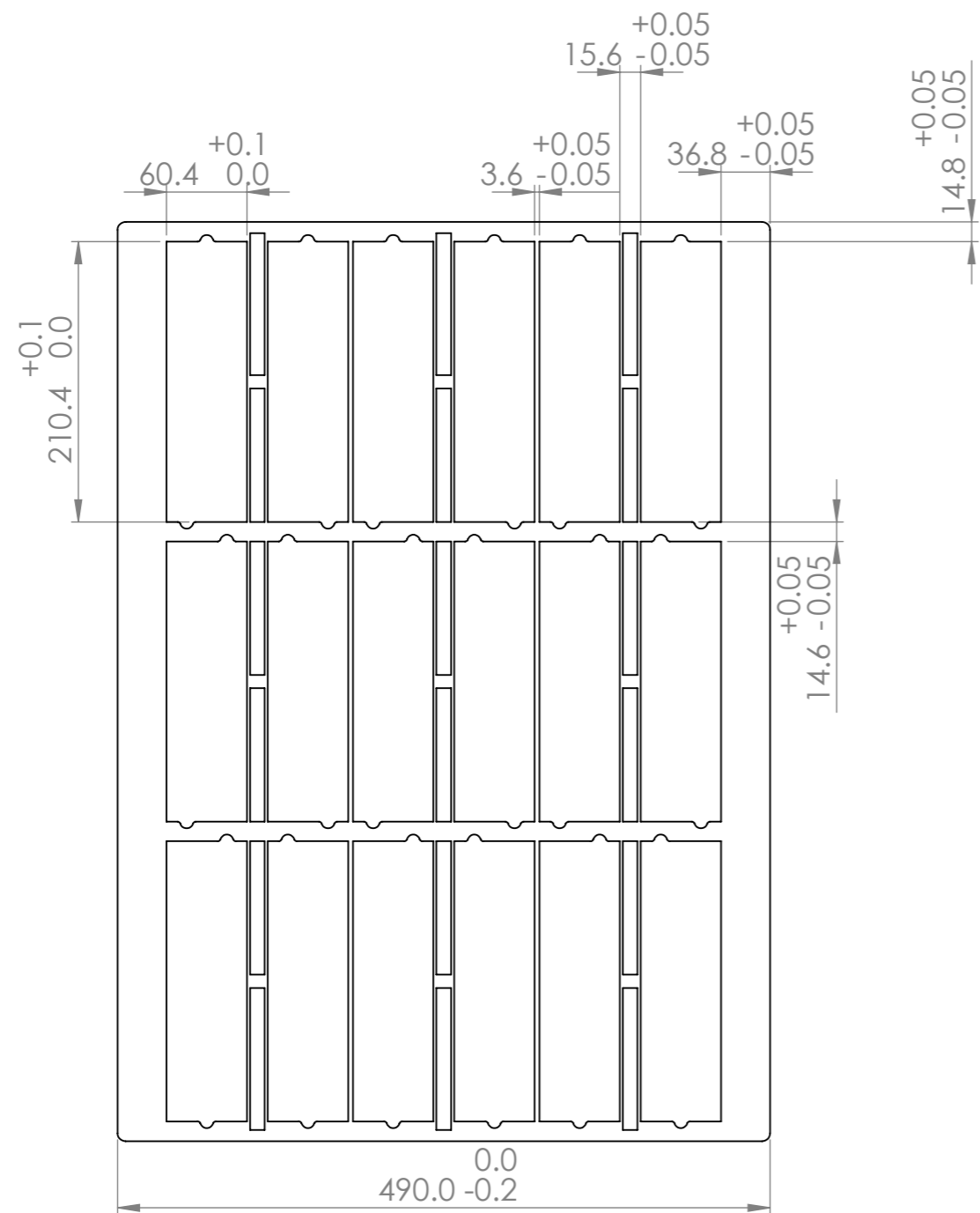
SECTION A-A  
SCALE 1 : 5



2 x  $\phi$  11,00 THRU ALL  
 $\surd$   $\phi$  22,73 X 90°  
 $\sqsubset$   $\phi$  22,73  $\nabla$  1,00

$\phi$  5,0 H9 THRU  
 $\surd$   $\phi$  7,00 X 90°



Nome	Nome	Data	Instituto Superior de Engenharia de Lisboa			Mestrado		Quantidade	2
Des.	Pedro Silva	25/11/2020	ISO 2768	mK	Escala- 1:5		A3	Massa (kg)	12748.68
Vist.								Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	11/06/2021	Descrição		Maquinagem				
Nome	GS02							Desenho	0031
									1/1

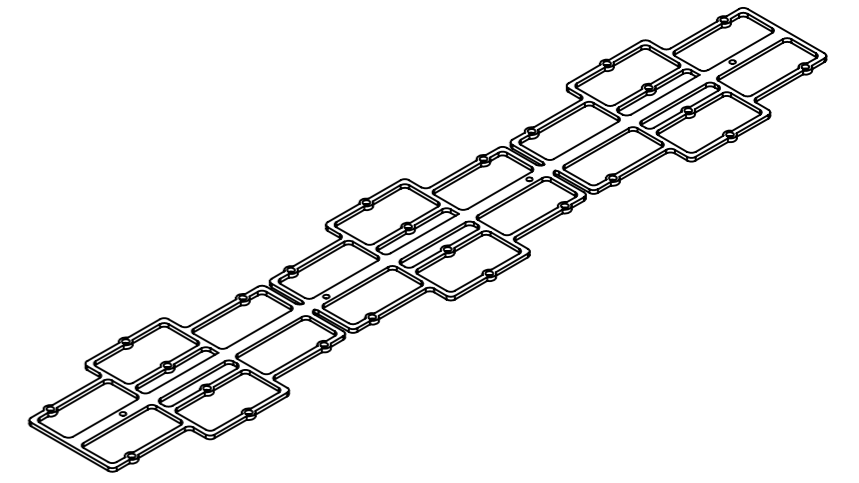
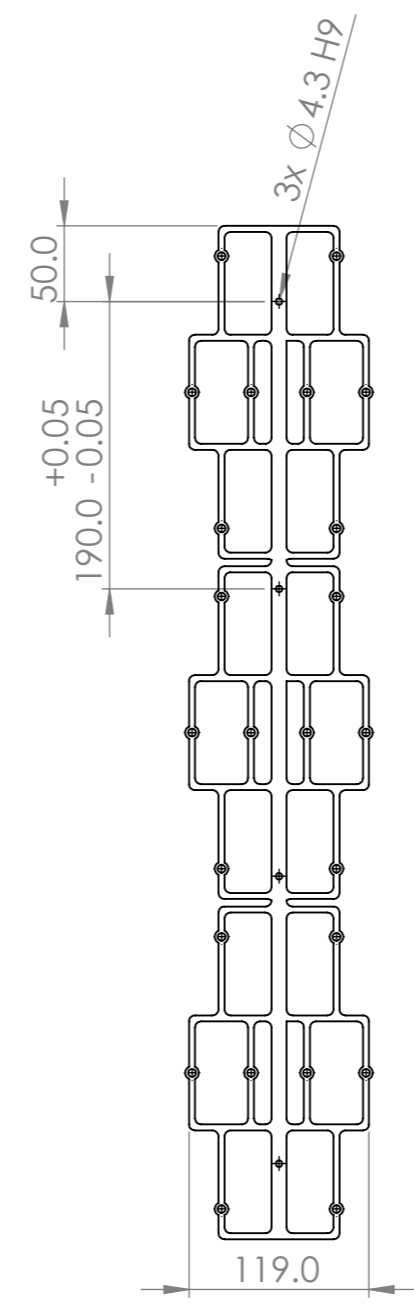
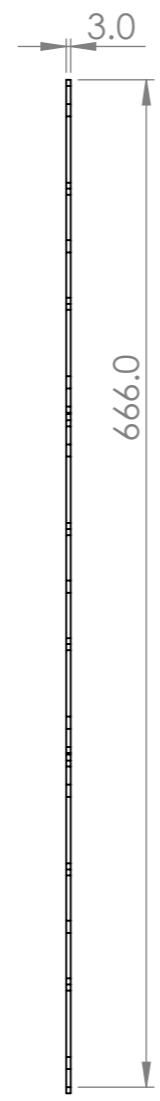
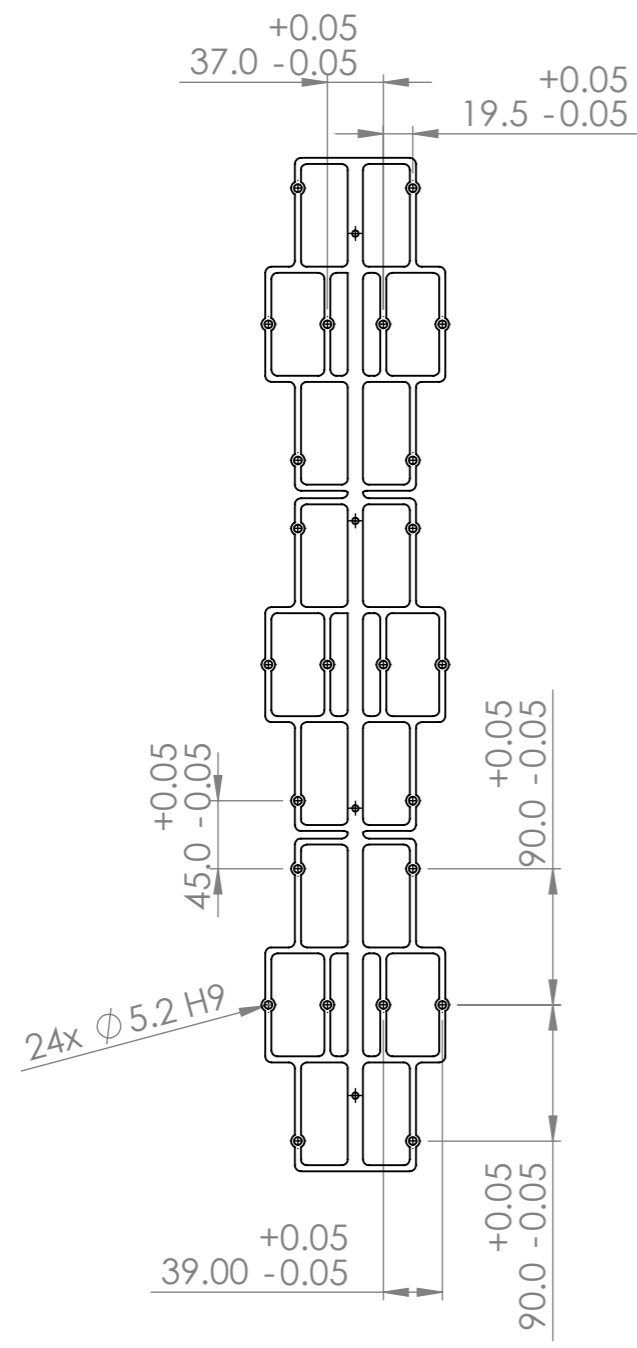




Nome	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>			Quantidade	2	
Des.	Pedro Silva	1/15/2021				Massa (kg)	2102.77	
Vist.						Tratamento	-	
Aprov.	Pedro Silva	6/11/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:5		Material	AISI 304
Nome	GS03						Descrição	Laser
							Desenho	0032
								1/1

1 2 3 4 5 6 7 8

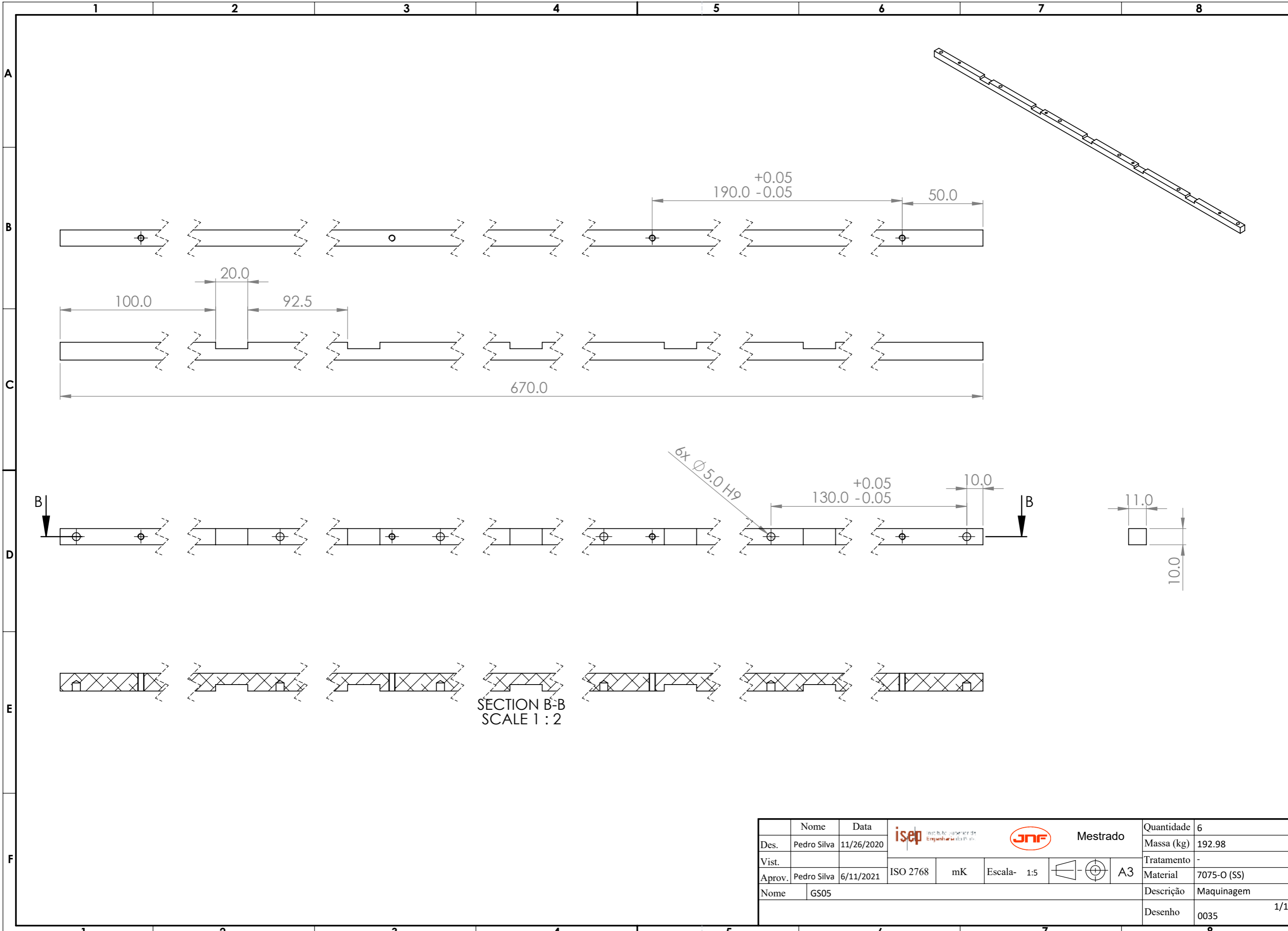
A  
B  
C  
D  
E  
F

A  
B  
C  
D  
E  
F





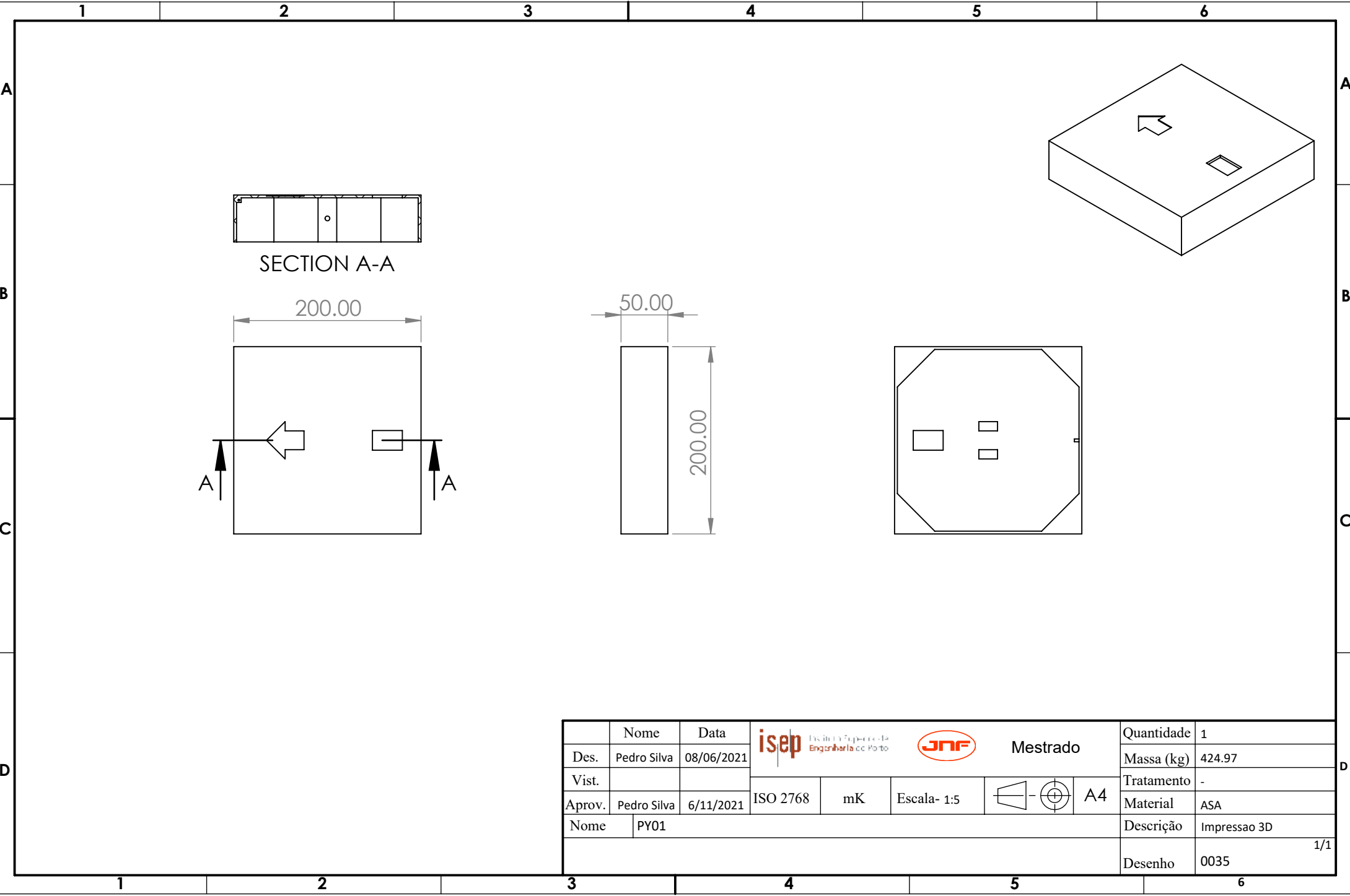
	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>			Quantidade	6
Des.	Pedro Silva	1/15/2021				Massa (kg)	53.84
Vist.						Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	6/11/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:5	Material	Material <not specified>
Nome	GS04					Descrição	Laser
						Desenho	0033 1/1

1 2 3 4 5 6 7 8



SECTION B-B  
SCALE 1 : 2

	Nome	Data	  Mestrado			Quantidade	6
Des.	Pedro Silva	11/26/2020				Massa (kg)	192.98
Vist.						Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	6/11/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:5	Material	7075-O (SS)
Nome	GS05					Descrição	Maquinagem
						Desenho	0035 1/1






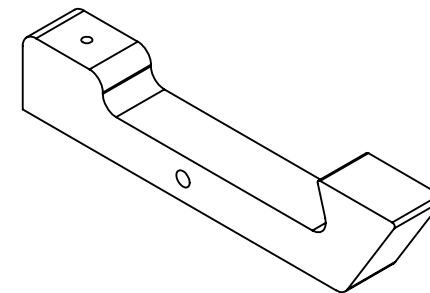
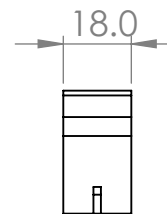
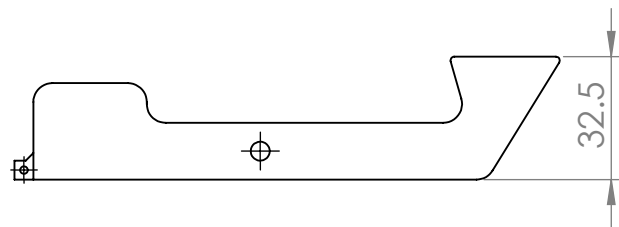
SECTION A-A



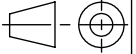
200.00

50.00

200.00

	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>				Quantidade	1
Des.	Pedro Silva	08/06/2021					Massa (kg)	424.97
Vist.							Tratamento	-
Aprov.	Pedro Silva	6/11/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:5	 A4	Material	ASA
Nome	PY01						Descrição	Impressao 3D
							Desenho	0035
								1/1



	Nome	Data	  <b>Mestrado</b>			Quantidade	1	
Des.	Pedro Silva	08/06/2021				Massa (kg)	45.95	
Vist.						Tratamento	-	
Aprov.	Pedro Silva	6/11/2021	ISO 2768	mK	Escala- 1:2	 <b>A4</b>	Material	ASA
Nome	PY02						Descrição	Impressao 3D
						Desenho	0036	
							1/1	