



Desenvolvimento de mecanismo extensível para aplicação em extremidade de mesa

JOSÉ JOÃO DA SILVA FERREIRA

julho de 2025

**Desenvolvimento de Mecanismo Extensível Para
Aplicação em Extremidade de Mesa**

José João da Silva Ferreira

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Mecânica, Área de Especialização em
Gestão Industrial**

Orientador: Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho

Júri:

Presidente:

Especialista Eduardo Jorge Casal Cardoso Martins, Professor Adjunto Convidado, ISEP

Vogais:

Doutor José Manuel Ferreira Duarte, Professor Auxiliar, FEUP

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho, Professor Coordenador, ISEP

Porto, 15 de junho 2025

Agradecimentos

Ao Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho por todo o auxílio prestado durante a elaboração da presente tese e dedicação ao sucesso da mesma.

À Inovocorte, e ao Eng.º Vítor Rapoula, pela confiança depositada em mim e pela oportunidade de elaborar este projeto com suporte empresarial.

À minha namorada, Ana Machado, por toda a motivação e suporte essenciais para concluir este ciclo de estudos. Sem o teu contributo não seria possível, obrigado.

À minha família e amigos próximos por me incentivarem e ajudar de forma indireta durante este período.

Resumo

A indústria do mobiliário apresenta várias ramificações e contributo de várias áreas de especialização para desenvolvimento do seu produto. Desde o aparecimento de empresas de produção em grande escala, por exemplo Ikea, a indústria do mobiliário sofreu algumas adaptações e o pequeno produtor teve de adaptar o seu produto ser mais sofisticado e de maior qualidade, tirando daí a sua vantagem competitiva em relação a empresas de produção em grande escala. Os vários segmentos de mercado da indústria do mobiliário tiveram desenvolvimentos nas últimas décadas desde o aparecimento da necessidade customização em massa. Na conceção de mesas extensíveis houve desenvolvimentos de mecanismos e formas de atuação que refletem os parâmetros qualidade e sofisticação, difíceis de replicar pelas empresas de produção em grande escala a um preço competitivo e para o seu *target buyer*. Dos vários tipos de mecanismo existentes no mercado, esta dissertação procura desenvolver e estudar um mecanismo em que a extensão surja nas extremidades da mesa, que por ainda não estar presente no mercado represente vantagem competitiva.

Palavras-chave: Mecanismo extensível, Indústria do mobiliário, Projeto mecânico, Transmissão, Deslizamento.

Abstract

The furniture industry has various branches and contributions from different areas of expertise for the development of its products. Since the emergence of large-scale production companies, such as Ikea, the furniture industry has undergone adaptations, and common producers have had to adjust their products to be more sophisticated and of higher quality, gaining a competitive advantage over large-scale production companies. The various market segments of the furniture industry have seen developments in recent decades, driven by the need for mass customization. In the design of extendable tables, there have been developments in mechanisms and modes of operation that reflect parameters of quality and sophistication, difficult to replicate by large-scale production companies at a competitive price for their target buyers. Among the various types of mechanisms available in the market, this dissertation seeks to develop and study a mechanism in which the extension occurs at the ends of the table.

KEYWORDS: Expandable mechanism, Furniture industry, Mechanical design, Transmission, Sliding.

Índice

Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xv
Acrónimos e Símbolos.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.3. Metodologia.....	2
1.4. Estrutura.....	2
1.5. Empresa de acolhimento.....	3
2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1. Indústria do mobiliário.....	5
2.1.1. Caracterização a nível mundial e nacional.....	5
2.1.2. Segmentos de mercado.....	8
2.1.3. Sustentabilidade e reciclabilidade.....	11
2.1.4. Tecnologias associadas.....	12
2.2. Projeto na indústria do mobiliário.....	14
2.2.1. Contextualização.....	14
2.2.2. Princípios de design.....	14
2.2.3. Ergonomia.....	16
2.2.4. Personalização.....	17
2.2.5. Materiais e processos de fabrico.....	19
2.2.6. Princípios CAD/CAE/CAM.....	22
2.2.7. Estado da arte.....	24
2.3. Sistemas extensíveis.....	26
2.3.1. Motivação para utilização no mercado.....	26
2.3.2. Estrutura de base para sistemas extensíveis -Bastidor.....	26
2.3.3. Decomposição de movimento.....	28
2.3.4. Componentes mecânicos associados.....	29
2.3.5. Sistemas motorizados.....	31
2.3.6. Estado da arte.....	32
3. Desenvolvimento.....	35
3.1. Apresentação da empresa de acolhimento.....	35
3.2. Objetivos e especificações do trabalho.....	36
3.3. Método de funcionamento do sistema extensível (pré-projeto).....	36
3.4. Anteprojecto.....	38

3.4.1. Bastidor	38
3.4.2. Sistema de transmissão	40
3.4.3. Guiamento	44
3.4.4. Sistema de deslizamento/abertura.....	45
3.4.5. Compensação de momento.....	47
3.5. Método da matriz de seleção.....	48
3.6. Seleção das soluções a adotar	50
3.7. Projeto.....	53
3.7.1. Solução final.....	53
3.7.2. Princípio de funcionamento.....	54
3.7.3. Bastidor	61
3.7.4. Sistema de transmissão	64
3.7.5. Guiamento	68
3.7.6. Sistema de deslizamento/abertura.....	70
3.7.7. Compensação de momento.....	77
3.8. Análise FMEA.....	80
3.9. Ferramentas	82
3.9.1. Soldadura do braço ao veio motriz.....	82
3.9.2. Ferramenta para transporte do conjunto final.....	83
3.10. Análise de custos.....	85
4. Conclusão.....	91
4.1. Conclusões finais.....	91
4.2. Limitações e trabalhos futuros.....	92
Referências.....	93
Declaração de Integridade	99
Apêndice A	101

Lista de Figuras

Figura 1 - Produção por país em 2017 (adaptado de [5])	6
Figura 2 - Principais exportadores de mobiliário e destinos preferenciais em 2018 (adaptado de [5]).....	6
Figura 3 – Percentual de empresas de mobiliário por região em Portugal em 2017 [2].....	7
Figura 4 - Maiores empresas de mobiliário em Portugal em 2017 [2]	8
Figura 5 - Balanço exportação-importação em milhões de euros [2].....	8
Figura 6 - Principais destinos exportação em 2016 [2]	8
Figura 7 - Mobiliário de escritório [12]	9
Figura 8 - Exemplo mobiliário técnico [13]	10
Figura 9 - Mobiliário urbano [16]	10
Figura 10 - Cadeira Sungai Design feita de plásticos coletados em rios [20].....	11
Figura 11 - CNC no ramo do mobiliário [24]	12
Figura 12 - Exemplo mobiliário inteligente [28].....	13
Figura 13 - Diagrama do produto (adaptado de [33]).....	15
Figura 14 - Metodologias Design for X [35].....	15
Figura 15 - Ajustes de cadeira de escritório [39]	16
Figura 16 - Dados antropométricos para desenvolvimento de mobiliário escolar [41]	17
Figura 17 - Exemplo de design modular [46]	18
Figura 18 - <i>Flowdrill</i> numa etapa [49]	20
Figura 19 - <i>Flowdrill</i> a duas etapas (adaptado de [49]).....	20
Figura 20 - Representação de pintura eletrostática (adaptado de [52])	21
Figura 21 - Robot de soldadura [54]	21
Figura 22 - Aplicação Rastex [56]	22
Figura 23 - Software CAD [58].....	22
Figura 24 - Esquema para desenvolvimento produto (adaptado de [62])	24
Figura 25 - 3 elementos de uma mesa extensível [71]	27
Figura 26 - Bastidor com componentes e extensão [73]	28
Figura 27 - Decomposição movimento mesa extensível [74]	29
Figura 28 - Aplicação de casquilhos auto-lubrificados [77]	30
Figura 29 - Corrediça [79].....	30
Figura 30 - Sistema roda dentada cremalheira [80]	31
Figura 31 - Mesa com extensão e deslocamento automático [83].....	32
Figura 32 - Localização da Inovocorte [88]	35
Figura 33 - Esboço do movimento de abertura com identificação sequencial.....	37
Figura 34 - Esboço do movimento de fecho com identificação sequencial.....	37
Figura 35 - Subsistemas do equipamento	38
Figura 36 - Bastidor <i>Rolling Out</i> com duas extensões [74]	39
Figura 37 - Bastidor <i>Synchro</i> [74]	39
Figura 38 - Bastidor <i>Ascend</i> [74]	40
Figura 39 - Três modelos de bastidor: a) <i>Rolling out</i> ; b) <i>Synchro</i> ; c) <i>Ascend</i> [74].....	40

Figura 40 - Sistema veio ranhurado com extensão tipo livro	41
Figura 41 - Modelo já usado pela empresa.....	41
Figura 42 - Sistema de engrenagens cónicas [90]	42
Figura 43 - Aplicação de tensor da correia: a) vista frontal; b) vista traseira	42
Figura 44 - Transmissão direta para o veio motriz.....	42
Figura 45 - Detalhe do nó de ligação das três barras.....	43
Figura 46 - Sistema de barras.....	43
Figura 47 - Aplicação de rolamento no veio motriz	44
Figura 48 - Aplicação de rolamento com mancal no veio motriz	44
Figura 49 - Aplicação de casquilho auto-lubrificado no veio motriz.....	45
Figura 50 - <i>Offset</i> final uniforme	45
Figura 51 - sistema de abertura guias X-Y.....	46
Figura 52 - Sistema de abertura com guia maquinada e casquilho	46
Figura 53 - Abertura manual da extensão [91]	47
Figura 54 - Sistema de abertura de ascensão e rotação	47
Figura 55 - Mola de torção [92]	48
Figura 56 - Mola de tração [93].....	48
Figura 57 - Mola a gás [94].....	48
Figura 58 - Matriz de seleção [95].....	49
Figura 59 - Matriz de seleção do bastidor.....	50
Figura 60 - Matriz de seleção do sistema de transmissão	51
Figura 61 - Matriz de seleção do guiamento.....	52
Figura 62 - Matriz de seleção sistema de abertura/deslizamento.....	52
Figura 63 - Matriz de seleção de compensação de momento	53
Figura 64 - Vista explodida da solução final.....	54
Figura 65 - Mesa no estado fechado com representação da força de tração	55
Figura 66 - Movimento de abertura do bastidor	55
Figura 67 - Atuação da cremalheira sobre a caixa de transmissão	55
Figura 68 - Transmissão do movimento para o veio motriz	56
Figura 69 - Abertura do livro	56
Figura 70 - Ponto de aplicação da mola para compensação de momento.....	57
Figura 71 - Rampas de abertura.....	57
Figura 72 - Livro aberto	57
Figura 73 - Sistema de cremalheira desativado	58
Figura 74 - Cruzeta colide com pino.....	58
Figura 75 - Acoplamento do tampo e da extensão	58
Figura 76 - Compressão da mola de retorno da extensão	59
Figura 77 - Mesa no estado aberto	59
Figura 78 - Tração do tampo - início movimento fecho.....	59
Figura 79 - Retorno da extensão	60
Figura 80 - Cremalheira ativada	60
Figura 81 - Fecho do livro.....	60
Figura 82 - Guiamento veio auxiliar	61

Figura 83 - Mesa no estado fechado.....	61
Figura 84 - Bastidor <i>Synchro</i> fechado	61
Figura 85 - Bastidor <i>Synchro</i> aberto.....	62
Figura 86 - Perfis do bastidor: a) exterior; b) central; c) interior	62
Figura 87 - Carrinho entre perfis	62
Figura 88 - Conjunto da polia do bastidor.....	63
Figura 89 - Representação cabo em <i>loop</i>	63
Figura 90 - Sistema de transmissão: a) aspeto final; b) com blindagem transparente	64
Figura 91 - Vista explodida do sistema de transmissão	65
Figura 92 - Vista em corte do sistema de transmissão: a) vista em corte; b) vista primária	66
Figura 93 - Razão cinemática roda dentada superior e roda dentada cónica	67
Figura 94 - Razão cinemática entre rodas dentadas cónicas	67
Figura 95 - Razão cinemática sistema de polias.....	67
Figura 96 - Cremalheira	68
Figura 97 - Casquilho auto-lubrificado.....	68
Figura 98 - Aplicação do casquilho auto-lubrificado: a) travessa central; b) travessa da extremidade.....	69
Figura 99 - Seleção do casquilho auto-lubrificado [96].....	69
Figura 100 - Sistema de abertura /deslizamento.....	70
Figura 101 - Veio motriz com braços	70
Figura 102 - Definição de soldadura do conjunto veio motriz e braço.....	70
Figura 103 - Montagem do casquilho do veio guiamento	71
Figura 104 - Casquilho do veio auxiliar de guiamento	71
Figura 105 - Inserto roscado para madeira [97].....	72
Figura 106 - Vista explodida da guia	72
Figura 107 - Braço momento torsor.....	73
Figura 108 - Deslocamento da mola de retorno	74
Figura 109 - Vista em corte do casquilho guia	74
Figura 110 - Definição veio motriz	75
Figura 111 - Pontos de ancoragem da mola de compensação de momento	78
Figura 112 - Variação do comprimento da mola de compensação de momento	78
Figura 113 - Esboço diagrama de momentos.....	79
Figura 114 - Parafuso de fixação da mola	80
Figura 115 - Ferramenta de soldadura do braço ao veio motriz	82
Figura 116 - Posicionamento do veio na ferramenta.....	82
Figura 117 - Vista explodida da fixação do veio	83
Figura 118 - Dimensões da embalagem	84
Figura 119 - <i>Rack</i> de transporte.....	84
Figura 120 - Barra de fecho.....	85

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Estado da arte da indústria do mobiliário	25
Tabela 2 - Estado da arte das mesas extensíveis	32
Tabela 3 - Ponderação de atributos	48
Tabela 4 - Ponderação de atributos do bastidor.....	50
Tabela 5 - Ponderação de atributos da transmissão.....	50
Tabela 6 - Ponderação de atributos do guiamento	51
Tabela 7 - Ponderação de atributos do sistema de abertura	52
Tabela 8 - Ponderação de atributos das molas.....	53
Tabela 9 - Componentes normalizados do bastidor	64
Tabela 10 - Componentes normalizados do sistema de transmissão.....	66
Tabela 11 - Componentes normalizados do sistema de abertura	75
Tabela 12 - Processos e materiais do sistema de abertura.....	75
Tabela 13 - Análise FMEA.....	80
Tabela 14 - Dimensões transportes	83
Tabela 15 - Análise de custos	85
Tabela 16 - Custo protótipo	89

Acrónimos e Símbolos

Lista de Acrónimos

CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
DFA	<i>Design for Assembly</i>
DFE	<i>Design for Environment</i>
DFS	<i>Design for Sustainability</i>
DFX	<i>Design for X</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
PME	Pequena e Média Empresa
R&D	<i>Research and Development</i>

Lista de Símbolos

γ	Classificação final da ideia	
β	Classificação ponderada do critério	
ν	Coeficiente de <i>poisson</i>	
k	Constante da mola	N/mm
Y	Deslocamento da mola	M
d	Diâmetro do arame da mola	m
D	Diâmetro exterior da mola	m
F_{mola}	Força da mola	N
W_i	Importância do critério i	
E	Módulo de <i>Young</i>	MPa
M_{mola}	Momento da mola	N/m
J	Momento de inércia de secção	m ⁴
$M_{braço}$	Momento do braço	N/m
M_{user}	Momento imposto pelo utilizador	N/m
M_t	Momento torsor	N/m
N	Número de espiras	
Q_i	Peso relativo do critério i	

r	Raio	m
τ_{adm}	Tensão de corte admissível	MPa
τ_{max}	Tensão de corte máxima	MPa

1. Introdução

Nesta secção é estabelecido o primeiro contacto entre o leitor e o tema da dissertação. É apresentado o objetivo deste estudo, a metodologia que suporta a sua elaboração e a respetiva estrutura. Por ter sido feito em ambiente empresarial, é também apresentada a empresa de acolhimento.

1.1. Contextualização

A indústria do mobiliário é uma indústria preponderante e que representa um grande volume da economia global. O aparecimento de empresas de produção em massa mudou completamente esta indústria, e os produtores de menor escala, nos quais se enquadram os produtores portugueses, tiveram de se adaptar para garantir vantagem competitiva sobre estes produtores de grande escala. Relativamente às mesas extensíveis, as propostas apresentadas por estes produtores de grande escala são por norma mesas pouco robustas, com deslocamentos e movimentação não uniformes devido ao excesso de atrito, que requerem a aplicação de força excessiva para a realização dos movimentos. Por outro lado, todo o movimento é decomposto, ou seja, o utilizador deve realizar um por um os movimentos do processo de extensão e abertura. Desta forma, as soluções apresentadas pelos pequenos produtores visam colmatar estas falhas: tendem a ser mais robustas, com deslocamentos mais fluidos e silenciosos, e por vezes a movimentação dos vários componentes está interligada pelo que, com apenas um movimento, é possível completar todo o processo. É desta forma vital desenvolver uma solução que procure colmatar as falhas dos grandes produtores.

1.2. Objetivos

Primeiramente, esta dissertação pretende fornecer a revisão literária dos temas necessários ao desenvolvimento de um mecanismo extensível, e propor uma solução de acordo com o estudo feito e requisitos da empresa acolhedora. Após uma análise de mercado feito pela empresa acolhedora, esta deparou-se com uma oportunidade que poderia representar vantagem competitiva. O objetivo desta dissertação é desenvolver um mecanismo extensível em que a extensão surja na extremidade da mesa. Para este efeito, os sub-objetivos a considerar são:

- Averiguar qual o ponto de situação da indústria do mobiliário, nacional e internacionalmente;
- Enumerar e analisar soluções emergentes dentro do ramo;

Introdução

- Chuva de ideias e análise dos subsistemas com respetiva seleção apoiada no método da matriz de seleção;
- Apresentação detalhada da solução final de cada subsistema;
- Análise FMEA do funcionamento, análise de custo e desenvolvimento de ferramentas;
- Conclusões sobre o trabalho feito.

1.3. Metodologia

Para cumprir com os objetivos identificados foi seguida a seguinte metodologia:

Primeiramente procurou-se elaborar um índice que fosse abrangente aos temas mais essenciais para o desenvolvimento da tese;

Em seguida, iniciou-se a escrita da revisão bibliográfica, após recolha de informação em artigos, revistas e livros necessários à redação deste relatório;

Procedeu-se à análise das várias ideias com recurso ao método da matriz de seleção, até encontrar a solução ideal;

Realizou-se uma análise FMEA do funcionamento do mecanismo, elaboração de ferramentas e análise de custos;

Finalmente, levantaram-se conclusões sobre a teoria analisada, o projeto desenvolvido e trabalhos futuros.

1.4. Estrutura

A estrutura desta dissertação consiste essencialmente em quatro grandes partes, nomeadamente:

- A Introdução, onde se introduz o leitor ao tema que será abordado, são apresentados os objetivos e metodologia usada, e é descrita a estrutura da dissertação;
- A Revisão Bibliográfica, que tem como objetivo fazer um enquadramento teórico a todos os temas ligados a este trabalho e está subdividida em: Indústria do mobiliário, Projeto na Indústria do Mobiliário e Sistemas Extensíveis;
- O Desenvolvimento, onde primeiramente são apresentadas várias soluções para os subsistemas, e em seguida, apoiado no método da matriz de seleção, é desenvolvido o projeto e apresentada a solução final. Termina com uma análise detalhada cada subsistema;
- A Conclusão, onde é feita uma revisão crítica da dissertação, e sugeridas oportunidades de melhoria.

1.5. Empresa de acolhimento

Este trabalho foi elaborado em ambiente industrial. A empresa acolhedora foi a Inovocorte Unipessoal, Lda. sediada em Lordelo paredes, e foi responsável pela sugestão do presente tema, as respetivas orientações a seguir e auxílio durante toda a sua elaboração.

Introdução

2. Revisão Bibliográfica

A elaboração da revisão bibliográfica procura aprofundar conhecimento de matérias relevantes para a elaboração desta dissertação, relacionadas com o projeto a desenvolver.

2.1. Indústria do mobiliário

A indústria do mobiliário é uma das indústrias mais antigas, e sempre foi caracterizada por longos tempos de entrega, isto porque os retalhistas não querem assumir uma grande quantidade de produtos em stock. Devido ao valor associado à mercadoria, artigos de mobiliário eram tradicionalmente vistos como artigos de grande valor, luxo e de pouca variação com modas vindouras [1]. Recentemente houve mudanças no paradigma da procura, mas este continua a ser caracterizado como um setor que requer muita mão de obra e matéria-prima, sendo esta necessidade excessiva de matéria-prima um desafio para tornar a indústria mais ecológica.

Em Portugal, esta indústria apresenta grande notoriedade, sobretudo na região norte do país, a sua notoriedade faz-se sentir desde os postos de trabalho que cria, ao histórico vanguardista dos produtos desenvolvidos a nível nacional, e à percentagem do PIB que representa na economia portuguesa [2]. A nível global, tem havido incrementos no volume produzido e nas transações baseadas nesta indústria, sustentado na crescente procura e variação da configuração dos produtos.

2.1.1. Caracterização a nível mundial e nacional

Nas últimas décadas tem havido um crescimento exponencial de transações no mercado mobiliário a nível global, sobretudo devido às inovações tecnológicas nas áreas de embalagem e transporte, isto é, devido ao surgimento de mobiliário pronto a montar, o que facilita o transporte do mobiliário permite reduzir as barreiras internacionais [3]. A existência evoluções que permitam o crescimento do mercado de mobiliário de forma tão rápida provocou um excedente de procura em relação à oferta, ou seja, a produção de mobiliário não acompanhou este crescimento[3].

Em 1998 a indústria do mobiliário já era o 19º setor de maior valor de transações de bens a nível mundial, sendo que do setor tradicional (*low-tech*) era a de maior valor, superando indústria do calçado e do vestuário [4]. Apesar de esta ser uma indústria que requer recursos e

mão de obra de forma intensiva, apenas 6 países subdesenvolvidos estavam nos 15 maiores exportadores mundiais [4].

Relativamente à produção, a nível global, houve um crescimento exponencial. Em 2003 foram produzidos artigos no valor 223 mil milhões de dólares e em 2018 a produção foi de 460 mil milhões de dólares. Nestes 13 anos, os países europeus perderam o domínio da produção, e esta migrou para países menos desenvolvidos [5], sendo o país com mais volume de produção a China. A Figura 1 representa os principais países produtores de artigos de mobiliário no ano de 2017, destacando-se a China dos restantes.

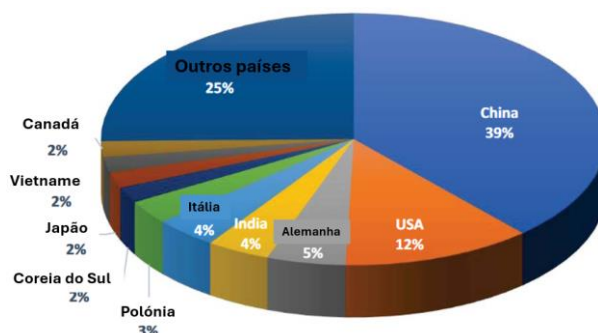


Figura 1 - Produção por país em 2017 (adaptado de [5])

Ainda assim, a Europa tem 3 dos 5 países que mais exportam produtos de mobiliário (Figura 2). Apesar de, na Europa, esta indústria ser maioritariamente composta por microempresas e pequenas e médias empresas (PMEs), as empresas desta indústria têm reputação positiva a nível global devido à qualidade do produto que vendem, à criatividade de desenvolvimento dos mesmos, e reatividade a novas ideias e procura de produtos não comuns [6].

No	País	Mobiliário exportado (milhões de dólares)	Destino 1	Porcentagem	Destino 2	Porcentagem	Destino 3	Porcentagem	Destino 4	Porcentagem
1	China	50 508	USA	34%	Japão	6%	UK	5%	Hong Kong	5%
2	Alemanha	11 032	França	13%	Suíça	11%	Áustria	10%	P. Baixos	8%
3	Itália	10 619	França	16%	Alemanha	10%	USA	10%	UK	10%
4	Polónia	10 539	Alemanha	36%	Rep. Checa	8%	UK	7%	França	6%
5	Vietname	8 423	USA	60%	Japão	8%	UK	5%	Canada	3%

Figura 2 - Principais exportadores de mobiliário e destinos preferenciais em 2018 (adaptado de [5])

De acordo com a análise de mercado interno feita pela comissão europeia, a indústria do mobiliário tem um papel importante na europa, baseado em dois fatores: gerar emprego, e criar tendências globais [6]. Esta indústria é responsável por empregar mais de 1 milhão de pessoas, alocadas a 130 mil empresas, que geram uma faturação em torno dos 96 mil milhões de euros. É ainda responsável por criar tendências ao representar 12% dos designs registados no Instituto da Propriedade Intelectual da União Europeia. A europa é também a líder de vendas de produtos de gama alta, sendo que 2 em cada 3 produtos vendidos deste mercado são produzidos na europa [6].

Os principais desafios que esta indústria irá encarar, na Europa, devem-se sobretudo ao envelhecimento da sua mão de obra e a dificuldade em acompanhar desenvolvimentos e digitalização desta indústria. Aliados à grande competição e necessidade de investimento em R&D (investimento inacessível a PME's), estes fatores serão o grande desafio das empresas europeias deste ramo [6].

Tanto a nível nacional como internacional, os consumidores procuram soluções muito personalizadas, pelo que não se necessita de produção em grande escala nem se criam stocks significativos, o que inviabiliza os princípios de produção em massa [7]. Por essa razão, tem havido investimento das empresas para promover a personalização dos seus produtos, o que representa uma vantagem competitiva [7].

De acordo com a Câmara de Comércio, no ano 2023, existiam em Portugal 5 200 empresas ligadas ao setor mobiliário, que são representadas por cerca de 30 000 trabalhadores [8]. Este é um setor que contribui de forma significativa para a economia Portuguesa com crescente exportação, sendo que os valores de exportação aumentaram de 10% para 80% entre 1998 e 2023 [8]. Geograficamente existe uma maior concentração de empresas no norte de Portugal, a Figura 3 representa a distribuição das empresas por região, verificando-se a discrepância entre a região norte e o resto do país. Concretamente na região norte, o concelho de paredes apresenta a maior concentração de empresas [2].

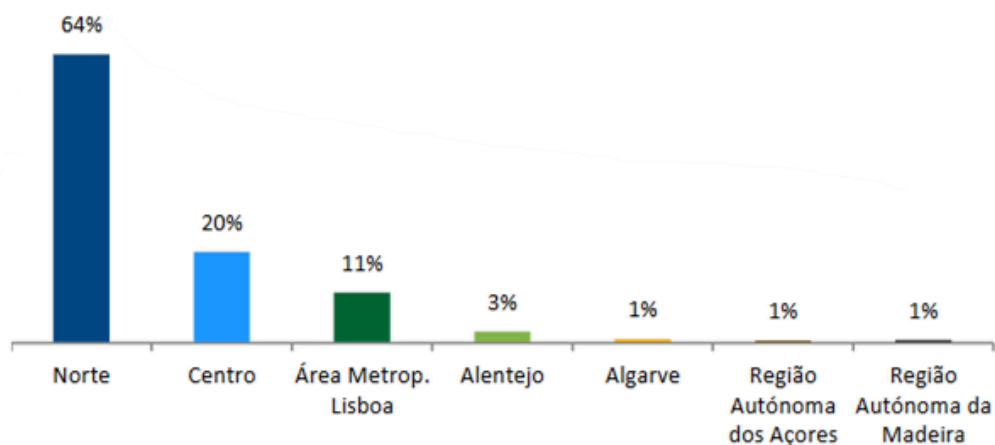


Figura 3 – Percentual de empresas de mobiliário por região em Portugal em 2017 [2]

Dados partilhados pela Direção-Geral das Atividades Económicas mostram que a maior empresa a atuar no ramo é a IKEA, a Figura 4 apresenta as 10 maiores do setor a atuar a nível nacional [2]. A empresa IKEA emprega, em Portugal, mais de 1500 trabalhadores o que contribui para que Portugal seja um dos países de maior produção do grupo IKEA, juntamente com a Polónia. Esta empresa além de ser a maior empresa de mobiliário a atuar em território nacional é também a maior produtora mundial do setor [9].

Ranking Setorial	Empresas
1	IKEA Industry Portugal, S.A.
2	Aquinos, S.A.
3	J.J. Louro Pereira, S.A.
4	Novaqui – Equipamentos e Mobiliário de Conforto, S.A.
5	Haworth Portugal – Mobiliário de Escritório, S.A.
6	Molaflex – Colchões, S.A.
7	Lusocolchão, S.A.
8	VVV – Soluções para Hotelaria, S.A.
9	Iberoperfil – Perfis Postformados, S.A.
10	Movecho, S.A.

Figura 4 - Maiores empresas de mobiliário em Portugal em 2017 [2]

Relativamente a exportação, este setor representa cerca de 1,8% do volume de exportação nacional, com um valor de cerca de 925 milhões de euros, sendo que em 2016 importou 484 milhões que resulta num saldo positivo na ordem dos 441 milhões de euros. Este diferencial teve um abrandamento no crescimento em 2014, mas tem vindo a aumentar nos últimos anos [2].

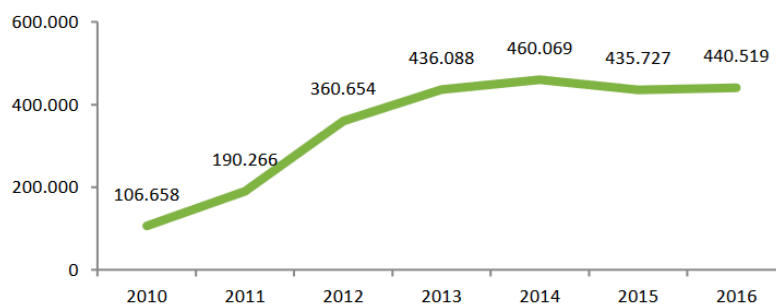


Figura 5 - Balanço exportação-importação em milhões de euros [2]

Dados de 2016 da Direção Geral das Atividades Económicas também demonstram que os principais importadores de produtos portugueses estão localizados na Europa. Na Figura 6 são apresentados os 5 principais destinos das exportações portuguesas do setor do mobiliário, com a primeira posição a ser ocupada pela França, com cerca de 20% do volume total exportado pelas empresas portuguesas [2].

	Posição	% Total Exportações
FR: França	1.ª	20,17%
ES: Espanha	2.ª	19,49%
US: Estados Unidos	3.ª	7,94%
GB: Reino Unido	4.ª	1,81%
DE: Alemanha	5.ª	1,80%

Figura 6 - Principais destinos exportação em 2016 [2]

2.1.2. Segmentos de mercado

Segmentação de mercado consiste em três fases: Segmentar, definir objetivo e posicionar no mercado. Primeiramente define-se as variáveis de segmentação. Os resultados do estudo de segmentação servem para analisar e definir o objetivo (qual dos segmentos atacar, definir um

target). Após definido o objetivo deve-se estudar a forma como se quer posicionar no mercado de forma competitiva em termos de produto, marketing, distribuição entre outros parâmetros que sejam mais benéficos para o segmento definido[10].

Os segmentos de mercado da indústria do mobiliário são muito variados, isto porque a indústria do mobiliário está dividida em vários grupos de produto e cada um tem os seus segmentos. Serão abordados 4 dos segmentos mais comuns:

1. Mobiliário escritório;
2. Mobiliário doméstico;
3. Mobiliário técnico/industrial;
4. Mobiliário urbano.

O mobiliário de escritório (Figura 7) tende a ser bastante focado no humano e no seu bem estar, e tem como principais fatores a ergonomia e eficiência [11]. O mau dimensionamento dos equipamentos de mobiliário está diretamente ligado a problemas músculo-esqueléticos e traumas físicos causados em ambiente laboral [11].



Figura 7 - Mobiliário de escritório [12]

O mobiliário doméstico é o mais comum, e que contacta diretamente com a população em geral. Dentro deste segmento é possível criar várias subdivisões, seja por divisão doméstica (sala, quarto, cozinha) seja pelo tipo de artigo (sofás, mesas, armários entre outros). É o segmento de mercado de maior valor, e onde se encontram as maiores empresas da indústria.

Mobiliário técnico, ou mobiliário industrial, são artigos desenvolvidos para determinada indústria, normalmente adaptados a determinado posto ou função. Este tipo de mobiliário é por norma caracterizado pela sua alta resistência, e especificações adaptadas ao trabalho para que foram projetados. São componentes essenciais de um posto de trabalho, desenvolvidos com vista a aumentar a produtividade e ergonomia do posto. Um exemplo comum são as bancadas de trabalho (Figura 8) que são normalmente compostos por um chassis estrutural metálico e superfícies de trabalho de madeira ou metal [13].

Este tipo de mobiliário pode ter várias finalidades, desde armazenamento (estantes, e armários por exemplo), elementos de transporte, bancadas de trabalho entre outros, apresentando também aplicação em várias indústrias: Metalomecânica, joelheria, linhas de montagem, armazéns, eletrônica e laboratórios [13].



Figura 8 - Exemplo mobiliário técnico [13]

O mobiliário urbano (Figura 9) é bastante distinto dos restantes, recorrendo a materiais e métodos produtivos que se destacam dos restantes segmentos da indústria [14]. Neste segmento há uma grande procura por resistência ao impacto, corrosão, fadiga assim com durabilidade, visto estarem, por norma, sujeitos a condições bastante adversas [15]. Assim, o mobiliário urbano é um conjunto de objetos que procura promover e melhorar a qualidade de vida das pessoas que deles usufruem, com evolução de acordo com as necessidades da sociedade [15].

Atualmente existe uma preocupação extra em desenvolver este tipo de indústria pela importância que tem em melhorar a qualidade de vida das pessoas e aumentar a atração às cidades. Cidades com bom planeamento e investimento nesta área promovem o bem estar dos cidadãos e o espírito de comunidade, impulsionam o desenvolvimento cultural e económico da cidade [16].



Figura 9 - Mobiliário urbano [16]

2.1.3. Sustentabilidade e reciclabilidade

É de conhecimento comum o impacto que a indústria do mobiliário tem no ambiente, muito deste impacto poderia ser reduzido se houvesse desenvolvimento e partilha de informação sobre métodos e ferramentas mais ecológicos entre os produtores deste ramo [17]. O design dos produtos da indústria tem sido voltado quase unicamente para a estética, quer isto dizer que o design de um produto tem por norma o objetivo de tornar o produto mais atraente do que propriamente o tornar mais sustentável reduzindo o seu impacto ambiental [18].

As principais razões para falta de procura por soluções mais ecológicas de produtos de mobiliário, deve -se a fatores tais como: a falta de conhecimento de princípios ecológicos das equipas de desenvolvimento dos produtos, falta de sensibilidade da importância deste fator pelos compradores, imprevisão do futuro da indústria e falta de planeamento [19]. Diferentes decisões no momento de design do produto têm bastante influência na sustentabilidade do mesmo. O tipo de material a usar, o seu fornecedor e o local de obtenção da matéria prima, a vida útil do produto e a sua reciclabilidade são fatores que influenciam a sustentabilidade da indústria [18]. Optar por um design ecológico promove o desenvolvimento de produtos inovadores (Figura 10). Pode, ainda, ser uma forma de reduzir o preço de custo de determinado produto, e melhorar a imagem de responsabilidade social da empresa [18].



Figura 10 - Cadeira Sungai Design feita de plásticos coletados em rios [20]

Já sabida a importância que o design tem na ecologia, procura por designs mais sustentáveis tem mais valias, e pode reduzir mais de 80% o impacto ambiental de uma peça do mobiliário ao optar por soluções de design mais otimizadas [17], para isso existem algumas categorias a considerar [21]:

- Reduzir: reduzir matérias-primas, repensar o processo de corte, simplificar estrutura;
- Facilitar: desenvolver produtos que reduzam a necessidade de peças e ferramentas;
- Estender a vida útil: promover manutenção para estender a vida do produto;
- Seleção: optar por matérias-primas mais sustentáveis;
- Valorizar a diferença: expor ao consumidor o esforço na ecologia do produto.

As empresas deste ramo enfrentam alguns desafios no seu caminho para se tornarem mais “verdes”, o consumo e produção excessivos são fatores predominantes na falta de ecologia da indústria [17]. A aplicação de parâmetros ecológicos na concepção de novos produtos do ramo resulta na redução do consumo de matérias primas em 30%, redução de desperdício em 49% e redução de consumo energético comparativamente a uma produção descuidada do fator sustentabilidade [19].

O modelo de economia circular pode ser aplicado a este ramo, e melhorará consideravelmente a performance das empresas no que toca à sustentabilidade. Economia circular consiste em reduzir ao máximo o desperdício gerado numa atividade ao voltar a colocá-lo na sua cadeia de valor, no ramo mobiliário poderá ser aplicado aos desperdícios de matéria-prima (mais concretamente madeira) que são inerentes a várias fases do processo, reduzindo assim o consumo de materiais e aumentando a sua reciclabilidade [22].

2.1.4. Tecnologias associadas

A indústria de mobiliário é tradicionalmente considerada uma indústria de intensa mão de obra e baixa tecnologia. Ultimamente, na procura por diferenciação e devido à grande competitividade do ramo, têm-se implementado novas tecnologias na procura por designs e características diferenciadoras. Existem vários processos de fabrico utilizados nesta indústria, desde soldadura, montagem, corte laser, fresagem e torneamento, pintura electrostática, entre outros, que são transversais à indústria em geral.

Equipamentos CNC são usados em variadas indústrias, e na indústria do mobiliário a utilização destes equipamentos incide sobre alguns processos como por exemplo: Fresagem, corte, furação e torneamento (Figura 11) [23]. A sua implementação promoveu um aumento de produtividade e qualidade do produto (por exemplo rigor dimensional e repetibilidade), assim como melhorias estéticas do mesmo.



Figura 11 - CNC no ramo do mobiliário [24]

A soldadura também é parte integrante desta indústria, visto que muitos dos produtos desenvolvidos são totalmente compostos por metais, como no caso do mobiliário técnico. Por outro lado, vários produtos mobiliários podem necessitar de uma estrutura rígida de suporte, pelo que a utilização de ligas metálicas, e consequentemente de soldadura, são comuns.

Com a crescente complexidade e otimização de produtos a serem desenvolvidos, tecnologias de simulação e modelação tem assumido um papel importante neste meio. A aplicação destas tecnologias permite prever erros de produção, otimizar o design, e criar elementos de geometria mais complexa aquando da combinação da modelação e produção CNC [25].

A introdução da tecnologia de impressão tridimensional na indústria do mobiliário aconteceu recentemente, comparando com as tecnologias mais comuns deste ramo, sendo que a sua introdução surgiu como forma de produção unitária e com vista a produzir geometrias complexas [26]. Atualmente, a utilização desta tecnologia não é só eficaz para produções únicas, sendo comumente usada para produções de pequenos lotes garantindo sempre as vantagens da sua utilização, o que permite a obtenção de designs únicos e complexos, e também alto aproveitamento de material [26].

Com o desenvolvimento tecnológico e mudança das necessidades da população tem surgido oportunidade de fundir mobiliário tradicional com os desenvolvimentos tecnológicos de outras áreas (Figura 12). Normalmente denominados por mobiliário inteligente, estes são produtos que têm vindo a ser desenvolvidos e que, além de cumprirem com a sua função básica, podem oferecer algo mais ao consumidor. Este tipo de integração de tecnologia nos artigos de mobiliário surge de várias formas, seja um sofá com sensores que informam o utilizador se a sua postura é a mais adequada, seja pela simples integração de entradas USB numa mesa, ou até à intercomunicação *wireless* entre vários elementos e um dispositivo de controlo, normalmente o telemóvel [27].



Figura 12 - Exemplo mobiliário inteligente [28]

No ponto de vista do consumidor, a evolução tecnológica tem trazido vantagens, por exemplo, na utilização de realidade virtual no momento de compra e estudo de design de determinado compartimento. Quer por designers quer por retalhistas, a utilização desta tecnologia permite

que, na compra de artigos de mobiliário, o consumidor possa ter noção espacial e prever o aspeto, mais aproximado da realidade, da disposição dos artigos no local de estudo [29].

Mais recentemente, a inteligência artificial tem vincado a sua posição nas várias indústrias. Na indústria do mobiliário, esta tecnologia tem já aplicações no momento de design e desenvolvimento de produto. Esta ferramenta tem aplicação quer na criação de designs incomuns e fora do espectro da normalidade, quer na deteção de erros de design e falhas na conceção e modelação (juntamente com *machine learning*) [30].

2.2. Projeto na indústria do mobiliário

Neste capítulo procuramos analisar bibliografia e conceitos sobre desenvolvimento de projeto na indústria do mobiliário.

2.2.1. Contextualização

O desenvolvimento de produto na indústria do mobiliário pode surgir pelas tecnologias emergentes ou novas oportunidades de mercado. Estes fatores, embora sejam o gatilho para o desenvolvimento de novos produtos, a sua influência no sucesso do produto é baixo, sendo este quase totalmente dependente da aceitação do consumidor final [31]. Por esta razão, a indústria do mobiliário dá especial atenção ao consumidor final, ao promover soluções personalizadas e constantes evoluções a produtos já desenvolvidos. Por ser um ramo competitivo, e com muito foco no design, o projeto na indústria do mobiliário está bastante apoiado nas tecnologias computacionais que permitem um fabrico e design mais competente.

2.2.2. Princípios de design

O design de produto é o processo de identificar uma oportunidade de mercado, encontrar um problema concreto e desenvolver uma solução para esse mesmo problema, a solução deve ser validada em situações reais [32]. Como tal, o design procura cumprir com as necessidades do consumidor, e tornar a experiência do mesmo o mais agradável possível ao utilizar de determinado equipamento [32].

Verifica-se que o design é um dos melhores métodos de aumentar a competitividade de um produto a um custo baixo, e que o aspeto visual do produto é fundamental para captar a atenção do comprador. Na indústria do mobiliário, ao desenvolver o produto *core* deve-se ter em atenção não só a geometria do produto como também os seus métodos de construção [33]. Existem vários níveis de conexão entre o produto e o comprador que podem contribuir para o seu sucesso, que vão além do produto físico, como representado na Figura 13. O design tem impacto em vários fatores que devem ser considerados desde o início do projeto e dos quais se destacam a facilidade de uso, fiabilidade, aparência, ergonomia, funcionalidade e qualidade [33].

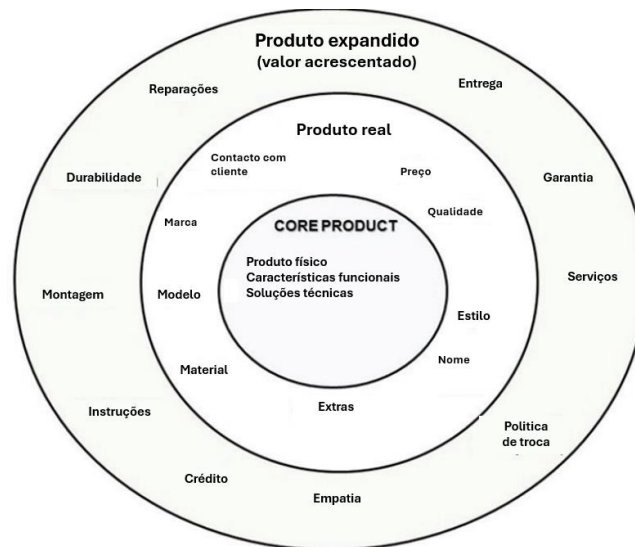


Figura 13 - Diagrama do produto (adaptado de [33])

A metodologia *design for X* (DFX), assenta sobre a necessidade de criar metodologias de design específicas para determinada aplicação, com vista a melhorar a qualidade de um determinado produto e reduzir tempo de fabrico, entre outros parâmetros. Por exemplo, *design for sustainability* (DFS) é um termo usado para descrever técnicas de design direcionadas à sustentabilidade, enquanto *design for assembly* (DFA) é o termo usado para descrever técnicas de design que melhorem a eficiência e tornem mais económico o processo de montagem [34]. Existem várias metodologias embutidas na metodologia mãe DFX, algumas das quais encontram-se destacadas na Figura 14.



Figura 14 - Metodologias Design for X [35]

Na indústria do mobiliário, por esta ser uma industria de intensa produção e consumo de matéria-prima, tem-se dado especial foco a metodologias DFX que promovam a sustentabilidade dos produtos desenvolvidos [17]. DFE, *design for environment*, é uma metodologia que vai de encontro com as recentes preocupações desta indústria. O seu uso, desde fases embrionárias do projeto, apresenta um papel crítico no desenvolvimento de um produto, e na sua sustentabilidade [36]. Já o *design for sustainability* (DFS) que se baseava na seleção dos materiais ou recursos do projeto, passou a ser uma forma de proteger o meio ambiente e procurar prosperidade financeira na globalidade do projeto[17].

2.2.3. Ergonomia

Ergonomia é parte integral do desenvolvimento do produto, e deve-se ter em conta desde a conceção ao produto final. Define-se ergonomia como a ciência que promove o bem estar humano, e que procura reduzir fadiga e desconforto através de desenvolvimento de produtos e postos de trabalho [37]. Ergonomia, na indústria, refere-se ao ambiente homem-máquina, e o seu estudo procura melhorar a qualidade de trabalho e de vida da pessoa envolvidas no respetivo sistema [38]. Existem vários fatores ergonómicos capazes de criarem lesões músculo-esqueléticas, tais como repetibilidade de operações ou movimentos, postura desconfortável, cargas elevadas e vibração. Por estes e outros fatores serem responsáveis pela criação de lesões, é crítico que seja efetuado um estudo que promova um ambiente homem-máquina ajustado à biomecânica do corpo humano e que procure não diminuir a produtividade [38]. Fatores como repetibilidade de operações ou postura desajustada, são fatores especialmente importantes no segmento da indústria que se dedica a produzir componentes de longo e constante uso (mobiliário técnico por exemplo), ou uso por várias pessoas. Normalmente este tipo de componentes tem ajustabilidade, como demonstrado na Figura 15, para se adaptar ao utilizador e garantir que não há redução de produtividade ou surgimento de lesões.

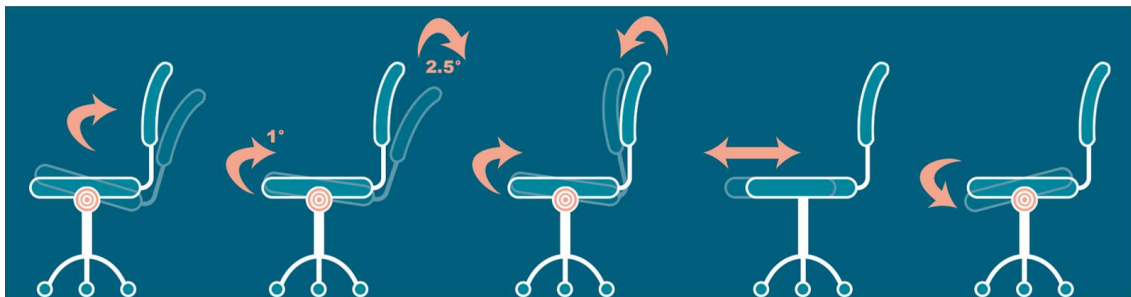


Figura 15 - Ajustes de cadeira de escritório [39]

Na indústria do mobiliário a ergonomia é um fator preponderante, visto que o comprador tem total controlo sobre o que adquire. Por esta razão, se o produto que está a comprar é conforme ou não com a sua anatomia, poderá ser crucial para garantir a sua satisfação. Desta forma, o produto deve ser desenvolvido tendo por base o seu consumidor. Ao desenvolver produtos para a indústria do mobiliário o principal objetivo é satisfazer os pressupostos dos seus utilizadores, mantendo o balanço entre funcionalidade e estética [40].

Para desenvolver produtos que sejam ergonómicos para a maioria da população é necessário ter em conta a antropometria. Este conceito refere-se às medições e análise do corpo humano com o objetivo de definir o tamanho, geometria, força e capacidade do corpo humano [41]. A análise antropométrica deve ser considerada aquando do desenvolvimento de componentes para um determinado setor ou segmento de população, visto que podem ser feitos estudos para determinar a antropometria da população que usufruirá dos componentes e desenvolver de acordo com os dados recolhidos. Os dados antropométricos variam consideravelmente com as regiões, na medida em que uma pessoa escandinava tende a ser mais alta, asiáticos mais pequenos e africanos mais fortes [37]. O fator regional, a idade, o sexo e a profissão são exemplos de outros fatores que promovem variações nos dados antropométricos.

Como se verifica na Figura 16, ao desenvolver mobiliário de sala de aula deve-se ter em atenção a faixa etária que usufruirá dele e fazer levantamento de dados para se poder adaptar o design às medidas que satisfaçam a maioria dos utilizadores. A procura por cumprir com as necessidades dos utilizadores tem influência direta na produtividade e eficiência [41].

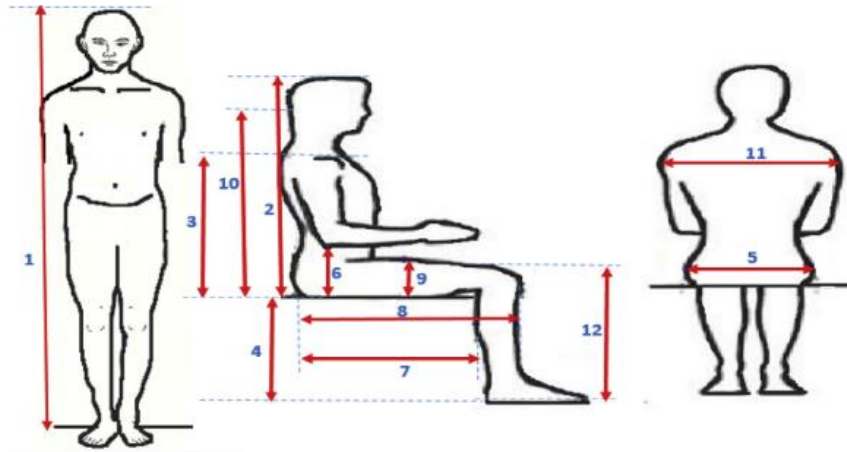


Figura 16 - Dados antropométricos para desenvolvimento de mobiliário escolar [41]

Desenvolver mobiliário adaptado aos dados antropométricos dos seus utilizadores apresenta alguns desafios, e existem várias abordagens possíveis, que dependem do objetivo final [41]:

- *Design for all*: o desenvolvimento do produto procura satisfazer a maioria da população (típica abordagem ao desenvolver mobiliário técnico ou de escritório);
- *One size fits all*: é a procura de desenvolver componentes que sejam suscetíveis de serem usados por toda a gente. Por norma estes componentes não estão sujeitos a utilizações contínuas ou longas (esta abordagem é comum para o mobiliário urbano);
- *Made to measure*: é uma abordagem pouco comum, quer pelos custos que implica, quer pela limitação da utilização do componente (pode ser usado por exemplo, ao desenvolver determinados postos de trabalho de uma estação espacial).

2.2.4. Personalização

Como apresentado anteriormente, atualmente o mercado do mobiliário apresenta uma necessidade de constante personalização, ou seja, ao desenvolver o produto é necessário que a sua personalização seja de fácil execução e não acrescente custos excessivos.

Um estudo, que procurou analisar vantagens da implementação de produtos personalizados, verificou que a implementação destes novos produtos personalizados poderia implicar um aumento do preço de produtos normalizados que a empresa já produz [42]. Ainda se verificou que o grau de personalização é um aspeto crítico para definir a sustentabilidade do processo, visto que, naturalmente, um grau mais baixo de personalização implica custos mais baixos [42].

Atualmente é dada particular atenção à estratégia de marketing de personalização, assumindo que este tipo de produto oferece mais benefícios aos consumidores do que produtos normalizados [43]. Deste modo, cria-se uma necessidade de recolher informação sobre as

necessidades específicas dos consumidores, e desenvolver produtos que por si só apresentam custos acrescidos [43]. Permitir ao cliente obter um produto personalizado e que faça parte de todo o ciclo de vida do produto, de forma mais envolvente, é uma forma de garantir a sua satisfação e de o cativar [44].

A personalização em massa tem o objetivo final de tirar benefícios da customização, procurando uma produção em massa. Com os recentes desenvolvimentos da comunicação via internet, e prosperidade do *e-commerce*, existe um fio condutor na comunicação entre o consumidor final, o fornecedor e o produtor, que permite uma melhor gestão no processo de desenvolvimento de produto [45]. Sem estes desenvolvimentos, e de outros como por exemplo o *rapid prototyping*, o método de personalização em massa seria inviável pelo conflito que existiria com o processo de desenvolvimento de produto, os custos acrescidos necessários que o consumidor não suportaria, e o *lead-time* exagerado necessário para criar produtos customizados [45].

Existem três formas de personalização em massa [7]:

1. Design modular: neste tipo de design que os componentes são projetados de forma modular. A sua posição pode ser ajustada e variada de acordo com as necessidades e preferências do consumidor, como se verifica na Figura 17. Este é considerado o design mais eficaz na indústria de mobiliário atual.
2. Personalização ajustável: permite ao consumidor fazer ajustes de forma manual de acordo com a sua preferência, por exemplo os assentos dos carros.
3. Personalização dimensional: consiste na possibilidade de determinado produto ter variações dimensões, por exemplo o comprimento de uma mesa. Estas variações podem ser contínuas ou discretas. A variação do comprimento da mesa pode ter o comprimento que o consumidor desejar (variação contínua que pode assumir qualquer valor), ou seja o consumidor apenas pode definir o comprimento da mesa de acordo com valores catalogados (variação discreta, valores finitos de variação).

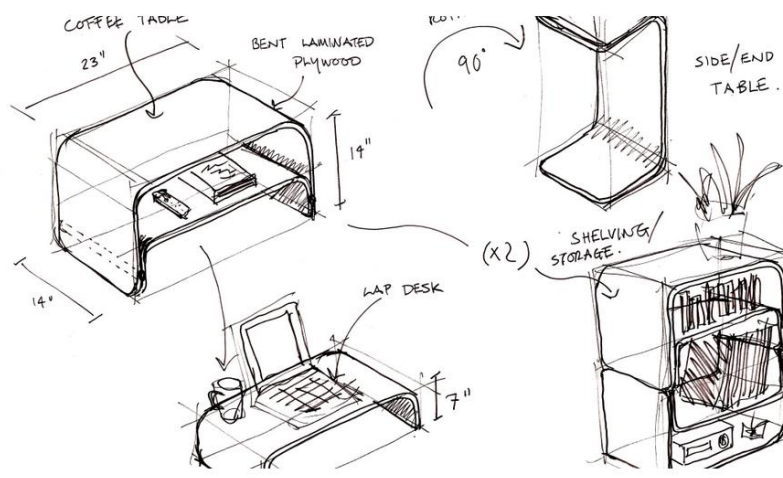


Figura 17 - Exemplo de design modular [46]

2.2.5. Materiais e processos de fabrico

Existem vários materiais usados na indústria do mobiliário, sendo que o mais comum é a madeira e os materiais obtidos pelos seus desperdícios. A madeira é vastamente usada na indústria do mobiliário pelas suas propriedades mecânicas e facilidade de processamento. As suas propriedades permitem a aplicação em interior e exterior, por exemplo em mobiliário urbano, sendo a sua vida útil prolongada se forem aplicados tratamentos superficiais (verniz ou tinta) [47]. Existem outras gamas de materiais bastante usados nesta indústria, cada um com vantagens e desvantagens, dos quais se destacam [48]:

- Ligas metálicas: Mobiliário feito de metal é habitualmente visto na atualidade e a sua utilização tem vindo a ser mais notória visto que antigamente não havia métodos de produção suficientemente evoluídos para fazer móveis esteticamente apelativos, ou com peso adequado. Entre as suas vantagens destaca-se a resistência e longevidade mantendo a aparência em boas condições. Artigos desenvolvidos com este material normalmente apresentam custos mais elevados que os demais. Pode também ser um material auxiliar, e estar aplicado nas ligações de componentes ou de forma estrutural;
- Vidro: Também é uma matéria-prima que tem vindo a ganhar notoriedade na indústria, até há pouco tempo o vidro era apenas usado como um material auxiliar. Algumas das vantagens da utilização desta matéria-prima são o facto de ser inofensiva para a saúde, ter elevada resistência á corrosão e, portanto, ser lavável. A maior desvantagem da utilização deste material é a sua fraca resistência mecânica;
- Madeira reciclada: Devido à desflorestação da indústria têm sido desenvolvidas técnicas de aproveitamento dos desperdícios. A sua utilização apresenta vantagem no que diz respeito à sustentabilidade, mas também à estética e ao custo da própria matéria-prima. A sua utilização tem alguns impedimentos tais como a impossibilidade de obter certas geometrias (por exemplo geometrias obtidas por dobragem), e resistência reduzida do material;
- *Medium Density Fibreboard* (MDF) são painéis obtidos através de poeiras e grãos pequenos de madeira. O facto de não conter outros componentes torna este material inofensivo à saúde humana. Por outro lado, este material apresenta grande resistência à humidade, comparativamente com os restantes da mesma gama, e é fácil de conformar.

Ao fabricar um artigo de mobiliário deve-se ter em conta o ambiente a que este estará exposto. Assim para selecionar devidamente os materiais deve-se considerar alguns fatores [37]:

- Custo de fabrico;
- Características mecânicas (resistência corrosão ou fadiga);
- Facilidade de produção (dobrar, cortar ou soldar);
- Necessidade manutenção e/ou substituição.

Vários processos inovadores da indústria mecânica têm sido importados para a indústria do mobiliário, como por exemplo o *flowdrill screwing*. Este processo combina furação por fricção com roscagem num só, e é um processo vastamente usado na indústria automóvel [49]. A sua utilização, além de promover otimização do fabrico por combinação de processos, promove melhorias mecânicas em juntas aparafusadas, visto que deformação que implementa no material aumenta a sua espessura, e por consequência, a resistência da junta aparafusada [49]. Este processo pode ser conduzido de duas formas. O primeiro consiste em fazer o furo por fricção no momento de colocação do parafuso, sendo este elemento mecânico responsável por fazer o furo (e respetiva deformação do material) e respetiva roscagem, como pode ser visto na Figura 18 [49].

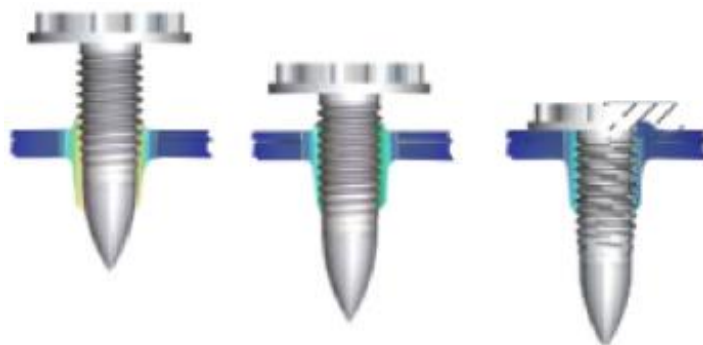


Figura 18 - *Flowdrill* numa etapa [49]

O segundo é dividido em duas fases: numa primeira abordagem faz-se o furo por fricção e de seguida rosca-se o furo. A Figura 19 demonstra as duas fases descritas.

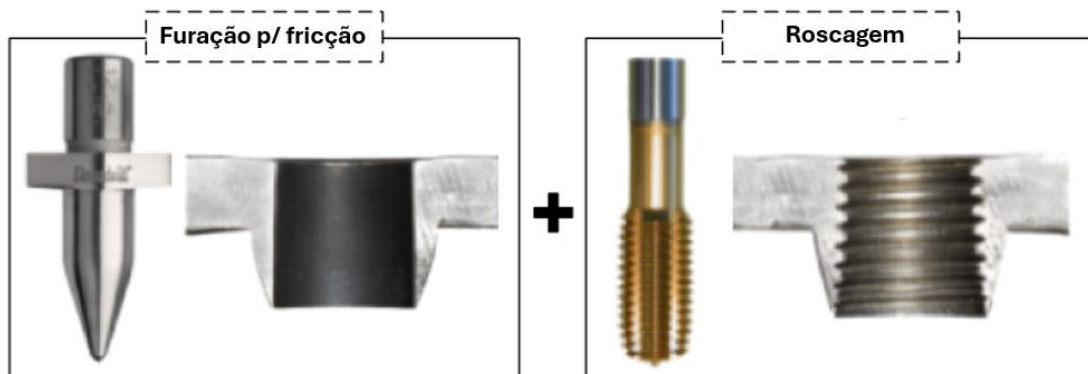


Figura 19 - *Flowdrill* a duas etapas (adaptado de [49])

No âmbito dos tratamentos superficiais, o processo de lacagem electrostática tem sido cada vez mais usado na indústria do mobiliário, especialmente na lacagem de componentes metálicos. A aplicação desta tecnologia, consideravelmente recente, representa um passo para tornar o ramo mais sustentável [50]. A utilização deste processo, ao invés do seu processo homólogo, pintura líquida, resulta numa redução de desperdício de 95%, visto que a peça a ser pintada atrai os grãos projetados que contêm carga eletrostática, como representado na Figura 20. Este processo também apresenta resultados mais favoráveis, comparativamente à pintura convencional, no que toca à durabilidade, rapidez de

processo, sustentabilidade (por reduzir os desperdícios e reduzir o número de toxinas na mistura a aplicar) e consistência, visto ser mais fácil obter uma superfície homogênea e garantir a repetibilidade do processo [51]. Apesar de a sua utilização apresentar vantagens na grande maioria dos parâmetros, podem-se destacar algumas desvantagens, como por exemplo a impossibilidade de aplicar este processo em determinados substratos, ou a dificuldade de controlo da mistura para obter determinada cor, comparativamente com o processo de pintura líquida, caso em que é mais simples a obtenção da cor desejada [51].

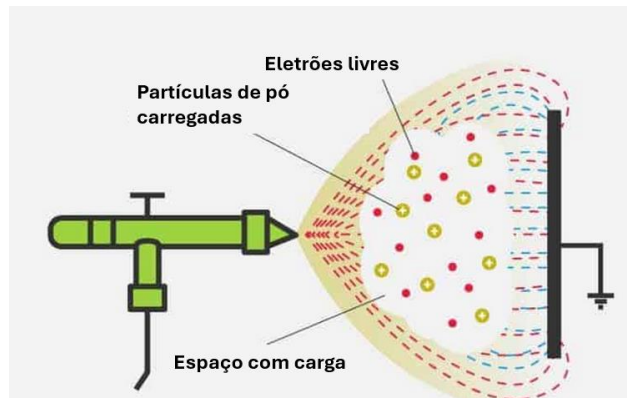


Figura 20 - Representação de pintura eletrostática (adaptado de [52])

Existem vários processos que têm sido implementados como forma de aumentar a produtividade, normalmente usados em produções de grande volume, como por exemplo soldadura robotizada, ou polimento robotizado. A utilização destas soluções surge da necessidade de aumentar a produtividade e garantir a precisão do processo, assim como a sua eficiência [53]. O processo pode ser totalmente automático, ou então semiautomático. Neste último caso, o operador tem a função de carregar e descarregar o posto de soldadura [54]. Comparativamente à soldadura manual, a utilização do processo robotizado (como apresentado na Figura 21) é caracterizado pela sua inflexibilidade e elevado custo de *set-up*, pelo que este é usado maioritariamente em soldadura de larga escala [54].

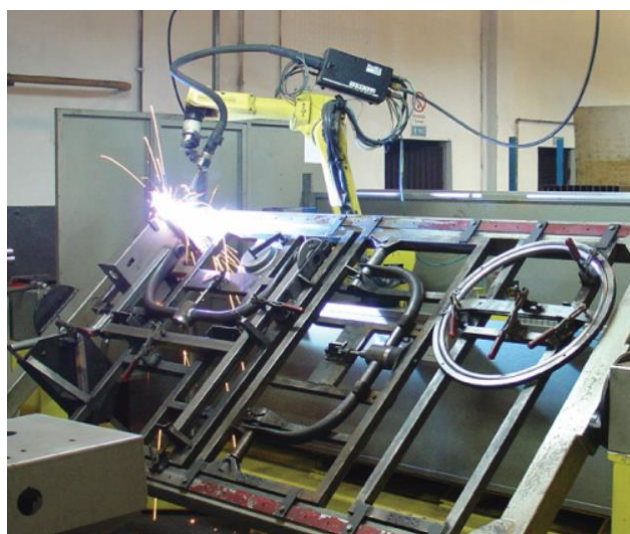


Figura 21 - Robot de soldadura [54]

As ligações usadas nos produtos de mobiliário devem seguir alguns pressupostos: permitir fácil montagem e desmontagem, ter o mínimo de componentes possível, estar em concordância com a estética da peça, e ter resistência mecânica [55]. Existem vários métodos de ligação, como um simples pino montado à pressão, ou então um mecanismo mais complexo, como um *RASTEX*, que consiste num método mais eficaz e resistente, vantajoso para processos de montagem e desmontagem mais frequentes. A sua aplicação está representada na Figura 22.

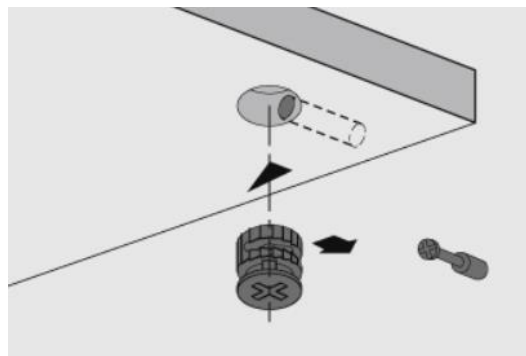


Figura 22 - Aplicação Rastex [56]

2.2.6. Princípios CAD/CAE/CAM

O surgimento de tecnologias computadorizadas permitiu avanços em várias indústrias. Uma vez que o rigor exigido na indústria do mobiliário tem aumentado, com o processo de industrialização pelo que o ramo atravessou, estas tecnologias emergiram e promoveram o desenvolvimento do ramo.

As ferramentas que integram tecnologias de computadorização e design denominam-se *computer-aided design* (CAD). Atualmente, a utilização deste tipo de *software* considera-se indispensável pelas várias vantagens que apresenta e pela fácil utilização [57]. Primeiramente, a integração deste tipo de *software* no processo de design surgiu para a obtenção de geometrias mais complexas e visualização do produto no momento de desenvolvimento (pré-fabrico), como representado na Figura 23 [57].

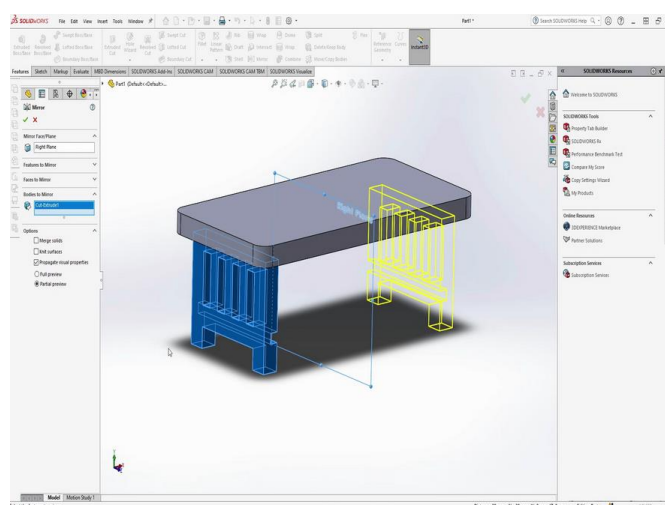


Figura 23 - Software CAD [58]

O desenvolvimento deste tipo de *software* permitiu a expansão da sua utilização para além de uma ferramenta de visualização, de tal forma que esta adquire relevância noutros momentos e áreas do projeto [57]:

- Redução de custos - uso de ferramentas CAD para estudar diferentes configurações dos componentes;
- Análise/Simulação - previsão do funcionamento, melhorias, e erros dos mecanismos a desenvolver;
- Prototipagem rápida - juntamente com *software* de *computer-aided manufacturing* (CAM) é possível desenvolver e produzir protótipos de forma rápida, por norma recorrendo a impressão 3D;
- Documentação - Criação de documentação de montagem/fabrico, animações e tutoriais, arquivo da evolução do design de determinado componente.

Computer-aided engineering (CAE) é um termo usado para descrever todo o tipo de análise computacional, como por exemplo a análise de elemento finitos. Embora haja dependência entre o modelo 3D e as análises numéricas a que este está sujeito, por muito tempo não houve uma integração intensa dos *software* CAD e CAE, uma vez que por norma os *software* CAD tinham já integrada a capacidade de fazer análises CAE, mas de forma mais simplificada, comparativamente com um *software* dedicado de CAE [59]. Atualmente existe uma tendência de criar *software* CAD/E, capazes de cumprir com as duas funções de forma competente, o que possibilita ao utilizador ter mais flexibilidade nas duas fases do processo e reduzir o tempo de desenvolvimento [59].

CAM, é o termo que descreve a tecnologia que combina produção/fabrico com sistemas computadorizados. Com o desenvolvimento dos *softwares* CAD, a indústria de fabrico, incluindo a indústria do mobiliário, sofreu bastantes mudanças, desde o afastamento das máquinas analógicas e deixou a produção de estar totalmente apoiada na capacidade e habilidade dos operadores, voltando-se agora para máquinas capazes de produzir peças complexas, com precisão e baixa taxa de erro, o que garante alta repetibilidade [60]. Este tipo de produção assistida por computador é atualmente usado quer em fabricação aditiva (por exemplo impressão 3D) quer em fabricação subtrativa (por exemplo maquinação), e em ambas as vantagens são extensas. De facto, a produção assistida por computador permite reduzir custos produtivos, ao calcular os vários caminhos que as ferramentas podem percorrer até achar o caminho ótimo (por exemplo no processo de fresagem), ou evitar danos dos equipamentos, ao prever a colisão entre a ferramenta e outro componente, ou peça a ser produzida. Atualmente, a programação das máquinas é feita de forma mais simples, através da importação dos modelos 3D (desenvolvidos em CAD), para os *software* CAM, que permite uma melhor percepção do processo produtivo, e deteção de erros no momento pré-produção [60].

As tecnologias CAD, CAE e CAM têm representado muita influência na evolução tecnológica. De facto, o incremento constante de complexidade nos produtos desenvolvidos e a necessidade de mudanças rápidas especialmente de design para acompanhar as tendências têm sido alavancados por estes *softwares*. Estas tecnologias revelam-se bastantes importantes em todas

as fases do desenvolvimento e produção dos componentes, especialmente na fase de protótipo dos projetos, já que facilita uma percepção quase real do produto e dos seus custos mesmo antes de o produzir. *Rapid Prototyping* (prototipagem rápida), é uma metodologia dependente da tecnologia CAD e CAM, que demonstra bastante potencial de reduzir custos e tempos de produção no desenvolvimento de determinado produto [61]. Juntamente com *Rapid Manufacturing* (produção rápida), as tecnologias CAD e CAM permitem criar o produto de forma rápida e com precisão dimensional com recurso a máquinas e processos capazes, como por exemplo impressão 3D. A Figura 24 representa os passos para o desenvolvimento de produto, pela combinação metodologias *rapid prototyping* e *rapid manufacturing* com tecnologias CAD e CAM.

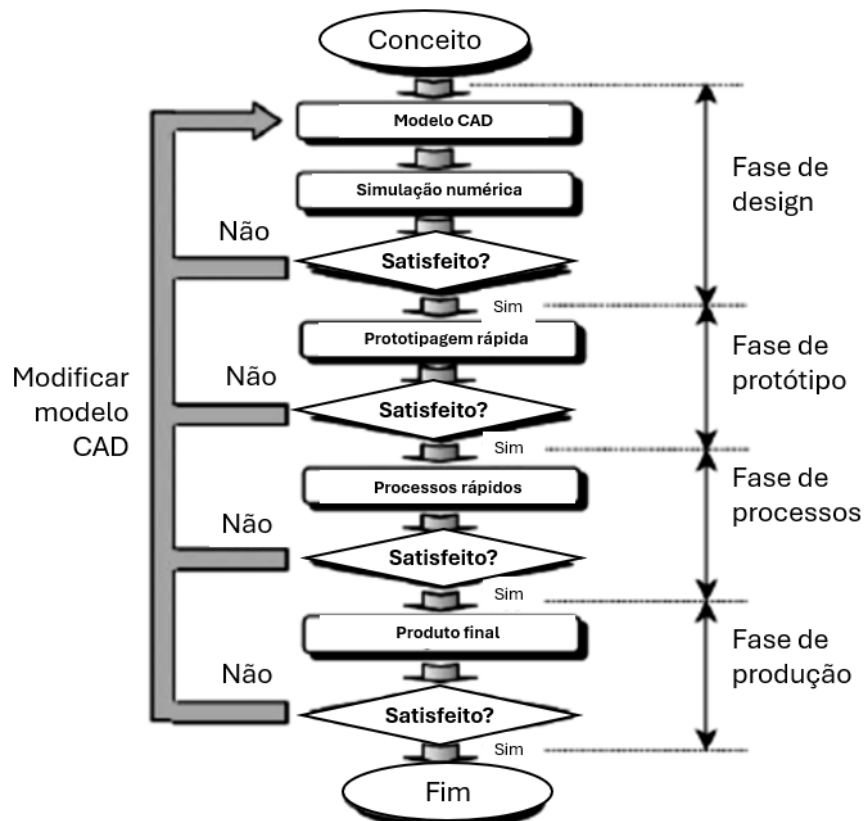


Figura 24 - Esquema para desenvolvimento produto (adaptado de [62])

2.2.7. Estado da arte

Nos últimos anos têm surgido novas tecnologias e avanços na indústria do mobiliário que têm permitido melhorar a indústria de modo geral. Na Tabela 1 são apresentados alguns tópicos de destaque, que descrevem o estado da arte da indústria do mobiliário e os projetos nela desenvolvidos.

Tabela 1 - Estado da arte da indústria do mobiliário

Premier (2020) [63].	Este estudo foi desenvolvido com vista na crescente procura por desenvolver mobiliário urbano inteligente abastecido por energia solar, e entender os problemas resultantes da sua aplicação, assim como estabelecer prioridades no tipo de artigos a implementar nas cidades (categorização com escala de prioridade). Foram identificadas várias vantagens da aplicação deste tipo de mobiliário, assim como categorização dos artigos tipo deste segmento do mobiliário urbano. Algumas das desvantagens devem-se ao custo da tecnologia e à possibilidade de alguns equipamentos serem furtados, recaindo ainda o estudo sobre algumas uniões preparadas para estas aplicações.
Fiorentino et al. (2022) [64].	Para promover desenvolvimentos na área do retalho na indústria do mobiliário, os autores implementaram um sistema VR (<i>virtual reality</i>) que permite ao consumidor ter uma melhor experiência sensorial no momento de compra ou análise do mercado. Foi constatado pelos utilizadores desta tecnologia, que estes se sentiam bastante confortáveis na sua utilização e que lhes era permitido alguma liberdade que não têm em loja física, no que toca, por exemplo, à procura por defeitos na construção dos artigos.
Bodenschatz, Rosenthal (2023) [65].	Os autores testaram a tecnologia de impressão 3D por deposição líquida de material baseado em desperdício de madeira. Esta tecnologia revela-se exequível e representa avanços na indústria no caminho da sustentabilidade e transformação digital. A tecnologia encontra-se na fase piloto, devendo ser aprofundado alguns parâmetros para transitar para a fase produtiva.
Smardzewski, Kramski (2019) [66].	O presente estudo procurou compreender a influência das condições climáticas no comportamento de painéis favo de mel, um tipo de painel comumente usado na indústria do mobiliário pelo sua densidade baixa e comportamento mecânico. O estudo empírico foi realizado numa prateleira produzida com este material, e recolheram se dados (flecha e módulo de <i>Young</i>) induzindo variações na temperatura e humidade do ambiente. Os autores verificaram laboratorialmente e numericamente que, em climas tropicais (temperatura de 28°C e humidade de 85%), a rigidez do painel fica comprometida.
Hadjarevic et al. (2022) [67].	Os autores procuraram averiguar melhorias que podem ser implementadas ao aplicar juntas impressas tridimensionalmente, que são utilizadas nas uniões de peças de madeira. Estas ligações foram aplicadas numa cadeira comum de madeira. Ao aplicar juntas impressas 3D verificou-se uma redução na ordem dos 50% na resistência das juntas, comparativamente com juntas de madeira tradicionais. Apesar das alterações feitas aos conetores, os resultados ficam sempre escassos devido ao material usado, ABS (Acrlonitrilo-Butadieno-Estireno), que tem piores propriedade mecânicas que a madeira. Os autores indicam ainda, que com uma geometria mais adequada dos conectores, e com a utilização de outro material poderiam ser obtidos melhores resultados.

2.3. Sistemas extensíveis

Ao longo deste capítulo abordam-se sistemas extensíveis utilizados nas várias indústrias, com especial foco na aplicação destes sistemas em artigos de mobiliário. Após a análise da bibliografia é apresentado o estado da arte desta matéria.

2.3.1. Motivação para utilização no mercado

Com a evolução da sociedade e o incremento de concentração populacional nos grandes centros, a área habitacional per capita tem reduzido exponencialmente. Para haver melhor aproveitamento da área, tem havido desenvolvimentos na indústria do mobiliário de artigos que promovam a poupança de espaço, entre eles, artigos com sistemas extensíveis e sistemas rebatíveis, que permitem aumentar a sua capacidade ou omitir o artigo [68].

Uma mesa de jantar tradicional tem um número fixo de lugares, que é, por norma, suficiente para os habitantes do lar em que se encontra. Habitualmente a dimensão da mesa não representa um problema, exceto ocasiões especiais onde surja a necessidade de mais lugares sentados. A utilização de uma mesa extensível permite que em ocasiões especiais sejam criados mais lugares sentados, mas que no quotidiano a área possa ser mais reduzida, representando apenas os lugares necessários para os utilizadores habituais da mesa [69].

2.3.2. Estrutura de base para sistemas extensíveis -Bastidor

Uma mesa, quer seja extensível ou fixa, é composta por 3 elementos principais (Figura 25) [70]:

- Tampo - com função estética, produzido normalmente em madeira (podendo ser de pedra, derivados de madeira, ou vidro), este elemento é por norma um só quando a mesa é fixa, mas pode ser dividido em múltiplas partes quando a mesa é extensível (tampo e extensão/extensões);
- Pé - além de função estética, representa por norma um papel fulcral para garantir a estabilidade da mesa. Deve ser dimensionado tendo em conta variações de centro gravidade e esforços extra;
- Bastidor/*Frame* - elemento maioritariamente funcional, trata-se da estrutura metálica que serve de suporte a todo o sistema extensível e é denominada na indústria do mobiliário como “bastidor”. Normalmente produzida em aço ao carbono ou alumínio, este componente pode, ou não, ter função estética (ter visibilidade).

Focando agora no bastidor, este é constituído por diferentes elementos dependendo do tipo de mesa. Uma mesa fixa (que mantém a sua capacidade, e, portanto, não existe extensão do tampo) por norma tem um bastidor simples constituído apenas por um aro e por travessas caso careça de rigidez estrutural (elementos descritos em seguida). Ao projetar uma mesa extensível o bastidor é mais complexo, e representa o papel principal de todo o sistema. É nele que montam todos os componentes necessários ao funcionamento do sistema, sendo que o tipo de componentes é dependente do tipo de sistema extensível (manual ou semiautomático),

podendo o próprio bastidor ter um sistema extensível e adaptar o seu comprimento como na Figura 25.

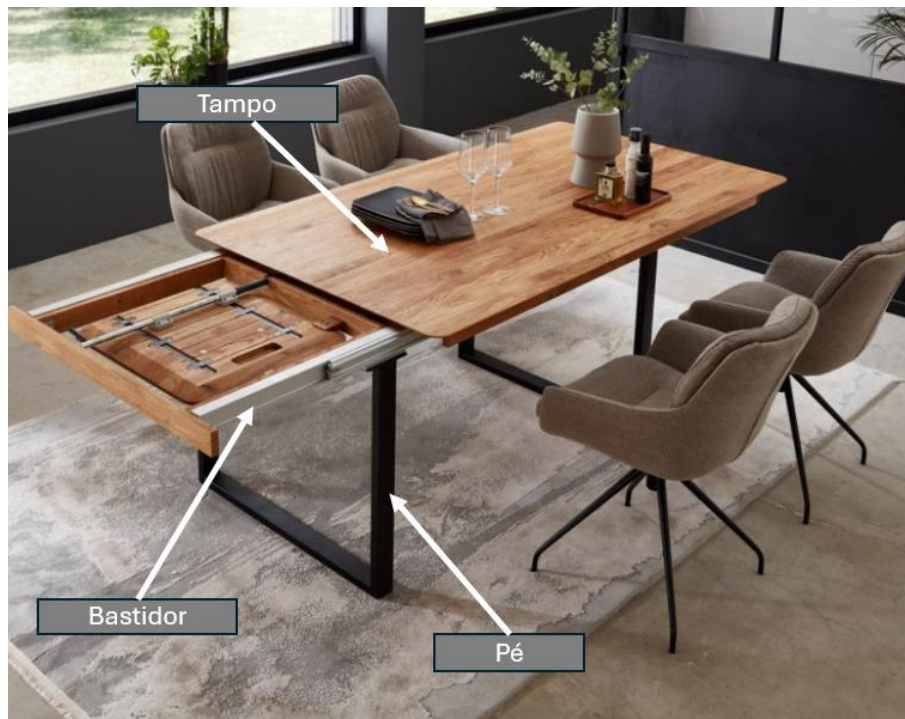


Figura 25 - 3 elementos de uma mesa extensível [71]

Assim, os componentes por norma necessários para montar um bastidor são [72]:

- Aro- quadro tubular soldado, por norma, com forma retangular que serve de suporte a todos os subcomponentes.
- Corrediças – elementos, de compra por norma, que permitem o movimento linear entre componentes do sistema. São particularmente importantes para criar um movimento suave e com pouco atrito, tornando a experiência melhor para o utilizador.
- Travessas- Elementos que além de aumentarem a rigidez de toda a estrutura, permitem a fixação do bastidor ao pé (quando a ligação não é feita diretamente entre o pé e o aro). Estes elementos são também necessários para fixar todos os mecanismos que permitem a mesa ser extensível.
- Outros componentes para extensão -Além dos principais componentes supracitados existem outros que são assemblados ao bastidor e fundamentais ao sistema de extensão, variando de sistema para sistema, destacam-se: Cambota, rolamentos, engrenagens e auxiliares de movimento.

Na Figura 26 é apresentado um exemplo de bastidor para mesa extensível, com outros elementos acoplados.

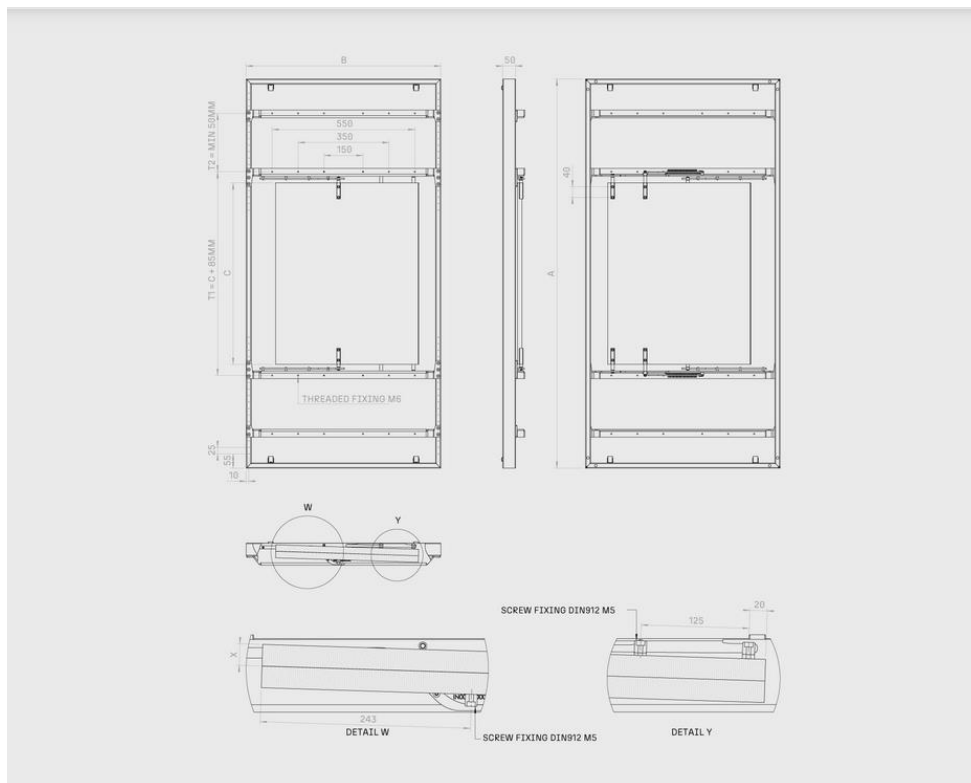


Figura 26 - Bastidor com componentes e extensão [73]

2.3.3. Decomposição de movimento

Nas mesas extensíveis, consideram-se dois estados: aberto e fechado. Considera-se que a mesa está aberta quando tem o seu comprimento maior (o sistema extensível está na posição alongada). Por outro lado, o estado fechado é o comprimento menor da mesa (o sistema extensível está recolhido). Ao passar do seu estado fechado para aberto o movimento poderá ser decomposto da seguinte forma (Figura 27) [51]:

1. Movimento do tampo para a posição que permite o surgimento da extensão: quando manual, e com extensão central este movimento tem de ser feito de cada lado da mesa. Caso a extensão seja frontal (extensão surge nas extremidades), este movimento é feito apenas uma vez, na posição oposta ao surgimento da extensão.
2. Movimento para alocação da extensão nivelada com o tampo: este movimento poderá ser de rotação, translação ou ambos. Em alguns casos a mesa tem mais que uma extensão (de acordo com o número de lugares que se queira incrementar), assim este movimento é feito de acordo com os números de extensão aplicáveis.
3. Movimento de acoplação: é o movimento final de reajuste do tampo com extensão. Mais uma vez, se o sistema for manual e a extensão central, poderá ser necessário repetir este movimento de cada lado da mesa.

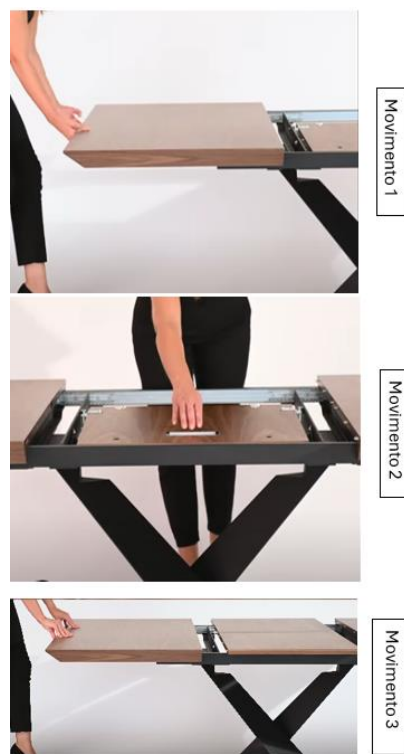


Figura 27 - Decomposição movimento mesa extensível [74]

2.3.4. Componentes mecânicos associados

Para garantir um bom funcionamento do mecanismo, assim como em grande parte dos projetos mecânicos, existe uma seleção de componentes que cumprem com determinada função e que são de utilização comum em projetos mecânicos. Em seguida serão destacados alguns componentes mecânicos de utilização habitual neste tipo de projetos, assim como a sua funcionalidade e algumas vantagens da sua utilização.

Rolamentos, são componentes essenciais em elementos rotativos, são aplicados para fazer guiamento e transferência de cargas. A sua utilização garante precisão de movimentos, longevidade de operação e ruído baixo. Desta forma este componente verifica-se imprescindível no tipo de mecanismo a que este trabalho se propõem, transmitindo ao utilizador uma sensação de movimento suave, silencioso, e preciso [75].

Este tipo de mecanismos apresenta bastantes peças com movimentos de deslizamento e rotação. Em casos específicos a aplicação de rolamentos não é a melhor opção, sendo viável a aplicação em determinados casos de casquilhos auto-lubrificados. Este tipo de casquilho poderá ser produzido em algum polímero ou liga metálica. Os casquilhos auto-lubrificados (Figura 28) funcionam sem necessidade de lubrificante, sendo essa tarefa feita pelo próprio componente aquando do deslizamento entre veio e casquilho [76]. A aplicação destes casquilhos é especialmente interessante por não apresentar grande necessidade de manutenção, manterem a funcionalidade em ambientes não protegido (com sujidade e poeiras) e ainda assim mantendo resistência a cargas elevadas [76].



Figura 28 - Aplicação de casquilhos auto-lubrificados [77]

Para movimentos lineares, devidamente guiados e rigorosos é comum que ao projetar se opte por guias lineares. O tipo de produto de estudo não requer por norma muito rigor dimensional, como tal é justificado a procura por corrediças. Corrediças são guias lineares, silenciosas e compactas, vastamente usadas na indústria do mobiliário (a Figura 29 representa uma corrediça instalada numa mesa extensível) [78]. São aplicadas nos variados artigos da indústria, e na mesa a sua função é por norma guiar o movimento feito pelo tampo/s, no momento de abertura ou fecho.



Figura 29 - Corrediça [79]

Quando as mesas são semiautomáticas, surge a necessidade de haver transmissão de momento e cinética entre os vários componentes. Ou seja, ao promover o deslocamento linear do tampo, este deve promover movimento de rotação ou translação da extensão. Para cumprir com estas necessidades de transmissão, surge a aplicação de rodas dentadas. Rodas dentadas são a forma mais comum de fazer transmissão, redução e variação de sentido em sistemas mecânicos. Estes componentes são atualmente produzidos nos mais variados materiais, e podem ter várias geometrias, das quais se destacam a roda dentada paralela, a helicoidal e a cónica[80].

As rodas dentadas podem transmitir movimento entre si, ou então transmitir para uma cremalheira ou corrente, ou seja, o sistema de transmissão pode ser bastante complexo e conter vários tipos de componentes. A Figura 30 apresenta um tipo de sistema roda dentada e cremalheira, com ambos os componentes obtidos por impressão 3D.

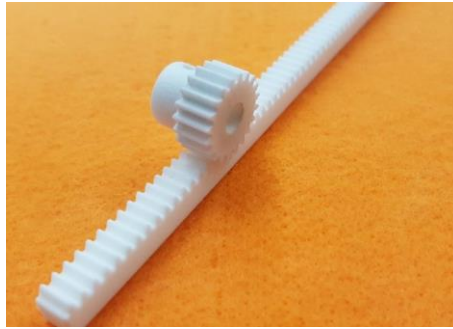


Figura 30 - Sistema roda dentada cremalheira [80]

2.3.5. Sistemas motorizados

Apesar do foco deste trabalho ser uma mesa extensível, com a motricidade implícita pelo utilizador, também seria possível os movimentos serem despoletados por sistemas motorizados. A aplicação de atuadores elétricos na indústria do mobiliário já é prática comum, e a sua aplicação alberga uma vasta variedade de produtos. Mesas ajustáveis em altura, usadas em escritórios, é normal que o movimento seja motorizado, assim como em camas ajustáveis (usadas em hospital ou até mesmo domesticamente) [81].

Concretamente em mesas, a aplicação de sistemas motorizados é uma forma promissora de permitir ao utilizador fazer variações geométricas sem esforços adicionais [82]. Seja em mesas de jantar, seja em mesas com outros propósitos (salas de reuniões, bancadas de trabalho), mudanças rápidas e sem esforço no tipo de mesa são parâmetros importantes ao utilizador. Contrariamente aos sistemas extensíveis manualmente atuados, a aplicação de sistemas motorizados presume uma preparação diferente do local a instalar a mesa, pela necessidade de uma ligação elétrica, que pode ser condicionante em vários aspetos. Esta limitação pode ser impeditiva para instalar uma mesa em determinado lugar, assim como a mover para outro [82]. Ainda assim, se a mesa tiver de ser aberta diariamente, a utilização de um sistema motorizado será de bastante utilidade para o utilizador. A utilização de sistemas motorizados, assim como computação permite que além do movimento de “abertura” e “fecho” a mesa se mova para um local que permita maior aproveitamento da área em que está inserida quando não está a ser utilizada (a Figura 31 representa uma projeto que cumpre com estes pressupostos) [83]. Ao contrário do movimento manualmente atuado, movimentos motorizados assumem outro tipo de cuidados e análise de segurança, havendo a necessidade de implementar sensores, detetores de obstáculos, e um cuidado extra ao projetar tal equipamento [81],[83]. Desenvolver uma mesa deste género, que apesar de apresentar bastante mais funcionalidades (e impingir maiores custos ao consumidor) é mecanicamente mais simples, visto que os atuadores podem ser afetos a um movimento só, ou seja, para cada movimento aplicar um atuador elétrico. Já em sistemas semiautomáticos (em que o utilizado tem de aplicar força para haver movimento) o sistema é mecanicamente mais complexo, visto que com um movimento só teremos de despoletar todos os movimentos necessários. Apesar de mecanicamente mais complexo, os componentes são por norma mais baratos (e desta forma o produto fica mais barato ao consumidor) assim como as manutenções [84].



Figura 31 - Mesa com extensão e deslocamento automático [83]

2.3.6. Estado da arte

Na Tabela 2 são apresentadas algumas soluções relevantes no campo dos mecanismos extensíveis.

Tabela 2 - Estado da arte das mesas extensíveis

Ismail et al, (2024) [85]	O objetivo deste estudo recaía sobre o desenvolvimento de uma mesa de jantar portátil que cubra as necessidades de uma casa pequena, aguentando cargas de 55kg, com um sistema extensível baseado maioritariamente em engrenagens e um motor para promover a extensão. Primeiramente estudou-se a seleção de materiais, sendo o material primário madeira, e o sistema extensível de alumínio. Para melhorar a portabilidade foram aplicadas rodas de borracha sintética. Por ser uma mesa que procura ocupar o mínimo de espaço quando fechada, ao abrir as extensões ficam demasiado suspensas, ou seja, a aplicação de cargas nas extremidades provoca flexão. Para evitar flexão excessiva, as extensões, quando livres de carga, tem um angulo de segurança que vença a flexão pós carga.
Adlawan et al, (2024) [86]	Os autores centram-se no desenvolvimento de uma mesa de escritório, desenvolvida com vista à ergonomia de estudantes de tecnologia, equipada com LED's que otimizem a iluminação. O desenvolvimento desta mesa, promove as condições de estudo pela otimização da iluminação e pelas melhorias ergonómicas, mas também otimiza o espaço em que está inserida. Foi conduzido um questionário para saber as principais expectativas dos utilizadores deste tipo de equipamentos, e o design foi desenvolvido de acordo com as respostas obtidas. De modo geral, os utilizadores estão bastante satisfeitos com o produto desenvolvido, realçando o facto promover a otimização de espaço e melhorar as condições gerais de estudo.

Tabela 2 - Estado da arte das mesas extensíveis (continuação)

Kasiris, Halip (2021) [87]	Com o objetivo de reduzir o espaço necessário para uma mesa de centro, os autores procuram desenvolver uma mesa de centro extensível, que seja funcional, e que siga os ideais de design de determinado segmento de mercado. Para saberem o aspeto da mesa a desenvolver, foi feito um questionário a 50 intervenientes que vivem em zonas habitacionais com pouca área útil, que tinha como objetivo definir alguns parâmetros para o design da mesa. Os intervenientes do questionário receberam vários esboços e optaram por um dos designs apresentados. Além do aspeto, o questionário define o tipo de materiais, devem ser implementadas rodas para melhorar a portabilidade, assim como o comprimento extensível da mesa. Desta forma foi produzida uma mesa de centro, com design influenciado pela <i>CCTV Tower</i> , localizada em <i>Beijing</i> , produzida numa combinação de metal e madeira, com espaço para arrumação, e rodas para melhorar a sua portabilidade.
Takashima et al, (2013) [82]	Os autores propõem o desenvolvimento de uma mesa que seja ajustável em forma, de forma automática, e que seja interativa para com os utilizadores. Em termos geométricos esta mesa digitalmente interativa poderá ter forma circular, quadrada ou retangular. Os autores desenvolveram o tampo em acrílico, para melhor projeção de imagem no mesmo (melhorando a aplicabilidade da mesa em ambientes de reunião empresarial) e para realizar mudanças geométricas a estrutura da mesa deve mudar, assim como tampo, e para estes movimentos foram colocados atuadores elétricos. A comunicação entre o computador e a mesa é feita através de <i>Bluetooth</i> . Considera-se a sua utilização ótima para ambiente de reunião empresarial, sendo a facilidade de alterar a sua geometria importante para mudança de número de participante da reunião, e a projeção será especialmente importante para este ambiente. Melhorias podem ser feitas no tipo de geometrias obtidas, assim como estudos psicotécnicos para definir o tipo de impacto que a geometria tem no ambiente de aplicação da mesa. Há também melhorias a implementar na resolução do ecrã e design da estrutura.

Revisão Bibliográfica

3. Desenvolvimento

Ao longo deste capítulo é apresentada a metodologia associada ao desenvolvimento do mecanismo extensível assim como a solução desenvolvida.

3.1. Apresentação da empresa de acolhimento

A entidade de acolhimento que acompanhou o desenvolvimento do projeto é a “INOVCORTE Lda”, empresa pertencente ao grupo empresarial “SYNERE GROUP”, situada em Lordelo, Paredes (Figura 32). Esta pertence ao ramo da metalomecânica projeto e fabrico de mecanismos extensíveis para a indústria do. A sua localização e experiência permitiu ganhar destaque, tornando-se a empresa de referência local para construção soldada aplicada ao mobiliário. Recentemente a empresa alargou o leque de atividades, e envergou pelos sistemas extensíveis, desenvolvimento de projeto industrial e fornecimento de soluções “chave na mão”.

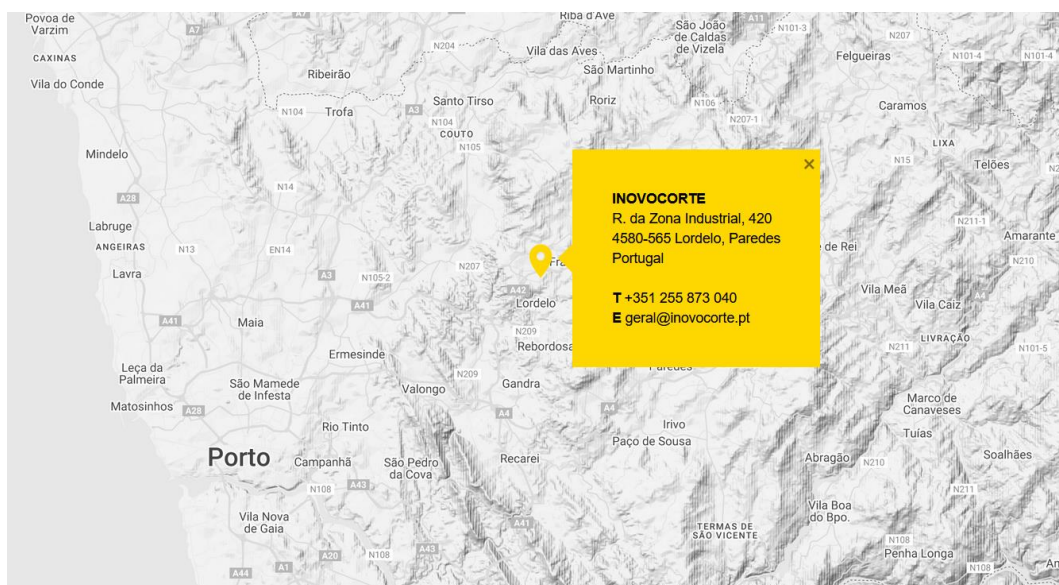


Figura 32 - Localização da Inovocorte [88]

Como parceiro industrial para fornecimento de soluções “chave na mão”, a empresa faz-se valer dos seguintes processos de fabrico [89]:

- Corte laser tubo;
- Corte laser chapa;
- Quinagem;
- Curvatura de tubos;

- Soldadura;
- Calandragem;
- Maquinação;
- Tratamento de superfície;
- Montagem elétrica e mecânica;
- Projeto.

As principais áreas de atuação são o ramo da mobilidade elétrica, setor alimentar e maquinaria ligeira.

3.2. Objetivos e especificações do trabalho

O presente trabalho procura desenvolver uma mesa extensível cuja ação de tração do tampo desencadeie os movimentos necessários para tornar a mesa no seu estado “aberto”. O dimensionamento de componentes, levantamento de custos e desenhos técnicos fazem também parte do propósito deste trabalho, que foi desenvolvido segundo alguns pressupostos:

- Todo o mecanismo deve ficar compreendido dentro dos limites do bastidor, e a sua altura deve ser tal que não comprometa a experiência do utilizador (por possível colisão com as pernas), havendo várias soluções apresentadas à empresa acolhedora até a seleção da solução final.
- O esforço do utilizador para desencadear o movimento deve também ser o mínimo possível, pelo que devem ser idealizadas formas de colmatar os atritos e pesos dos componentes.
- O bastidor é produzido em perfil extrudido (perfil dimensionado pela INOVOCORTE), comum a todos os artigos da linha com 55 mm ou 70 mm de altura. O tipo de bastidor deve ser idealmente já utilizado e produzido pela empresa acolhedora para outro tipo de sistemas.
- A dimensão do tampo (quando a mesa está fechada) deve ser de 1800x1000x27 mm, e a extensão de 500 mm. Se necessário, a parte inferior do tampo pode ser maquinada de modo a aumentar o espaço disponível para funcionamento do sistema.

Por fim, todo o sistema deve ser puramente mecânico, sem recurso a atuadores elétricos, hidráulicos ou pneumáticos.

3.3. Método de funcionamento do sistema extensível (pré-projeto)

Após definição dos objetivos e especificações do projeto, junto com a empresa acolhedora, foi definido o método de funcionamento expectável. De forma simplista, é apresentado em seguida o esboço da sequência de movimentos.

Movimento de abertura (Figura 33)

1. Mesa no estado “fechado”.
2. Tração do tampo pelo utilizador.
3. Movimento linear do tampo deve promover surgimento da extensão da mesa.
4. Surgimento da extensão (por rotação, translação ou ambas).
5. Utilizador empurra tampo e este acopla na extensão.
6. Tampo e livro chegam à posição final (solidários).
7. Mesa no estado “aberto”.

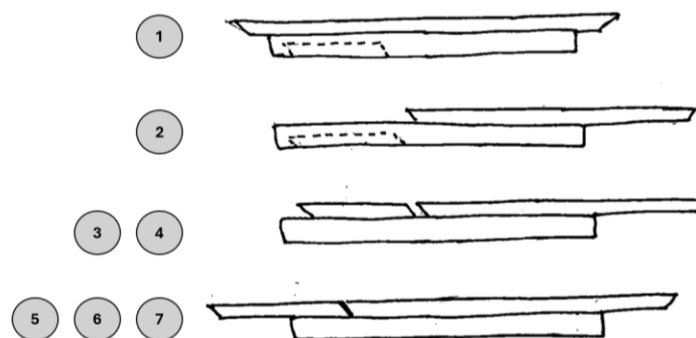


Figura 33 - Esboço do movimento de abertura com identificação sequencial

Movimento de fecho (Figura 34)

8. Utilizador traciona o tampo.
9. Extensão move-se solidária com o tampo.
10. Extensão atinge local de alojamento.
11. Extensão retrai.
12. Utilizador empurra o tampo.
13. Tampo sobrepõem a extensão e chega á sua posição final.
14. Mesa no tampo “fechado”.

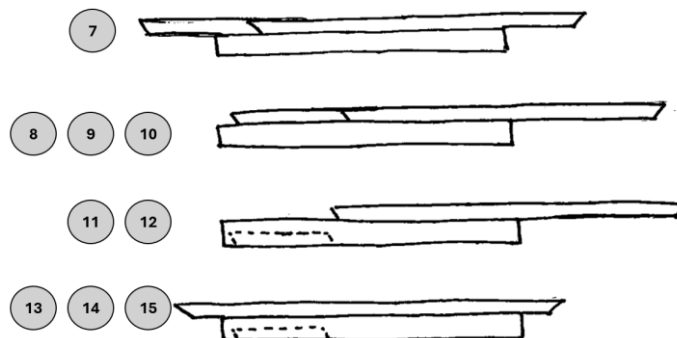


Figura 34 - Esboço do movimento de fecho com identificação sequencial

3.4. Anteprojeto

Ao longo deste capítulo são apresentadas variantes de cada componente ou mecanismo, que foram tidas em conta no decorrer no projeto. Após apresentadas as variantes, a sua seleção e respetiva justificação de escolha também é apresentada com recurso a uma matriz de seleção.

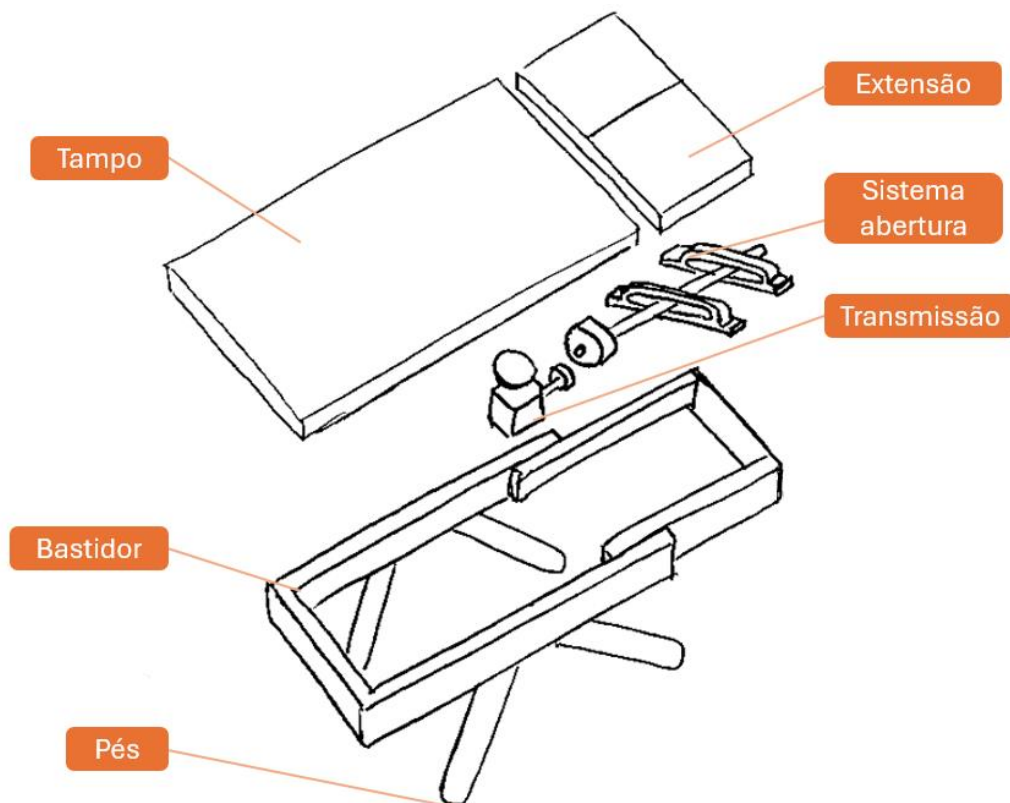


Figura 35 - Subsistemas do equipamento

3.4.1. Bastidor

Idealmente o projeto do bastidor deveria ser concebido tendo como base um dos bastidores já desenvolvidos e produzido pela empresa acolhedora. Desta forma, o bastidor deve ser tal que permita a extensão na extremidade da mesa, sendo escolhido dentro das opções:

Rolling Out: bastidor com os pés fixos nas suas extremidades. Estes acompanham o movimento de extensão do próprio bastidor, mantendo a estética da mesa. O seu comprimento aberto é adaptado ao número de utilizadores, visto que a mesa pode ter mais do que uma extensão. O bastidor *Rolling Out* (Figura 36) é composto por dois perfis: o perfil interior é responsável pela extensão (e é o perfil móvel), sendo a sua dimensão adaptada ao comprimento e número de extensões (livros) que a mesa contém, e o perfil exterior mantém-se estático juntamente com o tampo. Quando a mesa está no estado fechado, o perfil interior fica sobreposto pelo perfil exterior.

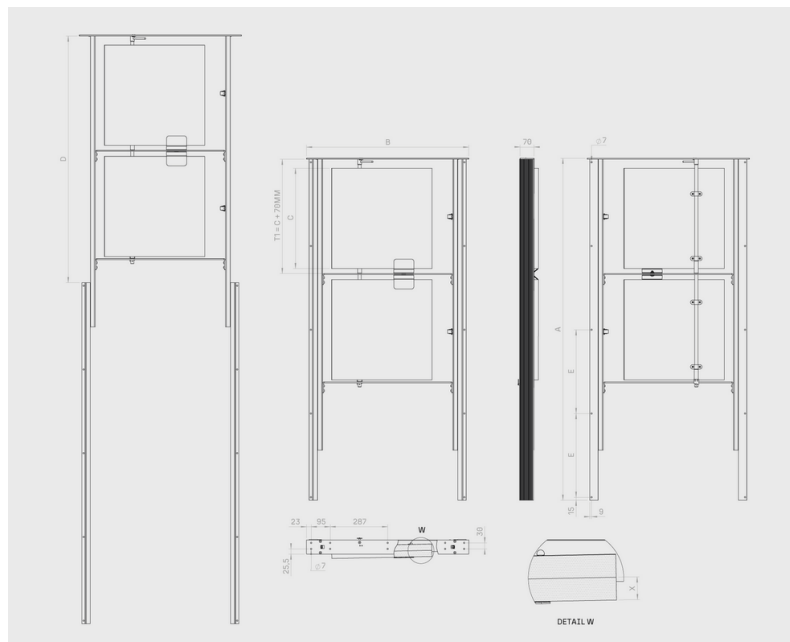


Figura 36 - Bastidor *Rolling Out* com duas extensões [74]

Synchro: ao contrário do anterior, neste modelo os pés ficam fixos e o bastidor estende bidirecionalmente. Por esta razão, o bastidor é composto por três perfis: o perfil central é o fixo (é fixo mecanicamente aos pés e a sua posição é contante), o exterior é solidário com o tampo, e o interior contém a extensão.

A extensão bidirecional ocorre ao tracionar o tampo, ou seja, o bastidor acompanha a extensão do tampo de um lado, e na extremidade oposta surge a extensão (só tem extensão de um lado) como apresentado na Figura 37. Tanto no bastidor *Synchro* como no *Rolling Out*, a extensão tem uma geometria do tipo “livro”.

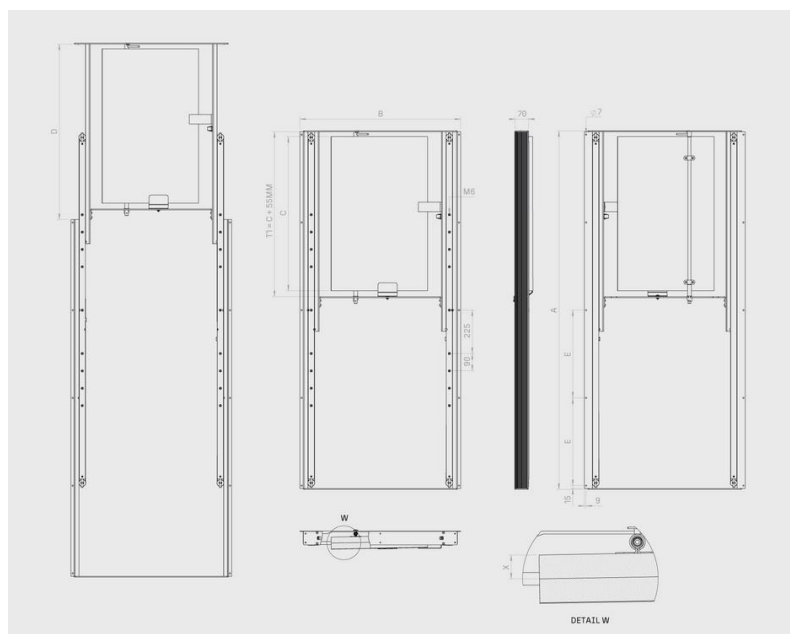


Figura 37 - Bastidor *Synchro* [74]

Desenvolvimento

Ascend: assim como o bastidor *Synchro*, este estende bidireccionalmente (Figura 38). Em relação aos já apresentados, este destaca-se pela possibilidade de estender de um lado ou de ambos dependendo da necessidade. É composto por três perfis: o perfil exterior é o fixo e é neste onde são acoplados o tampo e os pés, no seu interior existem dois perfis colineares, independentes, para estender a mesa de qualquer extremidade ou ambas. Neste bastidor é por norma utilizada uma extensão de geometria fixa (a sua geometria quando a mesa está fechada é a mesma de quando a mesa está aberta).

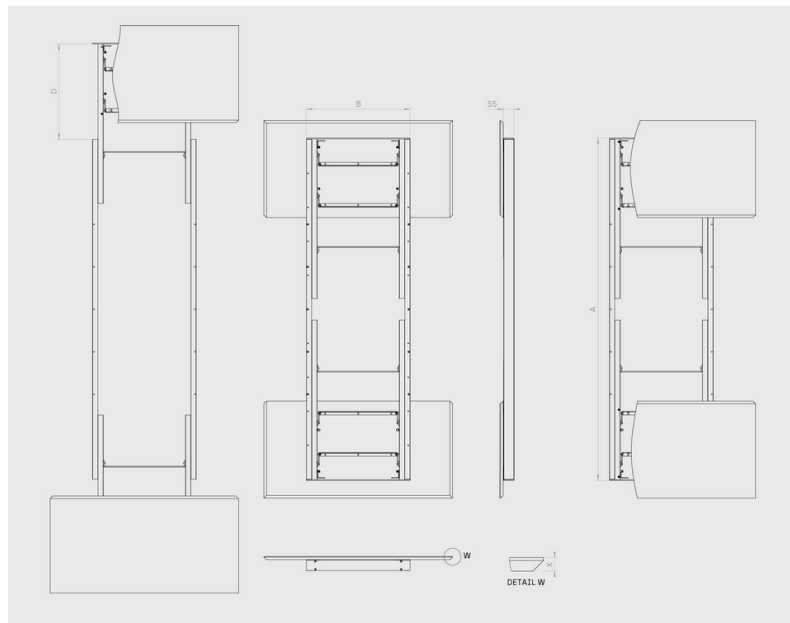


Figura 38 - Bastidor *Ascend* [74]

Na Figura 39 são apresentadas imagens reais dos 3 modelos de bastidor. O tipo de perfil usado nos bastidores permite diferentes cargas sobre o mesmo, e existem duas possibilidades: perfil de 70 mm e perfil de 55 mm, projetados para cargas médias de 120 kg e 90 kg, respetivamente.



Figura 39 - Três modelos de bastidor: a) *Rolling out*; b) *Synchro*; c) *Ascend* [74]

3.4.2. Sistema de transmissão

O sistema de transmissão é o responsável por traduzir o movimento linear (de movimento do tampo) em movimento de rotação ou translação para surgimento da extensão. Este sistema deve ser compacto devido ao curto espaço para ser aplicado, o que poderá interferir na força que o utilizador aplica.

Uma das possibilidades de fazer esta tradução do movimento é com um veio ranhurado, e um *pivot*, como exemplificada na Figura 40. O *pivot*, solidário com o tampo, atua sobre o veio ranhurado, promovendo a sua rotação. A geometria da ranhura a efetuar no veio (ou tubo) deve ser ideal para que a rotação do veio só aconteça após o tampo descobrir totalmente a extensão, e com uma geometria que reduza o esforço do utilizador.

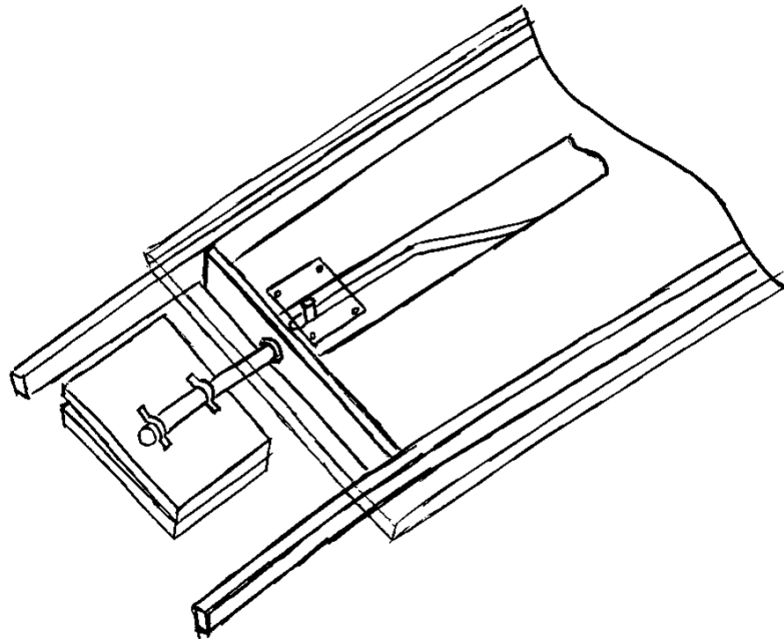


Figura 40 - Sistema veio ranhurado com extensão tipo livro

Dentro das caixas de transmissão, podem existir duas abordagens: usar um modelo produzido pela empresa (Figura 41), ou comprar um fabricado por terceiros (Figura 42). Estes sistemas podem ser compactos, sem necessidade de manutenção frequente e pouco ruidosos. Ao selecionar um modelo já utilizado pela empresa, pode-se optar pelo ecossistema engrenagem-cremalheira, com garantias de funcionalidade e a relação de transmissão já estudada.

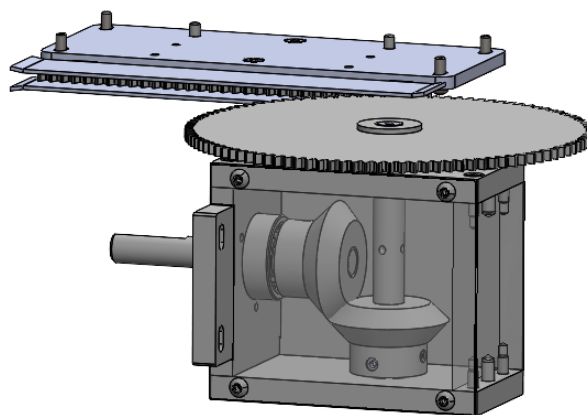


Figura 41 - Modelo já usado pela empresa

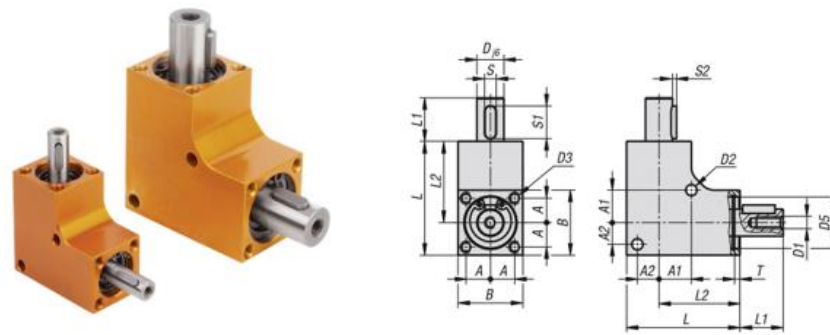


Figura 42 - Sistema de engrenagens cónicas [90]

Usando este sistema, é possível, ainda, variar a forma como é transmitido o movimento ao veio motriz, o que pode ser por corrente ou correia. A correia é por norma mais silenciosa, apesar de esta solução presumir a necessidade de um tensor como a solução apresentada na Figura 43.

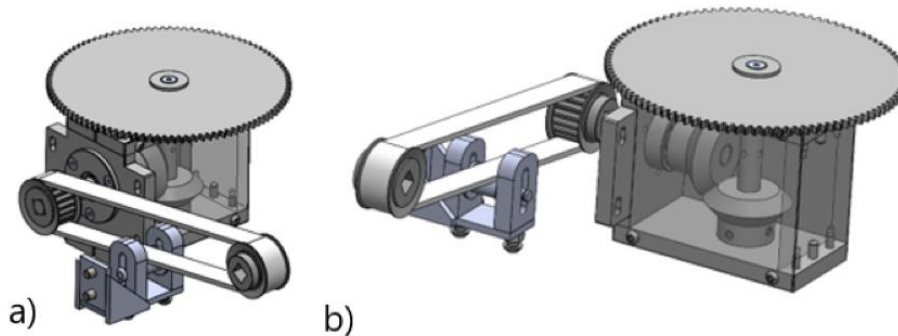


Figura 43 - Aplicação de tensor da correia: a) vista frontal; b) vista traseira

Uma abordagem mais simplista, ainda com recurso a rodas dentadas, consiste na aplicação de uma roda dentada cónica, solidária com o sistema engrenagem-cremalheira, que transmite o movimento diretamente ao veio motriz (Figura 44). Este sistema, por ser simples, apresenta custos mais baixos, mas a sua instalação, em contrapartida, apresenta limitações. A aplicação do mesmo requer um volume que não é compatível com os critérios (podendo colidir com o utilizador), o que se traduz numa necessidade de operações de maquinação suplementares no tempo, que aumenta extraordinariamente os custos produtivos. Por estas razões, esta solução não foi considerada na matriz de seleção.

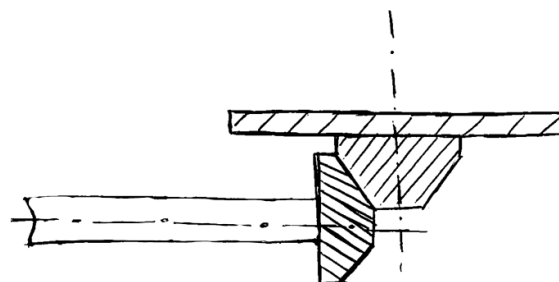


Figura 44 - Transmissão direta para o veio motriz

Além dos supracitados, é possível a aplicação um sistema de barras que promovem o movimento de um patim guiado responsável pelo movimento da cremalheira coligada com uma roda dentada (maquinada para 0.25 do seu perímetro de modo a reduzir o espaço necessário). Duas barras com funcionamento de harmónica ligadas ao patim e a uma orelha (que serve unicamente para aplicação de um eixo de rotação) são sujeitas a esforço por uma terceira barra com movimento solidário com o tampo. Todas as barras são livres de movimento rotacional, e para transmitir o movimento existe um nó em que as três barras são ligadas, como apresentado na Figura 45.

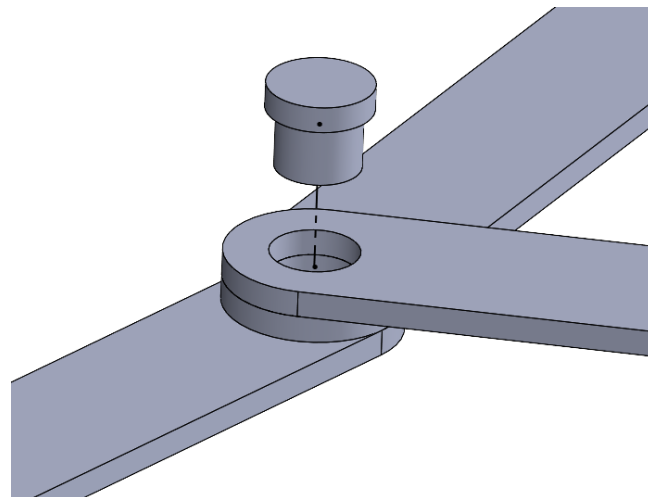


Figura 45 - Detalhe do nó de ligação das três barras

Este sistema (Figura 46) necessita de componentes que por si só são mais caros (o patim e respetivo guiamento e a roda dentada maquinada), portanto o sistema torna-se caro.

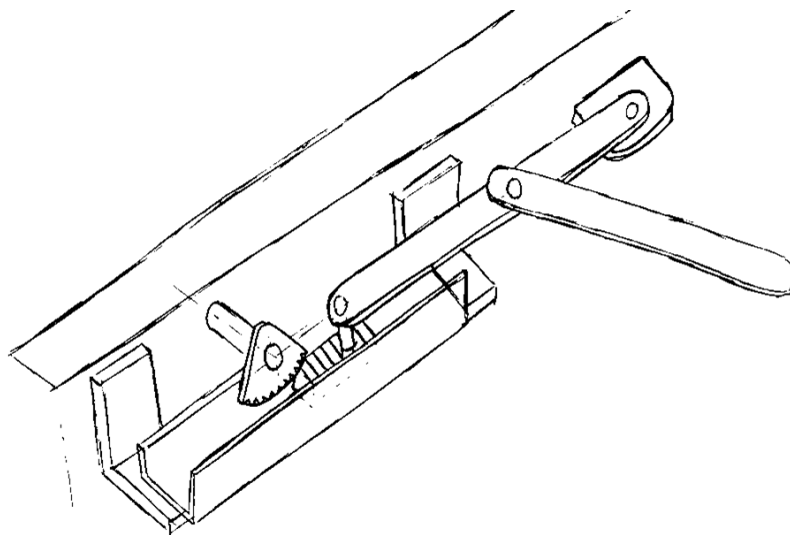


Figura 46 - Sistema de barras

3.4.3. Guiamento

Sistemas de guiamento mecanicamente fiáveis são bastante importantes neste tipo de produto pela experiência que permitem ao utilizador, as soluções equacionadas possíveis de aplicar são: rolamento (esferas), rolamento com mancal ou casquilho.

A aplicação de um rolamento prevê a necessidade de um local mecanicamente preparado para o seu alojamento, e o seu diâmetro também é limitado pelo local onde o mesmo fica alojado. A aplicação deste elemento mecânico numa zona de secção de dimensão inferior (Figura 47) do que a do próprio interfere no seu funcionamento, podendo ser necessário adicionar elementos extra ao sistema para garantia de um alojamento competente do rolamento (por exemplo um casquilho).

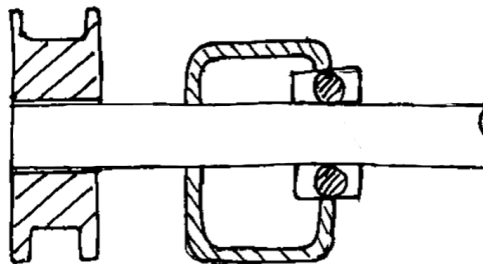


Figura 47 - Aplicação de rolamento no veio motriz

Já a utilização de um mancal permite que o rolamento seja aplicado em sítios que não seria possível por ter pouca superfície de suporte (Figura 48). Em contrapartida, é necessário mais espaço livre no sistema. O próprio mancal é o local de alojamento do rolamento, sendo apenas necessário projetar uma forma de fixar o mancal ao restante sistema.

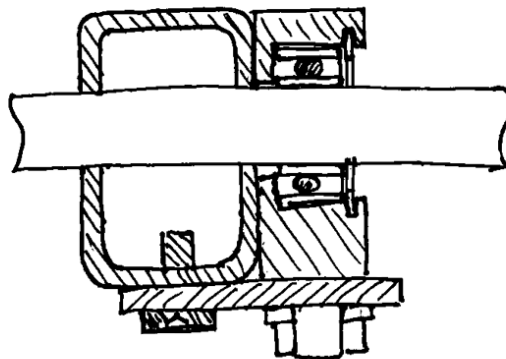


Figura 48 - Aplicação de rolamento com mancal no veio motriz

Um sistema de casquilho (Figura 49) é o mais simples método de deslizamento/guiamento. Este elemento deve ser dimensionado de tal forma que o deslizamento ocorra com a folga desejada (toleranciamento dimensional). Quer seja de metálico ou polímero o material é por norma auto-lubrificante.

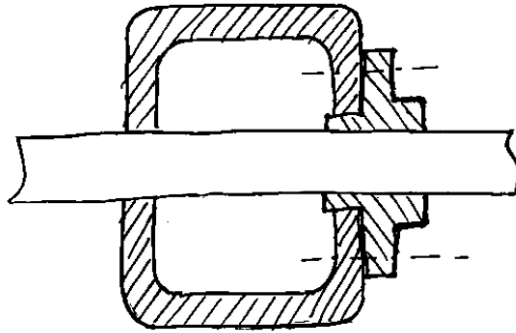


Figura 49 - Aplicação de casquilho auto-lubrificado no veio motriz

3.4.4. Sistema de deslizamento/abertura

O principal mecanismo da mesa é o mecanismo de abertura e deslizamento necessário para o surgimento da extensão do tampo. Este mecanismo deve ser mecanicamente simples, de baixa manutenção e o seu movimento deve ser contido pelo limite inferior do bastidor (para não colidir com as pernas de um utilizador, por exemplo). A extensão do tampo pode surgir através de um movimento de rotação, translação ou misto.

Um dos parâmetros que deve ser tido em conta é o *offset* do tampo em relação ao bastidor. Após o surgimento da extensão, a mesma deve deslizar até uma posição que garanta *offset* uniforme (Figura 50) entre o bastidor e o conjunto tampo + extensão.

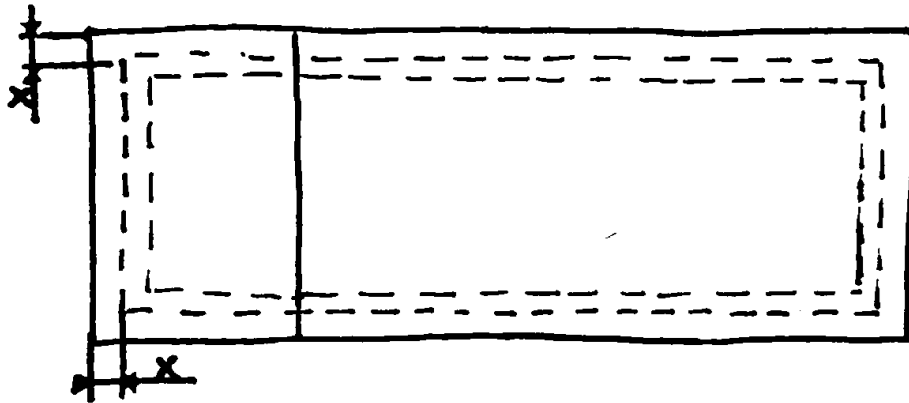


Figura 50 - *Offset* final uniforme

A primeira solução equacionada para o sistema de abertura baseia-se na necessidade de que o movimento ocorra em duas direções, refletindo-se na aplicação de um sistema de guias cruzado independente. Para esta solução são necessárias duas guias lineares que guiam o movimento no momento de abertura, e uma guia linear, sobreposta à anterior, para o movimento de deslizamento final (movimento para uniformizar o *offset* citado anteriormente). De referir que este sistema de guias é comum em equipamentos industriais com movimento preciso nos eixos X-Y (Figura 51). Estes elementos podem ser fornecidos/comprados a preços acessíveis, pese embora o volume excessivo que esta solução necessita.

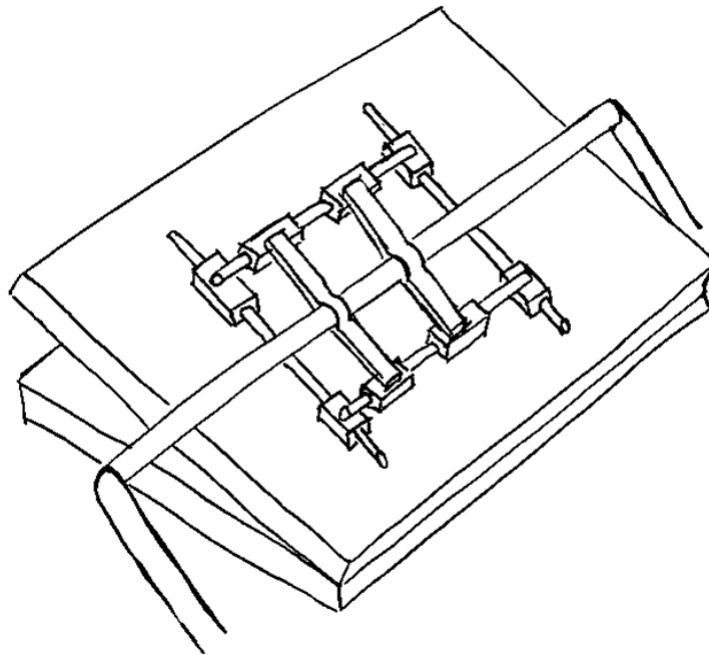


Figura 51 - sistema de abertura guias X-Y

A segunda solução, para evitar a utilização de guias lineares, e o volume necessário à sua aplicação, é possível substituir este mecanismo por um desenvolvido para o efeito. A utilização de um casquilho que deslize sobre um veio permite o movimento nos dois eixos, embora o movimento não tenha um guiamento tão preciso e suave (Figura 52).

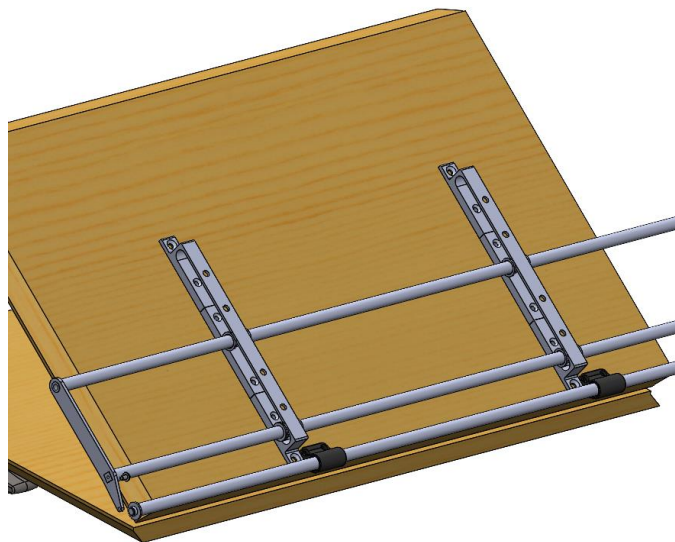


Figura 52 - Sistema de abertura com guia maquinada e casquilho

Tanto a primeira solução como a segunda são baseadas no sistema de abertura tipo “livro”, que é por norma um sistema de abertura totalmente manual. Este tipo de sistema de abertura é o tradicional na indústria, e está apresentado na Figura 53.



Figura 53 - Abertura manual da extensão [91]

A terceira solução de abertura concentra-se numa extensão integral, ou seja, que não faz o efeito “livro”. Por esta razão, a extensão deverá ficar alojada no bastidor no sentido longitudinal, e o seu surgimento implica a ascensão e rotação, como apresentado na Figura 54. Numa fase final, para garantir o *offset* do tampo uniforme, a extensão, e todo o mecanismo de ascensão e rotação, devem deslizar para a posição final. Este mecanismo revela-se à partida mais complexo, e com a necessidade de uma abertura maior do tampo pela forma como a extensão fica alojada no bastidor.

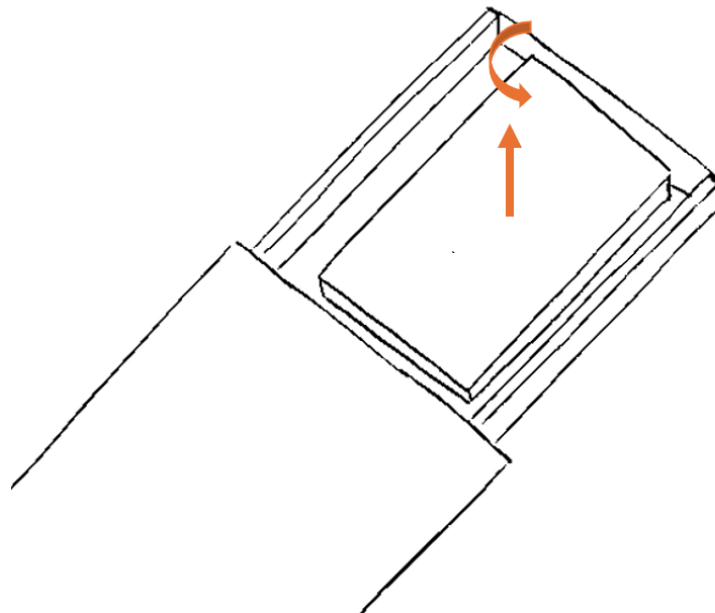


Figura 54 - Sistema de abertura de ascensão e rotação

3.4.5. Compensação de momento

Para reduzir o esforço necessário do utilizador é necessário aplicar mecanismos que reforcem o momento que a tração do tampo cria. Este tipo de mecanismo deve ser aplicado em pontos chave que não sejam acessíveis ao utilizador, sejam mecanicamente eficazes, e não incrementem exageradamente os custos. O tipo de mecanismo pode ser uma mola de torção, uma mola tração/compressão, ou uma mola hidráulica.

A mola de torção (Figura 55) necessita de aplicar um sistema extra (incrementar custos) e adicionar operações de maquinaria no veio que criam zonas para surgimento de fissuras e concentração de tensões. Ainda assim, este sistema permitiria ajustar a pré-tensão da mesma, um ponto bastante positivo.



Figura 55 - Mola de torção [92]

Uma mola de tração/ compressão (Figura 56) pode ser aplicada em vários pontos, ao contrário da mola de torção, que apenas pode ser aplicada no veio motriz. Ao contrário da mola de torção, esta não permite ajustar a pré tensão, e ao fim de um certo número de ciclos a tensão reduz, e apenas com a substituição da mesma pode-se repor o valor de pré -tensão.



Figura 56 - Mola de tração [93]

A mola hidráulica (ou mola a gás) pode ser compacta e aplicada também em vários pontos (Figura 57), mas das três opções é a que apresenta custos mais elevados. É menos versátil que uma mola a compressão convencional, visto que quanto maior o curso maior será o seu tamanho em estado de repouso (não é extensível).



Figura 57 - Mola a gás [94]

3.5. Método da matriz de seleção

A seleção de cada solução apresentada doravante é apoiada por uma matriz de seleção em que para cada componente serão utilizadas propriedades adaptadas.

Primeiro devem ser determinadas as propriedades a considerar, e em seguida dever ser atribuído um peso a cada uma delas. Para determinar o peso de cada propriedade pode-se recorrer a uma tabela de ponderação de atributos, como apresentado no exemplo da Tabela 3.

Tabela 3 - Ponderação de atributos

Critério	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	Q_i	ω_i
1	70	60	75	50	1,00	0,29
2	30				0,43	0,13
3		40			0,67	0,19
4			25		0,33	0,10
5				50	1,00	0,29
					3,43	1,00

Neste método todas as propriedades são comparadas com uma delas, atribuindo um valor para cada uma das duas propriedades e a soma destas deve ser 100%.

Q_i , é o valor resultante da divisão entre os dois valores atribuídos, sendo o denominador o valor da propriedade comum a todas as comparações. O valor ω_i , por sua vez, é o peso relativo da propriedade em relação às restantes:

$$\omega_i = \frac{Q_i}{\sum Q_i} \quad (1)$$

A Figura 58 apresenta o *template* da matriz de seleção que será utilizada, com a descrição e definição de cada uma das variáveis.

MATERIAL			PROPRIEDADES / ATRIBUTOS						ÍNDICE DE DESEMPENHO γ
			1- $\omega_1 =$	2- $\omega_2 =$	3- $\omega_3 =$	4- $\omega_4 =$	5- $\omega_5 =$	6- $\omega_6 =$	
1-	A	C							
	B								
2-	A	C							
	B								
3-	A	C							
	B								
4-	A	C							
	B								
5-	A	C							
	B								
6-	A	C							
	B								

Figura 58 - Matriz de seleção [95]

Sendo o valor A o valor da propriedade, B é o valor da propriedade ponderada (β). Desta forma:

$$C = \beta \times \omega_i \quad (2)$$

Quando é desejável que o valor da propriedade seja o maior possível:

$$\beta = \frac{\text{Valor numérico da propriedade do material}}{\text{Maior valor numérico entre os vários materiais}} \quad (3)$$

Quando é desejável que o valor da propriedade seja o menor possível:

$$\beta = \frac{\text{Menor valor numérico da propriedade entre os vários materiais}}{\text{Valor numérico da propriedade do material}} \quad (4)$$

Para determinar o índice de desempenho:

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

3.6. Seleção das soluções a adotar

Como abordado anteriormente, a seleção de cada solução será feita com recurso a uma matriz de seleção, sendo os parâmetros adaptados a cada componente/mecanismo, que por sua vez tem o seu peso definido por uma tabela de ponderação.

No bastidor procura-se uma solução viável com custo moderado e que sobretudo seja funcional e esteja enquadrado com a solução final que se procura, desta forma, os parâmetros considerados são: funcionalidade, facilidade de manutenção, custo, facilidade montagem e estética. Tanto a estética como a funcionalidade apresentam-se como os parâmetros de maior peso, pela forma como condicionam a experiência do utilizador. A ponderação do peso de cada propriedade pré-citada surge na Tabela 4.

Tabela 4 - Ponderação de atributos do bastidor

Critério	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	Q_i	ω_i
1	70	60	75	50	1,00	0,29
2	30				0,43	0,13
3		40			0,67	0,19
4			25		0,33	0,10
5				50	1,00	0,29
					3,43	1,00

Na Figura 59 é apresentada a matriz de seleção do bastidor. Desta forma, a solução que melhor se enquadra com o projeto a desenvolver é o bastidor *Synchro*.

IDEIA	CRITÉRIOS / ATRIBUTOS					ÍNDICE DE DESEMPENHO γ
	1- Funcionalidade $\omega_1 = 0,2917$	2- Facilidade manutenção $\omega_2 = 0,1250$	3- Custo $\omega_3 = 0,1944$	4- Facilidade de montagem $\omega_4 = 0,0972$	5- Experiência do utilizador $\omega_5 = 0,2917$	
<i>Rolling out</i>	$\frac{1}{0,2}$ 0,06	$\frac{3}{0,6}$ 0,08	$\frac{1}{0,2}$ 0,04	$\frac{4}{1,25}$ 0,12	$\frac{2}{0,4}$ 0,12	0,41
<i>Synchro</i>	$\frac{5}{1}$ 0,29	$\frac{4}{0,8}$ 0,10	$\frac{5}{1}$ 0,19	$\frac{5}{1}$ 0,10	$\frac{5}{1}$ 0,29	0,98
<i>Ascend</i>	$\frac{3}{0,6}$ 0,18	$\frac{5}{1}$ 0,13	$\frac{2}{0,4}$ 0,08	$\frac{4}{1,25}$ 0,12	$\frac{4}{0,8}$ 0,23	0,73

Figura 59 - Matriz de seleção do bastidor

O sistema de transmissão deve ser o mais simples possível, facilitando desta forma a sua montagem e manutenção. Por ser o sistema mais preponderante a desenvolver, o seu custo pode ter bastante influência no valor final do artigo. Desta feita, as propriedades consideradas foram (Tabela 5): volume ocupado, viabilidade, custo, facilidade de montagem e experiência do utilizador. Considera-se a propriedade “experiência do utilizador” como o culminar de várias outras como o ruído, suavidade do movimento e necessidade de manutenção.

Tabela 5 - Ponderação de atributos da transmissão

Critério	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	Q_i	ω_i
1	60	50	80	70	1,00	0,30

2	40			0,67	0,20
3		50		1,00	0,30
4			20	0,25	0,07
5				0,43	0,13
				3,35	1,00

Na Figura 60 são apresentados os resultados, e constata-se que a aplicação da caixa de transmissão produzida pela empresa acolhedora apresenta o melhor índice de desempenho.

IDEIA	CRITÉRIOS / ATRIBUTOS					ÍNDICE DE DESEMPENHO γ
	1- Volume ocupado	2- Viabilidade	3- Custo	4- Facilidade de montagem	5- Experiência do utilizador	
	$\omega_1 =$	$\omega_2 =$	$\omega_3 =$	$\omega_4 =$	$\omega_5 =$	
	$\omega_1 =$ 0,2989	$\omega_2 =$ 0,1993	$\omega_3 =$ 0,2989	$\omega_4 =$ 0,0747	$\omega_5 =$ 0,1281	
<i>Veio ranhurado</i>	$\frac{5}{1}$ 0,30	$\frac{2}{0,4}$ 0,08	$\frac{1}{0,2}$ 0,06	$\frac{2}{0,4}$ 0,03	$\frac{4}{0,8}$ 0,10	0,57
<i>Caixa de transmissão produzida</i>	$\frac{3}{0,6}$ 0,18	$\frac{5}{1}$ 0,20	$\frac{5}{1}$ 0,30	$\frac{4}{0,8}$ 0,06	$\frac{5}{1}$ 0,13	0,87
<i>Caixa de transmissão compra</i>	$\frac{3}{0,6}$ 0,18	$\frac{4}{0,8}$ 0,16	$\frac{3}{0,6}$ 0,18	$\frac{5}{1}$ 0,07	$\frac{5}{1}$ 0,13	0,72
<i>Sistema de barras com guia</i>	$\frac{3}{0,6}$ 0,18	$\frac{2}{0,4}$ 0,08	$\frac{2}{0,4}$ 0,119573	$\frac{1}{0,2}$ 0,01	$\frac{2}{0,4}$ 0,05	0,44

Figura 60 - Matriz de seleção do sistema de transmissão

O guiamento, que vai ser utilizado em vários pontos do sistema pela necessidade de movimentos de rotação e deslizamento, apresenta-se com as mesmas propriedades do sistema de transmissão (Tabela 6), embora o peso de cada propriedade tenha variações.

Tabela 6 - Ponderação de atributos do guiamento

Critério	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	Q_i	ω_i
1	40	50	40	30	1,00	0,14
2	60				1,50	0,20
3		50			1,00	0,14
4			60		1,50	0,20
5				70	2,33	0,32
					7,33	1,00

A solução baseada na aplicação de casquilhos auto-lubrificadas destaca-se das restantes, e é considerada para o projeto final. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 61.

Desenvolvimento

IDEIA	CRITÉRIOS / ATRIBUTOS										ÍNDICE DE DESEMPENHO γ
	1- Volume ocupado		2- Viabilidade		3- Custo		4- Facilidade de montagem		5- Experiência do utilizador		
	$\omega_1=$		$\omega_2=$		$\omega_3=$		$\omega_4=$		$\omega_5=$		
		0,1364		0,2045		0,1364		0,2045		0,3182	
<i>Rolamento</i>	4 0,8	0,11	2 0,4	0,08	3 0,6	0,08	3 0,6	0,12	5 1	0,32	0,71
<i>Rolamento com mancal</i>	2 0,4	0,05	5 1	0,20	1 0,2	0,03	5 1	0,20	5 1	0,32	0,81
<i>Casquilho auto-lubrificado</i>	5 1	0,14	4 0,8	0,16	5 1	0,14	5 1	0,20	4 0,8	0,25	0,90

Figura 61 - Matriz de seleção do guiamento

Note-se que a viabilidade do rolamento é inferior à do casquilho-auto-lubrificado, não querendo isto dizer que o rolamento cumpre com a função de forma menos eficaz, mas a forma como este fica alojado interfere negativamente com a sua forma de atuar.

O sistema de abertura é especialmente importante pelo impacto que provoca no consumidor final, por esta razão para o sistema de abertura consideraram-se as propriedades: custo, viabilidade, facilidade de montagem, volume ocupado e experiência do utilizador (Tabela 7). Assim como nos sistemas prévios, a experiência do utilizador é o culminar de várias propriedades: ruído, suavidade de movimento (atrito) e esforço necessário. Na Figura 62 é apresentada a matriz de seleção deste sistema e a ponderação do peso de cada propriedade selecionada. Verifica-se que a solução final passa pelo desenvolvimento e produção de um sistema de guiamento para o efeito.

Tabela 7 - Ponderação de atributos do sistema de abertura

Crítério	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	Q_i	ω_i
1	40	50	55	40	1,00	0,18
2	50				1,25	0,22
3		50			1,00	0,18
4			45		0,82	0,15
5				60	1,50	0,27
					5,57	1,00

IDEIA	CRITÉRIOS / ATRIBUTOS										ÍNDICE DE DESEMPENHO γ
	1- Custo		2- Viabilidade		3- Facilidade de montagem		4- Volume ocupado		5- Experiência do utilizador		
	$\omega_1=$		$\omega_2=$		$\omega_3=$		$\omega_4=$		$\omega_5=$		
		0,1796		0,2245		0,1796		0,1469		0,2694	
<i>Guias cruzadas</i>	1 0,2	0,04	5 1	0,22	2 0,4	0,07	2 0,4	0,06	5 1	0,27	0,66
<i>Guiamento produzido</i>	5 1	0,18	5 1	0,22	5 1	0,18	5 1	0,15	4 0,8	0,22	0,95
<i>Ascensão e rotação</i>	3 0,6	0,11	3 0,6	0,13	4 0,8	0,14	4 0,8	0,12	2 0,4	0,11	0,61

Figura 62 - Matriz de seleção sistema de abertura/deslizamento

A compensação de momento é necessária para reduzir o esforço que o utilizador necessita para realizar os movimentos de abertura e fecho, as propriedades em que se baseia a sua seleção são: custo, facilidade de aplicação, versatilidade, número de ciclos e carga aplicada pela mola no sistema (Tabela 8). De referir que a propriedade “versatilidade” considera a quantidade de pontos de aplicação possíveis, e o deslocamento/deformação que é aceite pela mola.

Tabela 8 - Ponderação de atributos das molas

Critério	(1/2)	(1/3)	(1/4)	(1/5)	Q_i	ω_i
1	80	50	30	40	1,00	0,16
2	20				0,25	0,04
3		50			1,00	0,16
4			70		2,33	0,38
5				60	1,50	0,25
					6,08	1,00

Os resultados obtidos são apresentados na Figura 63 define-se a mola de tração como a solução final pelo seu índice de desempenho comparado com as restantes.

IDEIA	CRITÉRIOS / ATRIBUTOS					ÍNDICE DE DESEMPENHO γ
	1- Custo	2- Facilidade de aplicação	3- Versatilidade	4- Numero de ciclos	5- Carga aplicada	
	$\omega_1=$ 0,1644	$\omega_2=$ 0,0411	$\omega_3=$ 0,1644	$\omega_4=$ 0,3836	$\omega_5=$ 0,2466	
<i>Mola de torção</i>	2 0,4	1 0,07	3 0,6	5 0,10	5 0,38	0,80
<i>Mola de tração</i>	5 1	5 0,16	5 1	5 0,16	4 0,8	0,95
<i>Mola a gás</i>	3 0,6	3 0,10	1 0,02	1 0,03	3 0,23	0,53

Figura 63 - Matriz de seleção de compensação de momento

3.7. Projeto

Ao longo deste capítulo é descrito o projeto desenvolvido e apresentada a explicação do funcionamento do mesmo. As soluções selecionadas previamente são agora exploradas com mais detalhe, com desenhos de pormenor e dimensionamento, se necessário.

3.7.1. Solução final

A solução final (Figura 64) é o culminar da pré-seleção feita anteriormente. Surgem agora mecanismos auxiliares, e de menor relevância que não foram sujeitos à mesma análise visto que servem de apoio aos restantes.

Desenvolvimento

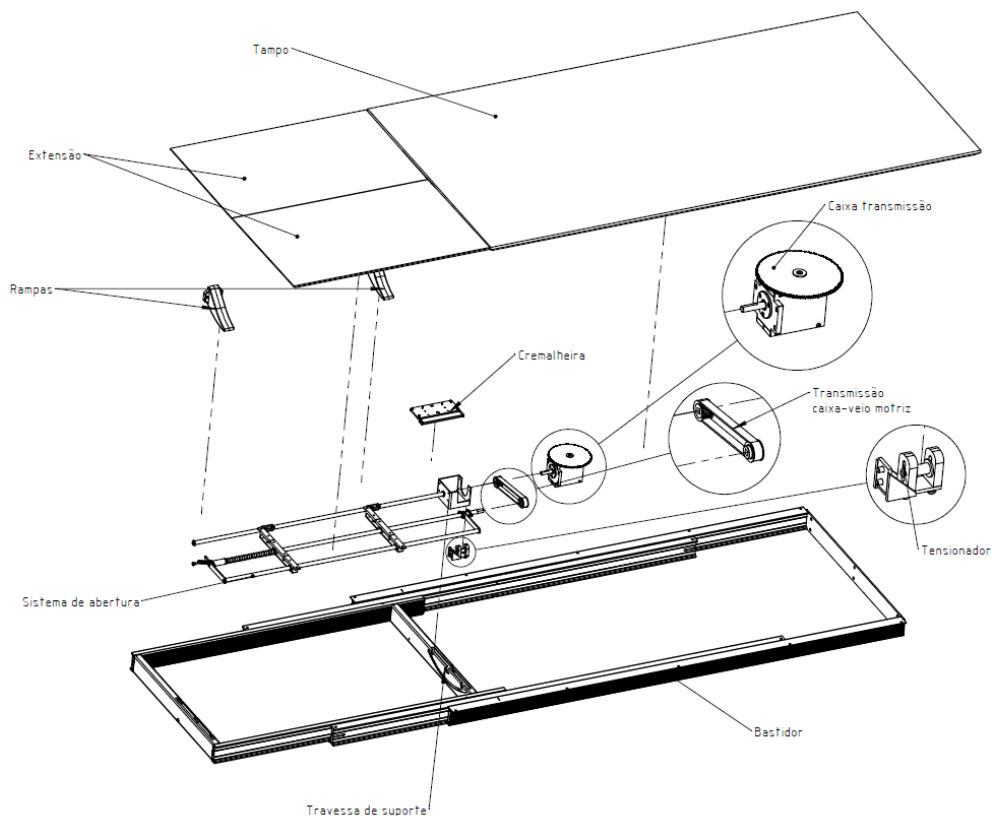


Figura 64 - Vista explodida da solução final

Tampo: Com vertente estética, com dimensões de 1800×1000 mm², material adaptado aos requisitos do cliente (entre madeira e variantes de madeira).

Extensão: Do tipo livro, permite um acréscimo de 500 mm ao comprimento da mesa, do mesmo material que o tampo.

Cremalheira, caixa de transmissão e transmissão caixa-veio motriz: Sistemas dependentes, responsáveis por desencadear o movimento de abertura da extensão.

Bastidor: Aro extensível que serve de suporte a todos os mecanismos.

Sistema de abertura: Mecanismo fixo à extensão, responsável por receber a cinética do sistema de transmissão.

Travessa de suporte: Perfil tubular montado no bastidor, necessário para conter o movimento da extensão, guiar os veios, e suportar mecanismos auxiliares.

Rampas: Componentes obtidos por injeção, que servem de guiamento à extensão no movimento de abertura e fecho.

3.7.2. Princípio de funcionamento

Neste capítulo é apresentada a descrição do funcionamento do equipamento, pela análise da sequência de passos de funcionamento do mesmo:

- 1- Mesa no estado fechado é tracionada pelo utilizador (Figura 65);

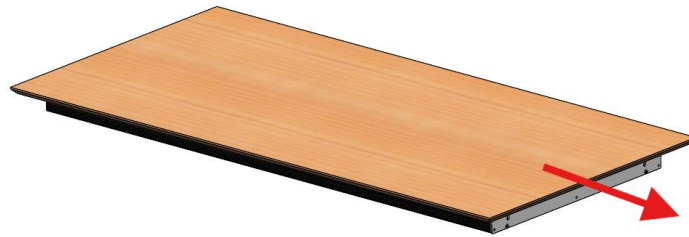


Figura 65 - Mesa no estado fechado com representação da força de tração

- 2- Bastidor começa a extensão (Figura 66);

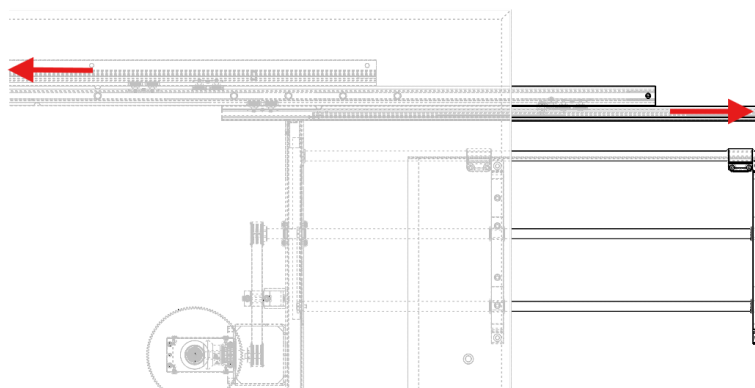


Figura 66 - Movimento de abertura do bastidor

- 3- Cremalheira, solidária com o tampo, atua sobre a roda dentada da caixa de transmissão (Figura 67);

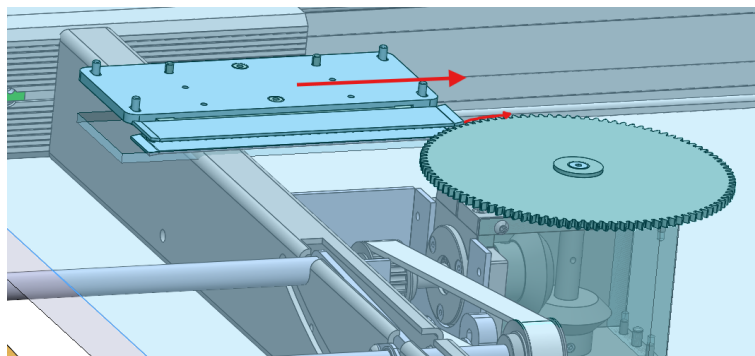


Figura 67 - Atuação da cremalheira sobre a caixa de transmissão

- 4- A caixa de transmissão transmite o movimento para o veio (Figura 68);

Desenvolvimento

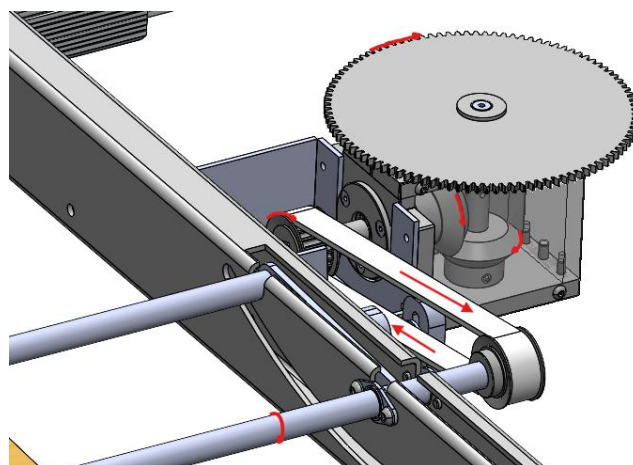


Figura 68 - Transmissão do movimento para o veio motriz

- 5- O veio, juntamente com os braços das extremidades, faz a rotação e abertura do livro (Figura 69);

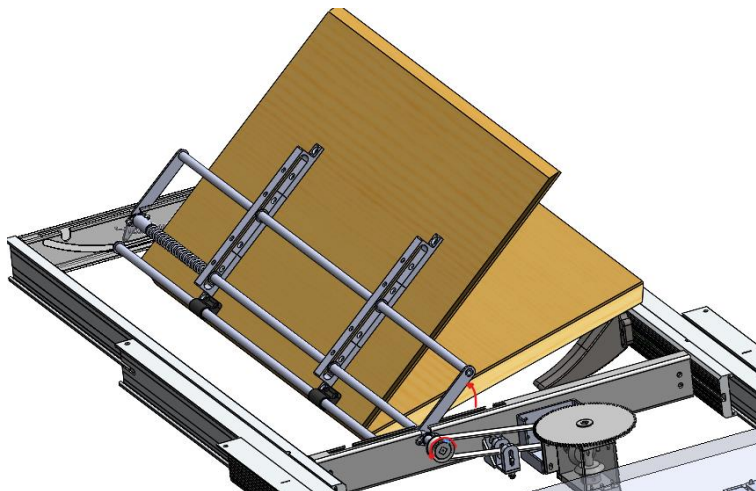


Figura 69 - Abertura do livro

- 6- Para reduzir o esforço do utilizador, um dos braços é tracionado por uma mola (Figura 70);

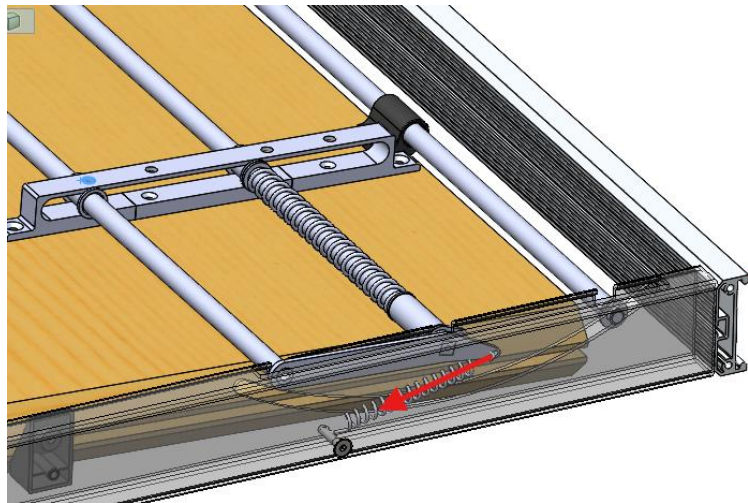


Figura 70 - Ponto de aplicação da mola para compensação de momento

- 7- Rampas auxiliam movimento de ascensão livro (Figura 71);

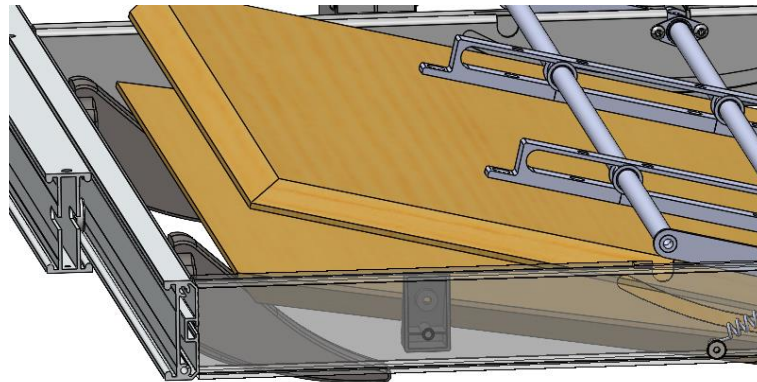


Figura 71 - Rampas de abertura

- 8- Livro fica totalmente aberto (Figura 72);

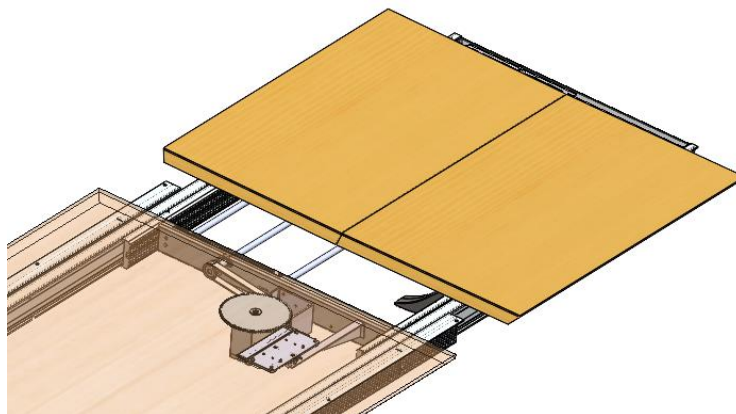


Figura 72 - Livro aberto

- 9- Sistema de cremalheira fica retraído (Figura 73) quando a cruzeta colide com o pino (Figura 74);

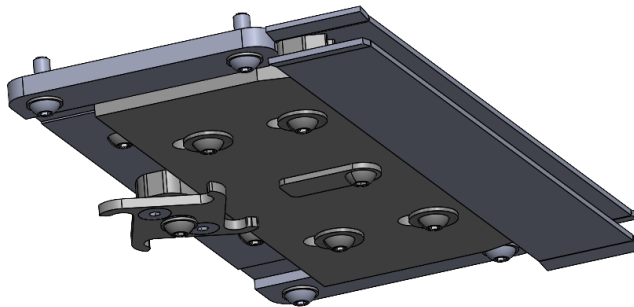


Figura 73 - Sistema de cremalheira desativado

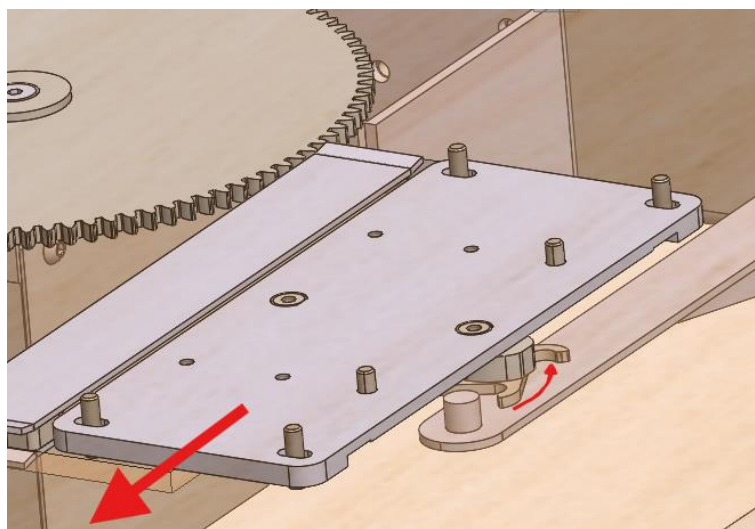


Figura 74 - Cruzeta colide com pino

10- Utilizador empurra tampo até que este acopla na extensão (Figura 75);

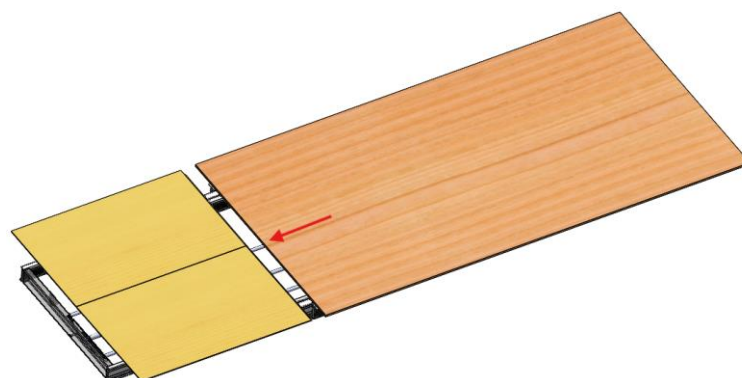


Figura 75 - Acoplamento do tampo e da extensão

- 11- O tampo e a extensão deslocam-se solidários para uniformizar o *offset*, e comprimem a mola de retorno da extensão (Figura 76);

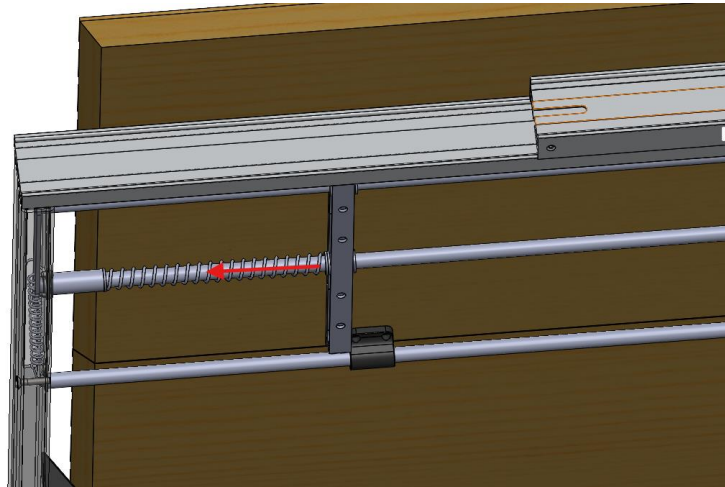


Figura 76 - Compressão da mola de retorno da extensão

- 12- Tampo e livro chegam à posição final - Mesa no estado aberto (Figura 77);



Figura 77 - Mesa no estado aberto

Dá-se início ao movimento de fecho, é apresentado em seguida o conjunto de etapas em que o movimento está subdividido:

- 1- Tampo é tracionado pelo utilizador (Figura 78);

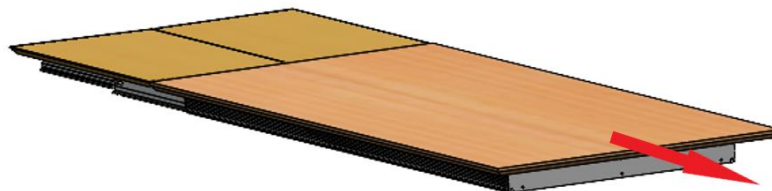


Figura 78 - Tração do tampo - início movimento fecho

Desenvolvimento

- 2- A extensão retorna, solidária com o tampo, pela atuação da mola previamente comprimida (Figura 79);

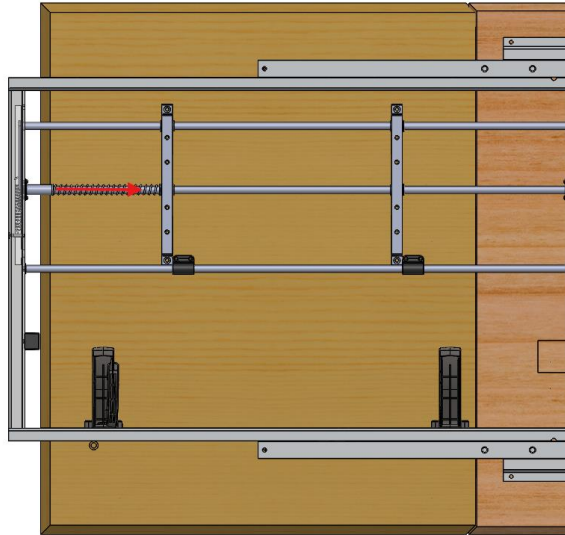


Figura 79 - Retorno da extensão

- 3- A cremalheira volta a ficar ativada ao cruzar-se com o pino (Figura 80);

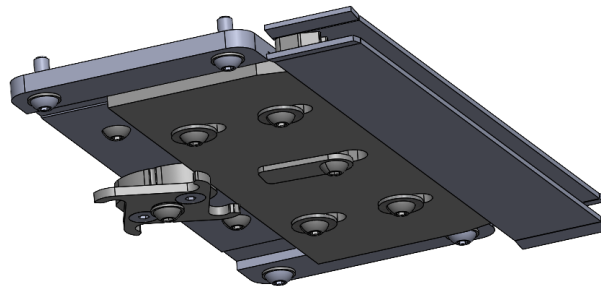


Figura 80 - Cremalheira ativada

- 4- Utilizador empurra o tampo, o movimento da roda dentada é invertido e o livro fecha (Figura 81);

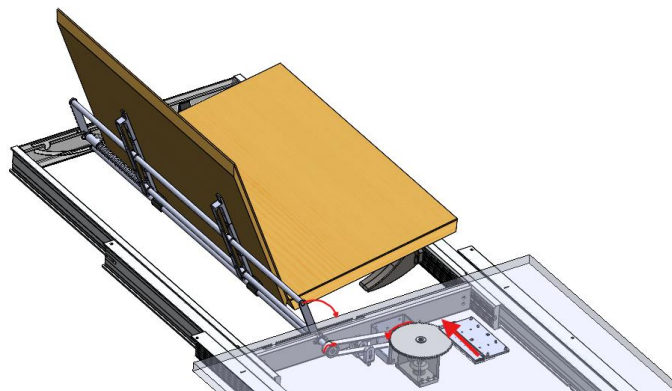


Figura 81 - Fecho do livro

- 5- Veio auxiliar guia o livro num movimento de pouca deslocação em Z (Figura 82);

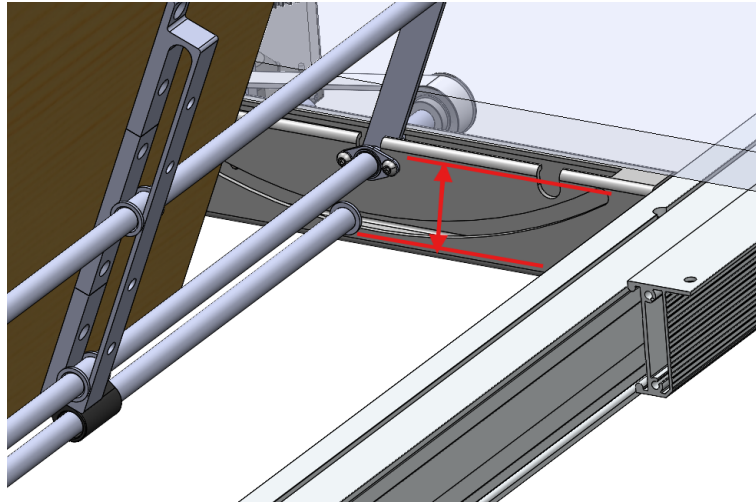


Figura 82 - Guiamento veio auxiliar

- 6- Tampo chega à posição inicial e a mesa fica no estado fechado (Figura 83).

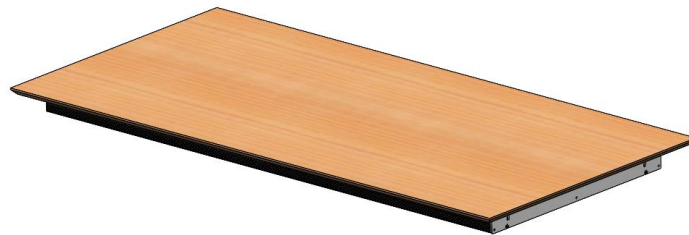


Figura 83 - Mesa no estado fechado

3.7.3. Bastidor

O bastidor, baseado na matriz de seleção, mais adequado para o projeto é o *Synchro*. Na Figura 84 e na Figura 85 é apresentado o bastidor no estado fechado e aberto, respetivamente.

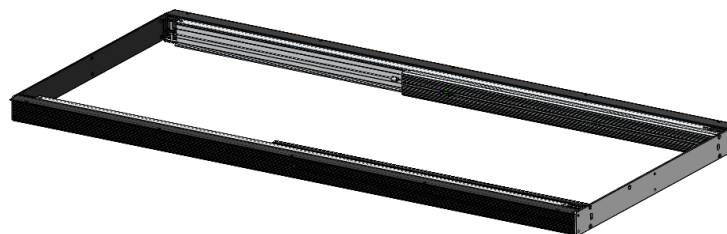


Figura 84 - Bastidor *Synchro* fechado

Desenvolvimento

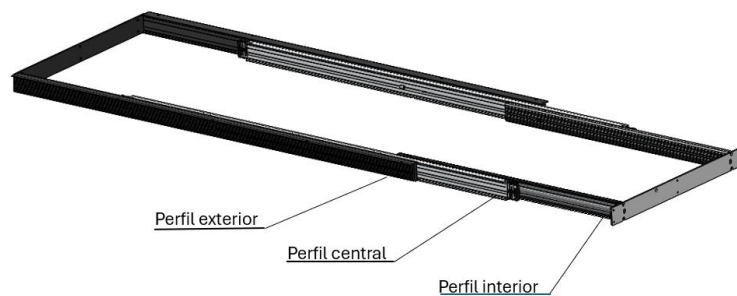


Figura 85 - Bastidor *Synchro* aberto

Este bastidor é composto por 3 perfis, sendo o perfil central fixo, ou seja, é nele que montam os pés da mesa, e a sua posição mantêm-se inalterada no movimento de abertura e fecho. O perfil exterior e o perfil interior são os perfis móveis, os seus movimentos são interdependentes. O tampo é acoplado no perfil exterior, e o mecanismo de abertura no perfil interior. Os perfis são apresentados na Figura 86.

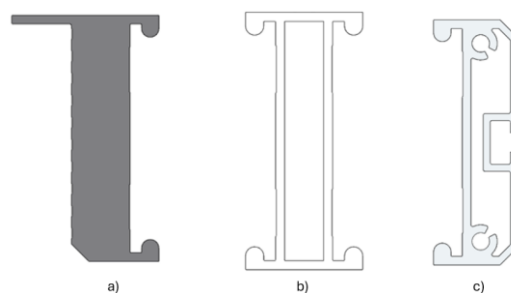


Figura 86 - Perfis do bastidor: a) exterior; b) central; c) interior

Todos os perfis são produzidos na liga de alumínio AW 5083 H111, e são obtidos pelo processo de extrusão. Os perfis são sujeitos a um processo de pintura electrostática e são depois adaptados ao bastidor pelo processo de corte e furação CNC.

O deslizamento entre os perfis é garantido pelos carrinhos (Figura 87). Estes carrinhos são obtidos por corte laser de chapa galvanizada DX51D + Z200, na qual são acoplados rodízios de policarbonato com recurso a um rebite cravado.

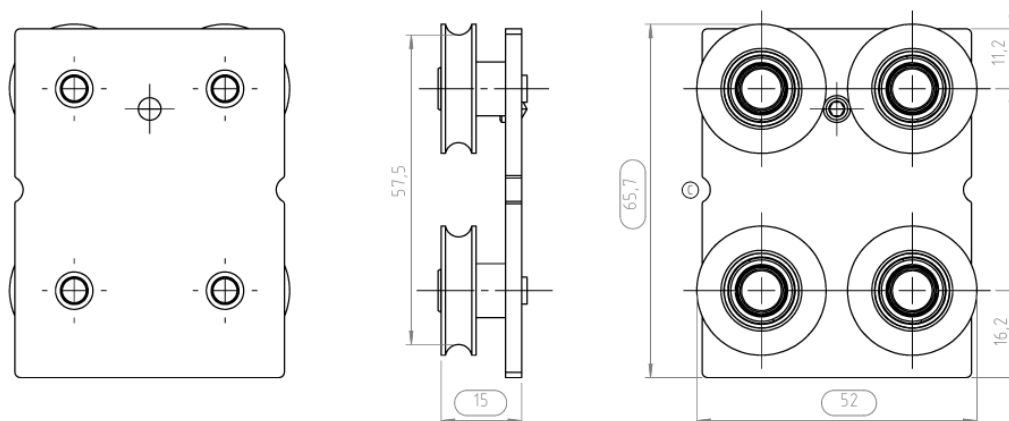


Figura 87 - Carrinho entre perfis

A interdependência entre os perfis exteriores e interiores deve-se ao facto destes perfis serem solidários com um cabo que contorna todo o perfil central. Este contorno é feito com recurso a uma polia suportada por uma chapa em U, como apresentado na Figura 88. Os perfis são acoplados a este cabo, com recurso a um serra-cabos.

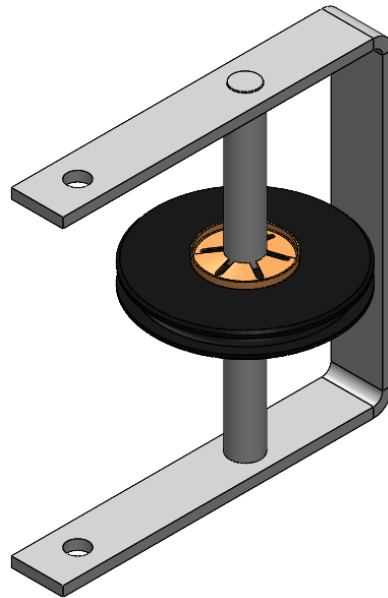


Figura 88 - Conjunto da polia do bastidor

Por este cabo funcionar em *loop* e ser solidário com ambos os perfis, ao movimentar qualquer um dos dois perfis (tracionar o bastidor de um lado ou de outro) é despoletado um movimento análogo no outro perfil (Figura 89).

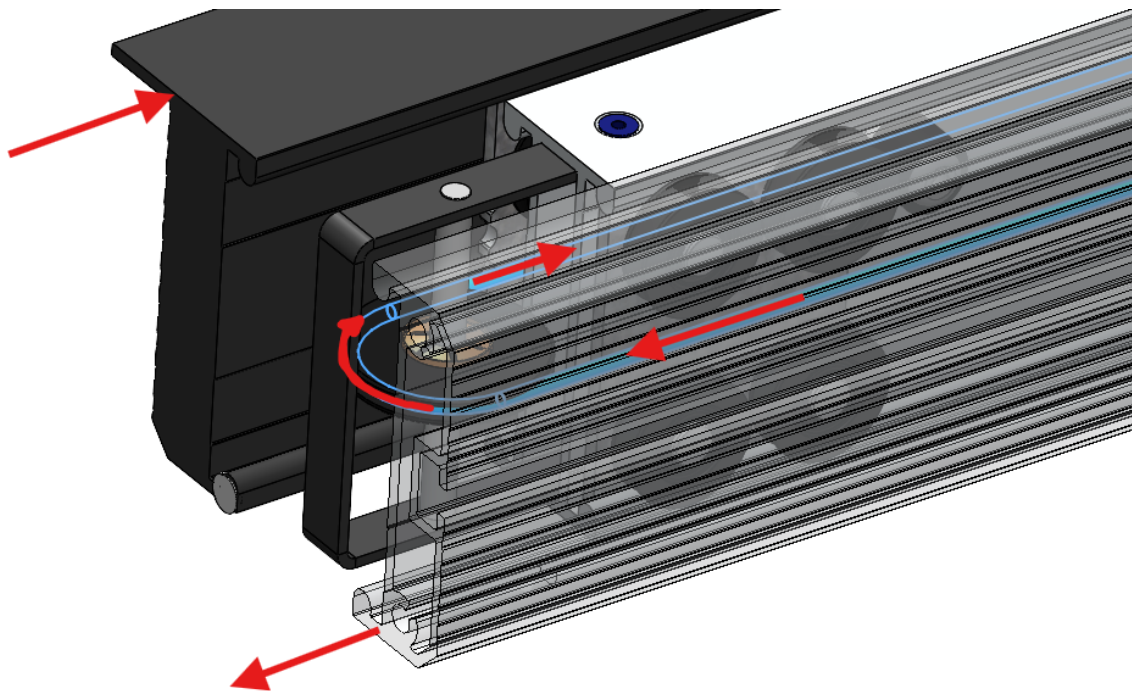


Figura 89 - Representação cabo em *loop*

Desenvolvimento

Para fazer a montagem do bastidor são necessários os componentes normalizados apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Componentes normalizados do bastidor

Componente normalizado	Aplicação
PARAF. CAB. CON. SEXT. INT. DIN7991 M6x25 INOX	Utilizado para fixar as chapas de topo aos perfis exterior e interior
REBITE DIN7337 4x10 ALUMINIO	Utilizado para fixar a chapa U da polia
PERNO SEXT. INT. PONTA PLANA DIN913 M5X5 45H ZN	Utilizado na serra cabos para realizar pressão no cabo

3.7.4. Sistema de transmissão

Embora haja soluções no mercado, o sistema de transmissão utilizado no projeto, que obteve melhor índice de desempenho no processo de pré-seleção, é o sistema produzido pela empresa acolhedora (Figura 90), apesar de este necessitar de componentes adaptados ao projeto, como o sistema de correia com tensionador e a cremalheira.

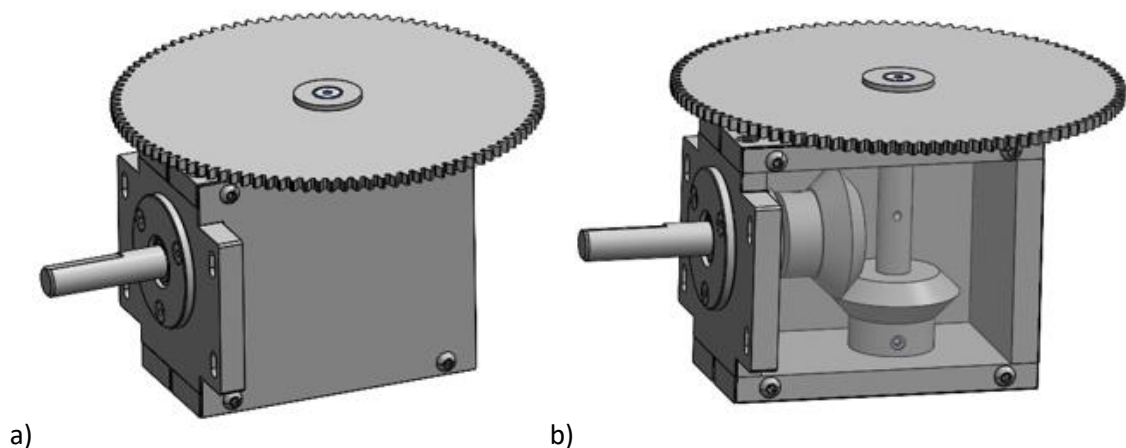


Figura 90 - Sistema de transmissão: a) aspecto final; b) com blindagem transparente

A aplicação deste sistema advém da necessidade de converter o movimento linear do tampo em movimento de rotação. Para este efeito, a roda dentada superior (de diâmetro maior) é ativada por uma cremalheira solidária com o tampo. A rotação desta roda dentada promove a rotação de uma roda dentada cônica, com o movimento solidário com a primeira através de um veio. Esta roda dentada, por sua vez, está engrenada numa outra roda dentada cônica que finaliza a sequência de transmissão. Ambos os veios estão apoiados por rolamentos, e todo o sistema é sustentado por um cofre montado por ligação aparafusada.

Todo o sistema é produzido em aço ao carbono (St37-2 na generalidade, e StW22 as blindagens laterais do cofre), e todos os componentes são sujeitos a um tratamento de zincagem, para o aumento da resistência à corrosão. A roda dentada superior, por ser uma medida não standard, é obtida pelo processo de corte laser, enquanto as duas rodas dentadas cônicas, por serem de

dimensão e geometria standard, são adquiridas no mercado e sujeitas à operação de maquinação para adequar a sua ligação ao veio (Figura 91).

O cofre é composto por 4 chapas estruturais (de maior espessura), com furos maquinados para alojamento de cavilhas que permitam o correto posicionamento entre as chapas, e por duas chapas, com o efeito blindagem, aplicadas nas laterais. Todos estes elementos são ligados com recurso a parafusos.

O veio final, por ser apoiado apenas no centro (ao contrário do primeiro veio, apoiado e guiado em ambas as extremidades), necessita de aplicação de um casquilho fixo por parafusos a uma das chapas estruturais do cofre (Figura 91).

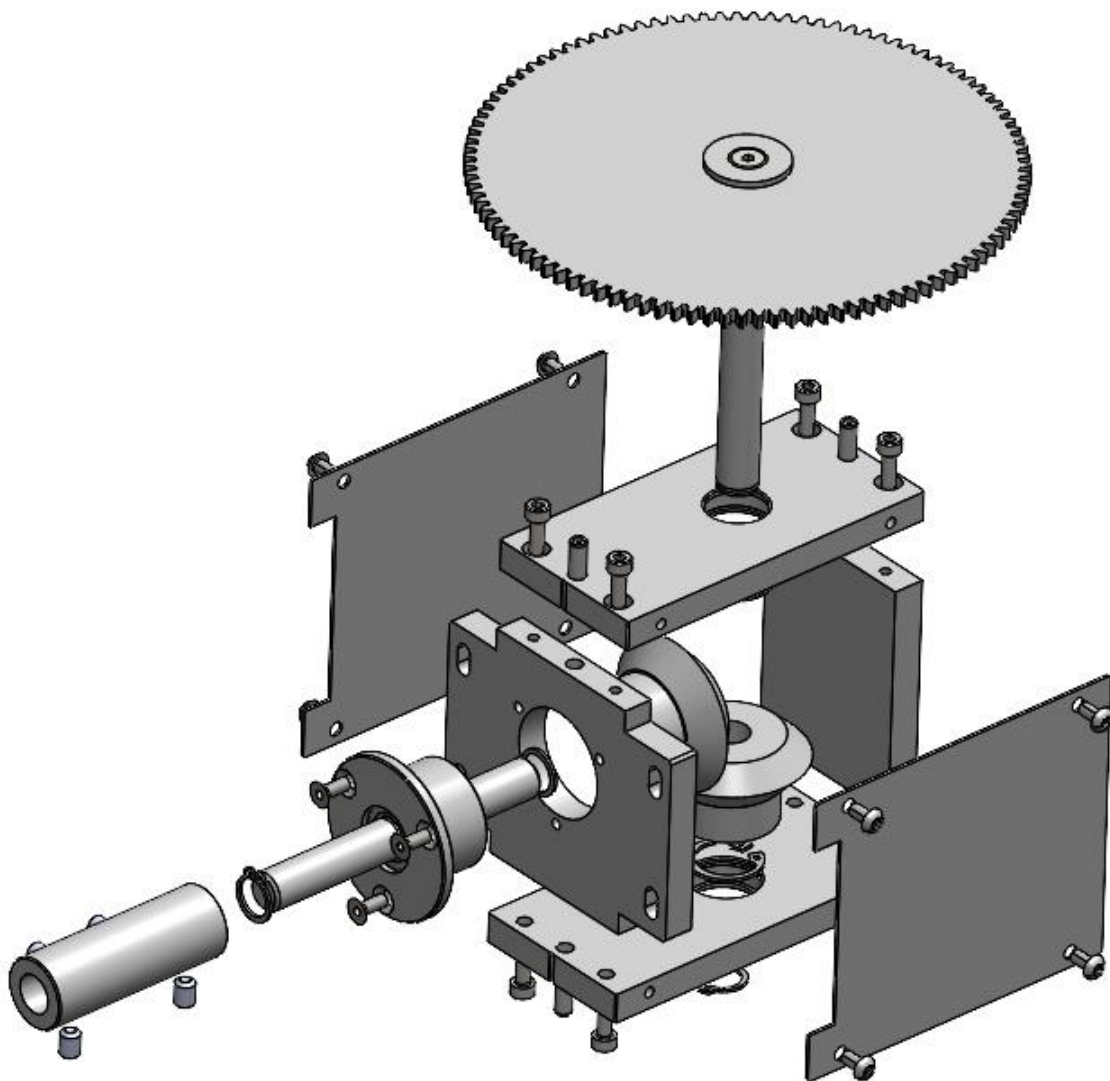


Figura 91 - Vista explodida do sistema de transmissão

Os componentes normalizados necessários para a montagem deste mecanismo são apresentados, com descrição da respetiva aplicação, na Tabela 10.

Tabela 10 - Componentes normalizados do sistema de transmissão

Componente normalizado	Aplicação
PARAF. CAB. OVAL SEXT. INT. ISO 7380 M4X8 8.8 ZN	Utilizado para fixar as duas blindagens laterais do cobre
PARAF. CAB. CIL. SEXT. INT. DIN912 M4X12 8.8 ZN	Utilizado para fixar as chapas estruturais do cofre
FREIO EXTERIOR DIN471 RED.12X1 ACO MOLA	Utilizado para reter os rolamentos
CAVILHA PARALELA TEMPERADA DIN7979 S/TRAT. SUPERFICIE RED.5X18	Aplicado entre as chapas estruturais para garantir o correto posicionamento entre as mesmas
PERNO SEXT. INT. DIN916 ISO 4029 PONTA CONCAVA M6X8 45H ZN	Utilizado nas rodas dentadas cónicas, de forma a garantir a transmissão do movimento de rotação do veio
PARAF. CAB. CON. SEXT. INT. DIN7991 ISSO 10642 M4X10 8.8 ZN	Utilizado para fica o casquilho de alojamento do veio final à chapa do cofre

Na Figura 92 é apresentada uma vista em corte do sistema de transmissão.

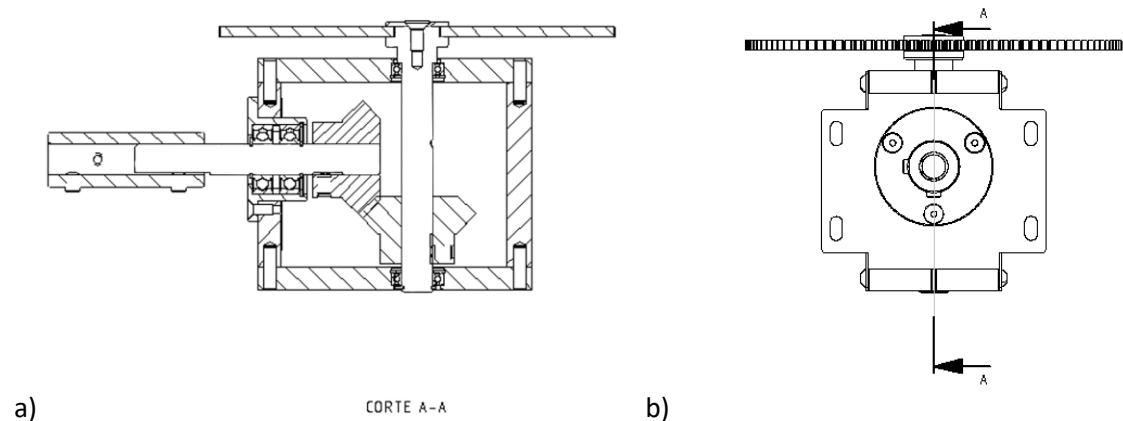


Figura 92 - Vista em corte do sistema de transmissão: a) vista em corte; b) vista primária

Cineticamente, a rotação induzida pela cremalheira deve ser compatível com a rotação permitida pelo sistema de abertura. Verifica-se que o sistema de abertura necessita que o veio motriz tenha uma rotação de 180° , então:

Razão cinemática entre roda dentada superior e primeira roda dentada cónica, solidárias, é de 1:1 (Figura 93).

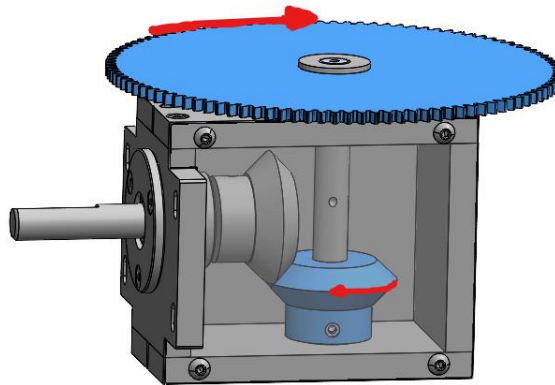


Figura 93 - Razão cinemática roda dentada superior e roda dentada cônica

Como as rodas dentadas cônicas são da mesma dimensão a razão é de 1:1 (Figura 94).

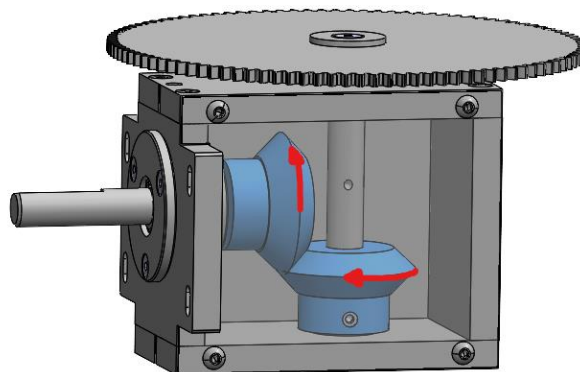


Figura 94 - Razão cinemática entre rodas dentadas cônicas

A jusante, o movimento é transmitido ao veio motriz por um sistema de polias com correia, que mantém a relação de 1:1 (Figura 95). Para manter a tensão na correia, e garantir que não existe desajuste é aplicado um tensionador.

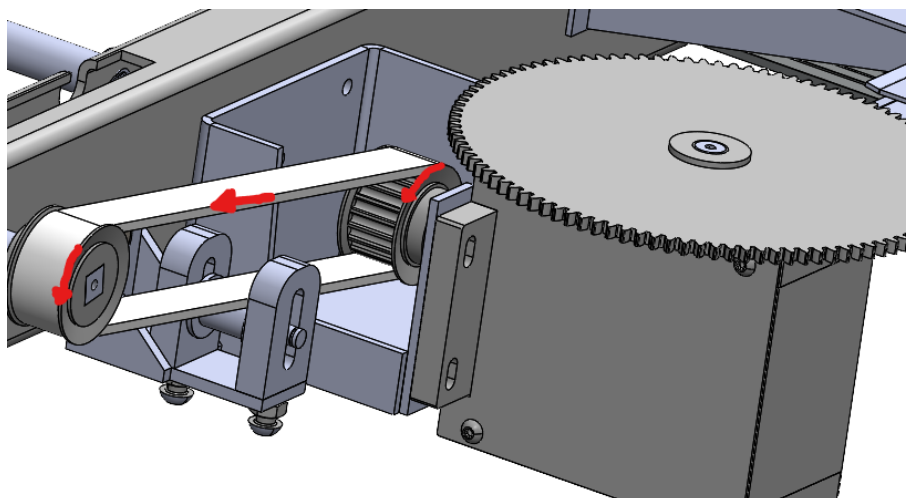


Figura 95 - Razão cinemática sistema de polias

Desenvolvimento

Desta forma, verifica-se que a razão cinemática se mantém 1:1 da entrada para a saída. Para cumprir com a necessidade de rotação de 180° do sistema de abertura, a cremalheira deve induzir este mesmo movimento na roda dentada superior:

- Número de dentes roda dentada superior: 104
- Número dentes necessários na cremalheira (Figura 96): 52

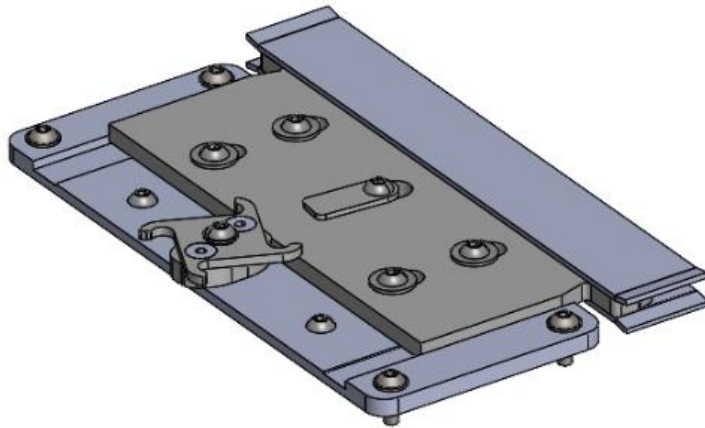


Figura 96 - Cremalheira

São necessários 52 dentes na cremalheira para esta induzir um movimento de 180° na roda dentada superior, que numa razão de 1:1 transmite o movimento ao veio motriz do sistema de abertura.

3.7.5. Guiamento

A solução ideal para o guiamento, dentro das equacionadas, é o casquilho auto-lubrificado (Figura 97). Esta solução compacta é aplicada no veio motriz, para fazer guiamento nas travessas de suporte. Este produto é fornecido pelo fabricante IGUS e é produzido no polímero auto-lubrificado com designação comercial *iglidur*.

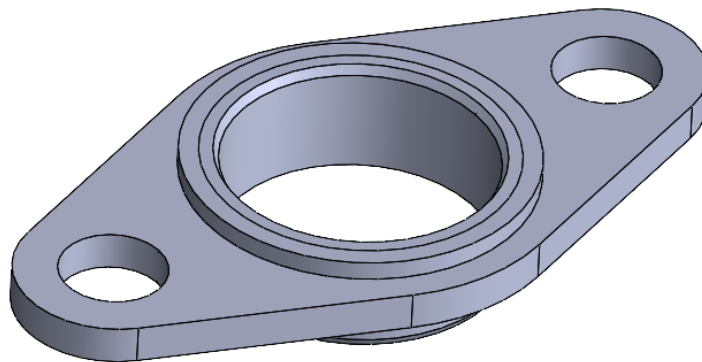


Figura 97 - Casquilho auto-lubrificado

São aplicadas duas unidades na travessa central, e uma na travessa da extremidade, todas para guiar o veio motriz (Figura 98).

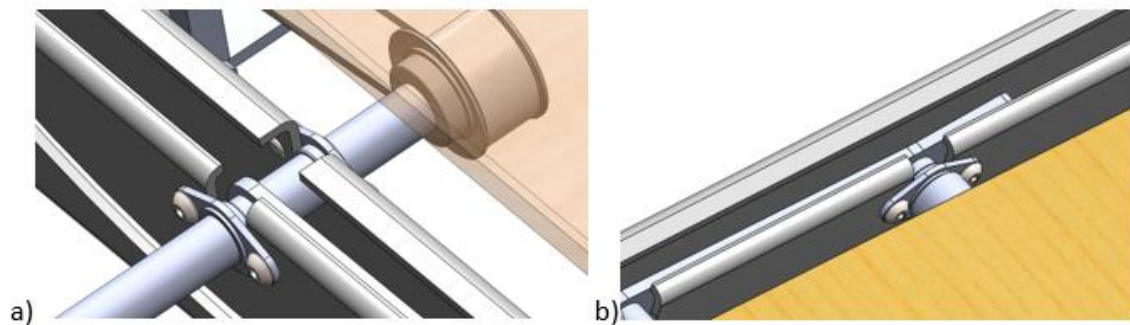


Figura 98 - Aplicação do casquilho auto-lubrificado: a) travessa central; b) travessa da extremidade

A seleção do modelo foi baseada no diâmetro do veio que este vai guiar e no volume de alojamento disponível. Assim, o componente indicado está apresentado na Figura 99. A aplicação de dois casquilhos na travessa central permite a robustez necessária para contrariar a força que a correia aplica no veio. Este é ligado com parafusos às travessas de suporte, sendo o componente normalizado usado para o efeito um parafuso de cabeça oval ISO 7380 M5x6 A2.

iglidur® G

GFL-14

Injeção

14,00
16,00
42,00
18,00
21,00
1 Dia

33 158 h

Ref. n.º: GFL-14

Material: iglidur® G

Forma: Loja online de casquilhos com flange de dois furo

Dimensões	
d1	14.00 mm
d2	16.00 mm
d3	42.00 mm
d4	18.00 mm
d5	21.00 mm
d6	5.50 mm
d7	30.00 mm
b1	6.00 mm
b2	2.00 mm
b3	1.00 mm
r	5.00 mm

2 de 2

Figura 99 - Seleção do casquilho auto-lubrificado [96]

3.7.6. Sistema de deslizamento/abertura

A solução ótima, dentro das equacionadas, de acordo com o método da matriz de seleção, é o sistema de guiamento X-Y sem utilização de guias lineares e sem patins pré-fabricados/obtidos no mercado (nesta solução as guias são fabricadas para o efeito) (Figura 100).

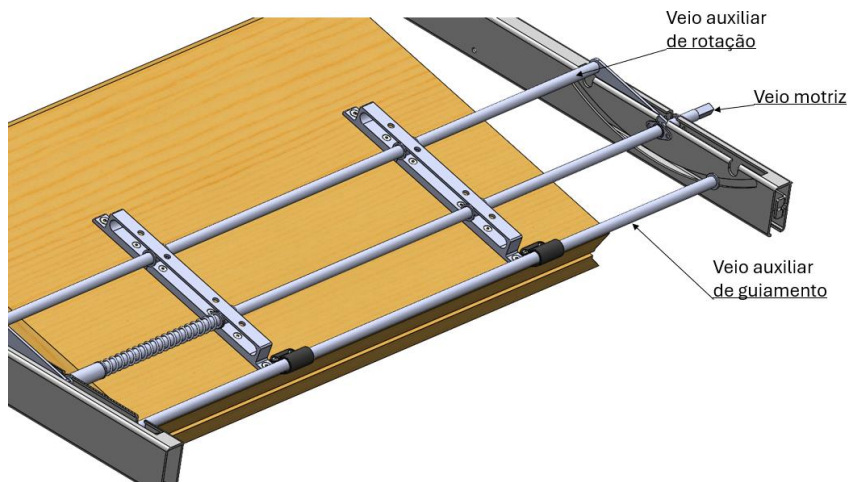


Figura 100 - Sistema de abertura /deslizamento

O sistema é composto por 3 veios circulares. Existe nas extremidades do veio motriz dois braços solidários com a sua rotação responsáveis por induzir rotação na extensão, promovendo a sua abertura. Os braços são diferentes na medida em que é aplicado uma mola para compensação de momento num destes braços (Figura 101).

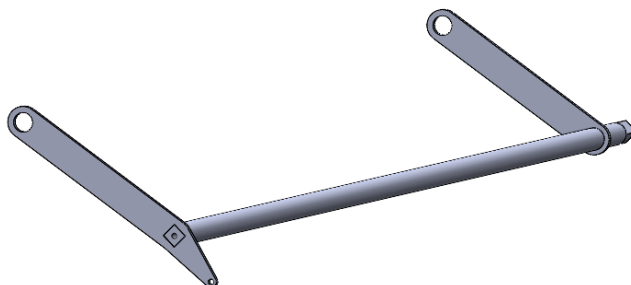


Figura 101 - Veio motriz com braços

Para evitar maquinação na zona central do veio motriz, e criar zonas de concentração de tensões e criação de fissuras, o braço simples (sem aplicação de mola) deve ser soldado ao veio.

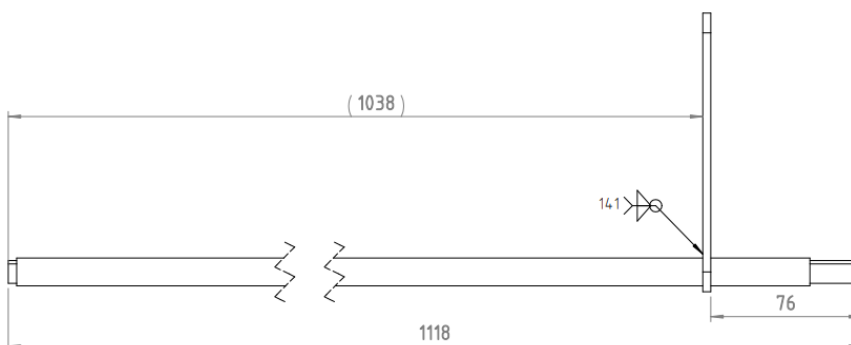


Figura 102 - Definição de soldadura do conjunto veio motriz e braço

São usadas abraçadeiras para o veio auxiliar de guiamento, aparafusadas ao tampo. Este veio auxiliar de guiamento desliza sobre o recorte presente nas travessas, para garantir o movimento controlado da extensão. Para aumentar a superfície de contacto entre este veio auxiliar e as travessas é aplicado um casquilho nas extremidades (Figura 103) fabricado em *Nylon* (Pa6) e obtido por maquinação (a verde na Figura 104).

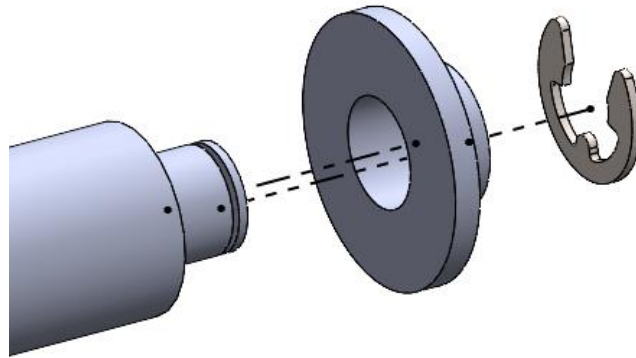


Figura 103 - Montagem do casquilho do veio guiamento

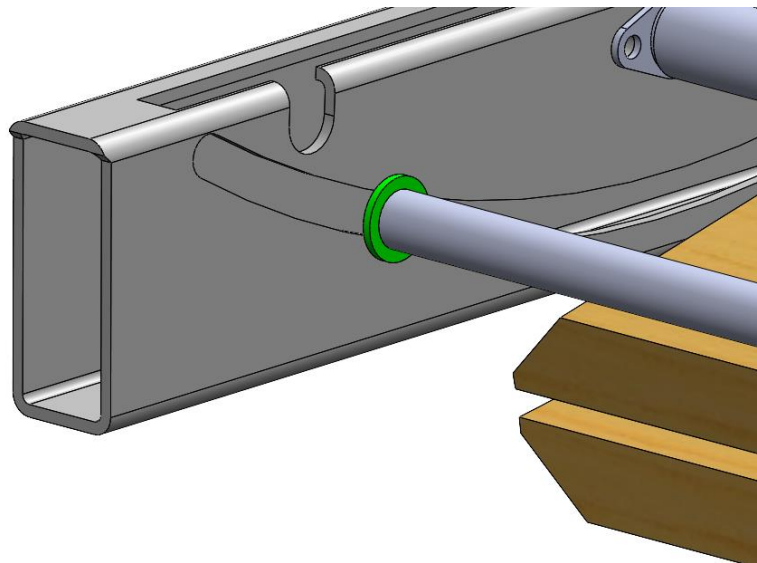


Figura 104 - Casquilho do veio auxiliar de guiamento

As braçadeiras e as guias são aparafusadas à extensão, após aplicação de um inserto metálico (Figura 105), adaptado ao parafuso (de acordo com o comprimento e a rosca métrica), que permite aumentar a rigidez da ligação.



Figura 105 - Inserto roscado para madeira [97]

As guias, produzidas em aço CK45, são obtidas na sua totalidade pelo processo de maquinação. Estas estão divididas em duas partes, para facilitar a montagem do sistema e permite a aplicação do casquilho deslizante que atua no seu interior (Figura 106).

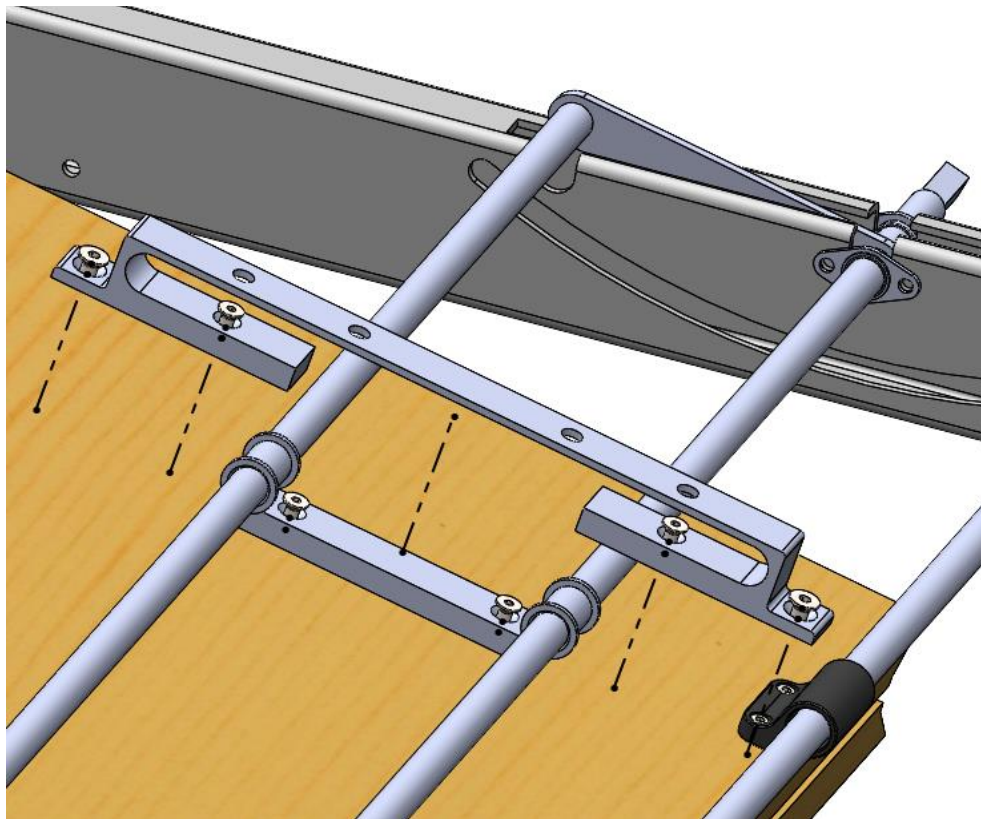


Figura 106 - Vista explodida da guia

O veio motriz, componente mais sujeito a esforços mecânicos, deve ser dimensionado para garantir que cumpre com os esforços de torção transmitidos pelo sistema de transmissão. A posição em que a extensão apresenta um momento maior sobre o veio é apresentada na Figura 107.

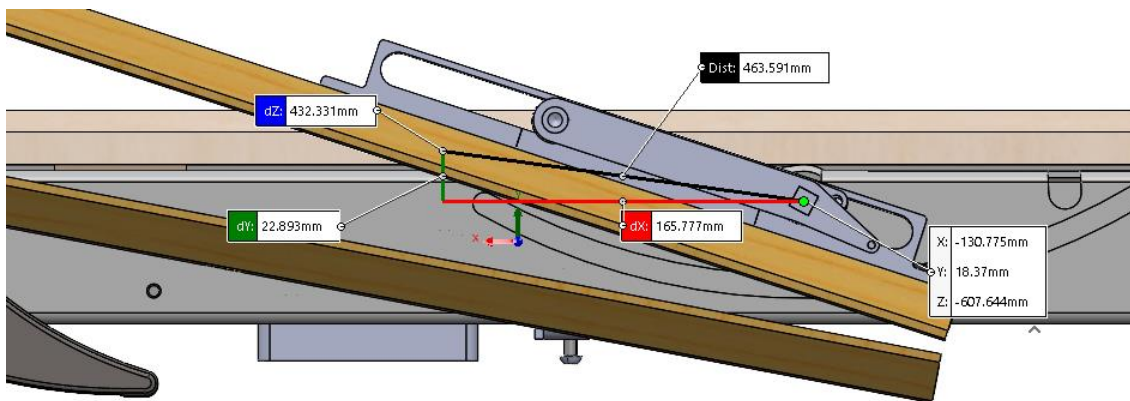


Figura 107 - Braço momento torsor

Seja M_t o momento torsor, e J o momento de inércia da secção, para calcular a tensão de corte máxima:

$$\tau_{\max} = \frac{M_t \times \rho}{J} \quad (6)$$

$$\text{Para secção circular maciça: } J = \frac{\pi}{2} \times r^4 \quad (7)$$

$$\tau_{\max} = \frac{6,3 \times 9,8 \times 0,165 \times 8000}{\frac{\pi}{2} \times 7^4} = 21,6 \text{ MPa} \quad (8)$$

De modo a validar se o veio cumpre com os esforços impostos, tem-se que:

$$\tau_{\max} \leq \tau_{adm} \quad (9)$$

$$\tau_{adm} = \frac{\tau_{ced}}{C.S.} \quad (10)$$

Considerando um coeficiente de segurança de 2, a condição é validada:

$$21,6 \leq \frac{135}{2} \Leftrightarrow 21,6 \leq 67,5 \quad (11)$$

Neste veio é ainda aplicada uma mola, que no movimento de abertura é comprimida pelo utilizador, e no movimento de fecho é responsável por movimentar a extensão até à sua posição de alojamento. Esta mola deve ter uma variação de comprimento de 200 mm (Figura 108), e deve aplicar a força necessária apenas para vencer o atrito do sistema.

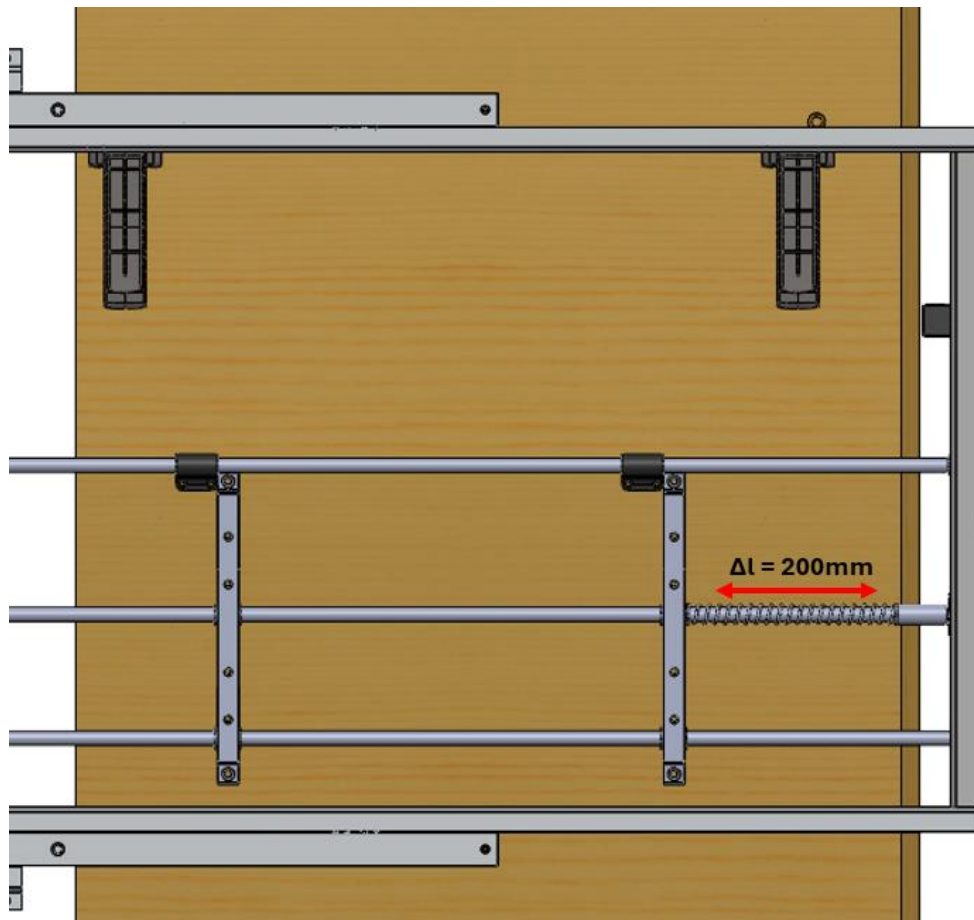


Figura 108 - Deslocamento da mola de retorno

Após concluída a abertura, todo o sistema deve deslizar para garantir o *offset* uniforme em torno do bastidor. O deslizamento ocorre entre os casquilhos (no interior das guias) e os veios motriz e auxiliar de rotação. Para garantir um bom deslizamento dos casquilhos (Figura 109), os veios devem ter uma rugosidade superficial adequada (Figura 110). Para fabrico destes veios, para evitar maquinação do diâmetro em todo o seu comprimento, é comprado varão calibrado, com o toleranciamento h11, e estado de superfície Ra 3.2.

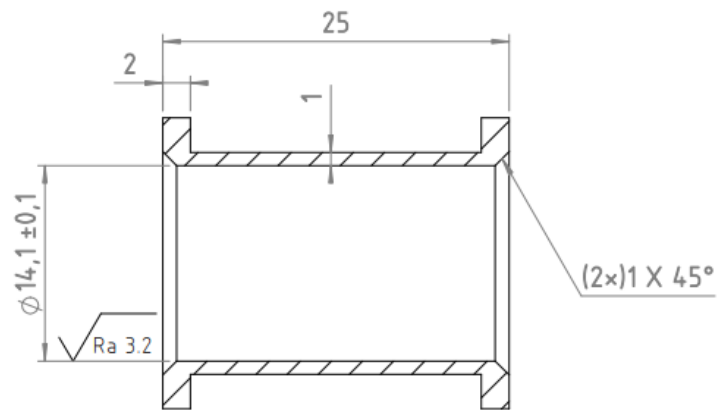


Figura 109 - Vista em corte do casquilho guia

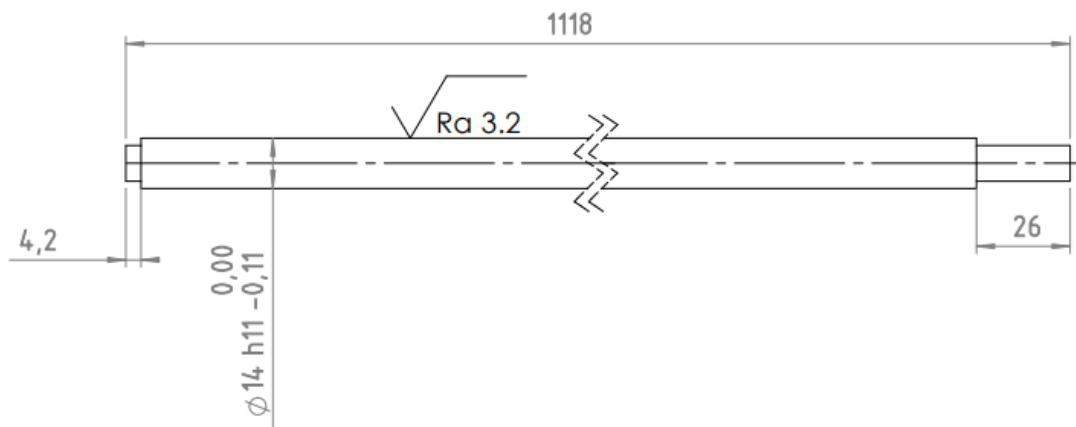


Figura 110 - Definição veio motriz

Os componentes normalizados, necessários à montagem deste sistema, estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Componentes normalizados do sistema de abertura

Componente normalizado	Aplicação
PARAF. CAB. CON. SEXT. INT. DIN7991 M6x10 INOX A2	Utilizado nas extremidades das guias para as fixar ao tampo
PARAF. CAB. CON. SEXT. INT. DIN7991 M5x10 INOX A2	Utilizado no centro das guias para as fixar ao tampo
FREIO DE SEGURANÇA DIN6799 6 A2	Utilizado para reter o casquilho aplicado no veio auxiliar de guiamento
PARAF. CAB. OVAL SEXT. INT. ISO 7380 M8X10 INOX A2	Utilizado para fixar o veio auxiliar de rotação aos braços

Na Tabela 12 são apresentados os processos e materiais afetos a cada componente do sistema de abertura.

Tabela 12 - Processos e materiais do sistema de abertura

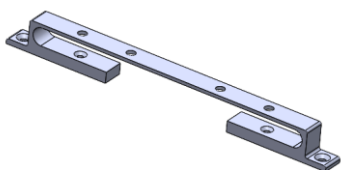
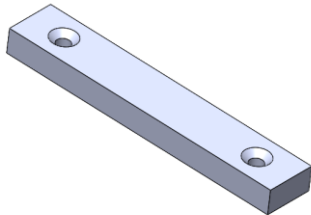
Componente	Figura	Material	Processos
Corpo guia		CK45	1- Maquinação 2- Zincagem
Interior guia		CK45	1- Maquinação 2- Zincagem

Tabela 12 - Processos e materiais do sistema de abertura (continuação)

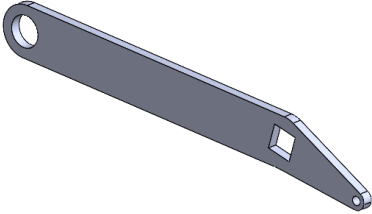
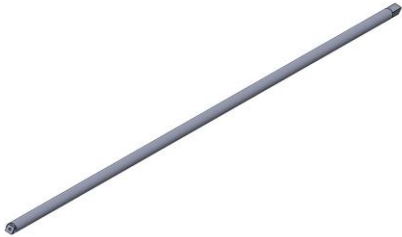
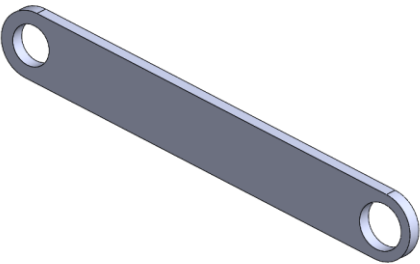
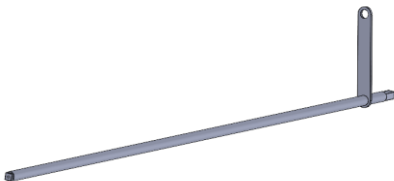
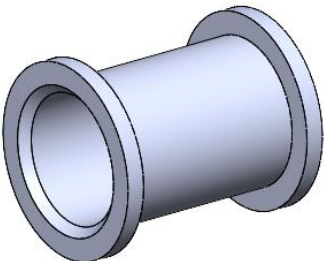
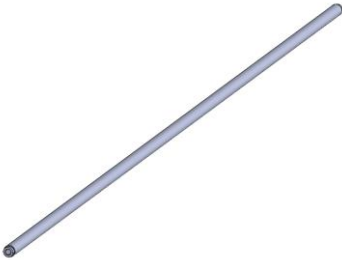
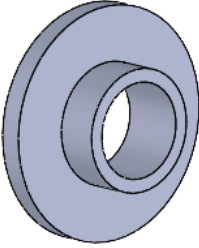

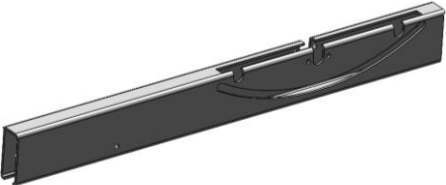
Componente	Figura	Material	Processos
Braço mola		St37-2	1- Corte laser 2- Zincagem
Veio motriz		CK45	1- Maquinação
Braço simples		St37-2	1- Corte laser
Conjunto soldado do veio motriz e do braço simples		Aço	1- Soldadura (TIG) 2-Zincagem
Casquilho guia		PA6	1- Maquinação

Tabela 12 - Processos e materiais do sistema de abertura (continuação)

Componente	Figura	Material	Processos
Veio auxiliar de rotação		Ck45	1- Maquinação 2- Zincagem
Casquilho veio auxiliar de guiamento		PA6	1- Maquinação
Veio auxiliar de guiamento		Ck45	1- Maquinação 2- Zincagem
Travessas de suporte		St37-2	1- Corte laser 2- Roscagem 3-Pintura eletroestática

3.7.7. Compensação de momento

Baseado na matriz de seleção, o método aplicado para compensação de momento é uma mola à tração. Esta mola é responsável por reduzir o esforço do utilizador e o seu ponto de aplicação é num dos braços do veio motriz. O outro ponto de ancoragem é na travessa de suporte da extremidade (Figura 111).

Desenvolvimento

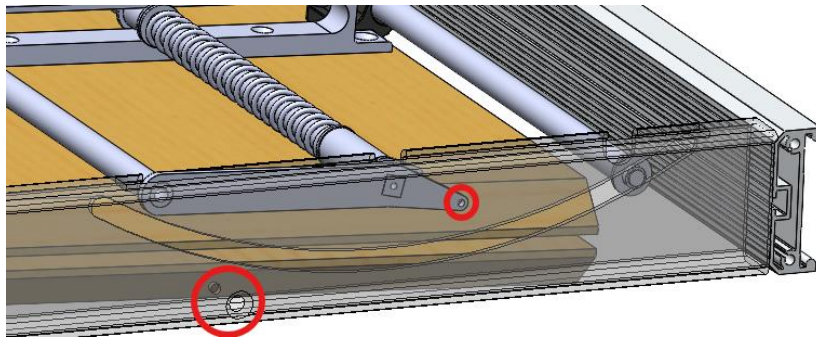


Figura 111 - Pontos de ancoragem da mola de compensação de momento

A mola deve ter um diâmetro exterior que permita que esta fique alojada dentro da travessa, e a sua variação de comprimento é 61,1 mm (Y) (Figura 112):

- 1- Comprimento máximo (livro fechado): 120 mm;
- 2- Comprimento mínimo (durante abertura): 58,9 mm;
- 3- Comprimento final (livro aberto): 68,4 mm;
- 4- Diâmetro exterior máx. (D): $\varnothing 27$ mm.

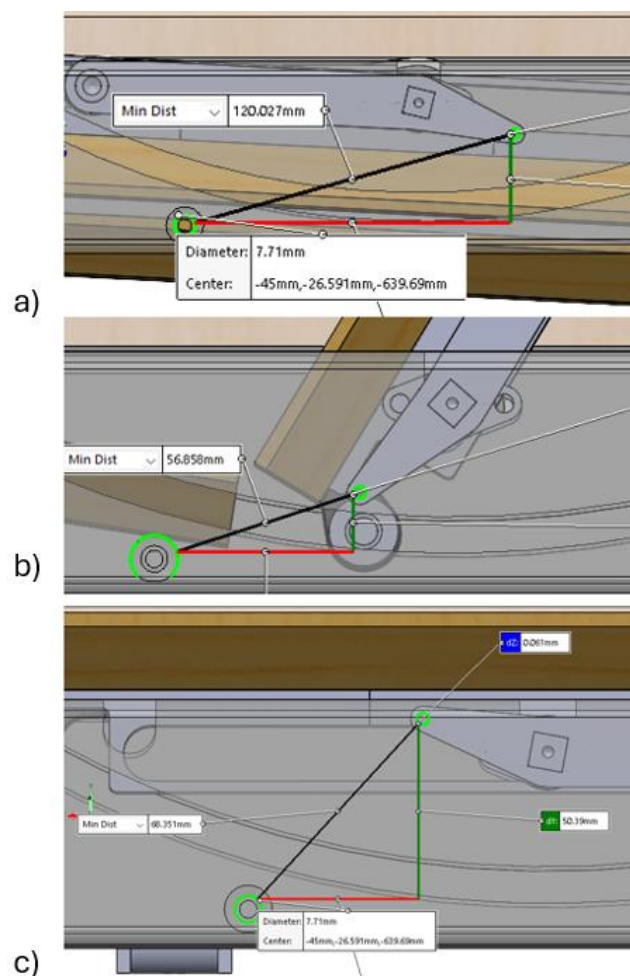


Figura 112 - Variação do comprimento da mola de compensação de momento

Considerando os dados de alojamento e variação de comprimento, o momento da mola deve ser tal que reduza o esforço do utilizador, mas que o movimento abertura da extensão não seja despoletado por si só. Considerando as duas guias, o diagrama de momento é apresentado Figura 113.

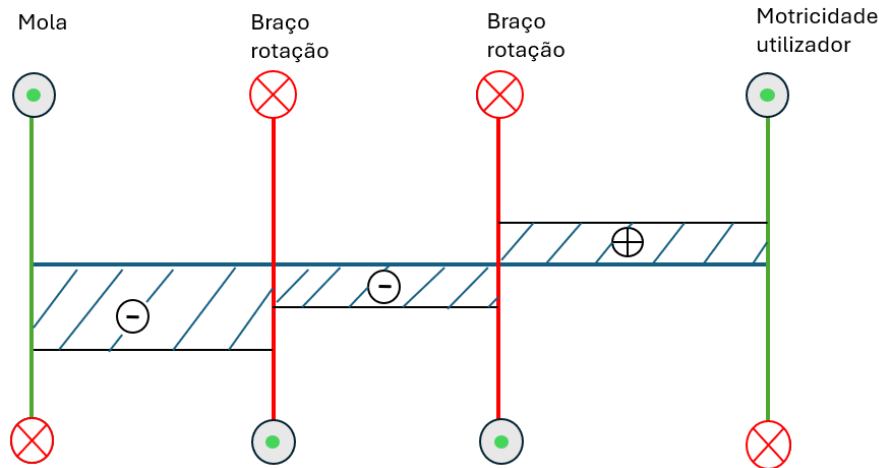


Figura 113 - Esboço diagrama de momentos

Para a extensão não abrir por si só, arbitra-se que o momento aplicado pelo utilizador deverá ser de 2 N/m (M_{user}). O momento nos braços de rotação:

$$M_{braço} = \frac{1}{2} \times 6,3 \times 9,81 \times 0,165 = 5,1 \text{ N} \quad (12)$$

Para calcular força imposta pela mola:

$$\sum M = 0 \Leftrightarrow M_{mola} - 2M_{braço} + M_{user} = 0 \Leftrightarrow M_{mola} = 8,2 \text{ N/m} \quad (13)$$

Seja F_{mola} a força exercida pela mola, então:

$$F_{mola} \times 0,037 \leq 8,2 \Leftrightarrow F \leq 221,6 \text{ N} \quad (14)$$

Estão reunidas as condições para determinar a constante da mola (k):

$$k = \frac{F_{mola}}{Y} = \frac{137}{61,1} = 3,63 \text{ N/mm} \quad (15)$$

Considerando o diâmetro *standard* do arame de 2 mm (d) e sendo G o módulo de elasticidade transversal, o número de espiras (N):

$$k = \frac{G \times d^4}{8 \times N \times D^3} \Leftrightarrow N = \frac{E}{2 \times (1 + \nu)} \times d^4 \Leftrightarrow N = \frac{88000 \times 2,5^4}{3,63 \times 8 \times 27^3} \Leftrightarrow N = 6,1 \quad (16)$$

Desta forma, a mola é definida pelos seguintes parâmetros:

- $k=3,63 \text{ N/mm}$
- $d=2,5 \text{ mm}$
- $D=27 \text{ mm}$
- $N=6$

A mola exerce força no braço para auxiliar o movimento de rotação do veio motriz, e consequentemente a abertura da extensão. Para fixar a mola à travessa é utilizado um parafuso de cabeça cônica ISO10642 M6x30 8.8 A2 (Figura 114).

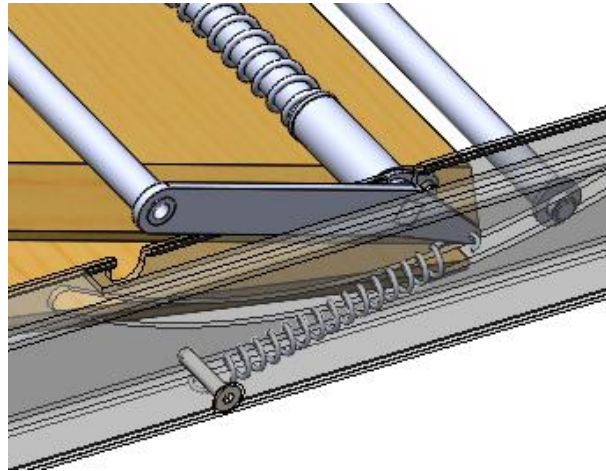


Figura 114 - Parafuso de fixação da mola

3.8. Análise FMEA

De modo a prever falhas que o projeto possa contemplar, elaborou-se um quadro resumo com as mesmas e respetivas ações corretivas. Ao elaborar a Tabela 13 são também detetadas oportunidades de melhoria ao próprio projeto, que podem ser corrigidas antes de avançar com o protótipo.

Tabela 13 - Análise FMEA

Falha	Causa	Consequência	Ação preventiva/corretiva
Tampo não desliza	Demasiado atrito entre perfis do bastidor	Excesso de esforço para o utilizador	Lubrificação melhorada, alteração aos carrinhos
	Bastidor sem esquadria	Perfis podem não estar paralelos e o guiamento fica comprometido	Desenvolver gabarito de controlo para o processo de montagem
	Perfis com deformação permanente	Zonas com bom guiamento e outras zonas com guiamento ineficaz (excesso de atrito)	Desenvolver gama de controlo para os perfis antes da montagem. Rejeitar perfis deformados
Fase de abertura da extensão requer demasiado esforço do utilizador	Falta de compensação de momento	Redução do momento imposto pela mola no veio motriz implica mais esforço ao utilizador	Adicionar outro ponto para aplicação de um sistema semelhante (por exemplo na travessa central) ou redimensionar a mola

Tabela 13 - Análise FMEA (continuação)

Falha	Causa	Consequência	Ação preventiva/corretiva
Fase de abertura da extensão requer demasiado esforço do utilizador (continuação)	Atrito entre rampas e livro	Aumentar a resistência do livro, incrementando o momento sobre o veio motriz	Adicionar componente (por exemplo rolamento) na rampa ou na parte inferior da extensão
	Extensão demasiado pesada	Quanto mais denso o material da extensão mais momento aplica no veio motriz	Definir no catálogo as extensões compatíveis (material e espessura)
Sistema ruidoso	Engrenagens do sistema de transmissão têm excesso de folga	Utilizador pode ouvir barulhos metálicos	Desenvolver etapa de controlo robotizada (análise tridimensional), ou controlo com sonómetro
	Veio auxiliar de guiamento cria ruído ao deslizar na travessa da extremidade	Imperfeições do corte laser podem tornar o sistema de ruído	Além do casquilho do veio auxiliar de guiamento produzir peça em polímero ou maquinação para eliminar imperfeições do corte laser
	Fixação dos pés ao bastidor	Ligação aparafusada entre os pés e o bastidor pode perder tensão, criando ruído metálico	Aplicar anilha de pressão/cónica na ligação aparafusada
	Perfis com deformação permanente	Perfis deformados podem colidir em algum momento no seu deslizamento	Desenvolver gama de controlo para os perfis antes da montagem
	Fixação entre tampo e o perfil exterior	Ligação aparafusada entre o tampo e o perfil exterior pode perder tensão, criando ruído metálico	Aplicar anilha de pressão/cónica na ligação aparafusada
Soldadura do braço ao veio motriz incorreta	Operador soldou o componente na posição errada	Extensão não fica paralela ao tampo	Desenvolver gabarito de soldadura
Correia perdeu tensão	Tensionador cedeu	Correia fica solta/sem tensão	Aplicar fêmea com retenção e anilha de pressão
	Ligação aparafusada do sistema de transmissão cedeu	Correia fica solta/sem tensão	Aplicar cavilhas

3.9. Ferramentas

Neste capítulo são apresentadas algumas ferramentas, cuja necessidade foi detetada na fase de projeto, por exemplo, na análise FMEA prévia, para garantir repetibilidade e sucesso dos processos.

3.9.1. Soldadura do braço ao veio motriz

A necessidade da elaboração de uma ferramenta para este conjunto soldado (Figura 115) prende-se com a necessidade de manter a posição dos braços com as quadras das extremidades do veio motriz. Caso a posição do braço soldado não fique na posição correta, este ficará desalinhado com o outro braço que é montado (não tem operação de soldadura).

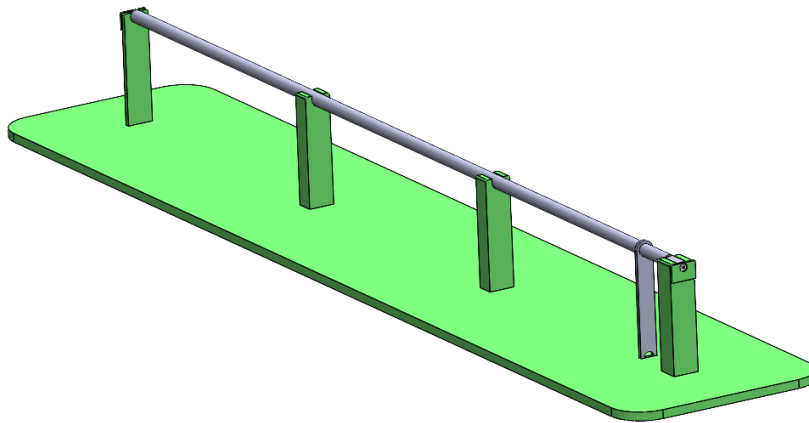


Figura 115 - Ferramenta de soldadura do braço ao veio motriz

Esta ferramenta de auxílio à operação de soldadura, é elaborada com recurso à operação de corte laser e maquinação. O veio é posicionado pelas quadras, no recorte maquinado dos pilares das extremidades, como apresentado na Figura 116. Os pilares das extremidades são de geometria diferente, permitindo a montagem de uma só forma. O braço, tem a sua posição garantida por um rasgo na base, para que seja soldado no lado correto do veio (lado da polia).

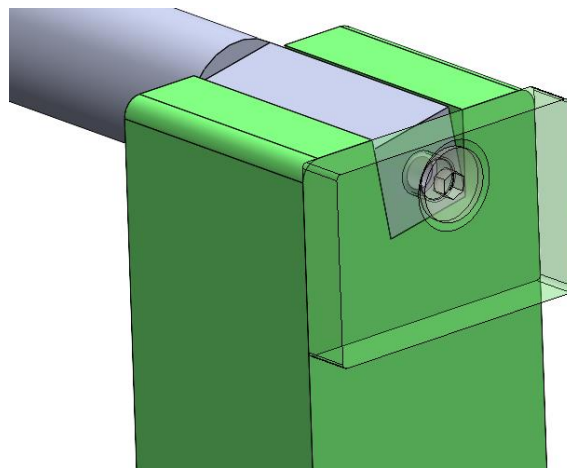


Figura 116 - Posicionamento do veio na ferramenta

A fixação do veio à ferramenta é feita com recurso a um parafuso de cabeça cônica ISO10642 M4x10, e uma quadra obtida por corte laser e operação de escareamento para alojamento da cabeça do parafuso, que é soldada ao pilar (Figura 117). Para manter a verticalidade dos braços, existe uma pequena inclinação nas quadras.

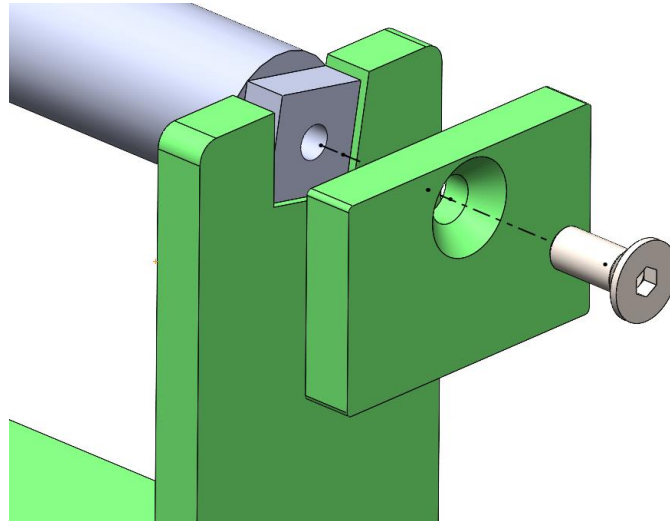


Figura 117 - Vista explodida da fixação do veio

3.9.2. Ferramenta para transporte do conjunto final

O modelo de negócio da empresa acolhedora consiste na venda do mecanismo e não da mesa, já que existe outra entidade intermediária responsável pela colocação dos tampos e extensões, conforme necessidade do consumidor final. Por esta razão, a venda deste equipamento ocorre, por norma, em quantidade (não é venda unitária a consumidor final). Para otimizar o transporte, deverá ser feita uma ferramenta para envio do equipamento, que garanta que o mesmo fica bem acomodado (para não haver danos durante o transporte). Não considerando exceções, o transporte é feito por meio terrestre podendo os veículos ter as dimensões apresentadas na Tabela 14 [98].

Tabela 14 - Dimensões transportes

Tipo de transporte	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
Semi-reboque	13,60	2,48	2,70
Carrinha tipo <i>Sprinter</i>	2,50	1,25	1,35

Desenvolvimento

As dimensões da embalagem são apresentadas na Figura 118.



Figura 118 - Dimensões da embalagem

Tendo em conta estas dimensões, a *rack* de transporte é apresentada na Figura 119. Este tipo de *rack* deve retornar à empresa, após entrega de novos artigos, funcionando em ciclo fechado.

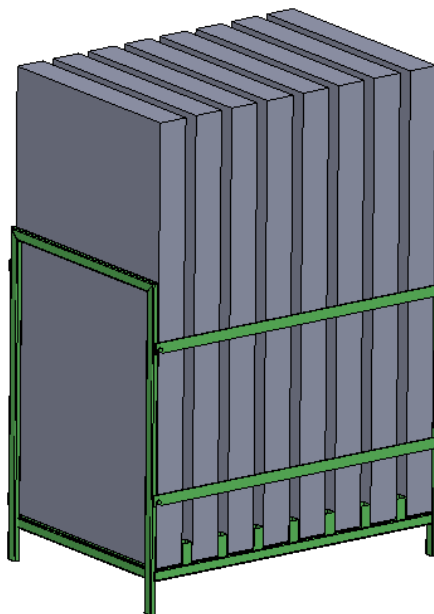


Figura 119 - Rack de transporte

A *rack*, compatível com porta paletes e empilhador, pressupõem abastecimento pela parte frontal, após remoção das barras de fecho apoiadas nos casquilhos maquinados (Figura 120).

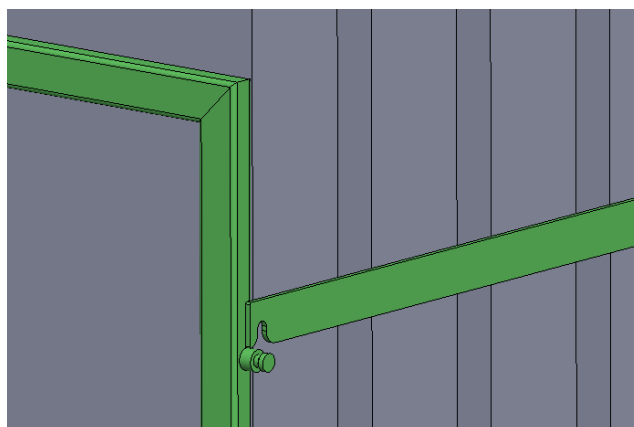


Figura 120 - Barra de fecho

3.10. Análise de custos

Neste capítulo são apresentados os custos dos componentes com a respetiva representação e operações (Tabela 15). Se já produzidos, a sua representação é feita por imagens reais.

Tabela 15 - Análise de custos

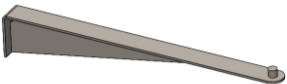



Componente	Representação	Peso (kg)	Custo (€)	Operações
Gatilho <i>click</i>		0,150	8,5	Corte laser, quinagem, corte serrote, soldadura, zincagem
Cremalheira		0,60	16	Corte laser, maquinação, soldadura, zincagem (montagem com elementos normalizados)
Mola de compensação do momento		0,1	0,5	Artigo de compra
Roda dentada (sist. transmissão)		0,59	1,1	Corte laser, zincagem

Tabela 15 - Análise de custos (continuação)

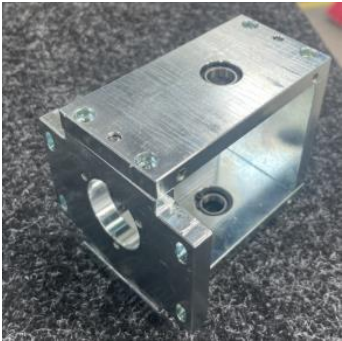
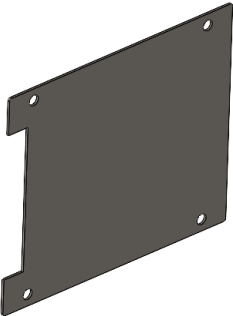
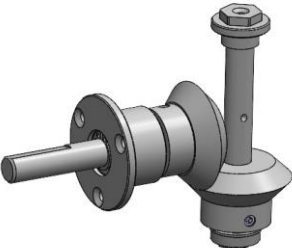
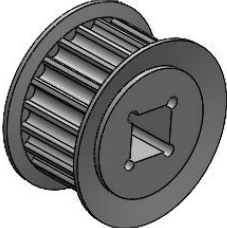
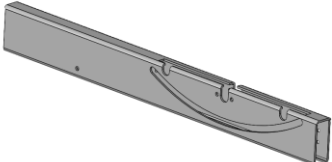
Componente	Representação	Peso (kg)	Custo (€)	Operações
Chapas estruturais (sist. transmissão)		1,2	15	Corte laser, maquinação, zincagem (montagem com elementos normalizados e rolamentos)
Blindagem (sist. transmissão)		0,07	0,8	Corte laser, zincagem
Conjunto veios (sist. transmissão)		0,75	13,2	Maquinação, zincagem (montagem rodas dentadas cónicas e elementos normalizados)
Polia (sist. transmissão)		0,02	7,3	Elemento de compra (quadra maquinada)
Travessa central		2,48	3,5	Corte laser, roscagem, pintura

Tabela 15 - Análise de custos (continuação)


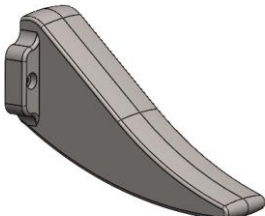


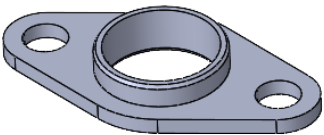
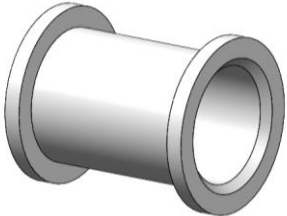

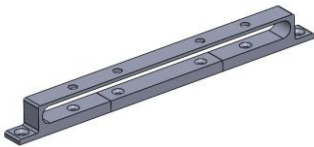

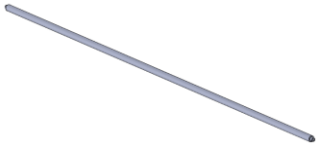

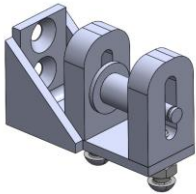
Componente	Representação	Peso (kg)	Custo (€)	Operações
Travessa da extremidade		2,48	3,5	Corte laser, roscagem, pintura
Rampas		0,165	0,32	Injeção
Cunha certo extensão		0,08	0,28	Injeção
Abraçadeira veio auxiliar de guiamento		0,09	0,25	Artigo de compra
Casquilho auto-lubrificado		0,05	4,8	Artigo de compra
Casquilho guiamento		0,05	1,5	Maquinação

Tabela 15 - Análise de custos (continuação)

Componente	Representação	Peso (kg)	Custo (€)	Operações
Bastidor (conjunto montado)		22,9	127	(montagem dos perfis, carrinhos, cabos, polia, serra-cabos)
Guia + Guia central		1,2	14,5	Maquinação, zincagem
Veio motriz		1,33	8,2	Maquinação, zincagem
Veio auxiliar guiamento		1,35	6,5	Maquinação, zincagem
Veio auxiliar de rotação		1,30	6,5	Maquinação, zincagem
Tensionador		1,10	26,5	Corte laser, quinagem, escareamento, soldadura, zincagem, montagem

Feito o estudo do custo dos componentes, é apresentado na Tabela 16 o valor total estimado para a produção do primeiro protótipo.

Tabela 16 - Custo protótipo

Operação	Duração (h)	Custo/h (€)	Custo (€)
Projeto	400	25	10 000
Componentes	N/a	N/a	291
Montagem	6	25	150
Custos administrativos	100	25	2500
Total			12941

Custos extra projeto, estão contemplados no valor “custos administrativos”. Consideram-se neste valor os custos de *sourcing*, qualidade (elaboração de relatórios de controlo, gamas de controlo), gestão de produção e processos (elaboração de ferramentas, preparação de bancadas).

Desta forma, o projeto desenvolvido representa 77% do custo total do primeiro protótipo. Este custo é diluído por todas as unidades produzidas, ou seja, se produzidas 1000 unidades o percentual do projeto baixa para 2%.

Desenvolvimento

4. Conclusão

Neste capítulo, último da dissertação, são apresentadas as conclusões sobre o projeto desenvolvido, assim como os aspetos a melhorar.

4.1. Conclusões finais

Ao longo desta dissertação desenvolveu-se um projeto centrado na versatilidade de uma mesa extensível com surgimento da extensão numa das extremidades de forma semiautomática. De modo geral, considera-se que os objetivos inicialmente propostos foram cumpridos.

Por ser um produto novo, os objetivos da empresa foram pouco limitadores, o que permitiu explorar diferentes *designs* e combinações de subsistemas. Por esta razão, a fase de anteprojecto foi bastante importante, e a utilização do método da matriz de seleção permitiu fazer escolhas ponderadas e devidamente justificadas acerca dos sistemas a implementar.

Reconhece-se que a prototipagem é uma fase fundamental para validação efetiva do projeto, seja para validar o conceito ou verificar a viabilidade de produção, e testar questões ergonómicas e de utilização do equipamento. No entanto, não foi possível incluir o protótipo e a sua análise nesta dissertação, visto que este não ficou concluído em tempo útil por fatores internos da empresa acolhedora. Nota-se que existem melhorias que podem ser aplicadas após passada a fase de protótipo, que requer investimentos extra pela empresa acolhedora (por exemplo moldes de injeção para redução de custo de fabrico).

Por ser benéfico para a empresa, o sistema foi desenvolvido de forma a ser compatível com um bastidor já produzido, embora este último criasse restrições a nível de projeto, sobretudo devido à falta de espaço. Esta decisão permite que o produto seja mais compatível com os já produzidos, e que a sua entrada em produção seja facilitada. O esforço do utilizador foi minimizado ao dimensionar uma mola que auxilie o movimento de abertura da extensão. O sistema fica contido nos limites do bastidor, havendo uma zona em que o sistema de transmissão sobressai, mas que antropometricamente não interfere com o utilizador. A aplicação do veio auxiliar de guiamento permite que o movimento de abertura da extensão seja bastante contido, ao contrário dos sistemas habituais e abertura manual.

Em suma, este projeto representa uma solução inovadora e ajustada aos objetivos, oferecendo à empresa acolhedora uma base sólida para o desenvolvimento de um produto inovador e mecanicamente capaz.

4.2. Limitações e trabalhos futuros

O desenvolvimento deste projeto revelou-se desafiante em diversos aspetos. Uma das principais dificuldades sentidas prendeu-se com o facto de haver pouco suporte científico disponível no setor do mobiliário. Comparativamente a outras áreas da engenharia mecânica, esta indústria está atrasada no que toca a documentação técnica e investigação científica. Por ser um mecanismo inovador, não foi possível realizar uma comparação direta com produtos concorrentes existentes no mercado. Por um lado, esta limitação valida que de facto o mecanismo é inovador, mas também torna evidente a necessidade de desenvolvimento de um protótipo para validação aprofundada do projeto.

Durante o desenvolvimento do projeto houve cuidado extra em tornar o sistema mecanicamente simples para reduzir custos e minimizar falhas. Ainda assim, a aplicação de atuadores lineares tornaria o sistema mais atraente para o consumidor final, e possivelmente o preço não seria desenquadrado com o preço estimado deste equipamento.

Findado o projeto, constata-se que ficaram em falta alguns pontos que tornariam o projeto mais completo:

- Manual do utilizador - Desenvolver um manual de utilizador, mesmo que o funcionamento da mesa seja intuitivo;
- Sistema de segurança - Para limitar o acesso a adultos, e para que a mesa no estado aberto fique completamente estática;
- Estudo de produção em série - Analisar preço da produção em série. Substituir operação de maquinação por operação de injeção em peças plásticas, estudar o *break even*;
- Documento de compatibilidade - Documento que especifica os pés e os tampos compatíveis com o sistema (dimensões, posição da furação e peso).

Referências

1. Vickery, S.K., C.L. Droge, J.M. Yeomans, e R.E. Markland, *Time-based competition in the furniture industry*. Production and Inventory Management Journal, 1995. **36**(4): p. 14.
2. *Sinopse Indústria do Mobiliário*. 2017 [Citado em 2024; Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.dgae.gov.pt/gestao-de-ficheiros-externos-dgae-ano-2018/sinopse-industria-do-mobiliario_2017_vf-pdf.aspx&ved=2ahUKewjjrbfQ8KaFAxWOTKQEHb8vBzsQFnoECBEQAQ&usg=AOvVaw0JqMaOwf05d4DR0s7ZVIfQ].
3. Han, X., Y. Wen, e S. Kant, *The global competitiveness of the Chinese wooden furniture industry*. Forest Policy and Economics, 2009. **11**(8): p. 561-569.
4. Kaplinsky, R., M. Morris, e J. Readman, *The Globalization of Product Markets and Immiserizing Growth: Lessons From the South African Furniture Industry*. World Development, 2002. **30**(7): p. 1159-1177.
5. Jivkov, V., *Keynote address ix international scientific and technical conference innovations in forest industry and engineering design -inno 2018 state and trends in the development of the world, european and bulgarian furniture industries*, in *9th International Scientific and Technical Conference Innovations in Forest Industry and Engineering Design*. 2020: Sofia, Bulgaria. p. 7-16.
6. *Internal Market, Industry; Entrepreneurship and SME's: Furniture Industry*. 2024 [Citado em Março 2024; Disponível em: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/related-industries/forest-based-industries/furniture-industry_en].
7. Falheiro, M.S., A.K. Sato, C.B. Bigon, J.H. Souen, J.B.P. Nascimento, E. Martins, e M.S.G. Tsuzuki, *Smart Configurator to Integrate Customized Furniture Design and Fabrication*. IFAC-PapersOnLine, 2022. **55**(2): p. 205-210.
8. *Mobiliário: Design e Exportação 2023* [Citado; Disponível em: <https://www.ccip.pt/pt/newsletter-internacional/361-mobiliario-design-e-exportacao>].
9. *Associados, IKEA 2024* [Citado; Disponível em: <https://cotecportugal.pt/associates/ikea/>].
10. Le, T.T.H., B. Agard, e S. Deveault, *Decision support system based on socio-demographic segmentation and distribution channel analysis in the US furniture market*, in *International Conference on Industrial Engineering and Systems Management 2009*: Montreal, Canada.
11. Adu, G., S. Adu, B. Effah, K. Frimpong-Mensah, e N.A. Darkwa, *Office furniture design—correlation of worker and chair dimensions*. International Journal of Science and Research, 2014. **3**(3): p. 709-715.

Referências

12. FAMO Bench. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.famo.pt/PRODUCTS/SENSES/WORKSTATION>].
13. RS Workbenches. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://uk.rs-online.com/web/c/power-tools-soldering-welding/workshop-tools/workbenches/>].
14. Sánchez-Roldán, Z., M. Martín-Morales, I. Valverde-Espinosa, e M. Zamorano, *Technical feasibility of using recycled aggregates to produce eco-friendly urban furniture*. Construction and Building Materials, 2020. **250**: p. 1-10.
15. Soffritti, C., L. Calzolari, M. Chicca, R. Bassi Neri, A. Neri, L. Bazzocchi, e G.L. Garagnani, *Cast iron street furniture: A historical review*. Endeavour, 2020. **44**(3).
16. *How urban spaces are transforming and the role of street furniture*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.artformurban.co.uk/news/post/how-urban-spaces-are-transforming-and-the-role-of-street-furniture.html>].
17. Yang, D., *Design for environmentally sustainable furniture systems – the knowledge and know-how of furniture life cycle design and furniture sustainable product-service system design*. The Design Journal, 2023. **26**(3): p. 503-514.
18. Bumgardner, M.S. e D.L. Nicholls, *Sustainable Practices in Furniture Design: A Literature Study on Customization, Biomimicry, Competitiveness, and Product Communication*. Forests, 2020. **11**(12).
19. Ševčíková, R. e Ľ. Knošková, *Sustainable Design in the Furniture Industry*. 2021.
20. *Turning river plastic into on-of-a-kind products*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://sungaidesign.com/>].
21. Gutierrez, C., R. Panameño, A. Pérez Velázquez, B. Álvarez, A. Kiperstok, e S. César, *Cleaner Production Applied in a Small Furniture Industry in Brazil: Addressing Focused Changes in Design to Reduce Waste*. Sustainability, 2017. **9**: p. 1867.
22. de Souza Pinho, G.C., J.L. Calmon, D.L. Medeiros, D. Vieira, e A. Bravo *Wood Waste Management from the Furniture Industry: The Environmental Performances of Recycling, Energy Recovery, and Landfill Treatments*. Sustainability, 2023. **15**.
23. Koc, K.H., E.S. Erdinler, E. Hazir, e E. Öztürk, *Effect of CNC application parameters on wooden surface quality*. Measurement, 2017. **107**: p. 12-18.
24. *CNC Machines - Keeping our Furniture a Cut Above*. 2020 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.samuelsonfurniture.com/post/cnc-machines-keeping-our-furniture-a-cut-above>].
25. Contero, M., D. Pérez-López, P. Company, e J.D. Camba, *A quantitative analysis of parametric CAD model complexity and its relationship to perceived modeling complexity*. Advanced Engineering Informatics, 2023. **56**.
26. Yang, S. e P. Du, *The Application of 3D Printing Technology in Furniture Design*. Scientific Programming, 2022. **2022**.
27. Jiang, W., D. Lu, e N. Zhao, *A New Design Approach: Applying Optical Fiber Sensing to 3D-Printed Structures to Make Furniture Intelligent*. Sustainability, 2023. **15**(24): p. 16715.
28. *12 Pieces of Smart Furniture You'll Actually Wanna Buy*. 2017 [Citado em 2024; Disponível em: <https://medium.com/the-gadget-flow/12-pieces-of-smart-furniture-youll-actually-wanna-buy-60fe85508a66>].
29. Fiorentino, M., M. Ricci, A. Evangelista, V.M. Manghisi, e A.E. Uva, *A Multi-Sensory In-Store Virtual Reality Customer Journey for Retailing: A Field Study in a Furniture Flagship Store*. Future Internet, 2022. **14**(12).
30. Zahra, N., *Role of artificial intelligence technology in the development of furniture design Process*. International Design Journal, 2023. **13**(6): p. 503-520.

31. van Kleef, E., H.C.M. van Trijp, e P. Luning, *Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques*. Food Quality and Preference, 2005. **16**(3): p. 181-201.
32. Aprillita, M., C. Atmodjo, M. Kartawijaya, N. Adrian, F. Jusuf, L.G. Daywin, L. Widodo, A. Adianto, L.L. Salomon, e A.P. Irawan, *An Ergonomic Approach to Design Restaurant Dinning Table During the Covid-19 Pandemic for Indonesian Society*. Eye, 2021. **60**(78.1): p. 2785-2797.
33. Kłos, R. e B. Fabisiak, *Possibilities of reliability theory application in the process of furniture design*. Wood Research, 2013. **58**(1): p. 113-121.
34. Arnette, A.N., B.L. Brewer, e T. Choal, *Design for sustainability (DFS): the intersection of supply chain and environment*. Journal of Cleaner Production, 2014. **83**: p. 374-390.
35. *Design for X (DFX) Methods*. 2021 [Citado em 2024 28/04/2024]; Disponível em: <https://fractory.com/design-for-x-dfx/>.
36. Chowdary, B.V., M.-A. Richards, e T. Gokool, *Redesign of a Furniture Industry Component: A Sustainable Design Approach*. West Indian Journal of Engineering, 2019. **41**(2).
37. Aliyu, U., A. Tokan, B. Abur, e M. Bawa, *Design and construction of a drafting table and chair using ergonomic principles*. International Journal of Multidisciplinary and Current Research, 2014. **2**: p. 973-976.
38. Xu, J., Z. Tu, S. Zhang, J. Tan, e G. Wang, *Customized Design for Ergonomic Products via Additive Manufacturing Considering Joint Biomechanics*. Chinese Journal of Mechanical Engineering: Additive Manufacturing Frontiers, 2023. **2**(3).
39. *The adjustment mechanisms of office chairs*. 2020 [Citado; Disponível em: <https://www.cufmilano.com/en/the-adjustment-mechanisms-of-office-chairs/>].
40. Atef Shamaileh, A., *Critical analysis of ergonomic and materials in interior design for residential projects*. Materials Today: Proceedings, 2022. **65**: p. 2760-2764.
41. Taifa, I.W. e D.A. Desai, *Anthropometric measurements for ergonomic design of students' furniture in India*. Engineering Science and Technology, an International Journal, 2017. **20**(1): p. 232-239.
42. Syam, N.B. e N. Kumar, *On Customized Goods, Standard Goods, and Competition*. Marketing Science, 2006. **25**(5): p. 525-537.
43. Franke, N., P. Keinz, e C.J. Steger, *Testing the Value of Customization: When Do Customers Really Prefer Products Tailored to Their Preferences?* Journal of Marketing, 2009. **73**(5): p. 103-121.
44. Tsang, Y.P., C.H. Wu, K.-Y. Lin, Y.K. Tse, G.T.S. Ho, e C.K.M. Lee, *Unlocking the power of big data analytics in new product development: An intelligent product design framework in the furniture industry*. Journal of Manufacturing Systems, 2022. **62**: p. 777-791.
45. Tu, Y.L., S.Q. Xie, e R.Y.K. Fung, *Product Development Cost Estimation in Mass Customization*. IEEE Transactions on Engineering Management, 2007. **54**(1): p. 29-40.
46. *Why Modular Design is the Future of Furniture*. 2023 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/why-modular-design-future-furniture-hoek-home>].
47. Ulay, G. e O. Yeler, *WOOD AND WOOD BASED MATERIALS IN URBAN FURNITURE USED IN LANDSCAPE DESIGN PROJECTS*. Wood Industry and Engineering, 2020. **2**(1): p. 35-44.
48. Karimova Dilnoza, E. e u. Shamatov Jalol Ishpulat, *Modern Materials for Furniture Design*. International Journal on Integrated Education, 2022. **5**(3): p. 305-309.
49. Liu, Y., Y. Ma, M. Lou, H. Zhao, e Y. Li, *Flow drill screw (FDS) technique: A state-of-the-art review*. Journal of Manufacturing Processes, 2023. **103**: p. 23-52.

Referências

50. Ayırlımis, N., *A review on electrostatic powder coatings for the furniture industry*. International Journal of Adhesion and Adhesives, 2022. **113**: p. 103062.
51. *Powder Coating vs. Paint*. 2023 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.finishingsystems.com/blog/powder-coating-vs-paint/>].
52. *The Truth About Powder Coating for Cars*. 2019 [Citado em 2024; Disponível em: <https://avalonking.com/blogs/guides/the-truth-about-powder-coating-for-cars>].
53. Wang, X., X. Zhou, Z. Xia, e X. Gu, *A survey of welding robot intelligent path optimization*. Journal of Manufacturing Processes, 2021. **63**: p. 14-23.
54. *Robotic Welding vs. Manual Welding*. 2022 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.motofil.com/en/article/72/robotic-welding-vs-manual-welding/>].
55. Podskarbi, M., J. Smardzewski, K. Moliński, e M. Molińska-Glura, *Design methodology of new furniture joints*. Drvna industrija, 2016. **67**(4): p. 371-380.
56. *HT 20050 RASTEX 15/12 NIKL BEZ OSAZENÍ V*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.demos-trade.eu/ht-20050-rastex-15-12-nikl-bez-osazeni-v/>].
57. Rama Murthy, S. e M. Mani, *Design for sustainability: The role of CAD*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012. **16**(6): p. 4247-4256.
58. *Dolls House Furniture Part 1 – Tutorial*. 2020 [Citado em 2024; Disponível em: <https://blogs.solidworks.com/tech/2020/11/dolls-house-furniture-part-1-tutorial.html>].
59. Kim, S.J., S.G. Kim, K.S. Oh, e S.K. Lee, *Excitation force analysis of a powertrain based on CAE technology*. International Journal of Automotive Technology, 2008. **9**(6): p. 703-711.
60. Feldhausen, T., L. Heinrich, K. Saleeby, A. Burl, B. Post, E. MacDonald, C. Saldana, e L. Love, *Review of Computer-Aided Manufacturing (CAM) strategies for hybrid directed energy deposition*. Additive Manufacturing, 2022. **56**: p. 102900.
61. Yang, D.Y., D.G. Ahn, C.H. Lee, C.H. Park, e T.J. Kim, *Integration of CAD/CAM/CAE/RP for the development of metal forming process*. Journal of Materials Processing Technology, 2002. **125-126**: p. 26-34.
62. Matta, A.K., D.R. Raju, e K.N.S. Suman, *The Integration of CAD/CAM and Rapid Prototyping in Product Development: A Review*. Materials Today: Proceedings, 2015. **2**(4): p. 3438-3445.
63. Premier, A. *Smart solar urban furniture: design, application, limits and potentials*. in *Imaginable Futures: Design Thinking, and the Scientific Method, 54th International Conference of the Architectural Science Association*. 2020.
64. Fiorentino, M., M. Ricci, A. Evangelista, V.M. Manghisi, e A.E. Uva *A Multi-Sensory In-Store Virtual Reality Customer Journey for Retailing: A Field Study in a Furniture Flagship Store*. Future Internet, 2022. **14**, DOI: 10.3390/fi14120381.
65. Bodenschatz, U. e M. Rosenthal, *3D printing of a wood-based furniture element with liquid deposition modeling*. European Journal of Wood and Wood Products, 2024. **82**(1): p. 241-244.
66. Smardzewski, J. e D. Kramski, *Modelling stiffness of furniture manufactured from honeycomb panels depending on changing climate conditions*. Thin-Walled Structures, 2019. **137**: p. 295-302.
67. Hajdarevic, S., M. Kitek Kuzman, M. Obucina, S. Vratuša, T. Kušar, e M. Kariž, *Strength and stiffness of 3D-printed connectors compared with the wooden mortise and tenon joints for chairs*. Wood Material Science & Engineering, 2023. **18**(3): p. 870-883.
68. Wang, S., *An analysis of transformable space saving furniture*. 2013.
69. Jun Hao, T. e M.A. Selimin, *Extendable Dining Table Inspired by Air Hockey Table for Open Concept House*. Research in Management of Technology and Business, 2021. **2**(1): p. 246-258.

70. Varghese, E., S. Kumar, e H. Lohit, *Design of multipurpose modular, flexible and space-saving dining table*. SASTech-Technical Journal of RUAS, 2011. **10**(2): p. 103-111.
71. *Denver Oak Extending Dining Table (with U-shaped metal legs)*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.casa-furniture.co.uk/denver-oak-extending-dining-table-with-u-shaped-metal-legs/p4206>].
72. *How Extending Dining Tables Work*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.fcilondon.co.uk/blog/how-extending-dining-tables-work>].
73. *Universal CENTRAL MOVE*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.muvv.pt/universal.html>].
74. *Muvv - Sliding System frames*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=BPZp022Np-Q>].
75. *SKF Rolamento*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.skf.com/pt/products/rolling-bearings>].
76. *Casquilhos deslizantes iglidur®: autolubrificados!* 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.igus.pt/info/casquilhos-deslizantes-iglidur>].
77. *3D Printing Machine*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.igus.co.uk/info/manus-2015-3d-printer-3>].
78. *Slide Rail*. 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.thk.com/?q=uk/node/4544>].
79. *STEEL BASIC 37* 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.poettker.com/en/product/basic-37-light-37/>].
80. *What is a gear?* 2019 [Citado em 2024; Disponível em: <https://blog.igus.eu/knowledge-base/what-is-a-gear/>].
81. MAŇÁK, H., *Safety requirements for adjustable furniture with electric actuators*. Pro Ligno, 2015. **11**(4).
82. Takashima, K., N. Aida, H. Yokoyama, e Y. Kitamura. *TransformTable: a self-actuated shape-changing digital table*. in *Proceedings of the 2013 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces*. 2013.
83. *Automatic Self Folding Dining Table Voice Activated*. 2024 [Citado; Disponível em: <https://nevonprojects.com/automatic-self-folding-dining-table-voice-activated/>].
84. *Electric vs. Manual Crank vs. Converter: Which Standing Desk To Choose?* 2024 [Citado em 2024; Disponível em: <https://desky.com/blogs/news/electric-manual-converter-desk-comparison>].
85. Mohamad, M.A.H., I. Amir Safwan, O. Nurfarahin, A. Ahmad Basri, Z. Muhammad Shahrul, W. Abdullah, e I. Tuan Mohd Hafeez Tuan, *Portable Extendable Dining Table*. Multidisciplinary Applied Research and Innovation, 2024. **5**(1): p. 267-274.
86. Vinci P, A., A. Nice Jave, A. Ralf Kyle W, A. Reshlie O, A. Lea May, B. Monic I, B. Nicole Faith B, B. Renamie D, C. John Vincent G, e F. Erica R, *Innovated Expandable Office Table with Led Strips Imperative usage for Technology Students*. BEST JOURNAL OF INNOVATION IN SCIENCE, RESEARCH AND DEVELOPMENT, 2024. **3**(5): p. 593-617.
87. Nur Fatiha, K. e J. Abdul Halip, *Extendable Coffee Table Influenced By Beijing's CCTV Tower*. Research in Management of Technology and Business, 2021. **2**(1): p. 376-388.
88. *INOVOCORTE LOCALIZAÇÃO*. [Citado em 2024; Disponível em: <https://www.inovocorte.pt/localizacao>].
89. *INOVOCORTE THE POWER OF METAL*. 2025 [Citado em 2025; Disponível em: <https://www.inovocorte.pt/>].
90. *Engrenagem cônica*. 2025 [Citado; Disponível em: <https://norem.es/pt/Vis%C3%A3o-geral-de-produtos/Sistemas-e-componentes-para-a-constru%C3%A7%C3%A3o-de-m%C3%A1quinas-e-equipamentos/22000/Caixa-de-engrenagens/Engrenagem-c%C3%B4nica/p/agid.20283>].

Referências

91. *Muvv - Sliding system frames*. 2024: Youtube.
92. *Molas de torção: o que você precisa saber?* 2023 [Citado em 2025; Disponível em: <https://www.isomol.com.br/blog/molas/molas-de-torca-o-que-voce-precisa-saber/>].
93. *Tração*. 2024 [Citado em 2025 Disponível em: <https://www.soaressimoes.com/tracao/>].
94. *BAVARIA Mola a gás 350N*. [Citado em 2025; Disponível em: <https://www.svb24.pt/pt/bavaria-mola-a-gas-350n.html>].
95. *Apontamentos Moodle SMPFA 2024/2025*. 2025: Moodle ISEP
96. *Loja online de casquilhos com flange de dois furos*. [Citado em 2025; Disponível em: <https://www.igus.pt/iglidur-ibh/casquilhos-com-flange-de-dois-furos>].
97. [Citado em 2025; Disponível em: <https://www.wurth.com.br/p/7487511/inserto-roscado-para-madeira-zincado-m6-x-13mm-embalagem-com-100-unidades-wurth-06836-13-kit>].
98. *Apontamentos Moodle LOGIS 2024/2025*. Moodle ISEP.

Declaração de Integridade

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

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

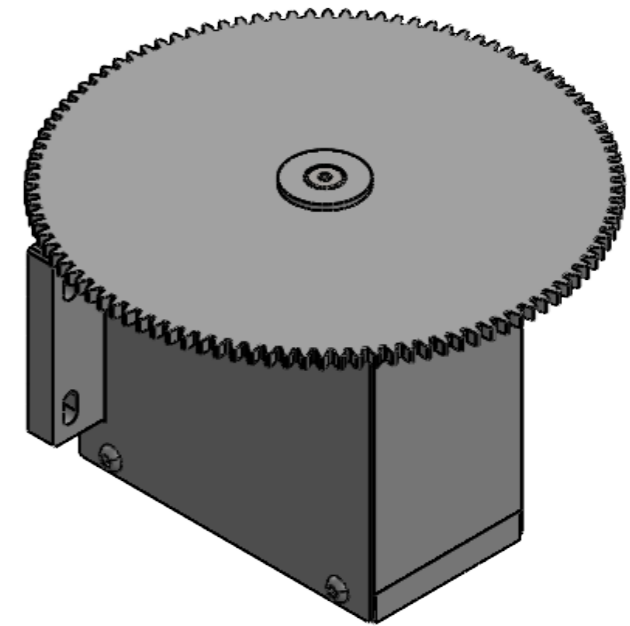
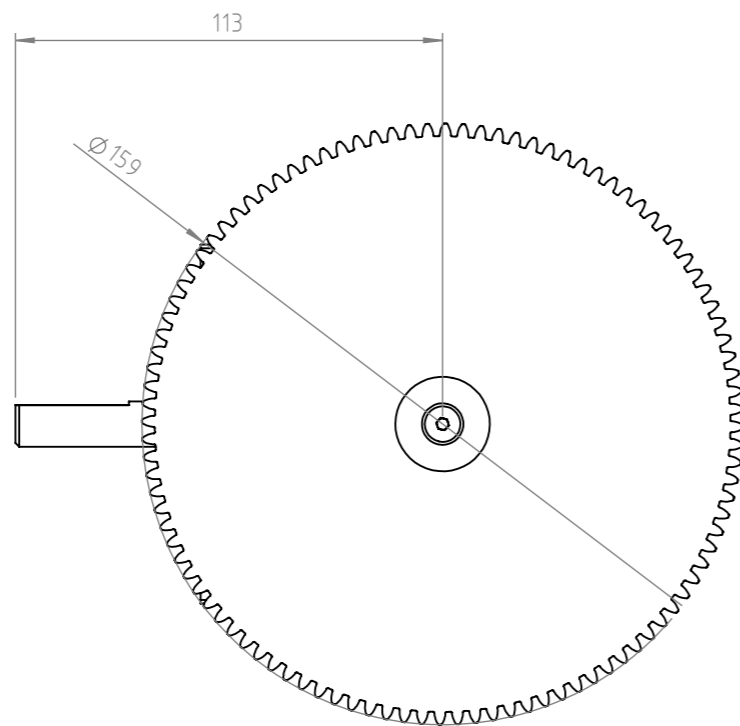
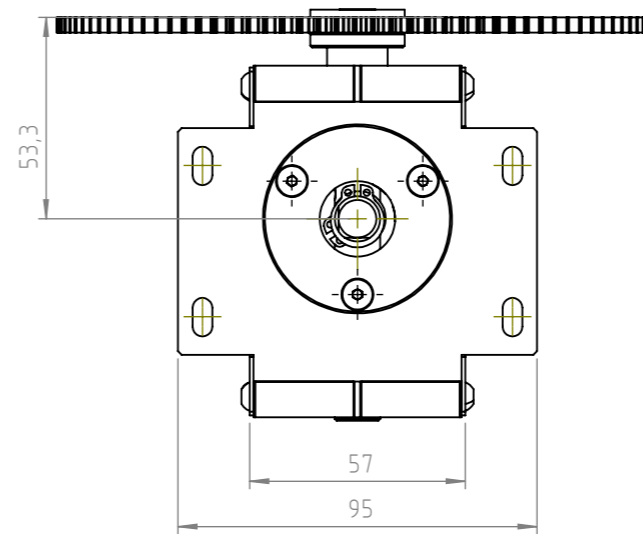
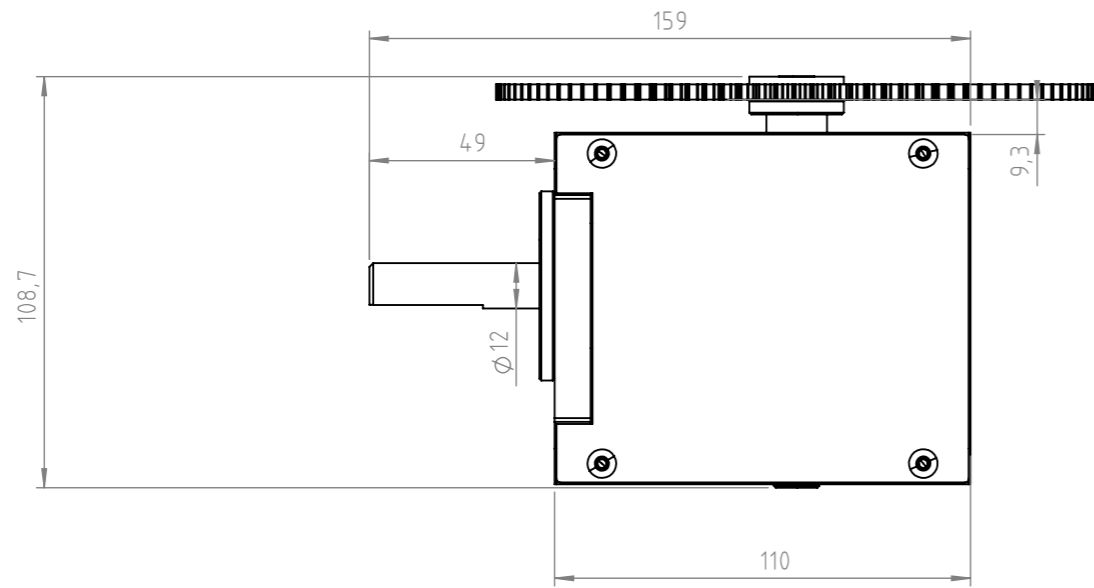
Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

NOME: José João da Silva Ferreira

ISEP, Porto, 14 de junho de 2025

Apêndice A

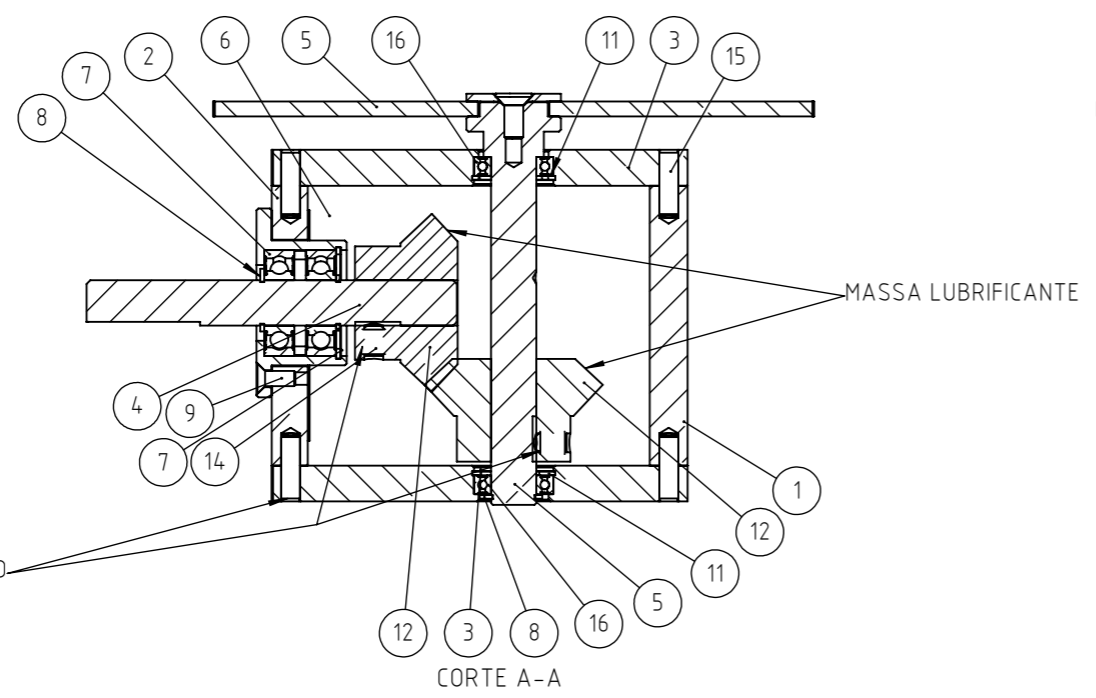
Apêndice A



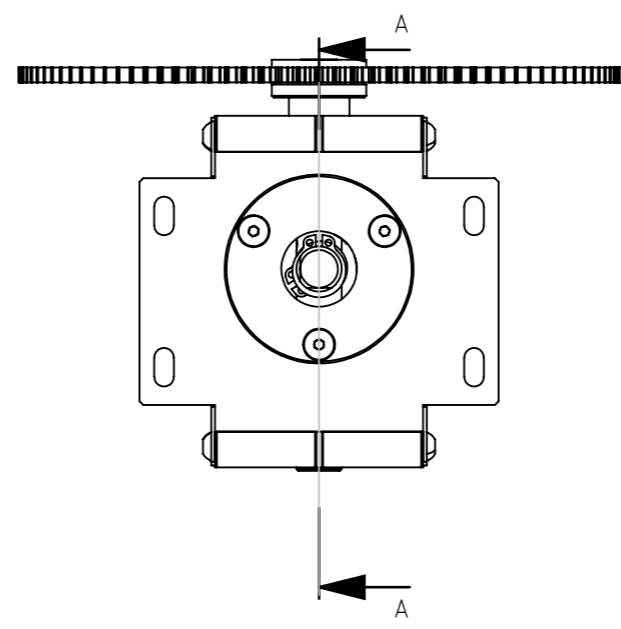
QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:	QUEBRAR ARESTA 0.2X45°	√ Ra 6.3
MATERIAL:	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	1- 300P34 - MONTAR	
DIMENSÕES: 226.9 X 159 X 109	ESPESSURA:	PESO KG: 2.9	2-
TRAT. SUPERFICIAL:	3-		
DESENHADO 13/06/2025 JFERREIRA	4-		
APROVADO 13/06/2025 JFERREIRA	5-		
DESCRICHÃO: SISTEMA TRANSMISSÃO 90° 1:1	6-		
	7-		
	8-		



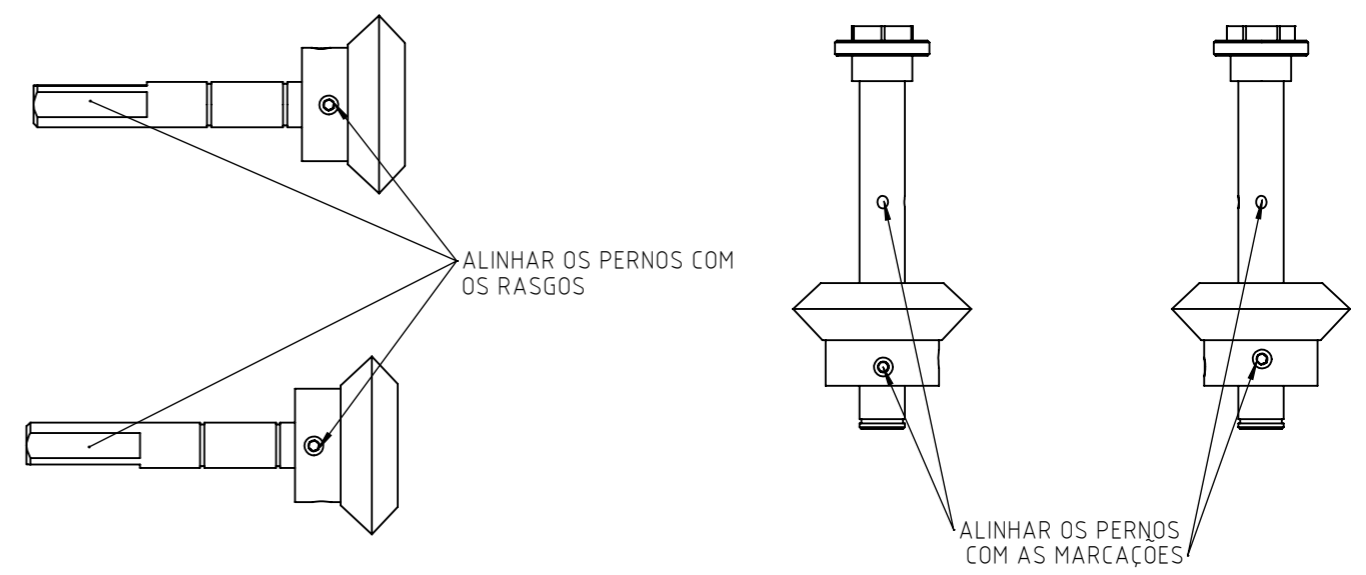
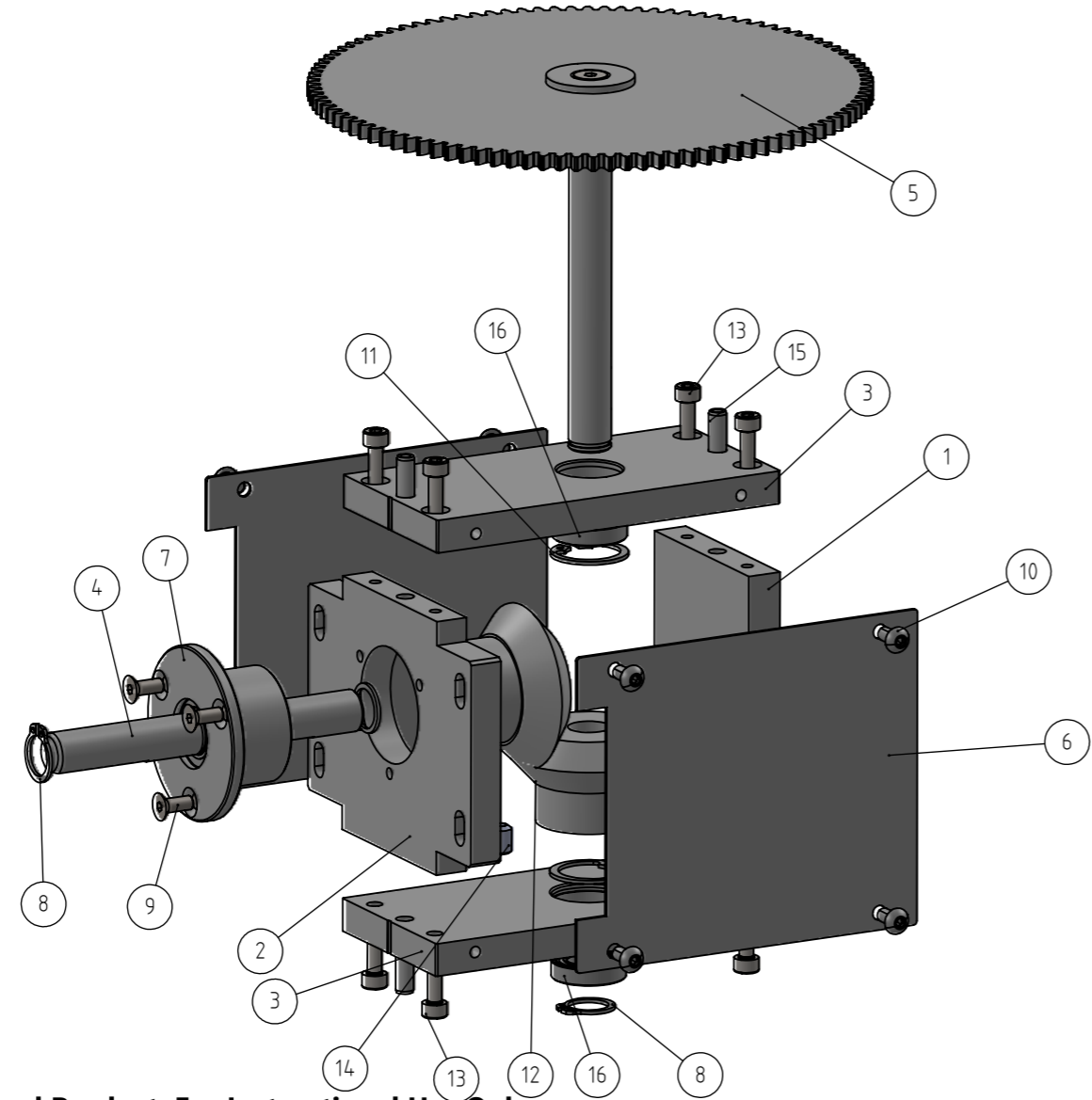
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA	
IN00-00000323-27-D	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 2	1:2	



APLICAR FIXADOR DE ROSCAS
LOXEAL 55-03 (AZUL)
NA MONTAGEM DA TRANSMISSÃO

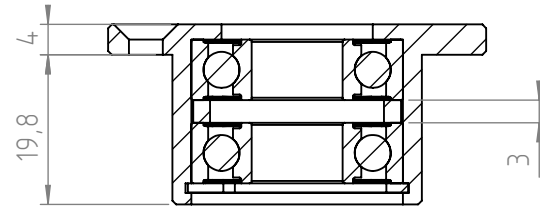
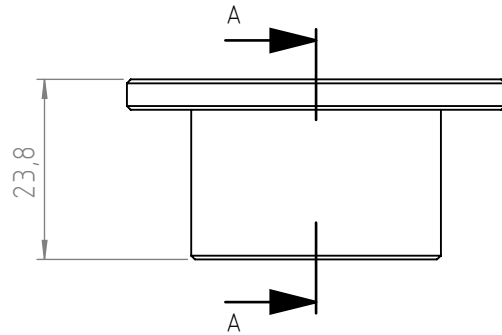


ITEM NO.	REFERENCIA	DESCRIÇÃO	QTY.
1	IN00-00000125-02-B	CHAPA TRASEIRA	1
2	IN00-00000125-03-B	CHAPA FIXAÇÃO	1
3	IN00-00000125-04-B	MANCAL BASE E SUPERIOR	2
4	IN00-00000125-07-D	VEIO HORIZONTAL	1
5	IN00-00000323-36-D	COROA COM VEIO	1
6	IN00-00000125-11-A	BLINDAGEM	2
7	IN00-00000125-12-A	MANCAL ROLAMENTO DUPLO	1
8	MC00-00000113	FREIO EXTERIOR DIN471 Ø12x1	3
9	MC00-00000091	PARAF CAB CON SEXT INT DIN7991 M4X10 8_8 ZN	3
10	MC00-00000112	PARAF. CAB. OVAL SEXT. INT. ISO 7380 M4X8 8.8 ZN	8
11	MC00-00000201	FREIO INTERIOR DIN472 Ø21x1	2
12	IN00-00000125-14-B	ENGRENAGEM CÔNICA (NORELEM 22430-015110030) RETRABALHADA	2
13	MC00-00000165	PARAF. CAB. CIL. SEXT. INT. DIN912 M4X12 8.8 ZN	8
14	MC00-00002588	PERNO SEXT. INT. PONTA CONCAVA DIN916 M6X8 ZN	4
15	MC00-00000167	PINO GUIA PARALELO DIN 7979 Ø5m6X18	4
16	MC00-00000200	ROLAMENTO RÍGIDO DE ESFERAS 61801-2RS	2

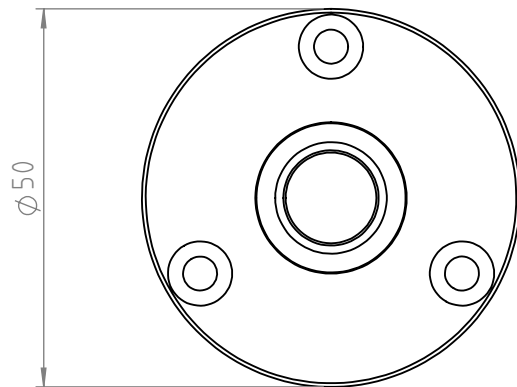
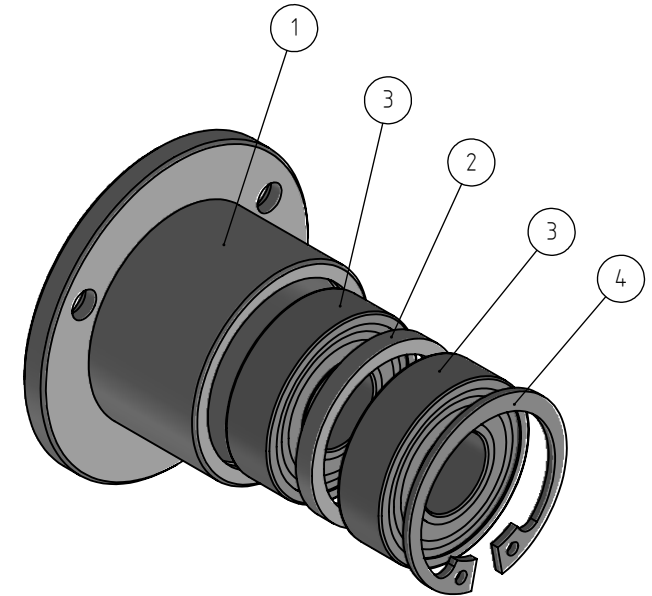


MATERIAL:	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	1- 300P34 - MONTAR
DIMENSÕES: 226.9 X 159 X 109	ESPESSURA:	2-
TRAT. SUPERFICIAL:	PESO KG: 2.9	3-
DESENHADO 13/06/2025	JFERREIRA	4-
APROVADO 13/06/2025	JFERREIRA	5-
DESCRIÇÃO: SISTEMA TRANSMISSÃO 90° 1:1		6-
		7-
		8-
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-00000323-27-D	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003 DIMENSÕES (mm)	FORMATO A4
		FOLHA 2 / 2
		ESCALA 1:2

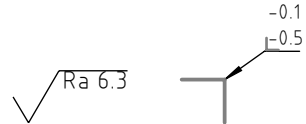
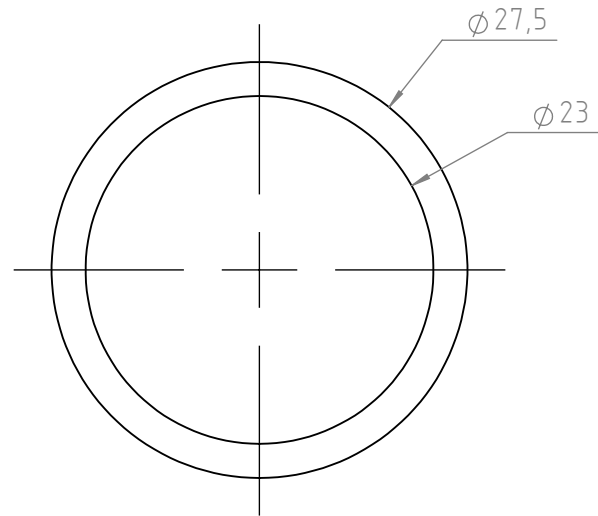
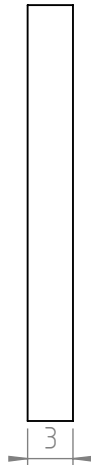
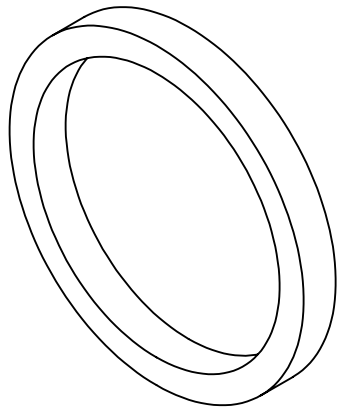
ITEM NO.	REFERENCIA	DESCRIÇÃO	QTY.
1	IN00-00000125-05-A	MANCAL FRONTAL	1
2	IN00-00000125-06-A	ANILHA ESPAÇADOR ROLAMENTO	1
3	MC00-00000199	ROLAMENTO RÍGIDO DE ESFERAS 6001-2RS	2
4	MC00-00000202	FREIO INTERIOR DIN472 Ø28X1.2	1



CORTE A-A



QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:	QUEBRAR ARESTA 0.2X45°	√ Ra 6.3
MATERIAL: VR00 - VARIOS	TIPO MATERIAL:		
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:		
DIMENSÕES: 54 X 54 X 23.8	ESPESSURA:	PESO KG: 0.1	
TRAT. SUPERFICIAL:			
DESENHADO	13/06/2025	JOSEFERREIRA	
APROVADO	13/06/2025	JOSEFERREIRA	
DESCRIÇÃO: MANCAL ROLAMENTO DUPLO			
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-00000125-12-A	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003-B	FORMATO
	DIMENSÕES (mm)	A4	FOLHA
		1 / 1	ESCALA
		1:1	

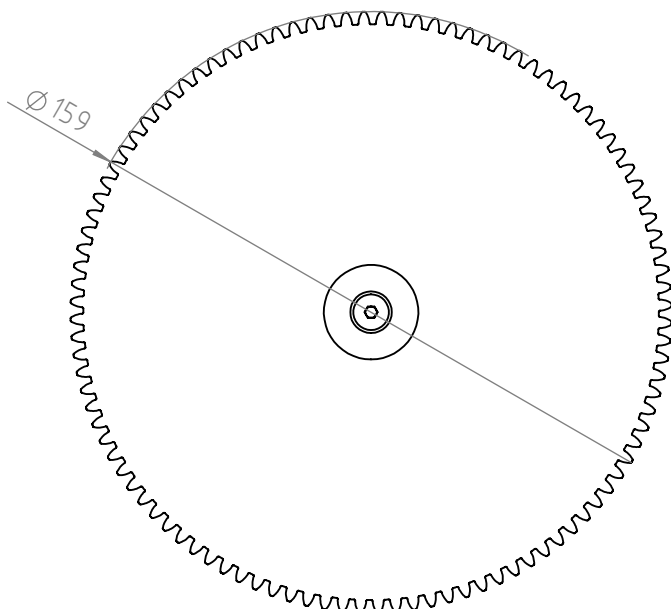
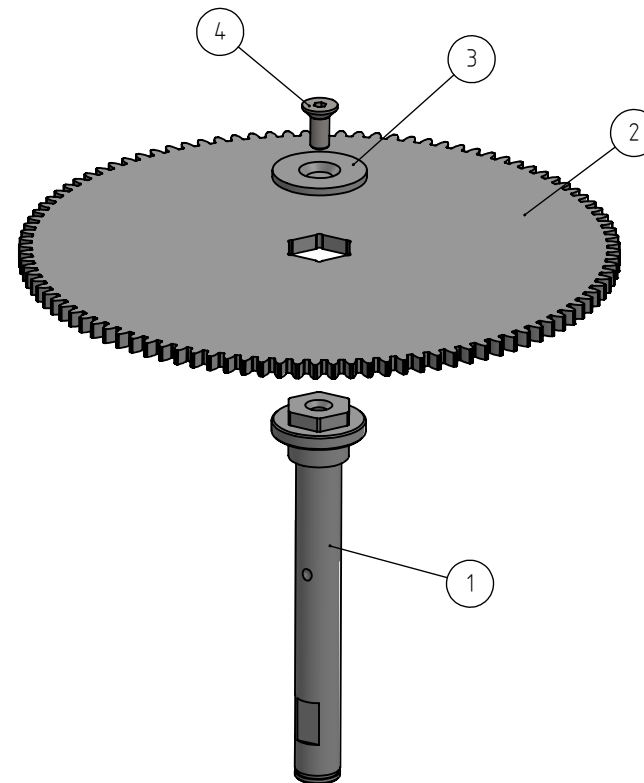
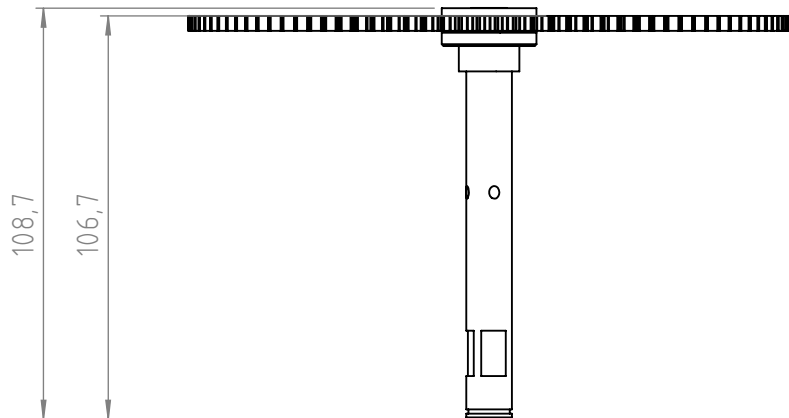


QUANTIDADE: MATRIZ DE QUINAGEM:

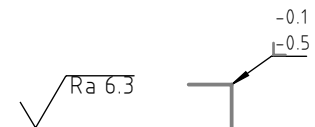
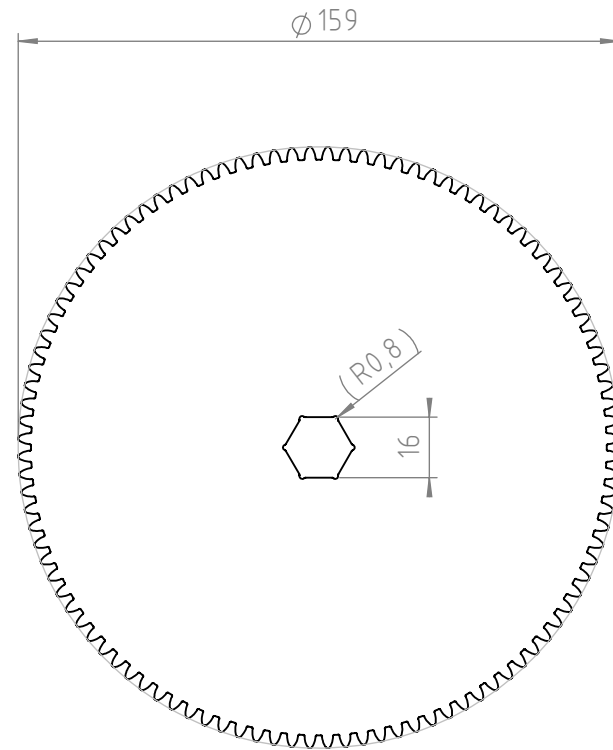
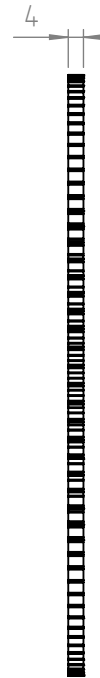
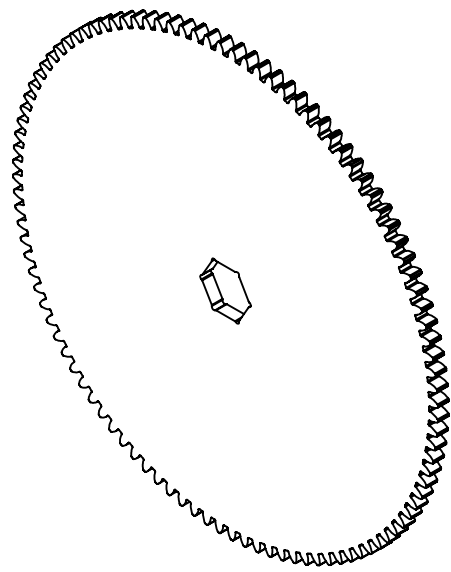
MATERIAL: ST37-2		TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: CORTE LASER CHAPA	1-laser chapa 2-zincar	
DIMENSÕES: 27.5 X 27.5 X 3		ESPESSURA: 3	PESO KG: 0.0	
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR				
DESENHADO	24/09/2024	JFERREIRA	INOVOCORTE	
APROVADO	24/09/2024	JFERREIRA		
DESCRIÇÃO: ANILHA ESPAÇADOR ROLAMENTO				

REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA	
IN00-00000125-06-A	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1	2:1	

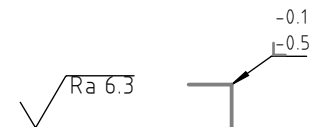
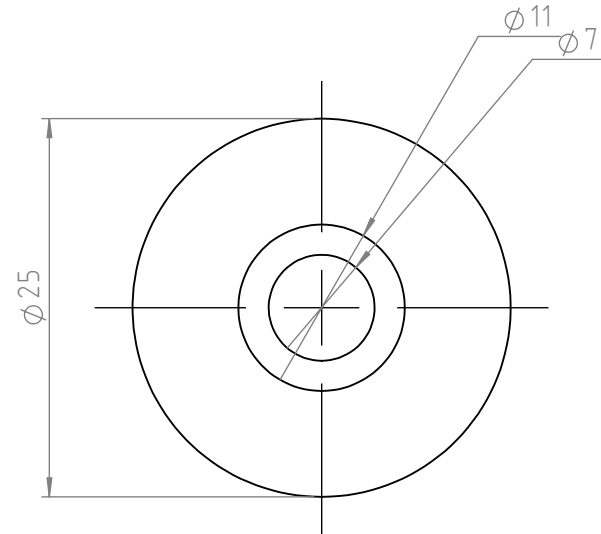
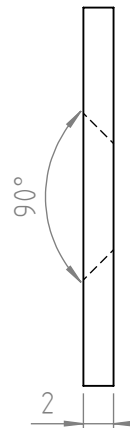
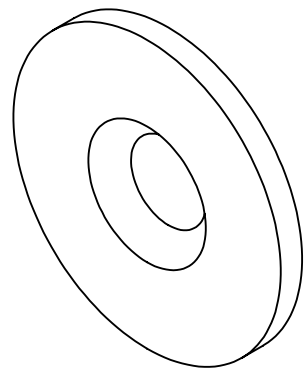
ITEM NO.	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	QTY.
1	IN00-00000323-35-E	VEIO VERTICAL	1
2	IN00-00000323-37-A	COROA MÓDULO 1.5	1
3	IN00-00000125-15-B	ANILHA TRANSMISSÃO	1
4	MC00-00000132	PARAF. CAB. CON. SEXT. INT. DIN7991 M5X12 8.8 ZN	1



QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:	QUEBRAR ARESTA 0.2X45°	√ Ra 6.3
MATERIAL:	TIPO MATERIAL:		
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:		
DIMENSÕES: 162 X 161.9 X 105.1	ESPESSURA:	PESO KG: 0.7	
TRAT. SUPERFICIAL:			
DESENHADO	13/06/2025	JOSEFERREIRA	
APROVADO	13/06/2025	JOSEFERREIRA	
DESCRIÇÃO: COROA COM VEIO			
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-00000323-36-D	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003-B	FORMATO FOLHA ESCALA
	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1 1:2



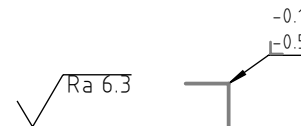
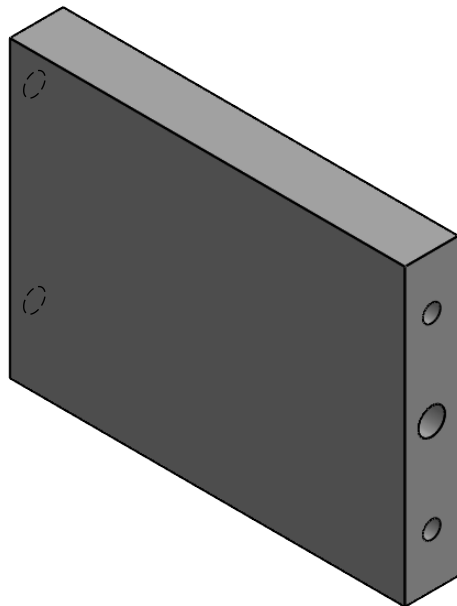
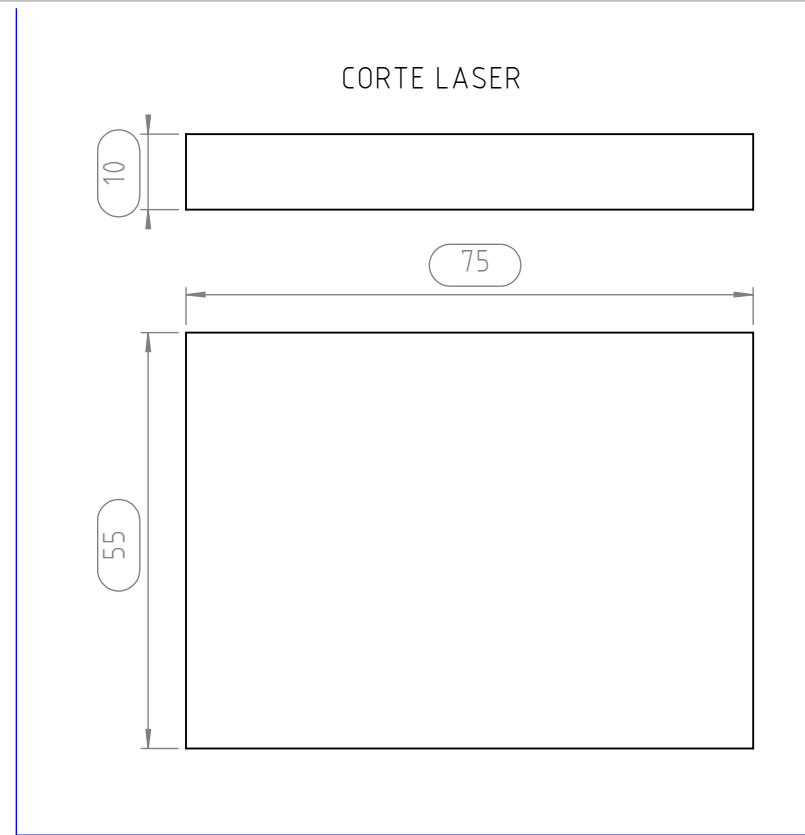
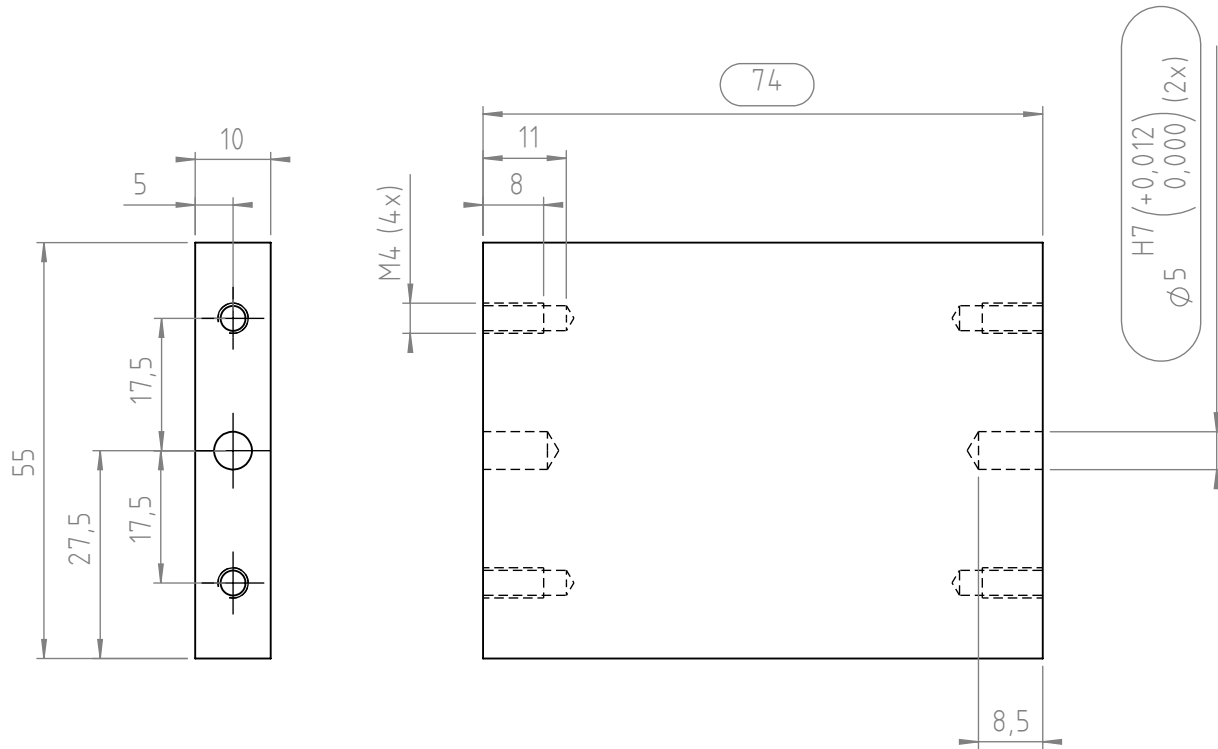
QUANTIDADE:		MATRIZ DE QUINAGEM:		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
MATERIAL: ST 37-2		ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: CORTE LASER CHAPA		1-corte laser 2-zincar	
DIMENSÕES: 162 X 161.94 X 4		ESPESSURA: 4		PESO KG: 0.59			
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR							
DESENHADO 13/06/2025		JFERREIRA		INOVOCORTE			
APROVADO 13/06/2025		JFERREIRA					
DESCRIÇÃO: COROA MÓDULO 1.5							
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-00000323-37-A		TOLERÂNCIA GERAIS DIMENSÕES (mm)		IN-DEN-0003		FORMATO FOLHA ESCALA	
				A4		1 / 1 1:2	



QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

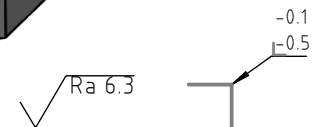
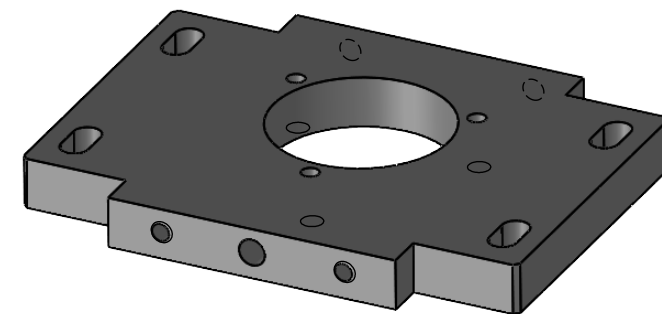
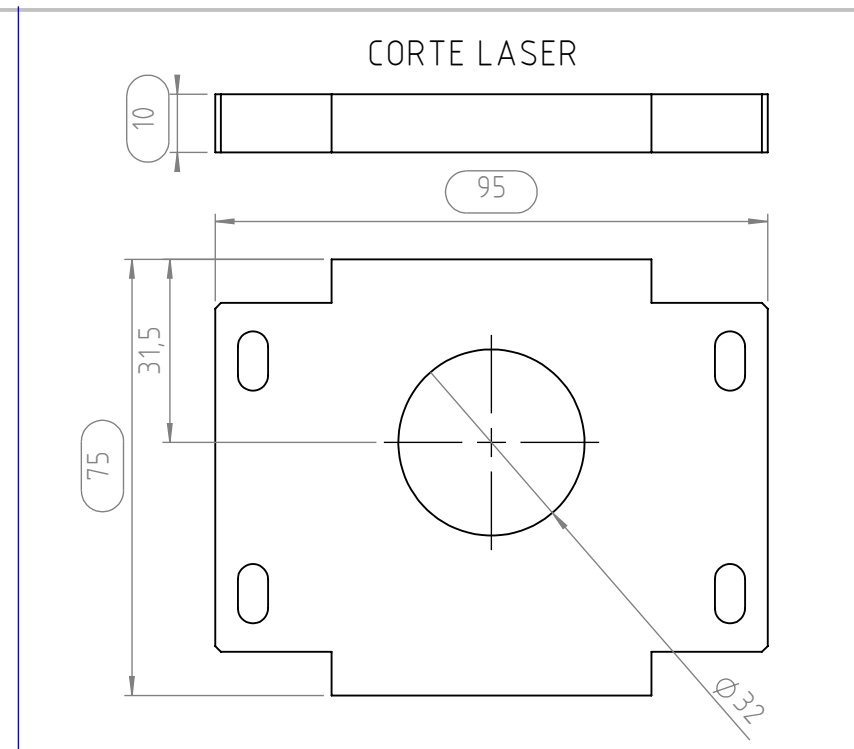
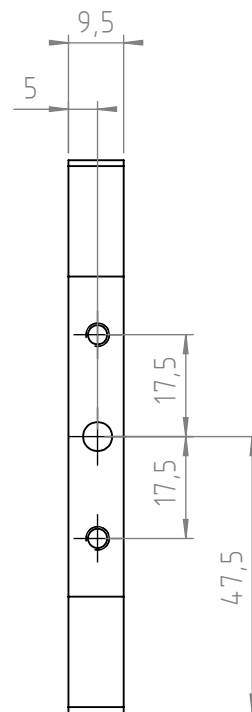
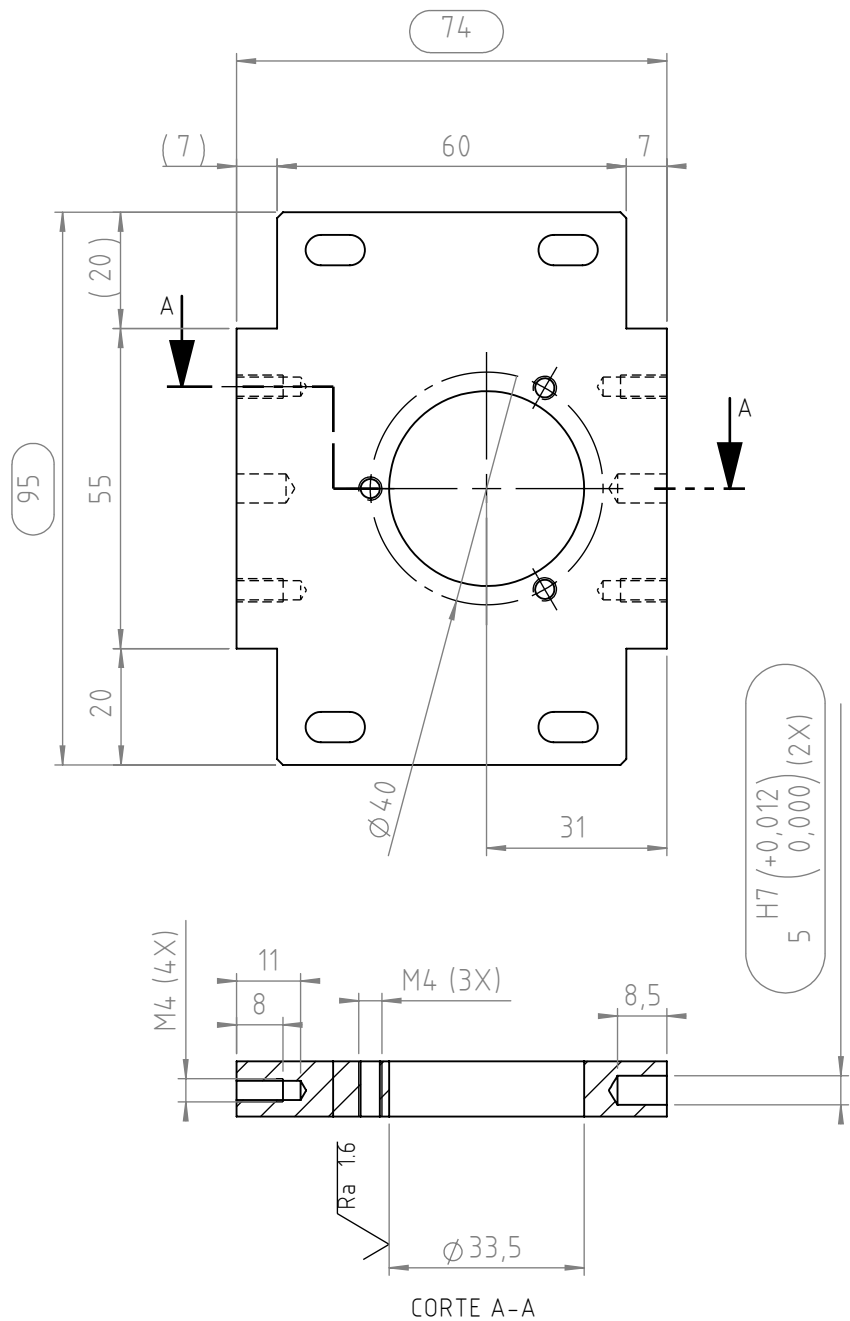
MATERIAL: ST 37-2		TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES			
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: CORTE LASER CHAPA	1-corte laser			
DIMENSÕES: 25 X 25 X 2		ESPESSURA: 2	PESO KG: 0.0			
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR						
DESENHADO	José F.	INOVOCORTE				
APROVADO						
DESCRIÇÃO: ANILHA TRANSMISSÃO						
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA
IN00-0000125-15-B		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1	2:1



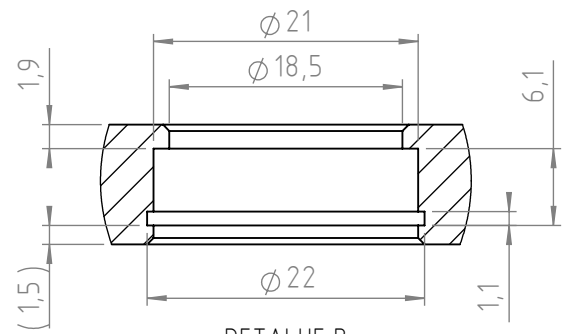
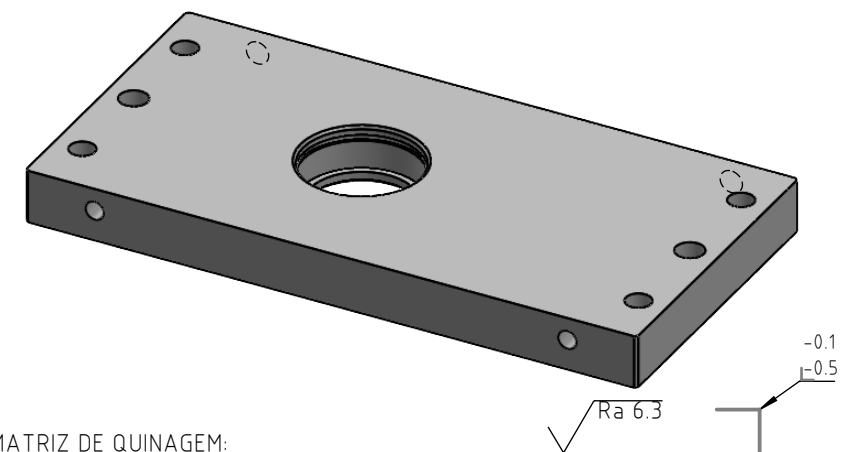
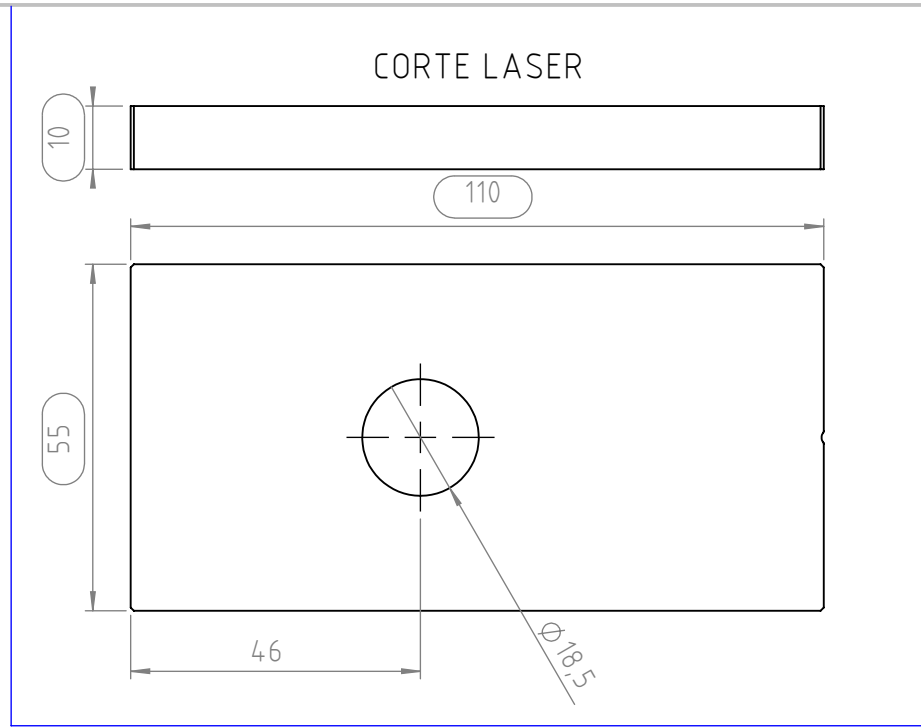
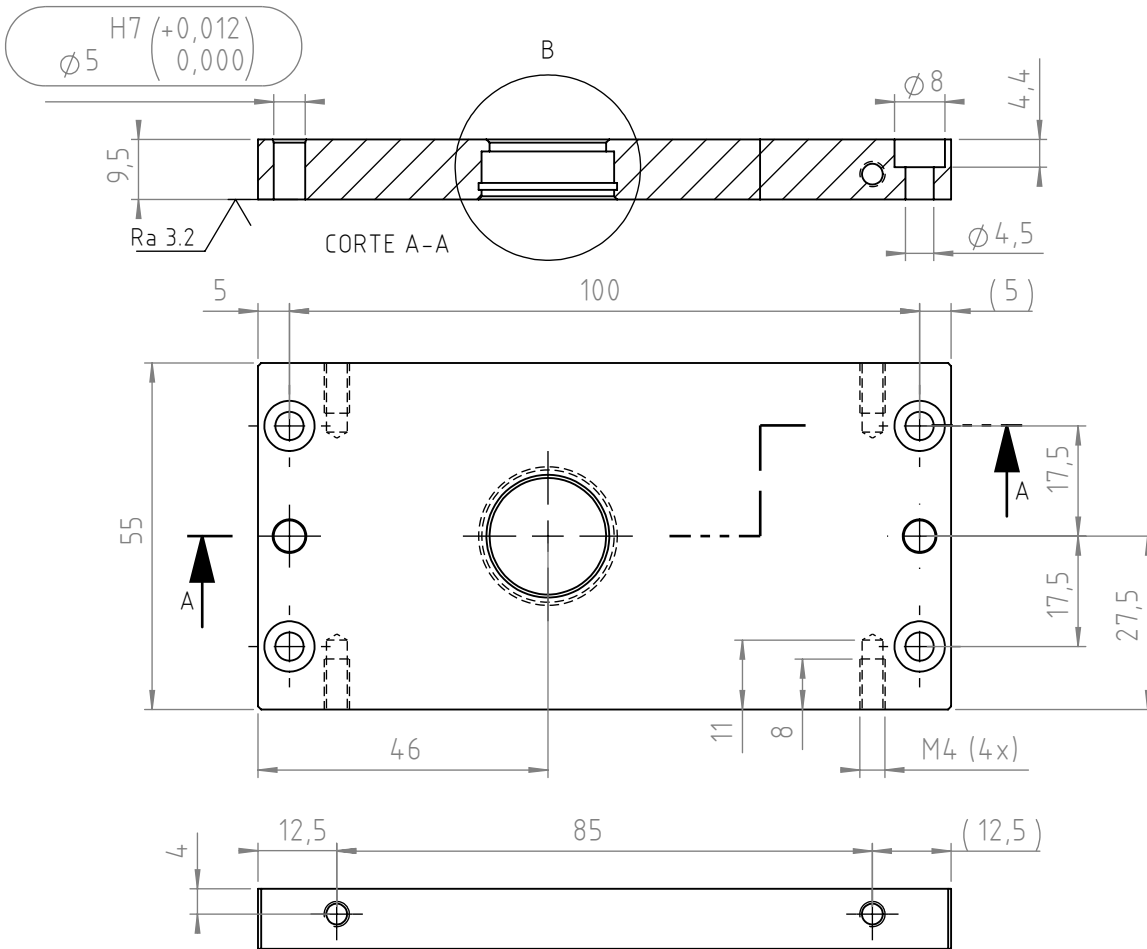
QUANTIDADE: MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: ST 37-2		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1- 300P05 - LASER CHAPA	
DIMENSÕES: 74 X 55 X 9,5		ESPESSURA: 10		2- 300P10 - MAQUINAR	
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR		PESO KG: 0.3		3- 300P28 - ZINCAR	
DESENHADO	23/09/2024	JFERREIRA	INOVOCORTE	4-	
APROVADO	23/09/2024	JFERREIRA		5-	
DESCRIÇÃO: CHAPA TRASEIRA			6-		7-
			8-		

REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA	
IN00-0000125-02-B	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1	1:1	

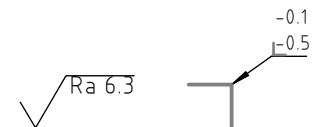
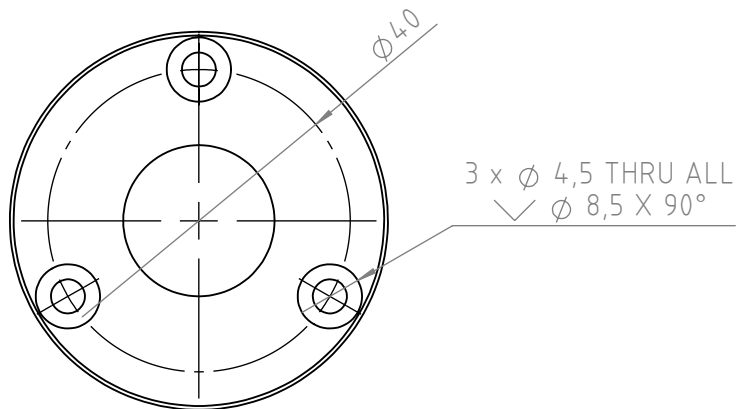
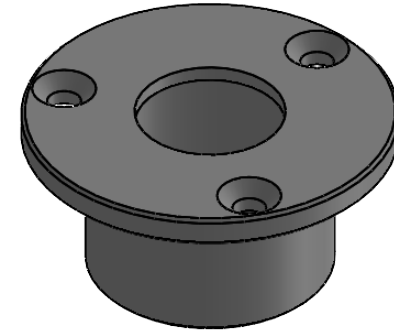
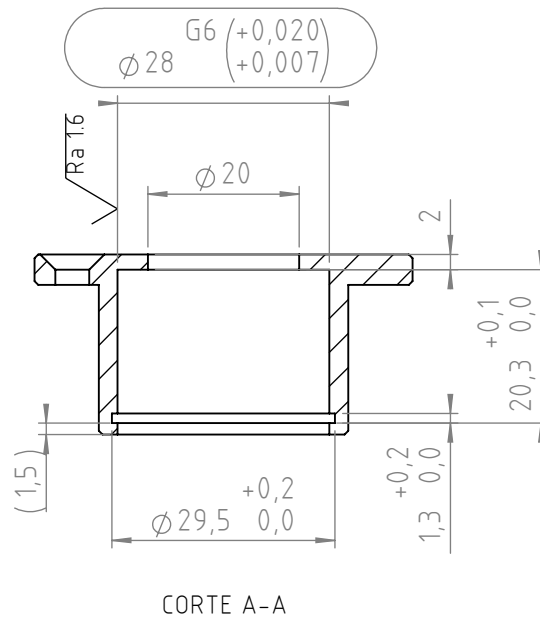
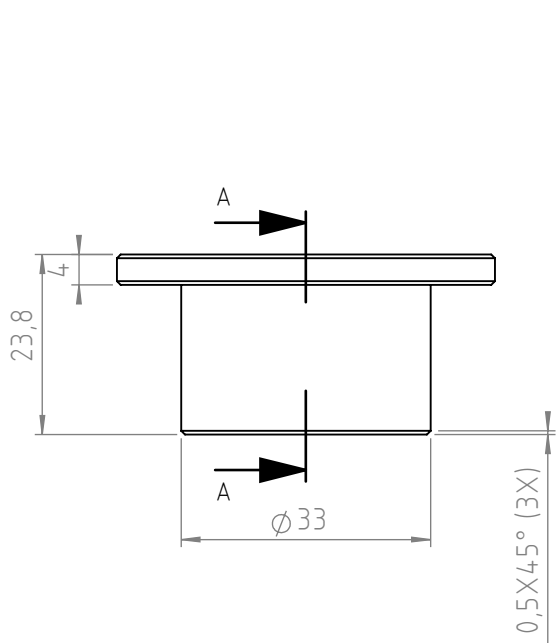


QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES
MATERIAL: ST37-2		TIPO CORTE:	1- 300P05 - LASER CHAPA
ACAB. MATERIAL:			2- 300P10 - MAQUINAR
DIMENSÕES: 95 X 74 X 9.5	ESPESSURA: 10	PESO KG: 0.4	3- 300P28 - ZINCAR
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR			4-
DESENHADO 24/09/2024	JFERREIRA	INOVOCORTE	5-
APROVADO 24/09/2024	JFERREIRA		6-
DESCRIÇÃO: CHAPA FIXAÇÃO			7-
			8-
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA
IN00-0000125-03-B	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1
			ESCALA 1:1.3



DETALHE B
ESCALA 2 : 1.2

QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES
MATERIAL: ST37-2		TIPO CORTE: LASER CHAPA + MAQUINAGEM	1- 300P05 - LASER CHAPA
ACAB. MATERIAL:			2- 300P10 - MAQUINAR
DIMENSÕES: 110 X 55 X 9.5	ESPESSURA: 10	PESO KG: 0.4	3- 300P28 - ZINCAR
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR			4-
DESENHADO 13/06/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE	5-
APROVADO 13/06/2025	JFERREIRA		6-
DESCRIÇÃO: MANCAL BASE E SUPERIOR			7-
			8-
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO FOLHA	ESCALA
IN00-00000125-04-B	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1 1:1.2



QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: CK45

TIPO MATERIAL: VARÃO Ø50

ACAB. MATERIAL:

TIPO CORTE: MAQUINAÇÃO

DIMENSÕES: 50 X 50 X 23,8

ESPESSURA:

PESO KG: 0,1

TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR

DESENHADO 24/09/2024 JFERREIRA

APROVADO 24/09/2024 JFERREIRA

DESCRIÇÃO: MANCAL FRONTAL

INOVOCORTE

OPERAÇÕES

1- 300P10 - MAQUINAR

2- 300P28 - ZINCAR

3-

4-

5-

6-

7-

8-

REFERÊNCIA DESENHO:

IN00-00000125-05-A

TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003

DIMENSÕES (mm)

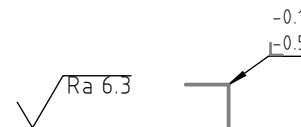
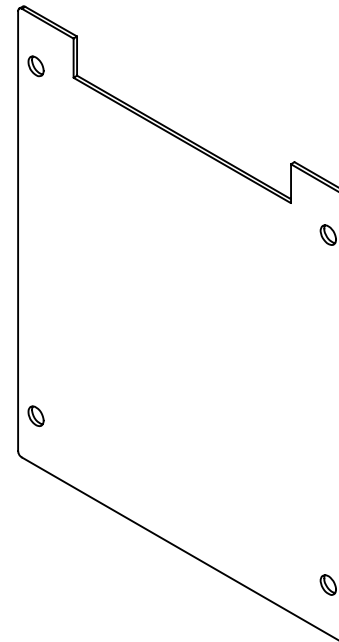
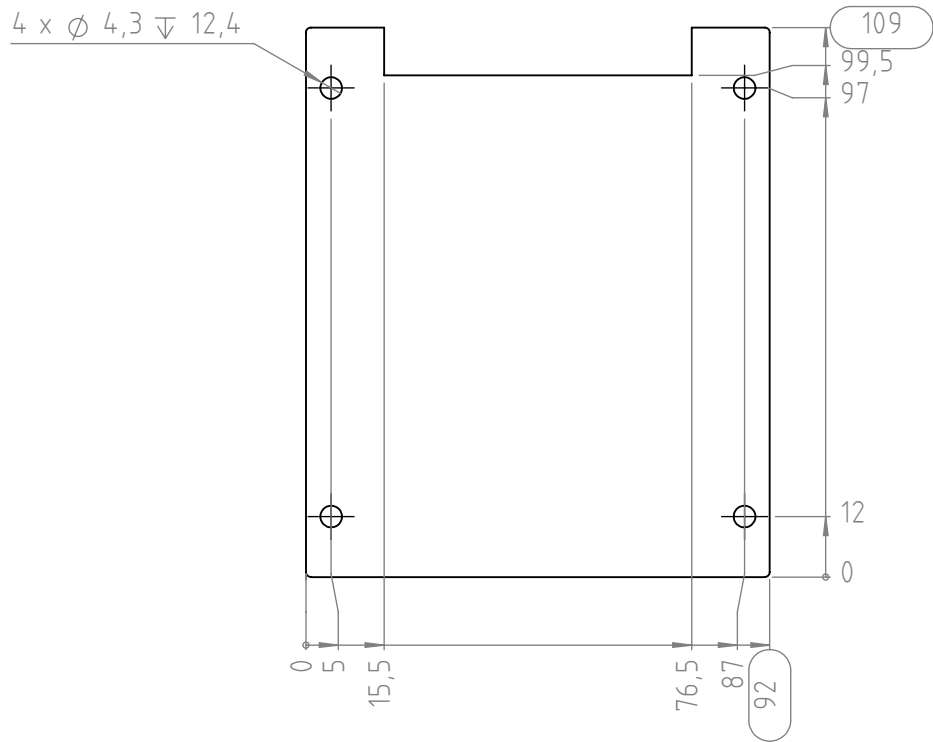
FORMATO FOLHA ESCALA

A4

1 / 1

1:1

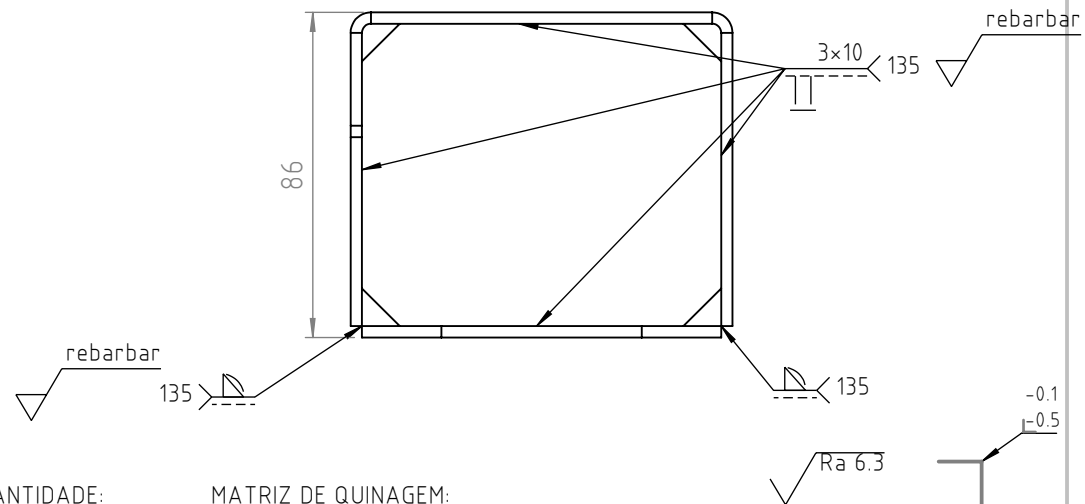
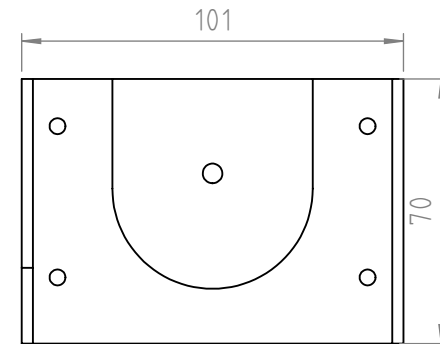
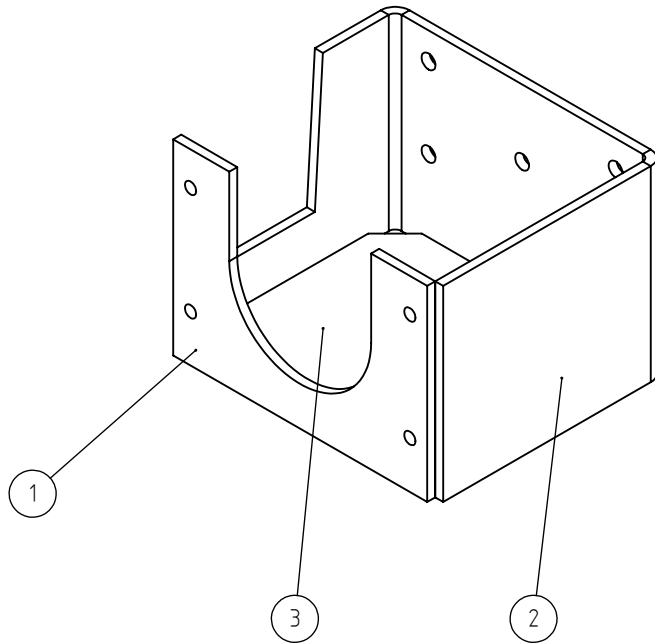




QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: STW22		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: CORTE LASER CHAPA		1- 300P05 - LASER CHAPA	
DIMENSÕES: 109 X 92 X 1		ESPESSURA: 1		2- 300P28 - ZINCAR	
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR		PESO KG: 0.1		3-	
DESENHADO	23/09/2024	JFERREIRA		4-	
APROVADO	23/09/2024	JFERREIRA		5-	
DESCRIÇÃO: BLINDAGEM		INOVOCORTE		6-	
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-00000125-11-A				7-	
TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO FOLHA		8-	
DIMENSÕES (mm)		A4		1 / 1	
				1:1.5	

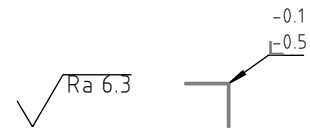
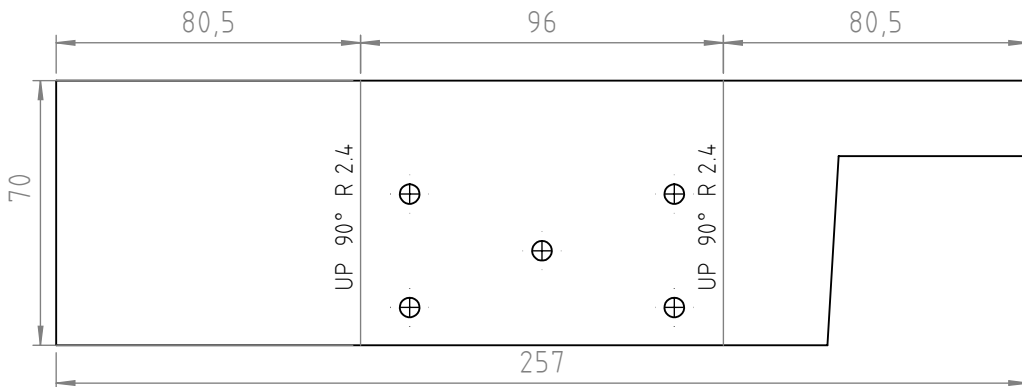
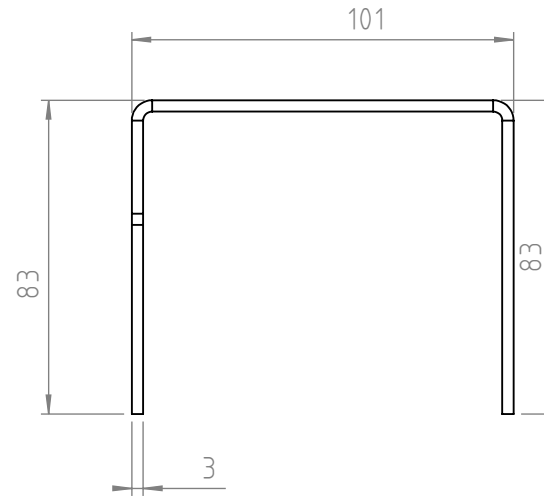
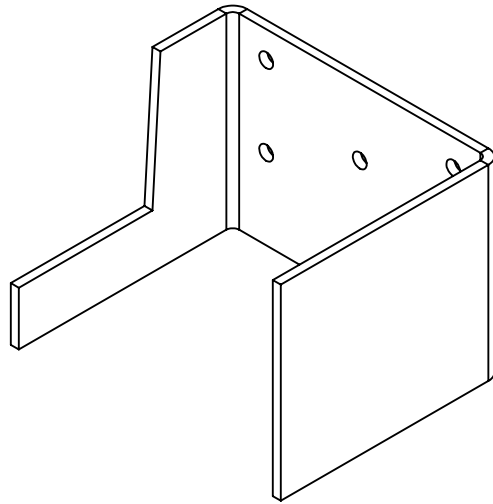
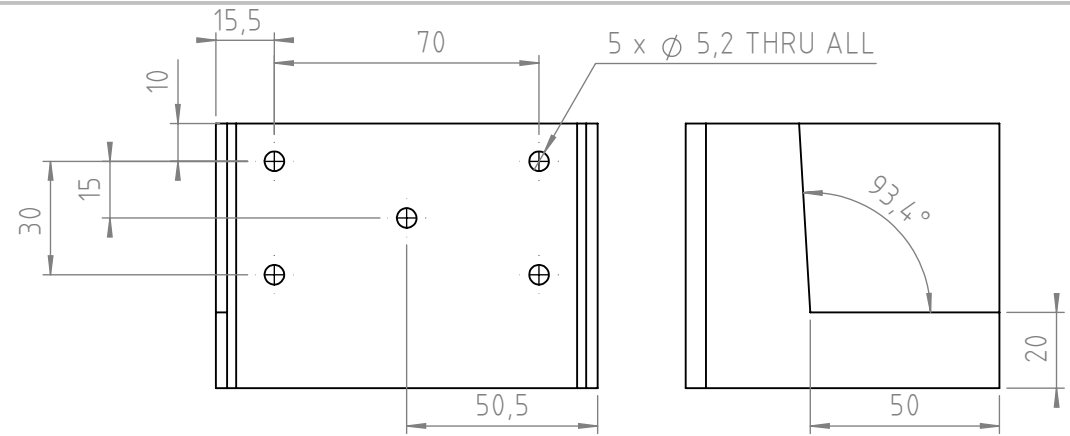
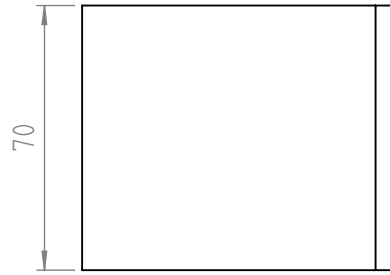


QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL:		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1-soldar	
DIMENSÕES: X X		ESPESSURA:		2-lacar	
TRAT. SUPERFICIAL: lacar		PESO KG:			
DESENHADO	13/06/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE		
APROVADO	13/06/2025	JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: conj soldado suporte transmissão					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				1:2	

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	aperto caixa	1
2	aperto travessa	1
3	brase suporte transmissao	1



QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: st37-2

TIPO MATERIAL:

ACAB. MATERIAL:

TIPO CORTE:

DIMENSÕES:

X X

ESPESSURA: 3

PESO KG: 0.0

TRAT. SUPERFICIAL:

DESENHADO 13/06/2025 USER

APROVADO 13/06/2025 USER

DESCRIÇÃO: aperto travessa



OPERAÇÕES

1-laser chapa

2-quinar

REFERÊNCIA DESENHO:

TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003

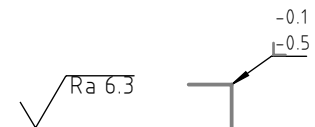
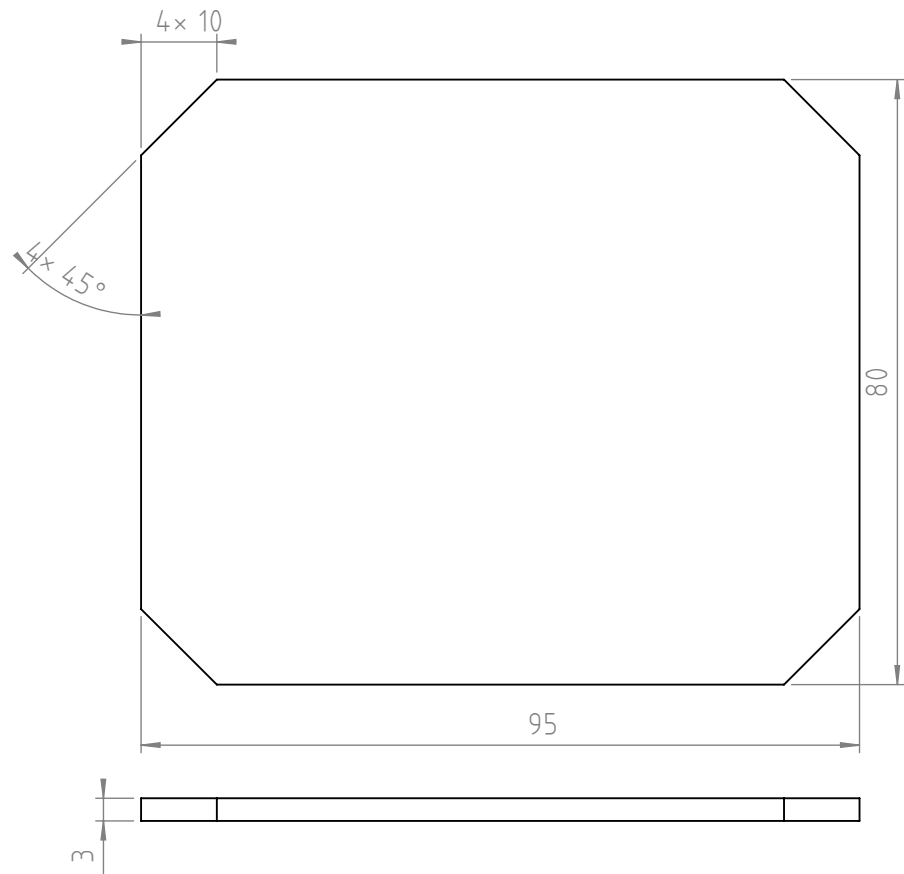
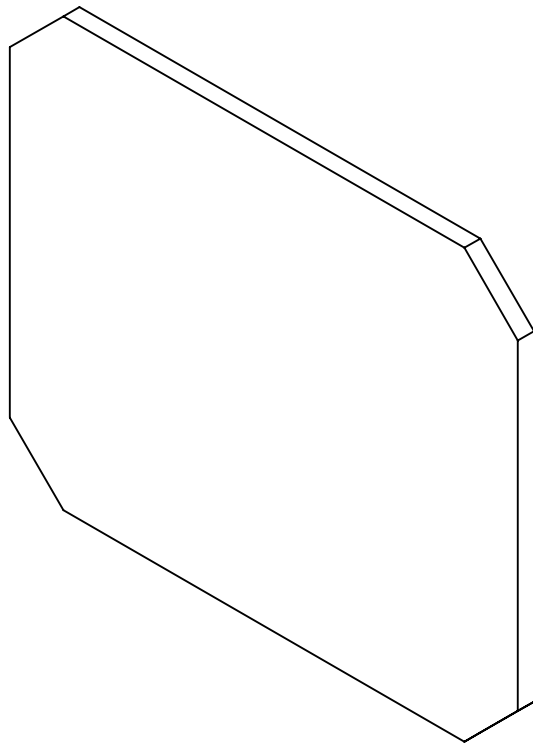
DIMENSÕES (mm)

FORMATO A4

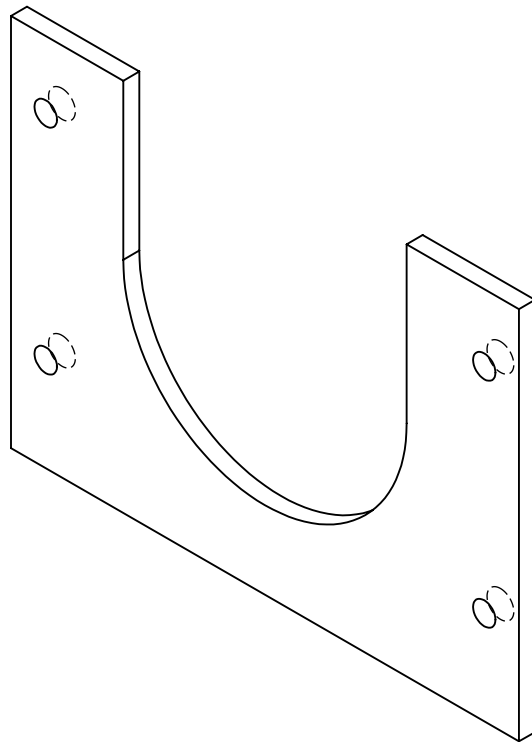
FOLHA 1 / 1

ESCALA 1:2

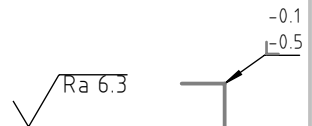
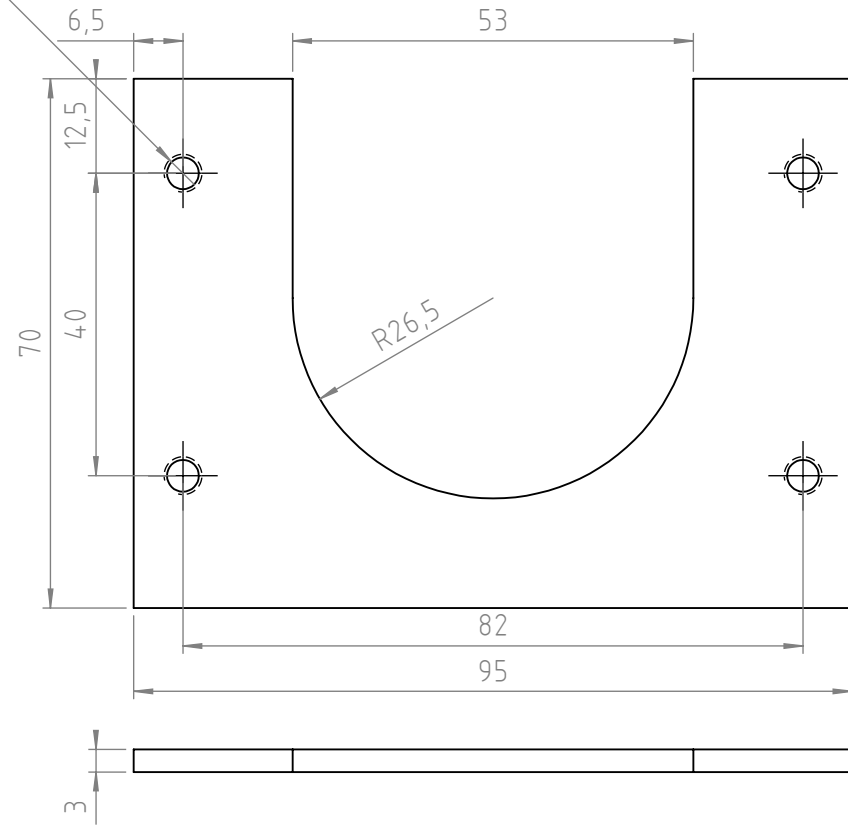




QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:			TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES
MATERIAL: st37-2				TIPO CORTE:	1-corte laser
ACAB. MATERIAL:					
DIMENSÕES:	X	X	ESPESSURA:	PESO KG: 0.0	
TRAT. SUPERFICIAL:					
DESENHADO	08/03/2025	JOSEFERREIRA	INOVOCORTE		
APROVADO	08/03/2025	JOSEFERREIRA			
DESCRIÇÃO:	base suporte transmissão				
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA
	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1	1:1

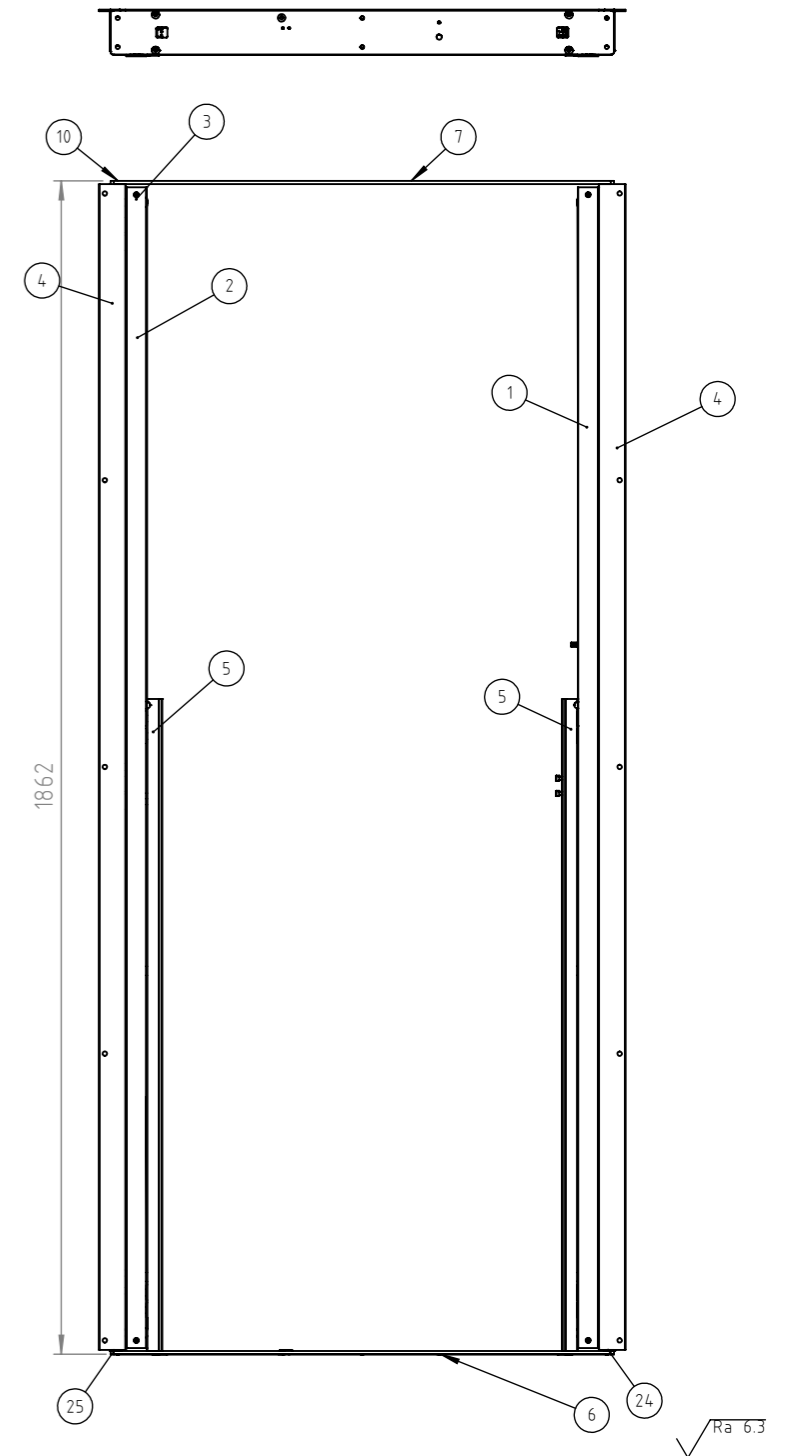
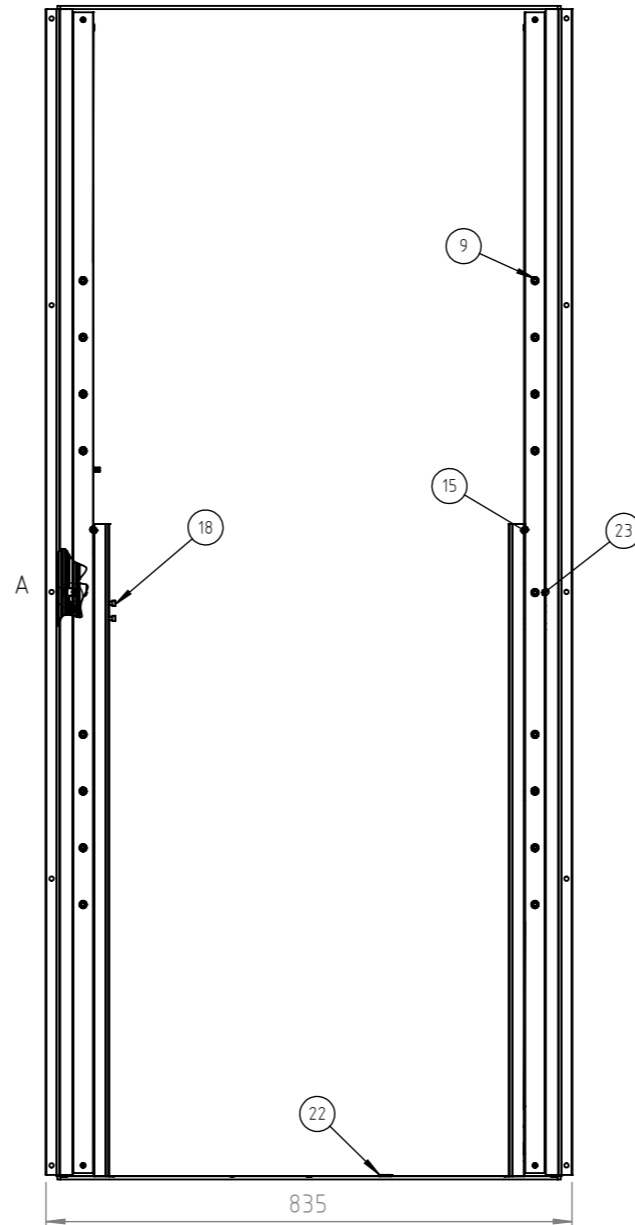
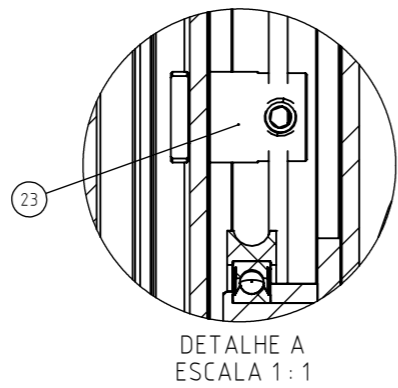


4 x Ø 4,2 ∇ 12,4
M5 - 6H ∇ 10

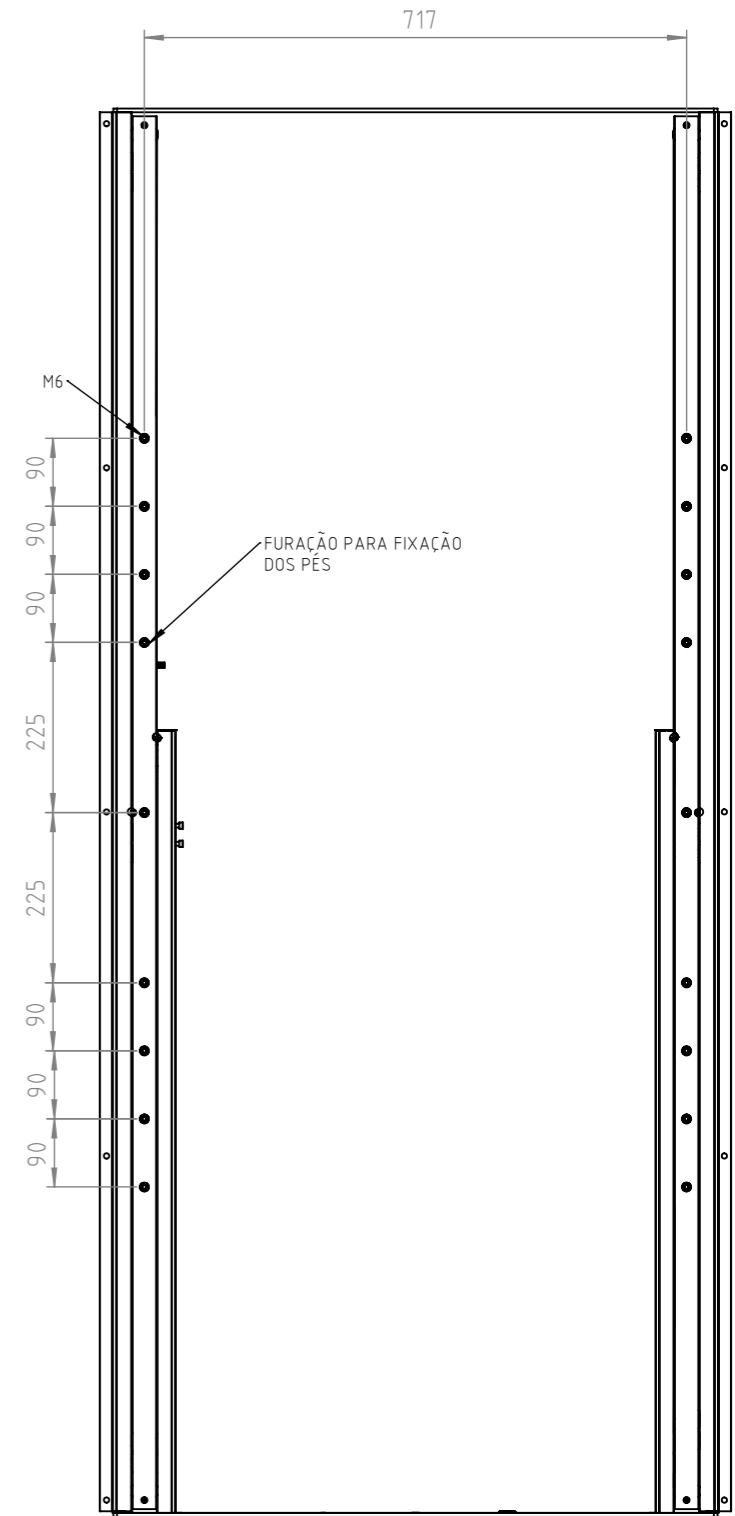
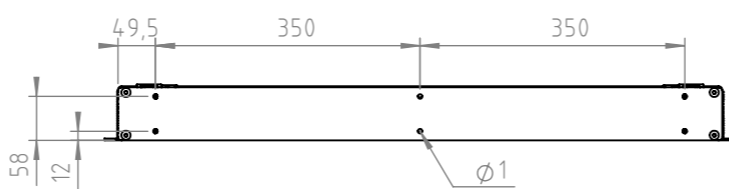
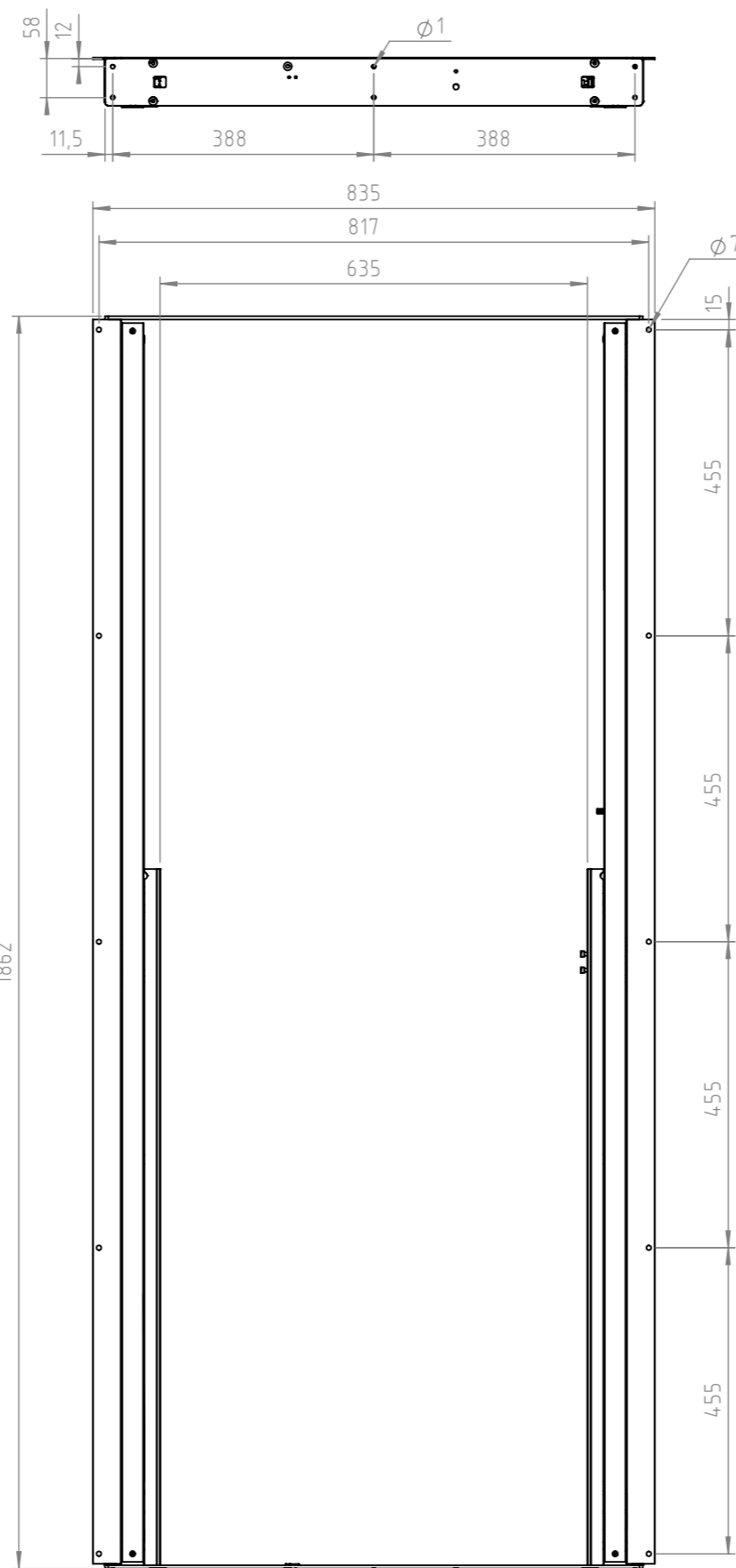
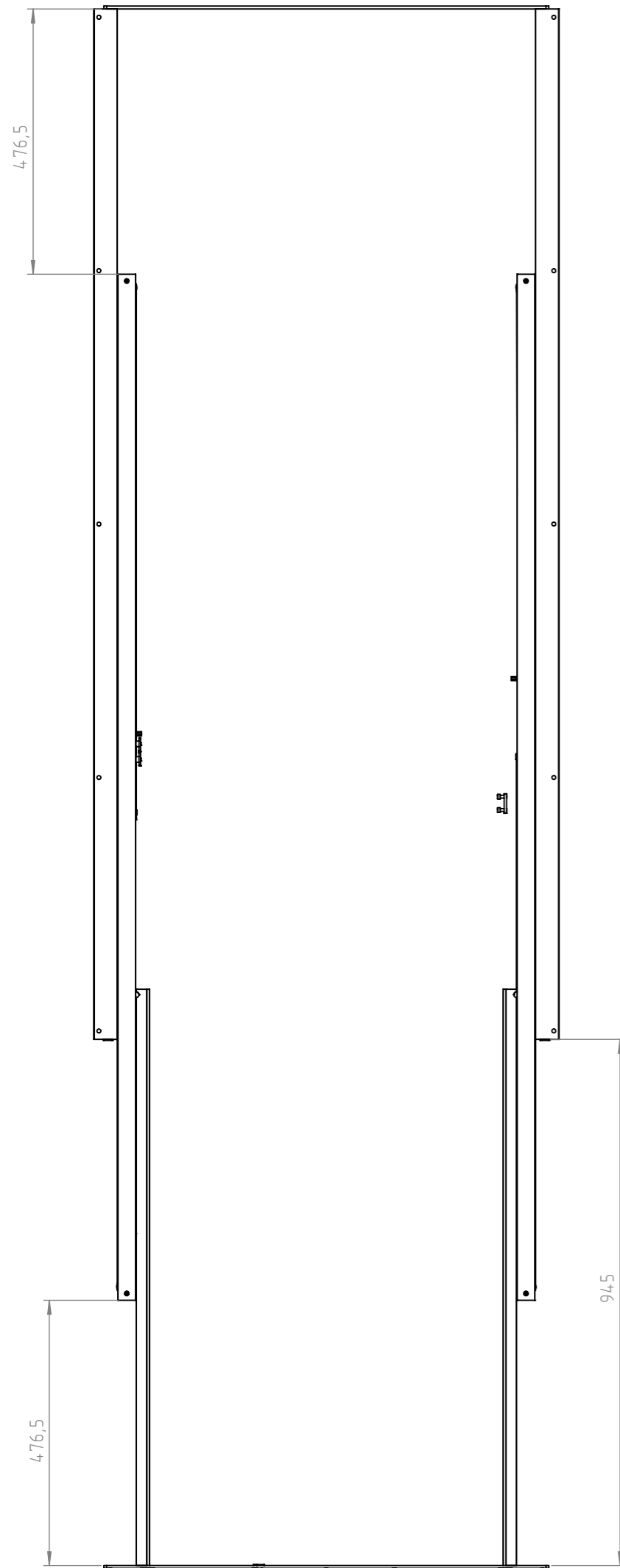


QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:			
MATERIAL: MATERIAL <NOT SPECIFIED>	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES		
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	1-xxxx		
DIMENSÕES: X X	ESPESSURA: 3	2-xxxx		
TRAT. SUPERFICIAL:	PESO KG: 0.0	3-xxxx		
DESENHADO 13/06/2025	USER	INOVOCORTE		
APROVADO 13/06/2025	USER			
DESCRIÇÃO: veio au				
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA
APERTO CAIXA	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1	1:1

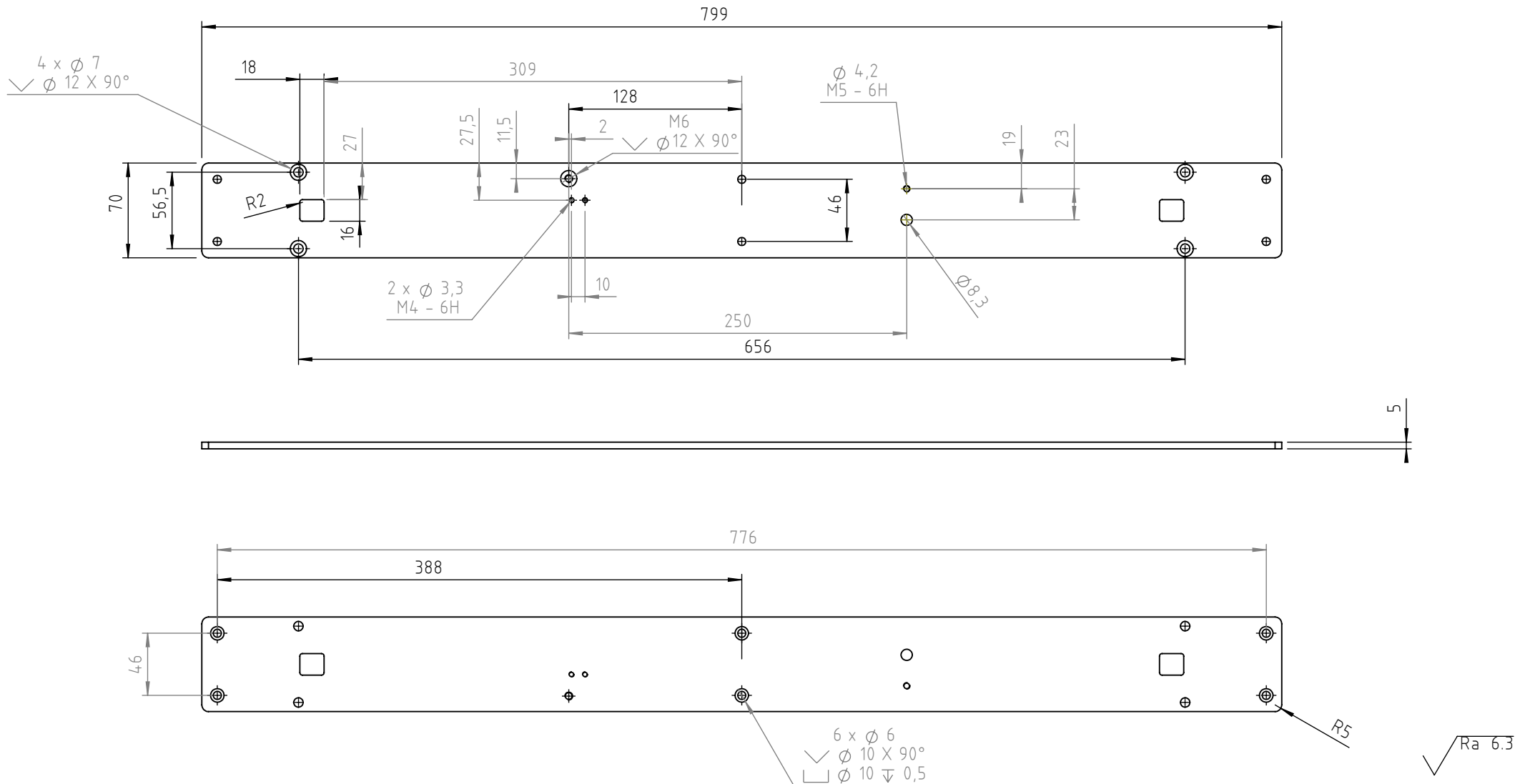
ITEM NO.	REFERENCIA	DESCRIÇÃO	QTY.
1	IN00-00000090-03-D	PERFIL CENTRAL DRT C/1842mm	1
2	IN00-00000090-04-D	PERFIL CENTRAL ESQ C/1842mm	1
3	IN00-00000090-27-A	POLIA ESTICADORA	4
4	IN00-00000090-05-D	PERFIL C/ABA C/1850mm	2
5	IN00-00000090-12-D	Perfil 70 S/Aba 1035mm	2
6	IN00-00000090-10-F	BARRA FECHO FRONTAL 799mm	1
9	MC00-00000013	PORCA REBITAR ALUMINIO CAB. EMBEBER M6	18
10	MC00-00000002	PARAF. CAB. CON. SEXT. INT. DIN7991 M6X25 INOX A2	8
12	IN00-00004997-14-D	CARRO Nº1	10
14	MC00-00000033	CABO DE AÇO Ø2.5	2
15	IN00-00000381-04-A	MONTAGEM CERRA-CABOS SIMPLES	2
16	MC00-00002813	CLIP TERMINAL/UNIÃO DE ALUMÍNIO DIN3093 P/CABO 2.5mm	4
17	MC00-00000008	PARAF. CAB. CIL. SEXT. INT. DIN912 M5x6 8.8 ZN	2
18	MC00-00000007	PARAF. CAB. CIL. SEXT. INT. DIN912 M5X12 8.8 ZN	2
19	IN00-00004997-06-A	FEMEA M5 16/12/4	1
21	MC00-00000014	REBITE DIN7337 4x10 ALUMINIO	8
22	IN00-00000194-23-A	BATENTE DE TRAVÃO	1
23	IN00-00000381-06-A	MONTAGEM CERRA-CABOS P/ RASGO	2
24	IN00-00000402-00-A	TOPO PLASTICO PERFIL ADL6022 - DRT	1
25	IN00-00000405-00-A	TOPO PLASTICO PERFIL ADL6022 - ESQ	1
26	MC00-00000110	PARAF. CAB. CON. SEXT. INT. DIN7991 M4X6 8.8 ZN	2



MATERIAL:	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	1- 300P34 - MONTAR
DIMENSÕES: 1860.7 X 835 X 89.8	ESPESSURA:	2- 300P35 - EMBALAR
TRAT. SUPERFICIAL:	PESO KG: 20.4	3-
DESENHADO 13/06/2025 JFERREIRA	INOVOCORTE	4-
APROVADO 13/06/2025 JFERREIRA		5-
DESCRIÇÃO: BASTIDOR		6-
		7-
		8-
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO FOLHA ESCALA
	DIMENSÕES (mm)	A4 1 / 3 1:12

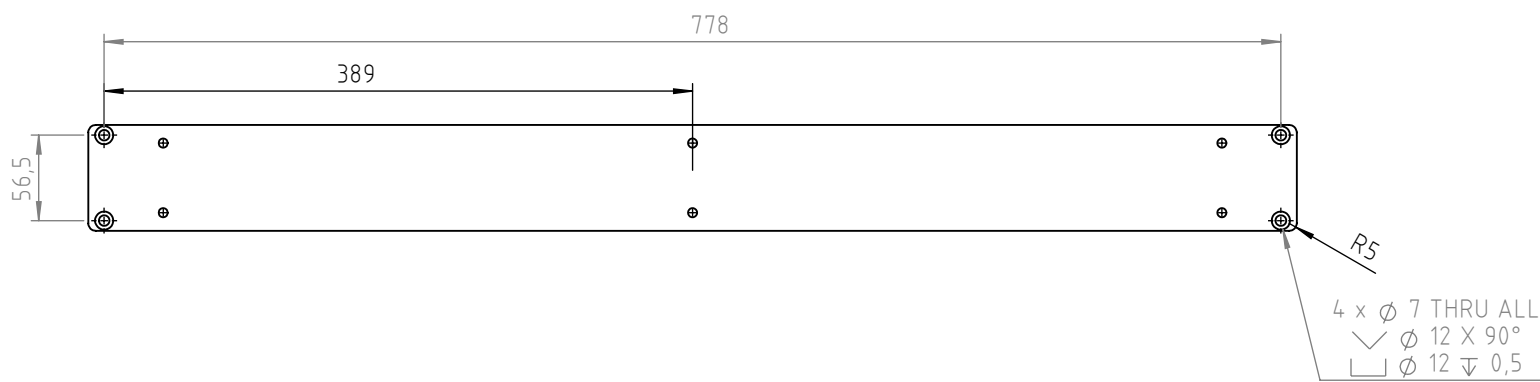
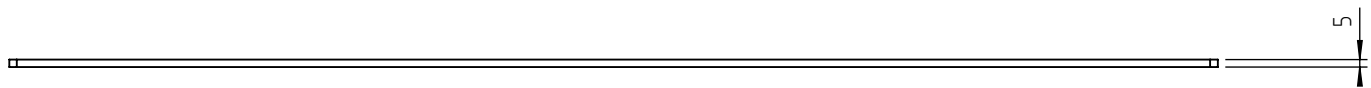
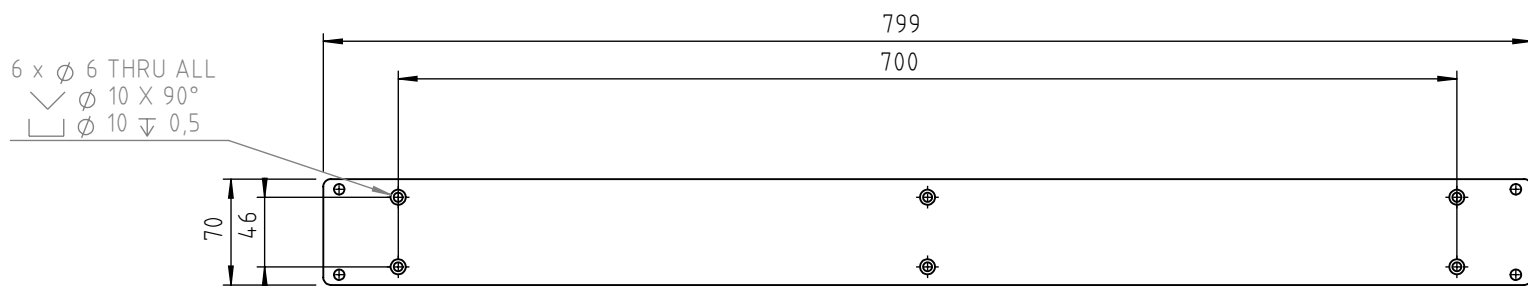


MATERIAL:		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1- 300P34 - MONTAR	
DIMENSÕES: 1860.7 X 835 X 89.8		ESPESSURA:		2- 300P35 - EMBALAR	
TRAT. SUPERFICIAL:		PESO KG: 20.4		3-	
DESENHADO	13/06/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE	4-	
APROVADO	13/06/2025	JFERREIRA		5-	
DESCRIÇÃO: BASTIDOR					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
		DIMENSÕES (mm)		A4	3 / 3
				ESCALA	1:10



MATERIAL: STW22		TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:	1- 300P05 - LASER CHAPA	
DIMENSÕES: 799 X 70 X 5		ESPESSURA: 5	4- 300P12 - ESCAREAR	
TRAT. SUPERFICIAL: LACAR		PESO KG: 2.1	5- 300P14 - ROSCAR	
DESENHADO	23/09/2024	JFERREIRA	6- 300P27 - LACAR	
APROVADO	23/09/2024	JFERREIRA	7-	
DESCRIÇÃO: BARRA FECHO FRONTAL 799mm			8-	
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO
IN00-0000090-10-F		DIMENSÕES (mm)	A4	FOLHA
			1 / 1	ESCALA
			1:4	

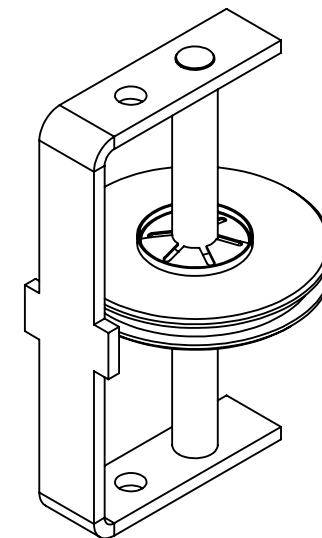
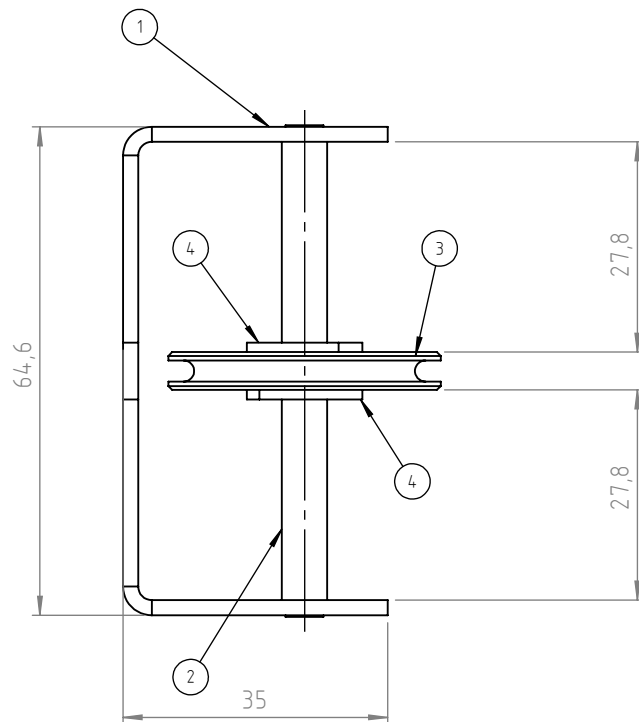
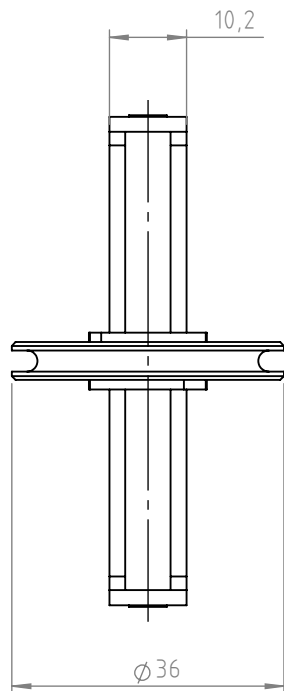




\surd Ra 6.3

MATERIAL: STW22		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: CORTE LASER CHAPA		1- 300P05 - LASER CHAPA	
DIMENSÕES: 799 X 70 X 5		ESPESSURA: 5		4- 300P12 - ESCAREAR	
TRAT. SUPERFICIAL: LACAR		PESO KG: 2.2		5- 300P27 - LACAR	
DESENHADO	23/09/2024	JFERREIRA	INOVOCORTE	6-	
APROVADO	23/09/2024	JFERREIRA		7-	
DESCRIÇÃO: BARRA FECHO TRASEIRA 799mm				8-	
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-0000090-15-A		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003 DIMENSÕES (mm)		FORMATO A4	FOLHA 1 / 1
				ESCALA 1:5	

POSIÇÃO	REFERENCIA	DESCRIÇÃO	QTD.
1	IN00-00000090-26-A	ARO APOIO POLIA	1
2	IN00-00004999-04-C	VEIO Ø6 P/POLIA	1
3	IN00-00004999-05-B	POLIA Ø36 P/CABO Ø2.5mm	1
4	MC00-00000010	FREIO Ø6 REF.FABORY 36230.060.001	2



QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

QUEBRAR ARESTA 0.2X45°

Ra 6.3

MATERIAL: VR00 - VARIOS

TIPO MATERIAL:

OPERAÇÕES

ACAB. MATERIAL:

TIPO CORTE:

1- 300P34 - MONTAR

DIMENSÕES: 65 X 42 X 36

ESPESSURA:

PESO KG: 0.0

TRAT. SUPERFICIAL:

DESENHADO 22/05/2025

JOSEFERREIRA

APROVADO 22/05/2025

JOSEFERREIRA

INOVOCORTE

DESCRIÇÃO: POLIA ESTICADORA

REFERÊNCIA DESENHO:

IN00-00000090-27-A

TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003

DIMENSÕES (mm)

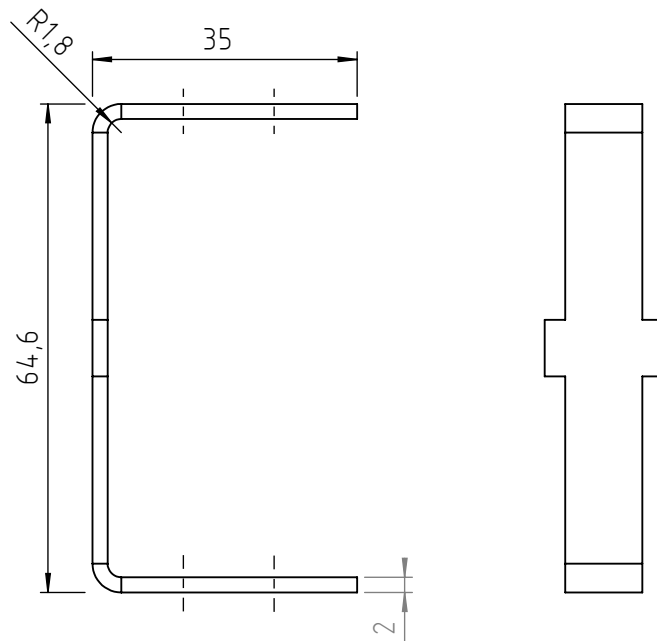
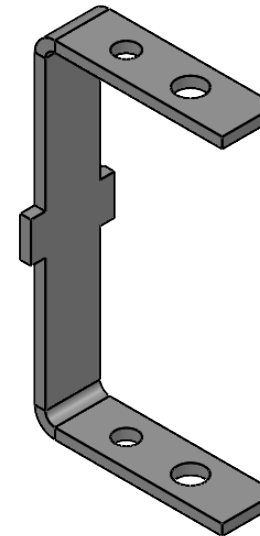
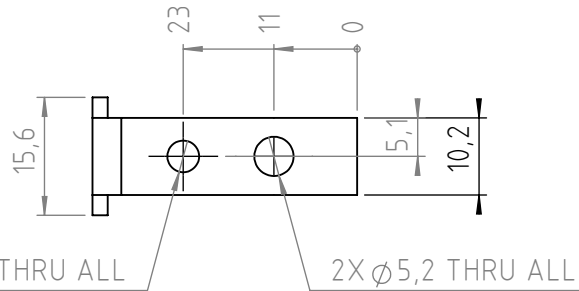
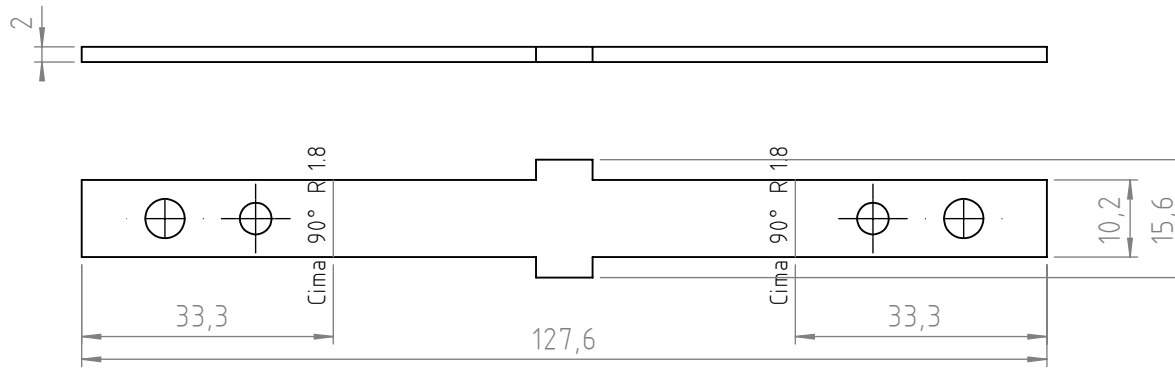
FORMATO FOLHA ESCALA

A4

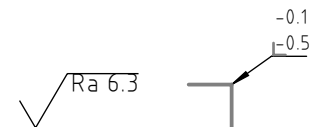
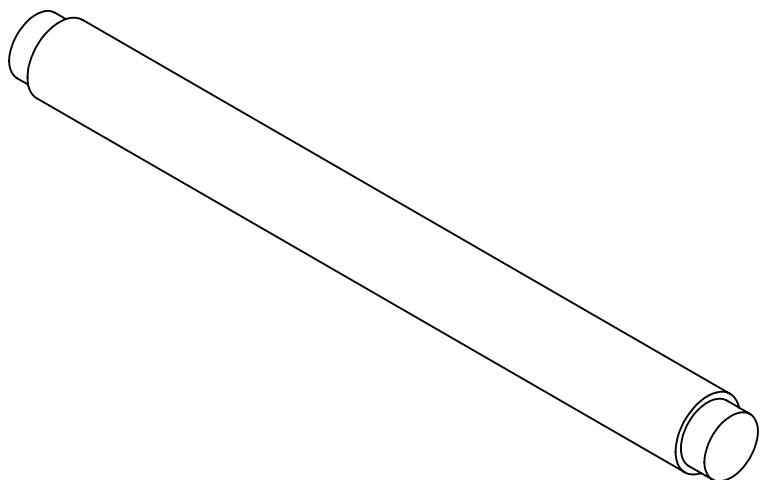
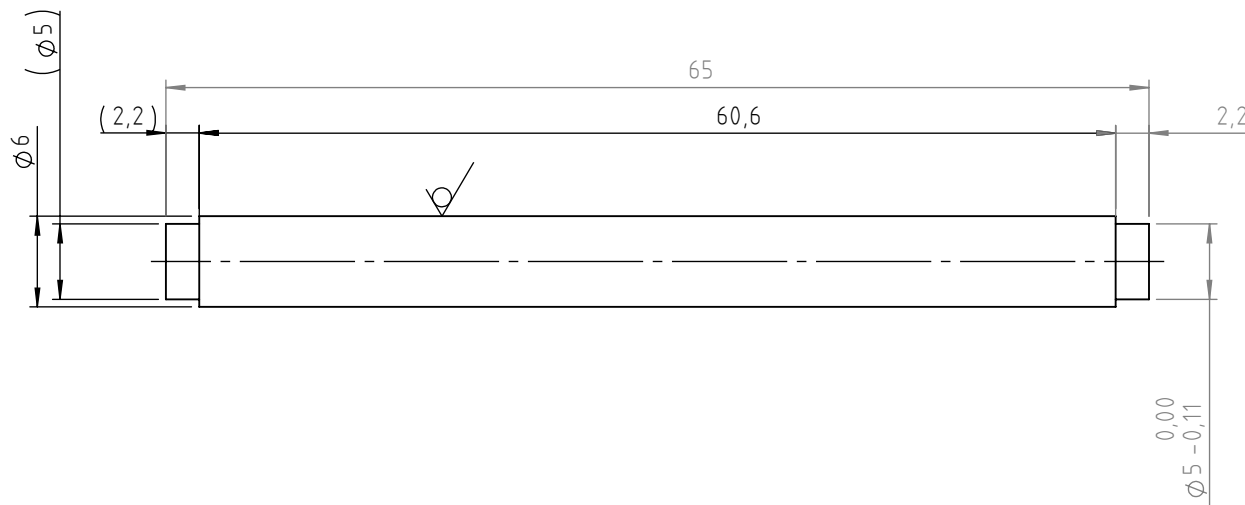
1 / 1

1:2





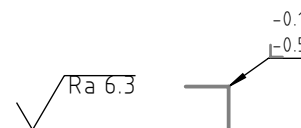
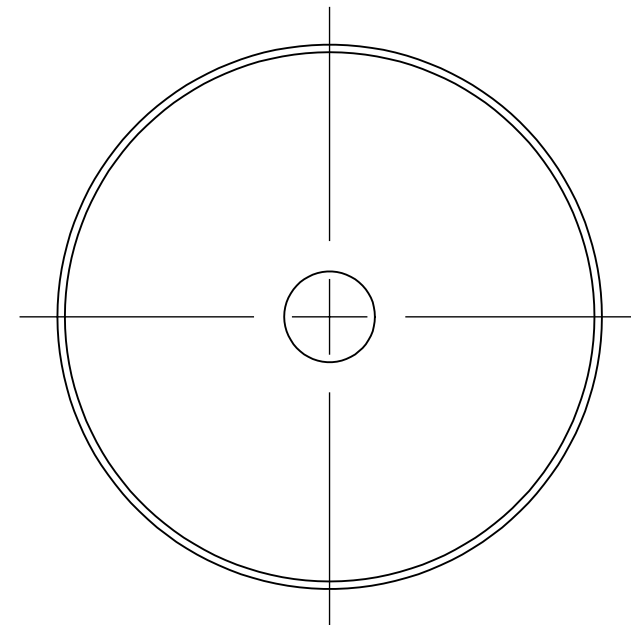
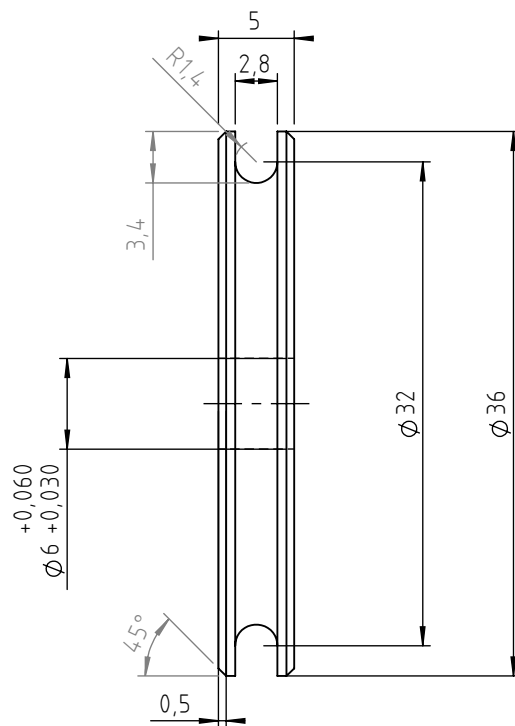
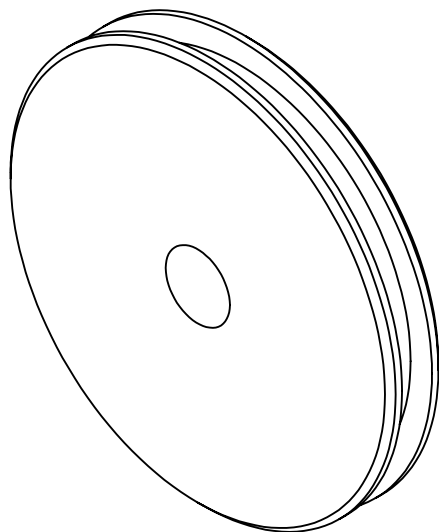
QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM: 12	QUEBRAR ARESTA 0.2X45°	✓ Ra 6.3
MATERIAL: STW22	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE: CORTE LASER CHAPA	1- 300P05 - LASER CHAPA	
DIMENSÕES: 64.6 X 35 X 15.6	ESPESSURA: 2	2- 300P07 - QUINAR	
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR	PESO KG: 0.0	3- 300P28 - ZINCAR	
DESENHADO 23/09/2024	JFERREIRA	4-	
APROVADO 23/09/2024	JFERREIRA	5-	
DESCRIÇÃO: ARO APOIO POLIA	INOVOCORTE		
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-0000090-26-A			
	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1 1:1



QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: CK45		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: MAQUINAÇÃO		1- 300P10 - MAQUINAR	
DIMENSÕES: 65 X 6 X 6		ESPESSURA:		2- 300P28 - ZINCAR	
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR		PESO KG: 0.0		3-	
DESENHADO	04/09/2024	JFERREIRA	INOVOCORTE	4-	
APROVADO	04/09/2024	JFERREIRA		5-	
DESCRIÇÃO: VEIO Ø6 P/POLIA					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
IN00-00004999-04-C		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				ESCALA	2:1

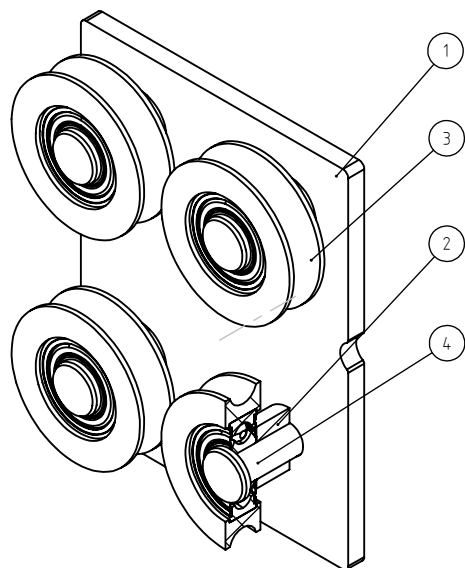
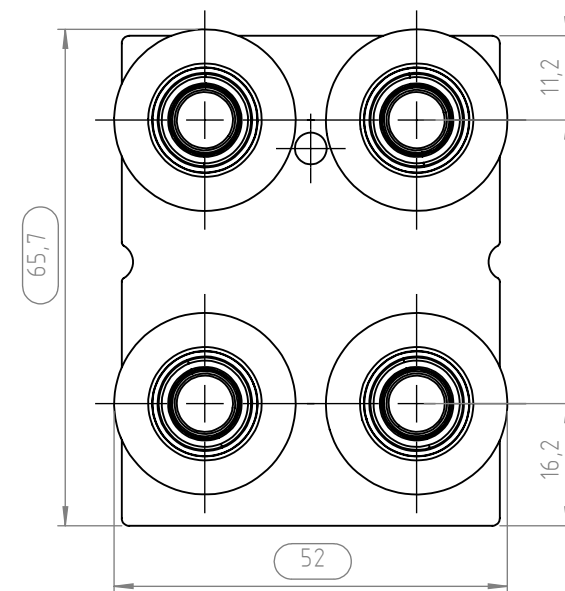
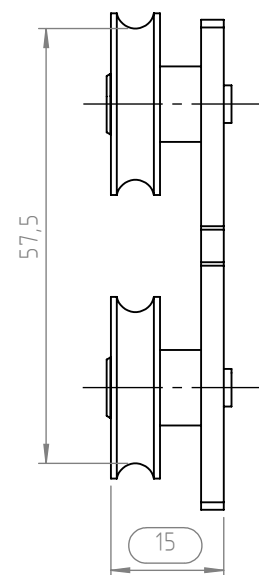
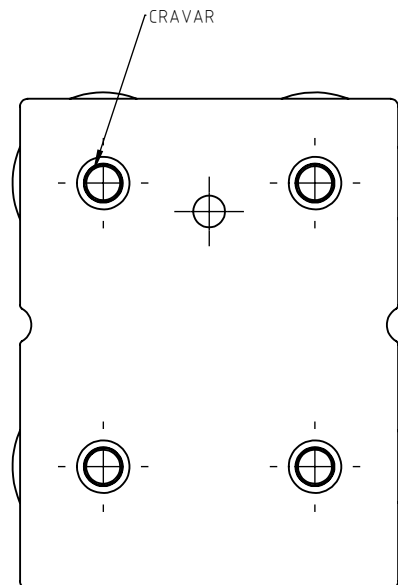


QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: POM		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES		
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: MAQUINAÇÃO		1- 300P10 - MAQUINAR		
DIMENSÕES: 36 X 36 X 5		ESPESSURA:		PESO KG: 0.0		
TRAT. SUPERFICIAL:		INOVOCORTE		2-		
DESENHADO	03/09/2024			JFERREIRA	3-	
APROVADO	03/09/2024			JFERREIRA	4-	
DESCRIÇÃO: POLIA Ø36 P/CABO Ø2.5mm				5-		
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS		IN-DEN-0003		
IN00-00004999-05-B		DIMENSÕES (mm)		FORMATO FOLHA ESCALA		
				A4 1 / 1 2:1		

ITEM NO.	REFERENCIA	DESCRIÇÃO	QTY.
1	IN00-00004997-15-F	BASE CARRO Nº1	1
2	IN00-00004998-09-B	ANILHA APOIO P/ROLETE ØINT 5	4
3	MC00-00000015	ROLETE D24/20 R2.5	4
4	IN00-00004998-08-C	EIXO P/ROLETE ØINT 5	4

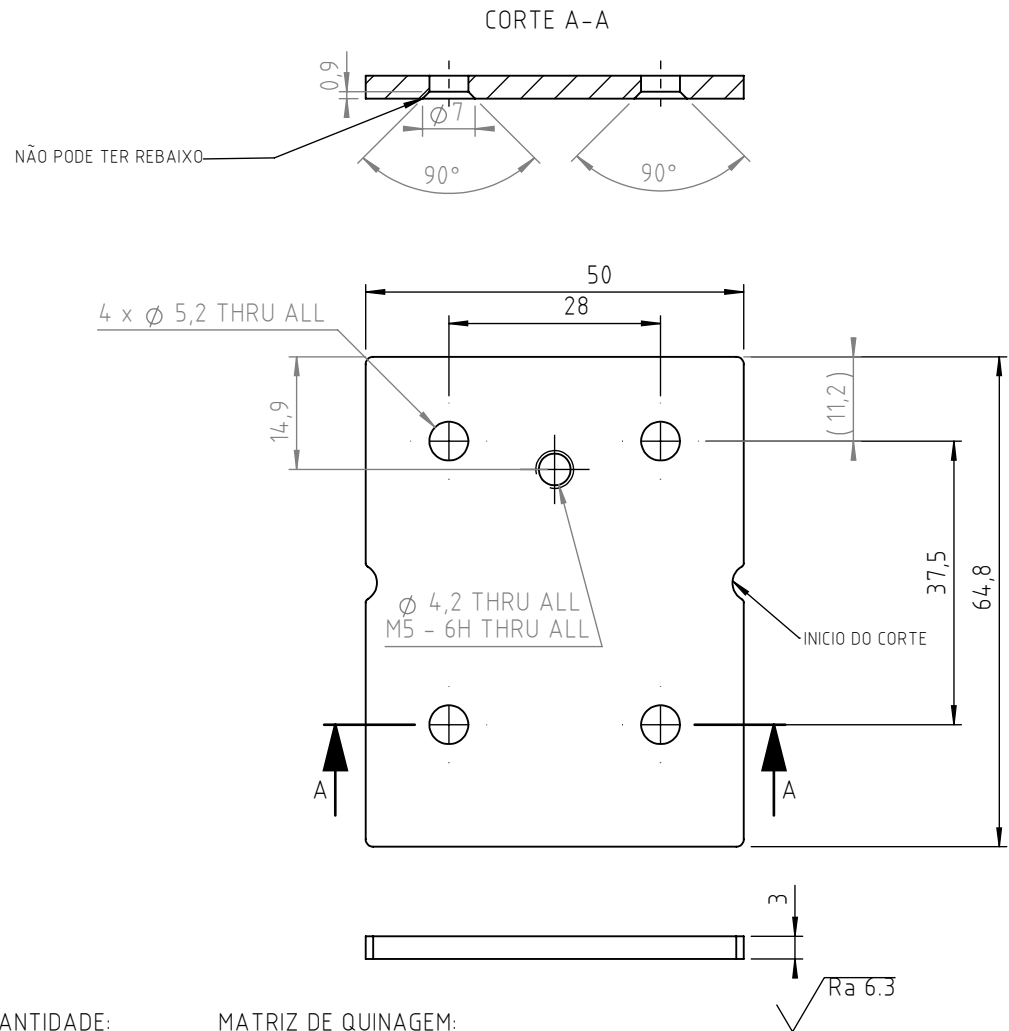
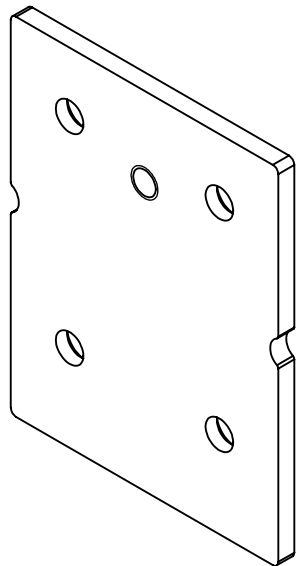


QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

✓ Ra 6.3

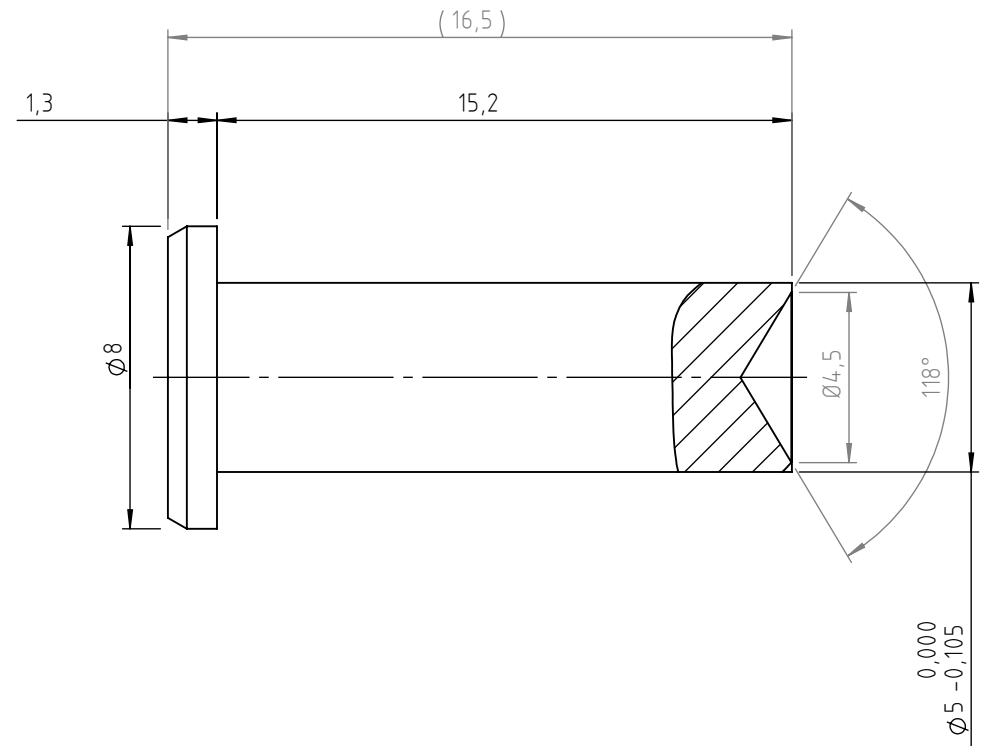
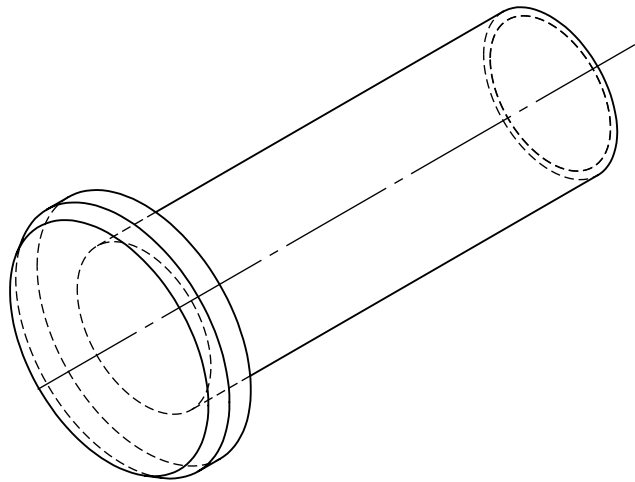
MATERIAL:		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1- 300P39 - BALANCE	
DIMENSÕES: 65.7 X 52 X 16.5		ESPESSURA:		2-	
TRAT. SUPERFICIAL:		PESO KG: 0.2		3-	
DESENHADO	22/05/2025	JOSEFERREIRA	4-		
APROVADO	22/05/2025	JOSEFERREIRA	5-		
DESCRIÇÃO: CARRO Nº1 S/ PERNO			6-		
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-00000381-08-A			7-		
TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003			8-		
DIMENSÕES (mm)			FORMATO	FOLHA	ESCALA
			A4	1 / 1	1:1



QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: STW 22		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: CORTE LASER CHAPA		1- 300P05 - LASER CHAPA	
DIMENSÕES: 64.8 X 50 X 3		ESPESSURA: 3		2- 300P14 - ROSCAR	
TRAT. SUPERFICIAL:		PESO KG: 0.1		3-	
DESENHADO	03/09/2024	JFERREIRA		4-	
APROVADO	03/09/2024	JFERREIRA		5-	
DESCRIÇÃO: BASE CARRO Nº1				6-	
				7-	
				8-	
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
IN00-00004997-15-F		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				1:1	

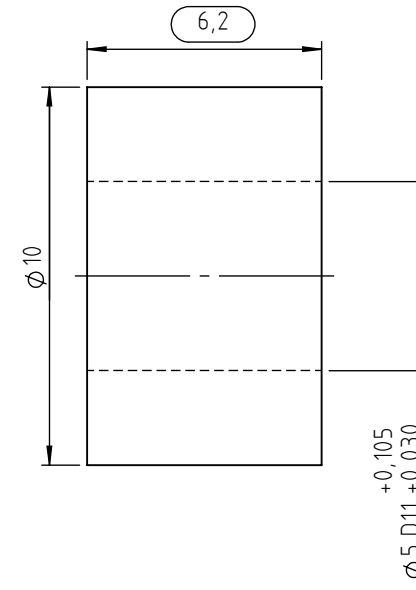
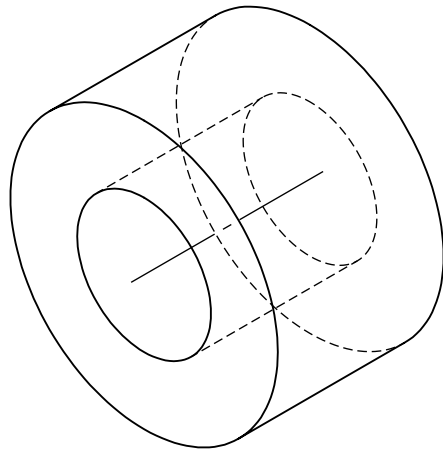


$\sqrt{Ra 6.3}$

QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: CK45		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: MAQUINAÇÃO		1- 300P10 - MAQUINAR	
DIMENSÕES: 16,5 X 8 X 18,3		ESPESSURA:		2- 300P28 - ZINCAR	
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR		PESO KG: 0.0		3-	
DESENHADO	05/09/2024	JFERREIRA	MUW	4-	
APROVADO	05/09/2024	JFERREIRA		5-	
DESCRIÇÃO: EIXO P/ROLETE \varnothing INT 5				6-	
REFERÊNCIA DESENHO: IN00-00004998-08-C			TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO FOLHA ESCALA
			DIMENSÕES (mm)		A4 1 / 1 5:1

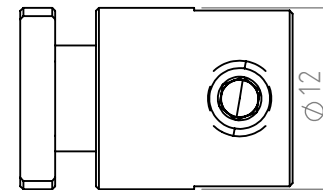
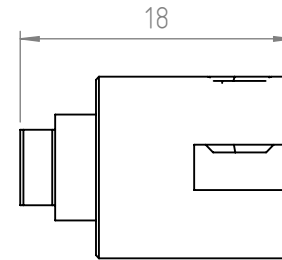
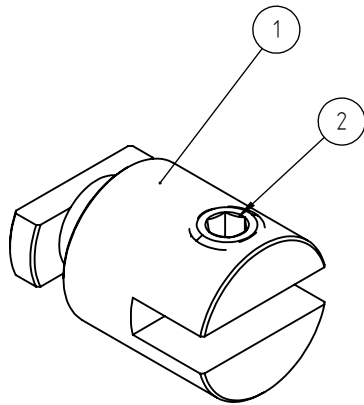


√ Ra 6.3

QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

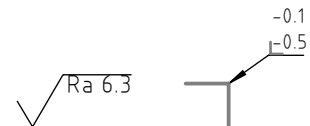
MATERIAL: CK45		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: MAQUINAÇÃO		1- 300P10 - MAQUINAR	
DIMENSÕES: 10 X 10 X 6.2		ESPESSURA:		2- 300P28 - ZINCAR	
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR		PESO KG: 0.0		3-	
DESENHADO	05/09/2024	JFERREIRA		4-	
APROVADO	05/09/2024	JFERREIRA		5-	
DESCRIÇÃO: ANILHA APOIO P/ROLETE ØINT 5				6-	
				7-	
				8-	
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
IN00-00004998-09-B		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				ESCALA	5:1



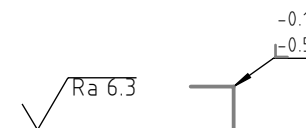
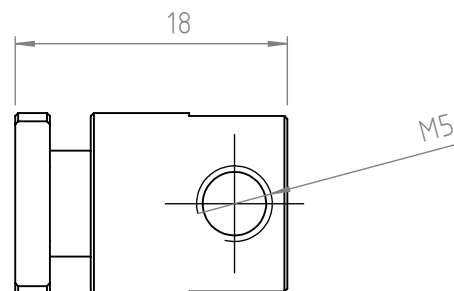
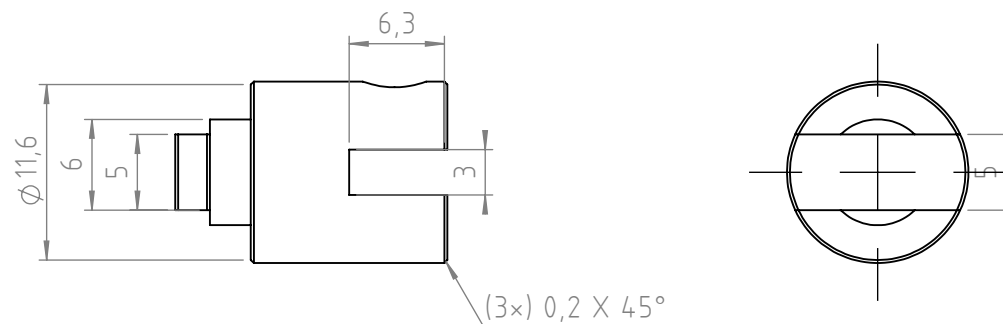
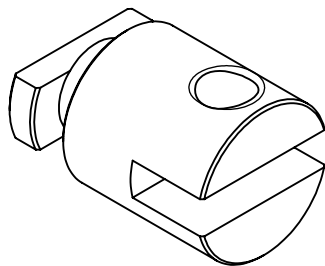
ITEM NO.	DESCRIPTION	QTY.
1	CERRA-CABOS P/ RASGO	1
2	PERNO SEXT. INT. PONTA PLANA DIN913 M5X5 ZN	1

QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:



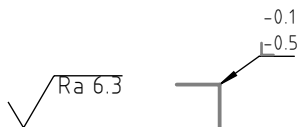
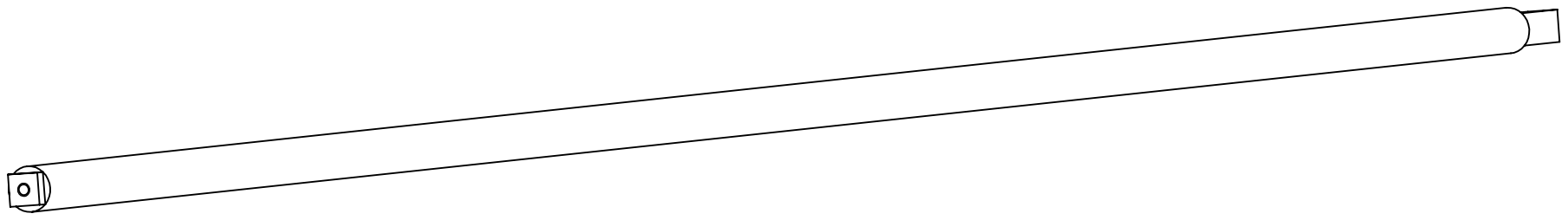
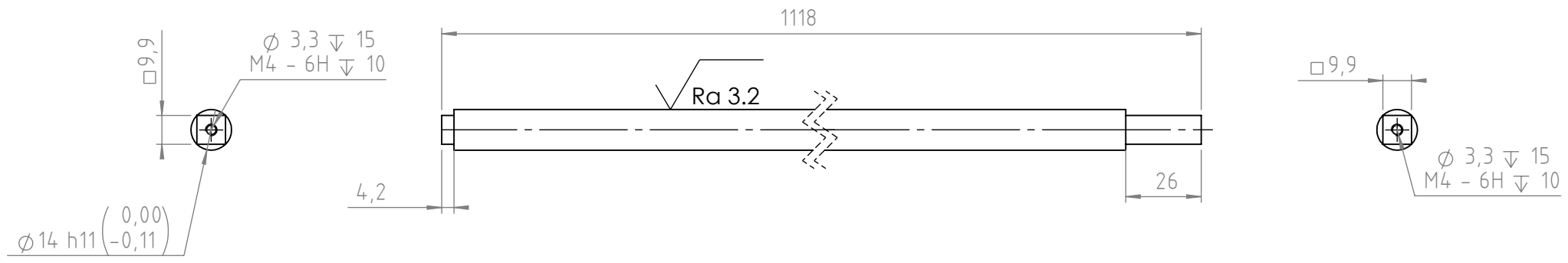
MATERIAL:		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1- MONTAR	
DIMENSÕES: 18 X 12 X 12		ESPESSURA:		PESO KG: 0.0	
TRAT. SUPERFICIAL:					
DESENHADO	22/05/2025	JOSE FERREIRA	INOVOCORTE		
APROVADO	22/05/2025	JOSE FERREIRA			
DESCRIÇÃO: MONTAGEM CERRA-CABOS P/ RASGO					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS		IN-DEN-0003	FORMATO
IN00-0000381-06-A		DIMENSÕES (mm)		A4	FOLHA
				1 / 1	ESCALA
				2:1	



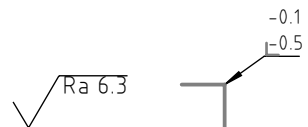
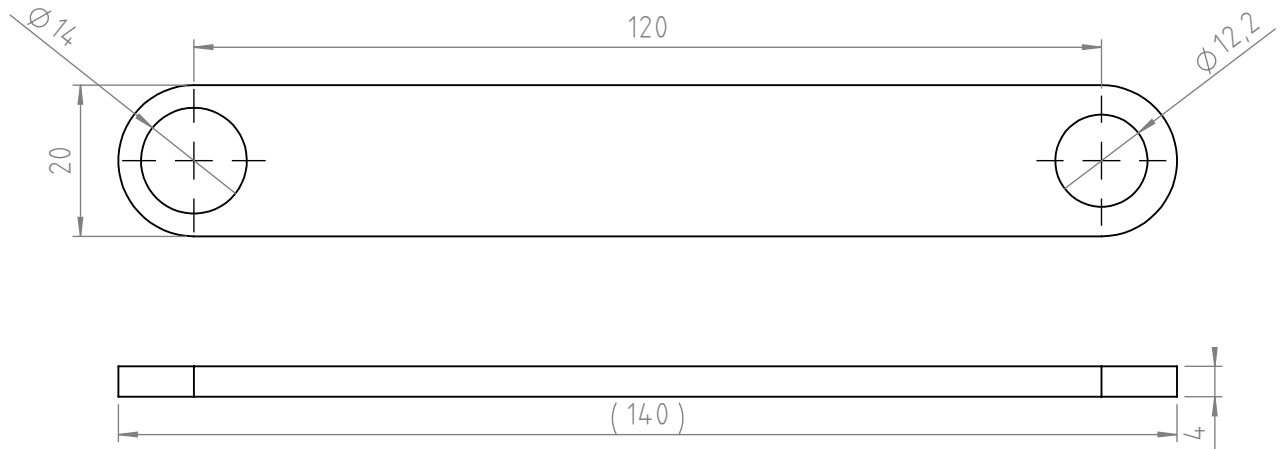
QUANTIDADE: MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: CK45		TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES 1-maquinação
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: MAQUINAÇÃO	
DIMENSÕES: 18 X 12 X 12		ESPESSURA:	PESO KG: 0.0
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR			
DESENHADO	10/09/2024	JFERREIRA	INOVOCORTE
APROVADO	10/09/2024	JFERREIRA	
DESCRIÇÃO: CERRA-CABOS P/ RASGO			

REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA
IN00-0000090-13-B	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1	2:1

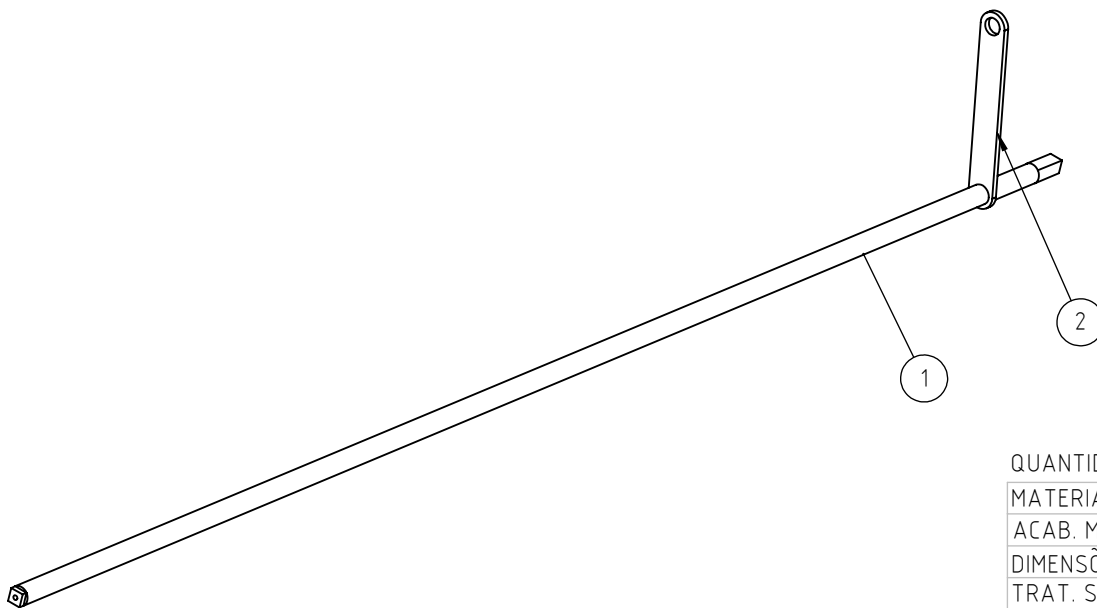
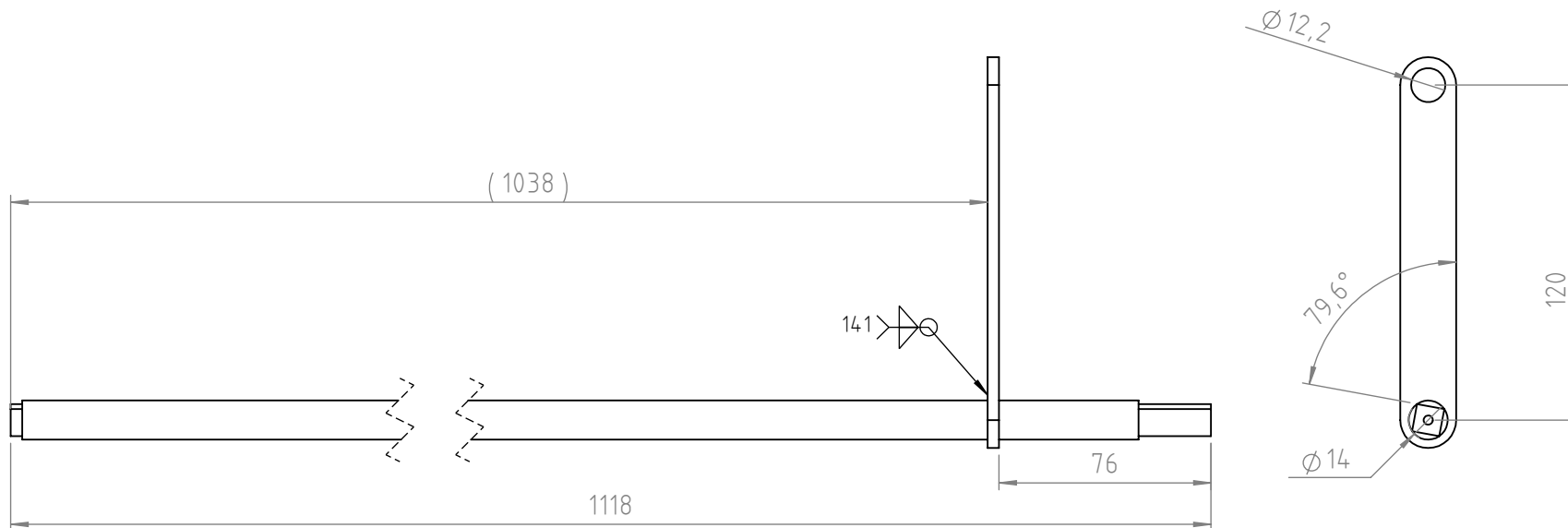


QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:						
MATERIAL: CK45		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES			
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1-Maquinação			
DIMENSÕES: X X		ESPESSURA:		PESO KG: 0.2			
TRAT. SUPERFICIAL:		INOVOCORTE					
DESENHADO	13/05/2025					JOSEFERREIRA	
APROVADO	13/05/2025					JOSEFERREIRA	
DESCRIÇÃO: Veio motriz							
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA		
		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1		
				ESCALA	2:1		



QUANTIDADE: MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: ST37-2		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1-xxxx	
DIMENSÕES: X X		ESPESSURA: 4		2-xxxx	
TRAT. SUPERFICIAL:		PESO KG: 0.0		3-xxxx	
DESENHADO	13/06/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE		
APROVADO	13/06/2025	JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: BRAÇO ROT					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
BRAÇO ROT		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				ESCALA	1:1



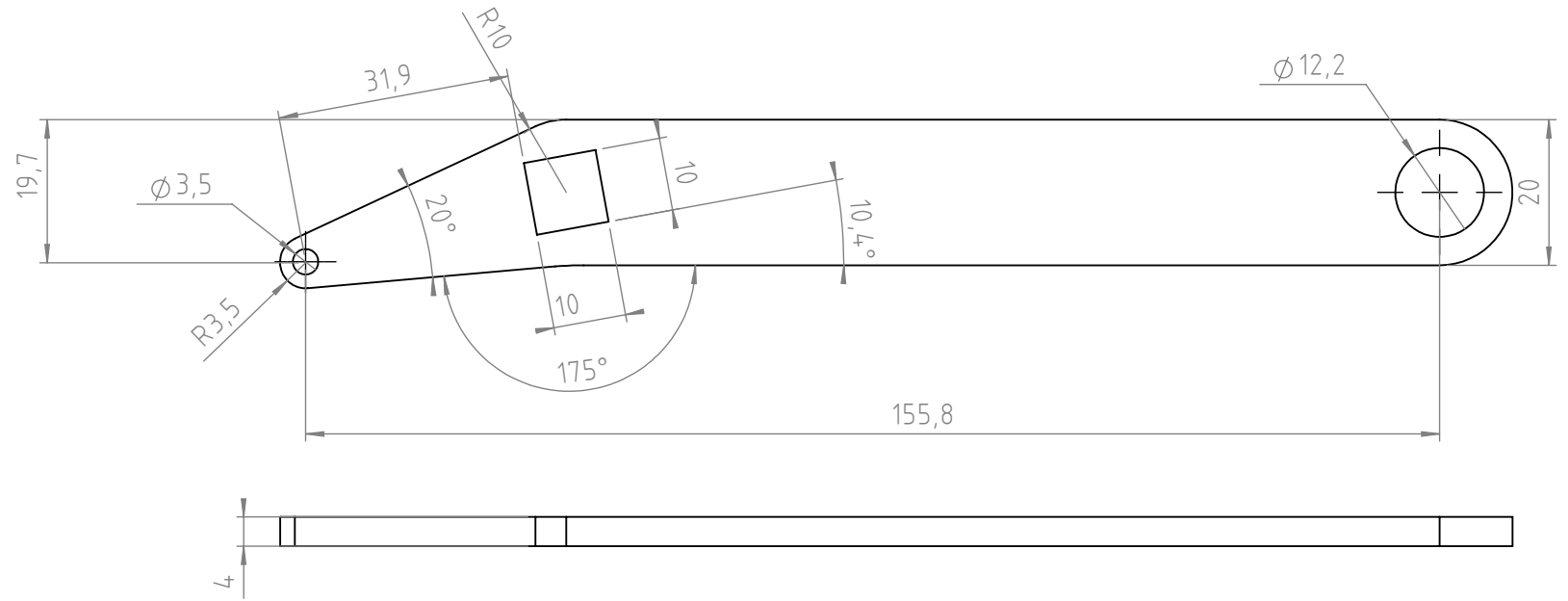
QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

√ Ra 6.3
 -0.1
 -0.5

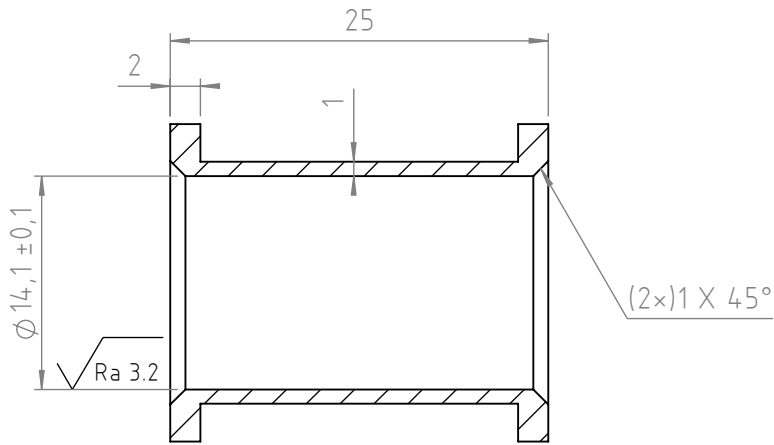
MATERIAL: Aço carbono		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1-soldadura 2-zincagem	
DIMENSÕES: X X		ESPESSURA:		PESO KG:	
TRAT. SUPERFICIAL:					
DESENHADO 30/05/2025		APROVADO 30/05/2025		INOVOCORTE	
DESCRIÇÃO: Conjunto soldado veio motriz e braco					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				ESCALA 1:2.5	

ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	veio motriz	1
2	braco simples	1

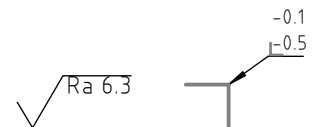
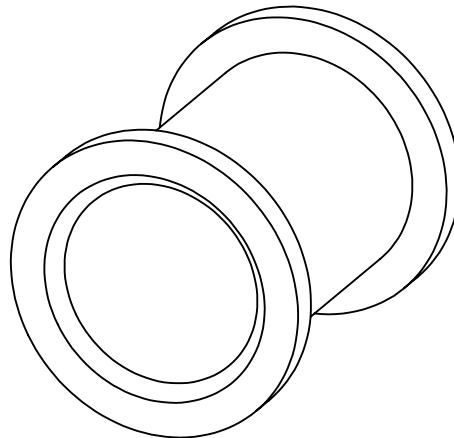
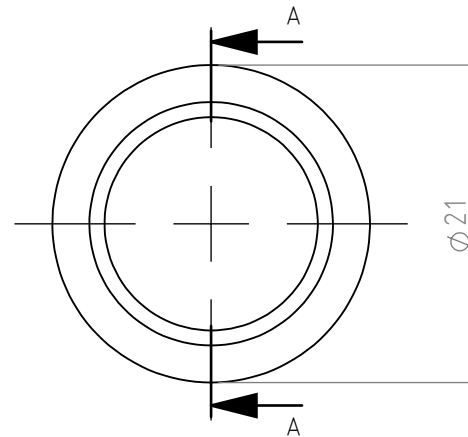


$\sqrt{Ra\ 6.3}$
 -0.1
 -0.5

QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:		
MATERIAL: ST37-2	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	1-LASER CHAPA	
DIMENSÕES: X X	ESPESSURA: 4	2-ZINCAR	
TRAT. SUPERFICIAL:	PESO KG: 0.0	3-	
DESENHADO 13/06/2025 JFERREIRA	INOVOCORTE		
APROVADO 13/06/2025 JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: BRAÇO ROT MOLA			
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA ESCALA
BRACO ROT 2	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1 1:1



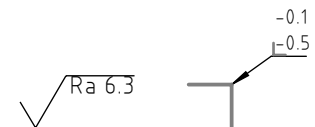
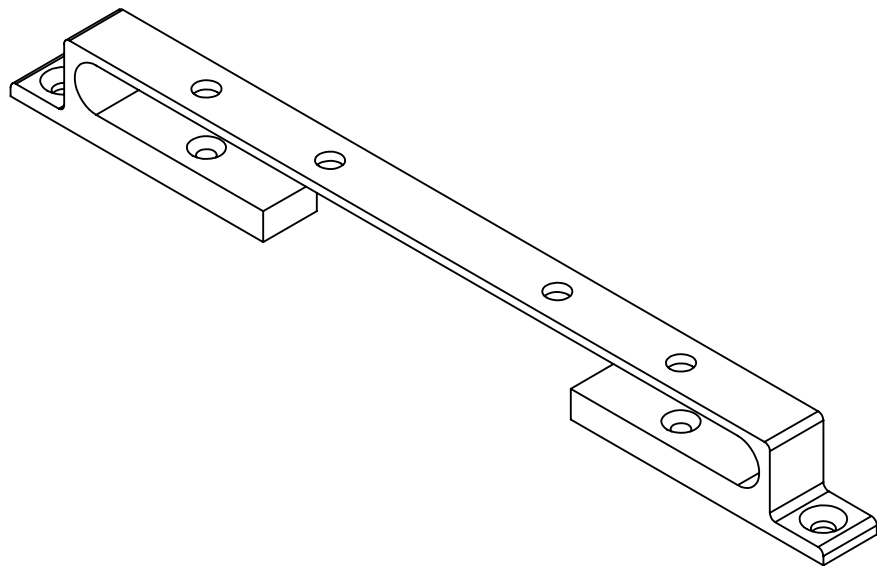
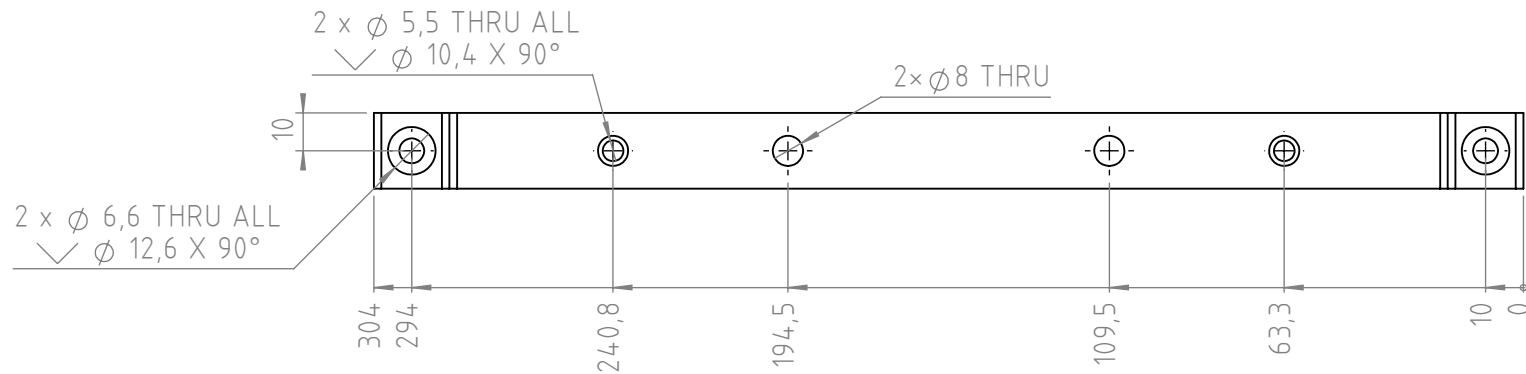
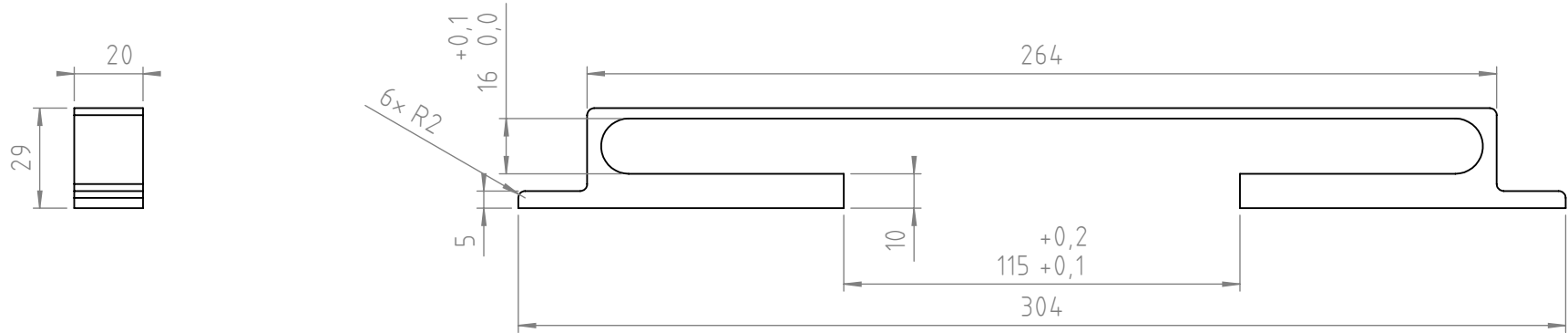
CORTE A-A



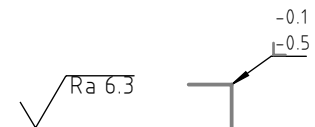
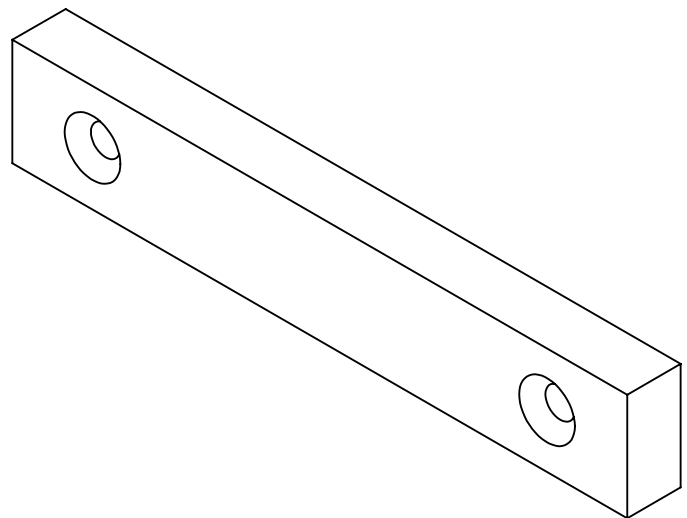
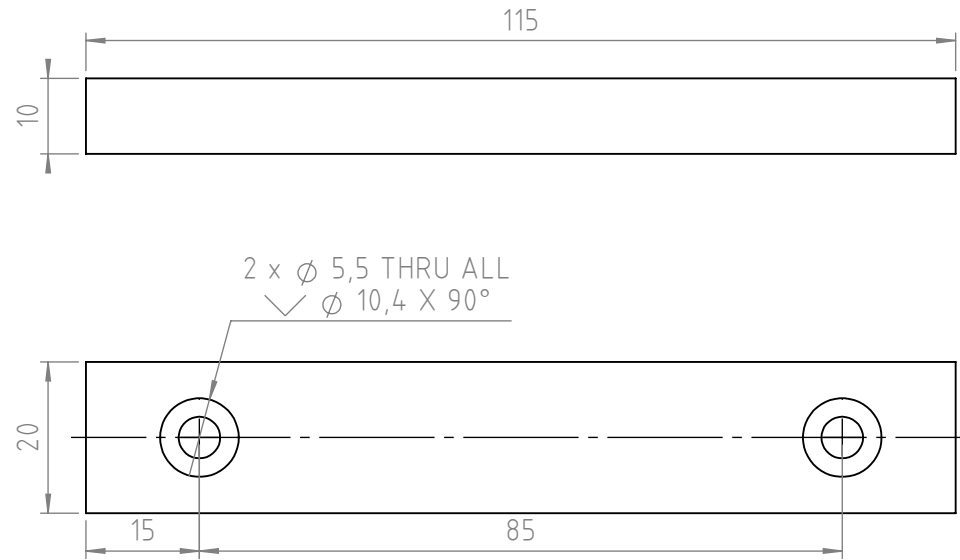
QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

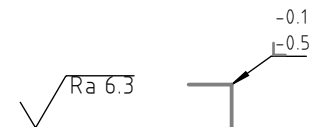
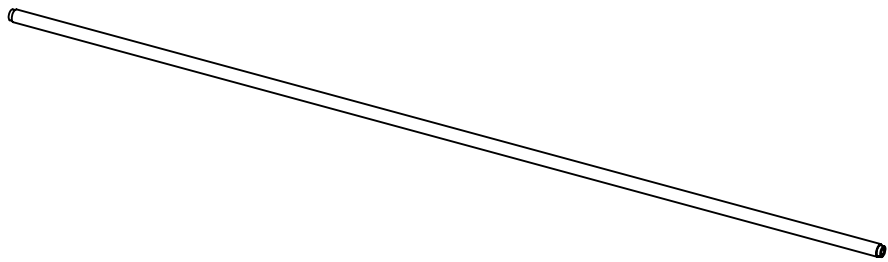
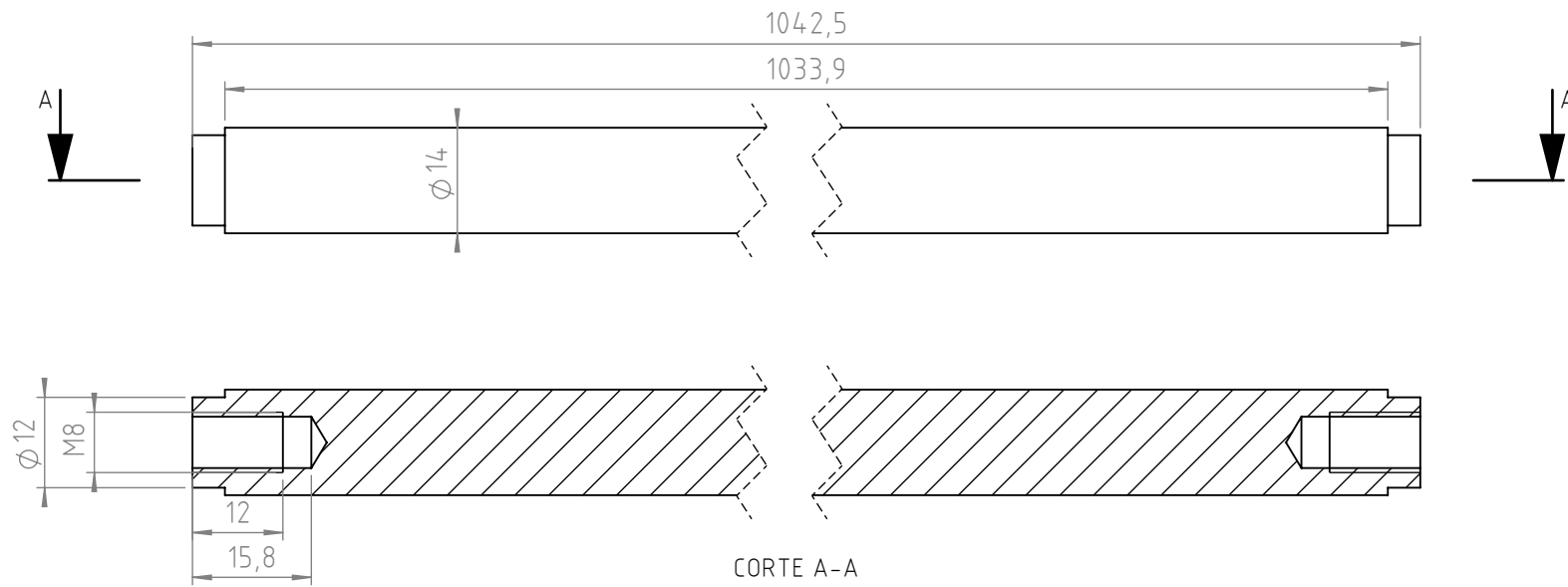
MATERIAL: Nylon		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1-Maquinação	
DIMENSÕES: X X		ESPESSURA:		PESO KG: 0.0	
TRAT. SUPERFICIAL:					
DESENHADO	29/05/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE		
APROVADO	29/05/2025	JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: Casquilho guia					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS		IN-DEN-0003	FORMATO
CASQUILHO POLIMERRO		DIMENSÕES (mm)		A4	FOLHA
				1 / 1	ESCALA
				2:1	



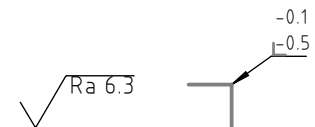
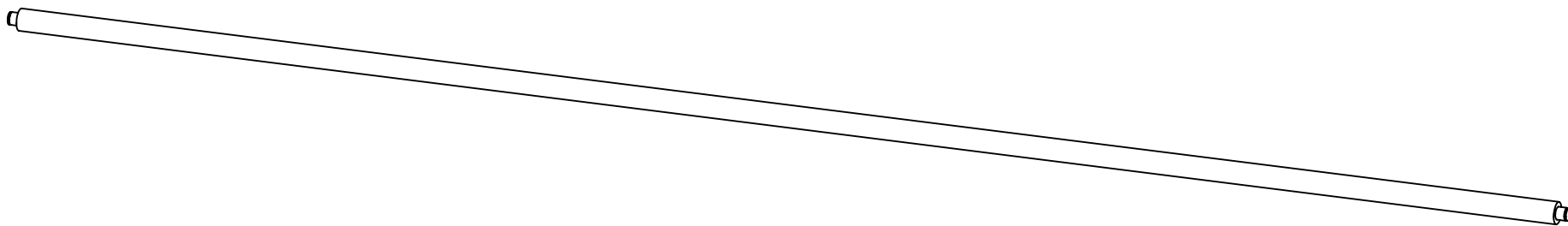
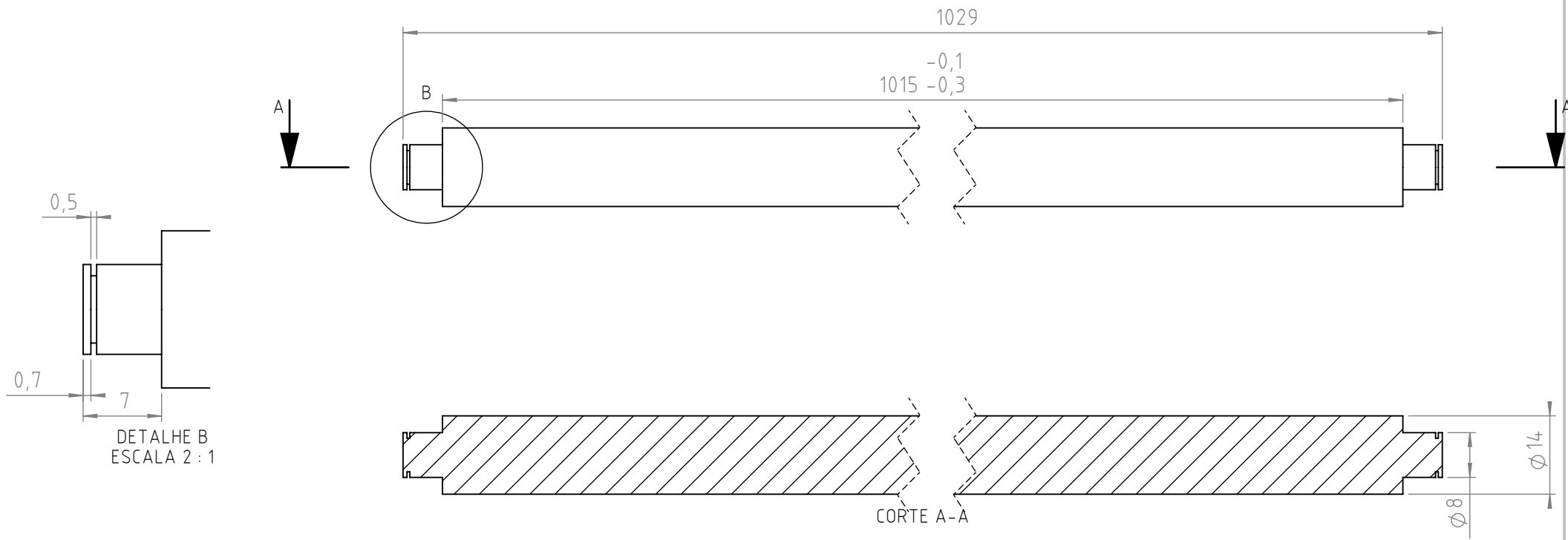
QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES
MATERIAL: CK45		TIPO CORTE:	1- MAQUINAÇÃO
ACAB. MATERIAL:			2- ZINCAR
DIMENSÕES: X X	ESPESSURA:	PESO KG: 0.1	
TRAT. SUPERFICIAL: ZINCAR	INOVOCORTE		
DESENHADO 13/06/2025 JFERREIRA			
APROVADO 13/06/2025 JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: GUIA			
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO FOLHA	ESCALA
GUIAS	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1 1:2



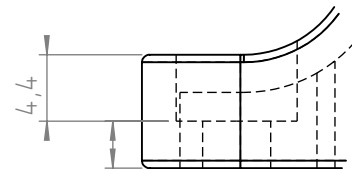
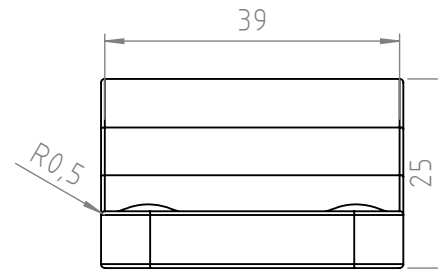
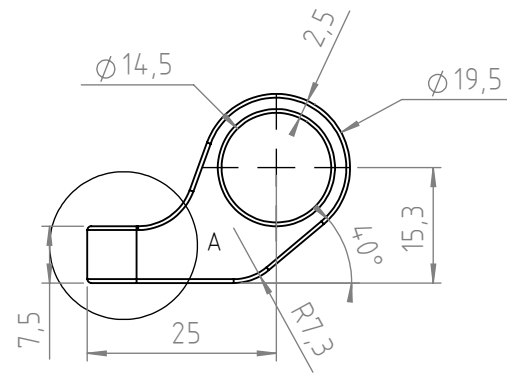
QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES
MATERIAL: CK45		TIPO CORTE:	1-MAQUINAÇÃO
ACAB. MATERIAL:		ESPESSURA: "THICKNESS SPECIFICATION"	2- ZINCAR
DIMENSÕES: X X			
TRAT. SUPERFICIAL:			
DESENHADO 21/10/2024	JOSEFERREIRA	INOVOCORTE	
APROVADO 21/10/2024	JOSEFERREIRA		
DESCRIÇÃO: GUIA INTERIOR			
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA ESCALA
GUIAS CENTRO	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1 1:1



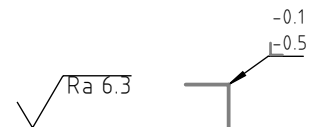
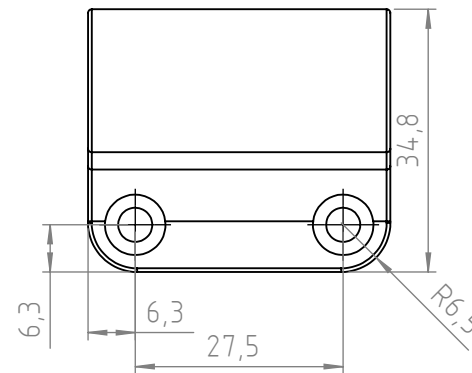
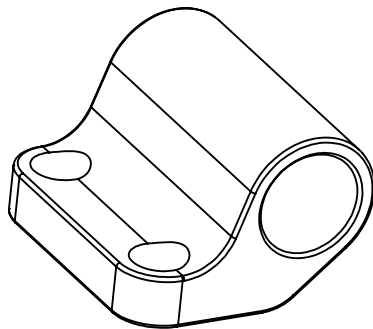
QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:				
MATERIAL: ck45	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES			
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	1-maquinação			
DIMENSÕES: X X	ESPESSURA:	PESO KG: 0.2			
TRAT. SUPERFICIAL:		INOVOCORTE			
DESENHADO	30/05/2025				JFERREIRA
APROVADO	30/05/2025				JFERREIRA
DESCRIÇÃO: veio aux rotação					
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	
VEIO 1	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1	
			1:1		



QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:			
MATERIAL: CK45	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES		
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	1-maquinação		
DIMENSÕES: X X	ESPESSURA:	PESO KG: 0.2	2-zincar	
TRAT. SUPERFICIAL:	INOVOCORTE			
DESENHADO 30/05/2025 JFERREIRA				
APROVADO 30/05/2025 JFERREIRA				
DESCRIÇÃO: veio aux guiamento				
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA
	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1	1:1



DETALHE A
ESCALA 2 : 1

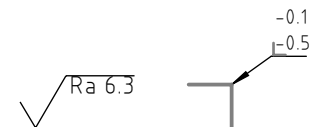
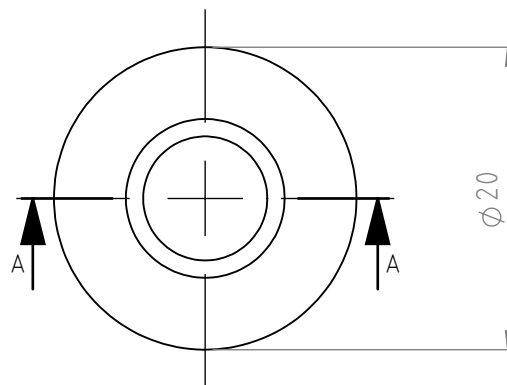
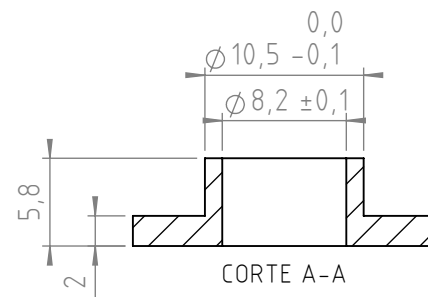
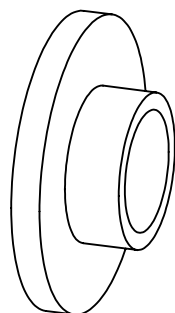


QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: POM		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE: MAQUINAÇÃO		
DIMENSÕES: 40 X 35.8 X 26		ESPESSURA:		
TRAT. SUPERFICIAL:		PESO KG: 0.0		
DESENHADO	30/09/2024	JOSEFERREIRA	INOVOCORTE	
APROVADO	30/09/2024	JOSEFERREIRA		
DESCRIÇÃO: MEIA ABRACADEIRA				

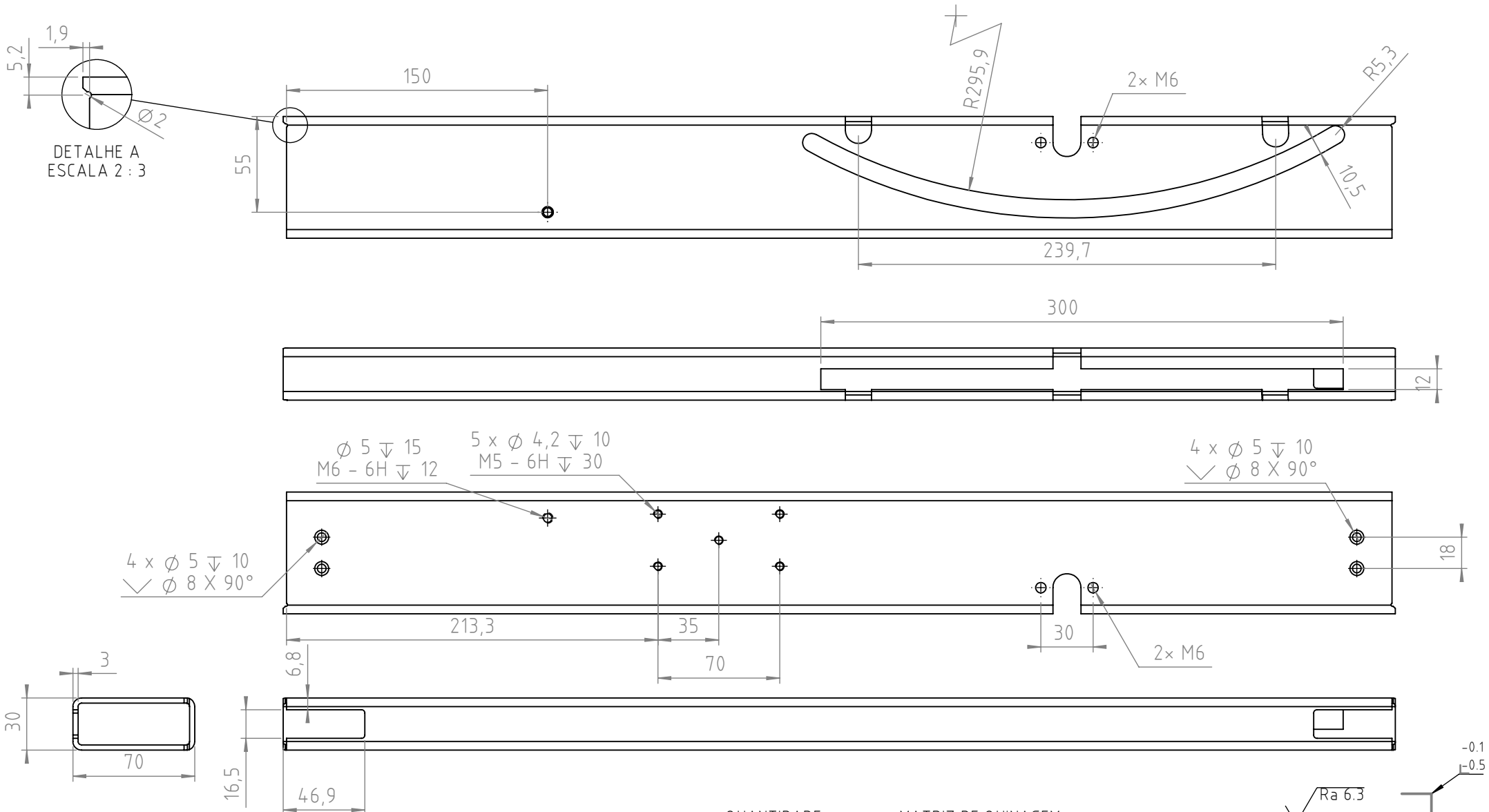
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA	
IN00-00001329-14-A_NEW	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1	1:1	



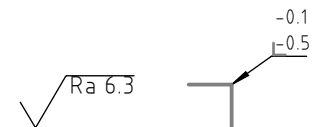
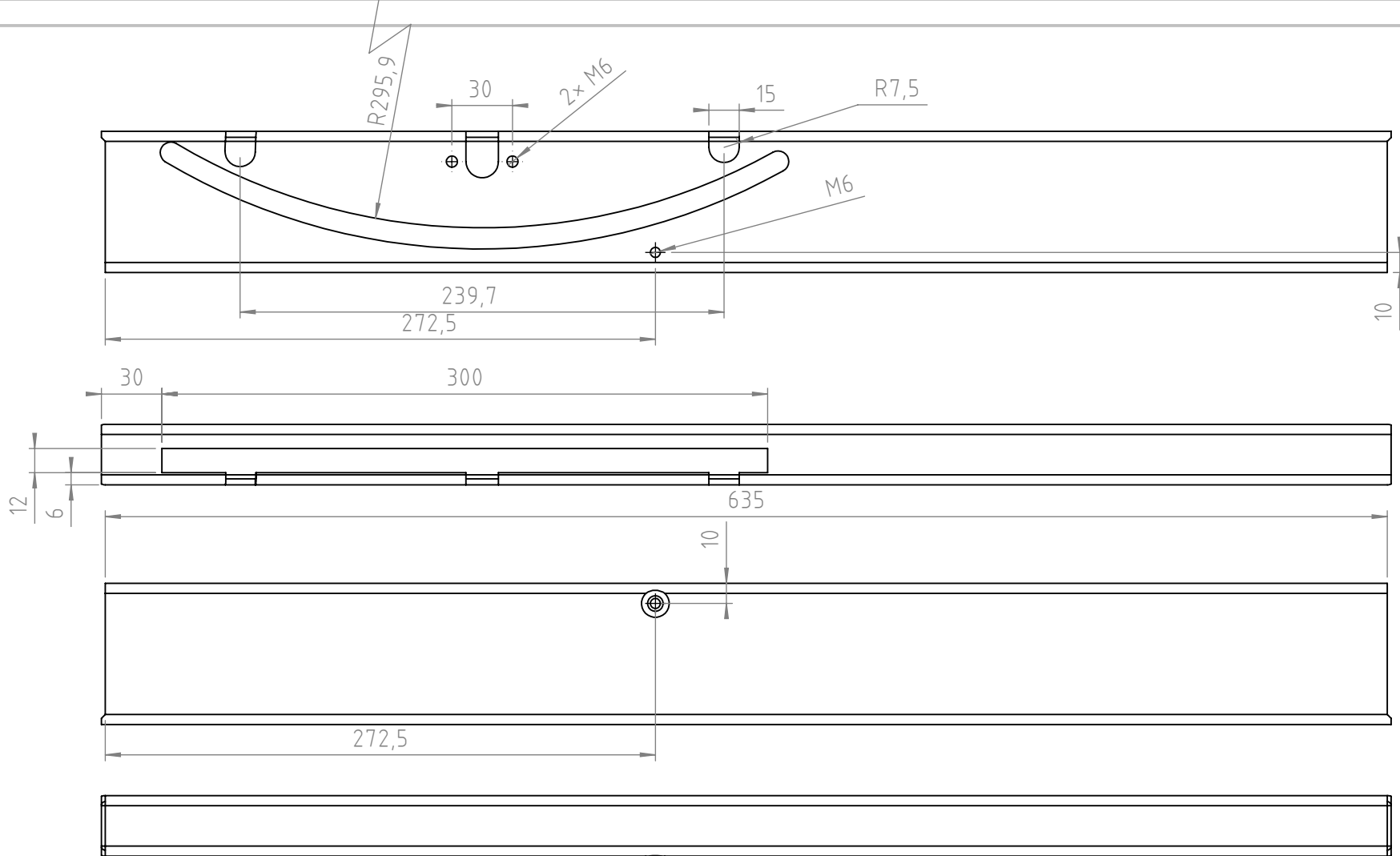
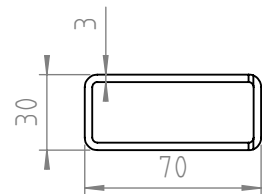
QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

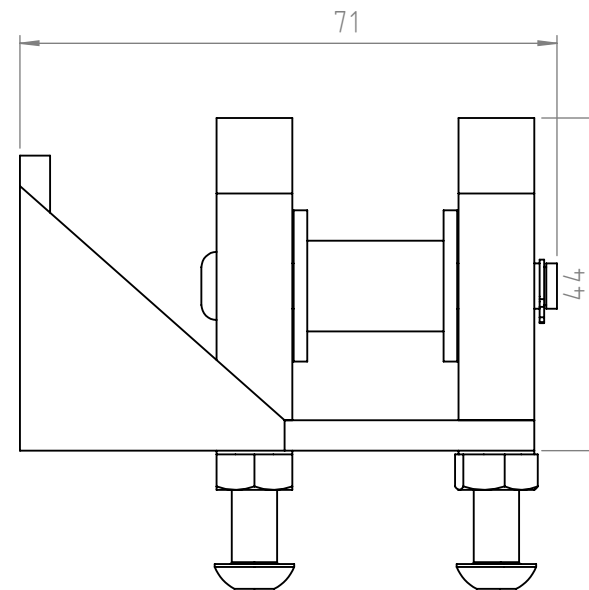
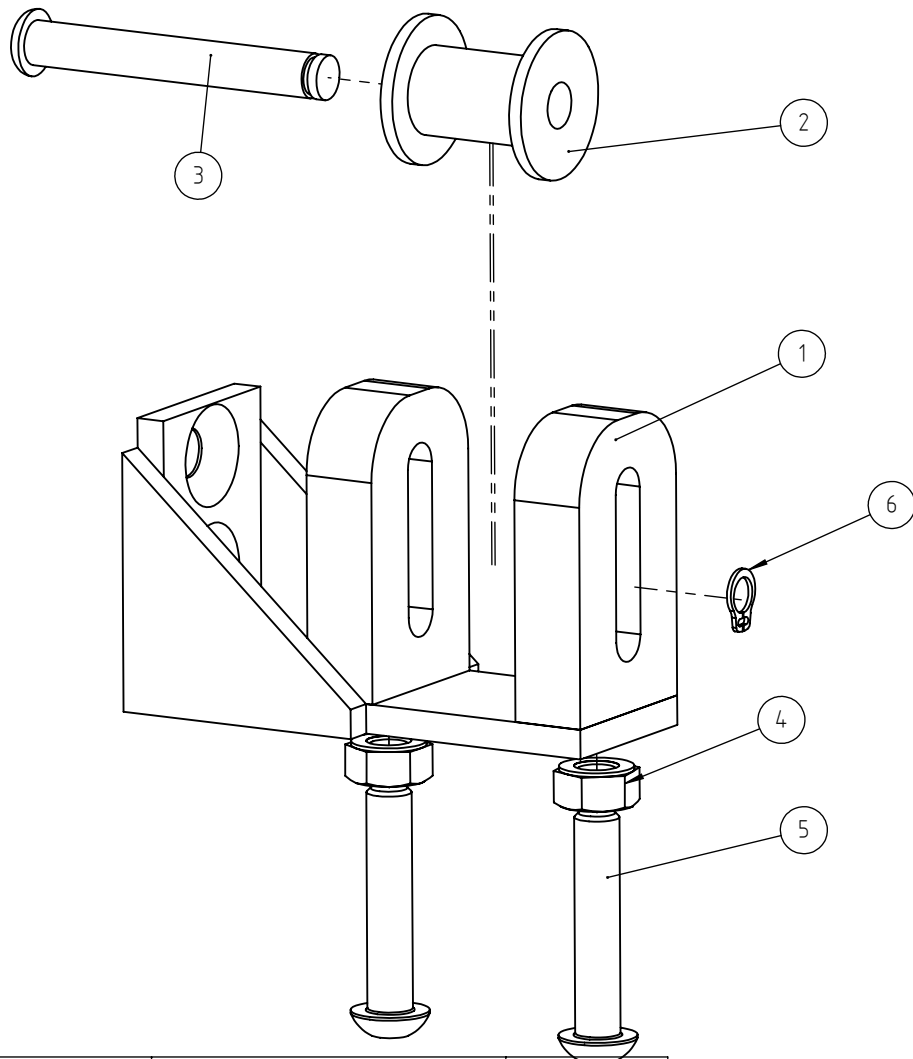
MATERIAL: Nylon		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1-maquinação	
DIMENSÕES: X X		ESPESSURA:		PESO KG: 0.0	
TRAT. SUPERFICIAL:					
DESENHADO	30/05/2025	JFERREIRA		INOVOCORTE	
APROVADO	30/05/2025	JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: casquilho veio aux guiamento					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				2:1	



QUANTIDADE:		MATRIZ DE QUINAGEM:		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
MATERIAL: ST37-2				TIPO CORTE: LASER TUBO		1- corte laser	
ACAB. MATERIAL:				PESO KG: 2,5		2- rosca	
DIMENSÕES:		ESPESSURA:		3- escarear			
TRAT. SUPERFICIAL: LACAR							
DESENHADO		30/05/2025		JFERREIRA		INOVOCORTE	
APROVADO		30/05/2025		JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: TRAVESSA CENTRAL							
REFERÊNCIA DESENHO:				TOLERÂNCIA GERAIS		IN-DEN-0003	
IN00-0000194-01-E_NEW				DIMENSÕES (mm)		FORMATO FOLHA ESCALA	
				A4		1 / 1 1:3	



QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:				
MATERIAL: st37-2	TIPO MATERIAL:			OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:			1- corte laser	
DIMENSÕES: X X	ESPESSURA:	PESO KG:	2- rosca		
TRAT. SUPERFICIAL:			3- escarear		
DESENHADO 13/06/2025 JFERREIRA			INOVOCORTE		
APROVADO 13/06/2025 JFERREIRA					
DESCRIÇÃO: travessa extremidade					
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA
	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1	1:3

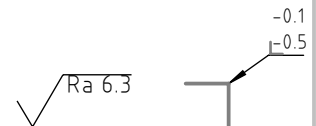


ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	tensionador soldado	1
2	casquilho tensionador	1
3	veio tensionador	1
4	ISO - 4032 - M6 - W - N	2
5	ISO 7380 - M6 x 30 - 30N	2
6	Circlip DIN 471 - 5 x 0.6	1

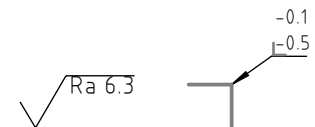
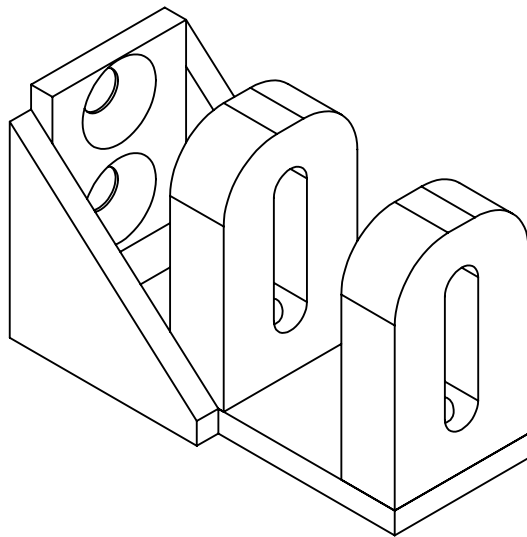
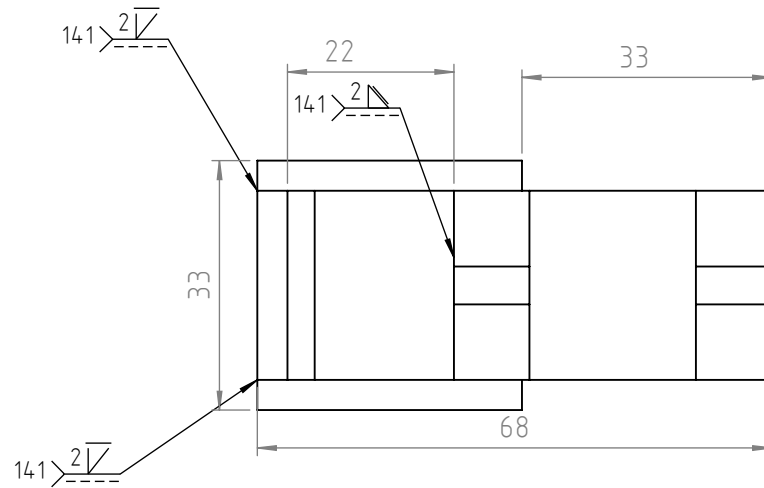
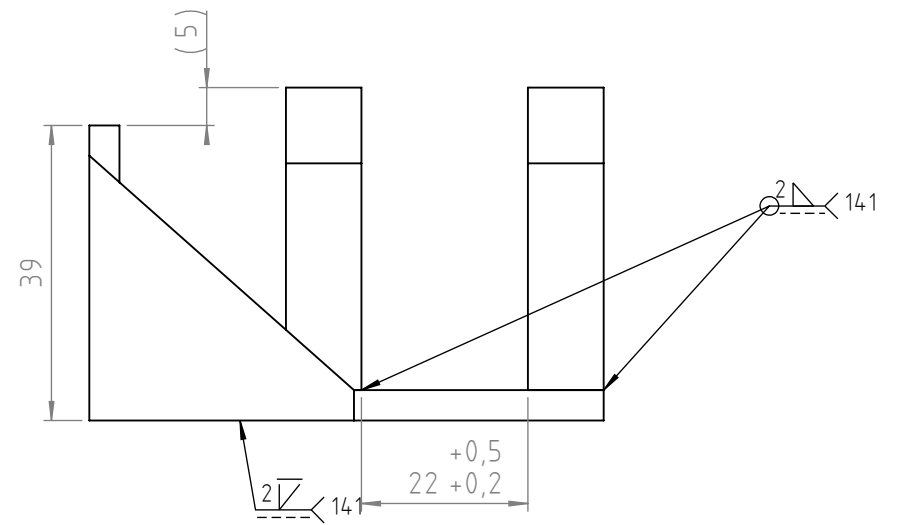
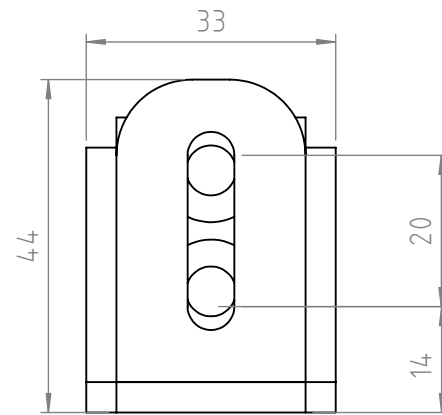
QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL:	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES 1-montar
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	
DIMENSÕES: X X	ESPESSURA:	PESO KG:
TRAT. SUPERFICIAL:		
DESENHADO 13/06/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE
APROVADO 13/06/2025	JFERREIRA	
DESCRIÇÃO: conjunto tensionador		



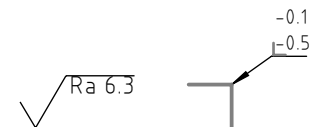
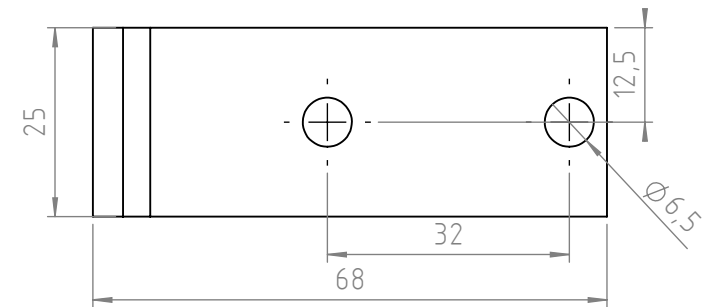
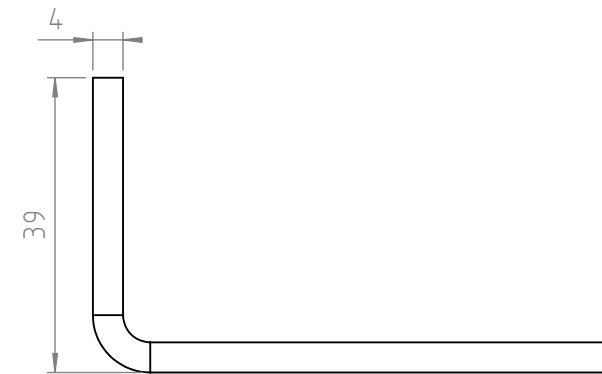
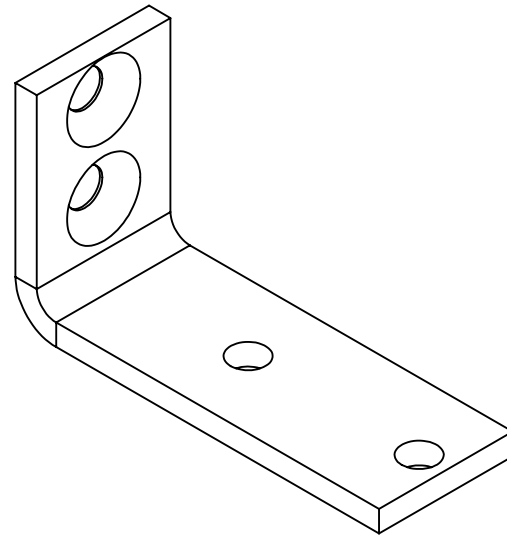
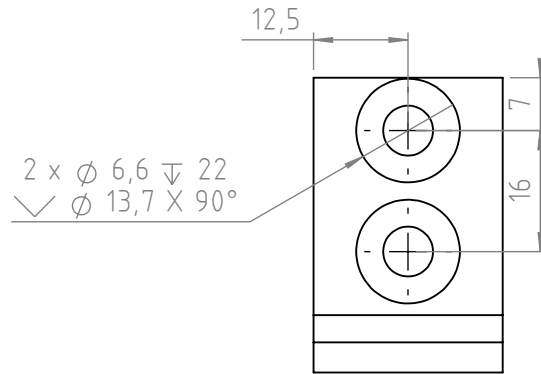
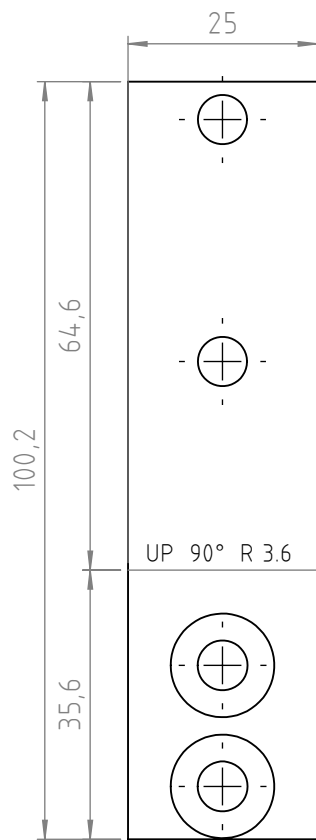
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA	
	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1	1:1	



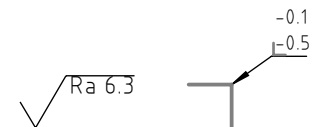
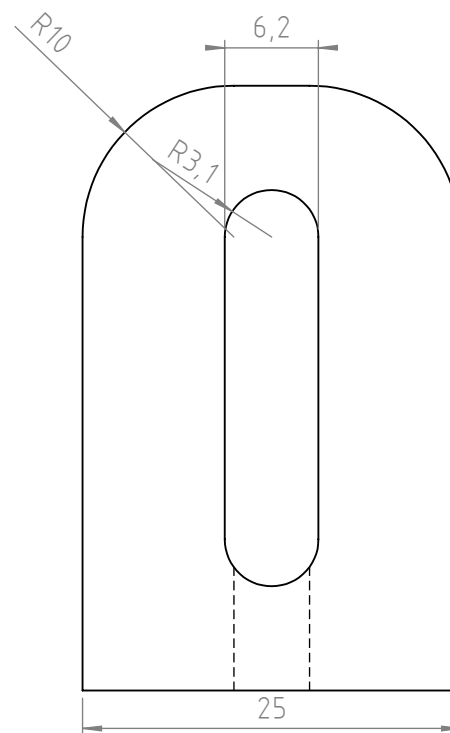
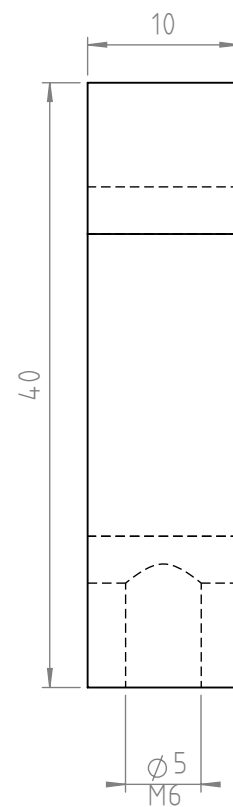
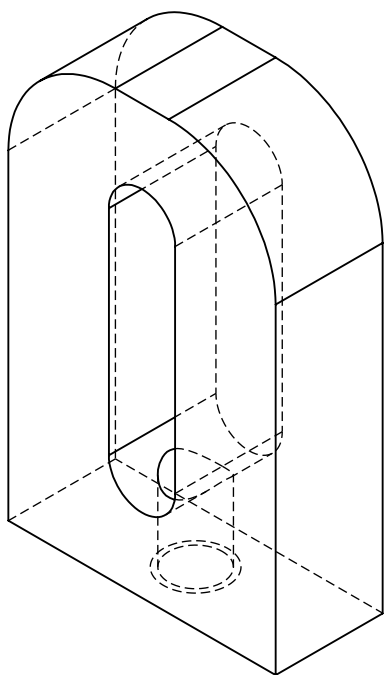
QUANTIDADE: MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: st37-2		TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES 1-soldura 2-zincar
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:	
DIMENSÕES:	X X	ESPESSURA:	PESO KG:
TRAT. SUPERFICIAL: zincar			
DESENHADO	13/06/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE
APROVADO	13/06/2025	JFERREIRA	
DESCRIÇÃO: conjunto soldado tensionador			

REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA	
	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1	1:1	



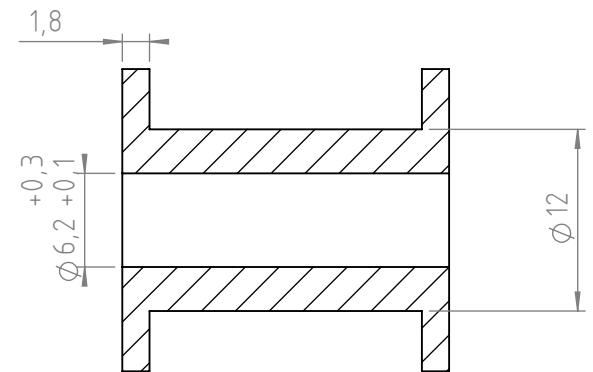
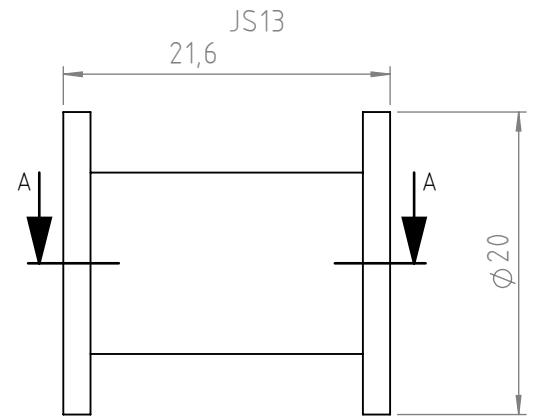
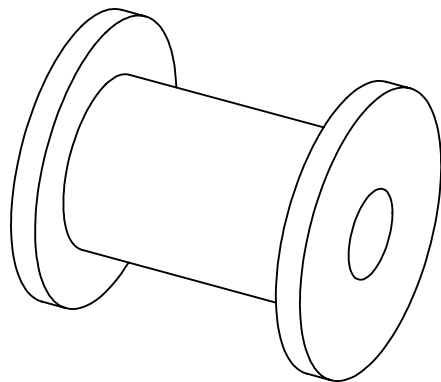
QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:			
MATERIAL: st37-2	TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES		
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:	1-laser chapa		
DIMENSÕES: X X	ESPESSURA:	2-quinagem		
TRAT. SUPERFICIAL:	PESO KG:	3-escarear		
DESENHADO 13/06/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE		
APROVADO 13/06/2025	JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: base tensionador				
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA
	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				1:1



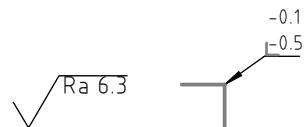
QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: ST 37-2		TIPO MATERIAL:	OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:	1-laser chapa 2-maquinação	
DIMENSÕES:	X X	ESPESSURA:	PESO KG:	
TRAT. SUPERFICIAL:				
DESENHADO	13/06/2025	INOVOCORTE		
APROVADO	13/06/2025			
DESCRIÇÃO: orelha tensionador				
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS	IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA
	DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				2:1



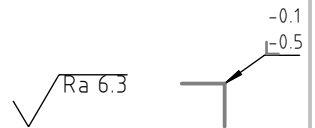
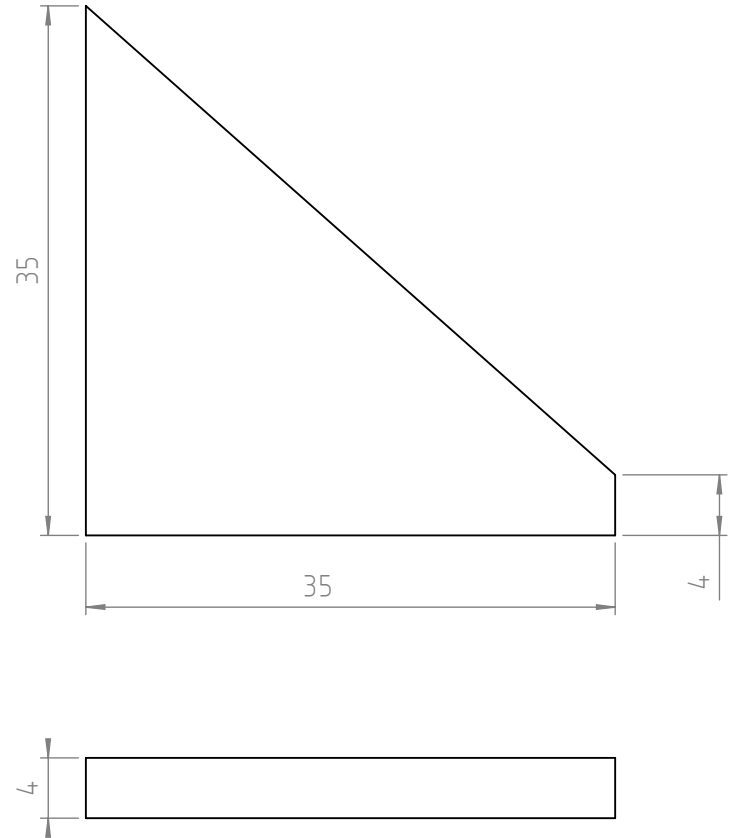
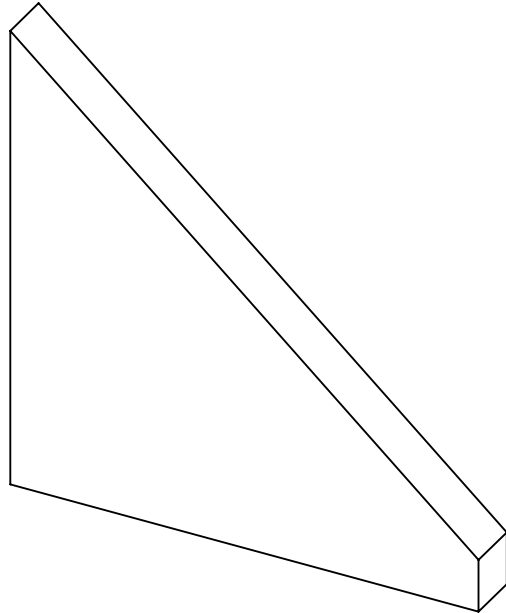
CORTE A-A



QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

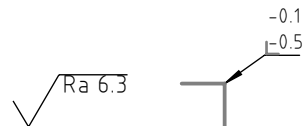
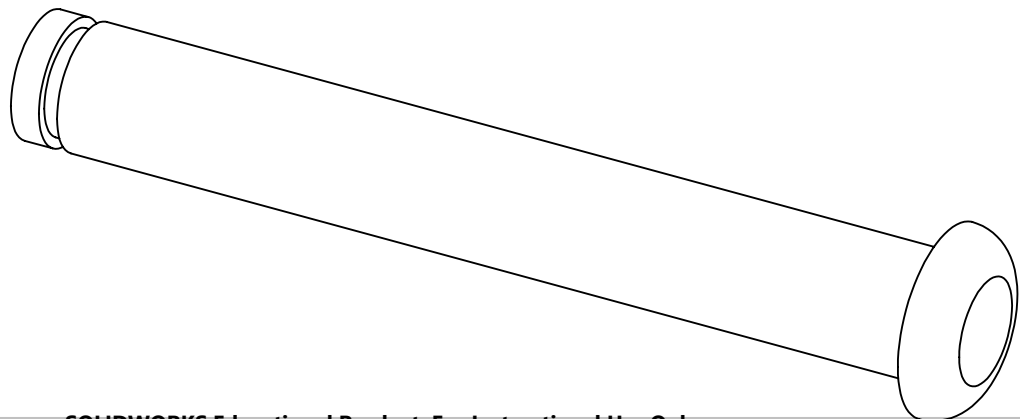
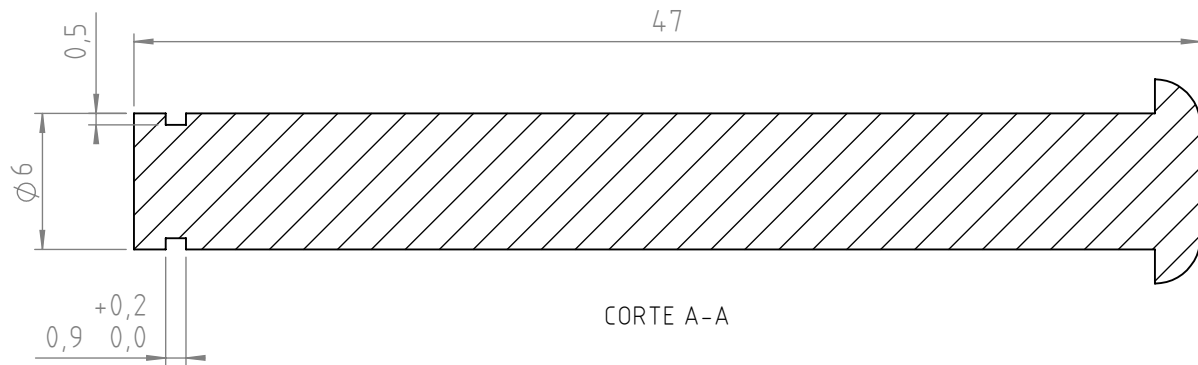
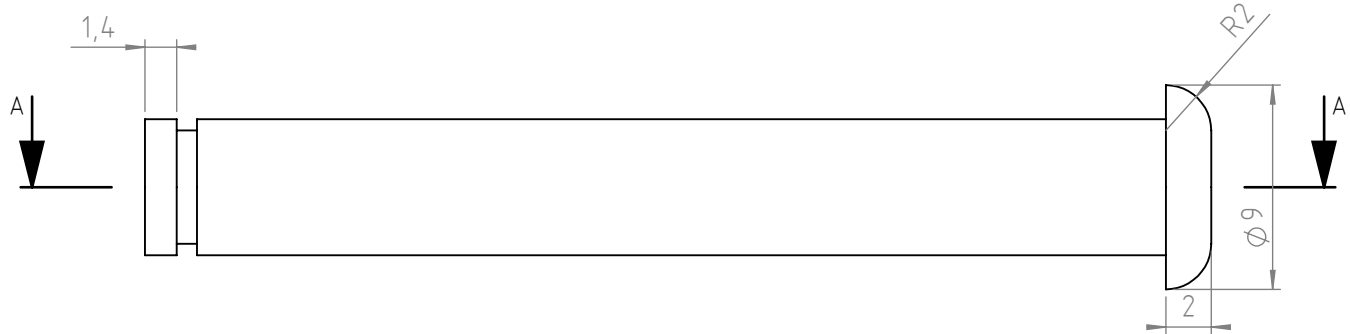
MATERIAL: Nylon		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1-maquinação	
DIMENSÕES: X X		ESPESSURA:		PESO KG:	
TRAT. SUPERFICIAL:					
DESENHADO	08/03/2025	JFERREIRA		INOVOCORTE	
APROVADO	08/03/2025	JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: casquilho tensionador					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				2:1	



QUANTIDADE:

MATRIZ DE QUINAGEM:

MATERIAL: st37-2		TIPO MATERIAL:		OPERAÇÕES	
ACAB. MATERIAL:		TIPO CORTE:		1-corte laser	
DIMENSÕES: X X		ESPESSURA:		PESO KG:	
TRAT. SUPERFICIAL:					
DESENHADO	08/03/2025	JFERREIRA	INOVOCORTE		
APROVADO	08/03/2025	JFERREIRA			
DESCRIÇÃO: costela tensionador					
REFERÊNCIA DESENHO:		TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003		FORMATO	FOLHA
		DIMENSÕES (mm)		A4	1 / 1
				2:1	



QUANTIDADE:	MATRIZ DE QUINAGEM:				
MATERIAL: CK45	TIPO MATERIAL:	ESPESSURA:		PESO KG:	OPERAÇÕES
ACAB. MATERIAL:	TIPO CORTE:				1-xxxx
DIMENSÕES: X X					2-xxxx
TRAT. SUPERFICIAL:					3-xxxx
DESENHADO 08/03/2025					
APROVADO 08/03/2025					
DESCRIÇÃO: veio au					
REFERÊNCIA DESENHO:	TOLERÂNCIA GERAIS IN-DEN-0003	FORMATO	FOLHA	ESCALA	
	DIMENSÕES (mm)	A4	1 / 1	3:1	

