



Análise e melhoria de equipamentos de fabrico de componentes para a indústria automóvel

ANDRÉ JOAQUIM LEITE BARBOSA

julho de 2021

ANÁLISE E MELHORIA DE EQUIPAMENTOS DE FABRICO DE COMPONENTES PARA A INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

André Joaquim Leite Barbosa
1160808

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica – Construções Mecânicas



ANÁLISE E MELHORIA DE EQUIPAMENTOS DE FABRICO DE COMPONENTES PARA A INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

André Joaquim Leite Barbosa
1160808

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

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica – Construções Mecânicas

JÚRI

Presidente

Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto
Professor Adjunto, ISEP

Orientador

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho
Professor Adjunto, ISEP

Coorientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva
Professor Coordenador, ISEP

Arguente

Doutor Luís António de Andrade Ferreira
Professor Associado, FEUP

PALAVRAS CHAVE

OEE, MTTR, MTBF, Manutenção de equipamentos e Indústria automóvel

RESUMO

A indústria automóvel é caracterizada pela sua alta competitividade e capacidade de desenvolver novos sistemas produtivos, capazes de suportar a necessidade de consumo do mercado. Estes novos sistemas produtivos são cada vez mais automatizados e complexos, o que exige um esforço acrescentado na sua criação. Contudo, recai sobre a manutenção a responsabilidade de controlar, preservar e reparar os sistemas de produção. Por outras palavras, pode-se dizer que a manutenção tem de garantir a maior eficiência do sistema produtivo, desde o seu início de vida útil até ao desmantelamento do mesmo.

O âmbito da presente dissertação foi apresentado pela empresa Fico Cables - Fábrica de Acessórios e Equipamentos Industriais, Lda, do grupo Ficosa Internacional S.A, e teve como objetivo o aumento da eficiência de três linhas montagem idênticas, através de implementações de melhorias no plano de manutenção, na formação dos operadores e de alterações nas linhas de montagem. O processo do aumento da eficiência iniciou-se com a análise da situação inicial das linhas de montagem, onde foi feita a recolha de dados qualitativos e quantitativos, que em junção com o estudo do processo de fabrico permitiu detetar os principais problemas das linhas de montagem. Posteriormente, realizou-se uma tempestade de ideias, de onde surgiram ações de melhoria capazes de eliminar/reduzir um ou mais problemas de ineficiência das linhas de montagem. Durante sete meses, as ações de melhoria foram idealizadas e implementadas, e o seu impacto foi acompanhado pelos indicadores de manutenção. Por fim realizou-se um estudo do retorno de investimento, onde se comparou o custo das ações de melhoria com os ganhos monetários obtidos com o aumento da eficiência.

Em suma, conclui-se que a implementação das melhorias descritas anteriormente provocou um aumento de 10,56% na eficiência da primeira linha, de 0,47% da segunda linha e de 6,39% da terceira linha. Este aumento da eficiência das linhas de montagem resultou num balanço positivo entre o investimento nas ações de melhoria *versus* o retorno financeiro proveniente do aumento de eficiência.

KEYWORDS

OEE, MTTR, MTBF, Maintenance of equipment's and automotive industry

ABSTRACT

The automotive industry is characterized by its high competitiveness and ability to develop new production systems, capable of supporting the market's consumption needs. These new production systems are increasingly automated and complex, which requires an increased effort in their creation. However, it is up to maintenance to control, preserve and repair production systems. In other words, it can be said that maintenance has to ensure the highest efficiency of the production system, from its beginning of useful life to its dismantling.

The scope of this dissertation was presented by the company Fico Cables - Fábrica de Acessórios e Equipamentos Industriais, Lda, of the Fico Internacional S.A. group, and aimed to increase the efficiency of three identical assembly lines, through the implementation of improvements in the maintenance plan, in the training of operators and by modifications in the assembly lines. The process of increasing efficiency began with the analysis of the initial situation of the assembly lines, where qualitative and quantitative data were collected, which, in conjunction with the manufacturing process analysis, allowed detecting the main problems of the assembly lines. Subsequently, a brainstorming session took place, from which improvement actions emerged that were able to eliminate/reduce one or more problems of assembly line inefficiency. For seven months, improvement actions were idealized and implemented, and their impact was accompanied through maintenance indicators. Finally, a return-on-investment study was carried out, to compare the cost of improvement actions with the monetary gains obtained with increased efficiency.

To summarize, it is concluded that the implementation of the above-described improvements caused an increase of 10.56% in the efficiency in the first line, 0.47% in the second line and 6.39% in the third line. This increase in the efficiency of the assembly lines resulted in a positive balance between the investment in the improvement actions versus the financial return from the increase in efficiency.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
AFIA	Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
AIAG	<i>Automotive Industry Action Group</i>
ANFIA	<i>Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica</i>
APQP	<i>Advanced Product Quality Planning</i>
CBM	<i>Condition based Maintenance</i>
CNC	Controlo Numérico Computadorizado
D	Disponibilidade
EFQM	<i>The European Foundation Quality Management</i>
EP	Eficiência de Produção
FIEV	<i>Fédération des Industries des Equipments pour Véhicules</i>
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
IATF	<i>International Automotive Task Force</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIT	<i>Just in time</i>
LM	Linha de montagem
MDT	<i>Mean Down Time</i>
MSA	<i>Measurement System Analysis</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
MWT	<i>Mean Waiting Time</i>
NA	Não Aplicável
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
OT	Ordem de trabalho
Q	Qualidade
RCM	<i>Reliability Centred Maintenance</i>
SMED	<i>Single Minute Exchanges of Die</i>
SMMT	<i>The Society of Motor Manufacturers and Traders</i>
SPC	<i>Statistical Process Control</i>
SWOT	<i>Strengths Weaknesses Opportunities Threats</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Produciton System</i>
TQM	<i>The Total Quality Management</i>
UAP	Unidades Autónomas de Produção
VDA	<i>Verband Der Automobilindustrie</i>

Lista de Unidades

GPa	Giga Pascal
kN	Kilo Newton
mm	Milímetro
MPa	Mega Pascal
bar	bar

Lista de Símbolos

€	Euro
∅	Diâmetro

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	Abreviatura para cinco conceitos da língua japonesa, <i>Seiri</i> (Selecionar), <i>Seiton</i> (Organizar), <i>Seiso</i> (Limpar), <i>Seiketsu</i> (Normalizar) e <i>Shitsuke</i> (Autodisciplina).
A3	Folha de papel no formato internacional A3 onde se encontram o problema, a análise, as ações corretivas e o plano de ação.
DMAMC	Abreviatura para definir, medir, analisar, melhorar e controlar
Ishikawa	Representação gráfica que auxilia na identificação das possíveis causas de um problema ou acontecimento.
JIT	Processamento e movimentação dos materiais á medida que estes são necessários.
<i>Kanban</i>	Metodologia que auxilia o controlo sobre um processo produtivo, através do ajuste de informação e materiais.
<i>Lean</i>	Filosofia de gestão que se baseia em aumentar a produtividade, reduzir ou eliminar os desperdícios, com o mínimo de investimento.
PDCA	O ciclo dividido em quatro fases, nomeadamente o desenvolvimento de um plano (<i>P-Plan</i>), a execução do mesmo (<i>D-Do</i>), a verificação dos resultados (<i>C-Check</i>) e a implementação das ações (<i>A-Act</i>).
<i>Setup</i>	Significa “configuração”. Na manutenção é entendido como a troca de ferramentas ou modificação da configuração da máquina ou equipamento.
SMED	Método de troca rápida de ferramenta.
<i>Software</i>	Ferramenta cuja função é o tratamento automático da informação.
<i>Standard</i>	Significa “padronizar”.
<i>Poka yoke</i>	Baseia-se em colocar os trabalhadores num ambiente de trabalho que facilite a implementação de operações corretas e que evite a execução de tarefas erradas.
<i>Kit</i>	Conjunto de ferramentas que executam a mesma função.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Produção mundial de veículos a motor [7].....	8
Figura 2 - Emprego gerado pelo setor automóvel [8]	9
Figura 3 - Peso da indústria de componentes para automóveis na economia portuguesa [9]	9
Figura 4 - Volume de negócios em Portugal por atividade da indústria de componentes para automóveis [9].....	10
Figura 5 - Volume de negócios e exportações da indústria de componentes para automóveis em Portugal [9].....	10
Figura 6 - Exemplos de atuadores pneumáticos [27]	14
Figura 7 - Exemplos de atuadores elétricos [27]	14
Figura 8 - <i>Transfers</i> e alimentador [12]	15
Figura 9 - Aplicações de robôs na indústria automóvel: a) Robô da marca Mercedes para encaixe de rodas dentadas nos eixos ; b) Robô em funcionamento na fabrica da BMW na Carolina o sul; c) Robô em LM da Volkswagen [30]	15
Figura 10 - Tipos de manutenção (elaborado pelo autor).....	18
Figura 11 - Visualização temporal dos indicadores de manutenção (adaptado de [52])	20
Figura 12 - As seis perdas abordadas por uma gestão TPM [60].....	22
Figura 13 - <i>Toyota Produciton System</i> [16].....	26
Figura 14 - Representação esquemática de um ciclo PDCA [83]	29
Figura 15 - Exemplo de uma solução <i>Poka-Yoke</i> [89].....	30
Figura 16 - Instalações da Fico Cables em Maia, Vermoim [96]	37
Figura 17 - Exemplos de produtos fabricados na Fico Cables [97]	38
Figura 18 - Estrutura do departamento da manutenção.....	39
Figura 19 - Análise SWOT do departamento de manutenção	40
Figura 20 - <i>Outputs</i> das LM: a) referência 121912833 ou <i>suspension-mat A</i> ; b) referência 121913152 ou <i>suspension-mat B</i>	41
Figura 21 - Caracterização do <i>suspension-mat B</i>	41
Figura 22 - Identificação dos postos das LM IBK2 L1 e L3	42
Figura 23 - Posto 100.....	43
Figura 24 - Posto 101.....	44
Figura 25 - Posto 102.....	44
Figura 26 - Posto 103.....	45
Figura 27 - Posto 104.....	45
Figura 28 - Posto 105.....	46
Figura 29 - Posto 106.....	46
Figura 30 - Posto 107.....	47
Figura 31 - Sequência de produção do <i>suspension-mat B</i>	47
Figura 32 - Sequência de produção do <i>suspension-mat A</i>	48
Figura 33 - Identificação dos postos das LM IBK2 L2.....	48
Figura 34 - Etapas do ciclo PDCA	49

Figura 35 - Etapas de análise dos dados qualitativos recolhidos	51
Figura 36 - Ficheiro Excel de seguimento linhas/equipamentos críticos	51
Figura 37 - Etapas de análise dos dados quantitativos recolhidos	52
Figura 38 - Banca de seleção de <i>suspension-mat</i>	53
Figura 39 - Tarefas realizadas pelo operador	54
Figura 40 - Tarefas realizadas pelo técnico de manutenção	54
Figura 41 - Tarefas realizadas pelo gabinete de manutenção	54
Figura 42 - Sujidade nas LM: a) “passa, não passa” (posto 101); b) peça do <i>kit</i> de enrolamento (posto 107)	55
Figura 43 - Sujidade nas guias do tubo de revestimento de gancho	56
Figura 44 - Rotura de uns dos constituintes do agrafador	57
Figura 45 - Quantidade de material puncionado no posto 100	57
Figura 46 - Agulhas após sofrerem rotura devido ao desalinhamento provocado pelo material puncionado no posto 100	58
Figura 47 - Número médio de OT entre junho e dezembro de 2020, de cada linha	58
Figura 48 - Tempo médio de reparação entre junho e dezembro de 2020, de cada linha	59
Figura 49 - Dispersão dos valores de MTTR das LM entre junho e dezembro de 2020	59
Figura 50 - Tempo médio entre falhas entre junho e dezembro de 2020, de cada linha	60
Figura 51 - Dispersão dos valores de MTBF das LM entre junho e dezembro de 2020	60
Figura 52 - Eficiência das LM entre junho e dezembro de 2020	61
Figura 53 - Diagrama de causa efeito para a ineficiência da LM	63
Figura 54 - Mapa mental da tempestade de ideias	63
Figura 55 - Esboço do <i>kit</i> de sopro	64
Figura 56 - Esboço do equipamento para reaproveitar o arame lombar identificado como sucata	65
Figura 57 - Análise SWOT das ideias	66
Figura 58 - Localização dos componentes críticos no agrafador	69
Figura 59 - Componentes selecionados: a) suporte da guia dos agrafos; b) parafusos; c) chapa guia dos agrafos	70
Figura 60 - <i>Kit</i> de sopro IBK2 L1: a) vista geral; b) vista em corte	71
Figura 61 - <i>Kit</i> de sopro colocado no desenho 3D da LM IBK2 L1	71
Figura 62 - <i>Kit</i> de sopro instalado na LM IBK2 L1	72
Figura 63 - <i>Kit</i> de sopro IBK2 L1: a) vista geral; b) vista em corte	72
Figura 64 - <i>Kit</i> de sopro instalado na LM IBK2 L3: a) vista de frente; b) vista de lateral	73
Figura 65 - <i>Kit</i> de inserção do tubo de revestimento do gancho	79
Figura 66 - <i>Kit</i> de inserção do tubo de revestimento do gancho sem o componente de guiamento	79
Figura 67 - Desenho 3D do sistema de reaproveitamento de arame lombar	80
Figura 68 - Conjunto superior do sistema de reaproveitamento de arame lombar	82
Figura 69 - Conjunto inferior do sistema de reaproveitamento de arame lombar	82
Figura 70 - Estrutura e proteções do sistema de reaproveitamento de arame lombar	83
Figura 71 - Funcionamento do sistema de reaproveitamento de arame lombar: a) avanço da proteção móvel; b) avanço dos cilindros hidráulicos; c) recuo dos cilindros hidráulicos; d) recuo da proteção móvel	84
Figura 72 - <i>Grafcet</i> do sistema de reaproveitamento de arame lombar	85

Figura 73 - Suporte do conjunto superior	85
Figura 74 - Propriedades mecânicas do aço ligado selecionado	86
Figura 75 - Condições fronteira	86
Figura 76 - Carga aplicada	86
Figura 77 - <i>Standard mesh</i> aplicada no suporte do conjunto superior	87
Figura 78 - Resultados: a) tensão equivalente de von Mises instalada em MPa; b) Deslocamento máximo em mm	87
Figura 79 - Excerto do plano de manutenção de 1º nível da LM IBK2 L1	88
Figura 80 - Excerto do plano de lubrificação da LM IBK2 L1	89
Figura 81 - Galheta para efeitos de lubrificação das LM.	89
Figura 82 - Tempo de execução e custo do plano de manutenção preventiva	90
Figura 83 - Número médio de OT entre janeiro e maio de 2021, de cada linha	90
Figura 84 - Tempo médio de reparação entre janeiro e maio de 2021, de cada linha	91
Figura 85 - Dispersão dos valores de MTTR das LM entre janeiro e maio de 2021	91
Figura 86 - Tempo médio entre falhas entre janeiro e maio de 2021, de cada linha	92
Figura 87 - Dispersão dos valores de MTBF das LM entre janeiro e maio de 2021	92
Figura 88 - Eficiência das LM entre janeiro e maio de 2021	93

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de manutenção [36]	17
Tabela 2 - Indicadores de desempenho da manutenção e fiabilidade [47, 48]	20
Tabela 3 - Cálculo dos índices que constituem o indicador OEE [54]	21
Tabela 4 - Estado da arte - Manutenção de equipamentos industriais.....	23
Tabela 5 - Objetivos da filosofia <i>Kaizen</i> [75]	27
Tabela 6 - Seis perdas <i>Kaizen</i> [75]	27
Tabela 7 - Conceitos 5S [77, 78]	28
Tabela 8 - Etapas de implementação da metodologia SMED [76]	29
Tabela 9 - Estado da arte - Conceitos <i>Lean</i>	31
Tabela 10 - Caracterização das UAP	38
Tabela 11 - Localização dos problemas	55
Tabela 12 - Definição das ideias a implementar	68
Tabela 13 - Alterações dos componentes do agrafador.....	70
Tabela 14 - Guia de afinamentos.....	74
Tabela 15 - Principais conjuntos do sistema de reaproveitamento de arame lombar.....	80
Tabela 16 - Função dos acessórios	83
Tabela 17 - Desenhos/custo do <i>kit</i> de sopro da LM IBK2 L1	94
Tabela 18 - Desenhos/custo dos <i>kits</i> de sopro das LM IBK2 L2 e L3	94
Tabela 19 - Custo total dos <i>kits</i> de sopro	94
Tabela 20 - Desenhos/custos do aumento da robustez do agrafador e da criação de stock dos seus componentes	95
Tabela 21 - Investimento total feito pela empresa na melhoria do OEE das LM	95
Tabela 22 - Desenhos/custos do sistema de reaproveitamento de arame lombar	96
Tabela 23 - Custo total do sistema de reaproveitamento de arame lombar	97
Tabela 24 - Margem de lucro de cada <i>suspension-mat</i>	98
Tabela 25 - Comparação entre o OEE inicial das LM com o OEE final	98
Tabela 26 - Diferença de lucro hora consoante o OEE de cada LM, para o <i>suspension-mat A</i>	98
Tabela 27 - Diferença de lucro hora consoante o OEE de cada LM, para o <i>suspension-mat B</i>	98
Tabela 28 - Diferença de lucro na produção do <i>suspension-mat A</i> , num período de um ano	99
Tabela 29 - Diferença de lucro na produção do <i>suspension-mat B</i> , num período de um ano	99
Tabela 30 - Implicação monetária do arame lombar não conforme, entre fevereiro e maio de 2021	99
Tabela 31 - Avaliação dos sub-objetivos.....	103

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Estrutura da dissertação	3
1.4	Apresentação da empresa	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1	Indústria automóvel.....	7
2.1.1	Importância económica.....	7
2.1.2	Indústria de componentes automóveis em Portugal	9
2.1.3	Requisitos de competitividade, qualidade e flexibilidade de produção.....	11
2.1.4	Normalização da qualidade na indústria automóvel.....	12
2.1.5	Automatização como meio de aumento da produtividade	13
2.2	Manutenção de equipamentos industriais	16
2.2.1	Conceitos fundamentais.....	16
2.2.2	Tipos de manutenção	17
2.2.3	Indicadores de manutenção e fiabilidade	19
2.2.4	Gestão da manutenção	21
2.2.5	Estado-da-arte.....	23
2.3	Conceitos Lean	25
2.3.1	Fundamentos da técnica	26
2.3.2	Ferramentas Lean.....	26
2.3.2.1	Kaizen.....	27
2.3.2.2	5S	28
2.3.2.3	SMED.....	28
2.3.2.4	PDCA	29
2.3.2.5	Standard work.....	29
2.3.2.6	Poka-Yoke	30
2.3.2.7	Diagrama de Gantt.....	30
2.3.3	Estado-da-arte.....	31
2.4	Conclusões da revisão bibliográfica	32

3	DESENVOLVIMENTO	37
3.1	Caracterização da empresa	37
3.1.1	Departamento de Manutenção.....	39
3.2	Caracterização do produto e processo	40
3.2.1	Suspension-mats	40
3.2.2	Linha de montagem IBK2 L1 e L3	42
3.2.3	Linha de montagem IBK2 L2	48
3.3	Metodologia de resolução dos problemas.....	49
3.4	Análise da situação inicial das linhas de montagem	50
3.4.1	Recolha de dados	50
3.4.2	Estudo do processo	52
3.4.3	Problemas detetados	55
3.4.4	Indicadores de manutenção.....	58
3.5	Análise de melhorias	63
3.5.1	Tempestade de ideias.....	63
3.5.2	Análise SWOT	65
3.5.3	Definição das ideias a implementar	68
3.6	Descrição das melhorias implementadas.....	69
3.6.1	Aumento da robustez do agrafador	69
3.6.2	Kit de sopro	70
3.6.3	Guia de afinamentos	73
3.6.4	Kit de inserção do tubo de revestimento do gancho	79
3.6.5	Projeto do sistema de reaproveitamento de arame lombar.....	80
3.7	Plano de manutenção	88
3.8	Impacto das melhorias realizadas.....	90
3.9	Análise de custos e lista de peças a fabricar	93
3.10	Retorno de investimento	97
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	103
4.1	CONCLUSÕES.....	103
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	104
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	107

6	ANEXOS.....	115
6.1	Informações possíveis de recolher do Mapex.....	115
6.1.1	Ordens de trabalho	115
6.1.2	Informação de horas de manutenção	117
6.2	Layout das linhas de montagem	119
6.2.1	Layout IBK2 L1 e L3.....	119
6.2.2	Layout IBK2 L2	125
6.3	Fluxograma de reparação de avarias	131
6.4	Componentes do agrafador	133
6.5	<i>Kit</i> de sopro	147
6.5.1	Desenhos 2D do kit de sopro IBK2 L1	147
6.5.2	Desenhos 2D do kit de sopro IBK2 L2 e L3	153
6.6	Sistema de reaproveitamento de arame lombar	159
6.7	Manutenção de 1º nível.....	191
6.7.1	Manutenção de 1ª nível da linha de montagem IBK2 L1	191
6.7.2	Manutenção de 1ª nível da linha de montagem IBK2 L2	203
6.7.3	Manutenção de 1ª nível da linha de montagem IBK2 L3	213
6.8	Plano de lubrificação	225
6.8.1	Plano de lubrificação da linha de montagem IBK2 L1	225
6.8.2	Plano de lubrificação da linha de montagem IBK2 L2	241
6.8.3	Plano de lubrificação da linha de montagem IBK2 L3	253
6.8.4	Identificação do produto.....	269
6.9	Plano de manutenção preventiva	271

INTRODUÇÃO

- 1.1 Contextualização
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Estrutura da dissertação
- 1.4 Apresentação da empresa

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A indústria automóvel é caracterizada pelo seu elevado nível de competitividade e pela busca contínua pelo aumento de produtividade. Para alcançar tais características, e manter a qualidade dos produtos fornecidos e serviços prestados a indústria automóvel recorre a sistemas produtivos automatizados e complexos. Este tipo de sistemas requer uma monitorização constante e ações de melhoria consoante os dados recolhidos durante a produção. Por outras palavras, quanto maior for o conhecimento técnico do departamento de manutenção, maior vai ser a capacidade de monitorizar, reparar e melhorar o sistema produtivo. As organizações devem assim investir numa boa gestão de manutenção, baseada em manutenções preventivas e preditivas, de maneira a evitar manutenções corretivas de emergência. De facto, este tipo de manutenção possui um custo associado elevado, para além de diminuir a disponibilidade do sistema produtivo, assim como a qualidade dos produtos produzidos pelo mesmo.

1.2 Objetivos

O objetivo principal proposto pela empresa de acolhimento foi o aumento da eficiência das linhas de montagem (LM) de produção de *suspension-mat*, através da identificação das principais avarias e da implementação de ações de melhoria que visassem a redução/eliminação das mesmas. Para identificar as principais avarias, o autor deveria acompanhar a produção diária das LM e realizar uma análise/tratamento dos registos de avarias entre o mês de junho e dezembro de 2020. Após a identificação das principais avarias, terá lugar uma tempestade de ideias, para debater os melhores conceitos a aplicar. As ações de melhoria também devem incluir o aumento do valor do plano de manutenção, já existente das LM. Com esta medida, a empresa pretende baixar o número de manutenções corretivas. Foi também proposta a construção de um equipamento, para reaproveitar um dos componentes dos produtos defeituosos produzidos pelas mesmas LM. A redução de desperdícios e o retorno do investimento no equipamento foram as metas definidas para esta atividade.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, sequenciados de forma lógica para facilitar a compreensão da dissertação por parte do leitor. Deste modo:

- Capítulo 1: é feita uma contextualização do tema da dissertação, seguida da descrição dos objetivos para a mesma. A descrição da estrutura da dissertação presente neste capítulo permite entender de modo geral como esta se encontra organizada. Por fim, apresenta-se de forma sucinta a empresa de acolhimento.
- Capítulo 2: a revisão bibliográfica aborda todos os temas teóricos necessários para realizar a parte prática. O primeiro subcapítulo é dedicado à indústria automóvel, no segundo subcapítulo são descritos tópicos relacionados com a manutenção de equipamentos industriais, e por fim, no último subcapítulo, são explorados os conceitos *Lean*. No final do segundo e terceiro subcapítulos é apresentado o estado da arte relativo aos temas de cada subcapítulo.
- Capítulo 3: este capítulo inicia com a descrição detalhada da empresa acolhedora do presente trabalho, incluindo a caracterização do grupo Ficosa, à qual a empresa pertence, e a caracterização do departamento de manutenção, responsável pela orientação desta dissertação. É também feita uma caracterização dos diferentes produtos e explicação dos respetivos processos de obtenção dos mesmos. Apresenta-se a metodologia de resolução de problemas e realiza-se uma análise da situação inicial dos equipamentos, com recurso aos indicadores de manutenção. Descrevem-se as ações desenvolvidas definidas nos objetivos e realiza-se uma comparação entre os indicadores de manutenção obtidos na análise da situação inicial, com os indicadores de manutenção após a implementação das melhorias. Por fim, é feita uma análise dos benefícios financeiros provenientes do aumento da eficiência das LM e do possível custo na construção do sistema de reaproveitamento de arame lombar.
- Capítulo 4: São feitas as conclusões consoante os resultados obtidos e descrevem-se os benefícios da dissertação para o autor e empresa. No fim deste capítulo, expõem-se trabalhos futuros que têm como base a melhoria contínua.
- Capítulo 5: Encontram-se as referências bibliográficas que contribuíram para elaboração desta dissertação.
- Capítulo 6: Disponibilizam-se os anexos mencionados nos capítulos anteriores.

1.4 Apresentação da empresa

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado de Engenharia Mecânica, no ramo de Construções Mecânicas, do Instituto Superior de Engenharia do Porto. A realização do estágio curricular deu-se no departamento de manutenção da Fico Cables e teve início no dia 02 de dezembro de 2020 e terminou no dia 30 de junho de 2021. A orientação por parte da empresa foi feita pelo Eng. Mário Silva Cardoso, que possui a função de diretor do departamento de manutenção.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Indústria automóvel
- 2.2 Manutenção de equipamentos industriais
- 2.3 Conceitos Lean
- 2.4 Conclusões da revisão bibliográfica

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústria automóvel

A indústria automóvel apareceu no fim do século XIX, mais precisamente no ano de 1880. No início desta indústria, a produção era feita de modo artesanal, proporcionando ao cliente a hipótese de adquirir um automóvel com características específicas. No entanto, este método de produção possui tempos e custos demasiado elevados [1].

A produção em massa, que atualmente é utilizada na indústria automóvel, apenas apareceu em 1913, quando Henry Ford criou um fluxo de trabalho e de produção normalizados através de linhas de produção. Como consequência obteve-se a redução do custo de fabrico e aumentou-se o número de carro fabricados. Contudo, o cliente perdeu parte do poder de escolha [2].

O aumento do consumo na década de 80 limitou a capacidade de um modelo ter diferentes motores, interiores e acabamentos. Este acontecimento levou à segmentação do mercado. Com o intuito de responder às necessidades de consumo, foi estabelecido o conceito *just in time* (JIT). Este está enraizado na indústria ocidental europeia desde o início do século XXI e consiste no controlo e planeamento do movimento de materiais e componentes à medida que estes são necessários. Para tal, o JIT tem como foco a logística, a otimização da organização da produção e o seu fluxo [3, 4].

De forma a manter a indústria automóvel competitiva, esta tem de ser capaz de apresentar maior variedade de produtos. Atualmente, as organizações procuram este objetivo para responder aos diferentes requisitos dos consumidores [5].

2.1.1 Importância económica

A indústria automóvel é caracterizada pelo seu elevado capital, conhecimento e pelo seu impacto no desenvolvimento socioeconómico dos países. Atualmente, esta indústria está em plena expansão e com um número cada vez maior de países envolvidos na produção de automóveis [6].

A indústria automóvel é o setor-chave para a maioria dos países do mundo e continua a crescer. Na última década, registou-se um aumento de 30%, com um impacto direto noutros setores que pertencem à “*supply chain*” da indústria automóvel [7].

Em 2019, produziram-se cerca de 92,8 milhões de veículos a motor. Na Figura 1 estão presentes as quantidades de veículos a motor produzidas a nível mundial e a contribuição de cada país/região [8].

World motor vehicle production

IN MILLION UNITS, % SHARE / 2004 – 2019

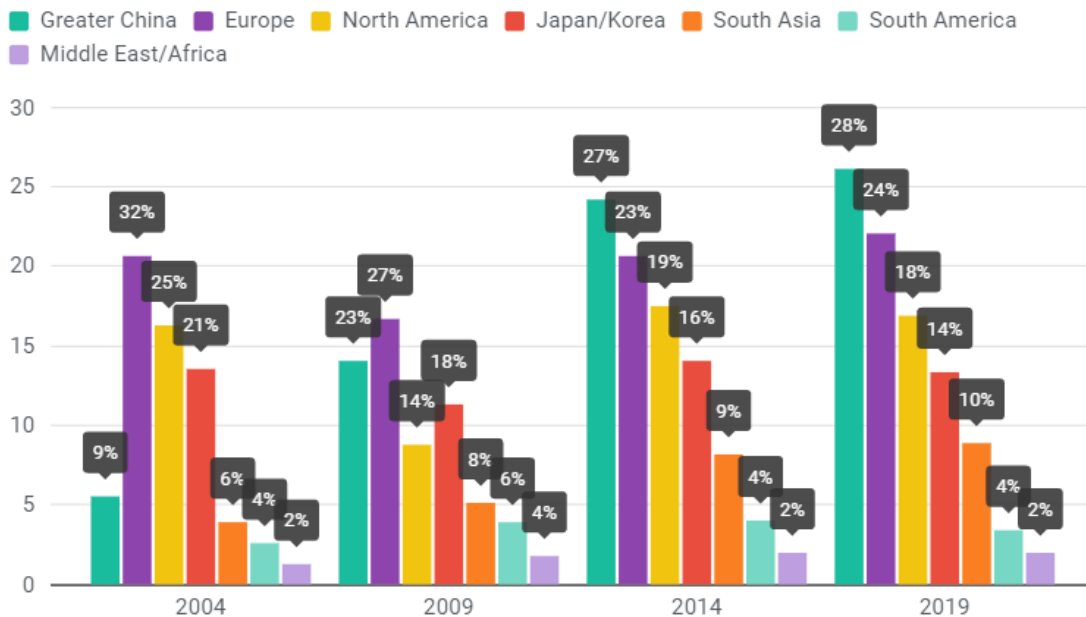


Figura 1 - Produção mundial de veículos a motor [7]

Em 2004 e 2009, a Europa era o maior produtor de veículos do mundo e com contribuições bastante superiores em comparação aos restantes. No mesmo período, pode-se observar o aumento drástico de produção na China, que em 2004 apenas contribuiu 9%, ocupando o quarto lugar. No entanto, em 2009 este ocupava já o segundo lugar, com uma contribuição de 23%. Em 2014 e 2019, a China surgiu em primeiro lugar como o maior fabricante de veículos.

O setor da indústria automóvel, em 2018, empregava direta ou indiretamente cerca de 14,6 milhões de trabalhadores, só na Europa. Este número representa cerca de 6,7% de todo o emprego europeu [8]. Conclui-se assim que o setor automóvel assume um papel de extrema importância na economia europeia, não só na quantidade de veículos, mas também na quantidade de empregos que proporciona. Pela Figura 2, pode-se concluir que, desde 2014 até 2018, este setor tem gerado cada vez mais empregos todos os anos. Em 2018, perto de 2,7 milhões de europeus tinham empregos diretamente associados ao setor automóvel, cerca de um milhão tinham emprego indiretamente relacionado, 4,7 milhões possuíam emprego ligado ao uso do automóvel, 5,6 milhões relacionados com o transporte e 0,7 milhões ligados ao setor da construção.

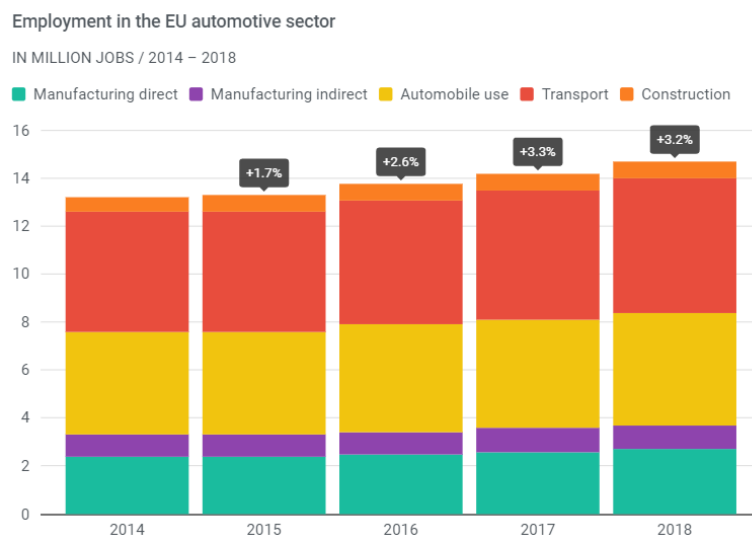


Figura 2 - Emprego gerado pelo setor automóvel [8]

2.1.2 Indústria de componentes automóveis em Portugal

Segundo a Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel (AFIA) [9], no ano de 2019, Portugal contou com 240 empresas ligadas ao fabrico de componentes para automóveis. Estas empresas são responsáveis pela criação de 59000 postos de trabalho e por um volume de negócios de 12 mil milhões de euros, que correspondem a 6% do produto interno bruto, tal como é possível ver na Figura 3.

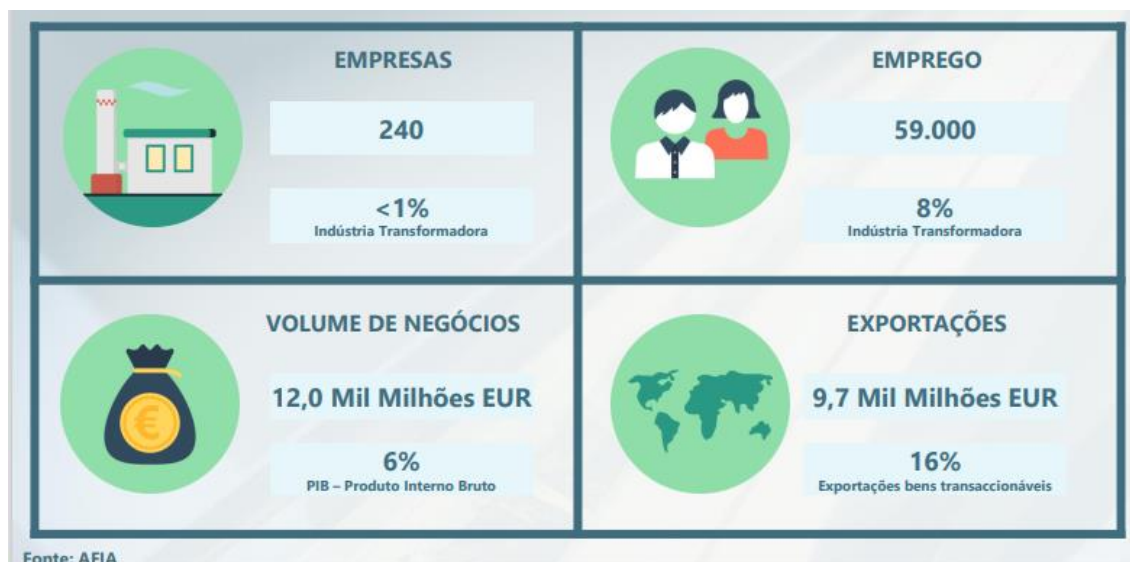


Figura 3 - Peso da indústria de componentes para automóveis na economia portuguesa [9]

Na Figura 4 está representado o volume de negócios em Portugal por atividade da indústria de componentes para automóveis. Os setores da metalurgia e metalomecânica assumem um terço do volume de negócios, o que faz deste setor o maior contribuidor de volume de negócios. O setor elétrico é o segundo maior contribuidor, responsável por 29% de volume de negócios. Por fim, as atividades relacionadas com plásticos,

borrachas, compósitos, têxteis, outros revestimentos, montagem de sistemas e outras atividades representam 38% do volume de negócios.

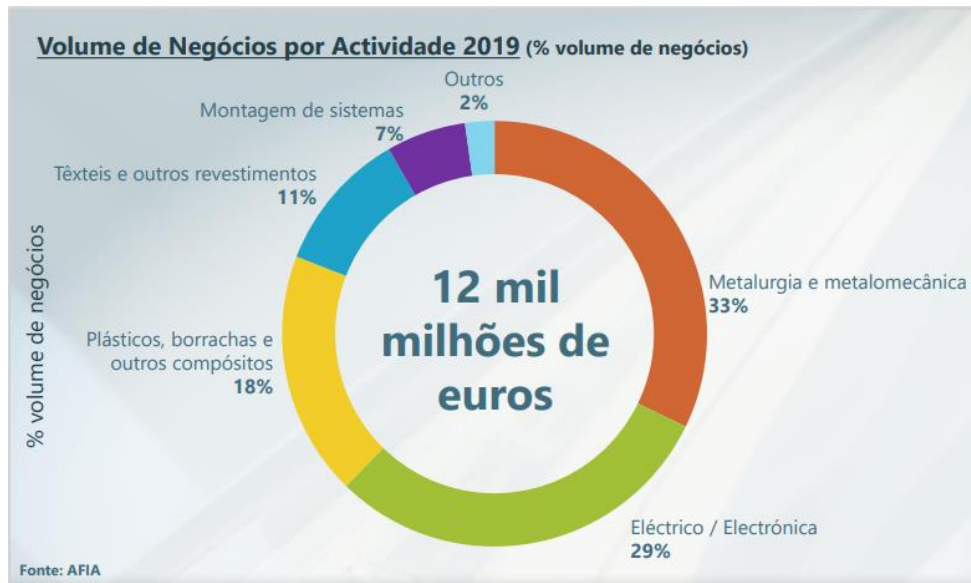


Figura 4 - Volume de negócios em Portugal por atividade da indústria de componentes para automóveis [9]

Portugal assume um papel importante na indústria automóvel. No ano de 2018, gerou 11,3 milhões de euros e garantiu que 98% dos automóveis fabricados na Europa fossem constituídos por, pelo menos, uma peça fabricada em Portugal [9]. A atividade de fabrico de veículos automóveis e os seus componentes cresceram 13,2%, mais 33,6% em relação a 2018, em que maioria é destinada ao mercado externo [10]. Na Figura 5, é observável o aumento de 0,3 mil milhões de euros das exportações de 2018 para 2019 e o impacto das exportações no volume total de negócios da indústria de componentes para automóveis em Portugal.



Figura 5 - Volume de negócios e exportações da indústria de componentes para automóveis em Portugal [9]

2.1.3 Requisitos de competitividade, qualidade e flexibilidade de produção

A indústria automóvel procura a inovação e a qualidade. No entanto, a indústria de componentes automóveis tem como três principais pilares a competitividade, o tempo de entrega e a qualidade. A busca contínua pela redução do custo e pelo aumento da qualidade estão presentes todos os dias nesta indústria [11]. A competitividade sempre esteve presente na indústria automóvel e sempre apresentou um comportamento dinâmico [12].

Este ambiente de alta competitividade cria as condições necessárias para o aparecimento de novas tecnologias, às quais as empresas têm de ser recetivas. Segundo Nunes e Silva [5], a indústria automóvel deve ser capaz de oferecer uma grande variedade de produtos, sem perder o foco na inovação tecnológica, para garantir a competitividade. Na indústria automóvel, os níveis de competição são tão altos que acabam por gerar uma necessidade contínua pelo aumento da produtividade, da eficiência e da qualidade, com o objetivo de satisfazer o cliente [13].

Segundo Porter [14], existem cinco fatores que influenciam a competitividade de uma empresa, que são conhecidas como “As cinco forças de Porter”:

- 1- Novos concorrentes;
- 2- Fornecedores;
- 3- Compradores;
- 4- Produtos substituídos;
- 5- Concorrentes atuais.

Existem vários caminhos para alcançar a qualidade, dos quais a *The Total Quality Management* (TQM), as normas ISO 9000 e os modelos de excelência são os mais prestigiados [15]. A indústria automóvel contribuiu, ao longo dos tempos, com técnicas e processos para alcançar a qualidade, como por exemplo o sistema Toyota de produção [16].

A TQM surgiu em 1980 e foi suportada pela maioria dos gurus da qualidade, como Deming, Juran, Crosby, Feigenbaum, Ishikawa and Taguchi [15]. Apesar de não haver um consenso sobre a definição da TQM, Powell [17] definiu a TQM como uma filosofia de gestão integrada e um conjunto de práticas que procuram a melhoria contínua e o cumprimento dos requisitos dos clientes.

Pode-se também alcançar a qualidade através do modelo de excelência empresarial, em que o mais reconhecido é o *Deming prize*. O modelo *The European Foundation Quality Management* (EFQM) é uma estrutura reconhecida mundialmente que tem como objetivo ajudar as organizações a alcançar o sucesso e a melhorar o seu desempenho [18]. O modelo EFQM, em 2013, contava com mais de 30 000 empresas, nas quais se podem incluir grandes organizações como BMW, Robert Bosch e Siemens [15, 19].

Outro grande pilar da qualidade são as normas padrão ISO 9000, que começaram a ser publicadas em 1987, com o objetivo de criar um sistema comum relativamente à gestão

da qualidade. No processo de revisão da norma ISO 9001:2008 para ISO 9001:2015, alguns representantes da indústria automóvel demonstraram interesse em que a norma se tornasse mais prescritiva, menos genérica e que incluísse mais ferramentas como a análise de efeitos, o controlo estatístico de processos, entre outras [15]. Confirmou-se que a ISO 9000 pode diminuir as assimetrias de informação, entre vendedores e compradores, e o custo de transação, assim como aumentar o comércio. Este efeito positivo é especialmente notado em países em desenvolvimento que têm como objetivo aceder aos mercados em países desenvolvidos [20].

Com o desenvolvimento da sociedade, os consumidores começaram a ter padrões de qualidade mais exigentes e, conseqüentemente, as empresas aumentaram os padrões de qualidade do seu produto. O aparecimento de requisitos legais e associações de defesa dos consumidores contribuíram para o aumento da qualidade e segurança. Esta preocupação fez com que os fabricantes originais do equipamento fizessem pressão sobre os fornecedores, exigindo produtos de alta qualidade e de baixo preço dentro das datas-limite de entregas.

Cada vez mais os consumidores exigem produtos personalizados, o que leva ao paradigma atual que a indústria automóvel vive, isto é, a mudança da produção em massa para uma produção customizada, que resulta num aumento da necessidade de uma produção flexível e ágil. O sucesso de uma empresa automóvel depende da capacidade de o seu sistema de produção ser flexível e da possibilidade reconfiguração de acordo com os requisitos do mercado [21].

A existência de uma produção flexível implica um elevado número de componentes do sistema de produção e relação entre os mesmos. O conceito de gestão de flexibilidade pode ser definido como a maximização dos benefícios e a redução da complexidade [22]. Os novos concorrentes, como a E-Mobility, Start-Ups, *Original Equipment Manufacturer* (OEM) e os fornecedores, enfrentam novos desafios de produção, relativamente a pequenos ciclos vida de produção com cada vez mais variantes do produto. Por exemplo, a frota premium da fabricante BMW cobriu 73 variantes do modelo, em 2012, e a Volkswagen produziu 200 variantes do modelo [23]. A flexibilidade de produção torna-se um fator imprescindível para uma empresa manter a sua competitividade.

Em alguns países, onde o custo de mão de obra é reduzido, os processos de produção são realizados à mão. Contudo, este tipo de processos tem um impacto negativo na saúde física dos trabalhadores. O trabalho manual possui a vantagem de ser flexível e ágil. No entanto, fatores críticos como a qualidade, os tempos de entrega e o aumento de salários levam ao investimento em equipamentos ágeis e flexíveis que permitem *setup* simples, tempos de ciclos reduzidos e rastreabilidade [21].

2.1.4 Normalização da qualidade na indústria automóvel

A *International Automotive Task Force* (IATF) foi criada em 1999 de forma a uniformizar os diferentes sistemas de avaliação e de certificação da cadeia de fornecedores, no setor da indústria automóvel. Apenas em 2016, com o apoio de órgãos de certificação, Análise e melhoria de equipamentos de fabrico de componentes para a indústria automóvel

auditores, fornecedores e OEM, foi criada a IATF 16949, que cancela e substitui a ISO/TS 16949. A ISO e IATF continuam a ter uma forte cooperação. A IATF inclui membros de fabricantes de veículos como BMW Group, Ford Motor Company, General Motor, entre muitos outros, e associações de fabricantes automóveis como *Automotive Industry Action Group (AIAG)*, *Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica (ANFIA)*, *Fédération des Industries des Equipments pour Véhicules (FIEV)*, *The Society of Motor Manufacturers and Traders (SMMT)* e *Verband Der Automobilindustrie (VDA)* [24].

O setor da indústria automóvel, devido às suas características específicas e desafios, confia nas normas ISO 9001 e ISO TS 16949 para garantir a qualidade dos seus produtos. Ambas têm como base o sistema de gestão da qualidade, que proporciona a satisfação do cliente, a redução de desperdícios na cadeia de fornecedores e enfatiza a importância da prevenção de defeitos. Dentro da indústria automóvel, a norma ISO TS 16949 acrescenta a importância do uso de ferramentas e técnicas da qualidade como *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Statistical Process Control (SPC)*, *Measurement System Analysis (MSA)* e *Advanced Product Quality Planning (APQP)* [25].

Cerca de 60% do valor final do produto deve-se à compra, em cadeia, de peças e de matéria-prima, pelos fornecedores da indústria automóvel. O sistema de gestão da qualidade da indústria automóvel ISO/TS 16949 incentiva o controlo do desempenho dos fornecedores e defende que as organizações devem avaliá-los e escolhê-los, com base na sua capacidade de fornecer produtos de acordo com os requisitos da organização [26].

2.1.5 *Automatização como meio de aumento da produtividade*

A indústria automóvel é um dos setores mais exigentes no mercado atual, o que requer uma busca sistemática pelo aumento da produtividade. A otimização do produto e/ou do processo proporciona vantagens no cenário económico a nível mundial, nomeadamente a redução de custos e o aumento da competitividade [2].

O aumento do nível de automatização de uma empresa provoca as seguintes vantagens: aumento da produtividade, redução de custos de produção, aumento da qualidade do produto, redução de tempos de entrega, execução de tarefas que não conseguem ser feitas manualmente e redução de rotinas manuais [21].

A automação e a robótica desempenham um papel importante no que toca às questões de produtividade, flexibilidade e ergonómicas. Através da automação, as empresas são capazes de reduzir tempos de *setup*, aumentar a produtividade, a precisão na montagem e reduzir as operações humanas [12].

Na automação é comum o uso de atuadores pneumáticos (Figura 6) ou elétricos (Figura 7). Os atuadores pneumáticos são caracterizados pelo seu baixo custo e pelas suas dimensões reduzidas. Em geral, estes cilindros realizam o percurso máximo, a não ser que este estejam equipados com sensores que limitam o percurso do cilindro. Os atuadores elétricos, em comparação com os atuadores pneumáticos, apresentam um

custo superior e maiores dimensões. O seu controlo é feito através de um servomotor já incorporado nos mesmos. Neste tipo de atuadores, tem-se como principal vantagem o controlo do percurso, da força e da velocidade [21].



Figura 6 - Exemplos de atuadores pneumáticos [27]



Figura 7 - Exemplos de atuadores elétricos [27]

Araújo et al. [12] desenvolveram um novo conceito de fabrico de grelhas de encosto traseiro, na indústria automóvel, a partir de um sistema semiautomático para um sistema completamente automático, resultando num aumento de 40% da produtividade. Este aumento de produtividade foi possível através de uma reestruturação do *layout* dos equipamentos de produção, que permitiu a eliminação de manipulações intermediárias desnecessárias e que dois funcionários ficassem disponíveis para tarefas de maior valor acrescentado. O uso de sistemas automáticos de *transfers* e alimentadores são exemplos de implementações realizadas para obter os resultados anteriormente descritos. Com o uso de *transfers* obteve-se a ligação entre postos sem ser necessário o contributo do operador. O mesmo acontece no sistema de alimentação dos postos, em que os *inputs* são levados diretamente ao posto de trabalho. Ambos os sistemas têm como base o mesmo conceito, que consiste no uso de sistemas pneumáticos associados a adaptadores designados de pinças que convergem num sistema automático. O movimento horizontal do alimentador é realizado através de atuadores pneumáticos, enquanto no caso dos *transfers* este movimento é provocado por um servomotor cuja ligação ao *transfer* é feita através de uma correia. Na Figura 8 observa-se o sistema de *transfers* responsável pela ligação entre postos e o sistema de alimentação do posto de trabalho.

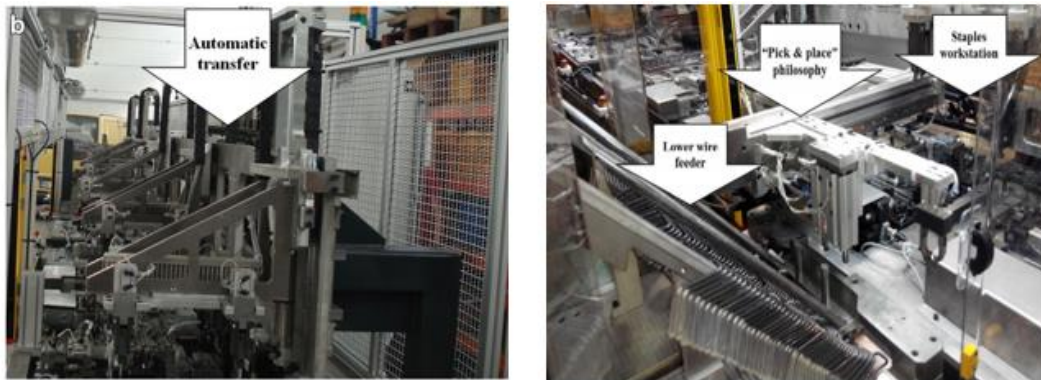


Figura 8 - Transfers e alimentador [12]

A automação fixa permite a produção de grandes séries, mas é incapaz de responder à segmentação do mercado e à maior diversificação da procura. Para combater estas necessidades é necessário implementar uma automação flexível [28]. O primeiro robô foi desenvolvido em 1961 na empresa Unimation Inc.. Este possuía seis graus de liberdade e mostrava grande eficiência a manusear materiais fundidos, a soldar e a substituir tarefas realizadas pelo operador. Estes fatores levaram a um grande impacto da robótica na indústria automóvel [29].

Os robôs são projetados para coexistir e cooperar com os humanos em LM e desempenham funções como manipulação industrial assistida ou montagem colaborativa. São diversas as soluções implementadas em linhas de produção. Na Figura 9 estão presentes exemplos do uso de robôs na indústria automóvel.

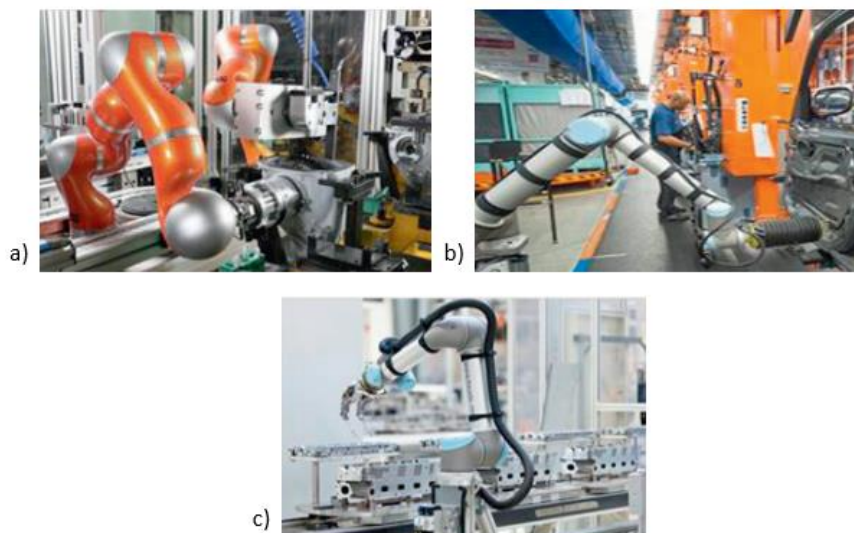


Figura 9 - Aplicações de robôs na indústria automóvel: a) Robô da marca Mercedes para encaixe de rodas dentadas nos eixos ; b) Robô em funcionamento na fábrica da BMW na Carolina do sul; c) Robô em LM da Volkswagen [30]

O robô a) da Figura 9, pertence à marca Mercedes e é responsável pelo encaixe de rodas dentadas nos eixos. Já uma fábrica da BMW, na Carolina do Sul, usa o robô b) na montagem final da porta. A Volkswagen usufrui do robô c) para montagem do motor. Este encontra-se numa estação fixa, enquanto auxilia os trabalhadores e os liberta de trabalhos ergonomicamente desfavoráveis [30].

2.2 Manutenção de equipamentos industriais

Com o passar dos anos, a importância da manutenção e da sua gestão tem vindo a mudar. A manutenção assume, cada vez mais, um papel importante nas organizações, uma vez que garante a disponibilidade dos ativos/instalações, otimiza os custos da manutenção e assegura a segurança dos utilizadores dos equipamentos [31].

2.2.1 Conceitos fundamentais

A norma NP EN 13306 [32] define manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”. Ao longo deste capítulo expõem-se outras definições de manutenção, de maneira a se ter várias perspetivas sobre o que é a manutenção.

A manutenção necessita de acompanhar a complexidade dos sistemas industriais e as suas constantes mudanças, que exigem uma manutenção bem estruturada e planeada. O principal objetivo da manutenção é prestar um serviço que leve a organização a alcançar os seus objetivos e, por isso, um dos seus principais focos é maximizar a disponibilidade do equipamento [31]. As linhas de produção de uma empresa devem dispor desta disponibilidade para alcançar o máximo de lucro possível, ou seja, a produção tem de atingir as metas para satisfazer à procura. Por outro lado, a manutenção tem a responsabilidade de garantir que o equipamento cumpra as tarefas necessárias para atingir as metas [33]. Conclui-se assim que a produção e manutenção são fatores fundamentais para o sucesso de uma empresa e que devem coexistir de forma harmoniosa para alcançar tal objetivo.

Manzini et al. [34] definem as responsabilidades e objetivos da manutenção em quatro áreas:

1. Elaboração de uma estratégia, em que se deve ter em conta as tarefas, os procedimentos, as ações, os recursos e o tempo;
2. Construção de um plano, através do qual as tarefas devem ser estruturadas e documentadas, e incluírem as atividades, procedimentos, recursos e sua caracterização ao longo do tempo;
3. Execução do plano;
4. Controlo dos sistemas de produção, que tanto pode ocorrer no local ou remotamente.

No que diz respeito à estrutura da manutenção, esta deve ser o mais reduzida possível, mas capaz de responder ao número de imprevistos que ocorram. A estrutura divide-se em manutenção centralizada, descentralizada e mista. As empresas devem assim, internamente optar pela melhor estratégia possível de acordo com o panorama geral da organização e a perspetiva do seu desenvolvimento futuro. Quando uma empresa adota uma manutenção centralizada, todas as atividades da manutenção são da responsabilidade de uma só equipa, o que pode implicar que a mesma equipa assuma a análise e melhoria de equipamentos de fabrico de componentes para a indústria automóvel

manutenção de máquinas com características muito distintas. Esta estrutura tem a vantagem de conferir aos elementos da equipa um elevado conhecimento devido às frequentes intervenções. No entanto, existe um menor compromisso entre a equipa de manutenção e a produção. Já na manutenção descentralizada as unidades de produção contam com as suas próprias equipas de manutenção. Com isto reduz-se o tempo de espera de intervenção, e obtém-se um serviço especializado e uma melhor relação com a produção. No entanto, existe um aumento de custo devido ao nível de especialização necessário. A estrutura mista, como o nome indica, resulta da junção de uma estrutura centralizada e descentralizada, ou seja, existem equipas responsáveis por uma só zona e equipas que assumem a manutenção de diversas zonas [35].

No contexto da manutenção é essencial entender e diferenciar o conceito de avaria e de “em falha”, assim como os diferentes níveis de manutenção. A norma NP EN 13306 [32] define que uma avaria ocorre quando um bem perde a aptidão de realizar a função pretendida, enquanto que “em falha” é considerado um estado, que resulta de um bem não estar apto a realizar a sua função. Na Tabela 1 encontram-se descritos os diferentes níveis de manutenção, assim como a explicação dos mesmos. À medida que se sobe de nível a complexidade da manutenção aumenta, o que implica o uso de pessoal e equipamentos cada vez mais especializados.

Tabela 1 - Níveis de manutenção [36]

Nível	Descrição
Nível 1	Ações simples que não impliquem pessoal qualificado, maioritariamente executadas pelos operadores do equipamento.
Nível 2	Ações de base que impliquem pessoal qualificado com recurso a um procedimento detalhado.
Nível 3	Ações complexas que necessitem de pessoal qualificado com recurso a um procedimento detalhado.
Nível 4	Ações que exijam o domínio de uma técnica ou tecnologia, que é executada por técnico especializado.
Nível 5	Ações que impliquem o <i>know-how</i> específico detido pelo fabricante ou por uma empresa especializada, através do uso de equipamentos e meios logísticos especiais.

2.2.2 Tipos de manutenção

A norma NP EN 13306 [32] define os termos genéricos usados em todos os tipos de manutenção, independentemente do ativo. Existem vários tipos de manutenção, que estão divididos em dois grupos, nomeadamente o da manutenção corretiva e o da manutenção preventiva. Na Figura 10 encontra-se uma visão geral dos tipos de manutenção.

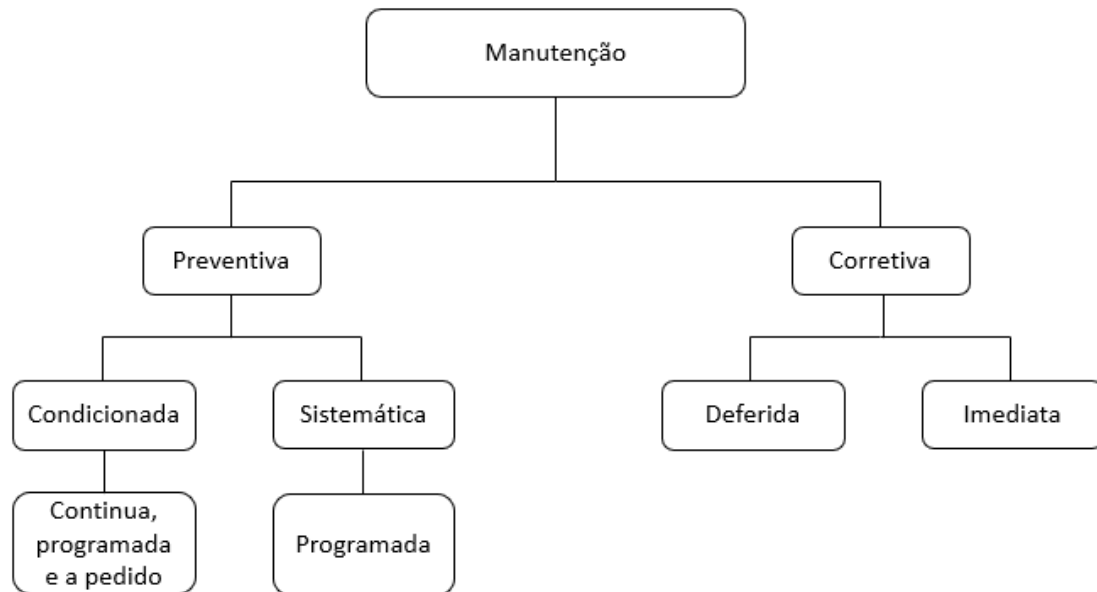


Figura 10 - Tipos de manutenção (elaborado pelo autor)

Na literatura encontram-se descritos diversos tipos de manutenção, que variam conforme a estrutura do sistema em questão e o número de partes/equipamentos no sistema. A manutenção pode ocorrer antes da falha (manutenção preventiva) ou depois da falha (manutenção corretiva). O uso de manutenções baseadas no tempo e na condição tem como objetivo atuar antes da falha [33].

O custo total da manutenção e o tempo de paragem causado por avarias, é reduzido com a manutenção preventiva uma vez que esta, quando está bem preparada, produz mais ganhos do que custos. O custo provocado pelas avarias é muito maior do que o custo da manutenção preventiva [33]. Os principais métodos para determinar o tempo ideal na manutenção preventiva são: o método de desempenho limite de índice, o método de custo-benefício, o método de avaliação do ciclo de vida e o método de decisão em árvore [37].

A manutenção preventiva pode ser dividida em três grupos, sendo a manutenção programada a mais comum, para uma grande variedade de máquinas ou sistemas. Esta é executada em determinados intervalos de tempo, que são definidos pelo fabricante ou por valores de tempo médio entre avarias registados na manutenção [38].

Em segundo, a manutenção condicionada que consiste na programação da manutenção/substituição dos equipamentos, com base na condição dos mesmos, que é obtida através de estudos relativos ao som, vibração, entre outros [39].

A manutenção preditiva passa por agendar convenientemente a manutenção corretiva, prevendo a condição/estado do sistema através da análise do seu desempenho. Esta previsão é feita por tecnologias de aprendizagem de máquina e pela recolha de dados, que geram um prognóstico de tempo de vida do sistema [40]. A habilidade de prever a

necessidade de um ativo, num determinado momento específico no futuro, é um dos maiores desafios da manutenção preditiva. O bom desempenho desta manutenção contribui para a redução da inatividade do equipamento e do custo, assim como para o acréscimo da qualidade de produção e de controlo [41].

A manutenção corretiva engloba as atividades relacionadas com a identificação e retificação da causa ou com a redução da gravidade, caso um equipamento falhe. O seu objetivo passa por corrigir a falha do equipamento, no menor tempo possível, ou, em alternativa, minimizar as perdas de produção [42]. Esta é normalmente efetuada por um técnico, cuja função é analisar a falha, atribuir-lhe uma causa e proceder à restituição das funções normais do equipamento [43].

A manutenção corretiva pode ser não planeada ou planeada, o planeamento resulta da inspeção regular ou do prognóstico de tempo de vida do equipamento [44]. A manutenção corretiva não planeada é a mais corrente na indústria e inclui a manutenção corretiva de emergência ou de uma avaria. A manutenção corretiva de uma avaria acontece quando um equipamento não funciona como o esperado, este pode ser recuperado, substituído ou ajustado. A manutenção de emergência abrange emergências relacionadas com o desempenho ou a segurança do operador [45].

2.2.3 Indicadores de manutenção e fiabilidade

Os indicadores de desempenho tratam-se de ferramentas capazes de realizar a avaliação e medição do nível de desempenho e são imprescindíveis no processo de evolução de uma empresa [46]. Na área da manutenção, a norma a considerar é a EN 15341 [47], na qual se destacam os indicadores *Mean Time Between Failures* (MTBF), o *Mean Time To Repair* (MTTR), a disponibilidade e o indicador operacional *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) [48]. No entanto, o MTBF também pode ser considerado um indicador de fiabilidade, por medir a confiabilidade de um componente ou equipamento.

O MTBF e MTTR são fundamentais para a análise de sistema de produção e para a melhoria contínua [49]. O MTBF indica uma estimativa de tempo que um componente, uma sub-montagem ou uma máquina funcionará até à ocorrência da falha. O pretendido é que este indicador seja de maior valor possível, isto é, quanto maior for este valor, maior é a fiabilidade do equipamento [50].

A maioria das organizações não mede o MTBF, embora este seja um dos indicadores mais básicos com que se consegue medir a fiabilidade do equipamento [51]. O MTTR é o tempo médio necessário para reparar a falha, e compreende o tempo de inspeção, de diagnóstico, de acesso, de substituição ou de reparação, de montagem e de controlo. Este valor deve ser o mais baixo possível porque, quanto maior for o MTTR, menor será a disponibilidade do equipamento [48]. Outro indicador usado na manutenção é *Mean Waiting Time* (MWT), que é tempo médio de espera para se iniciar a reparação, e permite saber se o departamento é capaz ou não de responder às avarias dentro de um período de tempo aceitável. Se a este indicador for somado o MTTR, obtém-se o

indicador *Mean Down Time* (MDT), que representa o tempo médio de imobilização de um equipamento. Na Tabela 2 encontram-se as fórmulas de cálculo para a obtenção dos indicadores descritos anteriormente.

Tabela 2 - Indicadores de desempenho da manutenção e fiabilidade [47, 48]

Indicador	Fórmula	Unidades
MTBF	$MTBF = \frac{\text{Tempo total de operação}}{\text{Número total de avarias}}$	Horas
MTTR	$MTTR = \frac{\text{Tempo total de reparações}}{\text{Número total de reparações}}$	Horas
MWT	$MWT = \frac{\text{Tempo total de espera}}{\text{Número total de avarias}}$	Horas
MDT	$MDT = MTTR + MWT$	Horas

Na Figura 11 é possível observar a relação entre os indicadores conforme o surgimento de acontecimentos ao longo do tempo. Note-se que quanto maior for o valor do MDT, mais baixo o valor do OEE.

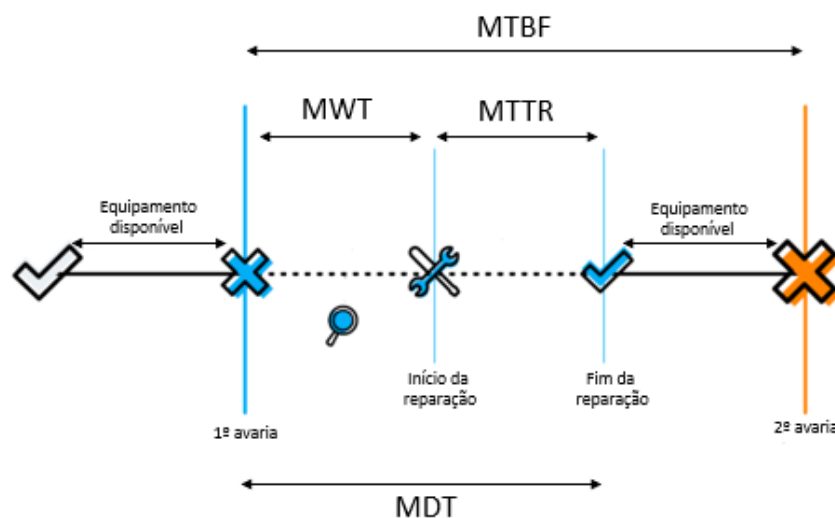


Figura 11 - Visualização temporal dos indicadores de manutenção (adaptado de [52])

Qualquer modelo ou estratégia de manutenção tem como principal objetivo o aumento da disponibilidade. Este indicador é definido como tempo em que o equipamento se encontra disponível para executar as suas funções. Como se observa na Figura 11, a disponibilidade abrange o período de tempo em que o equipamento não se encontra em estado de imobilização.

O OEE é uma ferramenta usada na melhoria da eficácia no processo de produção. Esta simples e prática ferramenta identifica as principais fontes responsáveis pela perda de

produção. As perdas são categorizadas em três grupos, a fim de melhorar a eficácia dos equipamentos [53]. Todos os produtos têm três importantes atributos, nomeadamente a qualidade, o preço e o tempo de entrega, em que o equipamento tem impacto direto. O tempo de inatividade do equipamento, as reparações e os defeitos de qualidade são fatores que afetam os atributos anteriormente referidos [54]. O OEE é calculado através do índice da qualidade, do índice disponibilidade e do índice de eficiência de produção. Na Tabela 3 está presente o modo de cálculo do OEE, o valor típico do mesmo e dos respetivos índices [54, 55].

Tabela 3 - Cálculo dos índices que constituem o indicador OEE [54]

Índice	Fórmula	Valor de referência mundial
Qualidade (Q)	$Q = \frac{\text{Total de peças conforme}}{\text{Total de peças produzidas}}$	>99,9%
Disponibilidade (D)	$D = \frac{\text{Tempo de operação real}}{\text{Tempo de operação teórico}}$	>90%
Eficiência de Produção (EP)	$EP = \frac{\text{Capacidade produtiva real}}{\text{Capacidade produtiva nominal}}$	>95%
OEE	$OEE = Q \times D \times EP$	>85%

2.2.4 Gestão da manutenção

A gestão da manutenção de processos deve assegurar a mudança de uma orientação funcional para uma orientação de processos. As tarefas da gestão da manutenção são planear, controlar, analisar e executar as medidas [56]. A gestão da manutenção é uma parte vital do negócio de uma empresa porque contribui para o sucesso a longo prazo. Uma má gestão da manutenção resulta em paragens na produção que, consequentemente, conduzem a perdas de produção e de lucros, e a até ferimentos pessoais [57]. Com o aumento da competitividade global, o objetivo é maximizar a eficácia dos ativos, minimizar as falhas e aumentar os lucros. Assim, surgem novos desafios na gestão da manutenção, tais como a gestão de risco, a redução do erro humano, a precisão e a demonstração de resultados [31].

O sistema de produção moderno necessita de um *software* de gestão da manutenção. Um sistema computadorizado de gestão de manutenção é um *software* no qual estão registados os ativos, os programas, as tarefas da manutenção e o histórico de desempenho do equipamento [58]. Vários estudos mostram que as empresas, que acompanham as falhas dos equipamentos, têm mais facilidade em realizar manutenções

e reparações porque, em muitos casos, estes ocorrem aproximadamente no mesmo período e torna-se mais fácil a sua reparação, quando há registos de falhas [58].

Existem diferentes tipos de estratégias de manutenção, das quais se destacam:

- *Total Productive Maintenance* (TPM);
- *Reliability Centred Maintenance* (RCM);
- *Condition Based Maintenance* (CBM).

A TPM é uma filosofia que envolve a participação de todos os membros de uma organização, cujo objetivo é maximizar a eficácia do equipamento e estabelecer um sistema de manutenção preventiva completo. Para alcançar estes objetivos, usam-se técnicas como os seis sigma, a análise de Pareto e os diagramas de Ishikawa e conceitos como *Single Minute Exchanges of Die (SMED)*, *Poka Yoke*, OEE e 5S [31].

A TPM aborda os seis tipos de perdas que influenciam negativamente a eficácia do equipamento, representados na Figura 12 [59].



Figura 12 - As seis perdas abordadas por uma gestão TPM [60]

A implementação da TPM significa lutar por uma visão ideal de fabrico, com zero avarias, zero defeitos, zero anomalias e zero acidentes. Se o processo diário se afastar por algum motivo desta visão, deve-se identificar a causa do problema e eliminá-la [59].

A RCM é uma estratégia cuja principal meta é reduzir os custos, aumentar a fiabilidade dos ativos e consciencializar as organizações sobre o nível de risco dos defeitos. A implementação da RCM consiste em desenvolver um plano de manutenção eficiente e assertivo para minimizar a ocorrência de falhas e, ao mesmo tempo, ter em conta fatores ambientais, de segurança e operacionais [61]. A RCM emergiu na década de 1960 na indústria aeronáutica, como uma metodologia capaz de determinar a estratégia de manutenção mais eficaz para reduzir os custos das atividades da manutenção, sem afetar a qualidade do produto, a segurança ou a integridade ambiental.

A RCM junta conceitos de manutenção preventiva, de manutenção preditiva e monitorização em tempo real com a finalidade de reduzir a probabilidade de um

equipamento falhar durante o seu ciclo de vida, com o mínimo de intervenções possíveis [62]. A fiabilidade dos ativos depende da fiabilidade das pessoas, do processo de produção e do equipamento usado no mesmo. Um estudo recente [63] realizou uma análise SWOT na estrutura RCM, entre 1978 e 2014, onde se constatou que, na maioria dos casos, os métodos de análise de fiabilidade eram de natureza qualitativa e, apenas alguns, baseados em análises quantitativas. Observaram-se dificuldades no impacto da RCM devido a problemas de quantidade e qualidade da informação de manutenção. A informação qualitativa está associada ao erro humano, o que dificulta a criação de conhecimento de manutenção dos ativos o que, conseqüentemente, prejudica a tomada de decisão.

A CBM resulta da combinação da manutenção preventiva e corretiva, com o objetivo de reparar equipamentos com base na sua condição. A CBM determina quando e como deve ser feita a manutenção [64]. O uso de sensores proporciona informações constantes do estado de deterioração do sistema. No entanto, esta informação não é suficiente para tomar uma decisão, devido às interferências externas e limitações inerentes na qualidade dos sensores [65].

2.2.5 Estado-da-arte

A manutenção evoluiu drasticamente nas últimas duas décadas, já que esta passou de uma componente inevitável na produção para um fator estratégico, que deve ser usado pelas organizações com o propósito de alcançar as metas. Atualmente, qualquer paragem não programada provoca sérias conseqüências no fluxo de produção. Isto faz com que haja um maior interesse em desenvolver as capacidades da manutenção através dos conceitos descritos ao longo deste capítulo. Na Tabela 4 encontram-se alguns estudos atuais relevantes de manutenção de equipamentos industriais que acrescentaram valor às funções da manutenção. Deste modo, é possível adquirir uma perspectiva de resultados possíveis de obter com o uso das metodologias descritas.

Tabela 4 - Estado da arte - Manutenção de equipamentos industriais

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Guariente et al. [66]	Este estudo desenvolveu-se com o propósito de melhorar os procedimentos no departamento de manutenção de uma empresa fornecedora de tubos de ar condicionado para o setor automóvel. Procedeu-se assim à implementação de uma manutenção autónoma numa linha de produção de tubos de ar condicionado. Com o objetivo de reduzir o número de paragens devido a falhas dos equipamentos, recorreu-se aos sete pilares da TPM. Obteve-se assim uma redução no número de intervenções, a taxa mensal de disponibilidade aumentou 10% e o OEE aumentou 8%. Verificou-se ainda um aumento do MTBF e uma redução do MTTR devido às práticas de gestão da TPM.

Martins et al. [31]	<p>O presente estudo ocorreu numa empresa dedicada ao desenvolvimento, produção e manutenção de transformadores de potência e de distribuição. Após a identificação dos erros, aplicou-se uma gestão de manutenção baseada na TPM e na RCM. Este estudo obteve resultados bastante positivos, já que se conseguiu alcançar uma surpreendente redução de 66% de falhas nos equipamentos. Este feito tornou-se possível através de uma manutenção autónoma, em conjunto com um planeamento de manutenções preventivas, de uma classificação de criticidade de equipamentos e organização de ações de manutenção conforme as necessidades de produção.</p>
Ribeiro et al. [67]	<p>Este estudo pretendeu melhorar a disponibilidade de uma linha de produção crítica no setor automóvel, através de uma gestão TPM e do uso de ferramentas de manutenção <i>Lean</i>. Recorreu-se a ferramentas como MTBF, MTTR, OEE e disponibilidade para identificar os principais problemas da linha. Em resposta aos problemas detetados, desenvolveu-se e implementou-se um plano de ação com o propósito de detetar a causa principal do elevado número de avarias. Implementaram-se assim as ferramentas 5S e gestão visual, em conjunto com um programa de treino, para aumentar as habilidades dos operadores. Avaliaram-se os resultados através da evolução positiva dos indicadores MTBF e MTTR, onde se atingiu uma disponibilidade de 97,1%.</p>
Kenda et al. [68]	<p>Este artigo teve como base a implementação do CBM, num sistema de soldadura a laser de dois feixes. Este é um processo avançado para a ligação precisa e com baixa distorção de pequenas peças cilíndricas. A recolha de dados foi feita através dos sistemas de monitorização que avaliam a qualidade do produto. Constatou-se que se estava perante um indicador de deterioração, quando a monitorização <i>online</i> da emissão de plasma começava a detetar peças defeituosas com maior frequência e o processo começava a demonstrar tendências fora do controlo estatístico. Iniciava-se assim o processo de monitorização <i>offline</i> para determinar as condições do equipamento. A implementação do CBM resultou numa soldadura a laser de dois feixes mais previsível, numa redução das falhas do sistema e dos tempos de diagnóstico.</p>

Pinto et al. [69]	<p>Este trabalho foi desenvolvido em contexto industrial, numa empresa de embraiagens e de controladores hidráulicos, onde se implementou a metodologia TPM em tornos CNC e em centros de fresagem CNC, com o objetivo de aumentar a disponibilidade e o OEE. Através da análise de manuais de manutenção e do <i>know-how</i> interno, elaboraram-se planos de manutenção preventiva e procedimentos de manutenção autónoma que foram executados em determinado prazo. Obteve-se assim uma diminuição nas quebras devido a falhas em 23% nos tornos CNC e de 38% no centro de fresagem CNC, o que resultou num aumento da disponibilidade e o OEE melhorou 5%.</p>
Suryaprakash et al. [59]	<p>Este artigo apresenta um caso de estudo acerca da melhoria do OEE de equipamentos, numa empresa de fabrico de caixas de direção automóveis. Os principais problemas enfrentados por esta empresa eram a falta de <i>stock</i> na alimentação e o tempo de troca de ferramentas, que influenciavam negativamente o OEE. Para combater estes problemas foi instaurada a metodologia TPM, que envolve melhorias contínuas, que levam à redução de perdas. Com a implementação de conceitos <i>Lean</i> como a gestão TPM e a ferramenta SMED, alcançou-se uma melhoria de 6,06% no OEE.</p>
Azizi [70]	<p>O objetivo deste estudo passou por implementar o indicador de desempenho OEE, um processo SPC e o conceito de manutenção autónoma, numa empresa de fabrico de telhas, com o propósito de aumentar a capacidade de produção. Através do conceito definir, medir, analisar, melhorar e controlar (DMAMC) foi feita uma análise e melhoria da eficiência dos equipamentos. A manutenção autónoma foi aplicada numa linha de envidraçamento de modo a dar aos operadores maior responsabilidade e autoridade para realizarem ações preventivas e de melhoria nas suas máquinas. Este estudo resultou num aumento do OEE em 6,49% e uma redução de 8,49% nas taxas de defeito na linha de envidraçamento devido à manutenção autónoma.</p>

2.3 Conceitos Lean

O conceito *Lean* teve origem na década de 50 do século passado, na Toyota (Japão), apoiando-se nos ensinamentos de Juran, um dos gurus da qualidade. Este conceito baseia-se em aumentar a produtividade, e reduzir ou eliminar os desperdícios, com o mínimo de investimento [71].

2.3.1 Fundamentos da técnica

O *Toyota Production System* (TPS) baseia-se na eliminação dos desperdícios e na capacidade de satisfazer as necessidades dos clientes. O conceito TPS designa-se por *Lean Production* ou *Lean Manufacturing* e tem como objetivo a eliminação dos desperdícios, a redução dos *setup*, a redução do *stock*, a eliminação das atividades que não acrescentam valor, o envolvimento dos colaboradores no processo, a redução de custos e a produção dos produtos necessários.

O amadurecimento do conceito TPS deu origem ao *Lean Thinking*, que pode ser representado esquematicamente como uma casa [1], como se observa na Figura 13.



Figura 13 - *Toyota Production System* [16]

A casa é sustentada por dois pilares, o JIT e o *Jidoka* (automação), que permitem a eliminação dos desperdícios quando aplicados de forma correta e eficaz. O conceito JIT define que se deve produzir a quantidade certa no momento certo, enquanto o *Jidoka* diz que o operador, ao detetar uma anomalia no produto, deve interromper o processo de produção, de modo a não produzidas de peças defeituosas.

Apesar de não estarem presentes na Figura 13, existem diversas ferramentas que colaboram para o aumento da qualidade, para a redução de custo e para a eliminação de desperdícios, nomeadamente a metodologia 5S, método SMED, *Poka Yoke*, entre outras ferramentas [72].

2.3.2 Ferramentas Lean

Uma organização deve estar focada na melhoria contínua, com o intuito de satisfazer o cliente através de produtos de alta qualidade, o que leva ao aumento dos lucros e à redução dos desperdícios. As ferramentas *Lean* são de uso fácil, de baixo custo, mas de alta eficiência, e permitem à organização identificar e eliminar os desperdícios [73]. Nos

capítulos seguintes são descritas algumas ferramentas *Lean* com as características anteriormente descritas, nomeadamente a ferramenta *Kaizen*, 5S, SMED, PDCA, *Standard Work*, *Poka-Yoke* e diagrama de Gantt.

2.3.2.1 *Kaizen*

Kaizen, de significado melhoria contínua, é uma filosofia de produção adotada na indústria japonesa, com o objetivo de aumentar a competitividade. Este conceito pode ser equiparado ao conceito de *Lean Production* e pretende consciencializar todos os colaboradores de uma organização sobre a importância da melhoria contínua [74]. Na Tabela 5 e na Tabela 6 encontram-se os objetivos da filosofia *Kaizen* e perdas *Kaizen*, respetivamente.

Tabela 5 - Objetivos da filosofia *Kaizen* [75]

Objetivos	Descrição
Zero perdas	Identificar as perdas e eliminá-las.
Condições de segurança	Garantir condições de segurança e saúde.
Aumento da eficácia dos equipamentos	Garantir boas condições dos equipamentos.
Redução de custos	Reduzir os custos da manutenção e da produção através da gestão dos mesmos.

Tabela 6 - Seis perdas *Kaizen* [75]

Tipo de perdas	Descrição
Avárias	Perdas relacionadas com falhas, avarias e reparações dos equipamentos, que levam ao aumento dos custos. A estes custos estão associados a perda de produção, a mão de obra e o material.
<i>Setup</i> /ajustes	Perdas relacionadas com o tempo necessário para configurar e ajustar o equipamento, para que este esteja apto a fabricar um determinado produto.
Paragens ocasionais/curtas	Pequenas paragens de tempo inferior a cinco minutos. Estas ocorrem com frequência e, na maioria dos casos, sem registos.
Perda de velocidade	O equipamento possui uma velocidade máxima, no entanto, por motivos de qualidade e de desgaste, o equipamento opera numa velocidade inferior.
Defeitos no processo e retrabalho	Todos os produtos que não se encontrem dentro da especificação ou necessitem de ser retrabalhados.
Dimensionamento do projeto	Perdas associadas à redução da vida útil do equipamento, devido à falta de robustez do mesmo.

A filosofia *Kaizen* deve-se aplicar de forma contínua e gradual, o que permitirá à empresa manter-se estável e competitiva ao longo de tempo, numa economia global de constantes mudanças e de alta competitividade [76].

2.3.2.2 5S

A ferramenta de gestão 5S é uma ferramenta *Lean*, que tem como objetivo eliminar os desperdícios. Para tal, este conceito recorre a cinco boas práticas, que devem ser aplicadas no ambiente de trabalho. A aplicação dos 5S possui vantagens como a eliminação dos desperdícios, a melhoria do ambiente de trabalho, o aumento da segurança, a redução de custos, a otimização do tempo de recursos e o aumento da fiabilidade dos equipamentos [77]. A designação 5S resulta da abreviatura de cinco palavras japonesas, cuja descrição se encontra na Tabela 7.

Tabela 7 - Conceitos 5S [77, 78]

Termo	Tradução	Descrição
<i>Seiri</i>	Selecionar	Deve estar acessível apenas o material necessário para realizar o trabalho.
<i>Seiton</i>	Organizar	Definir e organizar os locais onde devem ser colocados os materiais necessários à realização do trabalho.
<i>Seiso</i>	Limpar	O posto de trabalho e as ferramentas devem estar limpos e prontos a serem utilizados.
<i>Seikestu</i>	Normalizar	Normalizar e documentar os passos anteriores. Os documentos devem ser claros e intuitivos.
<i>Shitsuke</i>	Autodisciplina	Garantir o cumprimento dos passos anteriores, através de auditorias.

2.3.2.3 SMED

A ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) é considerada uma ferramenta vital para obter os resultados expectáveis numa *Lean Production*. Para Carreira [79], o primeiro passo para a inovação da produção é conseguir-se uma troca rápida de ferramentas. O SMED é uma metodologia na qual se conseguem obter reduções no tempo de *setup*. Defeo [80] define, como *setup*, as ações necessárias desde que acaba o fabrico da última peça do lote anterior, até à produção da primeira peça do lote seguinte. Para implementar esta metodologia é possível recorrer-se às etapas descritas na Tabela 8.

Tabela 8 - Etapas de implementação da metodologia SMED [76]

Etapa	Descrição
Dividir as atividades em internas e externas	As atividades internas implicam a paragem da máquina. Pelo contrário, as atividades externas ocorrem enquanto a máquina opera.
Converter atividades internas em externas	Consegue-se reduzir o tempo de paragem.
Uso de engenharia nas atividades internas	Alterações mecânicas ao equipamento que permitem a troca rápida de ferramentas.
Normalizar as tarefas	Reduzir discrepâncias entre operadores.
Minimizar atividades externas	Durante o processo de produção, muitas das vezes, o operador está ocupado com outras tarefas. Assim, devem-se minimizar as atividades externas.

2.3.2.4 PDCA

O ciclo PDCA é uma ferramenta de melhoria contínua criada por Deming, como descrito no trabalho [81]. O PDCA deve ser visto como um processo sem fim, o que implica a repetição constante de todas as fases do ciclo. O ciclo realiza-se em quatro fases, nomeadamente o desenvolvimento de um plano (*P-Plan*), a execução do mesmo (*D-Do*), a verificação dos resultados (*C-Check*) e a implementação das ações (*A-Act*) [82].

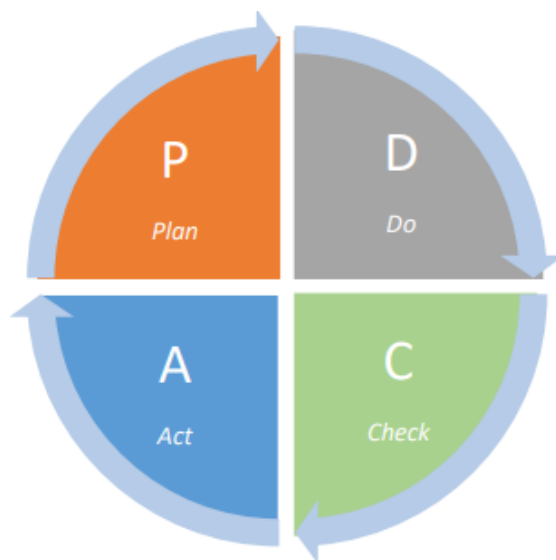


Figura 14 - Representação esquemática de um ciclo PDCA [83]

2.3.2.5 Standard work

Standard Work consiste em proporcionar ao operador uma rotina normalizada, com o intuito de estabelecer o melhor método e sequência para cada processo e operador. As operações devem realizar-se exatamente como foram definidas, sem espaços para

improvisação [84]. Para Feng e Ballard [85], o *standard work* é um método que define como os operadores devem ser conduzidos no posto de trabalho, prevenindo que se realizem operações aleatórias. De acordo com Emiliani [86], o *standard work* pode trazer inúmeras vantagens se este for aplicado corretamente, uma vez que contribui para o estabelecimento de pontos de referência, onde se pode aplicar a melhoria contínua, um processo controlado, a redução de variabilidade, o aumento da qualidade e flexibilidade, e os resultados previsíveis.

2.3.2.6 Poka-Yoke

A lógica subjacente aos métodos *Poka-Yoke*, que significa à prova de erro, baseia-se em colocar os trabalhadores num ambiente de trabalho que facilite a implementação de operações corretas e que evite a execução de tarefas erradas [87]. Este método proporciona resultados eficazes relativamente à redução de erros o que, por sua vez, conduz à redução de custos. *Poka-Yoke* pode definir-se de várias maneiras, como por exemplo, a solução que previne os erros, a que permite detetar e corrigir os erros que já ocorreram ou a que previne não os erros, mas sim as consequências dos erros. As várias definições provêm dos diferentes tipos de solução *Poka-Yoke*, bem como das diversas aplicações da mesma solução [88]. Na Figura 15 está presente uma solução *Poka-Yoke* que previne o acontecimento do erro.

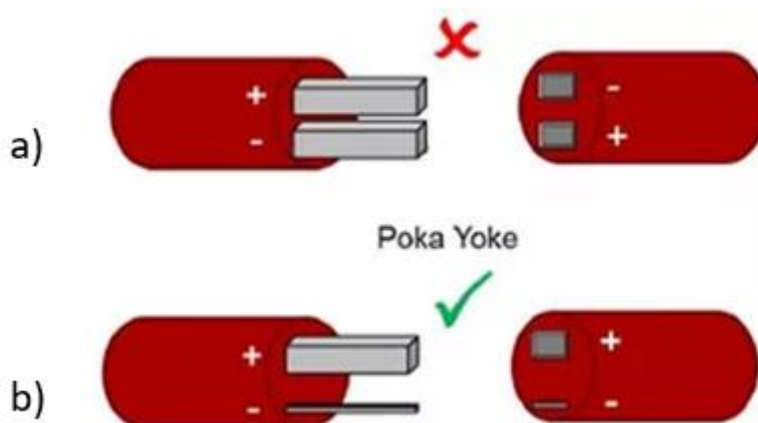


Figura 15 - Exemplo de uma solução *Poka-Yoke* [89]

Na Figura 15 a) encontra-se uma situação em que não foi aplicado o sistema *Poka-Yoke*. Neste caso, os sinais positivos e negativos nos objetos não são suficientes para impedir o acontecimento do erro, pois ainda é possível o encaixe errado dos objetos. Já no caso b), onde foi implementada uma solução *Poke-Yoke*, o único encaixe possível entre as peças é o correto, isto foi possível através da reformulação geométrica das peças.

2.3.2.7 Diagrama de Gantt

O diagrama de Gantt é um gráfico de barras horizontais, que é utilizado para analisar a eficiência de um processo. É usado historicamente nos setores de produção para rastrear tarefas específicas dentro de um cronograma e para facilitar a visualização das

restrições do fluxo de trabalho. O diagrama de Gantt tem como vantagem a sua simplicidade e facilidade de compreensão na transmissão de uma dinâmica complexa [90]. O diagrama de rede mostra as tarefas e etapas do projeto, em que se considera a sua duração ao longo do tempo. As tarefas no diagrama podem ser dependentes umas das outras. Por exemplo, uma tarefa apenas se pode iniciar após a conclusão de uma outra. É possível saber-se, ainda, a percentagem de conclusão de cada tarefa e a pessoa responsável pela mesma [91].

2.3.3 Estado-da-arte

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão encontrava-se com a sua indústria e economia destruídas, o que tornava as empresas japonesas pouco competitivas. Estas condições fizeram com a empresa Toyota desenvolvesse um conceito que lhes permitisse alcançar uma maior competitividade com pouco investimento financeiro. Este conceito atualmente é designado de *Lean Manufacturing*. Na Tabela 9 encontram-se alguns estudos atuais que tiveram como base o conceito *Lean*. Deste modo, adquire-se uma perspetiva de resultados possíveis de obter com o uso deste conceito.

Tabela 9 - Estado da arte - Conceitos *Lean*

Referencias bibliográficas	Descrição do trabalho
Rosa et al. [92]	O estudo baseou-se em reduzir o tempo necessário para a troca de ferramentas, numa LM no ramo da indústria automóvel através da implementação da metodologia SMED, em conjunto com outras ferramentas <i>Lean</i> . Como resultado obteve-se uma redução do tempo de <i>setup</i> de 58,3%, o equivalente a 210 minutos. No final o <i>setup</i> passou a ser feito exclusivamente pelos operadores, libertando os técnicos de <i>setup</i> para realizarem outras tarefas.
Rosa et al. [2]	Este estudo desenvolveu-se numa LM de cabos responsáveis pelos sistemas de acionamento básicos do veículo, e teve como base a melhoria de uma linha de produção através de uma análise PDCA. Alcançou-se o objetivo através da atualização do equipamento e redução/eliminação de desperdícios em várias áreas, mais precisamente no abastecimento de diversos componentes, nas movimentações dos operadores, na fiabilidade do equipamento, no equilíbrio de tarefas e na normalização do método de trabalho. Aumentou-se assim em 41% a produtividade na LM.
Pombal et al. [93]	O objetivo deste trabalho passa pela implementação de metodologias <i>Lean</i> na gestão de materiais consumíveis numa oficina de manutenção de uma empresa industrial. Com a utilização da ferramenta 5S conseguiu-se melhorar a organização do armário de materiais de consumo, o que por sua vez reduziu em cerca de 70% o tempo na procura do material.

Sousa et al. [94]	<p>Este projeto teve como propósito a melhoria de um equipamento da indústria da cortiça, através da aplicação da metodologia <i>Lean</i>. Com o intuito de alcançar esse objetivo recorreu-se à metodologia SMED, em conjunto com o modelo A3 e ao cálculo do OEE. A metodologia SMED foi responsável por reduzir em 43% o tempo médio de troca de ferramentas. Também se constatou que as ferramentas <i>Lean</i> são capazes de produzir bons resultados sem grandes investimentos.</p>
Pinto et al. [95]	<p>Uma empresa multinacional de produção de peças para a indústria automóvel necessitou de implementar indicadores-chave para atender à norma IATF 16949:2016. Criou-se assim um modelo de gestão de reposição de peças relacionadas com a manutenção de equipamentos. Efetuaram-se as mudanças com recurso a ferramentas <i>Lean</i>, para que seja possível otimização de procedimentos e fluxos de informação. Concluiu-se com sucesso o projeto, pois implementaram-se os principais indicadores de desempenho, e estes passaram a ser recolhidos automaticamente e com periodicidade. Conseguiu-se otimizar a gestão de peças de substituição, isto resultou num menor <i>stock</i> deste tipo de peças e aumento de espaço no armazém. A implementação das ferramentas SMED e 5S proporcionaram uma redução de 11% no tempo de atividades externas do <i>setup</i>. A redução do tempo perdido das montagens e a melhor gestão no atendimento de avarias e problemas permitiram obter um OEE acima de 90%.</p>
Lee e Shvetsova [91]	<p>Este trabalho teve como foco o processo de transferência de tecnologia na indústria automobilística com o uso de ferramentas de gestão. Este objetivo foi atingido com recurso a gráficos de Gantt e diagramas de caminhos críticos. Os resultados demonstraram que os métodos descritos anteriormente melhoraram o processo de planeamento para a transferência de tecnologias de projetos. Concluiu-se que os gráficos de Gantt e diagramas de fluxo melhoraram significativamente o processo de planeamento do projeto de transferência de tecnologia.</p>

2.4 Conclusões da revisão bibliográfica

Com a finalização da revisão bibliográfica torna-se essencial fazer um resumo de todos os tópicos abordados ao longo do capítulo 2.

A indústria automóvel é um setor de extrema importância económica a nível mundial. Atualmente, a China é o país que mais contribui para a produção de veículos, sendo responsável por 28% da produção de veículos a motor a nível mundial. Portugal é um

país bastante ligado ao setor de fabrico de componentes para automóveis. Em 2018, garantiu-se que 98% dos automóveis fabricados na Europa fossem constituídos por, pelo menos, uma peça fabricada em Portugal. São diversos os pilares que constituem a indústria automóvel, em que se destacam a qualidade, a competitividade e a flexibilidade. A competitividade faz com que este setor procure, de forma contínua, a inovação tecnológica e o aumento da produtividade e da qualidade. A indústria automóvel possui inúmeras contribuições no que diz respeito a qualidade, como por exemplo o conceito TPS. A automatização e a flexibilidade possuem um impacto bastante positivo na produtividade e qualidade de qualquer indústria e na saúde dos trabalhadores.

Com o passar dos anos a importância da manutenção e da sua gestão tem vindo a mudar. De facto, cada vez mais a manutenção assume um papel importante nas organizações, como garantir a disponibilidade dos ativos/instalações, otimização dos custos da manutenção e pela segurança dos utilizadores dos equipamentos. Na literatura existem diversos tipos de manutenção que variam conforme a estrutura do sistema em questão e o número de parte/equipamentos no sistema. A manutenção pode ocorrer antes da falha (manutenção preventiva) ou depois da falha (manutenção corretiva). O custo provocado pelas avarias é muito maior do que o custo da manutenção preventiva. No que toca à gestão da manutenção, existem várias estratégias de manutenção, com especial destaque para o método TPM. Esta é uma filosofia que envolve a participação de todos os membros de uma organização, cujo objetivo é maximizar a eficácia do equipamento e estabelecer um sistema de manutenção preventiva completo. Para alcançar estes objetivos usam-se técnicas como os 6 sigma, análise de Pareto, diagramas de Ishikawa e conceitos como SMED, Poka Yoke, OEE e 5S.

O conceito Lean teve origem na década de 50 no século passado na Toyota (Japão), após segunda guerra mundial. Este conceito proporciona resultados bastante positivos com pouco investimento, através do uso de ferramentas como a metodologia 5S, método SMED, Poka Yoke, entre outras ferramentas.

Nos capítulos do estado da arte apresentaram-se diversos trabalhos que tiveram como base os conceitos apresentados nos capítulos 2.2 e 2.3. Deste modo, adquire-se uma perspetiva de resultados possíveis de obter com o uso destes conceitos.

DESENVOLVIMENTO

3.9 Análise de custos e lista de peças a fabricar

3.10 Retorno de investimento

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização da empresa

O grupo Ficosa Internacional S.A, fundado em 1949, ao qual a Fico Cables pertence, encontra-se ativo em todo o mundo. As seguintes informações proporcionam uma perspetiva da dimensão do grupo:

- A base do sucesso do grupo Ficosa são os mais de dez mil trabalhadores que esta empresa emprega;
- Em 2015, a receita foi de cerca 1,2 bilhões de euros;
- Possui catorze centros de pesquisa e desenvolvimento, nos quais são investidos 6,5% dos ganhos anuais;
- Encontra-se representada em dezasseis países.

O grupo Ficosa não é unicamente constituído por fábricas, mas também por escritórios comerciais e centros de investigação que influenciam a sua competitividade no mercado mundial.

A Fico Cables – Fábrica de Acessórios e Equipamentos Indústrias, Lda – foi fundada em 1971 e é uma organização responsável pelo processo de fabrico de sistemas de conforto e sistemas de cabos de acionamento em geral para automóveis. Atualmente, encontra-se localizada na Rua do Cavaco 115 apartado 1075, Vermoim, Maia, 4470-263. Na Figura 16 estão presentes as instalações da Fico Cables.



Figura 16 - Instalações da Fico Cables em Maia, Vermoim [96]

A de produção da Fico Cables está dividida em dois sistemas, o sistema de conforto, onde são produzidos sistemas lombares de conforto para assentos de bancos automóveis, e o sistema de cabos, onde são produzidos os cabos para sistemas de janela, travão de mão, abertura de porta, capot e porta-malas. Na Figura 17 estão presentes alguns exemplos de sistemas de conforto e de cabos produzidos na Fico Cables.

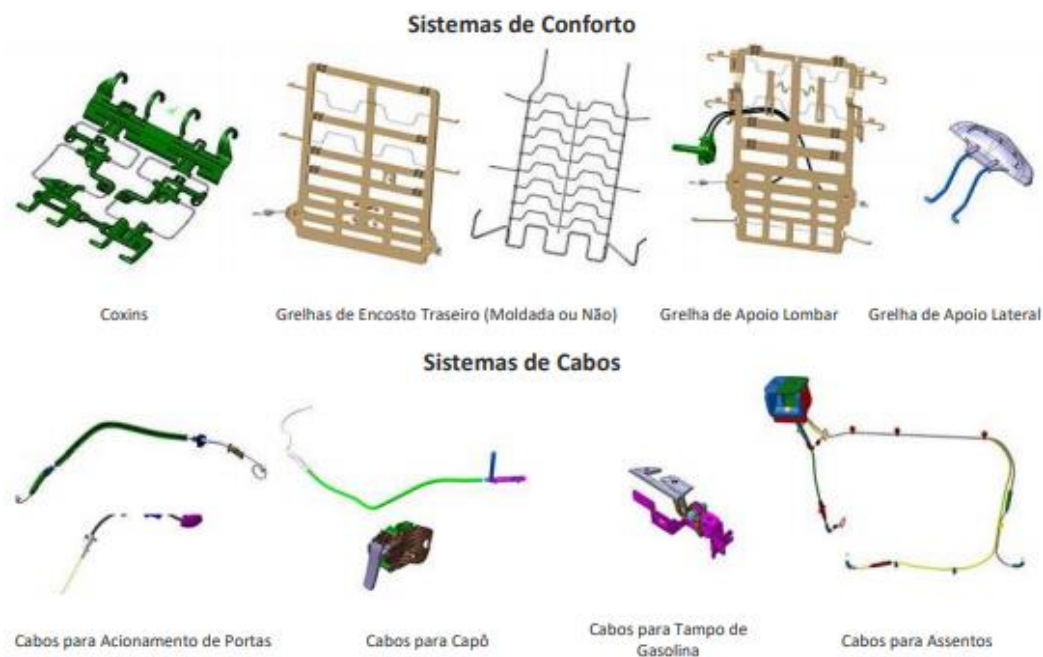


Figura 17 - Exemplos de produtos fabricados na Fico Cables [97]

A Fico Cables conta, atualmente, com cinco unidades autónomas de produção (UAP), que fabricam os sistemas anteriormente descritos. Na Tabela 10 encontra-se a descrição de cada UAP, assim como os equipamentos que estas contêm.

Tabela 10 - Caracterização das UAP

UAP	Descrição	Equipamento
UAP 1	Fabrico de espiral, arame e revestimento de cabo	Máquinas de fabrico e corte de espiral; extrusoras; laminadoras.
UAP 2	Fabrico de grandes séries	LM; máquinas de corte de cabo e espiral; máquinas de injeção de plástico e Zamak.
UAP 3	Fabrico de grandes séries	LM; máquinas de corte de cabo e espiral; máquinas de injeção de Zamak.
UAP 4	Fabrico de sistemas de conforto	LM; máquinas de injeção de plástico; máquinas de corte e conformação de arame.
UAP 5	Fabrico de séries reduzidas	LM; máquinas de injeção plástico e Zamak; máquinas de corte de cabo.

3.1.1 Departamento de Manutenção

Nos dias de hoje, a Fico Cables encontra-se dividida em dezassete departamentos. Embora todos contribuam para o sucesso da empresa, os departamentos de manutenção, processos, logística, qualidade, higiene e segurança no trabalho e produção destacam-se dos demais. A presente dissertação foi realizada no departamento de manutenção, sob a orientação do diretor de manutenção. O departamento de manutenção está responsável pela reparação e conservação de todas as máquinas e infraestruturas pertencentes à empresa. Para alcançar determinado objetivo, este departamento tem como principais atividades:

- O registo e análise de avarias;
- A manutenção corretiva e preventiva das máquinas e das infraestruturas;
- Ações de melhoria;
- O controlo e distribuição de peças necessárias para efeitos de manutenção.

Na Figura 18 apresenta-se a estrutura organizacional do departamento de manutenção.

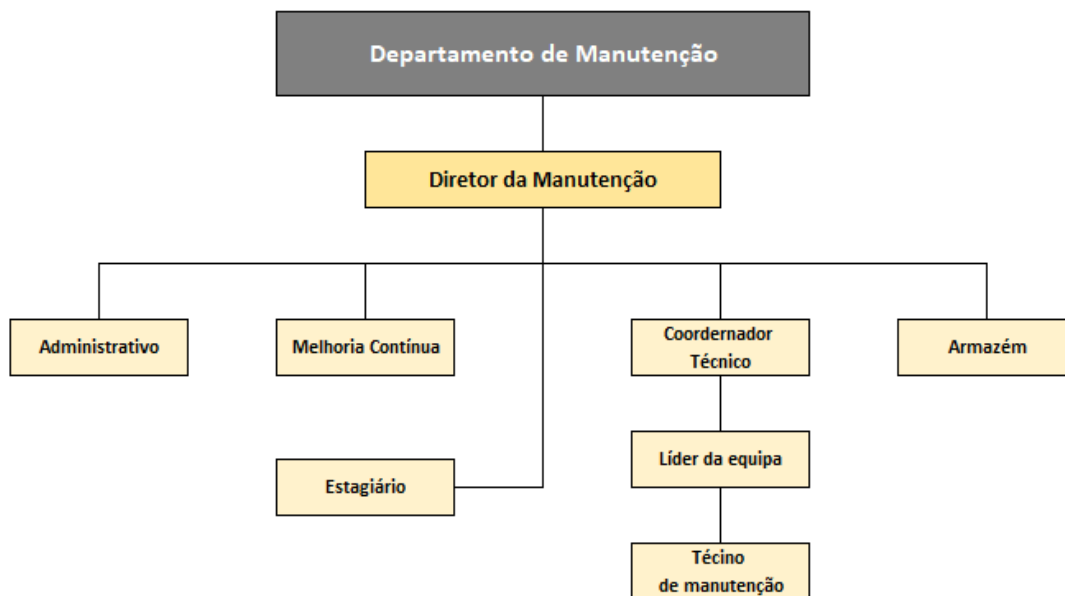


Figura 18 - Estrutura do departamento da manutenção

A direção do departamento de manutenção acompanha todas as etapas das atividades que acontecem dentro do departamento, e assume a gestão financeira do mesmo. O setor administrativo está encarregue de todos os processos administrativos. A melhoria contínua encarrega-se da elaboração de projetos que visam a melhoria contínua quer dos equipamentos, quer das atividades da manutenção. O coordenador técnico controla as atividades de manutenção, tanto preventivas, como corretivas, e dá suporte ao líder de equipa. Este é um técnico de manutenção, responsável por uma equipa de uma certa zona, que reporta diariamente, ao diretor da manutenção, o estado das máquinas. A execução prática das manutenções corretivas e preventivas recaem sobre o líder e a sua

equipa. As requisições de peças e o controlo de stock são da responsabilidade do armazém. A principal função do estagiário é desenvolver a dissertação, no entanto, são-lhe atribuídas certas tarefas de maneira que este entenda a dinâmica do departamento e da empresa.

O departamento tem o auxílio de dois *softwares*, que apoiam as atividades de manutenção. O Mapex, que é um *software* que tem por objetivo auxiliar a gestão do armazém e das ordens de trabalho (OT). No Anexo 6.1, estão presentes informações possíveis de recolher através deste *software*. E o *software* CATIA, que é usado para elaborar projetos mecânicos. O departamento de manutenção tem acesso à grande parte dos desenhos de definição em três dimensões (3D) e duas dimensões (2D) de linhas de produção e equipamentos. Assim, através deste *software*, é possível aceder a estes mesmos desenhos, que podem ser usados para requisitar peças a fornecedores.

Por fim, realizou-se uma análise SWOT com objetivo de perspetivar todo o potencial deste departamento e as suas limitações e, assim, delinear um plano estratégico. Esta análise encontra-se na Figura 19.

SWOT Analysis	
Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> •Capacidade e tempo de reação; •Existência de regras, procedimentos e cumprimentos dos mesmos •Sentido de urgência e de melhoria •Forte direção do departamento 	<ul style="list-style-type: none"> •Erros e omissões de ordens de trabalho •Falta de controle de <i>stocks</i> •Falta de colaboradores •Falta de cumprimento de ações planeadas
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> •Melhorias nos sistemas produtivos •Revisão dos <i>stocks</i> mínimos a ter em armazém •Aumento de competências através de formações •Aumento da fiabilidade dos equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> •Equipamentos de elevada idade •Ações de manutenção ineficazes •Novos sistemas que requeiram formação especializada •Dependência dos fornecedores

Figura 19 - Análise SWOT do departamento de manutenção

3.2 Caracterização do produto e processo

Os objetos de estudo desta dissertação são as LM IBK2 L1, IBK2 L2 e IBK2 L3, situadas na UAP4. Estas linhas são responsáveis pelo fabrico de dois tipos de produtos semelhantes, designados de *suspension-mat*. No capítulo 3.2.1 encontra-se a caracterização dos dois produtos de modo a ser possível entender todo o processo de fabrico, que é descrito nos capítulos 3.2.2 e 3.2.3

3.2.1 *Suspension-mats*

Os *suspension-mat* produzidos na Fico Cables tem como função aumentar o nível de conforto dos assentos, no ramo da indústria automóvel. A Fico Cables fornece *suspension-mats* a todos os principais OEM, através dos seus parceiros fabricantes de assentos *Tier 1*. Os *suspension-mats* relevantes para esta dissertação encontram-se na

Figura 20, onde é visível a sua semelhança. Ao longo desta dissertação a referência 121912833 é identificada como *suspension-mat A*, e a referência 121912152 como B.

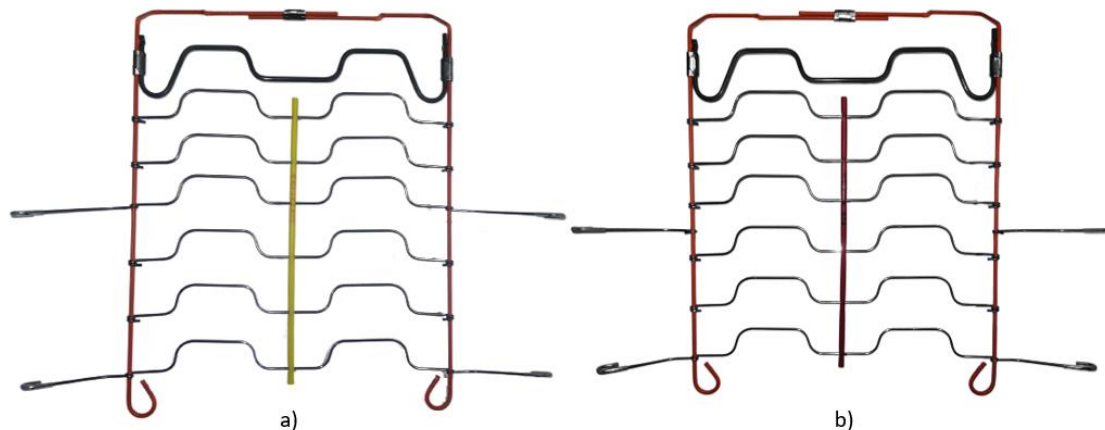


Figura 20 - Outputs das LM: a) referência 121912833 ou *suspension-mat A*; b) referência 121913152 ou *suspension-mat B*

Na Figura 21 apresenta-se a designação de todos os componentes constituintes do *suspension-mat B*. No centro do *suspension-mat*, está posicionado o tubo central de cor vermelha, que o diferencia do *suspension-mat A*, cujo tubo central é de cor amarela. Os arames centrais e de fixação perfuram o tubo central e estão enrolados nos arames laterais. O agrafó central une os arames laterais, enquanto os agrafos laterais fixam o arame lombar aos arames laterais. Existem dois tipos de ganchos: o gancho dito “normal”, que resulta da continuidade do arame de fixação, e o gancho solto, que é enrolado entre arames centrais. A principal diferença entre *suspension-mats* assenta nos ganchos: a a) apenas possui os ganchos ditos “normais” (quatro), já a b) possui dois ganchos “normais” e dois ganchos soltos.

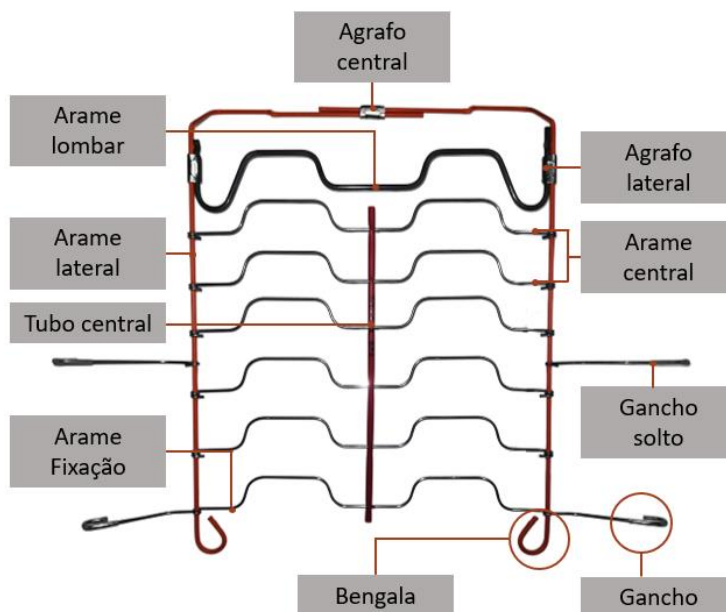


Figura 21 - Caracterização do *suspension-mat B*

3.2.2 Linha de montagem IBK2 L1 e L3

Os *layouts* das LM IBK2 L1 e L3 são idênticos e correspondem ao Anexo 6.2.1, onde é possível observar esquematicamente o modo geral de funcionamento da linha, desde a entrada do material até à introdução do produto nas paletes. Existem diversos *inputs* que são inseridos nos alimentadores da linha, que posteriormente são trabalhados de modo a produzir a uma certa referência. O operador de linha está encarregue de recolher os *outputs* e de efetuar o processo de seleção dos mesmos, que consiste na verificação dos parâmetros definidos pelo departamento de qualidade e, em seguida, o produto é levado até à palete. O *gabarit* é utilizado para efetuar o processo de validação do *suspension-mat*, que passa pela recolha de três *suspension-mats* de hora a hora, com o propósito de verificar as dimensões do produto. Existem ainda as validações feitas à LM, onde se verifica se todos os componentes do *suspension-mat* são detetados pelos sensores, o que garante a deteção de peças defeituosas. O local designado de muro apenas é utilizado em situações peculiares relacionadas com a existência de produtos defeituosos nas paletes que se encontram fechadas. A palete fechada é transportada até ao muro quando existe a suspeita que um produto defeituoso se encontra dentro da mesma. No muro procede-se à abertura da palete e à verificação da qualidade de todos os produtos. No caso de se detetar um produto defeituoso, este é substituído. No Anexo 6.2.1, também é possível ver os *inputs* usados para o fabrico de *suspension-mats*, que estão divididos entre os adquiridos a fornecedores e os fabricados internamente.

A descrição dos postos que se segue é válida para ambas as referências. No entanto, são mencionados alguns aspetos que diferem no processo de fabrico de cada referência. Na Figura 22, encontram-se identificados os postos que constituem as LM IBK2 L1 e L3. Estas linhas são constituídas por nove postos, cuja ligação é feita por *transfers*. O último posto destas linhas é designado por posto das câmaras, onde existem diversas câmaras que certificam os parâmetros definidos pelo departamento de qualidade, para os constituintes do *suspension-mat*.

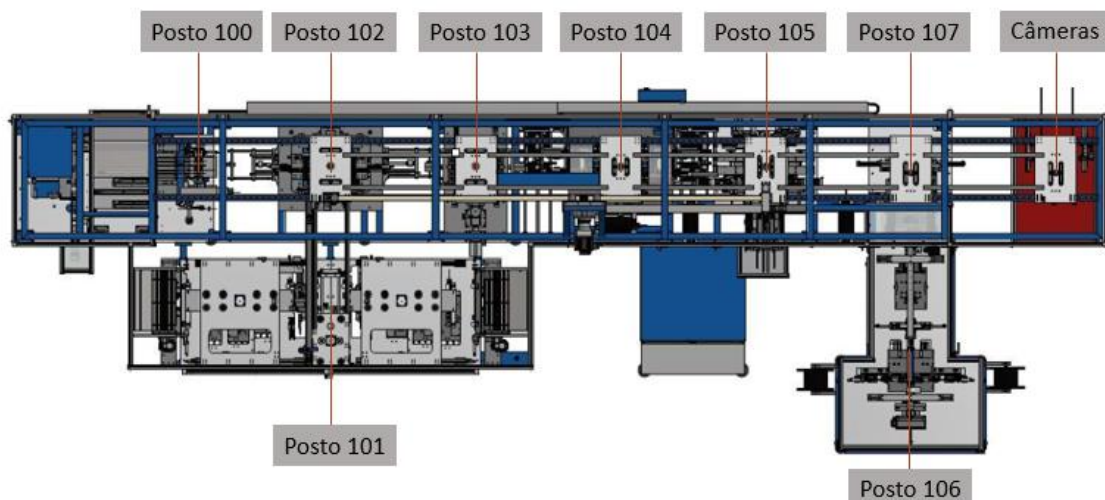


Figura 22 - Identificação dos postos das LM IBK2 L1 e L3

O posto 100 é constituído por quatros subconjuntos: o alimentador dos arames, a gaveta, o sistema laser e a base, como é demonstrado na Figura 23. No alimentador existem quatro compartimentos, nos quais devem ser colocados os respetivos *inputs*, consoante a referência a produzir. Em cada compartimento, existe um tambor com ímanes que, ao rodar, coloca os arames centrais e de fixação em guias. A rotação deste tambor é feita através de um mecanismo de atuadores, cremalheiras e rodas dentadas que, no seu conjunto, constituem o carregador. No final das guias, encontram-se atuadores, designados de “passa, não passa”, com adaptadores em forma de cunha, responsáveis por controlar a saída dos arames centrais e de fixação para a gaveta. O tubo central é apertado entre duas rodas dentadas e, quando estas rodam, o tubo central é puxado para frente. Ao passar no sistema laser, o tubo central é marcado com a referência e com o número da máquina e, em seguida, é cortado por uma lâmina associada a dois cilindros pneumáticos. Quando este se encontra alojado na caixa, a tampa fecha-se de modo a prender devidamente o tubo central para que, quando forem inseridos os arames centrais e de fixação, este não se mexer. Após este processo, a tampa abre-se para que ocorra a extração do subproduto por parte do *transfer*.

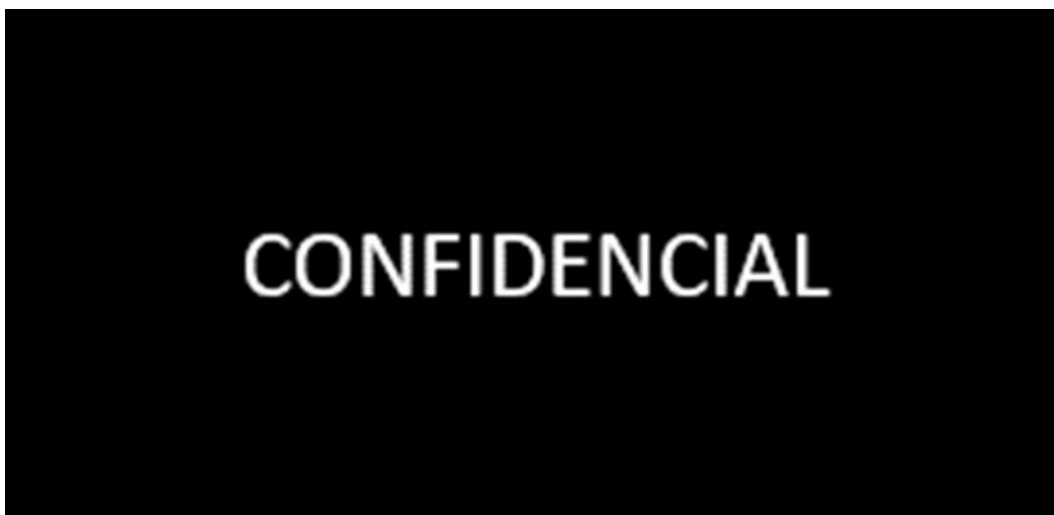


Figura 23 - Posto 100

Na Figura 24, são identificados os principais componentes deste posto. É importante realçar que, nesta figura, apenas está presente metade do posto, uma vez que este é simétrico. Os alimentadores do posto 101 possuem um conceito de funcionamento idêntico aos alimentadores do posto 100. O motor elétrico, localizado na lateral do alimentador, faz com que o tambor rode. O motor elétrico é acionado, quando recebe sinal de falta de arame lateral nas guias, através de um sensor. O tambor tem ímanes incorporados, que seguram os arames laterais que, por sua vez, são levados até às guias a partir do movimento de rotação do tambor. No final das guias, encontram-se dois atuadores “passa/não, passa” responsáveis por controlar a saída dos arames laterais. Estes são levados até à zona de dobragem, dividida em quatro pontos de dobragem e, em cada uma, o arame lateral é conformado de maneira que, após as quatros conformações, este possua a forma desejada.



Figura 24 - Posto 101

O Posto 102, presente na Figura 25, recebe os subprodutos dos postos 100 e 101 através de dois *transfers*. Neste posto, os arames centrais e de fixação são colocados numa gaveta móvel, que impede o movimento dos mesmos com o uso de trancas. O controlo de arame é um conjunto de atuadores e sensores com o objetivo de centralizar e posicionar os arames centrais e de fixação, em relação aos restantes componentes. Os arames centrais e de fixação são enrolados nos arames laterais através de rodas dentadas, cujo movimento é provocado por um conjunto de atuadores e cremalheiras, situados por baixo da base. Após o processo de enrolamento, a gaveta abre-se e ocorre a extração do subproduto por um *transfer*.

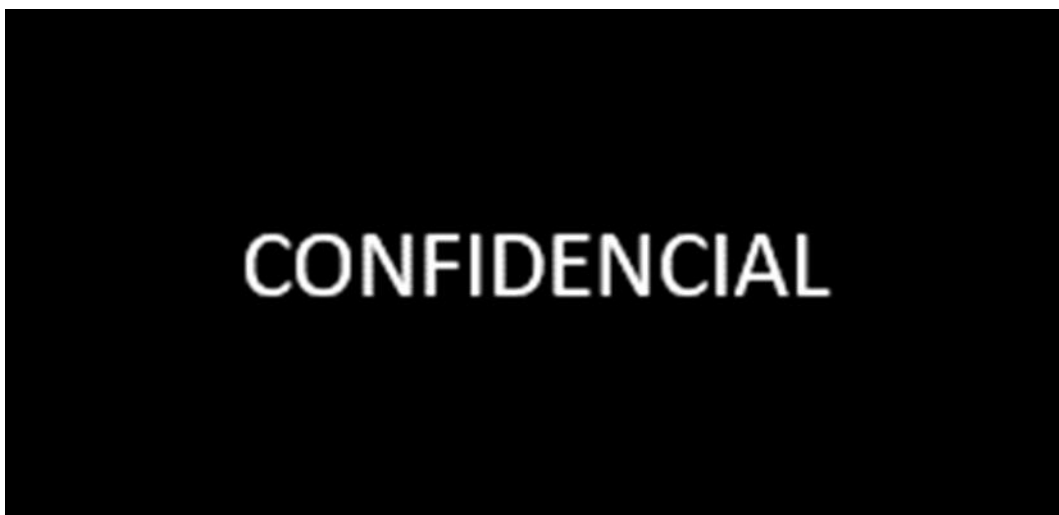


Figura 25 - Posto 102

No posto 103 (Figura 26), é feita a conformação dos arames centrais e de fixação, assim como a inclinação dos arames de fixação. O atuador vertical e os atuadores horizontais iniciam o movimento de avanço, o que provoca a movimentação do molde, de forma a este conformar os arames. Os atuadores são cilindros hidráulicos, uma vez que é necessário exercer uma força considerável, para este processo de conformação. Nas

extremidades da base encontram-se quatro atuadores (designados como atuadores ângulo do gancho na Figura 26) responsáveis por inclinar os arames de fixação que, no posto seguinte, irão ser conformados na forma de um gancho. Na zona de baixo da mesa encontra-se um atuador ligado mecanicamente às trancas de modo a estas abrirem e fecharem quando necessário.

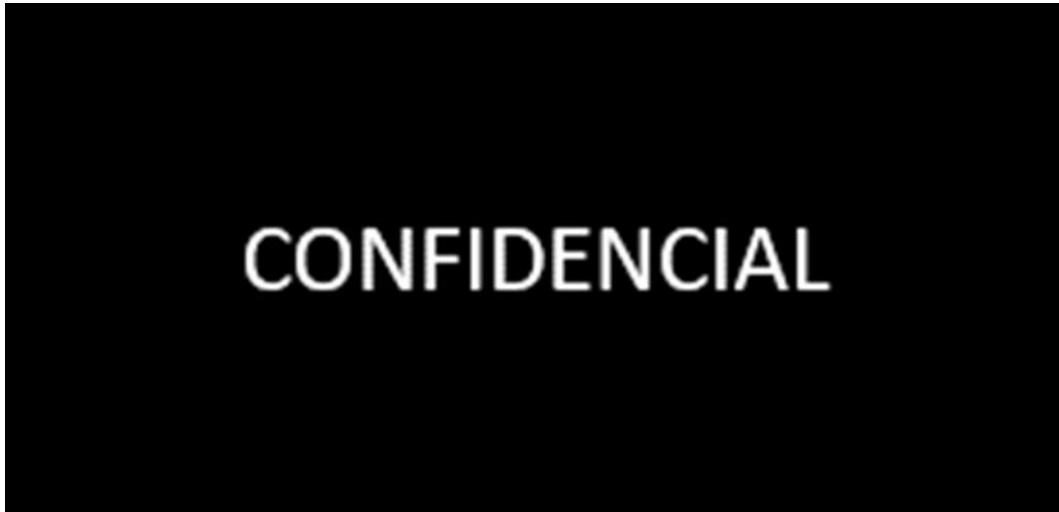


Figura 26 - Posto 103

No posto 104 (Figura 27), o subproduto é colocado pelo *transfer* na mesa. À volta da mesa existem quatro sistemas de alimentação, onde é cortado e introduzido o tubo revestimento do gancho em cada arame de fixação. Em seguida, os arames de fixação são conformados na forma de ganchos. O agrafador central é acionado por um cilindro pneumático, o que resulta na união dos arames laterais com um agrafo. No final destes processos, ocorre a extração do subproduto através de um *transfer*. Durante o deslocamento do subproduto para o posto 105, os tubos, que se encontram nos arames de fixação, são puxados de maneira a envolverem os ganchos.

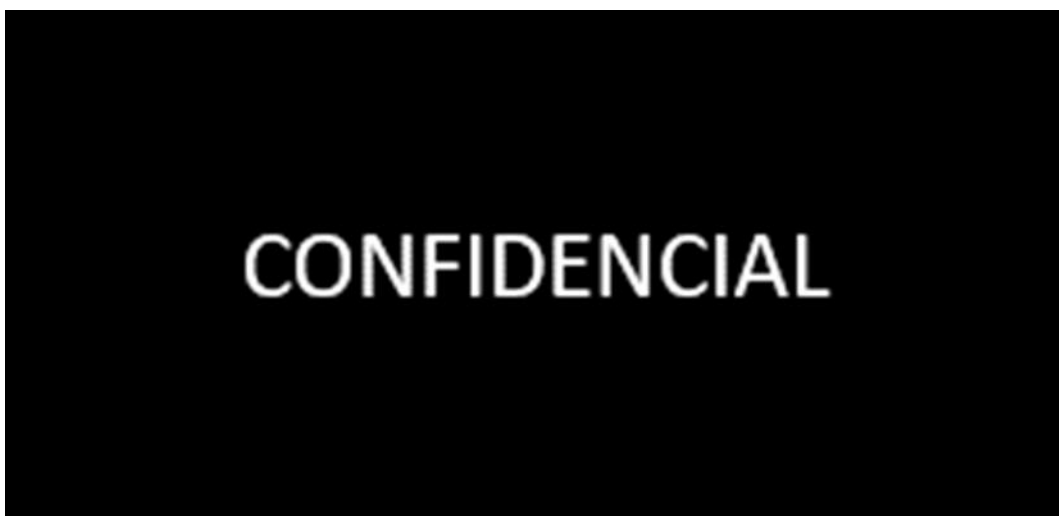


Figura 27 - Posto 104

Na Figura 28 encontra-se o posto 105, o último necessário para produzir *suspension-mat A*. A mesa deste posto possui diversos sensores para verificar o posicionamento dos arames centrais e de fixação do subproduto e, nas suas faces laterais, tem os mecanismos responsáveis pela segunda inclinação dos ganchos. Na parte de trás, existe um alimentador onde é introduzido o arame lombar, que é levado até à mesa por um sistema *transfer*. Quando o arame lombar chega à mesa, os agrafadores laterais avançam e unem o arame lombar aos arames laterais. Na parte da frente do posto, existem dois mecanismos que conformam os arames laterais em bengalas, cujos movimentos são provocados por um conjunto de atuadores, cremalheiras e rodas dentadas. Por fim, caso se esteja a produzir o *suspension-mat A*, este é levada para o posto de câmara, para se verificar a qualidade do produto. Caso se esteja a produzir o *suspension-mat B*, o subproduto é levado até ao posto 107.

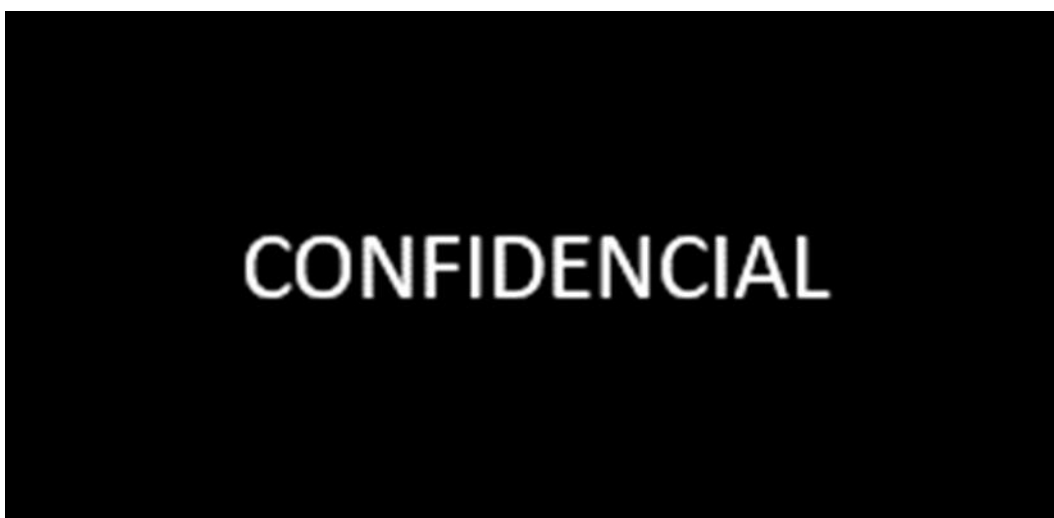


Figura 28 - Posto 105

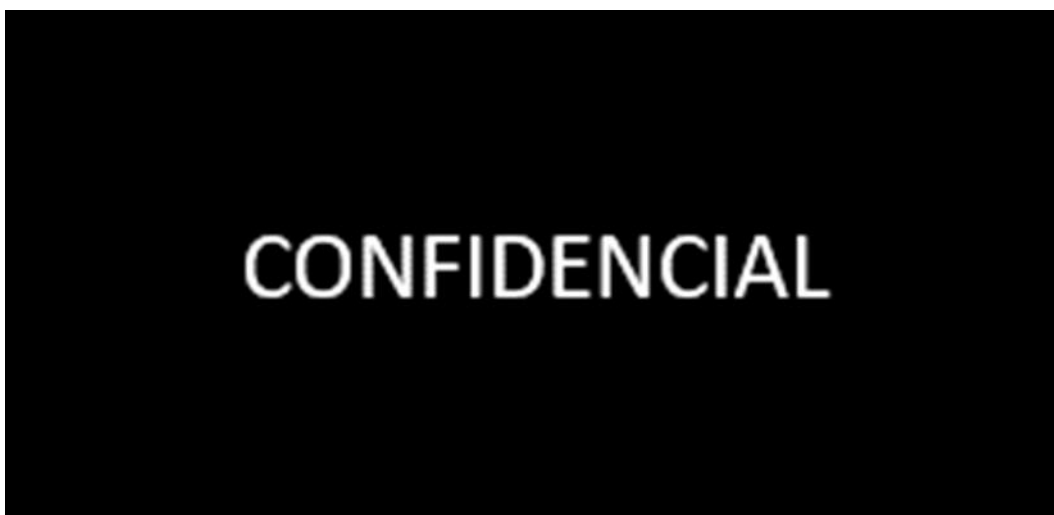


Figura 29 - Posto 106

O posto 106 (Figura 29) apenas está ativo no processo de produção do *suspension-mat B* e é constituído por um carregador, por dois sistemas de alimentação e corte de tubo,

por um *transfer* e por diversos postos intermédios. O processo inicia-se com a inserção dos *inputs* no alimentador, cujo funcionamento é semelhante ao do posto 100. Nos postos intermédios é realizada a inserção do tubo no arame, a conformação do arame em forma de gancho, a inclinação dos ganchos e o corte do arame. No final destes processos, obtêm-se dois ganchos soltos. Os ganchos soltos são transportados por um *transfer* até chegar ao posto 107.

O posto 107 (Figura 30) é responsável por fixar os ganchos soltos do posto 106 ao subproduto proveniente do posto 105, ou seja, o posto 106 acabava por ser o alimentador do posto 107. Esta relação entre o posto 106 e 107 implica que quando o posto 106 estiver inativo o posto 107 também o esteja. Na mesa encontram-se dois pontos de enrolamento com o mesmo princípio de funcionamento dos pontos de enrolamento do posto 103. Após a fixação dos ganchos soltos aos arames laterais, o *suspension-mat* é levado até às câmaras para ser validado.

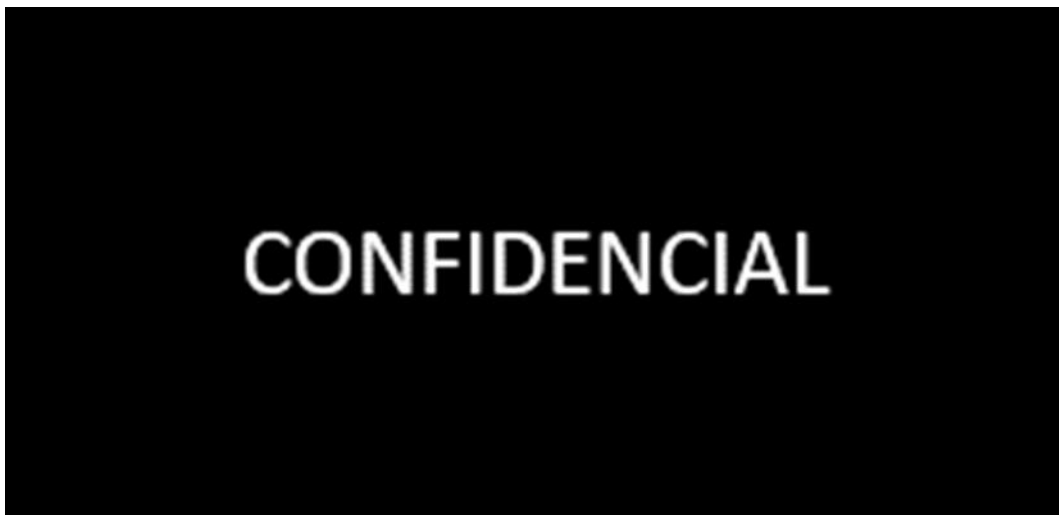


Figura 30 - Posto 107

Na Figura 31 e Figura 32 está presente a sequência de produção de cada referência, de modo a completar a descrição dos processos anteriormente descritos. Nestas figuras, encontra-se o subproduto desenvolvido por cada posto, o que torna possível acompanhar a evolução do produto ao longo dos postos. As setas nas figuras representam o transporte realizado pelos *transfers*.

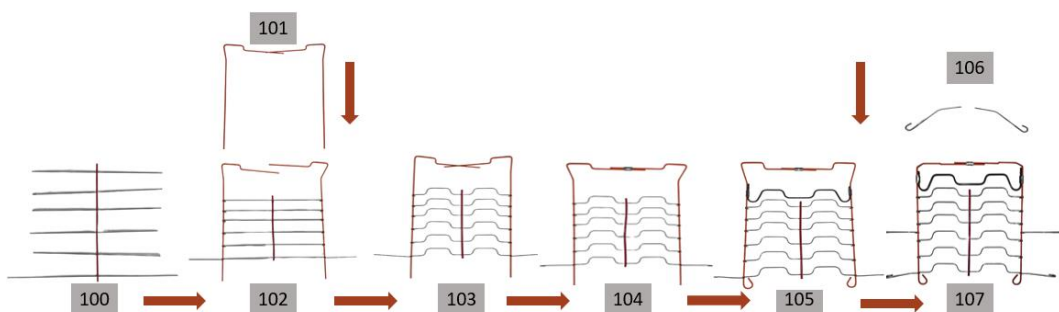


Figura 31 - Sequência de produção do *suspension-mat B*

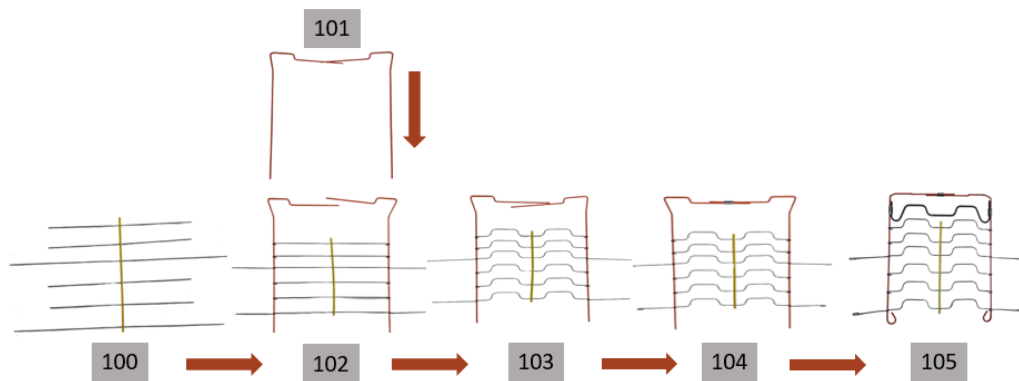


Figura 32 - Sequência de produção do *suspension-mat A*

3.2.3 Linha de montagem IBK2 L2

No Anexo 6.2.2 está presente o *layout* da LM IBK2 L2, cujo funcionamento geral e dos postos é igual ao descrito nas LM IBK2 L1 e L3. Ao comparar a Figura 33 com a Figura 22, observa-se que a LM IBK2 L2 possui menos dois postos, mais precisamente o posto 106 e 107. A ausência destes dois postos faz com que a LM IBK2 L2 apenas seja capaz de produzir o *suspension-mat A*, cuja sequência de produção pode ser vista na Figura 32.

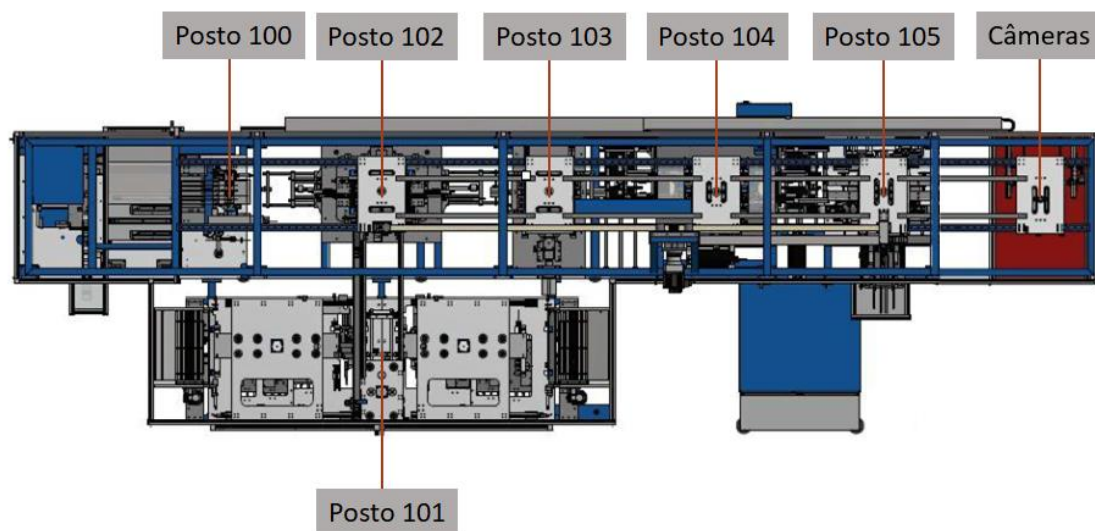


Figura 33 - Identificação dos postos das LM IBK2 L2

Os *suspension-mats* são sujeitos a um teste de desgaste realizado no departamento de engenharia de produto. Este teste consiste no embate de uma peça, em forma de assento, no *suspension-mat*. O teste de desgaste tem uma duração próxima de uma semana e, durante este período de tempo, são realizados um milhão de embates no *suspension-mat*. Inicialmente era apenas produzido o *suspension-mat A*, mas como esta não era capaz de obter resultados satisfatórios no teste de desgaste, surgiu a necessidade de reconfigurar o produto. A solução proposta pelo departamento de engenharia de produto para que o *suspension-mat* resistisse ao teste de desgaste consistiu na utilização de ganchos soltos, o que levou ao aparecimento do *suspension-*

mat B. Assim sendo, a LM IBK2 L3, a mais recente das três linhas, foi projetada para produzir as duas referências, enquanto a LM IBK2 L1, a mais antiga das linhas, necessitou que lhe fosse incorporada os postos 106 e 107, pois esta linha foi inicialmente projetada apenas para produzir o *suspension-mat A*.

3.3 Metodologia de resolução dos problemas

O ciclo PDCA foi a metodologia escolhida para a resolução dos problemas em questão, nesta dissertação. Este tipo de metodologia encontra-se enraizado na cultura empresarial da Fico Cables e teve a participação do diretor de manutenção e de alguns elementos da equipa de manutenção do UAP4. As quatro etapas, que constituem o ciclo PDCA, encontram-se descritas na Figura 34.

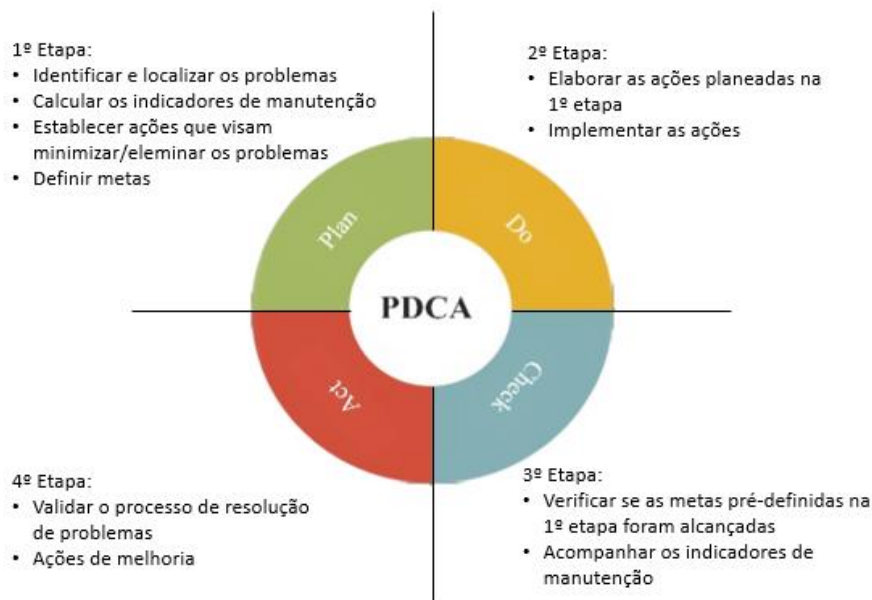


Figura 34 - Etapas do ciclo PDCA

A 1ª etapa passou inicialmente por identificar e localizar os problemas das LM. Para tal, recorreu-se ao registo de avarias das linhas e ao conhecimento dos operadores das mesmas. Através do *software* Mapex, recolheram-se e trataram-se os dados necessários para calcular os indicadores de manutenção. Por fim, foram idealizadas as ações que permitissem minimizar/eliminar os problemas. Assim, definiram-se as metas, quer para os indicadores de manutenção, quer para eliminação de problemas, consoante as ações selecionadas.

A 2ª etapa começou com a elaboração das ações planeadas na etapa anterior, e terminou com a implementação das ações nas LM.

A 3ª etapa consistiu em verificar o impacto das ações implementadas e se estas permitiram alcançar as metas definidas na 1ª etapa. O acompanhamento dos

indicadores foi realizado durante um período de tempo significativo, para garantir que a evolução dos indicadores refletisse as ações implementadas.

Na 4ª etapa validaram-se as etapas anteriores e procuraram-se formas de melhorar, quer o ciclo PDCA, quer as ações implementadas.

3.4 Análise da situação inicial das linhas de montagem

A análise da situação inicial das LM permite definir um ponto de partida com recurso aos problemas detetados nas linhas (dados qualitativos) e aos indicadores de manutenção (dados quantitativos). Em conjunto com o diretor do departamento de manutenção, definiu-se um intervalo de tempo para a recolha dos dados, mais precisamente entre junho de 2020 e dezembro de 2020. No final do processo de análise, realizou-se uma discussão sobre os resultados obtidos com o propósito de estabelecer uma hierarquia de prioridades de resolução de problemas consoante os problemas detetados.

3.4.1 Recolha de dados

Cada LM possui um quadro, designado de quadro de ocorrências, onde são registados os níveis de produção a cada hora, assim como qualquer tipo de acontecimento que provoque a paragem da LM (incluindo as OT). Este acontecimento pode estar, ou não, relacionado com o bom funcionamento da LM. Posteriormente, estas ocorrências são convertidas para um ficheiro Excel (um ficheiro para cada dia) e analisadas pelos departamentos de manutenção e de produção. No entanto, como referido na Tabela 6 do capítulo 2.3.2.1, não é suficiente o estudo dos registos, porque as avarias de curta duração, que ocorrem com muita frequência, muitas vezes, não são registadas. O acompanhamento diário, realizado numa fase inicial do estágio, e a interação com os operadores de linha, permitiram identificar as pequenas avarias. Na Figura 35 é possível observar de forma esquemática o procedimento de obtenção das informações qualitativas acerca das principais avarias das LM.

No quadro de ocorrências e no ficheiro Excel (Figura 36), encontra-se uma coluna destinada ao registo do posto onde ocorreu a avaria. Na maioria dos registos, esta informação não se encontra escrita, o que torna impossível quantificar de forma exata o número de ocorrências de uma determinada avaria, para além de dificultar o processo de divisão de avarias por posto. O tratamento de dados consistiu, numa primeira fase, na eliminação de todos os registos não relacionados com o mau funcionamento, como por exemplo, trocas de *inputs*, pausas e reuniões entre operadores e elementos do departamento da qualidade. Também se eliminaram os registos que contivessem um conteúdo ambíguo, ou seja, os registos onde não é possível identificar a avaria, uma vez que a informação descrita é demasiado genérica. Numa segunda fase, procedeu-se à identificação das principais avarias. Este processo é moroso e difícil pois a mesma avaria

pode ser escrita de diferentes maneiras, como por exemplo “pistola partida” e “pistola danificada”. No entanto, através de análise individual de cada avaria, foi possível identificar as principais causas de paragem das LM.

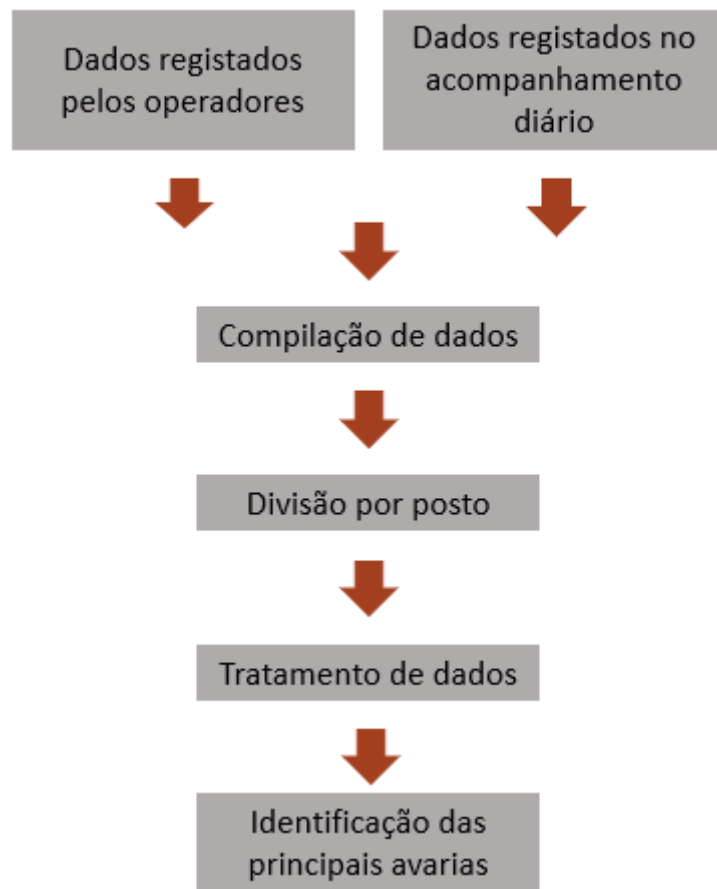


Figura 35 - Etapas de análise dos dados qualitativos recolhidos

FICOSA Maia		Seguimento Linhas / Equipamentos Críticos				S-OP-CA/MA-16-A Editado por: S.Loureiro 18/08/2020, Rev.1		
UAP [4]								
Turno	Objetivo	Produção	Paragem	Comentário	Resolvido?	GRP?	MNT	LOG
1º Turno	300	0	60	arranque				
	300	12	50	validações + ok				
	300	27	50	falha corte tubo gancho	substituir laminas			
	300	236	20	P104 sensor com sinal permanente	afinar sensor			
	225	160	15	P104 sensor com sinal permanente	afinar sensor			
	300	214	10	P105 revestimento bengala nok	mnt			
	300	0	60	P105 revestimento bengala nok	mnt			
	225	43	40	P105 revestimento bengala nok	mnt			
Total	2250	698	305					
2º Turno	225	0	60	operador em outra linha				
	300	111	30	operador em outra linha				
	300	113	20	problema cam poste 106 or 56314				
	300	85	45	problema cam poste 106 or 56314				
	225	59	50	sensor partido posto 105				
	300	111	20	trocar bobine dos agrafos				
	300	220	10	av sensor partido or 56315				
	225	0	60	av sensor partido or 56315				
Total	2175	679	235					
3º Turno	225	0	60	falha sensores p105/ 2 sensores danificados			or 2x/ trocar 2 sensores p105 e afinar bengalas	
	300	0	45+15	falha sensores p105/ 2 sensores danificados+ validaç			or 2x/ trocar 2 sensores p105 e afinar bengalas	
	300	235						
	225	175						
	300	0	60	p105 cabo de snzor danificado			or 56408/trocar sensor p105 e p104	
	300	213	15	p105 cabo de snzor danificado			or 56408/trocar sensor p105 e p104	
	300	222	10	agrafo prese na pistola	remover agrafos			
	225	0	60	limpeza				
Total	2175	905	205					

Figura 36 - Ficheiro Excel de seguimento linhas/equipamentos críticos

O levantamento dos dados quantitativos foi realizado com o auxílio do *software* Mapex, à exceção do OEE, que se encontra no sistema informático da Fico Cables. O *software* Mapex disponibiliza uma base de dados, que contém informações sobre as OT, realizadas pelo departamento de manutenção em todas as máquinas e infraestruturas. Esta base de dados contém informações como a data de abertura, a data de início de intervenção, a data de fecho de intervenção, a data de fecho da OT e a descrição do problema (Anexo 6.1.1 e 6.1.2). No entanto, o *software* não calcula automaticamente os indicadores de manutenção. Posto isto, transferiram-se os dados para um ficheiro Excel com a finalidade de realizar o tratamento de dados e calcular os indicadores de manutenção. Durante o tratamento de dados, tornou-se necessário eliminar algumas OT por estas não representarem realidades, nomeadamente aquelas que possuem tempos de intervenção na ordem de grandeza de segundos ou dias, e aquelas com tempos de espera na ordem de grandeza de dias. A existência destas OT na base de dados é explicada no capítulo “Estudo do processo”. Na Figura 37 encontra-se o esquema do processo de análise dos dados quantitativos, anteriormente descritos.

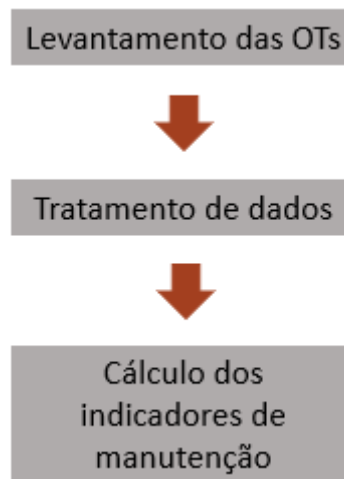


Figura 37 - Etapas de análise dos dados quantitativos recolhidos

3.4.2 Estudo do processo

A Fico Cables proporciona aos elementos da produção um ambiente baseado nas práticas 5S. No ambiente de trabalho da Fico Cables, apenas se encontram disponíveis as ferramentas necessárias para que o colaborador realize o seu trabalho. Cada máquina possui a sua própria folha 5S, onde está ilustrado o local de colocação de cada ferramenta, o que é imprescindível para efeitos de organização de trabalho numa empresa da dimensão da Fico Cables. A empresa funciona vinte e quatro horas por dia, em três turnos de oito horas, ou seja, em cada máquina trabalham três colaboradores cujo contacto é feito durante a troca de turnos, que possui uma duração de cerca de dez minutos. A folha 5S permite assim manter o local de trabalho organizado, com o mínimo de comunicação entre os colaboradores que usufruem das mesmas ferramentas. Cada máquina possui uma hora semanal designada de “Limpeza 5S”, onde os colaboradores

efetuam a limpeza mais minuciosa do seu local de trabalho. Apesar disso, os colaboradores são sempre incentivados a manter o ambiente de trabalho organizado e limpo durante a realização de tarefas. São ainda realizadas auditorias 5S, com o propósito de garantir que as tarefas 5S são realizadas com rigor. No caso das LM em questão nesta dissertação, a limpeza 5S está ao encargo do turno da noite e as auditorias 5S são marcadas com o departamento da produção, sem o conhecimento dos operadores.

Na Figura 38, está presente uma banca semelhante às que se encontram nas LM IBK2 L1, L2 e L3, onde os operadores executam o processo de seleção de peças OK (sem defeitos) e NOK (com defeitos). Como é possível observar, existem dois espaços determinados, um amarelo e um verde. No quadrado amarelo são colocados os *suspension-mats* por selecionar. Após o processo de seleção, os *suspension-mats* são colocados no quadrado verde e, finalmente, colocados na palete. Esta ferramenta é apenas um exemplo das diversas ajudas existentes no local de trabalho que permitem evitar a execução de tarefas erradas por parte do operador.



Figura 38 - Banca de seleção de *suspension-mat*

No início de estágio, realizou-se um acompanhamento presencial diário das LM, onde se analisou todo o processo de resolução de avarias. No Anexo 6.3 está presente o fluxo de processo elaborado pelo autor. O processo de resolução de avarias é de seguida explicado com o auxílio de excertos do Anexo 6.3.

Na Figura 39 estão presentes as tarefas, que iniciam com a ocorrência de uma avaria, da responsabilidade do operador. A primeira tarefa é a identificação da avaria, uma tarefa simples porque, na maioria dos casos, esta é detetada pela própria máquina e exposta na consola. A segunda tarefa é identificar a causa da avaria, que irá permitir ao operador eliminar a avaria. Caso o operador não consiga identificar a causa ou eliminar a avaria,

este deve abrir uma OT, que irá ser atendida por um técnico de manutenção. Enquanto o operador espera pelo técnico, este deve continuar a tentar resolver a avaria. Quando a avaria é eliminada antes que o técnico de manutenção inicie a intervenção, as OT são fechadas com tempo de intervenção na grandeza dos segundos.

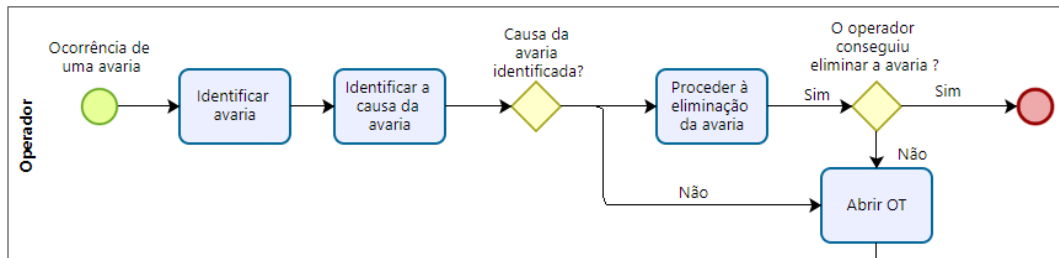


Figura 39 - Tarefas realizadas pelo operador

O início da intervenção é feito consoante a disponibilidade do técnico de manutenção, cuja primeira tarefa é identificar a causa da avaria, mesmo que o operador já o tenha feito. Este processo deve ser respeitado uma vez que a má identificação da causa da avaria, por parte do operador, pode ser o motivo pelo qual este não conseguiu eliminá-la. Após identificar a avaria, o técnico deve corrigi-la. Se porventura a tarefa de identificação ou eliminação da avaria não for bem sucedida, o técnico deve pedir auxílio ao gabinete de manutenção. Todo este processo está presente na Figura 40.

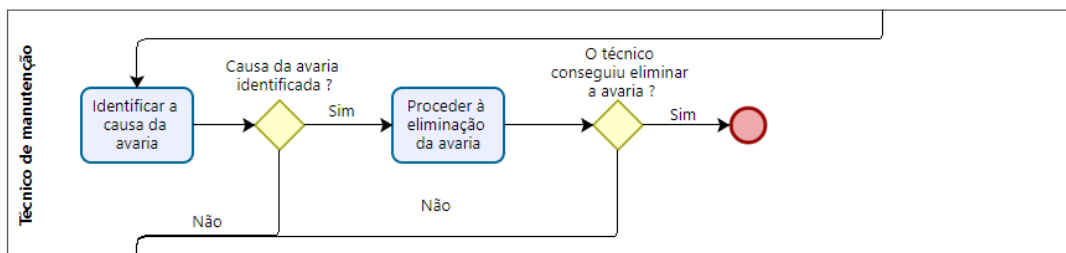


Figura 40 - Tarefas realizadas pelo técnico de manutenção

No caso do técnico de manutenção estar a ter dificuldades na resolução da avaria, o gabinete de manutenção é notificado deste facto. Pelo motivo anteriormente descrito, a primeira tarefa do gabinete de manutenção é identificar a causa da avaria. Entra-se, assim, num processo iterativo entre identificação da causa da avaria e eliminação da avaria, até que esta seja corrigida. Todo este processo está descrito na Figura 41.

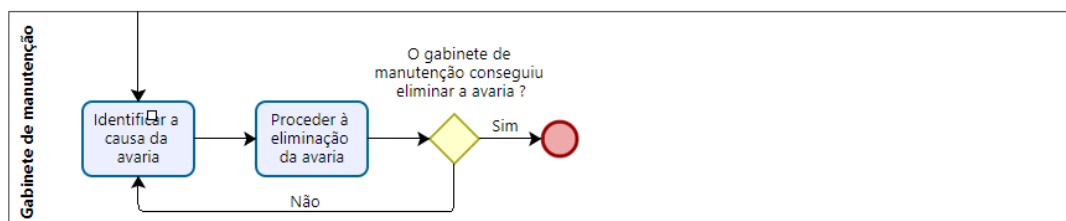


Figura 41 - Tarefas realizadas pelo gabinete de manutenção

A identificação da causa da avaria é a tarefa mais importante, mas também é a mais difícil. A má identificação da causa da avaria faz com que componentes da máquina

sejam afinados quando tal não é necessário, o que por sua vez pode criar mais avarias. Durante o acompanhamento presencial, o autor apercebeu-se que a má identificação repetitiva da causa levou a tempos de imobilização extensos. Por sua vez, quando avaria é resolvida, torna-se muito difícil identificar a verdadeira causa da mesma por se terem feito inúmeras afinações na LM.

3.4.3 Problemas detetados

Neste subcapítulo, são descritos todos os problemas detetados através da recolha de dados. Os problemas detetados podem estar presentes num único posto, ou ocorrer em diversos postos. No entanto, é importante realçar que, caso ocorra uma avaria num dos postos, todos os outros param, visto que se está perante um processo sequencial. Na Tabela 11 são definidos os locais onde ocorrem estes problemas.

Tabela 11 - Localização dos problemas

Problemas	Local
Sujidade provocada pelo pó de arame	Geral
Afinações mal executadas	Geral
Falha de inserção do tubo revestimento dos ganchos	Posto 104
Falha do agrafador	Posto 104 e 105
Falha na inserção dos arames centrais e fixação no tubo central	Posto 100

O pó libertado pelos arames centrais e de fixação é o maior causador de sujidade nas LM. Este tipo de sujidade pode ser encontrado em todos os postos, até mesmo no posto 101, onde não existe qualquer tipo de contacto com os arames centrais e de fixação. Isto acontece porque, no processo de conformação de arames centrais e de fixação, é libertada uma grande quantidade de pó, que se deposita nos restantes postos. Na Figura 42 estão presentes dois componentes das LM, em localizações muito distantes. Como se observa, existe uma grande quantidade de pó de arame a envolver os componentes, o que leva ao funcionamento deficiente do equipamento e à paragem de produção.

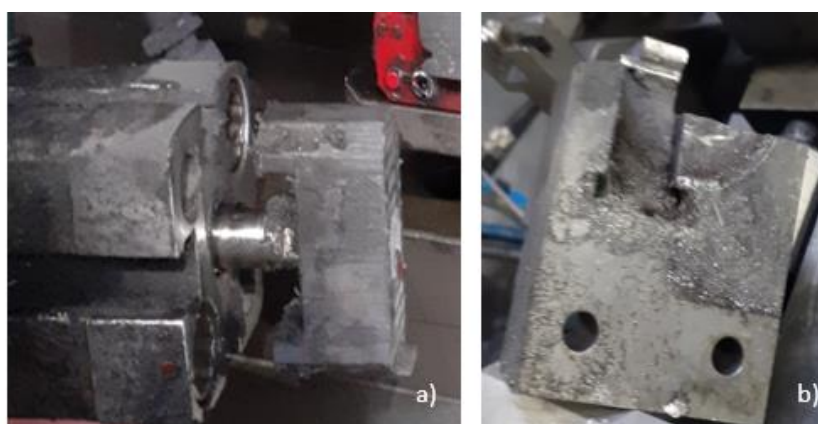


Figura 42 - Sujidade nas LM: a) “passa, não passa” (posto 101); b) peça do kit de enrolamento (posto 107)

As LM possuem diversos pontos de afinações, aos quais os operadores recorrem de modo a ajustar os parâmetros necessários, para que a LM retorne ao seu funcionamento. O processo sequencial do *suspension-mat* faz com que a má afinação de um parâmetro de um posto provoque o mau funcionamento de outro posto, o que, mais uma vez, revela a importância de identificar corretamente a causa da avaria. Com a causa identificada, torna-se mais fácil saber o parâmetro que se deve ajustar e vice-versa. Durante o acompanhamento de intervenções, constataram-se que alguns operadores possuem dificuldades nas tarefas de afinação, não propriamente na execução prática, mas sim no conhecimento sobre o impacto da afinação em toda a LM.

A falha de inserção do tubo revestimento do gancho é um problema relacionado com a sujidade nos *kits* de alimentação e corte de tubo. A sujidade não é provocada pelo pó do arame, mas sim pelo algodão que se acumula num dos componentes do *kit*. Na Figura 43 é notória a sujidade aglomerada nestes componentes, cuja função é guiar o tubo de revestimento do gancho, o que leva à sua imobilização. No registo de avarias, este problema tem uma periodicidade de duas semanas, com uma duração de vinte minutos.



Figura 43 - Sujidade nas guias do tubo de revestimento de gancho

As LM são capazes de produzir mais de seis mil *suspension-mats* por dia, o que provoca um desgaste acelerado dos seus componentes. Os agrafadores são os mais afetados pelo desgaste, porque são projetados para uso manual pela empresa Vortez Fasteneres. No registo de avarias, encontram-se diversas paragens devido à rotura de algum dos seus constituintes, por falta de robustez. Na Figura 44 está presente a rotura de um dos constituintes do agrafador.

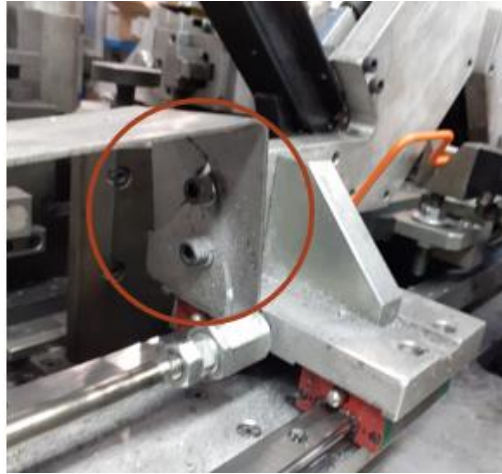


Figura 44 - Rotura de uns dos constituintes do agrafador

O componente que posiciona os arames centrais e de fixação relativamente ao tubo central, através de uma operação de puncionamento, é designado por agulha. Neste processo de inserção, ocorre a separação do material puncionado, com um diâmetro semelhante ao dos arames centrais de fixação. Através da Figura 45, é possível perceber a quantidade de material puncionado gerado neste processo.



Figura 45 - Quantidade de material puncionado no posto 100

O material puncionado propaga-se por todos os postos da LM, mas sempre em menor quantidade à medida que aumenta a distância ao posto 100. As agulhas partidas na Figura 46 são a consequência da deposição destas nas gavetas do posto 100. Esta obstrução faz com que os arames centrais e de fixação fiquem desalinhados com o furo de saída. Deste modo, o arame não tem por onde sair quando empurrado pelas agulhas, o que leva à rotura das mesmas.

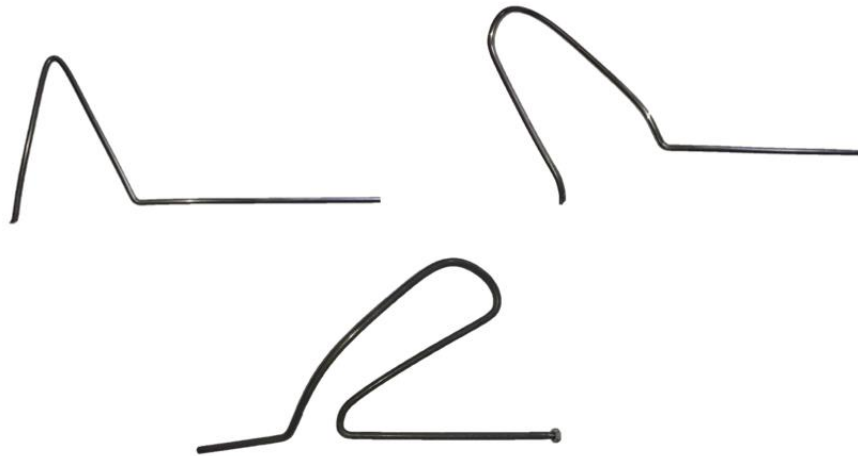


Figura 46 - Agulhas após sofrerem rotura devido ao desalinhamento provocado pelo material puncionado no posto 100

3.4.4 Indicadores de manutenção

Na Figura 47 é possível observar o número médio de OT de cada linha, num período de sete meses. A IBK2 L2 apresenta um número médio de OT muito inferior às restantes, com menos oito por mês OT do que a IBK2 L3, e menos cerca de dezassete OT do que a IBK2 L1. Esta diferença de OT já era esperada, visto que a IBK2 L2 apenas produz uma referência e possui menos dois postos relativamente às outras linhas. A IBK2 L1 possui o maior número de OT, mas também é a linha mais antiga.

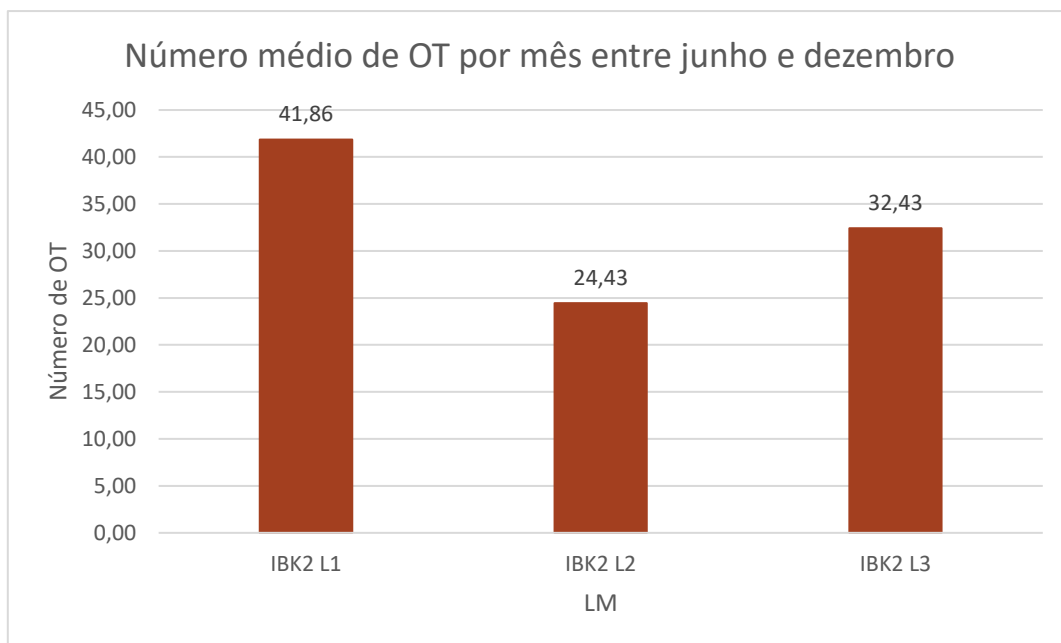


Figura 47 - Número médio de OT entre junho e dezembro de 2020, de cada linha

O MTTR é muito semelhante entre as três linhas, como se pode observar na Figura 48. Uma vez que as LM e respetivas avarias são semelhantes, e os técnicos de manutenção, que efetuam as reparações são normalmente os mesmos, não existe razão para o MTTR ser muito diferente entre as LM. Para efeitos de visualização, e uma vez

que os desvios-padrão atingem valores negativos nas respectivas colunas, devido à grande dispersão de valores relativamente à média, optou-se por dividir os desvios-padrão por dois. Com este procedimento pretende-se evitar valores negativos no eixo do y e assim permitir uma mais fácil avaliação qualitativa entre as LM.

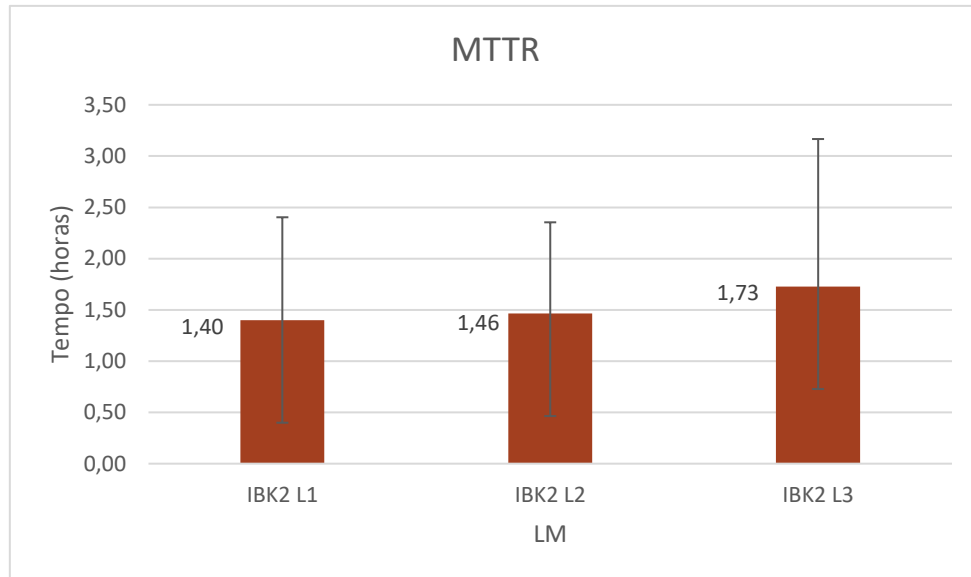


Figura 48 - Tempo médio de reparação entre junho e dezembro de 2020, de cada linha

Na Figura 49 está presente a dispersão dos valores de MTTR, onde é possível observar que maioria das intervenções tem tempos de intervenção inferior a cinco horas, e que estes raramente ultrapassam este valor.

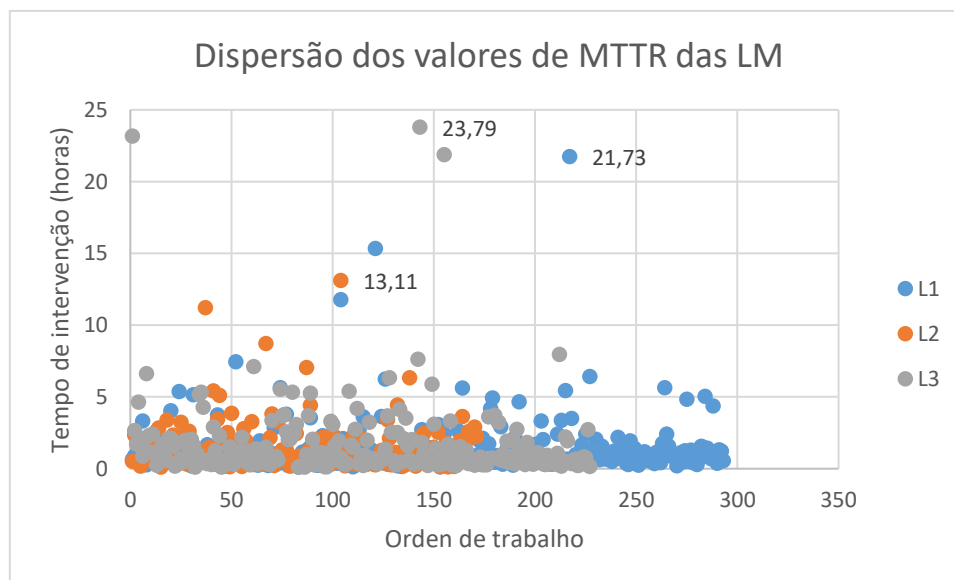


Figura 49 - Dispersão dos valores de MTTR das LM entre junho e dezembro de 2020

A Figura 50 demonstra que a LM com menor número médio de OT por mês tem, ao mesmo tempo, o maior MTBF. Ao comparar a Figura 47 e com a Figura 50, conclui-se que os valores de MTBF estão em concordância com o número de OT.

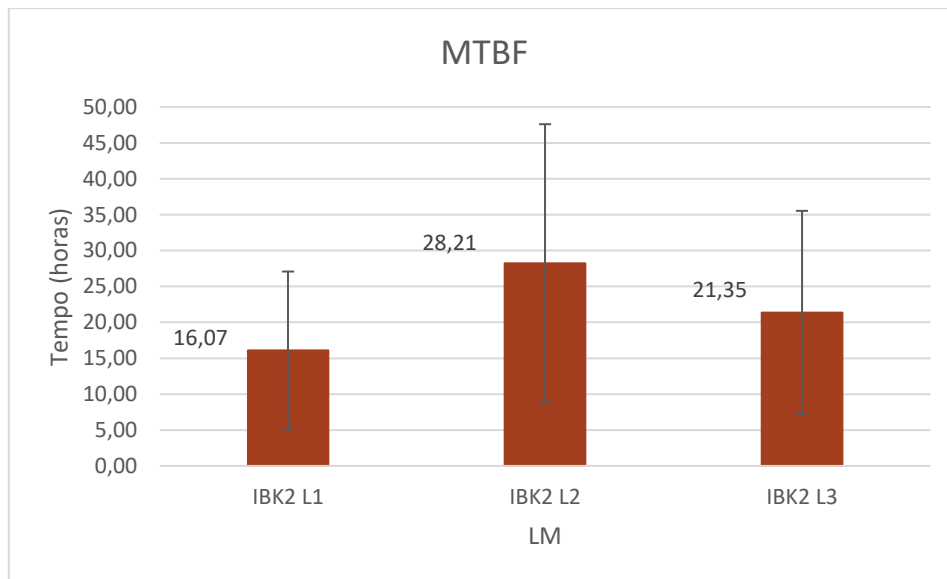


Figura 50 - Tempo médio entre falhas entre junho e dezembro de 2020, de cada linha

Na Figura 51 está presente a dispersão dos valores de MTBF. Observa-se que a maioria dos valores MTBF são inferiores a cinquenta horas e que a L2 e L3, em comparação a L1, possuem claramente mais valores de MTBF superiores a cinquenta horas.

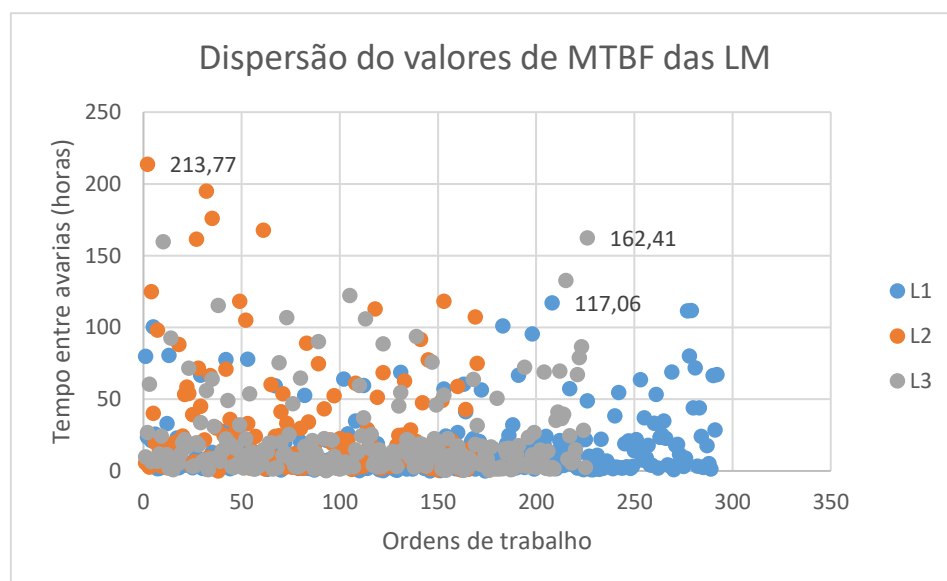


Figura 51 - Dispersão dos valores de MTBF das LM entre junho e dezembro de 2020

Os valores de OEE das LM (Figura 52) refletem os valores dos indicadores de manutenção descritos anteriormente, isto é, a LM com menor OT e maior MTBF é a LM que possui o maior valor de OEE. A eficiência das LM está muito longe do mínimo de referência mundial, principalmente a IBK2 L1 cuja diferença para o valor de OEE de 85% é de aproximadamente 22%.

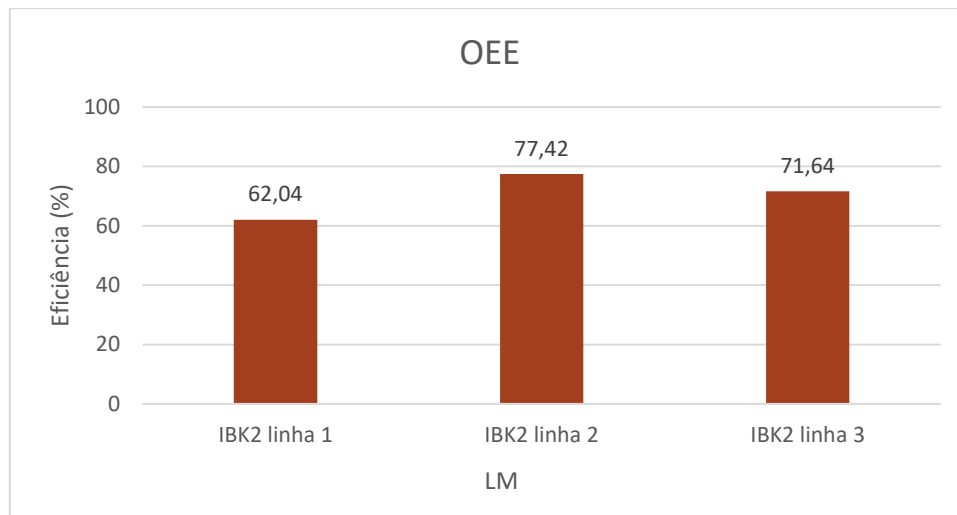


Figura 52 - Eficiência das LM entre junho e dezembro de 2020

Por fim, realizou-se um diagrama de causa-efeito, que está presente na Figura 53. Este diagrama aborda todos os aspetos que podem levar à ocorrência de um problema, de maneira que se consiga chegar às causas da ineficiência da LM. Os diferentes ramos da Figura 53 são descritos de forma independente.

- Método

A Fico Cables tem o objetivo de alcançar altos níveis de produção, no menor tempo possível, enquanto mantém a qualidade dos produtos. As validações, feitas no início de cada turno, são o método usado para garantir a qualidade. Durante o acompanhamento da produção de *suspension-mat*, os operadores nunca tiveram problemas com o processo de validação da LM, ou seja, é necessário averiguar se são necessárias três validações por dia. Aliás, em interações com os operadores, foi mencionado que já se fez apenas uma validação por dia, o que implica um tempo de paragem de apenas 45 minutos (tempo médio para efetuar a validação). O ciclo de produção é o tempo que um *suspension-mat* leva a ser produzido, que é cerca de onze segundos nas três LM, o que resulta numa cadência de produção de 300 *suspension-mat* por hora. Com tempos de ciclos curtos, as LM são sujeitas a um desgaste maior dos componentes. O método de distribuição da carga de trabalho faz, por vezes, com que os operadores estejam encarregues de duas LM, o que é prejudicial para a produtividade. No caso de duas LM avariarem ao mesmo tempo, o operador é forçado a intervir numa e a deixar a outra em espera, o que já se constatou durante o acompanhamento presencial das mesmas.

- Máquina

Como já foi possível de entender no capítulo 3.2, as LM são bastante complexas e automatizadas e, por conseguinte, as correções de avarias são, por vezes, difíceis e demoradas, o que torna necessário que os operadores tenham um bom conhecimento das LM. Aos problemas mecânicos detetados, junta-se a perda de aptidão dos componentes ligados à automatização, que se comprova pelo elevado número de pedidos ao armazém de sensores, cilindros e acessórios ligados à automatização.

- Meio ambiente

As LM e os seu operadores são sujeitos a uma grande pressão para produzirem a quantidade de *suspension-mat* pretendida. O quadro de avarias, para além de ser o método utilizado para detetar as principais avarias, é também uma forma de o departamento de produção saber as razões pelas quais as LM estiveram paradas, controlando e pressionando os operadores para que os níveis de produção estejam conforme o estipulado. Além disto, as LM não obtêm a eficiência pretendida todos os dias, o que eleva a pressão para produzir uma quantidade superior de *suspension-mat* nos próximos dias. A limpeza 5S não acompanha as necessidades da produção uma vez que a sua periodicidade é excessiva (uma semana), tendo em conta que as LM trabalham vinte e quatro horas por dia, cinco dias por semana.

- Mão de obra

É importante que os operadores tenham uma formação apropriada e que se mantenham motivados, durante as horas de trabalho, porque eles são os primeiros a intervir em caso de avaria. A falta de motivação, por motivos alheios, e de formação mínima dada aos operadores, resulta numa maior discrepância de eficiência entre eles.

- Medida

Por vezes, são introduzidos *inputs* fora de medida, o que prejudica o bom funcionamento da LM. Existem instrumentos para verificar a dimensão dos *inputs*, mas não é possível verificar todos. Por exemplo, podem-se verificar as dimensões de uma amostra de tubo de revestimento do gancho, mas nada garante que toda a bobine esteja dentro dos parâmetros.

- Material

Por outro lado, os *inputs* podem até estar dentro das dimensões desejadas, mas podem não possuir as propriedades mecânicas e/ou o acabamento pretendido.

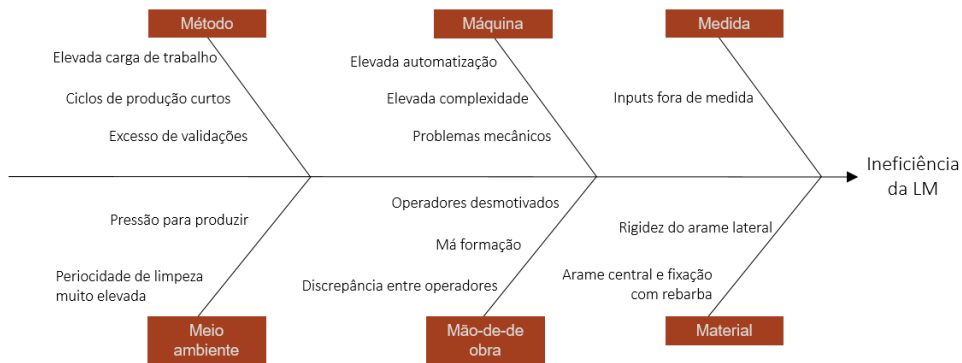


Figura 53 - Diagrama de causa efeito para a ineficiência da LM

3.5 Análise de melhorias

Neste capítulo da dissertação, são descritas as várias ideias que surgiram ao longo do decorrer do estágio. A cultura de melhoria contínua, enraizada na Fico Cables, faz com que novas ideias surjam constantemente, em busca do aumento de produtividade. As ideias que se seguem são fruto dessa mesma cultura e provêm do trabalho de equipa entre o autor e os departamentos de manutenção e produção.

3.5.1 Tempestade de ideias

O mapa mental da Figura 54 é um esquema representativo que permite, de forma visual, entender todos os motivos para a criação de cada ideia, assim como as características que a mesma deve possuir. Existem alguns problemas que podem ser reduzidos/eliminados por uma ou mais ideias, como é o caso da sujidade, paragens constantes, fugas/desapertos e estado dos componentes.

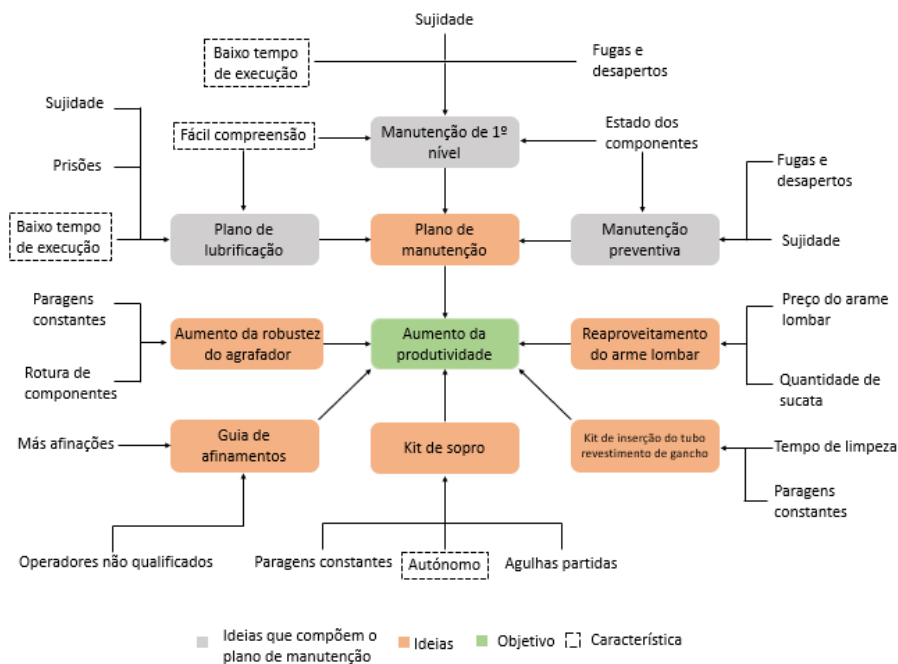


Figura 54 - Mapa mental da tempestade de ideias

Uma das ideias sugeridas, para combater a falta de robustez no agrafador, consiste no projeto de um agrafador para grandes séries, mas seria preciso reestruturar alguns postos das LM, o que levaria a grandes tempos de paragem e a um investimento considerável. O aumento da robustez do agrafador foi a melhor ideia encontrada para reduzir/eliminar os problemas no mesmo.

O *kit* de sopro consiste em acrescentar um conjunto de componentes às LM, que consigam limpar as gavetas sem que seja necessária a assistência do operador. Uma característica importante do *kit* de sopro, incorporado na LM, é que este não deve interferir com o funcionamento da máquina ou com alguma intervenção corretiva que o operador necessite de executar. Assim, mantendo a gaveta limpa, eliminam-se as constantes paragens e a rotura das agulhas. Na Figura 55 está presente um esboço do *kit* de sopro colocado no posto 100.

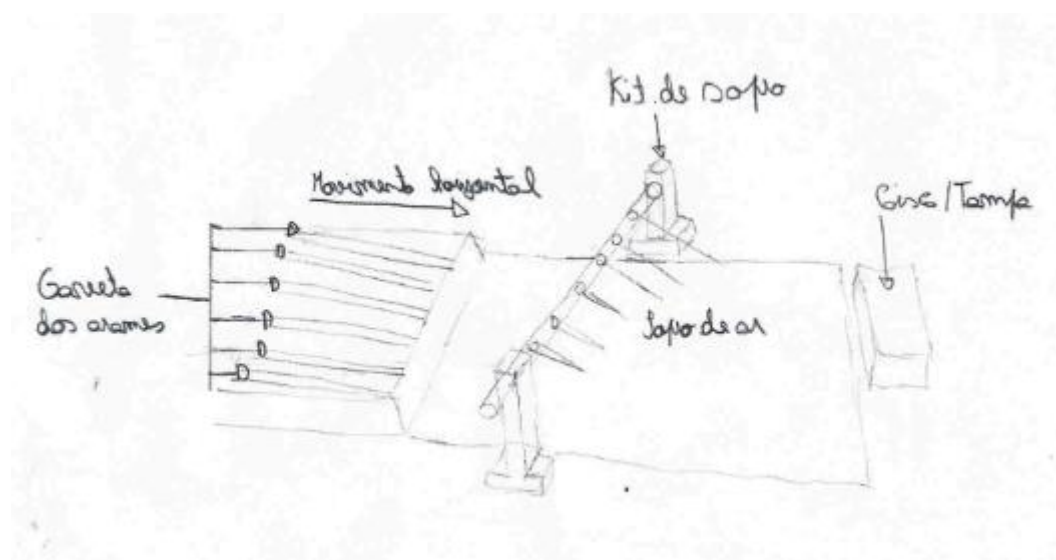


Figura 55 - Esboço do *kit* de sopro

A instrução dos operadores é essencial para aumentar a produtividade, pois são eles os primeiros a atuar sobre a avaria. Posto isto, a finalidade do guia de afinamentos consiste na uniformização e melhoria do conhecimento dos operadores, a fim de evitar as más afinações, que levam a longos tempos de intervenção. O guia de afinamento deve conter o impacto que cada ajustamento provoca na dimensão e na geometria do *suspension-mat* e, também, os problemas que este pode provocar/resolver nos postos a jusante.

A ferramenta de limpeza, que consistia na criação de um escovilhão, foi a ideia inicial para combater os elevados tempos de limpeza. No entanto, ao longo do acompanhamento de intervenções, percebeu-se que era possível eliminar, por completo, este problema, através da remoção de um constituinte do *kit* de inserção de tubo de revestimento do gancho.

O preço do arame lombar é responsável por aproximadamente 27% do custo de matéria-prima para o fabrico dos *suspension-mat* em questão nesta dissertação. Torna-

se, desta forma relevante a criação de um sistema que retire os agrafos responsáveis pela união do arame lombar aos arames laterais, de forma a reaproveitar o arame lombar identificado como sucata. Na Figura 56 está presente o esboço do equipamento para reaproveitar o arame lombar identificado como sucata.

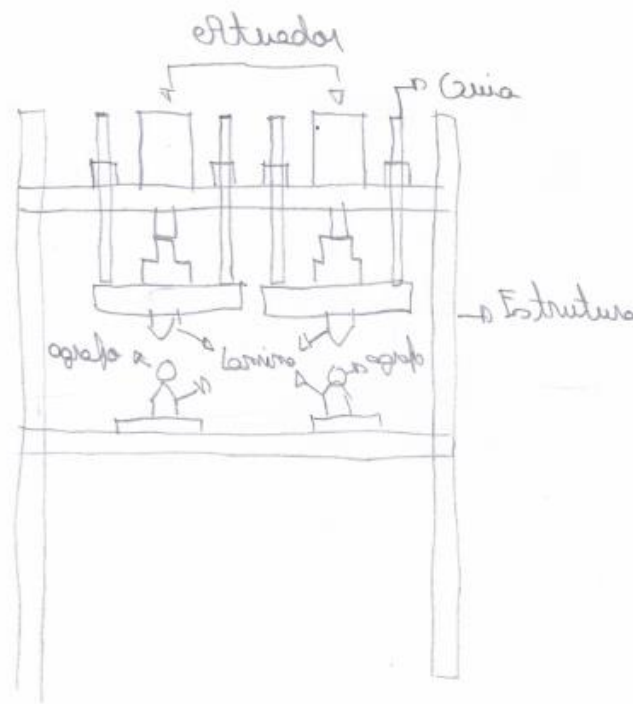


Figura 56 - Esboço do equipamento para reaproveitar o arame lombar identificado como sucata

O plano de manutenção da Fico Cables abrange a manutenção preventiva, de 1º nível e o plano de manutenção. Como já foi referido em outros trabalhos na revisão bibliográfica, um plano de manutenção bem estruturado é essencial para aumentar a disponibilidade de uma máquina. Partindo deste princípio, decidiu-se acrescentar valor ao plano de manutenção já existente, através da melhoria da manutenção preventiva e de 1º nível, e da incorporação de um plano de lubrificação como forma de complemento da manutenção de 1º nível. Existem duas características que devem fazer parte do plano de lubrificação e da manutenção de 1º nível, nomeadamente a fácil compreensão e o baixo tempo de execução. Com o plano de manutenção, pretende-se reduzir/eliminar problemas como a sujidade, as fugas de óleo ou de ar, os desapertos das ligações, as prisões por falta de lubrificação e, por fim, acompanhar os estados de deterioração dos componentes.

3.5.2 Análise SWOT

Após a tempestade de ideias, realizou-se uma análise SWOT de todas (Figura 57), a fim de entender o potencial das mesmas, assim como os cuidados a ter na construção de cada uma.

SWOT Analysis	
Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil execução • Custo geral baixo • Operadores mais qualificados • Eliminação de algumas avarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Sujeito ao erro humano • Não elimina por completo algumas avarias • Aumento das tarefas a realizar antes da linhas entrar em funcionamento
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> • Operadores jovens • Capital para investimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Ineficiência das manutenções preventivas • Ineficiência nas instalações de novos componentes • Não cumprimento das tarefas • Trocas de operadores

Figura 57 - Análise SWOT das ideias

- Forças

Em suma, a execução das ideias não implica tarefas de grande complexidade aos operadores, o que aumenta a probabilidade de sucesso. O equipamento a projetar, para reaproveitar o arame lombar, pode possuir um custo considerável, o que resulta na necessidade de elaborar uma análise financeira, mas, no geral, as ideias apresentadas não envolvem um grande investimento.

- Fraquezas

O erro humano vai sempre existir e pode influenciar a disponibilidade do equipamento, mas, como já foi referido, as tarefas são de fácil execução, o que reduz a probabilidade de este ocorrer.

- Ameaças

As ineficiências, no campo das ameaças, estão associadas a erros humanos e podem influenciar negativamente o plano de manutenção. Durante o acompanhamento de intervenções corretivas, constatou-se que, por vezes, os operadores ou os técnicos de manutenção cometiam falhas. Consequentemente, o colaborador em questão tem de refazer todo o trabalho feito anteriormente. Por exemplo, na troca de um sensor, caso o colaborador se esqueça de posicionar corretamente o cabo do mesmo, este pode romper, se estiver no campo de movimento de algum componente.

- Oportunidades

A Fico Cables procura sempre melhorar e, para isso, disponibiliza capital aos departamentos para ser investido nas ideias, como as descritas anteriormente. Os operadores das LM são jovens, o que facilita a aquisição de conhecimento e a introdução de novos processos, sendo uma mais-valia relativamente às formações necessárias para o plano de lubrificação e para o guia de afinamentos.

Parte-se agora para uma análise individual às ideias expostas no capítulo anterior:

- Aumento da robustez do agrafador

O aumento da robustez do agrafador é uma ideia simples que no mínimo, aumenta o MTBF dos componentes do agrafador, e tem o potencial de eliminar completamente a rotura de componentes do agrafador.

- *Kit* de sopro

A instalação de *kits* de sopro nas três LM é um conceito que pode reduzir consideravelmente as constantes paragens e, até mesmo, eliminar por completo o problema da rotura de agulhas. Prevê-se um investimento muito inferior, quando comparado aos benefícios que os *kits* podem trazer às LM.

- Guia de afinamentos

O guia de afinamentos aumenta o conhecimento dos operadores, com um investimento quase nulo. Com a formação dos operadores, os tempos de imobilização devem diminuir e o trabalho quotidiano dos mesmos deve melhorar.

- Kit de inserção do tubo de revestimento do gancho

A análise ao *kit* de inserção do tubo de revestimento do gancho pode permitir eliminar a necessidade de limpeza de um dos componentes do *kit*, sem qualquer necessidade de investimento.

- Sistema de reaproveitamento de arame lombar

A empresa está a reduzir o seu impacto ambiental e, ao mesmo tempo, a diminuir os custos de produção do *suspension-mat*, reaproveitando o arame lombar. Contudo, é necessário analisar o retorno de investimento, para assegurar os interesses da empresa, dado o custo associado à construção do equipamento de reaproveitamento.

- Plano de manutenção

O plano de manutenção é um conceito familiar a todos os elementos de manutenção, o que facilita a implementação de melhorias no plano de manutenção já existente das LM. O ponto forte do plano de manutenção é a relação custo-benefício. No entanto, o surgimento de ações de emergência, no departamento de manutenção, pode fazer com que o plano não seja totalmente cumprido.

3.5.3 Definição das ideias a implementar

Neste capítulo clarificam-se as metas definidas para os conceitos gerados na tempestade de ideias. Deste modo, torna-se possível fazer posteriormente, nas conclusões do trabalho, uma avaliação final a cada melhoria consoante o impacto da mesma na LM.

Tabela 12 - Definição das ideias a implementar

Sub-objetivo	Descrição
Identificação das principais avarias	Identificar os principais problemas das LM através da análise do registo de avarias e também através do conhecimento dos operadores.
Tempestade de ideias	Gerar diversos conceitos que permitam reduzir e ou eliminar os problemas detetados.
Aumento da robustez do agrafador	Evitar a rotura dos componentes do agrafador ou aumentar o MTBF dos mesmos.
Guia de afinamentos	Nivelar e aumentar o conhecimento dos operadores.
<i>Kit</i> de sopro	Eliminar as constantes paragens e a rotura das agulhas. Para tal, o <i>kit</i> de sopro deve ser capaz de manter as gavetas dos arames centrais e de fixação limpas durante todo o processo de produção.
<i>Kit</i> de inserção do tubo de revestimentos do gancho	Eliminar as obstruções criadas pelo acumular de algodão nas guias do tubo de revestimento do gancho.
Projeto do sistema de reaproveitamento de arame lombar	Projetar um equipamento que seja capaz de reaproveitar o arame lombar identificado como sucata e analisar a rentabilidade financeira deste equipamento.
Plano de manutenção	Acrescentar valor ao plano de manutenção já existente, ou seja, realizar ações de melhoria ao plano de manutenção preventiva e de 1º nível.

3.6 Descrição das melhorias implementadas

Com as ideias já definidas, a seguinte fase consiste em pôr as mesmas em prática. Neste capítulo, é descrito o processo de implementação e apresentado o resultado final das ideias expostas no 3.5.1.

3.6.1 Aumento da robustez do agrafador

A maneira mais simples de aumentar a resistência de um componente é aumentar as dimensões dos componentes mais solicitados, quando em serviço. Com este princípio em mente, analisou-se o agrafador, com o intuito de identificar os componentes que pudessem sofrer alterações nas suas dimensões, sem interferirem com o conceito do agrafador. Na Figura 58 estão presentes os componentes que incorporam o agrafador.

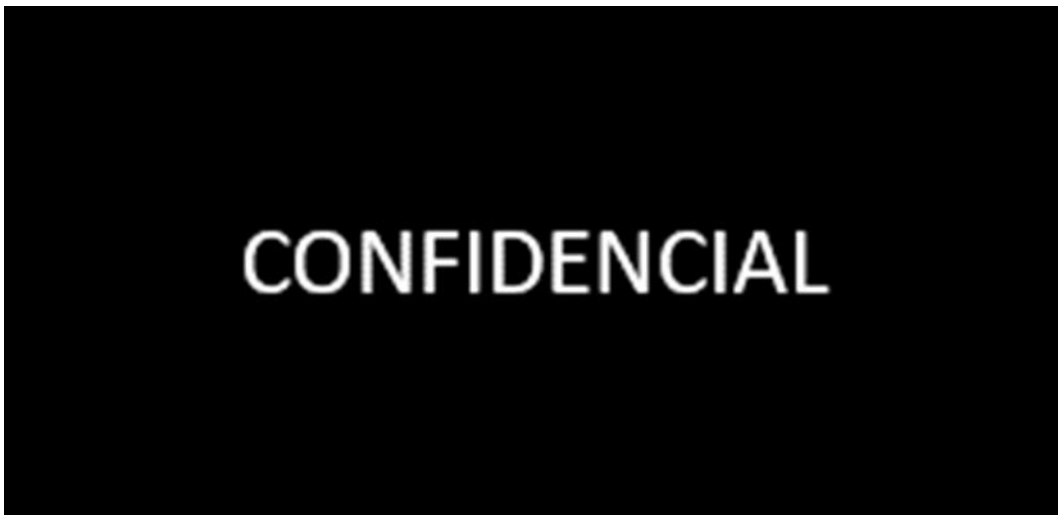


Figura 58 - Localização dos componentes críticos no agrafador

Os agrafos da bobine são guiados por uma chapa até ao agrafador, por cima desta chapa existe um sensor cuja função é detetar os agrafos. Quando este sensor não deteta agrafos, a LM dá um sinal que permite ao operador preparar a introdução de uma nova bobine. Na zona do gatilho encontra-se um cilindro pneumático que no curso de avanço pressiona o gatilho, o que resulta no fenómeno de agrafagem.

Na Figura 59 estão presentes os três componentes, em estado de rotura, seleccionados para sofrerem um aumento de robustez.

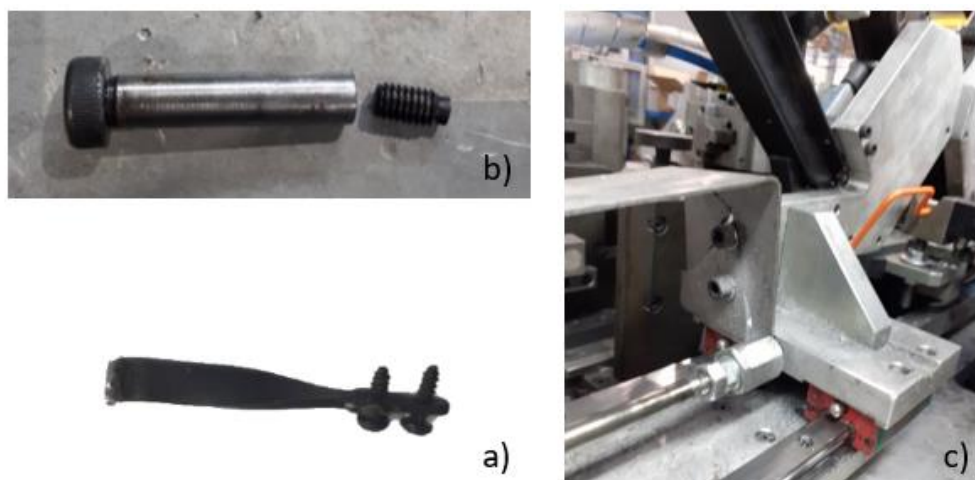


Figura 59 - Componentes selecionados: a) suporte da guia dos agrafos; b) parafusos; c) chapa guia dos agrafos

Na Tabela 13 encontram-se as alterações feitas aos componentes do agrafador anteriormente descritos. Espera-se aumentar o MTBF do agrafador ou, até mesmo, eliminar o problema, com o aumento da espessura dos componentes.

Tabela 13 - Alterações dos componentes do agrafador

Componente	Dimensão original	Dimensão alterada
Espessura do suporte da guia dos agrafos	3 mm	5 mm
Parafusos	M6	M8
Espessura da chapa guia dos agrafos	1,5 mm	2 mm

A colocação dos componentes mais robustos foi feita à medida que os componentes originais entrassem em rotura. Desta maneira, maximizou-se a utilização dos componentes originais.

Criou-se um stock em armazém dos restantes componentes e do agrafador em si, com a intenção de reduzir o tempo de intervenção. Paral tal, elaboraram-se os desenhos 2D, presentes no Anexo 6.4, efetuaram-se as encomendas e introduziram-se os componentes no Mapex.

3.6.2 Kit de sopro

Após a elaboração do esboço do *kit* de sopro (Figura 55), estudaram-se os possíveis locais para o colocar, no posto 100 na LM IBK2 L1. Posteriormente, procedeu-se ao desenvolvimento do *kit* de sopro, presente na Figura 60, no *software* Solidworks. Na vista a) da Figura 60 observa-se um tubo, apoiado por duas bases nas suas extremidades, que possui ao longo do seu comprimento seis furos de 3 mm de diâmetro. Na vista em corte do *kit* b), pode-se observar a ligação entre os dois componentes que exercem a função de suporte.

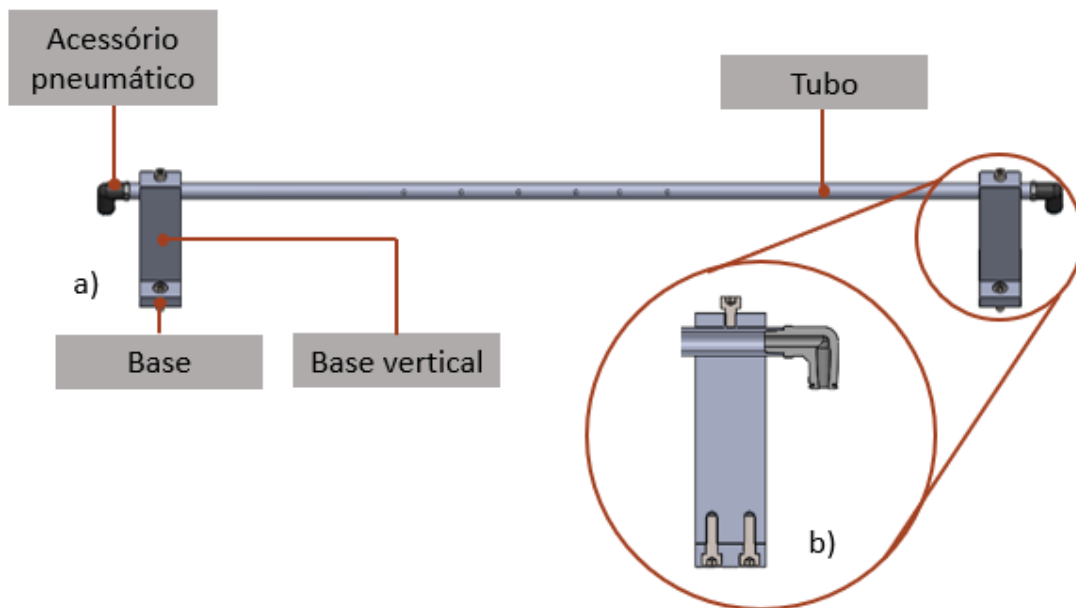


Figura 60 - Kit de sopro IBK2 L1: a) vista geral; b) vista em corte

Com o *kit* de sopro projetado, é necessário averiguar se este não interfere com o funcionamento da LM. Para tal, usaram-se os desenhos 3D da LM e colocou-se o *kit* de sopro no local pré-definido, como é visível na Figura 61. Através da vista de topo, constatou-se que os arames centrais e de fixação não embatem no *kit* de sopro quando extraídos pelo *transfer* e que os operadores teriam espaço para resolver as avarias.

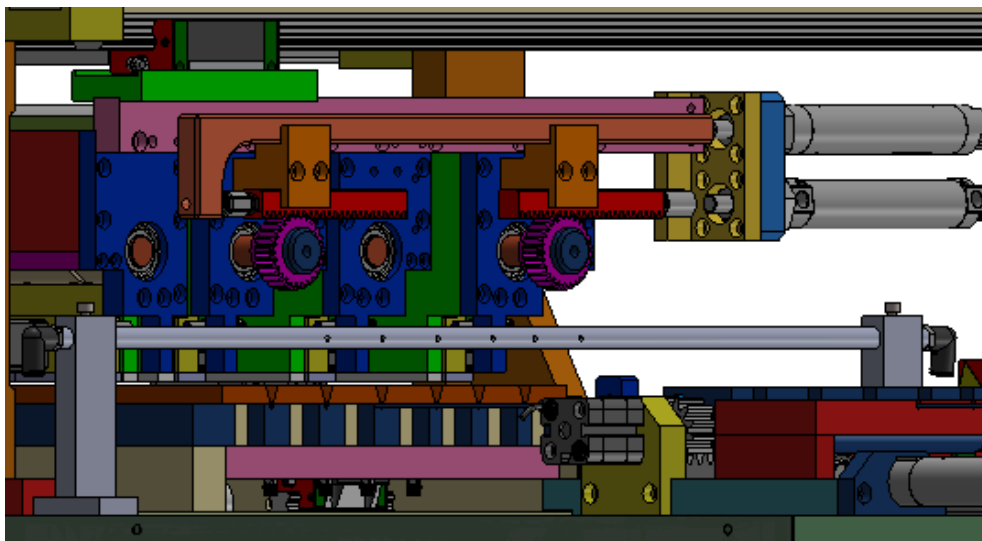


Figura 61 - Kit de sopro colocado no desenho 3D da LM IBK2 L1

O próximo passo consistiu em realizar os desenhos 2D do *kit* de sopro da LM IBK2 L1 (Anexo 6.5.1) e efetuar a encomenda dos componentes. O *kit* de sopro instalado na LM (Figura 62) possui um acessório pneumático em cada extremidade, onde se ligaram os tubos de poliuretano que guiam o ar do compressor até ao *kit*. O ar sai pelos seis furos do *kit*, que estão alinhados com a gaveta dos arames centrais e de fixação, o que acaba por limpar o material puncionado na inserção dos arames centrais e de fixação no tubo central. Para o tubo não sair da posição, devido à força do ar, colocou-se um parafuso a

pressionar o tubo, em cada apoio. Por fim, escolheu-se um sinal da LM que fizesse com que o ar apenas entrasse no *kit* quando a gaveta recuasse e as cavidades dos arames centrais e de fixação estivessem aberta, o que acontece depois dos arames centrais e de fixação serem inseridos no tubo central.



Figura 62 - *Kit* de sopro instalado na LM IBK2 L1

Realizou-se o mesmo processo para LM IBK2 L2 e IBK2 L3, mas, na colocação do *kit* de sopro nos desenhos 3D, detetou-se que os arames de fixação iriam embater no *kit* de sopro quando fossem extraídos pelo *transfer*, o que iria interferir com o normal funcionamento da LM. Isto acontece, porque o posto 100 da LM IBK2 L1 possui maiores dimensões do que o posto 100 das restantes linhas. Perante este obstáculo, foi necessário definir outro local para colocar o *kit* de sopro nas LM IBK2 L2 e L3. Selecionou-se assim a zona do carregador para colocar o *kit* de sopro nas LM IBK2 L2 e L3, o que tornou necessário projetar um *kit* de sopro com geometrias e dimensões diferentes do *kit* de sopro da LM IBK2 L1. O *kit* de sopro da LM IBK2 L2 e L3 (Figura 63) tem um comprimento de tubo superior, um suporte horizontal com uma geometria diferente e um suporte vertical com dimensões inferiores em comparação ao *kit* da IBK2 L1.

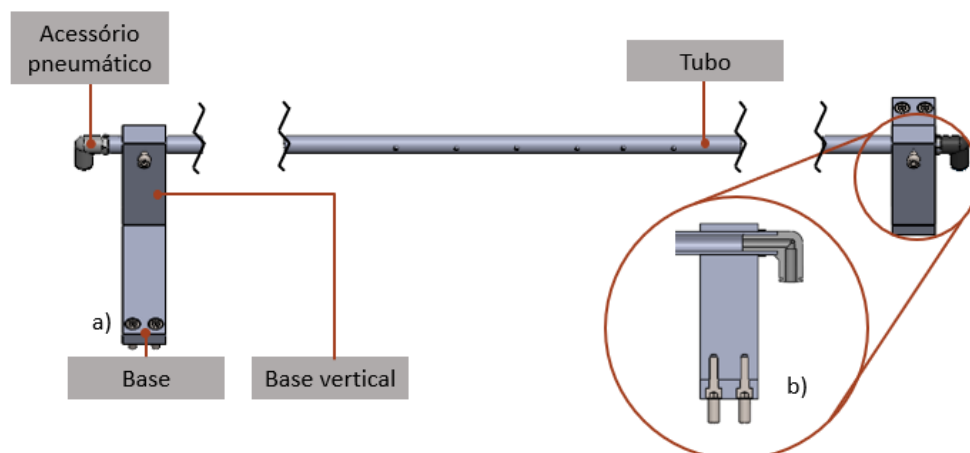


Figura 63 - *Kit* de sopro IBK2 L1: a) vista geral; b) vista em corte

Mais uma vez, colocou-se o *kit* de sopro nos desenhos 3D das LM IBK2 L2 e L3, onde se verificou que não haveria qualquer interferência com o funcionamento da LM. Durante todo este processo, pensou-se nas tarefas que o técnico de manutenção teria de realizar para instalar o *kit*, pois este teve dificuldades em fazer a furação da base do posto 100 da LM IBK2 L1. A máquina de furar é a ferramenta usada para efetuar furos roscados de dimensões consideráveis, ou seja, é necessário englobar este conceito no projeto dos *kits* de sopro das LM IBK2 L2 e L3, para que o técnico consiga fazer as furações roscadas com mais facilidade. O elevado comprimento da base do *kit* permite que haja espaço para o operador usar a máquina de furar. Na Figura 64 é possível observar o local preciso onde foi instalado o *kit* de sopro nas LM IBK2 L2 e L3.

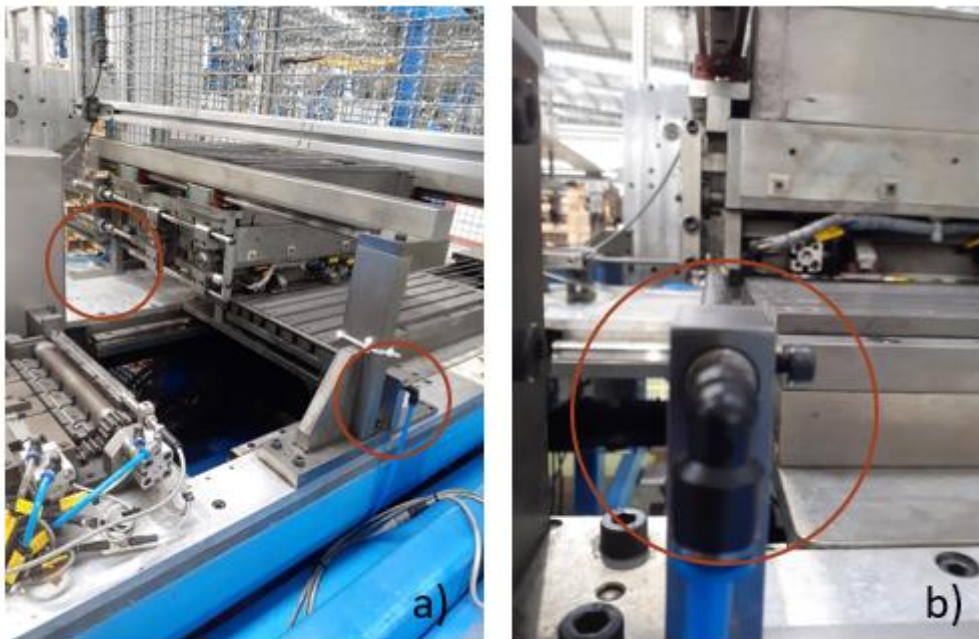


Figura 64 - *Kit* de sopro instalado na LM IBK2 L3: a) vista de frente; b) vista de lateral

3.6.3 Guia de afinamentos

A necessidade de afinar as LM surge principalmente devido à variação das propriedades mecânicas dos *inputs* introduzidos nas mesmas. Para auxiliar os operadores atuais e a formação de novos operadores, criou-se um guia de afinamentos (Tabela 14), que contém uma listagem dos principais afinamentos das LM e a respetiva descrição do impacto nas características do *suspension-mat* e no processo sequencial de produção das LM. Como forma de completar o guia de afinamentos, e de dar a conhecer o mesmo aos operadores recorreu-se a uma formação, onde os operadores foram levados aos locais de afinação e foi indicado o modo como este processo deve ser realizado.

Tabela 14 - Guia de afinamentos

Afinamento	Posto	Descrição
CONFIDENCIAL	101	Os pontos de afinamento do posto 101 encontram-se debaixo do mesmo, e têm como função ajustar as dimensões da conformação do arame lateral. Por este posto estar situado no início do processo sequencial de produção, todos os restantes postos, à exceção do 100, podem ser afetados por este afinamento.
CONFIDENCIAL	102	Ajuste da posição do arame lateral em relação aos arames centrais e de fixação. O processo de união dos arames laterais, através do agrafó central, e o processo de conformação da bengala, são afetados por este afinamento.
CONFIDENCIAL	102	Centralização dos arames centrais e de fixação em relação ao tubo central. Os sensores de deteção de arames centrais e de fixação devem estar o mais alinhados possível.
CONFIDENCIAL	102	Controlo do número de vezes que os arames centrais e de fixação enrolam nos arames laterais. No entanto, é possível afinar individualmente o enrolamento do arame de fixação no arame lateral, que tem impacto na inserção do tubo de revestimento do gancho.



CONFIDENCIAL

103

Controlo da abertura do *suspension-mat*, ou seja, da distância entre os arames laterais. Deve-se evitar ao máximo mexer neste afinamento, por influenciar os postos 104 e 105 e também por questões de qualidade do produto.



CONFIDENCIAL

103

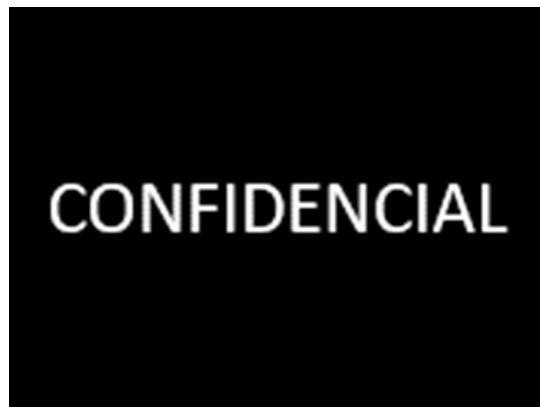
Conjunto responsável por dar a inclinação aos arames de fixação. O ângulo de inclinação é essencial para que, no posto 104, a inserção do tubo de revestimento do gancho seja bem sucedida.



CONFIDENCIAL

104

Conjunto que suporta os arames laterais, para estes serem agrafados um ao outro. Estes suportes podem ser afinados verticalmente ou horizontalmente, caso haja uma má colocação por parte do *transfer*.



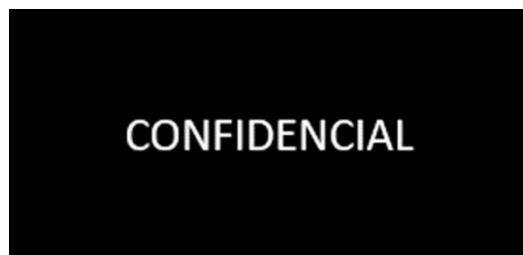
104

Debaixo desta proteção, encontram-se os sensores e batentes que controlam os parâmetros de inserção do tubo de revestimento do gancho no arame de fixação, como a profundidade do corte feita no tubo de revestimento do gancho e posicionamento do mesmo no arame de fixação. Deve-se então recorrer a este afinamento caso haja uma falha no corte do tubo de revestimento do gancho ou na falha da inserção do mesmo nos arames de fixação.




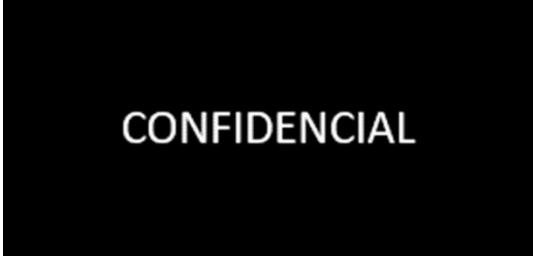
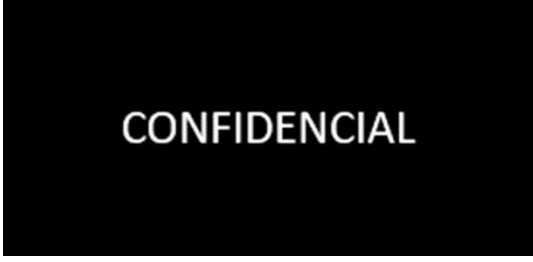

104

Controlo da dimensão do tubo de revestimento do gancho introduzido nos arames de fixação. Deve-se recorrer a este afinamento no caso do comprimento do tubo de revestimento do gancho se encontrar com um comprimento superior ou inferior ao pretendido.



104

Controlo do aumento ou diminuição da abertura do gancho. No caso de o gancho não passar no *gabarit*, deve-se recorrer a este afinamento para ajustar as dimensões do gancho.

	104	No <i>transfer</i> do posto 104 encontram-se os batentes responsáveis por garantir que o gancho seja completamente revestido pelo tubo de revestimento.
	105	Conjunto que suporta os arames laterais, já agrafados. Estes suportes podem ser afinados verticalmente ou horizontalmente, caso haja uma má colocação por parte do <i>transfer</i> .
	105	Conjunto responsável pelo segundo ângulo de inclinação do gancho. Recorre-se a este afinamento no caso do gancho não se encontrar dentro da inclinação necessária para passar no <i>gabarit</i> .
	105	Conjunto responsável pela conformação da bengala. Neste afinamento pode-se ajustar o ângulo de abertura da bengala e o tamanho da mesma. No caso da bengala não passar no <i>gabarit</i> , deve-se recorrer a este afinamento para ajustar as dimensões da mesma.

CONFIDENCIAL	106	Controlo do número de vezes que os ganchos soltos enrolam nos arames laterais.
CONFIDENCIAL	107	Sensores e batentes que controlam os parâmetros de inserção do tubo de revestimento do gancho no arame de fixação.
CONFIDENCIAL	107	Controlo do aumento ou diminuição da abertura do gancho solto. No caso do gancho solto não passar no <i>gabarit</i> , deve-se recorrer a este afinamento para ajustar as dimensões do mesmo.
CONFIDENCIAL	107	Batente responsável por garantir que o gancho seja completamente revestido pelo tubo de revestimento do gancho.
CONFIDENCIAL	107	Batentes responsáveis pela inclinação do gancho solto. Recorrer a este afinamento no caso de o gancho solto não se encontrar dentro da inclinação necessária para passar no <i>gabarit</i> .

3.6.4 *Kit de inserção do tubo de revestimento do gancho*

O *kit* de inserção do tubo de revestimento do gancho (Figura 65) possui um alimentador, que pressiona o tubo de revestimento do gancho, ligado a um atuador pneumático. Quando este atuador realiza o seu curso de avanço, faz com que o tubo de revestimento chegue até ao *kit* de corte, onde é cortado e inserido no arame de fixação.

No registo de avarias, detetou-se que num período médio de duas em duas semanas havia uma paragem provocada pela limpeza do *kit* de inserção do tubo de revestimento do gancho. Em interações com os operadores, verificou-se que o avanço do tubo de revestimento do gancho provocava a acumulação de algodão no componente sinalizado a vermelho na Figura 65 (guia do tubo de revestimento do gancho (Figura 43)).

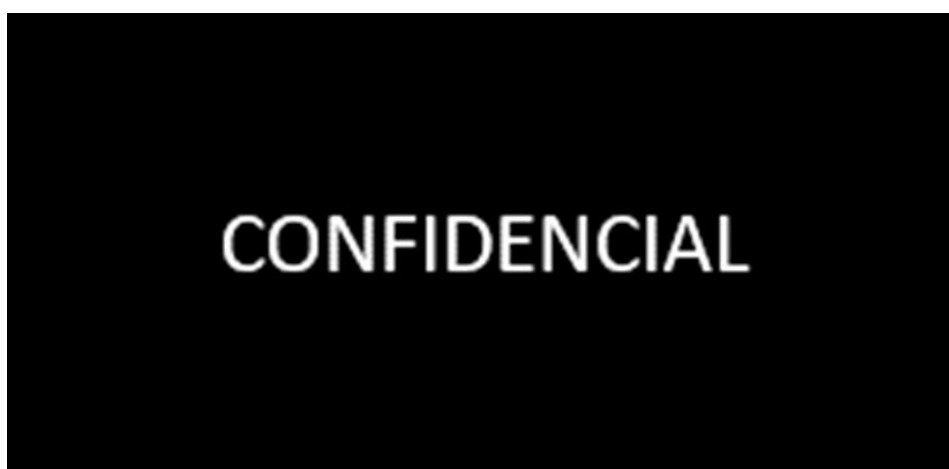


Figura 65 - *Kit* de inserção do tubo de revestimento do gancho

Inicialmente, pensou-se em criar uma ferramenta que ajudasse a reduzir o tempo de limpeza. No entanto, como o tubo de revestimento do gancho possui uma rigidez considerável, experimentou-se retirar a guia e verificar se a LM funcionava sem a mesma, o que se verificou. Na Figura 66 é visível o *kit* de inserção do tubo de revestimento do gancho, sem a guia.



Figura 66 - *Kit* de inserção do tubo de revestimento do gancho sem o componente de guiamento

3.6.5 Projeto do sistema de reaproveitamento de arame lombar

O sistema de reaproveitamento de arame lombar (Anexo 6.6) tem como única função provocar a rotura dos agrafos laterais que unem o arame lombar ao *suspension-mat* (Figura 21), o que possibilita a reutilização do arame lombar. O esboço da Figura 56 serviu de base para a construção do desenho 3D deste equipamento no *software* Solidworks, presente na Figura 67.

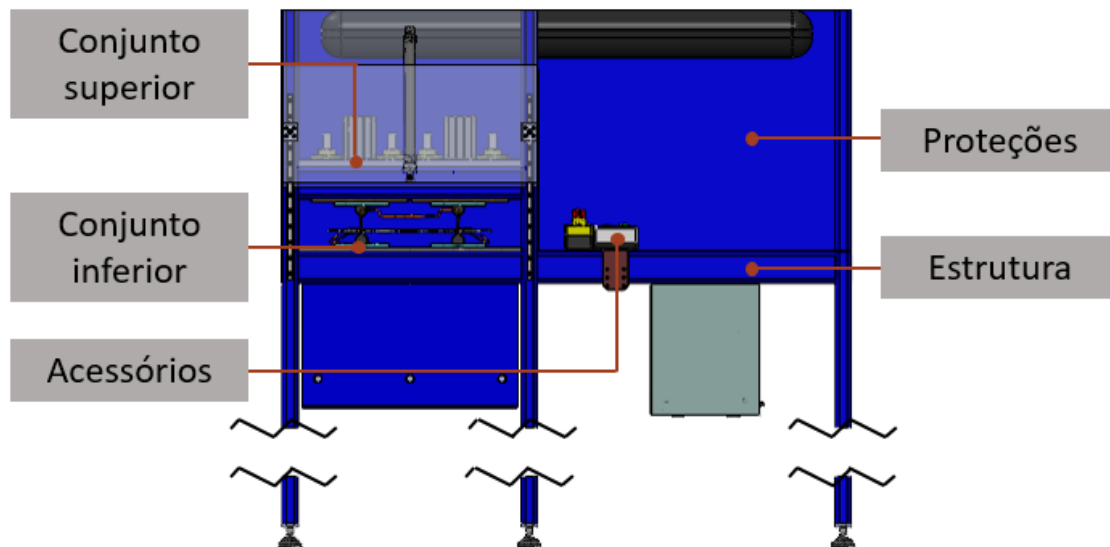
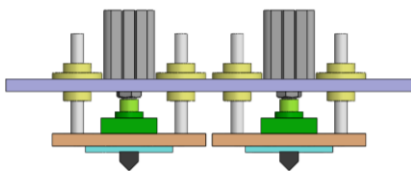
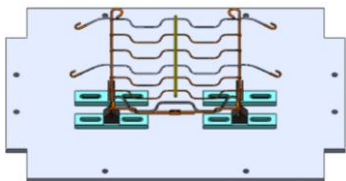


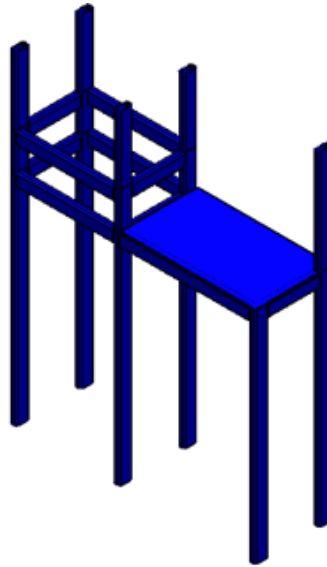
Figura 67 - Desenho 3D do sistema de reaproveitamento de arame lombar

Na Tabela 15 estão presentes os diversos conjuntos que constituem o sistema de reaproveitamento de arame lombar, assim como uma descrição da sua função.

Tabela 15 - Principais conjuntos do sistema de reaproveitamento de arame lombar

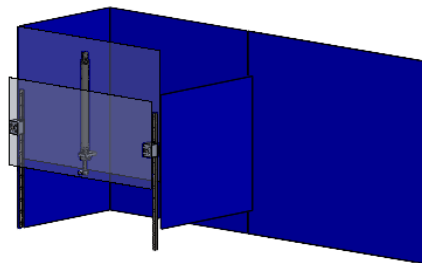
Conjunto	Imagem	Função
Conjunto superior		Separar o arame lombar do <i>suspension-mat</i> , através da rotura do agrafos.
Conjunto inferior		

Estrutura



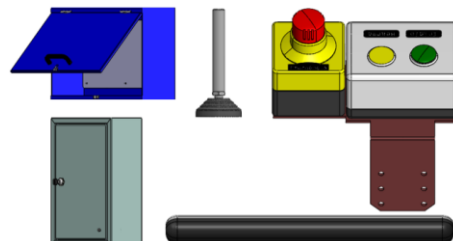
Suportar todos os constituintes do sistema de reaproveitamento de arame lombar.

Proteções



Garantir os requisitos definidos pelo departamento de higiene e segurança no trabalho.

Acessórios



Armazenamento de componentes ligados a automação, nivelamento da estrutura, iluminação e controlo do equipamento.

Recorreu-se a uma prensa hidropneumática para estimar a força mínima necessária para provocar a rotura do agrafó, com o intuito de selecionar os atuadores. Iniciaram-se os testes de rotura do agrafó, com a prensa hidropneumática a exercer o máximo de força (36 kN a 6 bar), e reduziu-se a pressão até a prensa hidropneumática não ser capaz de romper o agrafó. O valor mínimo de pressão registado foi de 1,5 bar que, proporcionalmente à condição inicial, equivale a 9 kN. A empresa possui, no seu armazém, diversos componentes em desuso e sugeriu que estes fossem tidos em conta no projeto do sistema de reaproveitamento de arame lombar. Assim, procurou-se reutilizar dois cilindros hidráulicos capazes de exercer a força necessária para quebrar o agrafó, nomeadamente dois cilindros CHDKGB50-40M. Com os atuadores definidos, iniciou-se a construção dos desenhos 3D do conjunto superior (Figura 68).

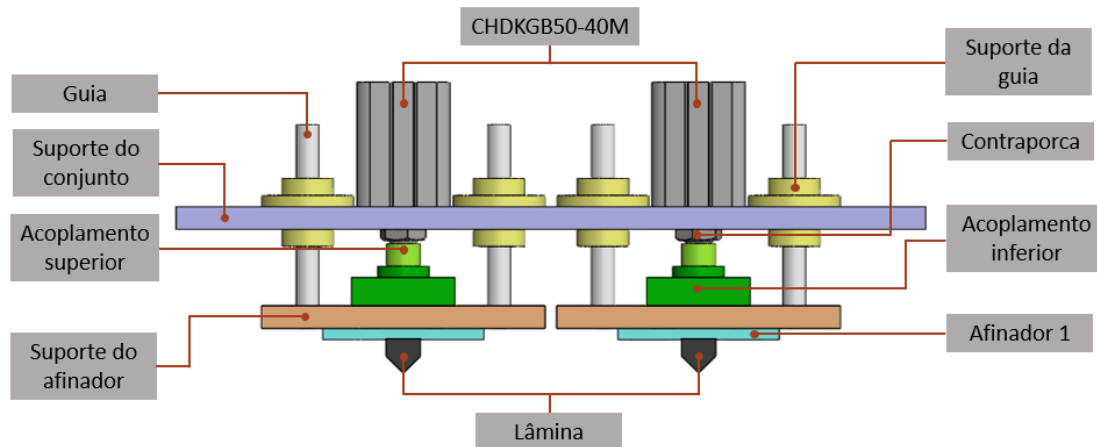


Figura 68 - Conjunto superior do sistema de reaproveitamento de arame lombar

O acoplamento inferior está apoiado no acoplamento superior que, por sua vez, está roscado na haste do cilindro. Este mecanismo de duas peças permite posicionar devidamente o acoplamento inferior e, ao mesmo tempo, ajudar a combater os possíveis desalinhamentos que possam existir. Entre a guia e o seu suporte encontram-se dois rolamentos lineares, o que equivale a oito rolamentos em todo o conjunto superior, que auxiliam o movimento linear vertical. As restantes ligações mecânicas entre os componentes são feitas por ligações aparafusadas. O sistema de reaproveitamento de arame lombar tem como componentes de afinação a contraporca, que permite ajustar a posição do acoplamento superior, e o afinador, para ajustar a posição entre as lâminas. A possibilidade de ajustar a distância entre lâminas torna possível reaproveitar o arame lombar não só dos *suspension-mats* produzidos pelas LM em questão nesta dissertação, mas também de *suspension-mats* de outras LM.

O conjunto inferior (Figura 69) possui quatro afinadores que garantem o alinhamento das lâminas inferiores com as lâminas superiores e com os apoios do *suspension-mat*. Em cada apoio existe um ímã para garantir a posição do *suspension-mat*, sem que seja necessário um recurso humano para o segurar.

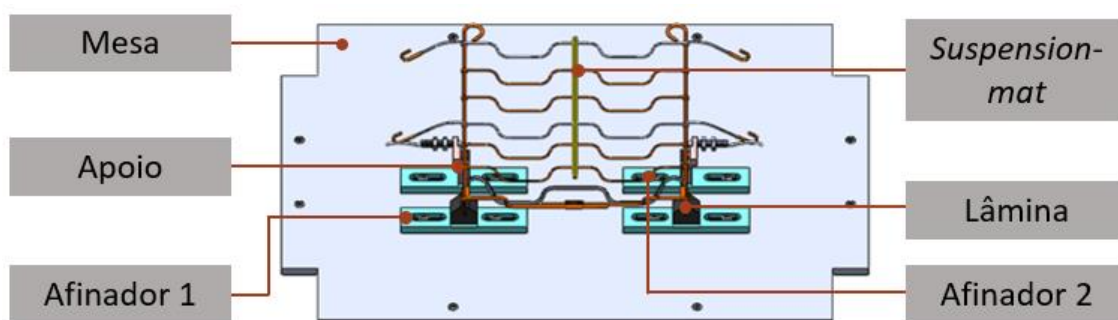


Figura 69 - Conjunto inferior do sistema de reaproveitamento de arame lombar

A estrutura da Figura 70 suporta todos os componentes do sistema de reaproveitamento de arame lombar, inclusivamente as proteções que tornam a utilização segura para os seus operadores. Este equipamento possui proteções fixas, que

apenas saem da sua posição com o desaperto de parafusos, e uma proteção móvel que impossibilita a invasão do espaço de ação da máquina, quando esta está em funcionamento. O movimento linear vertical da proteção móvel é provocado por um cilindro pneumático, ao qual esta se encontra mecanicamente ligada, e auxiliado por dois carrinhos e duas guias.

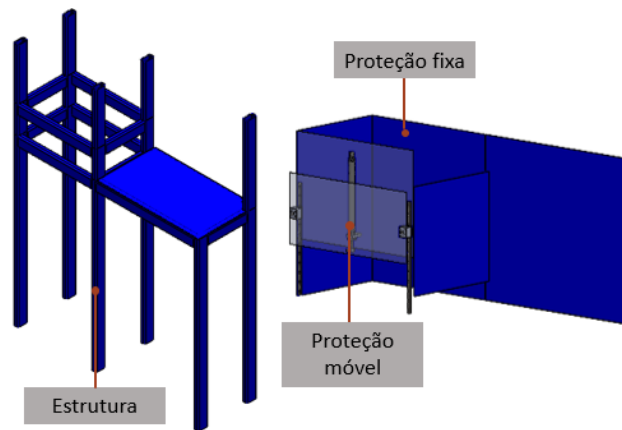
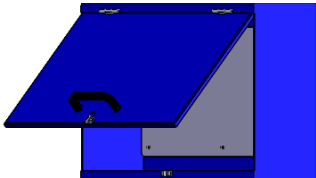
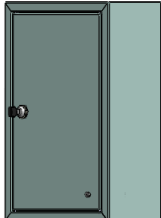




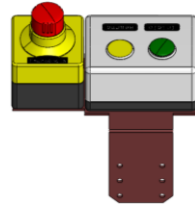
Figura 70 - Estrutura e proteções do sistema de reaproveitamento de arame lombar

Na Tabela 16 estão presentes os acessórios que foram introduzidos na parte final da construção dos desenhos 3D do sistema de reaproveitamento de arame lombar.

Tabela 16 - Função dos acessórios

Acessório	Imagem	Função
Quadro pneumático e hidráulico		Armazenamento de componentes pneumáticos e hidráulicos
Quadro elétrico		Armazenamento de componentes elétricos
Pé da estrutura		Nivelar a estrutura
Iluminação		Fornecer a iluminação necessária

Botoneira



Controlar os movimentos do equipamento

O método de funcionamento do sistema de reaproveitamento de arame lombar é muito simples: o operador insere o *suspension-mat* e pressiona o botão de início na botoneira para começar o ciclo. Na Figura 71 observa-se que o primeiro movimento do ciclo é o avanço da proteção móvel (a) e, em seguida, os cilindros hidráulicos iniciam o curso de avanço (b), quebrando o agrafamento. Só quando os cilindros hidráulicos se encontrarem recuados (c) é que a proteção móvel sobe (d), dando acesso ao interior do equipamento para o operador efetuar a troca de *suspension-mat*.

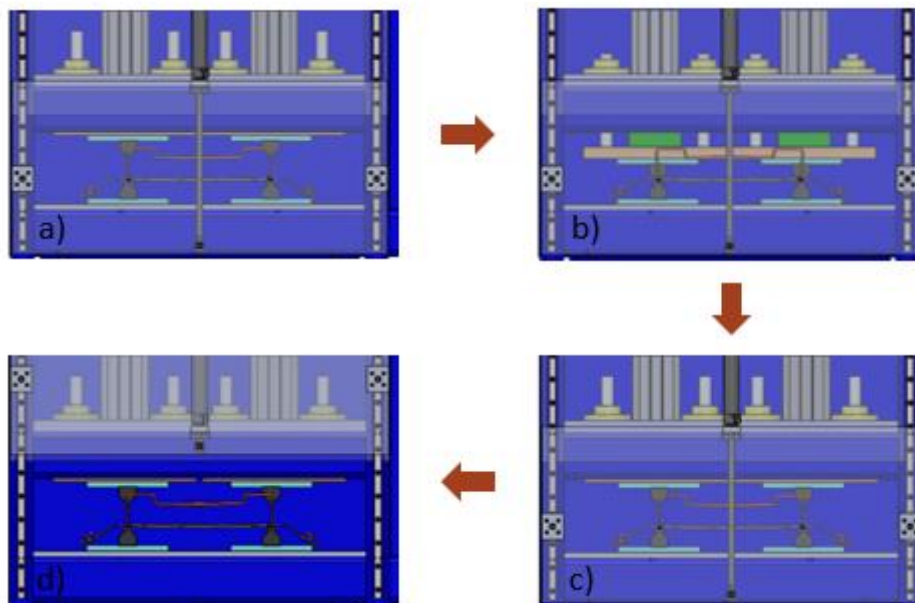


Figura 71 - Funcionamento do sistema de reaproveitamento de arame lombar: a) avanço da proteção móvel; b) avanço dos cilindros hidráulicos; c) recuo dos cilindros hidráulicos; d) recuo da proteção móvel

O ciclo anteriormente descrito pode ser convertido em um *grafcet* (Figura 72), que é uma metodologia ligada ao desenvolvimento de programas para controlo de processos sequenciais. O *grafcet* foi construído de maneira que o equipamento só iniciasse o ciclo quando o operador carregasse no botão de início, o botão de emergência não estivesse ativado e os sensores detetassem o *suspension-mat*. Note-se ainda que, para efeitos de segurança, o acionamento do botão de emergência provoca a paragem do ciclo independentemente da etapa em que este se encontra.



Figura 72 - Grafcet do sistema de reaproveitamento de arame lombar

Com o projeto finalizado, surgiu a necessidade de verificar se o componente designado por “suporte do conjunto superior” era capaz de sustentar os esforços exercidos pelos dois cilindros hidráulicos. Para tal recorreu-se, a uma análise de elementos finitos no *software* Solidworks, onde se tornou necessário definir o material, as condições fronteiras, a malha e a carga aplicada.

- Componente - O suporte do conjunto superior está ligado nas suas extremidades à estrutura do sistema de reaproveitamento de arame lombar, através de ligações aparafusada. Este suporta dois cilindros hidráulicos, que exercem a força necessária para provocar a rotura do agrafó. Na Figura 73 está sinalizada a localização dos cilindros hidráulicos, assim como as zonas onde é feita a ligação aparafusada à estrutura.

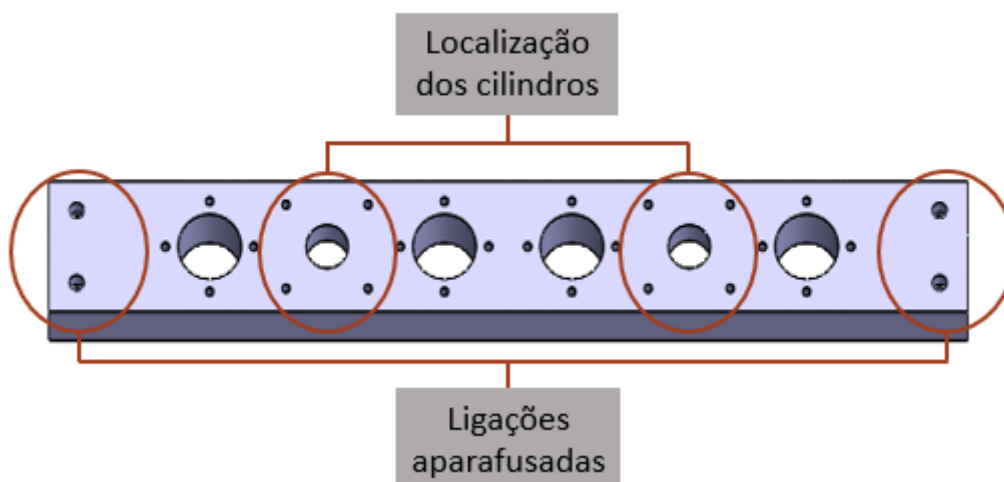


Figura 73 - Suporte do conjunto superior

- **Material** - Na seleção do material, teve-se em conta que peça vai estar sujeita a esforço de flexão. Selecionou-se assim um aço ligado por apresentar uma tensão de cedência bastante elevada (620 MPa). O módulo de elasticidade longitudinal é também uma propriedade mecânica revelante para uma peça sujeita à flexão. No entanto, o valor típico do módulo de elasticidade para um aço é de 200 GPa. Na Figura 74 estão presentes as propriedades mecânicas do aço ligado selecionado.

Property	Value	Units
Elastic Modulus	2.1e+11	N/m ²
Poisson's Ratio	0.28	N/A
Shear Modulus	7.9e+10	N/m ²
Mass Density	7700	kg/m ³
Tensile Strength	723825600	N/m ²
Compressive Strength		N/m ²
Yield Strength	620422000	N/m ²

Figura 74 - Propriedades mecânicas do aço ligado selecionado

- **Condições fronteira** - Na Figura 75 b) está presente a zona de encastramento, que corresponde à área de contacto entre o suporte do conjunto superior e a estrutura.



Figura 75 - Condições fronteira

- **Carga aplicada** - Na Figura 76 observa-se que o suporte do conjunto superior é sujeito a duas cargas, de 9000 N, que corresponde à força mínima que cada cilindro hidráulico deve exercer para provocar a rotura do agrafó. Na área de contacto dos cilindros hidráulicos com o suporte do conjunto superior aplicou-se a direção da carga, segundo a lei da ação-reação, que deve ser contrária a direção da força aplicada pelo cilindro no agrafó.



Figura 76 - Carga aplicada

- Malha - Para um estudo desta natureza existem dois tipos de refinamento de malhas possíveis, *standard mesh* e *curvature based mesh*. A *curvature based mesh* é usada em peças com geometrias complexas, pois permite uma malha mais aprimorada em zonas com grandes variações geométricas e uma malha mais grosseira em zonas sem grandes variações geométricas. No entanto, o suporte do conjunto superior é uma peça com geometria simples, daí ter-se optado pela *standard mesh*.

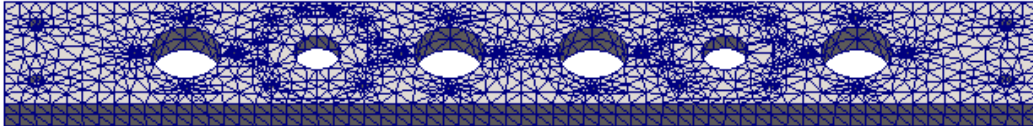


Figura 77 - *Standard mesh* aplicada no suporte do conjunto superior

- Resultados - As variáveis de interesse neste estudo são a tensão equivalente de von Mises instalada na peça e o deslocamento do mesmo, que estão presentes na Figura 78. Obteve-se uma tensão máxima instalada de aproximadamente 299 MPa, o que significa que se está perante um coeficiente de segurança superior a dois. O deslocamento resultante máximo foi de 1,17 mm, o que não é significativo. Conclui-se assim que suporte do conjunto superior se encontra bem dimensionado.

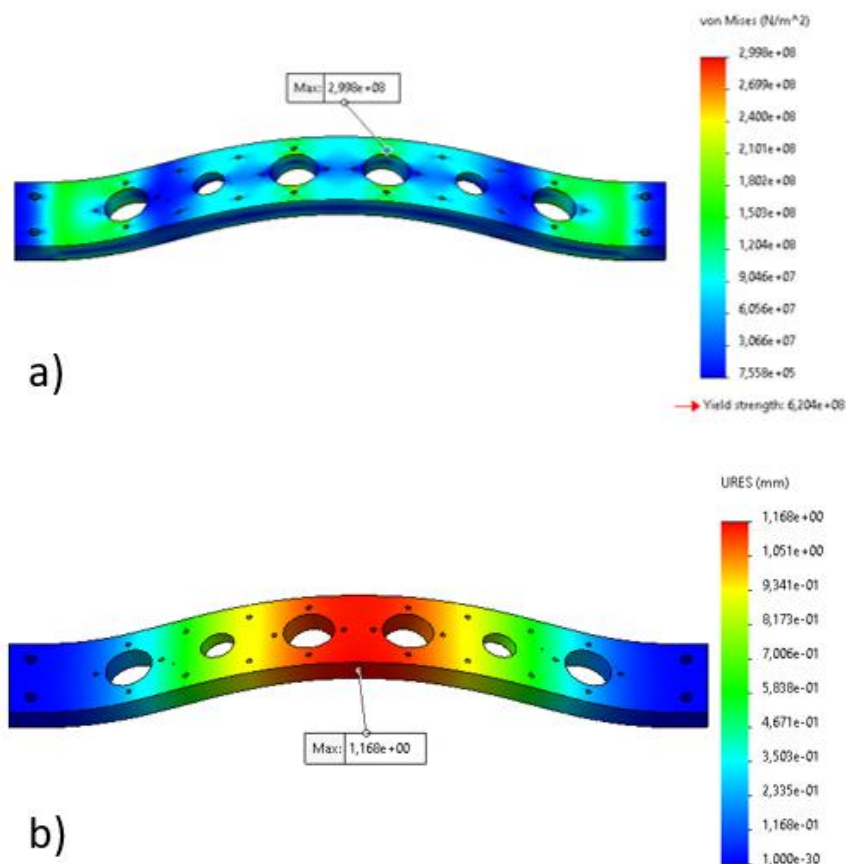


Figura 78 - Resultados: a) tensão equivalente de von Mises instalada em MPa; b) Deslocamento máximo em mm

3.7 Plano de manutenção

O departamento de manutenção da Fico Cables tem como função elaborar um plano de manutenção para todas as máquinas pertencentes à empresa. A primeira fase deste projeto passa por elaborar um plano de manutenção de 1º nível, que consiste em colocar nas LM uma lista de tarefas a realizar no início de cada turno pelos operadores, como se observa na Figura 79. Após análise do plano de manutenção de 1º nível já existente das LM IBK2 L1, L2 e L3, verificou-se que este se encontrava desatualizado e que era possível realizar algumas melhorias. Procedeu-se assim à atualização de todas as imagens e a retificação/criação de tarefas. Os planos de manutenção de 1º nível das LM IBK2 L1, L2 e L3 atual encontram-se no Anexo 6.7.


Station	Foto	Tarefa
		Verificar as ligações Pneumáticas Existência de fugas de ar Inspeção Visual/Sonora
		Verificar e/ou lubrificar partes móveis Se necessário lubrificar, consultar fotos
		Verificar folgas e desapertos do mecanismo Inspeção Visual / Kit 1
		Aspirar para limpeza do posto usando o aspirador disponível na area Inspeção Visual
		Limpeza do posto de trabalho Panos/Ar comprimido/Aspirador
		Verificar as ligações Hidraulicas Existência de fugas de oleo Inspeção Visual

Figura 79 - Excerto do plano de manutenção de 1º nível da LM IBK2 L1

O plano de lubrificação das LM IBK2 L1, L2 e L3 (Anexo 6.8) surgiu de necessidade de complementar o plano de manutenção de 1º nível, pois este não possui qualquer tipo de tarefa de lubrificação. Na construção do plano de lubrificação teve-se o cuidado de este ser o mais simples e eficaz possível, para que os operadores conseguissem executá-lo de forma autónoma e no mínimo tempo possível. Caso o plano de lubrificação fosse complexo haveria o perigo de os operadores o ignorarem porque a execução do mesmo teria uma duração extensa, o que provocaria quebras na produção. O plano de Análise e melhoria de equipamentos de fabrico de componentes para a indústria automóvel

lubrificação das LM está dividido por postos e em cada um colocaram-se imagens e descrições dos locais específicos onde deve ser feita a lubrificação, como se pode observar na Figura 80.


Posto 101	Descrição
	<p data-bbox="826 548 1193 616">Lubrificação de todas as guias do posto.</p>

Figura 80 - Excerto do plano de lubrificação da LM IBK2 L1

A formação dada a todos os operadores das LM consistiu em explicar o plano de lubrificação, assim como identificar e informar os operadores acerca dos locais de lubrificação presentes no plano. Para efeitos de distribuição de trabalhos atribuiu-se a lubrificação do IBK2 L1 ao turno da manhã, do IBK2 L2 ao turno da tarde e do IBK2 L3 ao turno da noite. No final da formação foi atribuída aos operadores uma galheta com óleo. Na Figura 81 está presente a galheta com a identificação do produto químico (Anexo 6.8.4) para efeitos de segurança no trabalho.



Figura 81 - Galheta para efeitos de lubrificação das LM.

A segunda fase do plano de manutenção é a criação de um plano de manutenção preventiva. Este tipo de manutenção é realizado duas vezes ao ano, durante uma semana e por um único técnico, o que significa que este possui quarenta horas para realizar o plano de manutenção preventiva. No *software* Project criou-se um diagrama de Gantt, com base no conhecimento dos técnicos de manutenção, no registo de avarias e no plano de manutenção preventiva já existente, que respeitasse as quarenta horas e que permitisse reduzir/eliminar alguns dos problemas detetados. O diagrama de Gantt permitiu sequenciar as tarefas, calcular o tempo total de execução do plano e calcular o custo fixo, como é visível na Figura 82. Existe uma diferença de 420 minutos entre as 40

horas (2400 minutos) e tempo de execução do plano (1980 minutos). Esta margem de segurança existe para eventuais imprevistos que possam ocorrer, como por exemplo troca de componentes danificados. O plano de manutenção preventiva das três linhas encontra-se no Anexo 6.9.

	Task Mode	Task Name	Duration	Resource Names	Cost
1		MP IBK2 Linha 1	1980 mins		486,50 €
2		Posto 100	640 mins		146,67 €
3		Verificação das ligações aparafusadas	10 mins	Tecnico de manutenção	1,17 €
4		Verificação do estado dos cilindros	10 mins	Tecnico de manutenção	1,17 €
5		Verificação dos estado dos cabos	10 mins	Tecnico de manutenção	1,17 €
6		Verificação do estado dos sensores	10 mins	Tecnico de manutenção	1,17 €
7		Verificação do estado da lamina	15 mins	Jogo de chaves[1]; Tecnico de	1,75 €

Figura 82 - Tempo de execução e custo do plano de manutenção preventiva

3.8 Impacto das melhorias realizadas

Na Figura 83 é possível observar o número médio de OT de cada linha após a implementação das melhorias, num período de cinco meses. À semelhança do estudo feito no capítulo 3.4.4, a LM IBK2 L2 continuou a ter o menor número médio de OT e a LM IBK2 L1 o maior número médio de OT das três linhas. Em termos percentuais houve uma redução do número médio de OT de 41,71% na LM IBK2 L1, de 14,04% na LM IBK2 L2 e de 28,46% na LM IBK2 L3.

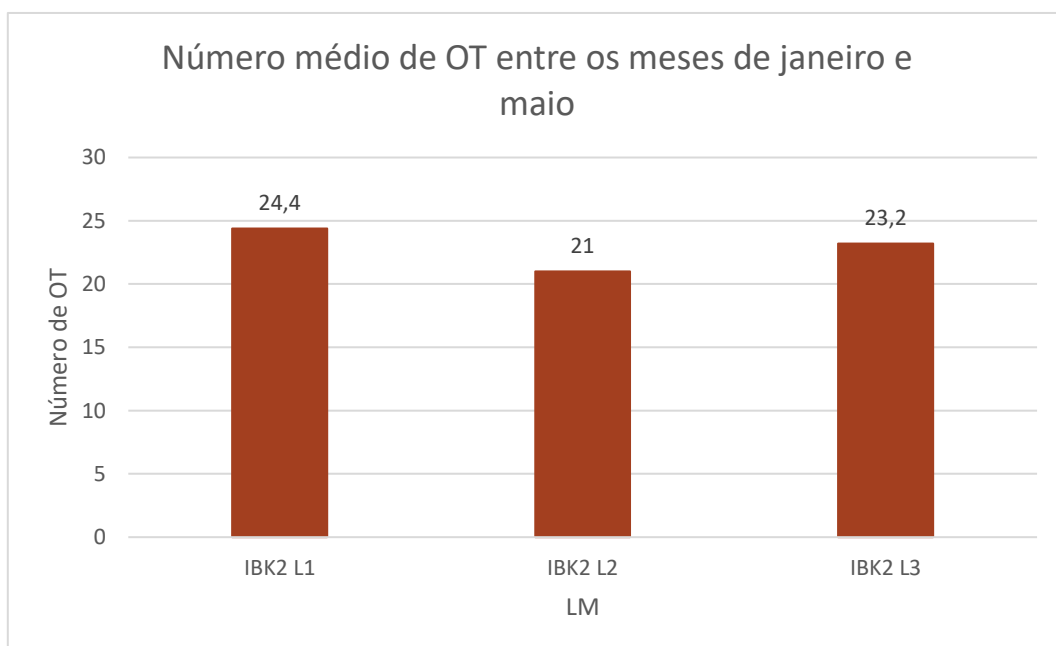


Figura 83 - Número médio de OT entre janeiro e maio de 2021, de cada linha

Na Figura 84 está presente o MTTR das LM entre janeiro e maio de 2021, onde se verifica mais uma vez que os valores de MTTR das três linhas são muito semelhantes. Ao comparar os valores iniciais de MTTR (Figura 48) como os valores de MTTR após as melhorias realizadas, constata-se que houve uma redução do MTTR de 18,57% na LM IBK2 L1, de 4,01% na LM IBK2 L2 e de 10,98% na LM IBK2 L3.

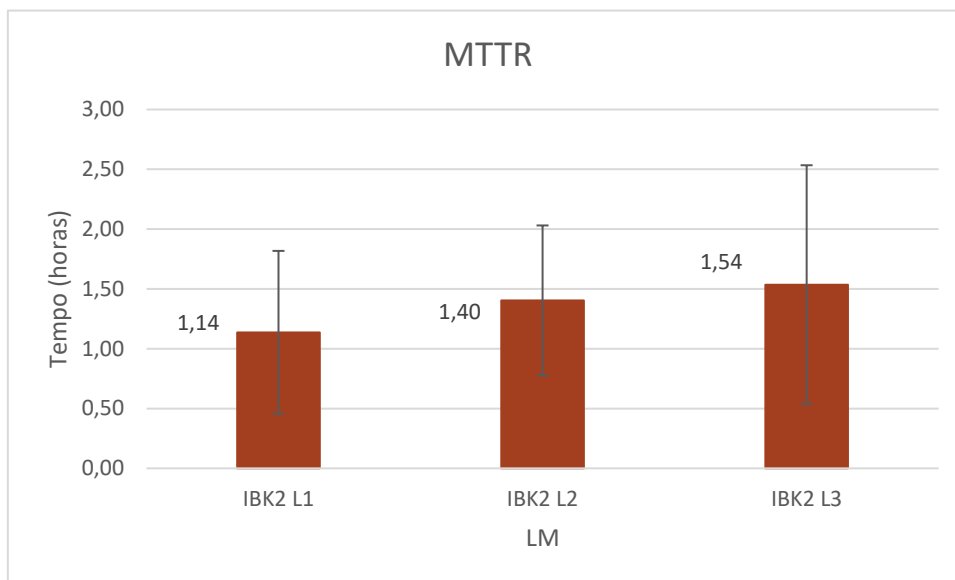


Figura 84 - Tempo médio de reparação entre janeiro e maio de 2021, de cada linha

Na Figura 85 está presente a dispersão dos valores de MTTR das LM entre janeiro e maio de 2021. Ao comparar os estes valores com os da Figura 49, pode-se concluir que a maioria das ordens de trabalho sofreu uma redução de tempos de intervenção, e também que houve uma redução nos valores máximos de MTTR de cada linha.

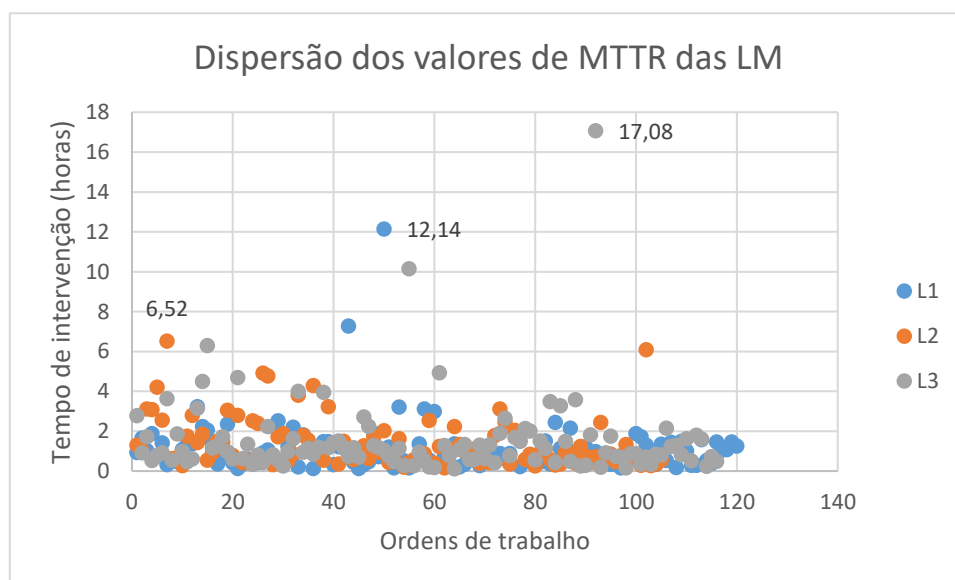


Figura 85 - Dispersão dos valores de MTTR das LM entre janeiro e maio de 2021

Na Figura 86 estão presentes os valores de MTBF entre janeiro e maio. Ao comparar estes valores com os da Figura 83 verifica-se que as LM com maior número médio de OT

por mês são também as linhas com menor MTBF, como já se tinha constatado no capítulo 3.4.4. Ao comparar os valores de MTBF iniciais com valores após as melhorias, verificou-se um aumento MTBF de 43,07% na LM IBK2 L1, de 24,07% na LM IBK2 L2 e de 29,09% na LM IBK2 L3.

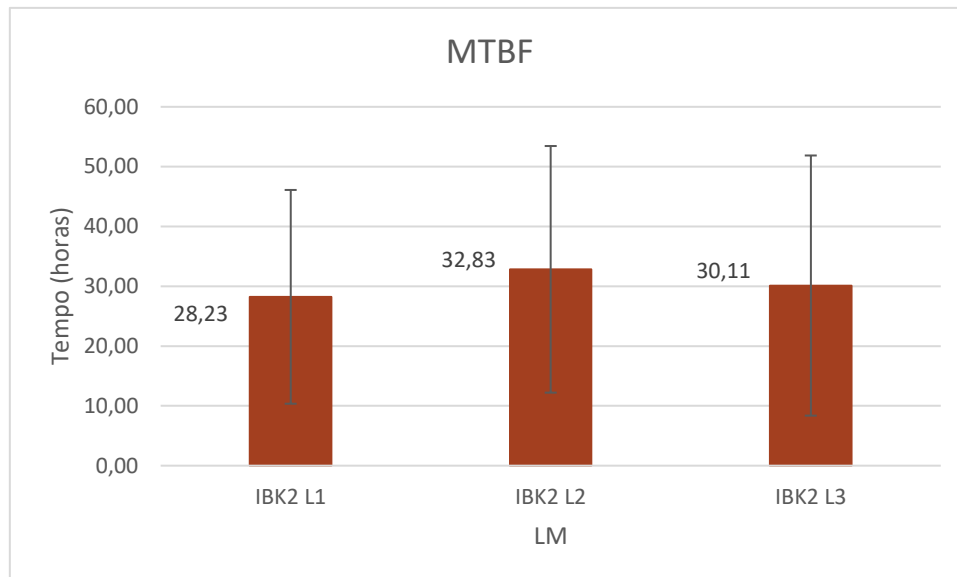


Figura 86 - Tempo médio entre falhas entre janeiro e maio de 2021, de cada linha

Na Figura 87 estão presentes os valores de dispersão de MTBF, onde se observa que existe uma maior uniformidade nos valores de MTBF das LM, ao contrário do que se constatou na Figura 51.

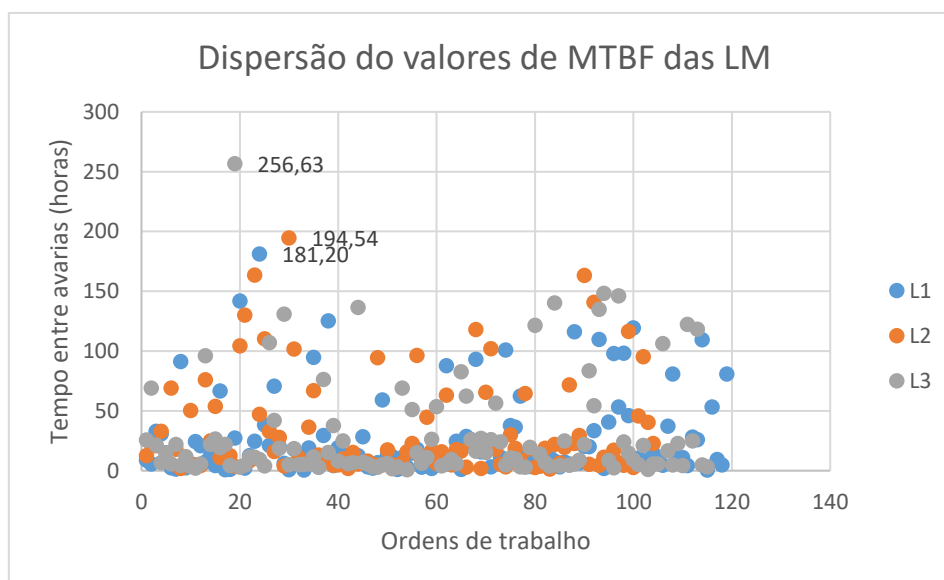


Figura 87 - Dispersão dos valores de MTBF das LM entre janeiro e maio de 2021

Com a redução do número médio de OT por mês, a redução do MTTR e o aumento do MTBF, seria de esperar um aumento do OEE das três LM, como se pode constatar ao comparar os valores de OEE iniciais (Figura 52), com os valores de OEE após melhorias (Figura 88). É ainda importante realçar que a LM IBK2 L2 possui o menor número de OT.

No entanto, esta LM não é a que possui o maior OEE. Isto deve-se ao facto de as LM poderem estar imobilizadas devido a pequenas avarias que não necessitem da abertura de uma OT. Por fim, calculou-se a ganho de OEE devido às melhorias, e obteve-se assim um ganho de 10,56% na LM IBK2 L1, de 0,47% na LM IBK2 L2 e de 6,39% na LM IBK2 L3.

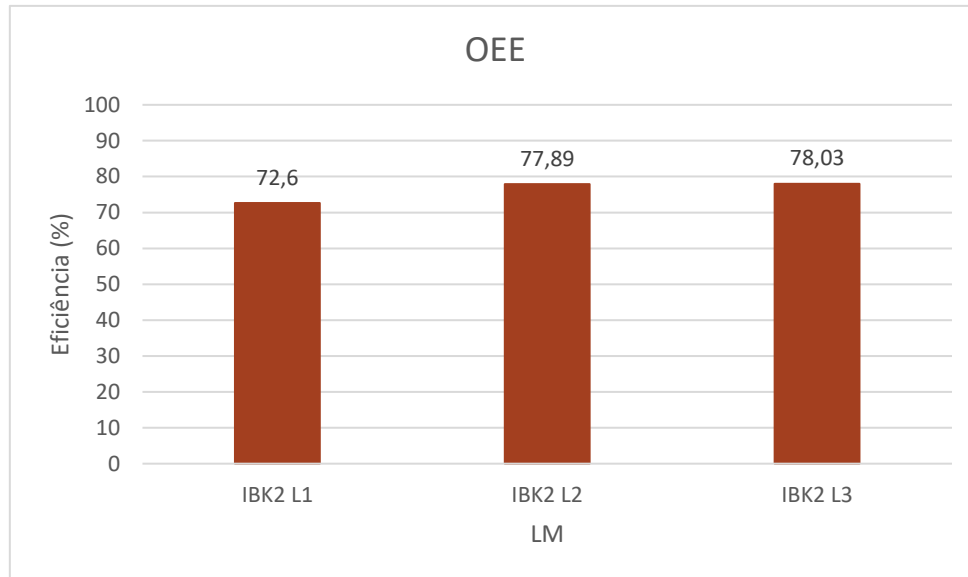


Figura 88 - Eficiência das LM entre janeiro e maio de 2021

3.9 Análise de custos e lista de peças a fabricar

Este capítulo encontra-se dividido em duas partes. Inicialmente é feita análise dos custos já assumidos pela empresa na melhoria do OEE das LM. De seguida, é feita uma análise de custos da possível construção/instalação do sistema de reaproveitamento de arame lombar.

Os desenhos encontram-se codificados para que seja possível entender o tipo desenho em causa, e a que conjunto pertence cada peça. Os desenhos de conjunto possuem o código DC e os desenhos de definição o código DD. Esta codificação não é aplicável (NA) aos componentes normalizados. Os componentes do agrafador não seguem esta codificação, por se encontrarem registados no servidor da empresa.

Na Tabela 17 estão presentes os códigos dos desenhos 2D dos componentes do *kit* de sopro da LM IBK2 L1 (DC-01; Anexo 6.5.1), assim como as quantidades e o custo unitários dos mesmos.

Tabela 17 - Desenhos/custo do *kit* de sopro da LM IBK2 L1

Código	Descrição	Quantidade	Preço/Unidade [€]
DD-01-01	Base	2	27,50
DD-01-02	Base vertical	2	37,50
DD-01-03	Tubo	1	15,00
NA	Acessório pneumático	2	0,75
NA	ISO 4762 M6 x 16	4	0,04
NA	ISO 4762 M5 x 8	2	0,02
NA	ISO 4762 M5 x 16	4	0,03
NA	Tubo poliuretano de \varnothing 6	5	0,34

Na Tabela 18 está presente o código dos desenhos 2D dos componentes dos *kits* de sopro da LM IBK2 L2 e L3 (DC-02; Anexo 6.5.2), e quantidade/custo unitários.

Tabela 18 - Desenhos/custo dos *kits* de sopro das LM IBK2 L2 e L3

Código	Descrição	Quantidade	Preço/Unidade [€]
DD-02-01	Base longa	4	35,00
DD-02-02	Base vertical	4	45,00
DD-02-03	Tubo	2	15,00
NA	Acessório pneumático	4	0,75
NA	ISO 4762 M6 x 16	8	0,04
NA	ISO 4762 M5 x 8	4	0,02
NA	ISO 4762 M5 x 16	8	0,03
NA	Tubo poliuretano de \varnothing 6	10	0,34

Na Tabela 19 é feito somatório do custo de produção dos *kits* com o custo de instalação consoante a mão de obra utilizada. Ao somar o custo total de cada *kit* obtém-se um valor próximo de 550 euros investidos pela empresa na melhoria do OEE das LM através da implementação dos *kits* de sopro.

Tabela 19 - Custo total dos *kits* de sopro

<i>Kit</i> de sopro	Custo do conjunto [€]	Recursos humanos	Tempo de instalação	Custo total [€]
IBK2 L1	148,52	Técnico de manutenção	2 horas	163,52
IBK2 L2	178,36	Técnico de manutenção	2 horas	193,36
IBK2 L3	178,36	Técnico de manutenção	2 horas	193,36

Na Tabela 20 encontram-se os custos relacionados com o aumento de robustez do agrafador, assim como as peças que foram encomendas para efeitos de stock, no caso de eventual rotura de um dos componentes do agrafador.

Tabela 20 - Desenhos/custos do aumento da robustez do agrafador e da criação de stock dos seus componentes

Código	Descrição	Quantidade	Preço/Unidade [€]
PMDSU0827_A	Suporte da guia dos agrafos	8	17,00
NA	M8 x 60	24	0,10
274-18-054010	Chapa guia dos agrafos	8	55,35
274-18-05401	NA	1	158,00
274-18- 05401_Mir	NA	1	158,00
274-18-05402	NA	2	18,50
274-18-05403	NA	2	12,30
274-18-05404	NA	1	65,00
274-18- 05404_Mir	NA	1	65,00
274-18-05408	NA	2	21,50
274-18-05409	NA	2	12,30
274-18-05412	NA	2	49,20

Na Tabela 21 está presente o investimento total efetuado pela empresa na melhoria do OEE das LM, no qual não se teve em conta os custos relativos ao guia de afinamentos e aos planos de manutenção de 1º nível e de lubrificação, por não serem significativos. Os custos do plano de manutenção preventiva também não são tidos em conta, por este não ter sido executado durante o período de cálculo do OEE após as melhorias.

Tabela 21 - Investimento total feito pela empresa na melhoria do OEE das LM

Melhoria	LM	Investimento [€]	Investimento total [€]
<i>Kit de sopro</i>	IBK2 L1	163,52	
<i>Kit de sopro</i>	IBK2 L2	193,36	
<i>Kit de sopro</i>	IBK2 L3	193,36	1805,04
Aumento da robustez do agrafador	Geral	1254,80	

Após concluída a análise dos custos já assumidos pela empresa na melhoria do OEE das LM, são analisados de seguida os possíveis custos na construção do sistema de reaproveitamento de arame lombar (DC-03; Anexo 6.6) (Tabela 22).

Tabela 22 - Desenhos/custos do sistema de reaproveitamento de arame lombar

Código	Conjunto	Descrição	Quantidade	Preço/Unidade [€]
NA		CHDKGB50-40M	2	Reaproveitado
DD-04-01		Suporte do conjunto	1	85,00
DD-04-02		Acoplamento superior	2	30,00
DD-04-03		Acoplamento inferior	2	80,00
DD-04-04		Suporte do afinador	2	75,50
DD-04-05		Suporte da guia	4	64,40
DD-04-06	Conjunto superior (DC-04)	Afinador 1	2	40,00
DD-04-07		Lâmina	2	45,00
DD-04-08		Guia	4	10,00
NA		ISO 4762 M6 X 16	18	0,04
NA		ISO 4762 M6 X 30	4	0,03
NA		ISO 4762 M6 X 12	4	0,04
NA		ISO 4762 M6 X 20	8	0,03
NA		Contraporca	2	Reaproveitado
NA		Rolamento linear KH2030B	8	8,79
DD-05-01		Mesa	1	276,6
DD-05-02		Afinador 1	2	40,00
DD-05-03		Lâmina	2	45,00
DD-05-04	Conjunto inferior (DC-05)	Apoio	1	45,00
DD-05-05		Afinador 2	2	40,00
DD-05-06		Apoio MIR	1	45,00
NA		Sensor indutivo M8	2	8,70
NA		ISO 4762 M6 X 12	13	0,04
NA		ISO 4762 M6 X 10	8	0,04
NA		ISO 4762 M6 X 16	4	0,04
DD-06-01		Proteção fixa 1	1	20,00
DD-06-02		Proteção fixa 2	1	20,00
DD-06-03		Proteção fixa 3	1	20,00
DD-06-04	Estrutura, proteções e acessórios (DC-06)	Proteção fixa 4	1	20,00
DD-06-05		Proteção fixa 5	1	20,00
DD-06-06		Proteção móvel	1	20,00
DD-06-07		Suporte do pneumático	1	35,00
DD-06-08		Adaptador	1	25,00
DD-06-09		Taco	2	47,50
DD-06-10		Chapa da mesa	1	20,00
DD-06-11		Tampa do pé	6	25,00

DD-06-12	Estrutura	1	350,00
NA	Pé da estrutura	6	5,82
NA	Botoneira	1	Reaproveitado
NA	Iluminação	1	22,31
NA	Unidade hidráulica	1	Reaproveitada
NA	Quadro elétrico	1	Reaproveitado
NA	Quadro pneumático e hidráulico	1	Reaproveitado
NA	DSNU-25-250-PPV-A	1	Reaproveitado
NA	MGN_12_H_RAIL	2	16,95
NA	MGN_12_G_CARRAGE	2	24,30
NA	ISO 4762 M6 X 12	13	0,04
NA	ISO 4762 M6 X 30	8	0,03
NA	ISO 4762 M6 X 10	8	0,04
NA	ISO 4762 M6 X 20	4	0,03

Na Tabela 23 é feito o somatório do custo de cada conjunto do sistema de reaproveitamento de arame lombar e posteriormente é somado o custo de instalação. O tempo de instalação foi definido com a ajuda do departamento de processos, que perspetivou que seriam necessárias quarenta horas para um único técnico realizar a montagem.

Tabela 23 - Custo total do sistema de reaproveitamento de arame lombar

Conjunto	Custo do conjunto [€]	Recursos humanos	Tempo de instalação	Custo total [€]
Superior	995,16	Técnico de processos	40 horas	2866,06
Inferior	635,00			
Estrutura, proteções e acessórios	935,93			

3.10 Retorno de investimento

Este capítulo, à semelhança do anterior, está dividido entre o retorno do investimento relacionado com o aumento do OEE das LM e o retorno do investimento relativo à implementação do equipamento de reaproveitamento de arame lombar.

Na Tabela 24 está presente a margem de lucro mínima que é possível retirar de cada *suspension-mat*, que foi obtido através da diferença entre o preço mínimo de venda e o custo de produção, que inclui o custo de mão de obra e matéria-prima. Estes dados foram fornecidos pela empresa acolhedora.

Tabela 24 - Margem de lucro de cada *suspension-mat*

<i>Suspension-mat</i>	Custo de produção [€]	Preço mínimo de venda [€]	Margem de lucro [€]
<i>Suspension-mat A</i>	0,42	0,52	0,10
<i>Suspension-mat B</i>	0,48	0,60	0,12

A Tabela 25 compara os valores de OEE iniciais (Figura 52) com os valores de OEE finais obtidos (Figura 88) com as melhorias efetuadas. Esta diferença de eficiência de produção é a variável de estudo que vai permitir entender o impacto financeiro das melhorias. Note-se que a quantidade de *suspension-mats* produzida por hora perante um OEE de 100% é de 300 unidades e que os valores de OEE incluem a eficiência na produção de ambas as referências, exceto para a IBK2 L2 que, como já foi referido, apenas produz uma referência.

Tabela 25 - Comparação entre o OEE inicial das LM com o OEE final

LM	OEE inicial (%)	Produção hora inicial	OEE final (%)	Produção hora final
IBK2 L1	62,04	186,12	72,60	217,80
IBK2 L2	77,42	232,26	77,89	233,67
IBK2 L3	71,64	214,92	78,03	234,09

Através da margem de lucro e de produção hora inicial/final calcularam-se as diferenças de lucro/hora de cada referência, que estão presentes na Tabela 26 e Tabela 27.

Tabela 26 - Diferença de lucro hora consoante o OEE de cada LM, para o *suspension-mat A*

LM	Lucro inicial/hora [€]	Lucro final/hora [€]	Diferença de lucro/hora [€]
IBK2 L1	18,45	21,59	3,14
IBK2 L2	23,02	23,16	0,14
IBK2 L3	21,30	23,20	1,90

Tabela 27 - Diferença de lucro hora consoante o OEE de cada LM, para o *suspension-mat B*

LM	Lucro inicial/hora [€]	Lucro final/hora [€]	Diferença de lucro/hora [€]
IBK2 L1	20,95	24,52	3,57
IBK2 L3	24,20	26,35	2,15

Na posse da diferença de lucro/hora, torna-se possível prever a diferença de lucro num período de tempo de um ano, consoante a referência a ser produzida, como se apresenta na Tabela 28 e Tabela 29. É importante referir que os valores da Tabela 28 e Tabela 29 foram calculados a partir do pressuposto que as LM trabalham 24 horas por dia, cinco dias por semana e doze meses por ano.

Tabela 28 - Diferença de lucro na produção do *suspension-mat A*, num período de um ano

LM	Hora [€]	Dia [€]	Semana [€]	Mês [€]	Ano [€]
IBK2 L1	3,14	75,35	376,78	1657,82	19893,80
IBK2 L2	0,14	3,35	16,77	73,79	885,42
IBK2 L3	1,90	45,60	227,99	1003,17	12038,01

Tabela 29 - Diferença de lucro na produção do *suspension-mat B*, num período de um ano

LM	Hora [€]	Dia [€]	Semana [€]	Mês [€]	Ano [€]
IBK2 L1	3,57	85,60	427,98	1883,13	22597,56
IBK2 L3	2,16	51,80	258,98	1139,51	13674,09

Ao comparar a Tabela 29 com a Tabela 21 verifica-se que o investimento feito pela empresa na melhoria do OEE é recuperado no espaço de um mês, independentemente da referência a ser produzida nas LM.

Na Tabela 30 estão presentes os valores monetários associados ao arame lombar identificado como sucata, entre o mês de fevereiro e maio. A referência 12335375 corresponde ao arame lombar utilizado na produção do *suspension-mat A* e B. As restantes referências representam os diferentes arames lombares usados no fabrico de outros tipos de *suspension-mats*.

Tabela 30 - Implicação monetária do arame lombar não conforme, entre fevereiro e maio de 2021

Referência	Fevereiro [€]	Março [€]	Abril [€]	Maió [€]	Somatório [€]
12335375	206,64	264,31	124,55	128,83	723,32
129215563	183,79	129,98	84,87	70,45	469,09
129215682	49,14	25,03	11,38	4,32	89,86
129215814	18,07	54,51	42,45	20,82	135,85

Após a soma da implicação monetária de todas as referências de arame lombar entre fevereiro e maio, obtém-se um valor de 1418,12 €. Prevê-se assim que, no espaço de um ano, o investimento de 2866,06 € no sistema de reaproveitamento de arame lombar, seja completamente liquidado.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo encontra-se dividido em dois subcapítulos: conclusões e proposta de trabalhos futuros. No subcapítulo das conclusões é feita uma análise à presente dissertação face os objetivos inicialmente definidos, assim como os benefícios adquiridos pela empresa e pelo autor. No subcapítulo de propostas de trabalhos futuros são expostos futuros projetos a serem realizados, que têm como foco a melhoria das ações descritas nesta dissertação e aplicação das mesmas noutros sistemas produtivos.

4.1 CONCLUSÕES

Ao comparar os indicadores de manutenção iniciais com os finais, fica evidente que o objetivo principal desta dissertação de aumento do OEE das LM foi atingido, com exceção da LM IBK2 L2 que apenas apresentou uma ligeira melhoria do OEE. Na Tabela 31 é feita uma avaliação aos sub-objetivos definidos no subcapítulo 1.2.

Tabela 31 - Avaliação dos sub-objetivos

Sub-objetivo	Avaliação
Identificação das principais avarias	Apesar da complexidade da análise do registo de avarias das LM, foi possível identificar os principais problemas das mesmas. As interações com os operadores foram essenciais para verificar as principais avarias identificadas, no registo de avarias, mas também para entender melhor as mesmas.
Tempestade de ideias	A tempestade de ideias foi bastante útil para se obter uma variedade de ideias que permitissem reduzir/eliminar as causas das principais avarias.
Aumento da robustez do agrafador	As ações tomadas para evitar a rotura dos componentes do agrafador demonstraram aumentar o MTBF dos mesmos.
Guia de afinamentos	O guia de afinamentos foi capaz de nivelar o conhecimento dos operadores. De facto, durante a formação detetou-se que alguns dos afinamentos não eram conhecidos por alguns operadores.

<i>Kit de sopro</i>	Os <i>kits</i> de sopro instalados nas LM, segundo os operadores, foram uma medida bastante eficaz na limpeza das gavetas. As constantes paragens e rotura das agulhas deixaram de acontecer.
<i>Kit de inserção do tubo de revestimentos do gancho</i>	A remoção da guia do tubo de revestimento do gancho fez com que o problema fosse eliminado por completo.
Projeto do sistema de reaproveitamento de arame lombar de	A empresa demonstrou-se satisfeita com o projeto do sistema de reaproveitamento de arame lombar e com a análise financeira feita, que lhes permitiu conhecer a rentabilidade deste conceito.
Plano de manutenção	Os planos de manutenção de 1º nível e de lubrificação têm sido executados todos os dias pelas equipas estipuladas. Como resultado, as LM apresentam menos sujidade e menos problemas ligados à falta de lubrificação. Espera-se que com a realização do plano de manutenção preventiva se atinjam resultados ainda mais satisfatórios.

Deve fazer-se uma nova análise à LM IBK2 L2 para que se entenda o porquê das ações implementadas não terem tido um impacto significativo no OEE, já que as três LM foram sujeitas às mesmas ações de melhoria e aos mesmos planos de manutenção.

Conclui-se assim que a realização do estágio curricular e da redação desta dissertação foram bastante benéficos tanto para a organização, que obteve um aumento da eficiência das LM, como para o autor, com o aumento do conhecimento prático e de rotinas de trabalho.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Após concretização dos objetivos proposto, surge a necessidade de melhorar os mesmos e dar continuidade ao trabalho já efetuado. O primeiro trabalho proposto consiste na implementação das ações de melhoria noutras LM de produção de *suspension-mat* no UAP4. Inclusive a empresa já solicitou a instalação de *kits* de sopro noutras LM. Nesta dissertação, propõe-se também analisar o fabrico dos *inputs* da LM produzidos na própria empresa e realizar ações que permitam reduzir as oscilações das propriedades mecânicas e geométricas dos materiais. Por fim, pretende-se incutir as lições apreendidas ao longo desta dissertação no projeto de novos sistemas produtivos.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

1. James P. Womack, Daniel T. Jones, e D. Roos, *Machine That Changed the World*. 2007, Nova Iorque, EUA: Simon & Schuster.
2. Rosa, C., F.J.G. Silva, e L.P. Ferreira, *Improving the Quality and Productivity of Steel Wire-rope Assembly Lines for the Automotive Industry*. Procedia Manufacturing, 2017. **11**: p. 1035-1042.
3. Magalhães, A.J.A., F.J.G. Silva, e R.D.S.G. Campilho, *A novel concept of bent wires sorting operation between workstations in the production of automotive parts*. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 2018. **41**(1): p. 25.
4. Villa, A. e T. Taurino, *From JIT to Seru, for a Production as Lean as Possible*. Procedia Engineering, 2013. **63**: p. 956-965.
5. Nunes, P.M.S. e F.G. Silva, *Increasing Flexibility and Productivity in Small Assembly Operations: A Case Study*. 2013, Berlim, Alemanha: Springer.
6. Saberi, B., *The role of the automobile industry in the economy of developed countries*. International Robotics Automation Journal, 2018. **4**(3): p. 179-180.
7. OICA. *A growth industry*. [citado 2020 acessado em: 12/12/2020]; Disponível em: <https://www.oica.net/category/economic-contributions/>.
8. ACEA. *World production*. 2020 [citado 2020 acessado em: 15/12/2020]; Disponível em: <https://www.acea.be/statistics/tag/category/world-production>.
9. AFIA. *Peso da indústria de componentes para automóveis na economia nacional*. 2020 [citado 2021 acessado em: 29/01/2021]; Disponível em: <https://afia.pt/estatisticas/>.
10. Estatística, I.N.d. *Estatísticas da Produção Industrial-2019*. 2020 [citado 2020 acessado em: 20/12/2020]; Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=467890702&PUBLICACOESmodo=2.
11. Dias, P., F.J.G. Silva, R.D.S.G. Campilho, L.P. Ferreira, e T. Santos, *Analysis and Improvement of an Assembly Line in the Automotive Industry*. Procedia Manufacturing, 2019. **38**: p. 1444-1452.
12. Araújo, W., F. Silva, R. Campilho, e J. Matos, *Manufacturing cushions and suspension mats for vehicle seats: a novel cell concept*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017. **90**(5-8): p. 1539-1545.
13. Rodríguez-Méndez, R., D. Sánchez-Partida, J.L. Martínez-Flores, e E. Arvizu-Barrón, *A case study: SMED & JIT methodologies to develop continuous flow of stamped parts into AC disconnect assembly line in Schneider Electric Tlaxcala Plant*. IFAC-PapersOnLine, 2015. **48**(3): p. 1399-1404.
14. Porter, M.E., *The competitive advantage of nations*. Harvard business review, 1990. **68**(2): p. 73-93.
15. Fonseca, L., *FROM quality gurus and TQM to ISO 9001:2015: A review of several quality paths*. International Journal for Quality Research, 2016. **9**: p. 167-180.
16. Toyota. *Um Sistema de Produção que está mergulhado na filosofia de "eliminar completamente todos os resíduos", que advém do ciclo de vida da produção de um produto, está em constante procura dos métodos mais eficientes para seguir essa premissa*. [citado 2020 acessado em: 22/12/2020]; Disponível em: <https://www.toyota.pt/world-of-toyota/toyota-no-mundo/toyota-production-system.json>.
17. Powell, T., *Total quality management as competitive advantage: A review empirical study*. Strategic Management Journal, 1995. **16**(1): p. 15-37.

18. APQ. *O que é o modelo EFQM?* 2020 [citado 2020 acedido em: 20/12/2020]; Disponível em: <https://apq.pt/reconhecimentos-efqm/modelo/>.
19. EFQM. *About EFQM*. [citado 2020 acedido em: 16/12/2020]; Disponível em: <https://www.efqm.org/about>.
20. Blind, K., A. Mangelsdorf, e J. Pohlisch, *The effects of cooperation in accreditation on international trade: Empirical evidence on ISO 9000 certifications*. International Journal of Production Economics, 2018. **198**: p. 50-59.
21. Costa, R.J.S., F.J.G. Silva, e R.D.S.G. Campilho, *A novel concept of agile assembly machine for sets applied in the automotive industry*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017. **91**(9): p. 4043-4054.
22. Javid, N., K. Khalili-Damghani, A. Makui, e F. Abdi, *Multi-objective flexibility-complexity trade-off problem in batch production systems using fuzzy goal programming*. Expert Systems with Applications, 2020. **148**: p. 113266.
23. Schuh, G., G. Bergweiler, F. Fiedler, e M. Koltermann, *Flexible Production Concept of a Low-Cost Battery Pack Housing for Electric Vehicles*. Procedia CIRP, 2020. **93**: p. 137-142.
24. IAFT. *About*. [citado 2020 acedido em: 26/12/2020]; Disponível em: <https://www.iatfglobaloversight.org/iatf-169492016/about/>.
25. Fonseca, L.M. e J.P. Domingues, *Reliable and Flexible Quality Management Systems in the Automotive Industry: Monitor the Context and Change Effectively*. Procedia Manufacturing, 2017. **11**: p. 1200-1206.
26. Avakh Darestani, S., M. Ismail, e N. Ismail, *An investigation on supplier delivery performance by using SPC techniques for automotive industry*. The Journal of American Science, 2010. **6**(4): p. 5-11.
27. FESTO. *Automação industrial*. [citado 2021 acedido em: 03/03/2021].
28. Moniz, A., *Competitividade no sector automóvel e formas inovadoras de gestão do emprego em Portugal*. 2006.
29. Kalan, S., S. Chauhan, R.F. Coelho, M.A. Orvieto, I.R. Camacho, K.J. Palmer, e V.R.J.J.o.R.S. Patel, *History of robotic surgery*. 2010. **4**(3): p. 141-147.
30. Müller, R., M. Vette, e M. Scholer, *Inspector Robot – A New Collaborative Testing System Designed for the Automotive Final Assembly Line*. Procedia CIRP, 2014. **23**: p. 59-64.
31. Martins, L., F.J.G. Silva, C. Pimentel, R.B. Casais, e R.D.S.G. Campilho, *Improving Preventive Maintenance Management in an Energy Solutions Company*. Procedia Manufacturing, 2020. **51**: p. 1551-1558.
32. *EN 13306. Maintenance. Maintenance terminology*. 2017, European Standards: Bruxelas, Bélgica. p. 98.
33. Ozcan, S. e F. Simsir, *A new model based on Artificial Bee Colony algorithm for preventive maintenance with replacement scheduling in continuous production lines*. Engineering Science and Technology, an International Journal, 2019. **22**(6): p. 1175-1186.
34. Manzini, R., A. Regattieri, H. Pham, e E. Ferrari, *Maintenance for industrial systems*. 2009, Londres, Inglaterra: Springer.
35. Dapper, P.V., R. Grenzler, e J.M. Zanatta, *Estrutura organizacional da manutenção, escolha do método de trabalho e os indicadores de gestão de pessoas: uma abordagem conceitual*. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, 2018. **16**(1).
36. *AFNOR NF X60-000. Fonction maintenance*. 2002, Association française de normalisation: Paris, França.
37. Xiao, J., J. Song, D. Liang, L. Zhai, e X. Nong, *Decision method on optimal time of preventive maintenance for metro shield tunnels in soft soils*. International Journal of Transportation Science and Technology, 2020. **9**(4): p. 344-354.
38. Liu, X., W. Wang, e R. Peng, *An integrated production and delay-time based preventive maintenance planning model for a multi-product production system*. Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability, 2015. **17**: p. 215-221.

39. Compare, M., F. Martini, e E. Zio, *Genetic algorithms for condition-based maintenance optimization under uncertainty*. European Journal of Operational Research, 2015. **244**(2): p. 611-623.
40. Lee, J., B. Bagheri, e H.-A. Kao, *A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems*. Manufacturing Letters, 2015. **3**: p. 18-23.
41. Zonta, T., C.A. da Costa, R. da Rosa Righi, M.J. de Lima, E.S. da Trindade, e G.P. Li, *Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review*. Computers & Industrial Engineering, 2020. **150**: p. 106889.
42. Wang, Y., C. Deng, J. Wu, Y. Wang, e Y. Xiong, *A corrective maintenance scheme for engineering equipment*. Engineering Failure Analysis, 2014. **36**: p. 269-283.
43. Duarte Filho, N., S. Botelho, M. Bichet, R.P. dos Santos, G. Schroeder, R. Nagel, D. Espíndola, e C.E. Pereira, *Human Computer Interface (HCI) for Intelligent Maintenance Systems (IMS): The Role of Human and Context*. In: *Engineering Asset Management - Systems, Professional Practices and Certification*. 2015, Cham, Suíça: Springer.
44. Misra, K.B., *Maintenance Engineering and Maintainability: An Introduction*. *Handbook of Performability Engineering*. . 2008, Londres, Inglaterra: Springer.
45. Vathoopan, M., M. Johny, A. Zoitl, e A. Knoll, *Modular Fault Ascription and Corrective Maintenance Using a Digital Twin*. IFAC-PapersOnLine, 2018. **51**(11): p. 1041-1046.
46. Lindberg, C.-F., S. Tan, J. Yan, e F. Starfelt, *Key Performance Indicators Improve Industrial Performance*. Energy Procedia, 2015. **75**: p. 1785-1790.
47. *EN 15341. Maintenance - Maintenance Key Performance Indicator*. 2020, European Standards: Bruxelas, Bélgica. p. 54.
48. Amaral, F.D., *Gestão da Manutenção na Indústria*. 2016, Lisboa, Portugal: Lidel.
49. Alavian, P., Y. Eun, K. Liu, S.M. Meerkov, e L. Zhang, *The (α, β) -Precise Estimates of MTBF and MTTR: Definitions, Calculations, and Induced Effect on Machine Efficiency Evaluation*. IFAC-PapersOnLine, 2019. **52**(13): p. 1004-1009.
50. Higgins, L.R., R.K. Mobley, e D. Wikoff, *Maintenance engineering handbook*. 2008, Nova Iorque, EUA: McGraw-Hill Education.
51. Smith, R. e R.K. Mobley, *Chapter 17 - MTBF User Guide: Measuring Mean Time between Failures*, in *Rules of Thumb for Maintenance and Reliability Engineers*, R. Smith and R.K. Mobley, Editors. 2008, Butterworth-Heinemann: Burlington. p. 283-284.
52. Schults, C. *Failure Metrics in Depth: MTTR vs. MTBF vs. MTTF*. 2020 [citado 2020 acedido em: 15/03/2021]; Disponível em: <https://www.plutora.com/blog/failure-metrics-mttr-vs-mtbf-vs-mttf>.
53. Ahire, C.P. e A.S. Relkar, *Correlating Failure Mode Effect Analysis (FMEA) & Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Procedia Engineering, 2012. **38**: p. 3482-3486.
54. Baghbani, M., S. Irazzadeh, e M. Bagherzadeh khajeh, *Investigating the relationship between RPN parameters in fuzzy PFMEA and OEE in a sugar factory*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2019. **60**: p. 221-232.
55. Nakajima, S., *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Productivity Press, Inc., 1988: p. 129.
56. García, S.G. e M.G. García, *Industry 4.0 implications in production and maintenance management: An overview*. Procedia Manufacturing, 2019. **41**: p. 415-422.
57. Surico, M., R. Ricatto, A. Merlo, I. Németh, A. Sardelis, M. Villoslada, E. Montejo, N. Frenkel, P. Aivaliotis, I.M. de la Pera Celada, J. Sidiropoulos, A. Eytan, A. Papavasileiou, e F. Aggogeri, *Programs project approach to maintenance management*. IFAC-PapersOnLine, 2020. **53**(3): p. 313-318.
58. Mehmeti, X., B. Mehmeti, e R. Sejdiu, *The equipment maintenance management in manufacturing enterprises*. IFAC-PapersOnLine, 2018. **51**(30): p. 800-802.

59. Suryaprakash, M., M. Gomathi Prabha, M. Yuvaraja, e R.V. Rishi Revanth, *Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm*. Materials Today: Proceedings, 2020.
60. ACCEPT. *OEE: As grandes perdas (six big losses)*. 2019 [citado 2021 aceso em: 29/01/2021]; Disponível em: <https://www.accept.pt/oee-as-6-grandes-perdas/>.
61. Santos, T., F.J.G. Silva, S.F. Ramos, R.D.S.G. Campilho, e L.P. Ferreira, *Asset Priority Setting for Maintenance Management in the Food Industry*. Procedia Manufacturing, 2019. **38**: p. 1623-1633.
62. Piechnicki, F., E. Loures, e E. Santos, *A Conceptual Framework of Knowledge Conciliation to Decision Making Support in RCM Deployment*. Procedia Manufacturing, 2017. **11**: p. 1135-1144.
63. Gupta, G. e R. Mishra, *A SWOT analysis of reliability centered maintenance framework*. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2016. **22**: p. 130-145.
64. Duan, C., Z. Li, e F. Liu, *Condition-based maintenance for ship pumps subject to competing risks under stochastic maintenance quality*. Ocean Engineering, 2020. **218**: p. 108180.
65. Van Staden, H.E. e R.N. Boute, *The effect of multi-sensor data on condition-based maintenance policies*. European Journal of Operational Research, 2021. **290**(2): p. 585-600.
66. Guariente, P., I. Antonioli, L.P. Ferreira, T. Pereira, e F.J.G. Silva, *Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer*. Procedia Manufacturing, 2017. **13**: p. 1128-1134.
67. Ribeiro, I.M., R. Godina, C. Pimentel, F.J.G. Silva, e J.C.O. Matias, *Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line*. Procedia Manufacturing, 2019. **38**: p. 1574-1581.
68. Kenda, M., D. Klobčar, e D. Bračun, *Condition based maintenance of the two-beam laser welding in high volume manufacturing of piezoelectric pressure sensor*. Journal of Manufacturing Systems, 2021. **59**: p. 117-126.
69. Pinto, G., F.J.G. Silva, A. Baptista, N.O. Fernandes, R. Casais, e C. Carvalho, *TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study*. Procedia Manufacturing, 2020. **51**: p. 1423-1430.
70. Azizi, A., *Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance*. Procedia Manufacturing, 2015. **2**: p. 186-190.
71. Bittencourt, V.L., A.C. Alves, e C.P. Leão, *Lean Thinking contributions for Industry 4.0: a Systematic Literature Review*. IFAC-PapersOnLine, 2019. **52**(13): p. 904-909.
72. Liker, J.K. e J.M. Morgan, *The Toyota way in services: the case of lean product development*. Academy of management perspectives, 2006. **20**(2): p. 5-20.
73. Ferreira, C., J.C. Sá, L.P. Ferreira, M.P. Lopes, T. Pereira, L.P. Ferreira, e F.J.G. Silva, *iLeanDMAIC – A methodology for implementing the lean tools*. Procedia Manufacturing, 2019. **41**: p. 1095-1102.
74. Fonseca, L.M., *In search of six sigma in portuguese SMEs*. International Journal of Industrial Engineering Management, 2017. **8**(2017): p. 31-38.
75. Gulati, R. e R. Smith, *Maintenance and reliability best practices*. 2009, Nova Iorque, EUA: Industrial Press Inc.
76. Shingo, S., *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta*. 2000, Porto Alegre, Brasil: Bookman.
77. Tsang, A.H., *Strategic dimensions of maintenance management*. Journal of Quality in maintenance Engineering, 2002.
78. Ortiz, C.A., *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a lean assembly line*. 2006, Boca Raton, Florida: CRC Press.
79. Carreira, B., *Lean Manufacturing that Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits*. 2005, Nova Iorque: American Management Association.

80. Defeo, J.A., *Juran's Quality Handbook: The Complete Guide to Performance Excellence, Seventh Edition*. 2016, Nova Iorque: McGraw-Hill Education.
81. Schmidt, H., *Explosive precursor safety: An application of the Deming Cycle for continuous improvement*. *Journal of Chemical Health and Safety*, 2019. **26**(1): p. 31-36.
82. Song, M.H. e M. Fischer, *Daily plan-do-check-act (PDCA) cycles with level of development (LOD) 400 objects for foremen*. *Advanced Engineering Informatics*, 2020. **44**: p. 101091.
83. Kanbanize. *O que é o Ciclo Plan-Do-Check-Act?* [citado 2021 acedido em: 15/01/2021]; Disponível em: <https://kanbanize.com/pt/gestao-lean/melhoria/o-que-e-o-ciclo-pdca>.
84. Bragança, S. e E. Costa, *An application of the lean production tool standard work*. *Jurnal Teknologi*, 2015. **76**(1).
85. Feng, P.P. e G. Ballard. *Standard work from a lean theory perspective*. in *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. 2008.
86. Emiliani, M., *Standardized work for executive leadership*. *Organization Development Journal*, 2008.
87. Stewart, D.M. e J.R. Grout, *The human side of mistake-proofing*. *Production Operations Management*, 2001. **10**(4): p. 440-459.
88. Antonelli, D. e D. Stadnicka, *Predicting and preventing mistakes in human-robot collaborative assembly*. *IFAC-PapersOnLine*, 2019. **52**(13): p. 743-748.
89. Melato, L. *Poka Yoke: O que é? Qual a importância?* 2018 [citado 2021 acedido em: 18/03/2021]; Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/poka-yoke-o-que-%C3%A9-qual-import%C3%A2ncia-%C3%ADlian-melato>.
90. Hundley, H.E., M.E. Hudson, A.D. Wasan, e T.D. Emerick, *Chronic pain clinic efficiency analysis: Optimization through use of the Gantt diagram and visit diagnoses*. *Journal of pain research*, 2019. **12**: p. 1.
91. Lee, S. e O. Shvetsova, *Optimization of the Technology Transfer Process Using Gantt Charts and Critical Path Analysis Flow Diagrams: Case Study of the Korean Automobile Industry*. *Processes*, 2019. **7**(12): p. 917.
92. Rosa, C., F.J.G. Silva, L.P. Ferreira, e R. Campilho, *SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry*. *Procedia Manufacturing*, 2017. **13**: p. 1034-1042.
93. Pombal, T., L.P. Ferreira, J.C. Sá, M.T. Pereira, e F.J.G. Silva, *Implementation of Lean Methodologies in the Management of Consumable Materials in the Maintenance Workshops of an Industrial Company*. *Procedia Manufacturing*, 2019. **38**: p. 975-982.
94. Sousa, E., F.J.G. Silva, L.P. Ferreira, M.T. Pereira, R. Gouveia, e R.P. Silva, *Applying SMED methodology in cork stoppers production*. *Procedia Manufacturing*, 2018. **17**: p. 611-622.
95. Pinto, G.F.L., F.J.G. Silva, R.D.S.G. Campilho, R.B. Casais, A.J. Fernandes, e A. Baptista, *Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools*. *Procedia Manufacturing*, 2019. **38**: p. 1582-1591.
96. Maia, A. *Ficosa investe 5 milhões em novas instalações na Cidade da Maia*. 2019 [citado 2021 acedido em: 1/04/2021]; Disponível em: <https://www.noticiasmaia.com/ficosa-investe-5-milhoes-em-novas-instalacoes-na-cidade-da-maia/>.
97. Ficosa. *Systems for doors and seats*. [citado 2021 acedido em: 01/04/2021]; Disponível em: <https://www.ficosa.com/>.

ANEXOS

- 6.1 Informações possíveis de recolher do Mapex
- 6.2 Layout das linhas de montagem
- 6.3 Fluxograma de reparação de avarias
- 6.4 Componentes do agrafador
- 6.5 *Kit* de sopro
- 6.6 Sistema de reaproveitamento de arame lombar
- 6.7 Manutenção de 1º nível
- 6.8 Plano de lubrificação
- 6.9 Plano de manutenção preventiva

6 ANEXOS

6.1 Informações possíveis de recolher do Mapex

6.1.1 Ordens de trabalho

Sector	Equipamento	Problema	Comentario	Horas	Trabalhador designado	Operation Type
29381	PM_00000F_MAO INECCAO MULTIFUS N15	7_MAOPLUSTA		00:01 - 3:001	JORGE PAULO ALMEIDA NUNES	PREVENTIVO
62594	PM_00000F_MAO INECCAO MULTIFUS N17	maq nao tem o sensor da chapa axes aplicar sensor	manutencao	12:08 - 3:001	JORGE PAULO ALMEIDA NUNES	CORRETIVO
62592	MDR00004F_CENTRO DOBREGEM APARME N14AC2	maq nao funciona	erro no 13	07:26 - 3:001	EDUARDO FLUPE FERREIRA MEN...	CORRETIVO
62591	MDR00004F_CENTRO DOB REGEM APARME N14AC2	semp para 625	afetador	06:17 - 3:001	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	TROCA DE FERRE
62590	UPF 4	botão da fl/nao funciona	manutencao	06:16 - 3:001	JORGE PAULO ALMEIDA NUNES	CORRETIVA PROOF
62588	MDR00000F_CENTRO DOB APARME RGOMAC 3/MDR00000F	Seção de bobine (Roboma: 3)	Afetador	04:52 - 3:001	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	CORRETIVO
62586	MDR00004F_CENTRO DOBREGEM APARME N14AC2	Seção de bobine	Afetador	03:48 - 3:001	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	CORRETIVO
62585	LMR02000F_LIMPA SUSPENSION MATRIZ DIAZ CAIAR	nao entra um dos arames		03:45 - 3:001	PAULO JOSE SOUSA SILVA	CORRETIVA PROOF
62584	MCA00000F_MAO CORTUR APARME MCA00000F (INDOMAC)	Seção	Afetador	03:40 - 3:001	LEONID POQUILLI	CORRETIVO
62583	PM_00010F_MAO INECCAO MULTIFUS N17	paralisa do molde partido		03:21 - 3:001	Chamo Felipe DA SILVA Neves	CORRETIVO
62577	MCA00000F_MAOQUINA CORTAR APARME DORCA3 MCA00000F	pedido de material		02:53 - 3:001	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	CORRETIVO
62576	MDR00000F_Maquina de dobragem arames Inomac 3	seção de bobine	afetador	01:13 - 3:001	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	TROCA DE FERRE
62566	MDR00001F_CENTRO DOB APARME RGOMAC 6/MDR00001F	Seção	Afetador	01:11 - 3:001	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	CORRETIVO
62562	LMR02000F_LIMPA SUSPENSION MATRIZ BOZE	Baixa no eixo do lado central	Afetador	00:58 - 3:001	PAULO JOSE SOUSA SILVA	CORRETIVO
62561	PM_00020F_MAO INECCAO MULTIFUS N19	erro de impulso		00:55 - 3:001	Chamo Felipe DA SILVA Neves	CORRETIVO
62559	MCA00000F_MAO CORTE APARME(MECHANICO) MCA00000F	pedido de material	manutencao	00:49 - 3:001		CORRETIVO
62558	UPF 4	luzes anti corte Pnao 3arimo		00:49 - 3:001		PERDO - EPI
62557	MDR00000F_CENTRO DOBREGEM APARME N14AC1	Seção	Afetador	00:08 - 3:001	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	CORRETIVO
62553	MCA00000F_MAOQUINA CORTAR APARME DORCA1 MCA00000F	Seção	Afetador	00:00 - 3:001	LEONID POQUILLI	CORRETIVO
59691	IPF_00000F_MAOQUINA INECCAO TANU N121	59_MAOPLUSTA	Afetador	00:00 - 3:001	BRUNO MIGUEL DE BARROS PIN...	PREVENTIVO
62552	LMR22000F_Limpa Matrizagem SUAVEH Sump. Mat	Baixa ao posuar arame lateral		23:46 - 29:01	PAULO JOSE SOUSA SILVA	CORRETIVO
62550	MDR00001F_CENTRO DOB APARME RGOMAC 5/MDR00001F	Seção	Afetador	23:31 - 29:01	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	CORRETIVO
62548	MCA00000F_MAOQUINA CORTAR APARME DORCA3 MCA00000F	arame nao passa o canal		23:26 - 29:01	PAULO JOSE SOUSA SILVA	CORRETIVO
62546	MDR00004F_CENTRO DOBREGEM APARME F101	Ganchos leigos	Afetador	23:00 - 29:01	Nuno Manuel Guedes Lopes	CORRETIVO
62545	LMR02000F_LIMPA SUSPENSION MATRIZ BOZE	Baixa no comun		22:54 - 29:01	PAULO JOSE SOUSA SILVA	CORRETIVO
62544	MDR00000F_Maquina de dobragem arames Inomac CMC 1	Seção	Afetador	22:49 - 29:01	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	TROCA DE FERRE
62543	MDR00001F_CENT DOBREGEM DE APARME TEB3	Seção pnao1/54	Afetador	22:46 - 29:01	Nuno Manuel Guedes Lopes	TROCA DE FERRE
62540	MDR00000F_CENTRO DOB REGEM APARME BARE	Pega nox	Afetador	22:23 - 29:01	AVELINO ALBERTO LIMA FERREL...	CORRETIVO

6.1.2 Informação de horas de manutenção

GESTIÓN DE ORDENES DE TRABAJO INFORME HORAS MANTENIMIENTO X

Informe Horas Mantenimiento

Desde: 01/01/2021 Hasta: 31/01/2021

Equipo Contiene IBK2
Equipo Contiene LM

Mover una columna hasta aquí para agrupar

Operario	Árbol Equipo	Equipo	Nº OT	Inicio	Fin	Duración (Horas)	Coste / Hora	CosteTotal
BRUNO FILIPE ...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56314 - Pr...	04/01/2021 18:49:22	04/01/2021 18:51:24	0,03	7,00	0,24
PAULO JOSE S...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56375 - se...	04/01/2021 22:12:21	04/01/2021 23:52:13	1,66	7,00	11,65
PAULO JOSE S...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56408 - ca...	05/01/2021 02:18:01	05/01/2021 03:19:10	1,02	7,00	7,13
PAULO JOSE S...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56408 - ca...	05/01/2021 03:19:16	05/01/2021 03:20:06	0,01	7,00	0,10
PAULO JOSE S...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028003C_SUSPENSION MAT IBK2 linha 2	56424 - ar...	05/01/2021 04:45:42	05/01/2021 05:47:16	1,03	7,00	7,18
RICARDO JOR...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56687 - ag...	05/01/2021 10:04:56	05/01/2021 10:05:06	0,00	7,00	0,02
RICARDO JOR...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56687 - ag...	05/01/2021 10:05:27	05/01/2021 10:08:27	0,05	7,00	0,35
RICARDO JOR...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56739 - fal...	05/01/2021 12:57:22	05/01/2021 13:55:32	0,97	7,00	6,79
BRUNO FILIPE ...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56739 - fal...	05/01/2021 14:36:55	05/01/2021 16:47:58	2,18	7,00	15,29
BRUNO FILIPE ...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028001F_LINHHA SUSPENSION MAT IBK2 linha 1	56739 - fal...	05/01/2021 20:40:41	05/01/2021 20:45:52	0,09	7,00	0,60
ANTONIO JOSE...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028003C_SUSPENSION MAT IBK2 linha 2	56832 - fal...	05/01/2021 23:58:44	06/01/2021 01:26:30	1,46	7,00	10,24
ANTONIO JOSE...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028003C_SUSPENSION MAT IBK2 linha 2	56832 - fal...	06/01/2021 01:26:33	06/01/2021 01:26:48	0,00	7,00	0,03
PAULO JOSE S...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028003C_SUSPENSION MAT IBK2 linha 2	56832 - fal...	05/01/2021 23:42:21	05/01/2021 23:58:16	0,27	7,00	1,86
RICARDO JOR...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028003C_SUSPENSION MAT IBK2 linha 2	56851 - fal...	06/01/2021 07:35:14	06/01/2021 08:08:04	0,55	7,00	3,83
ANTONIO JOSE...	01->01.32->01.32.04->...	LM3028003C_SUSPENSION MAT IBK2 linha 2	56851 - fal...	06/01/2021 03:45:06	06/01/2021 05:57:30	2,21	7,00	15,45

6.2 Layout das linhas de montagem

6.2.1 *Layout IBK2 L1 e L3*

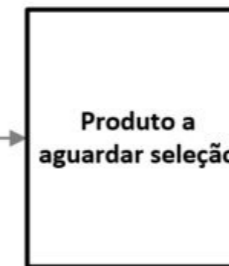
Abastecimento Material



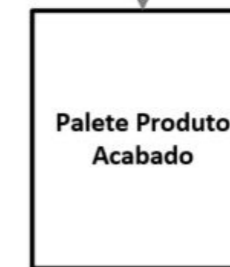
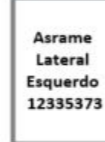
Caixa plástico
(600X400X125)
PROCESSO
INTERNO F4



Saída Referência
121912833
121913152



Contentores
Metálicos
PROCESSO
INTERNO
EXTRUSORAS



Bobine Tubo
FORNECEDOR



Bobine Tubo
FORNECEDOR



Bobines
FORNECEDOR



Caixa Cartão
FORNECEDOR



Bobines
FORNECEDOR



Caixa plástico
(600X400X125)
PROCESSO
INTERNO F4




Legenda:


- Embalegem Componentes Internos (Processo Interno)
- Embalegem Componentes Compra (Fornecedores)


Date: _____ (dd/mm/yyyy)


Approved: _____ (SC Engineer)


Responsible: _____ (SC Technician)

	Arame Lateral Esquerdo 12335373
	Tipo de embalagem Contentor metálico
	Nº de Embalagens 1
	Qtd/Embalagem 3000
	Freq. Abastecimento (H) 1 X Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame Lateral Direito 12335374
	Tipo de embalagem Contentor metálico
	Nº de Embalagens 1
	Qtd/Embalagem 3000
	Freq. Abastecimento (H) 1 X Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame Central 12635376
	Tipo de embalagem Caixa Plástica
	Nº de Embalagens 7
	Qtd/Embalagem 1500
	Freq. Abastecimento (H) 1 x Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame Fixação superior 12635377
	Tipo de embalagem Caixa Plástica
	Nº de Embalagens 2
	Qtd/Embalagem 1500
	Freq. Abastecimento (H) 1 x Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame Fixação Central 12635378
	Tipo de embalagem Caixa Plástica
	Nº de Embalagens 2
	Qtd/Embalagem 1500
	Freq. Abastecimento (H) 1 x Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame para gancho 12637153
	Tipo de embalagem Caixa Plástica
	Nº de Embalagens 2
	Qtd/Embalagem 1500
	Freq. Abastecimento (H) 1 x Turno
	Movimentação Manual NOK

Date: _____ (dd/mm/yyyy)

Approved: _____ (SC Engineer)

Responsible: _____ (SC Technician)



Arame Suporte Lombar	12335375
Tipo de embalagem	Caixa Cartão
Fornecedor	Sinflex
Dimensões Caixa	400 x 300 x 150
Peso Peça (kg)	0.04
Qtd/Embalagem	280
Nº de Embalagens	9
Freq. Abastecimento (H)	1 X Turno



Tubo Suporte Central	7070056
Tipo de embalagem	Bobine
Fornecedor	PR Plásticos
Dimensões Caixa	-
Peso Peça (kg)	-
Qtd/Bobine (m)	1000
Nº de Bobines	1
Freq. Abastecimento	1 X Turno

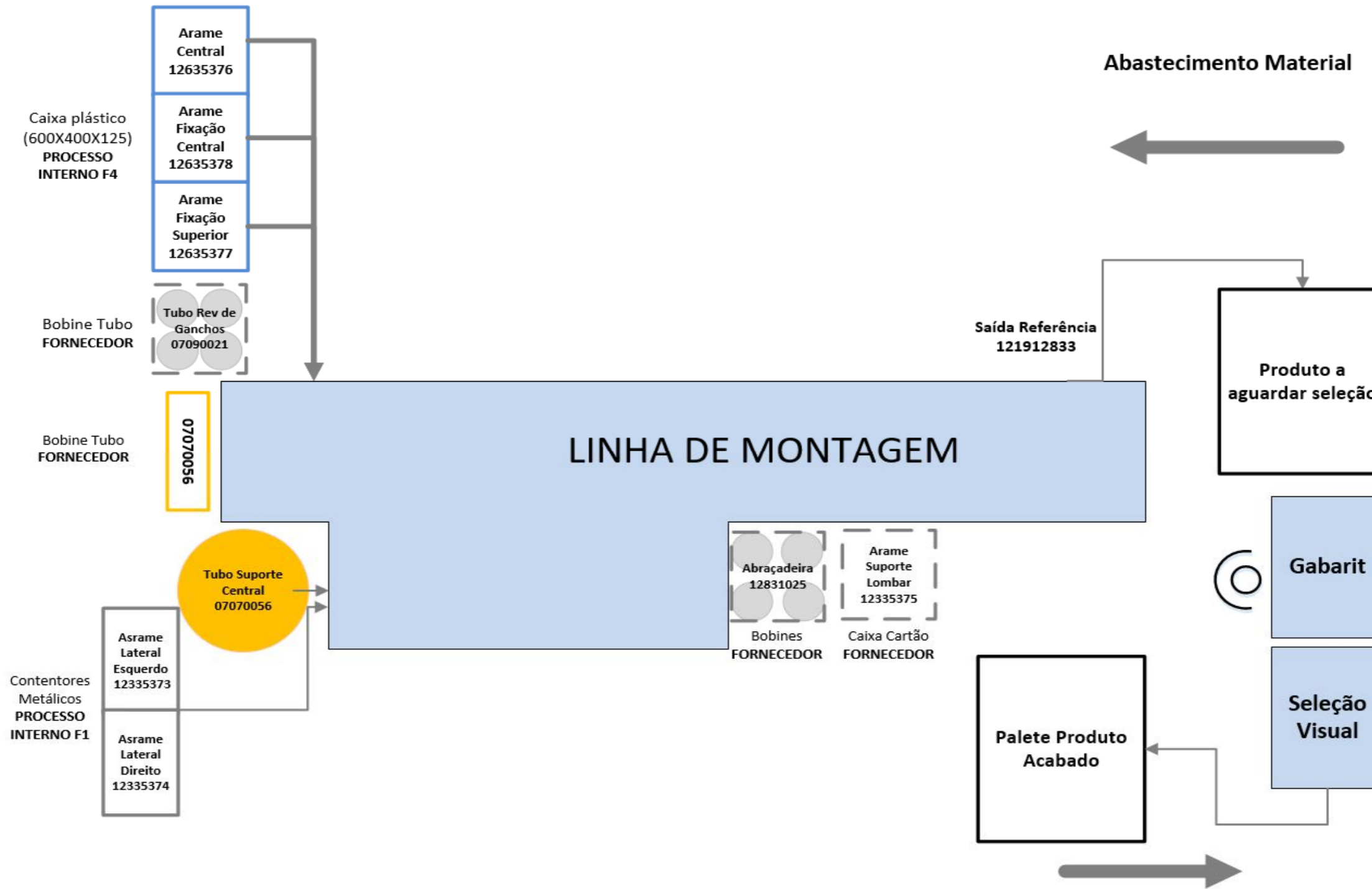


Abraçadeira	12831025
Tipo de embalagem	Bobine
Fornecedor	Legget & Platt
Dimensões Caixa	-
Peso Peça (kg)	-
Qtd/Bobine (unidades)	-
Nº de Bobines	3
Freq. Abastecimento	1 X Dia (3 turnos)



Tubo Rev. Ganchos	7090021
Tipo de embalagem	Bobine
Fornecedor	PR Plásticos
Dimensões Caixa	-
Peso Peça (kg)	0.003969
Qtd/Embalagem	600
Nº de Embalagens	4
Freq. Abastecimento (H)	1 X 2 em 2 Dias

6.2.2 *Layout IBK2 L2*




Legenda:


- Embalegem Componentes Internos (Processo Interno)
- Embalegem Componentes Compra (Fornecedores)


Date: _____ (dd/mm/yyyy)


Approved: _____ (SC Engineer)


Responsible: _____ (SC Technician)

	Arame Lateral Esquerdo 12335373
	Tipo de embalagem Contentor metálico
	Nº de Embalagens 1
	Qtd/Embalagem 3000
	Freq. Abastecimento (H) 1 X Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame Lateral Direito 12335374
	Tipo de embalagem Contentor metálico
	Nº de Embalagens 1
	Qtd/Embalagem 3000
	Freq. Abastecimento (H) 1 X Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame Central 12635376
	Tipo de embalagem Caixa Plástica
	Nº de Embalagens 7
	Qtd/Embalagem 1500
	Freq. Abastecimento (H) 1 x Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame Fixação superior 12635377
	Tipo de embalagem Caixa Plástica
	Nº de Embalagens 2
	Qtd/Embalagem 1500
	Freq. Abastecimento (H) 1 x Turno
	Movimentação Manual NOK

	Arame Fixação Central 12635378
	Tipo de embalagem Caixa Plástica
	Nº de Embalagens 2
	Qtd/Embalagem 1500
	Freq. Abastecimento (H) 1 x Turno
	Movimentação Manual NOK



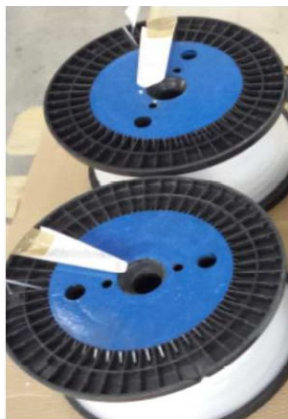
Arame Suporte Lombar
12335375
Tipo de embalagem
Caixa Cartão
Fornecedor
Sinflex
Dimensões Caixa
400 x 300 x 150
Peso Peça (kg)
0.04
Qtd/Embalagem
280
Nº de Embalagens
9
Freq. Abastecimento (H)
1 X Turno



Tubo Suporte Central
7070056
Tipo de embalagem
Bobine
Fornecedor
PR Plásticos
Dimensões Caixa
-
Peso Peça (kg)
-
Qtd/Bobine (m)
1000
Nº de Bobines
1
Freq. Abastecimento
1 X Turno

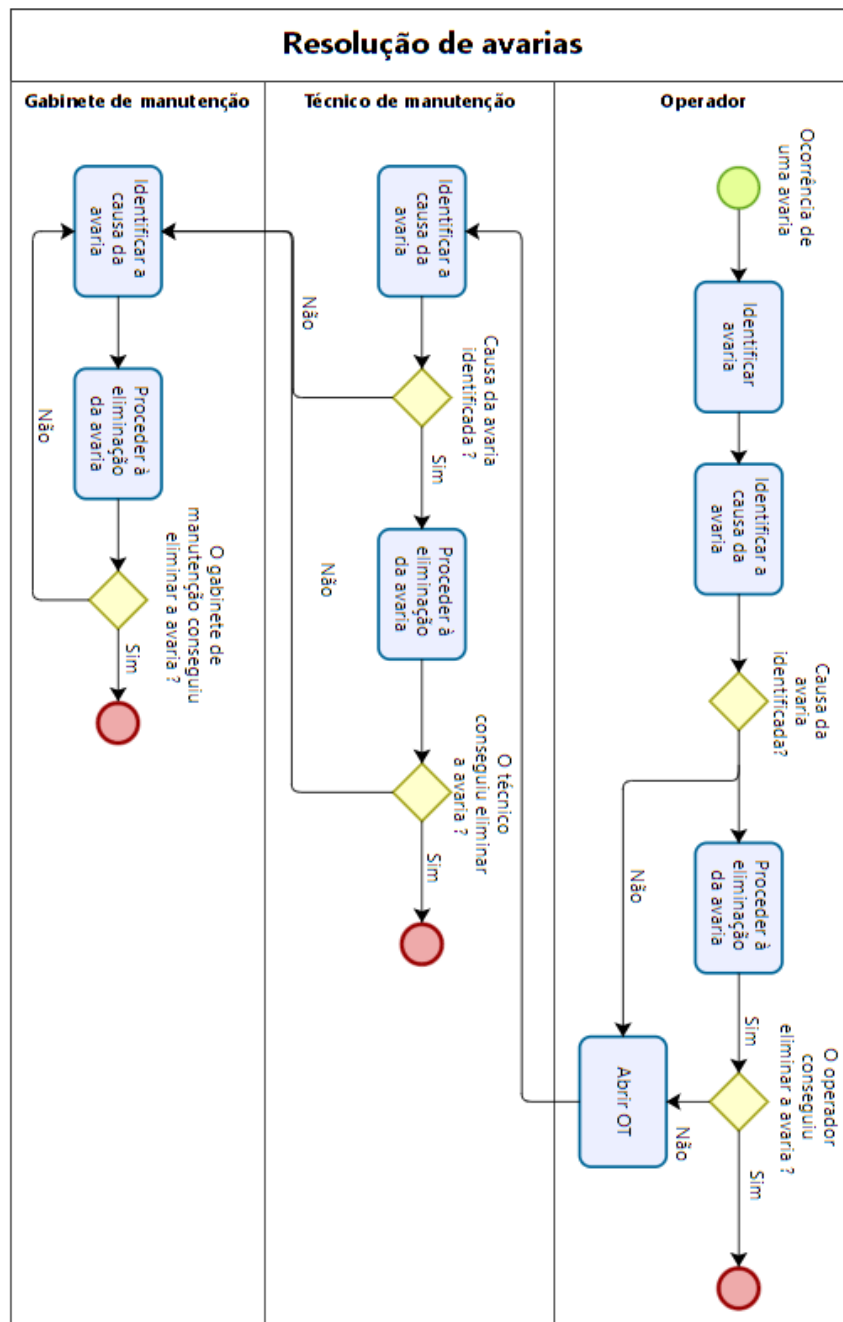


Abraçadeira
12831025
Tipo de embalagem
Bobine
Fornecedor
Legget & Platt
Dimensões Caixa
-
Peso Peça (kg)
-
Qtd/Bobine (unidades)
-
Nº de Bobines
3
Freq. Abastecimento
1 X Dia (3 turnos)



Tubo Rev. Ganchos
7090021
Tipo de embalagem
Bobine
Fornecedor
PR Plásticos
Dimensões Caixa
-
Peso Peça (kg)
0.003969
Qtd/Embalagem
600
Nº de Embalagens
4
Freq. Abastecimento (H)
1 X 2 em 2 Dias

6.3 Fluxograma de reparação de avarias

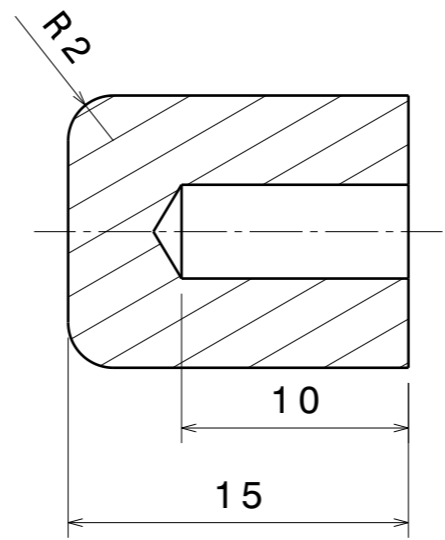
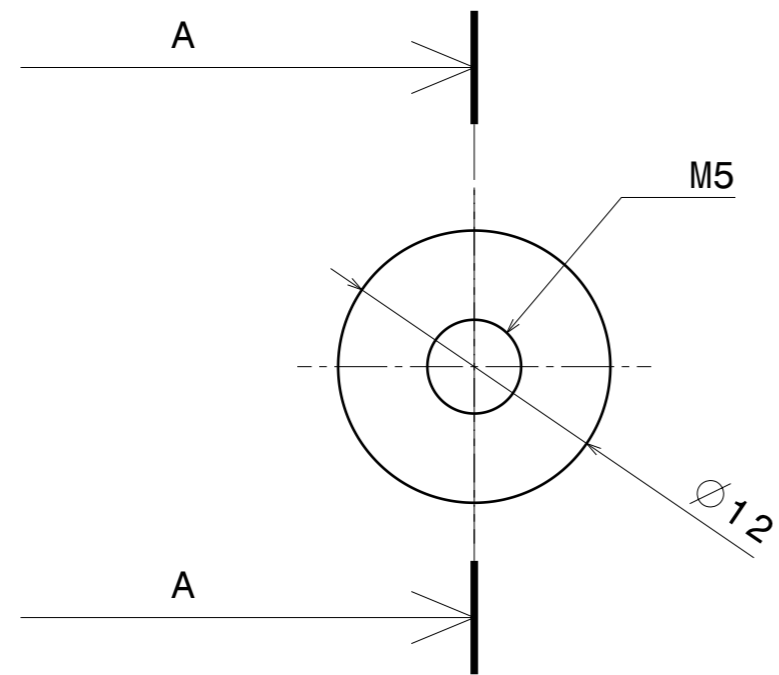
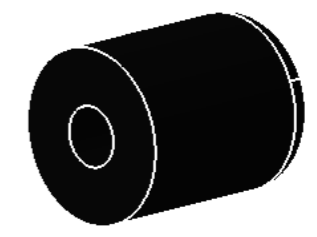


6.4 Componentes do agrafador

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

3.2 (0.8)

CATIA V5
 PROIBIDAS MODIFICAÇÕES MANUAIS
 FORBIDDEN MANUAL MODIFICATIONS

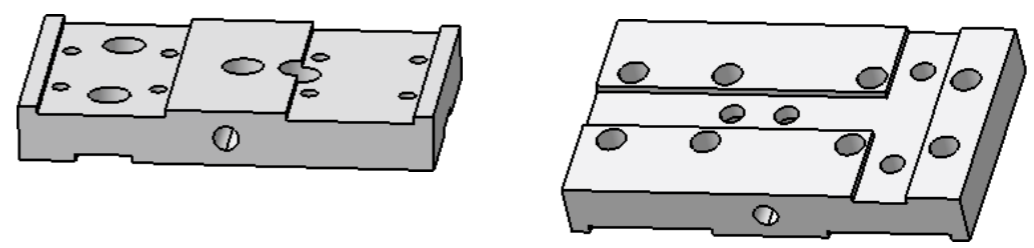


Aços	C	E					
	B	D					
TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ACABAMENTO : FINISH	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.	
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	5/1/2021	José P.	Aço Ck45		S/ Rebarbas
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED			QUANTIDADE : QUANTITY	TRATAMENTO : TREATMENT	***
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED			POS. CONJUNTO : ASSEMBLAGE POS.	MEDIDA EM BRUTO : BRUTE DIMENSION	FICOCABLES, Lda
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:		Nº Proj.	PROJECTO: PROJECT	*****	Fabrica de accesorios e equipamentos industriais
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILIMETERS				DENOMINAÇÃO DENOMINATION		*****	DEPARTAMENTO DEPARTEMENT :
						274-18-05403	Eng.ª Equipamentos e Manutenção

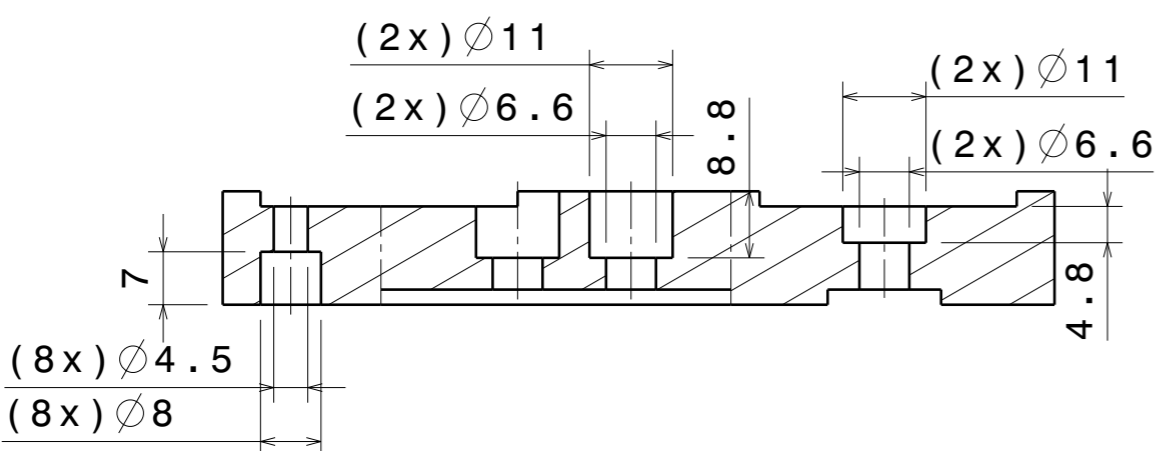
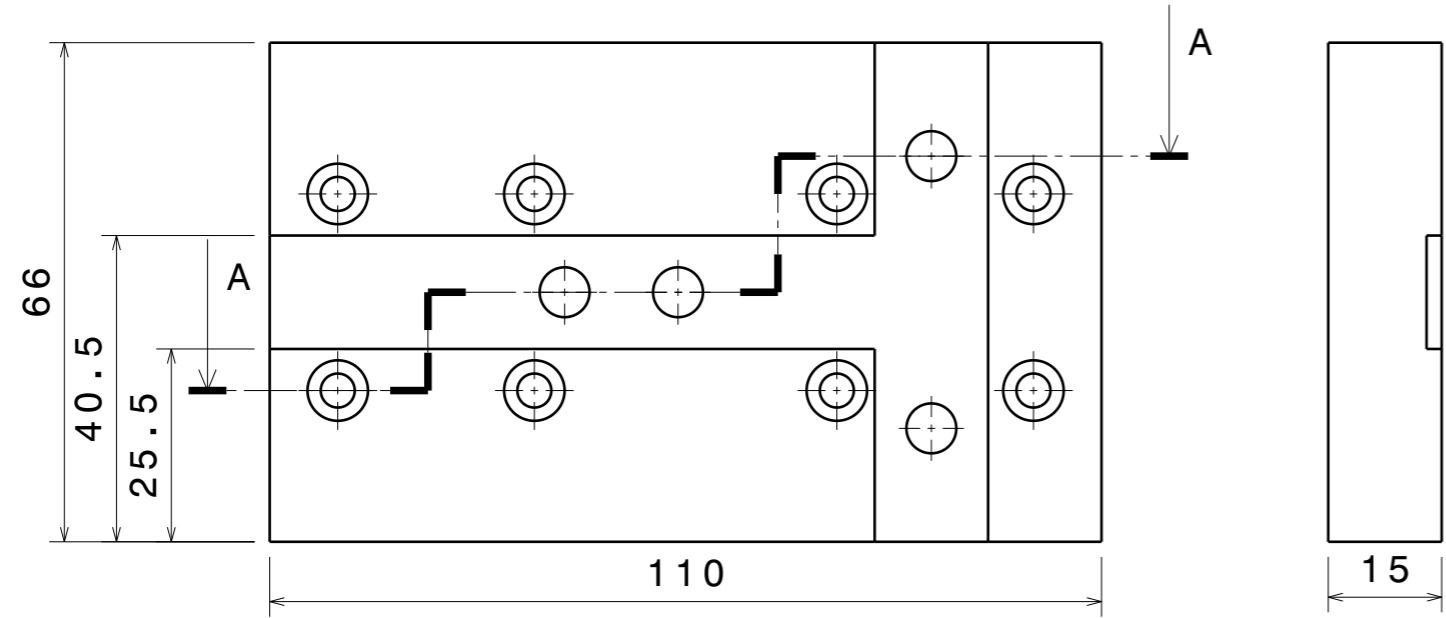
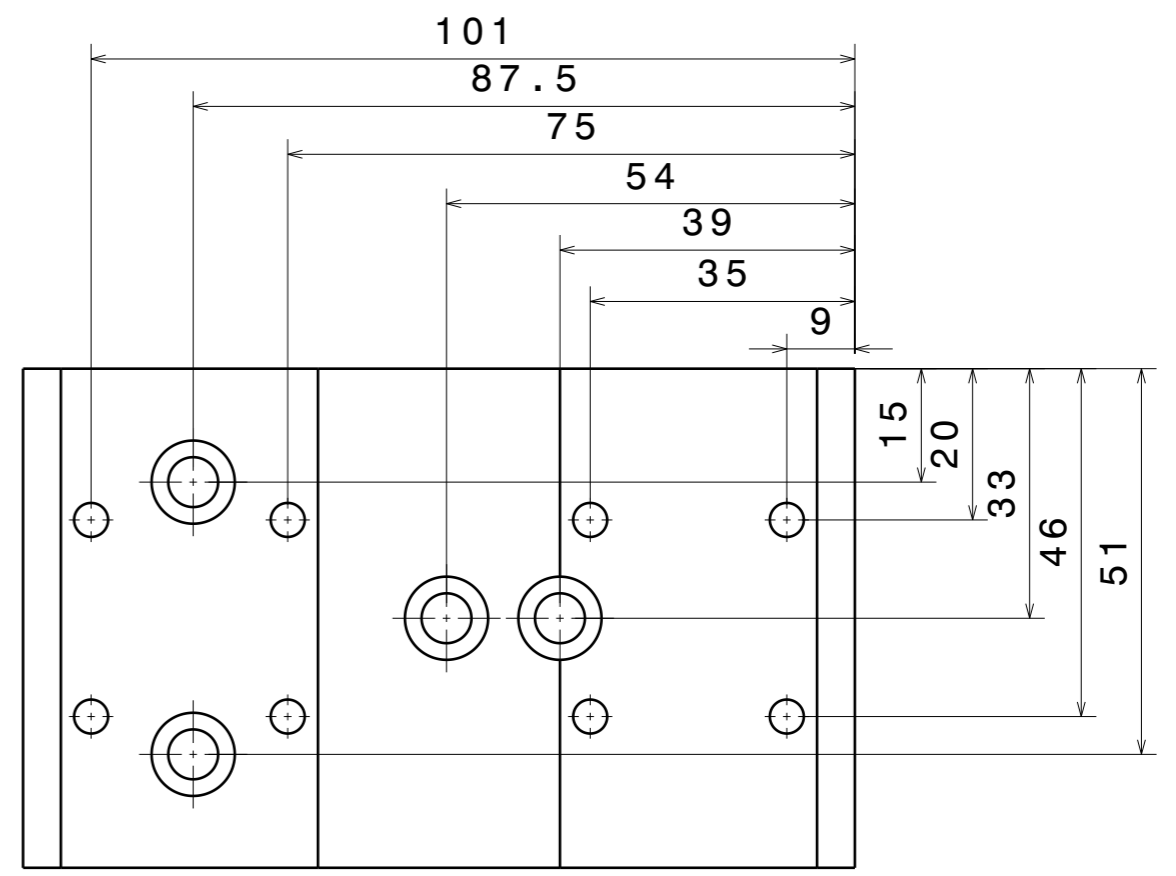
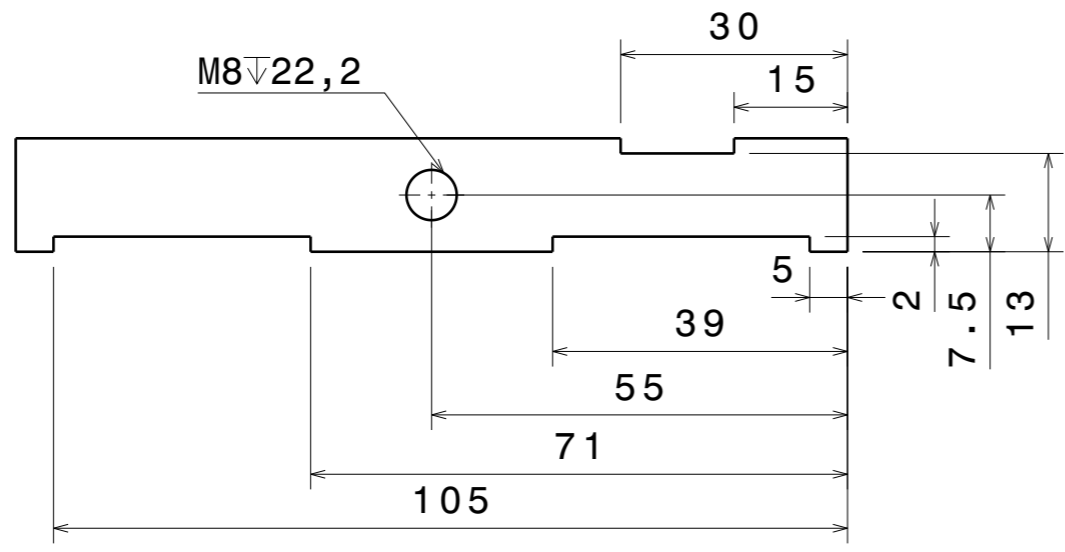
A3 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm A3

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

3.2 (0.8)



CATIA V5
PROIBIDAS MODIFICAÇÕES MANUAIS
FORBIDDEN MANUAL MODIFICATIONS



C		E	
B		D	
A		A	

TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ACABAMENTO : FINISH	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.	
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	5/1/2021	José P.	RL200	S/ Rebarbas	<p>Fabrica de accesorios e equipamentos industriais</p> <p>DEPARTAMENTO Eng.ª Equipamentos e Manutenção</p>
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED			QUANTIDADE : QUANTITY	TREATMENT : TREATMENT	
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED			POS.CONJUNTO : ASSEMBLAGE POS.	MEDIDA EM BRUTO : BRUTE DIMENSION	
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:		Nº Proj.	PROJECT: PROJECT	*****	
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS				DENOMINAÇÃO DENOMINATION		<p>274-18-05404</p> <p>A</p>	

M01610

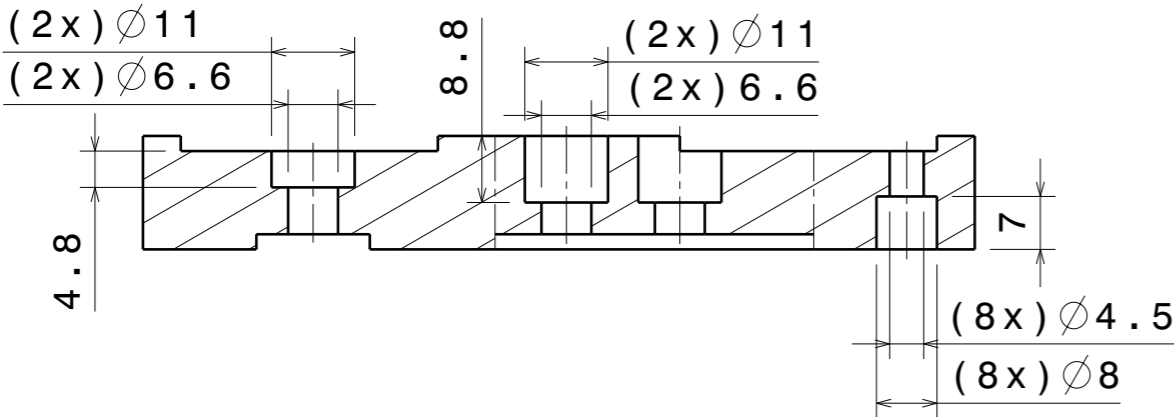
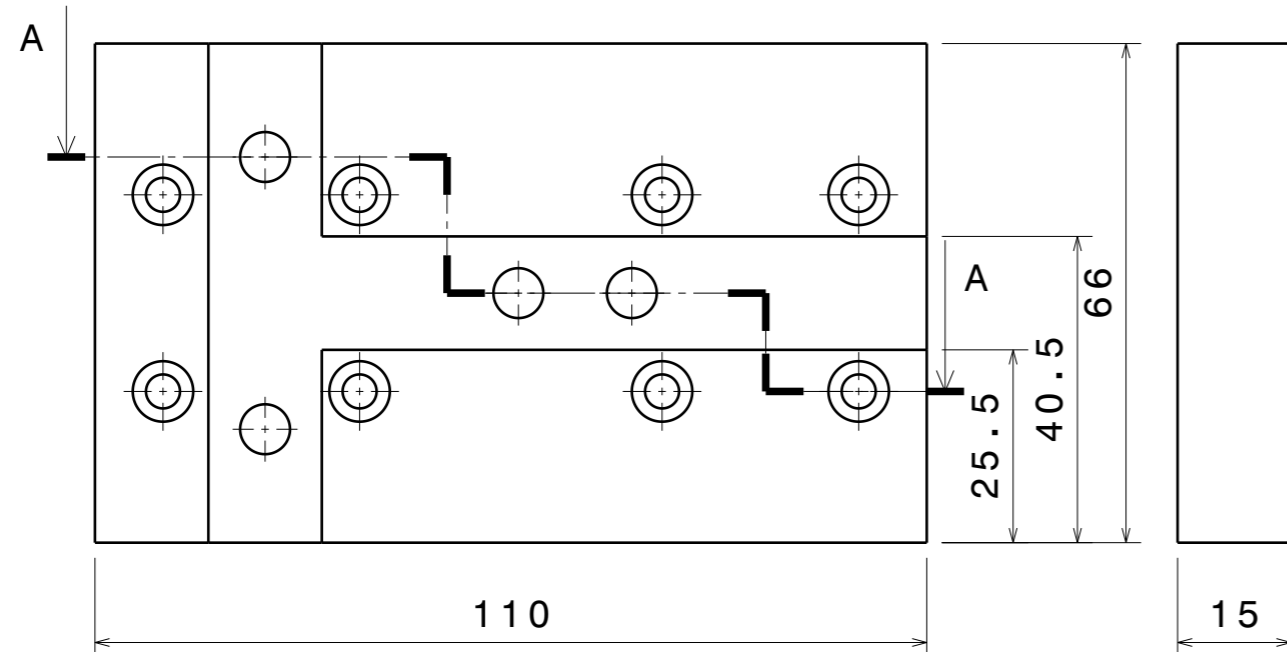
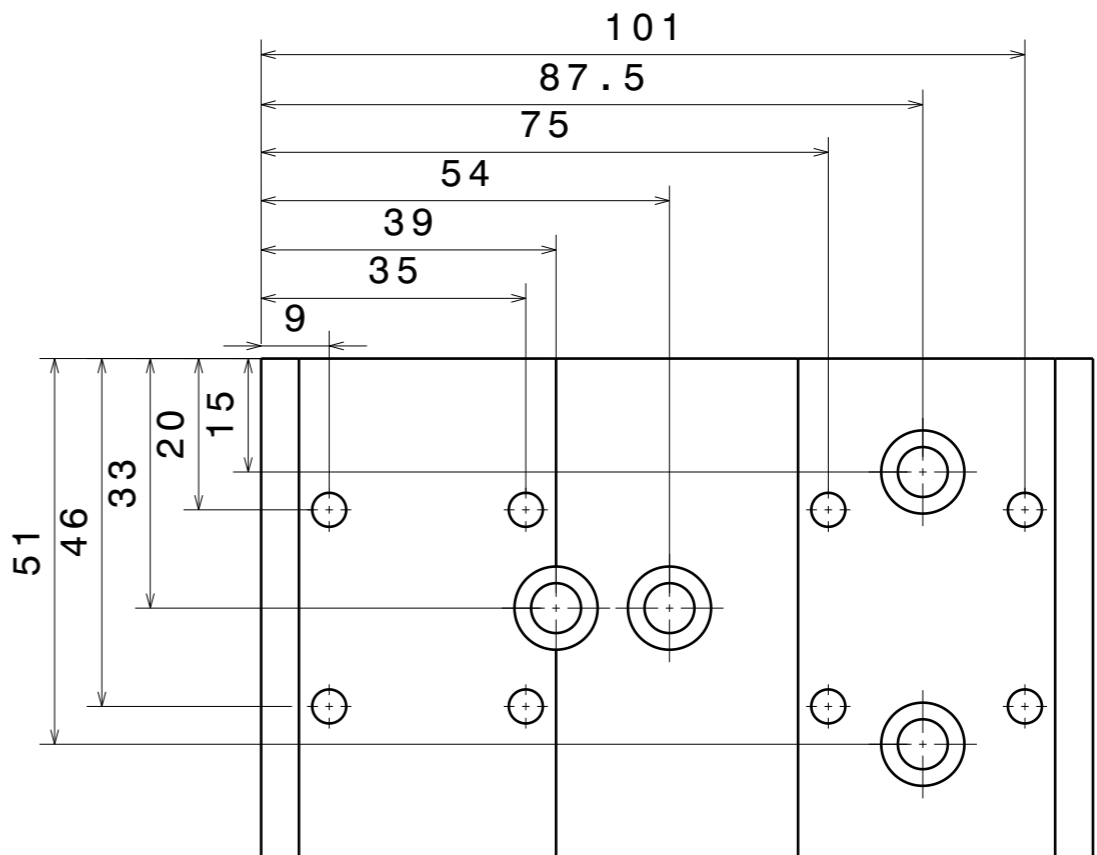
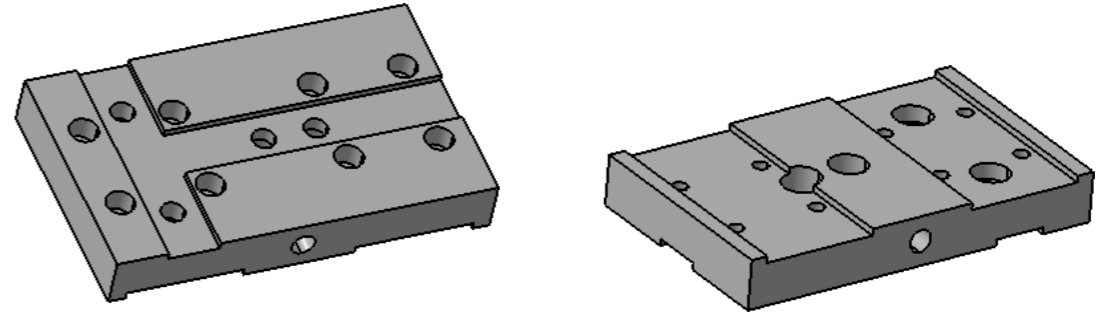
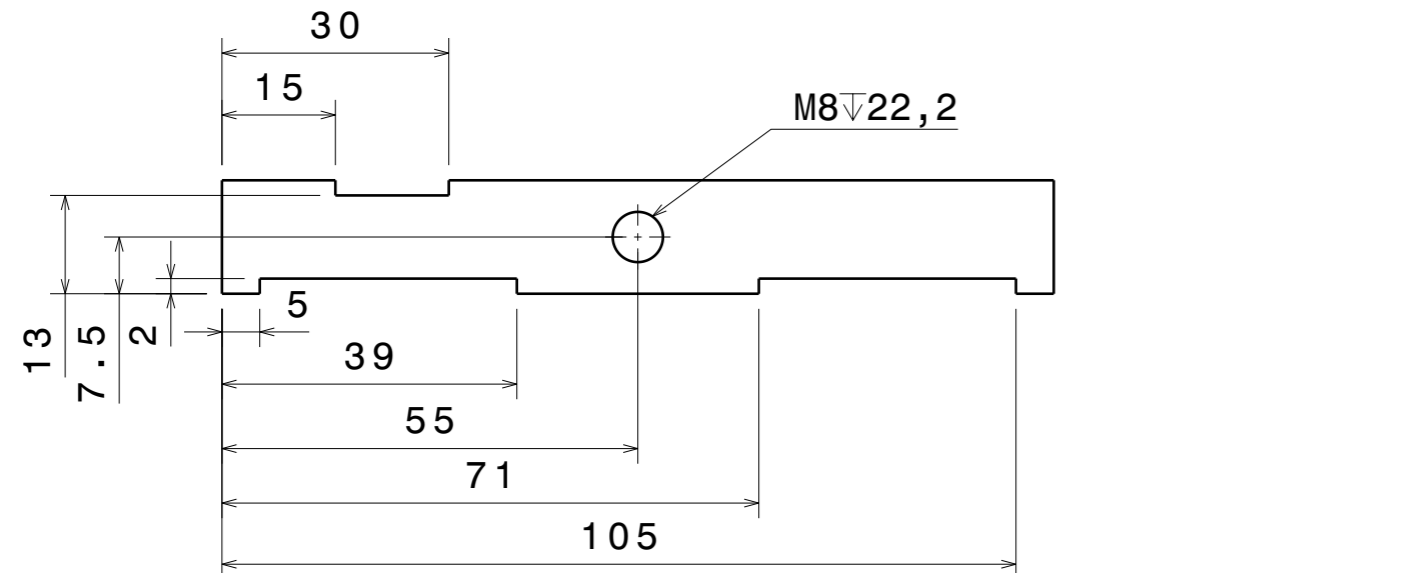
A3 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

CATIA V5



3.2 (0.8)



TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ACABAMENTO : FINISH	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	José P.	RL200	S/ Rebarbas	
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED		QUANTIDADE : QUANTITY	TRATAMENTO : TREATMENT	FICOCABLES, LDA Fabrica de accesorios e equipamentos industriais
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED		POS. CONJUNTO : ASSEMBLAGE POS.	MECIDA EM BRUTO : BRUTE DIMENSION	
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:	Nº Proj.	PROJECTO: PROJECT	*****	DEPARTAMENTO DEPARTEMEN
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILIMETERS		DENOMINAÇÃO DENOMINATION		*****		274-18-03404 MIR

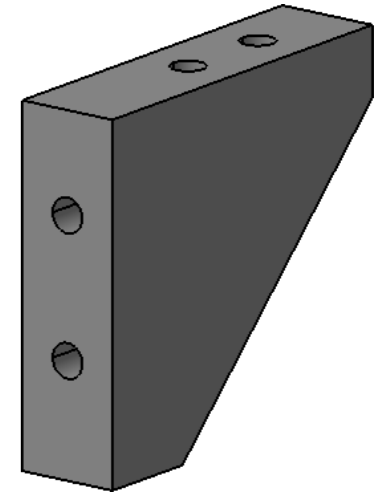
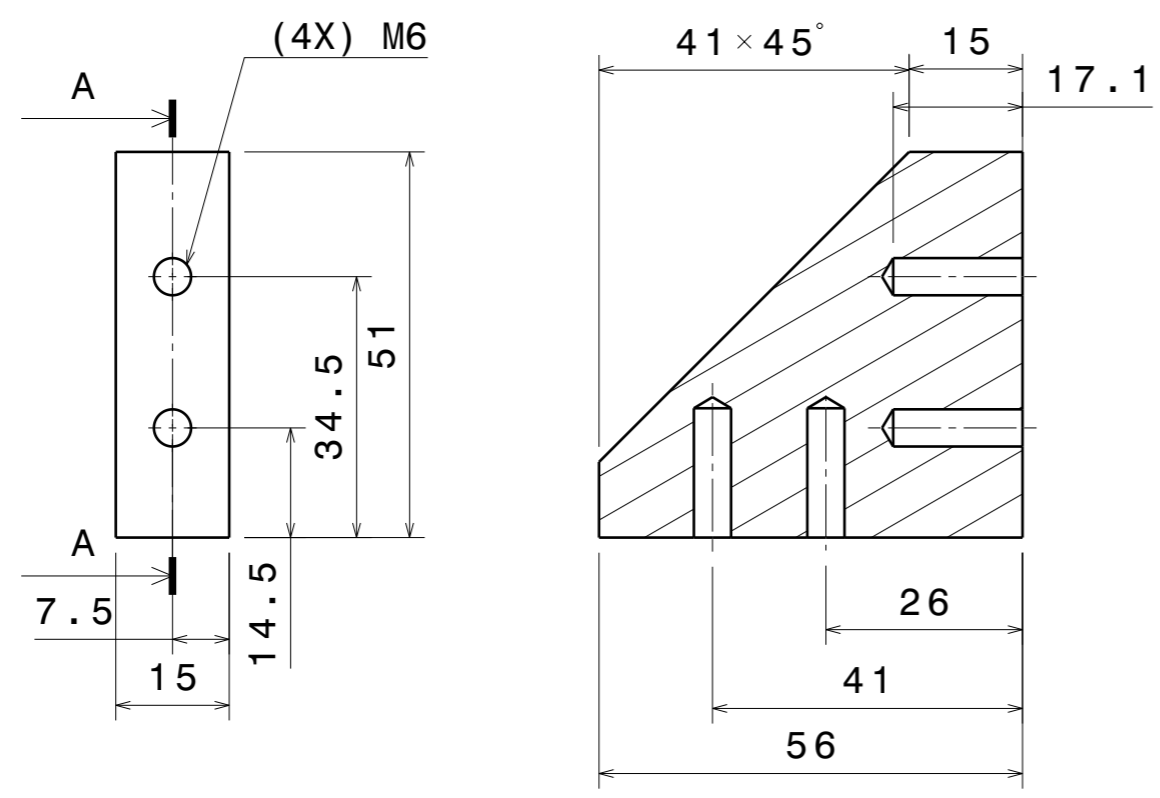
M01610

A3 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm A3

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

3.2 (0.8)

CATIA V5
 PROIBIDAS MODIFICAÇÕES MANUAIS
 FORBIDDEN MANUAL MODIFICATIONS



C		E	
B		D	
TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	MATERIAL : MATERIAL
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED	DUREZA : HARDNESS
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED	ACABAMENTO : FINISH
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE	MATERIAL : Aço Ck45
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS		DENOMINAÇÃO DENOMINATION	
		DEPARTAMENTO DEPARTEMENT	
		ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.	
		FICOCABLES, LDA Fabrica de accorios e equipamentos industriais	
		DEPARTAMENTO DEPARTAMENT	
		Eng.ª Equipamentos e Manutenção	
		274-18-05408	
		A	

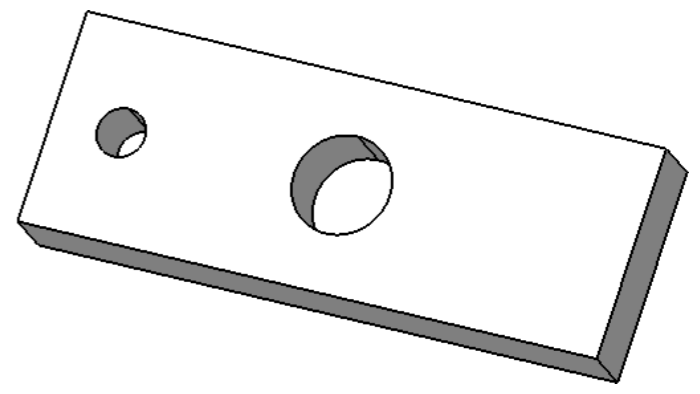
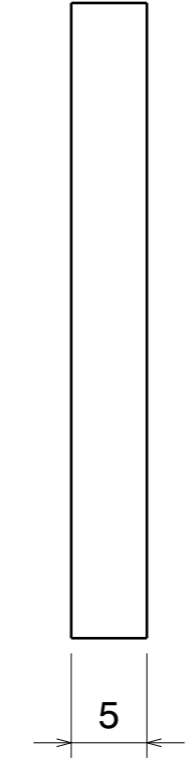
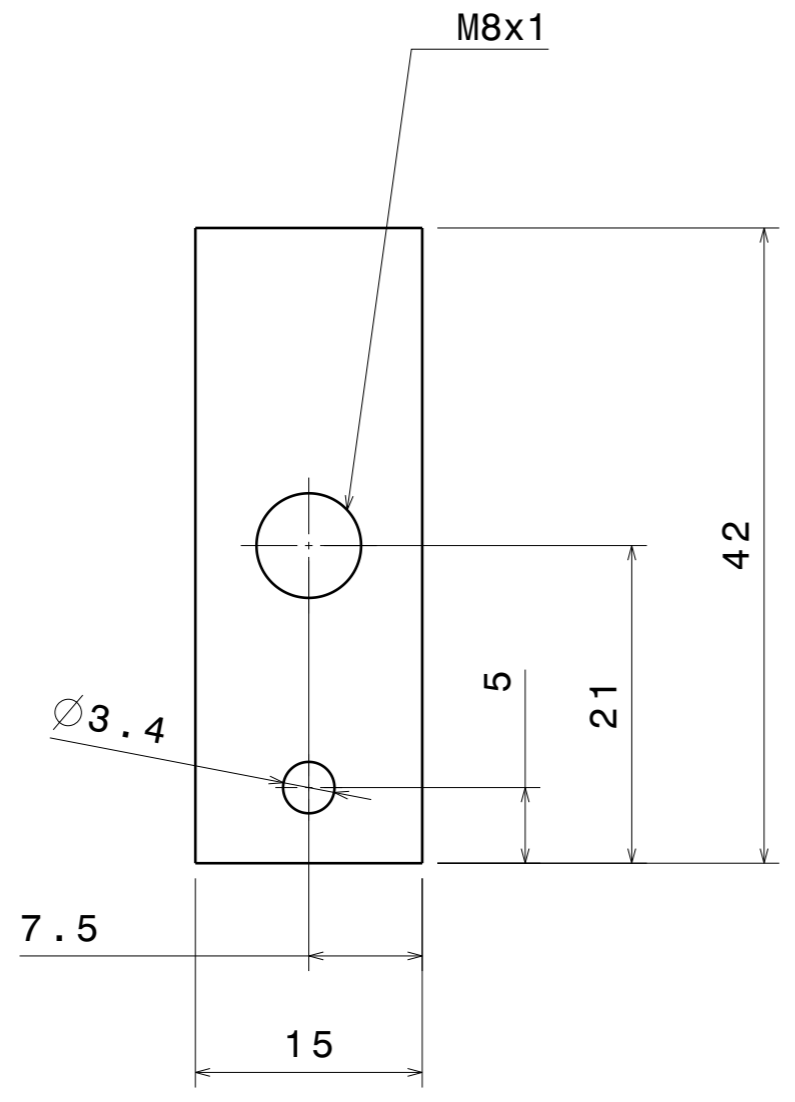
M01610

A3 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

3.2 (0.8)

CATIA V5
 PROIBIDAS MODIFICAÇÕES MANUAIS
 FORBIDDEN MANUAL MODIFICATIONS

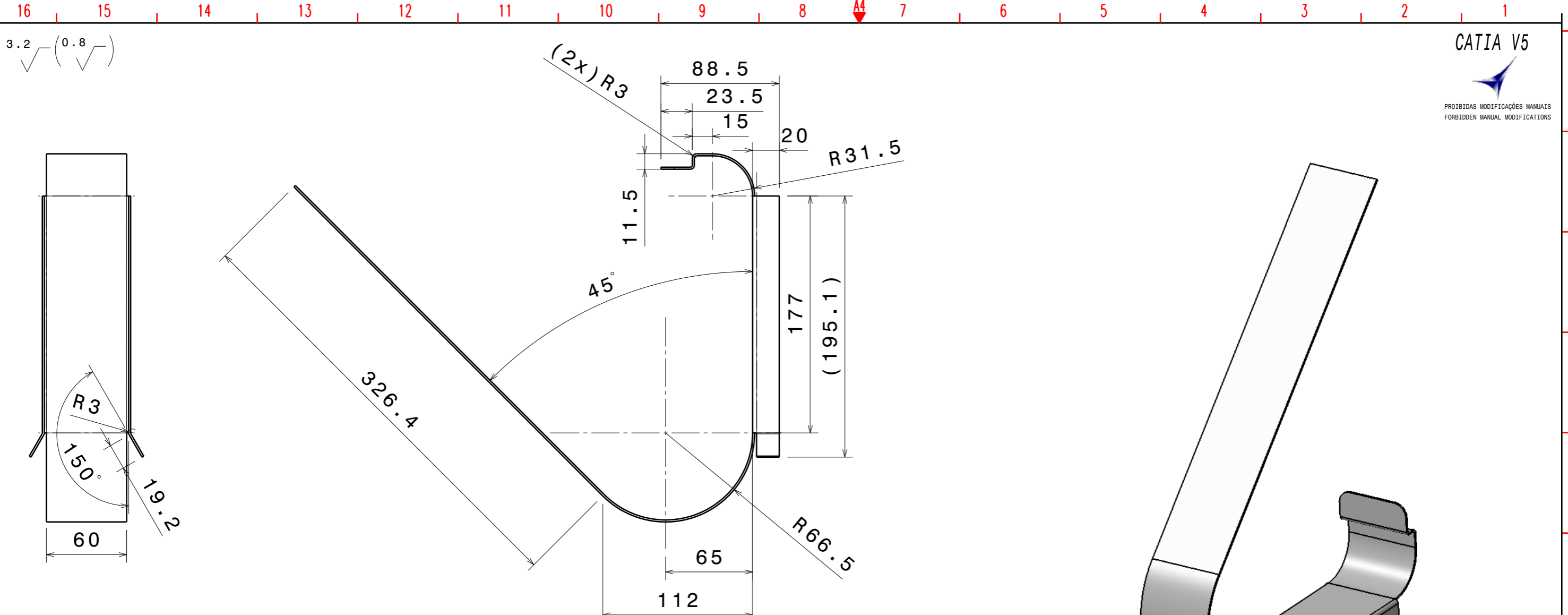


C		E	
B		D	
A		A	

TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.	
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	5/1/2021	José P.	Aço Ck45	
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED			DUREZA : HARDNESS	ACABAMENTO : FINISH S/ Rebarbas
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED			QUANTIDADE : QUANTITY	TRATAMENTO : TREATMENT ***
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:		Nº Proj.	POS. CONJUNTO : ASSEMBLAGE POS.	MEDIDA EM BRUTO : BRUTE DIMENSION
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILIMETERS				DENOMINAÇÃO DENOMINATION		DEPARTAMENTO DEPARTEMENT
				*****		Eng.ª Equipamentos e Manutenção
						274-18-05409
						A

M01610

A3 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm A3



TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	José P.	Chapa INOX 2 mm	FICOCABLES, LDA Fabrica de accesorios e equipamentos industriais DEPARTAMENTO Eng.ª Equipamentos e Manutenção
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED		DUREZA : HARDNESS	
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED		ACABAMENTO : FINISH	
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:	Nº Proj.	QUANTIDADE : QUANTITY	
				TREATMENT : TREATMENT	
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILIMETERS				DENOMINAÇÃO DENOMINATION	274-18-05410 A

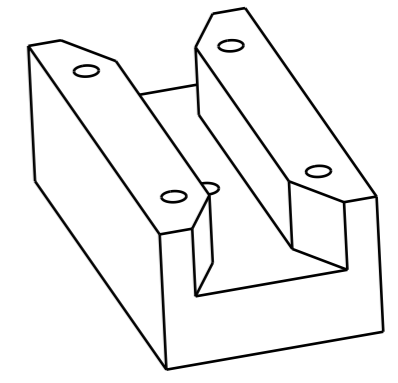
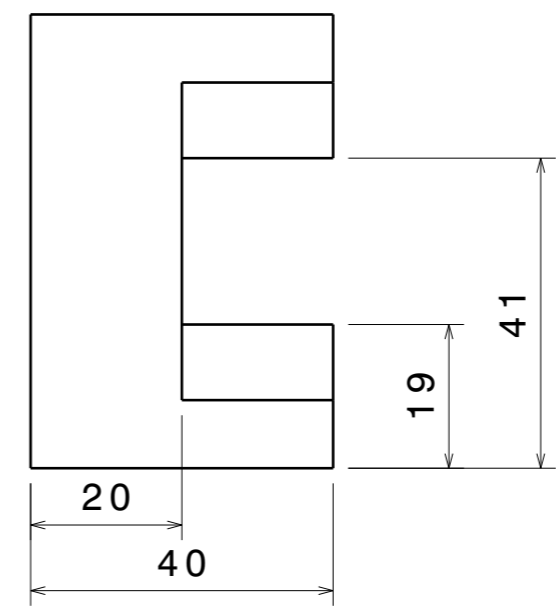
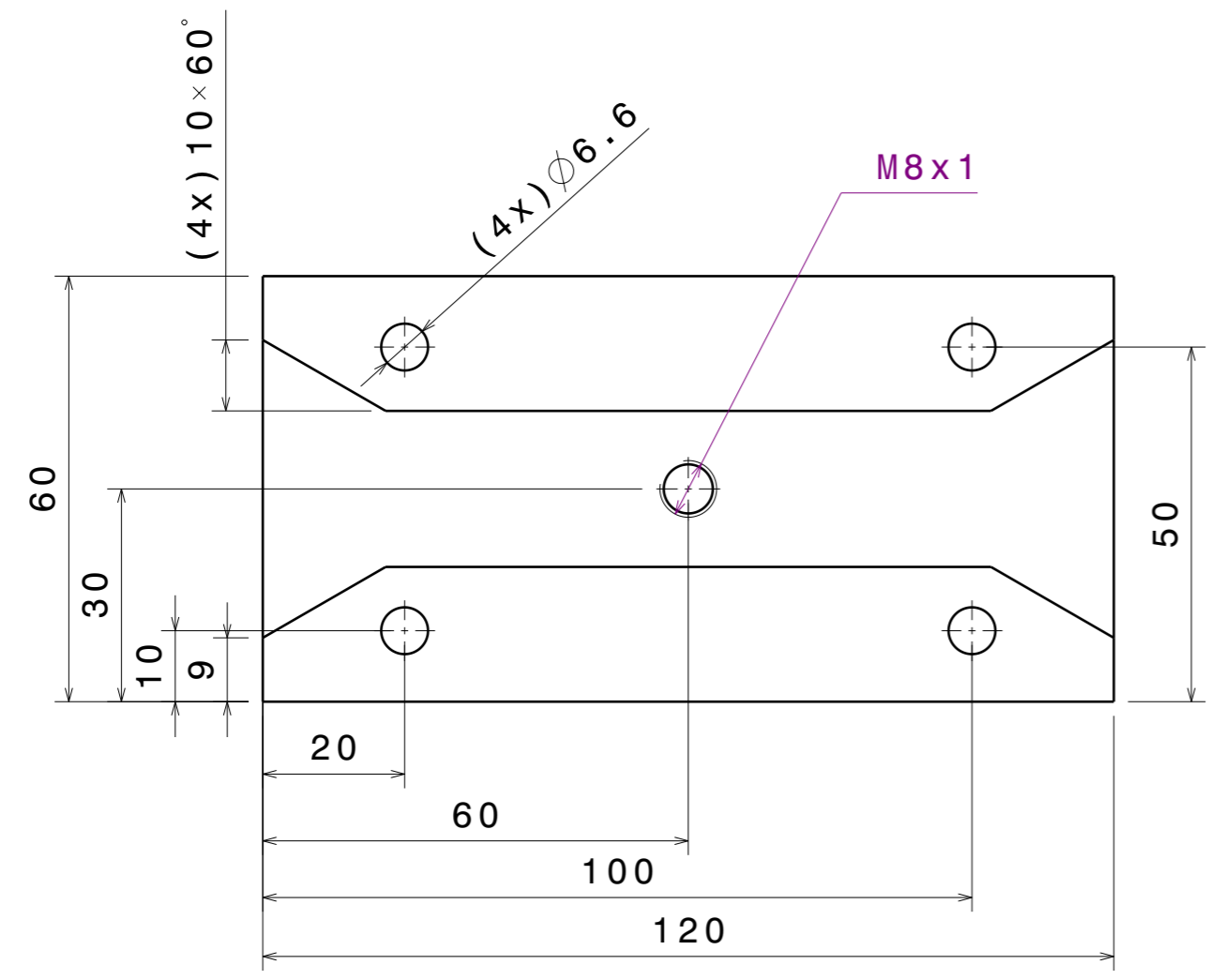
A3 M01610

A3 25 mm

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

3.2 (0.8)

CATIA V5
 PROIBIDAS MODIFICAÇÕES MANUAIS
 FORBIDDEN MANUAL MODIFICATIONS



C	E
B	D

TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ACABAMENTO : FINISH	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.	
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	5/1/2021	José P.	Nylon	S/ Rebarbas	FICOCABLES, LDA Fabrica de accesorios e equipamentos industriais
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED			QUANTIDADE : QUANTITY	TRATAMENTO : TREATMENT	
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED			POS. CONJUNTO : ASSEMBLAGE POS.	MEDIDA EM BRUTO : BRUTE DIMENSION	DEPARTAMENTO DEPARTEMENT
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:		Nº Proj.	PROJECT: PROJECT	*****	Eng.ª Equipamentos e Manutenção
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILIMETERS		DENOMINAÇÃO DENOMINATION		*****		274-18-05412	A

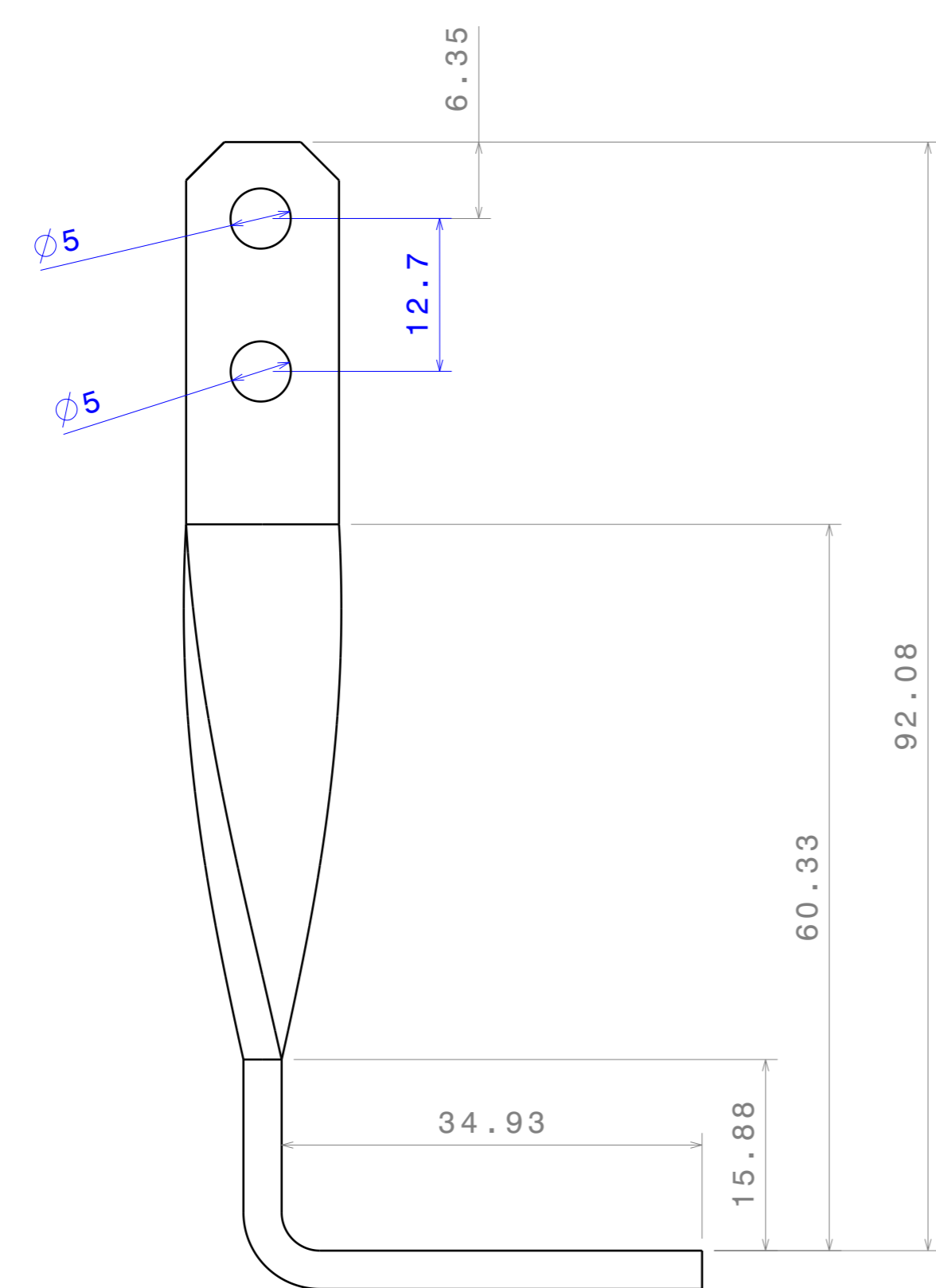
M01610

A3 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm A3

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

3.2 (0.8)

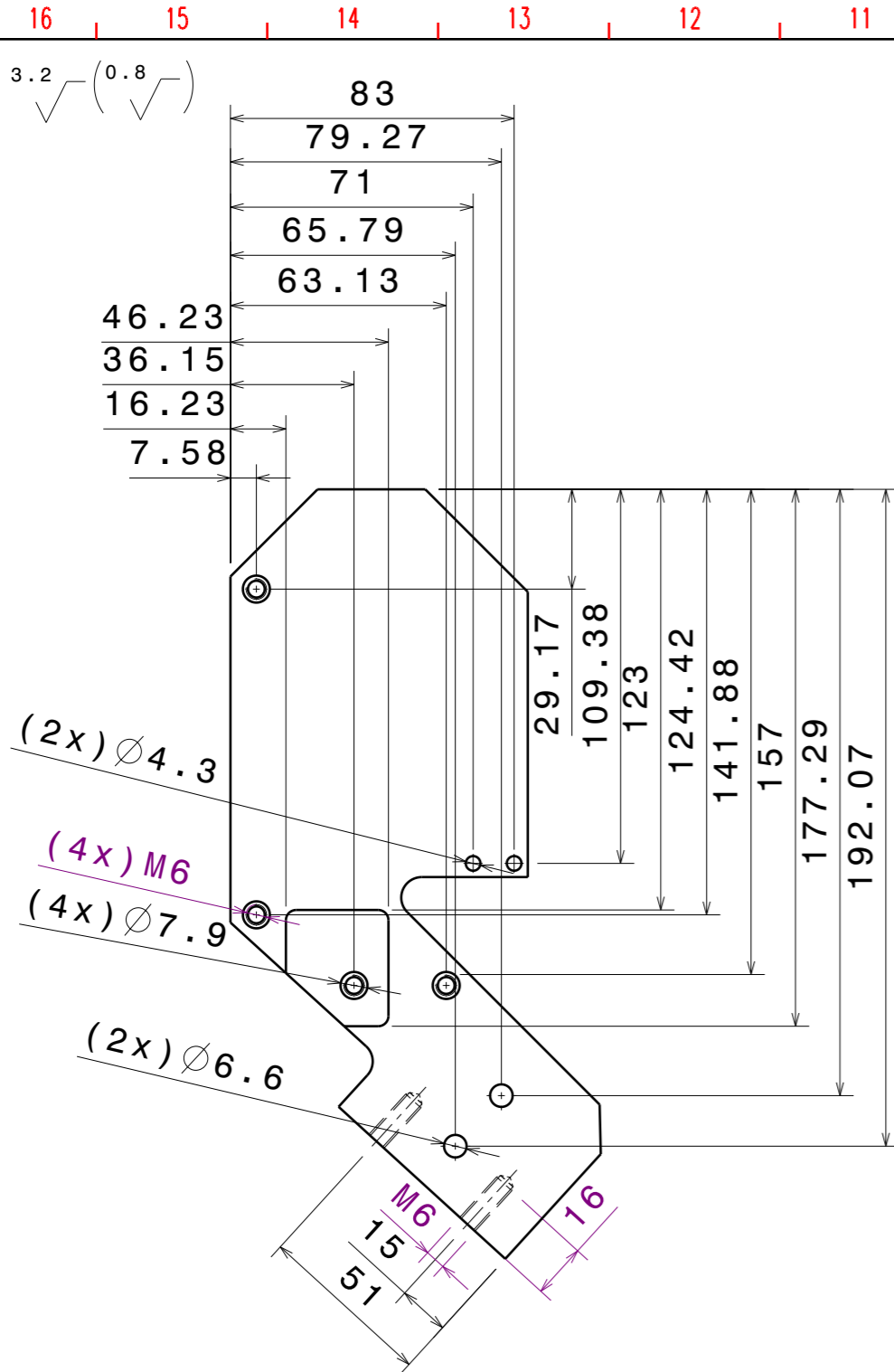
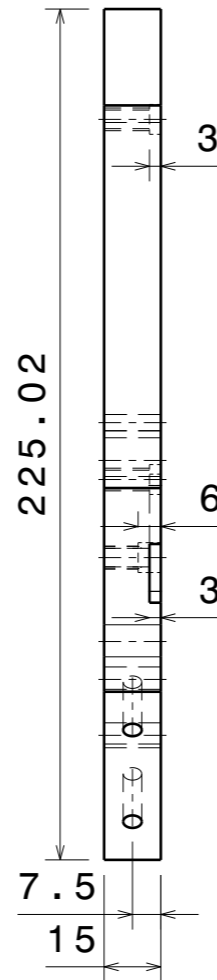
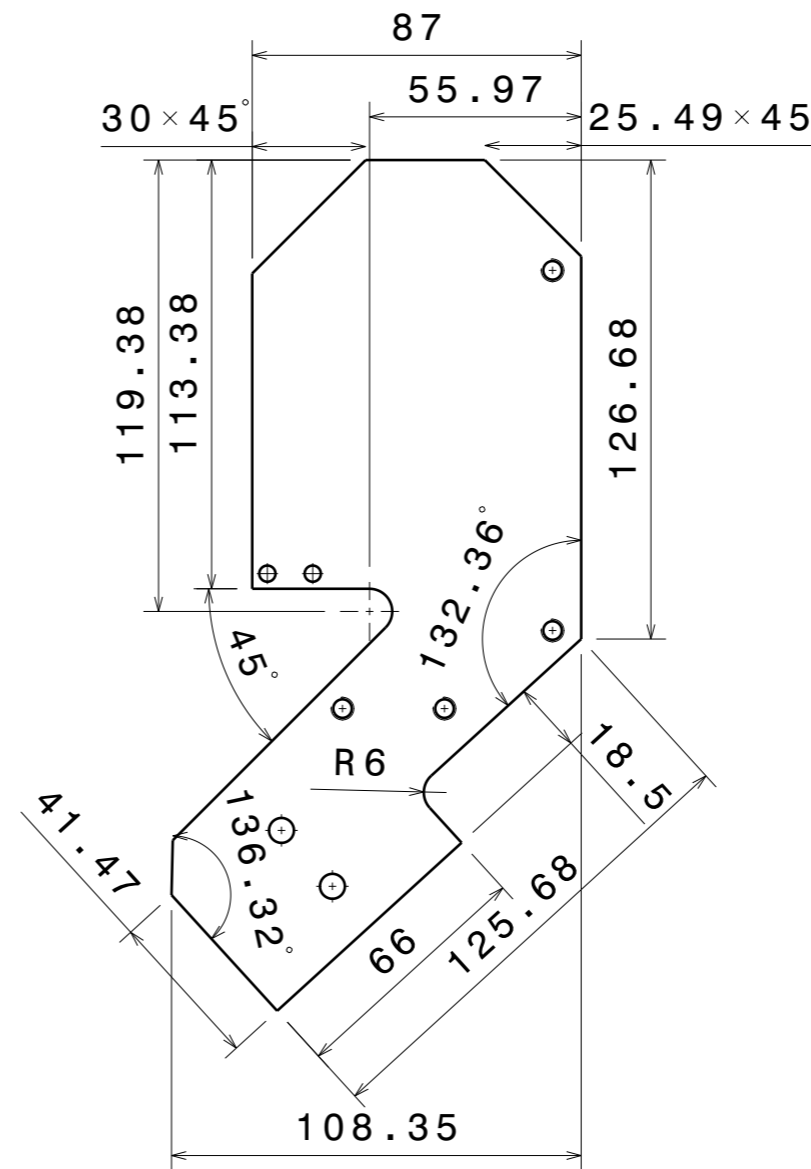
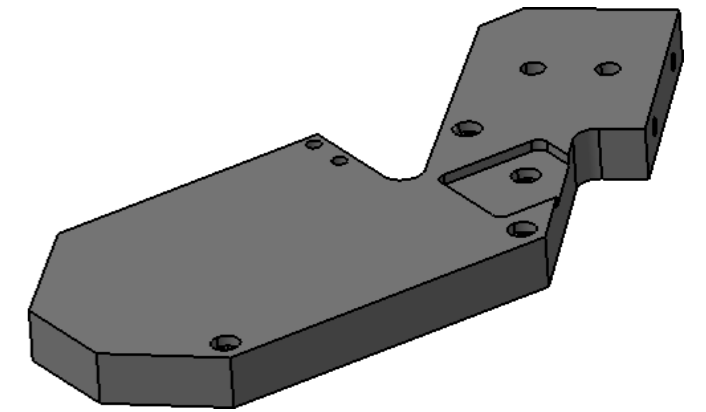
CATIA V5
 PROIBIDAS MODIFICAÇÕES MANUAIS
 FORBIDDEN MANUAL MODIFICATIONS



TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.	
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	09/12/2020	Bruno P.	Barra de Aço 12x5	
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED			ACABAMENTO : FINISH	S/ Rebarbas
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED			QUANTIDADE : QUANTITY	1
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:		Nº Proj.	TRATAMENTO : TREATMENT	***
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILIMETERS		DENOMINAÇÃO DENOMINATION		PROJECTO: PROJECT		DEPARTAMENTO DEPARTEMENT
		suporte da guia de agrafos		Pistolas de agrafos		FABRICA DE ACCESORIOS E EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS Eng.ª Equipamentos e Manutenção
				PMDSUP0827		A

M01610

A3 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm A3



TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ACABAMENTO : FINISH	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.	
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	José P.	RL200	S/ Rebarbas	FICOCABLES, LDA	
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED		QUANTIDADE : QUANTITY	TREATAMENTO : TREATMENT	Fabrica de accesorios e equipamentos industriais	
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED		POS. CONJUNTO : ASSEMBLAGE POS.	MEDIDA EM BRUTO : BRUTE DIMENSION	DEPARTAMENTO DEPARTEMENT : Eng.ª Equipamentos e Manutenção	
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:	Nº Proj.	PROJECTO: PROJECT	IBK2	274-18-05401	
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS		DENOMINAÇÃO DENOMINATION		Base de pisola de agraços		A	

M016/0

A3

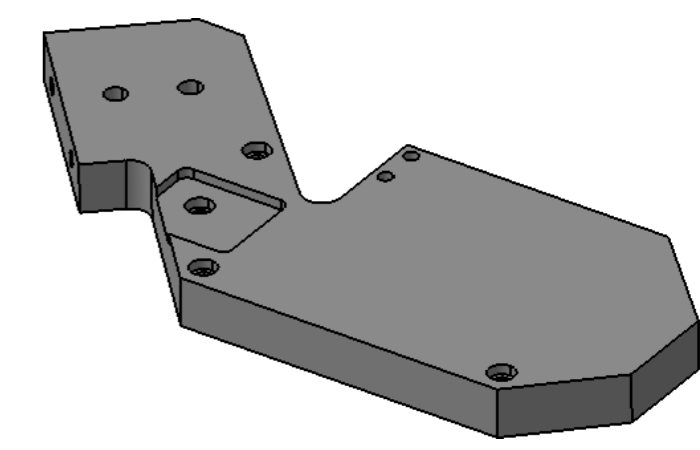
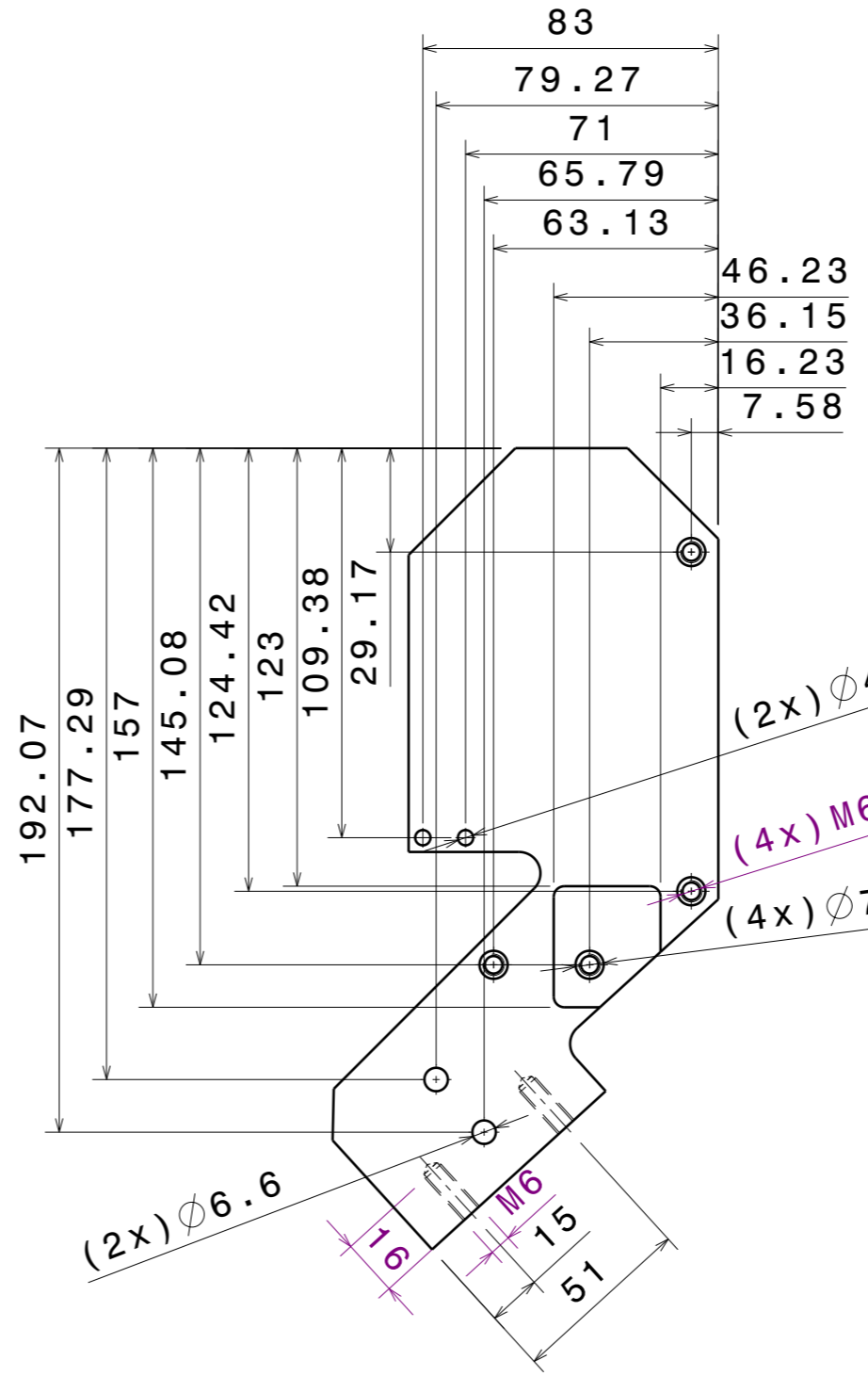
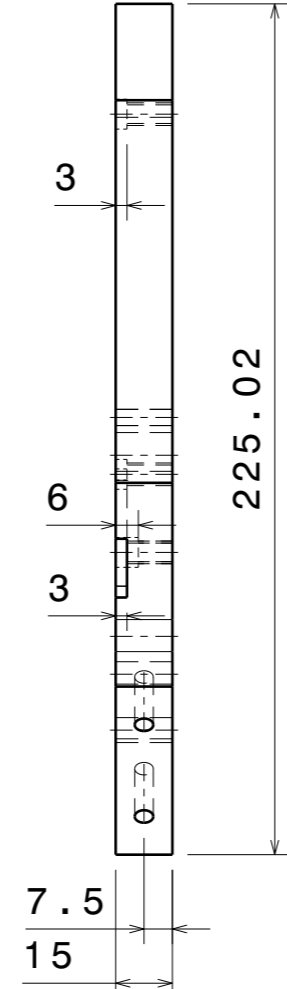
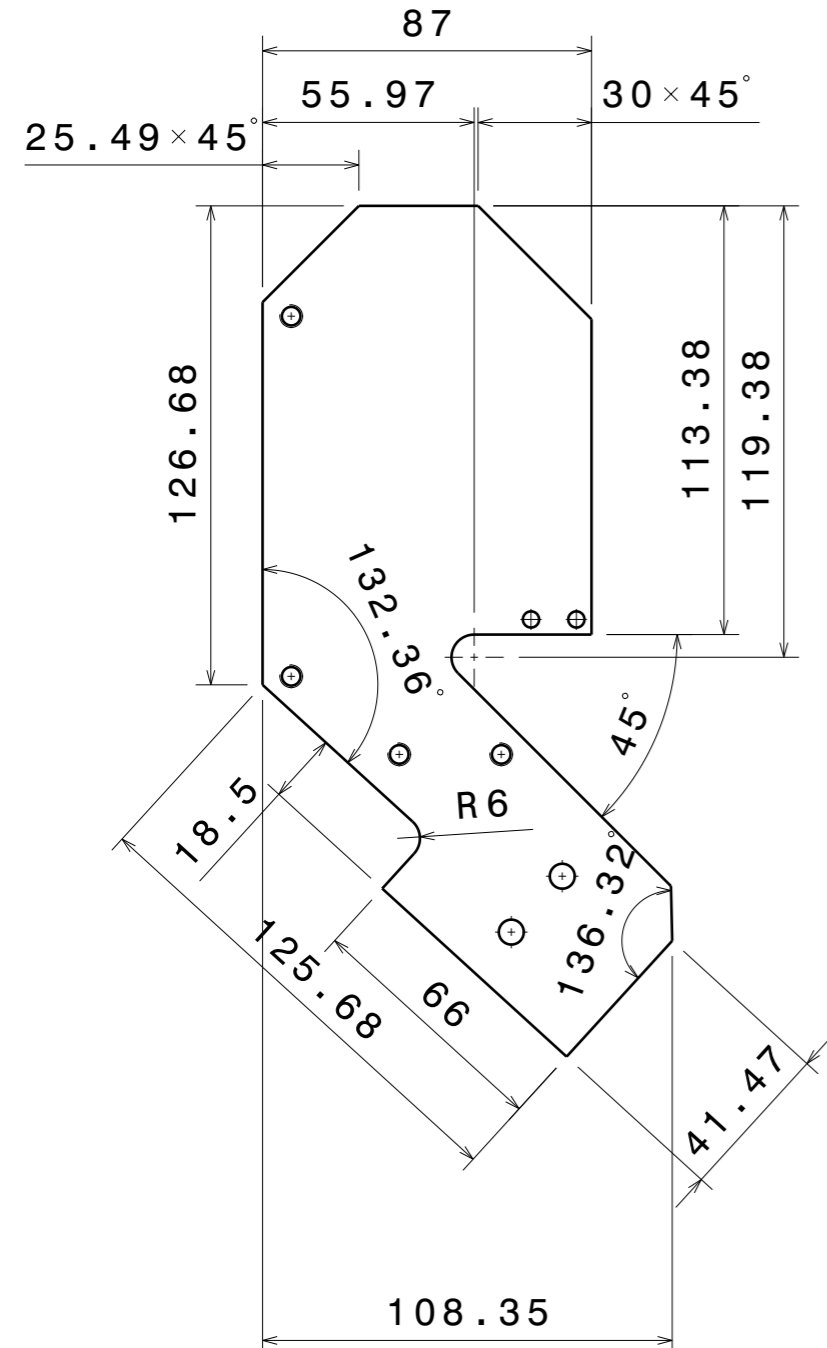
A3

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

CATIA V5



3.2 (0.8)



TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ACABAMENTO : FINISH	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.	
LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	José P.	RL200	S/ Rebarbas	FICOCABLES, LDA	
ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED		QUANTIDADE : QUANTITY	TREATMENT : TREATMENT	Fabrica de accesorios e equipamentos industriais	
ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED		POS. CONJUNTO : ASSEMBLAGE POS.	MEDIDA EM BRUTO : BRUTE DIMENSION	DEPARTAMENTO DEPARTEMENT : Eng.ª Equipamentos e Manutenção	
ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:	Nº Proj.	PROJECTO: PROJECT	IBK2	274-18-05401MIR	
TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS		DENOMINAÇÃO DENOMINATION		*****		A	

M01610

A3

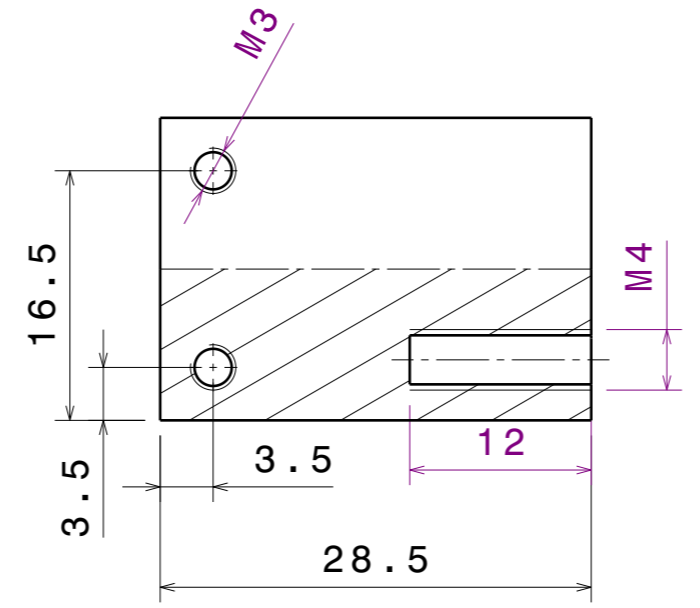
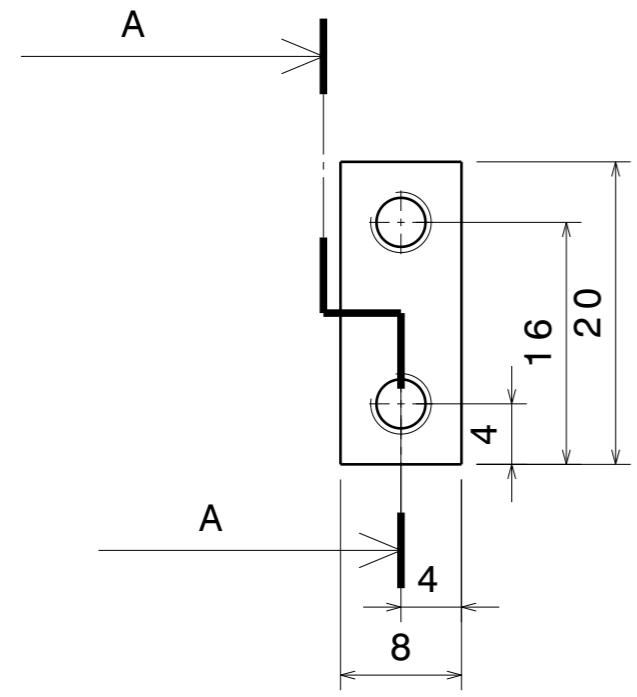
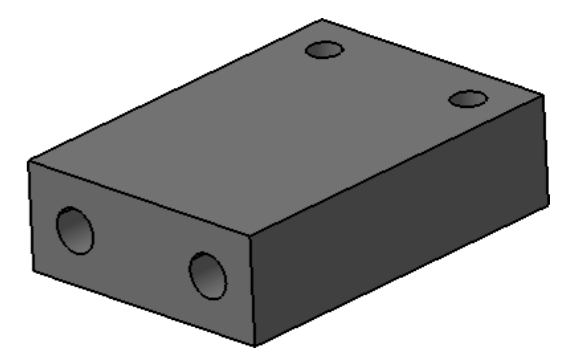
16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm

A3

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

3.2 (0.8)

CATIA V5
 PROIBIDAS MODIFICAÇÕES MANUAIS
 FORBIDDEN MANUAL MODIFICATIONS



A3	M01610	A	B	C	E	D	B	25 mm	A	TOLERANCIAS GERAIS GENERAL TOLERANCES		DATA DATE	NOME NAME	MATERIAL : MATERIAL	ESTE DESENHO E PROPRIEDADE DA FICOCABLES Lda, TODOS OS DIREITOS DE PROPRIEDADE NOS ESTAO RESERVADOS . E PROIBIDO COPIAR OU DEIXAR EM PODER DE TERCEIROS SEM NOSSA PERMISSAO ESCRITA.					
										LINEARES LINEAR	±0.1	DESENHADO DRAWN	5/1/2021	José P.	Aço Ck45	ACABAMENTO : FINISH		S/ Rebarbas	FICOCABLES, LDA	
										ANGULARES ANGULAR	±1°	VISTO CHECKED			QUANTIDADE : QUANTITY	1	TRATAMENTO : TREATMENT	***	Fabrica de accorios e equipamentos industriais	
										ROSCAS THREAD	H7	APROVADO APPROVED			POS. CONJUNTO : ASSEMBLAGE POS.		MEDIDA EM BRUTO : BRUTE DIMENSION		DEPARTAMENTO DEPARTEMENT : Eng.ª Equipamentos e Manutenção	
										ESCALA Scale	1:1	SUBSTITUI: REPLACE:		Nº Proj.	PROJECTO: PROJECT	*****			274-18-05402	
										TODAS AS DIMENSOES EM MILIMETROS ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS		DENOMINAÇÃO DENOMINATION		*****				A		

16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 25 mm

6.5 *Kit de sopro*

6.5.1 *Desenhos 2D do kit de sopro IBK2 L1*

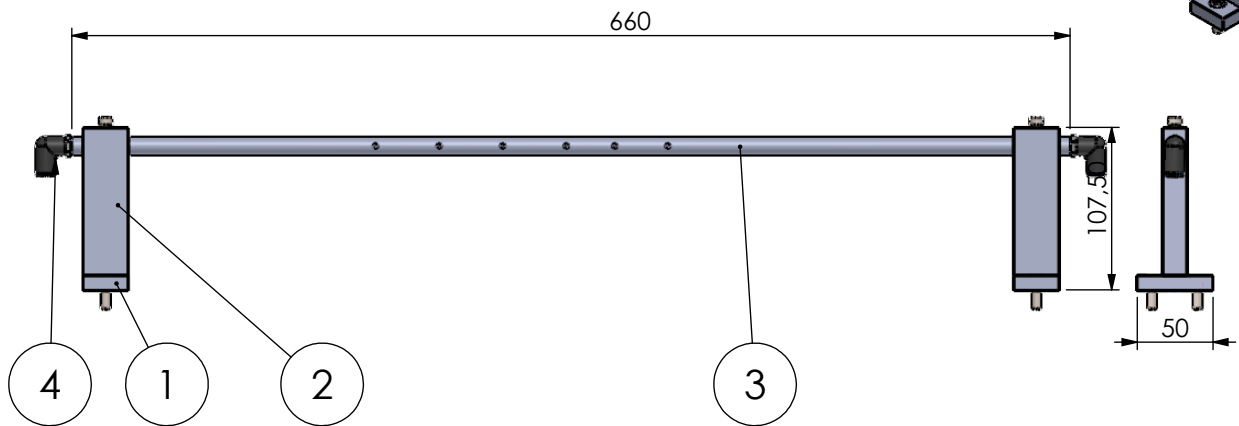
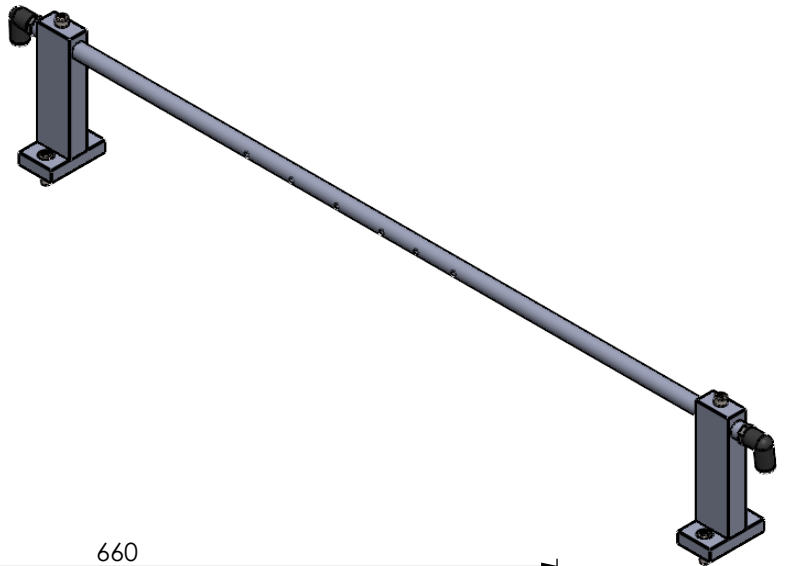
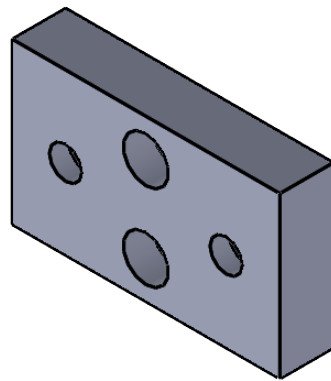
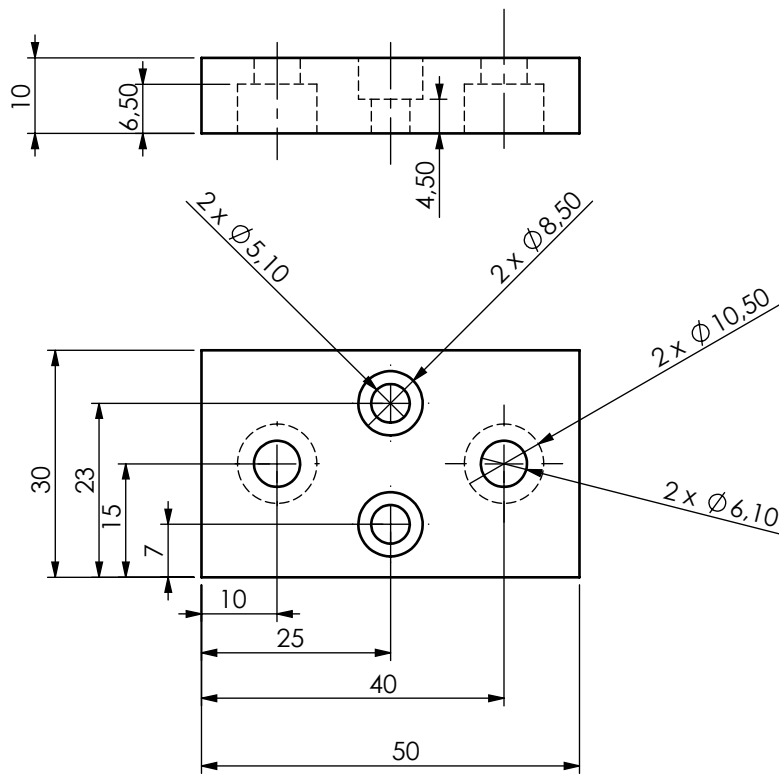


Tabela de constituintes

Número	Nome	Quantidade
1	Base	2
2	Barra vertical	2
3	Tubo	1
4	Acessório pneumático	2
5	ISO 4762 M6 x 16 - 16N	4
6	ISO 4762 M5 x 8 - 8N	2
7	ISO 4762 M5 x 16 - 16N	4

ESCALA
1:5

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Kit de sopro IBK2 L1	Número DC-01		
			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT
					Folha 1/1

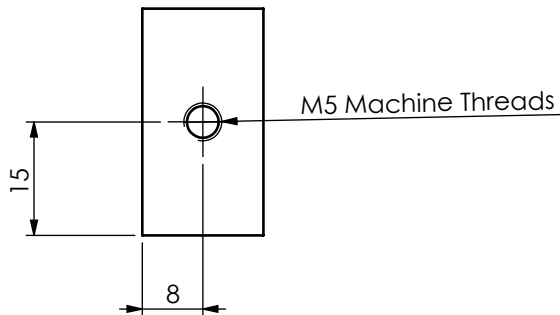
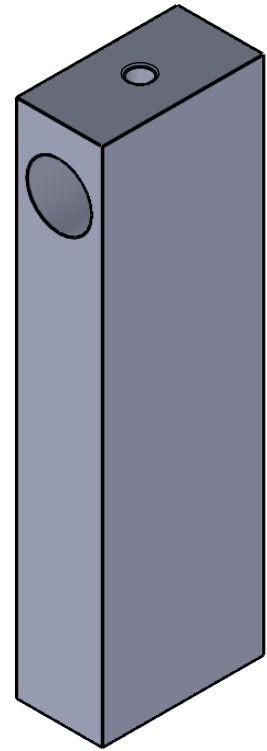
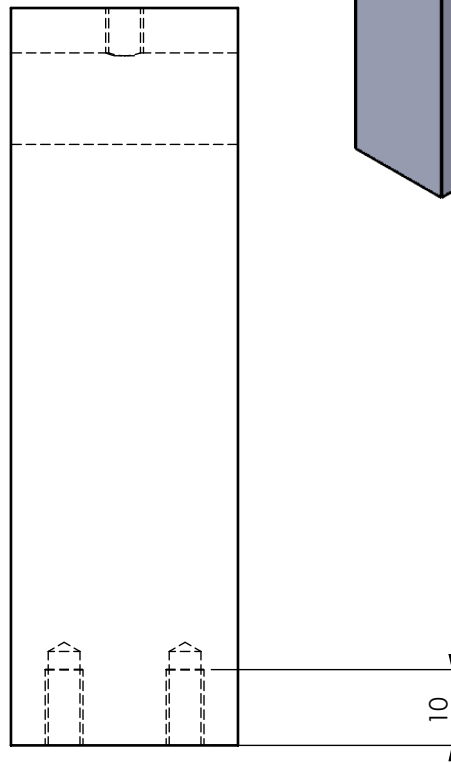
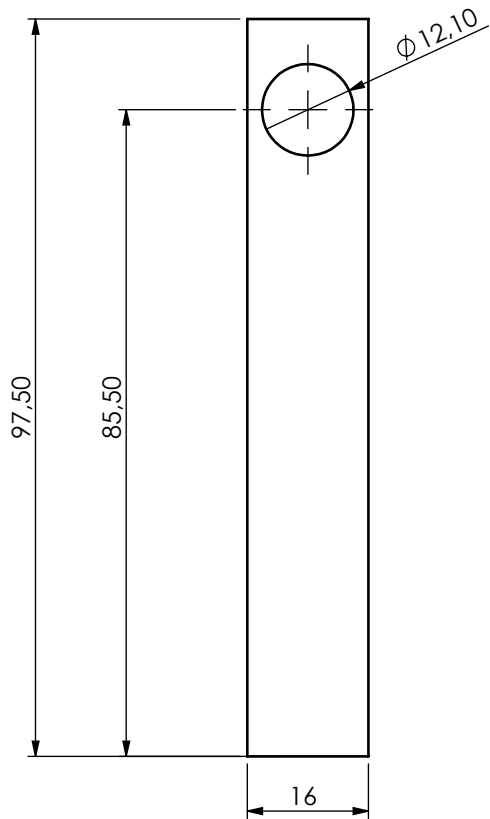
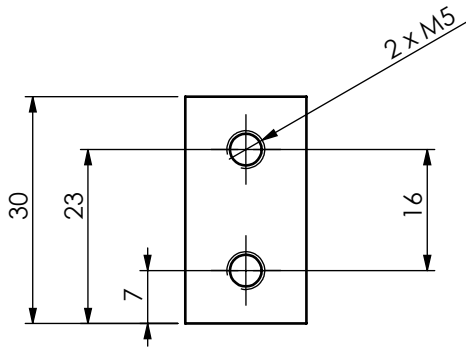


CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

√ Ra 3,2

ESCALA
1:1

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Base	Número DD-01-01 Revisão Data de edição 30/05/2021 Língua PT Folha 1/1	

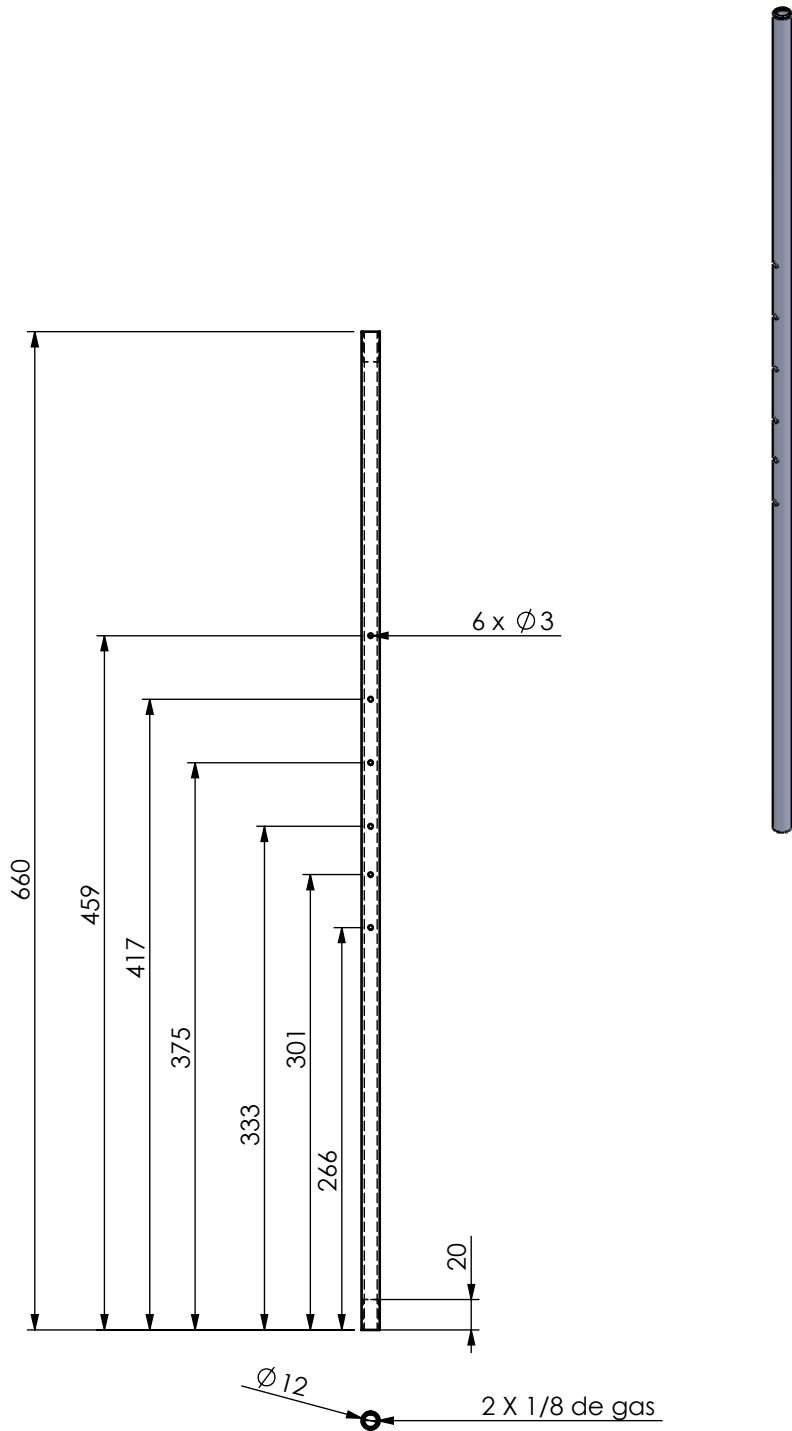


ESCALA
1:1

$\sqrt{Ra 3,2}$

CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Base vertical	Número DD-01-02		
		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1



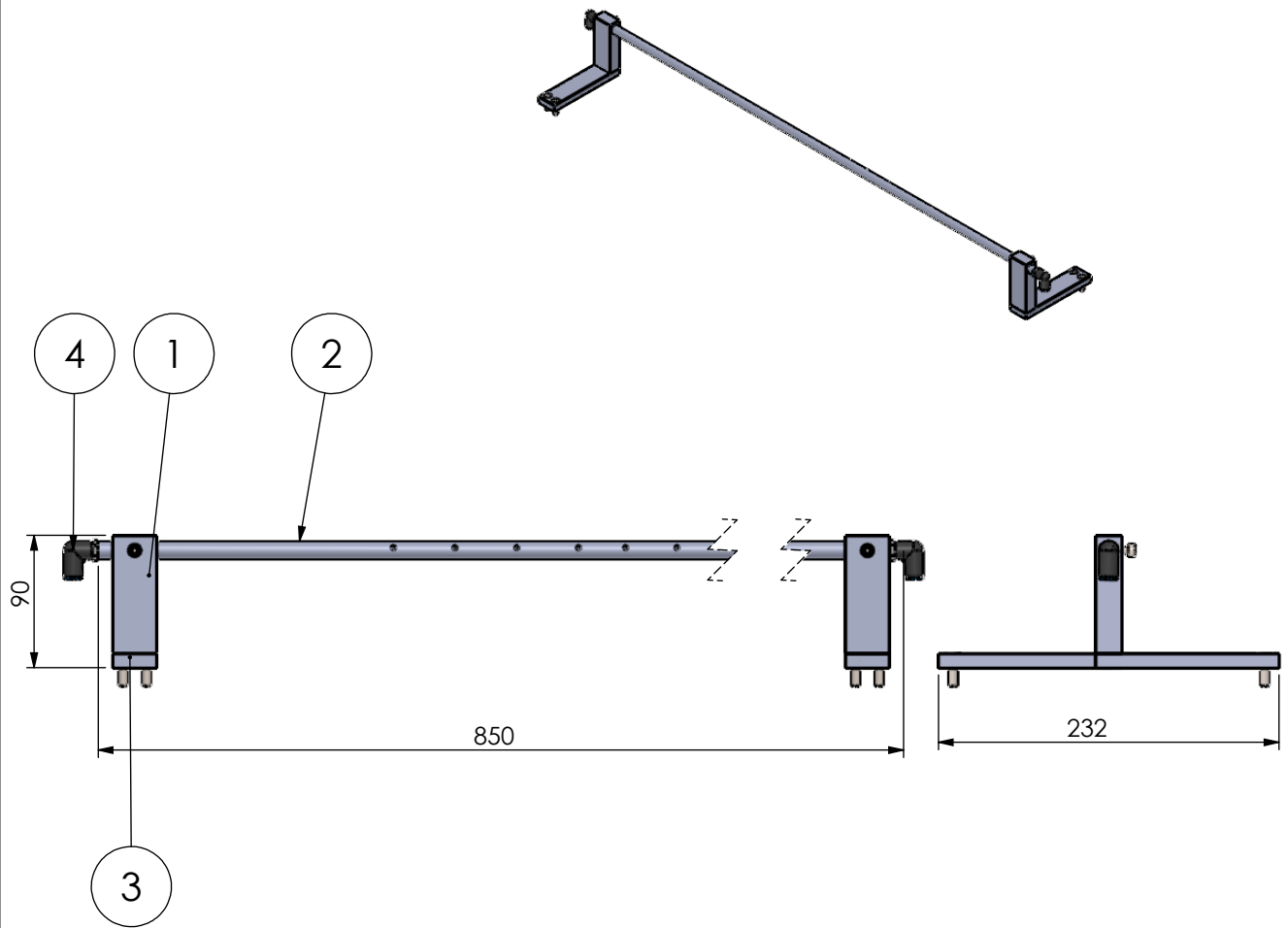
ESCALA
1:5

√ Ra 3,2

CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído										
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Tubo	Número DD-01-03 <table border="1" data-bbox="1093 2094 1527 2157"> <tr> <td>Revisão</td> <td>Data de edição</td> <td>Lingua</td> <td>Folha</td> </tr> <tr> <td></td> <td>30/05/2021</td> <td>PT</td> <td>1/1</td> </tr> </table>			Revisão	Data de edição	Lingua	Folha		30/05/2021	PT	1/1
Revisão	Data de edição	Lingua	Folha										
	30/05/2021	PT	1/1										

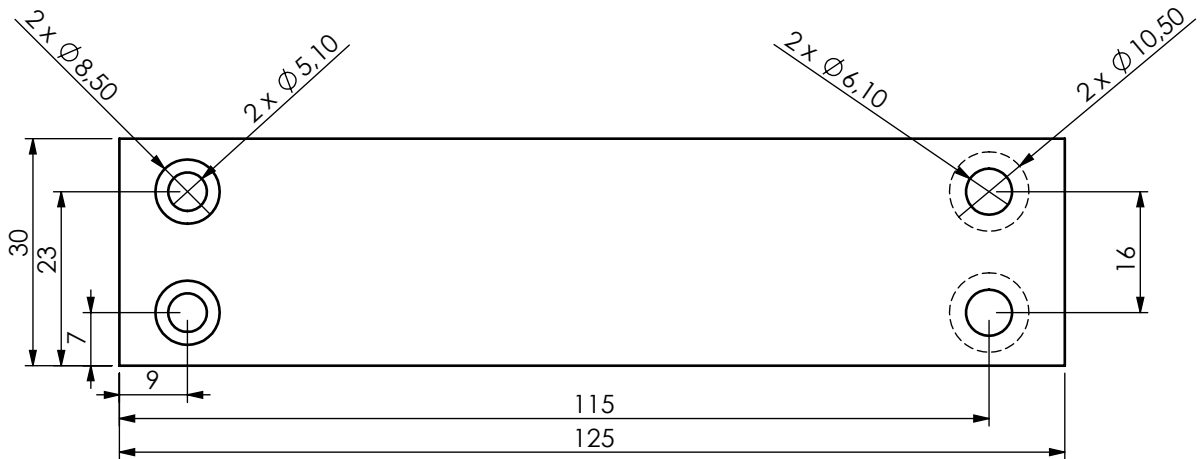
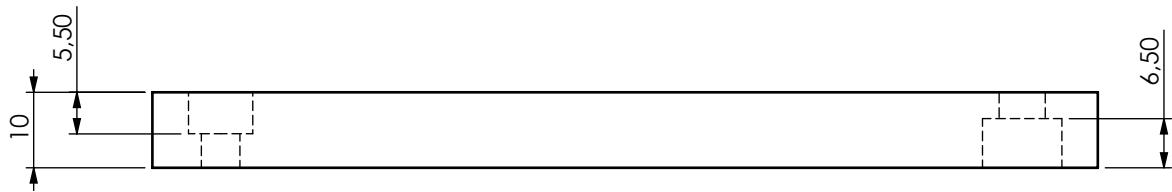
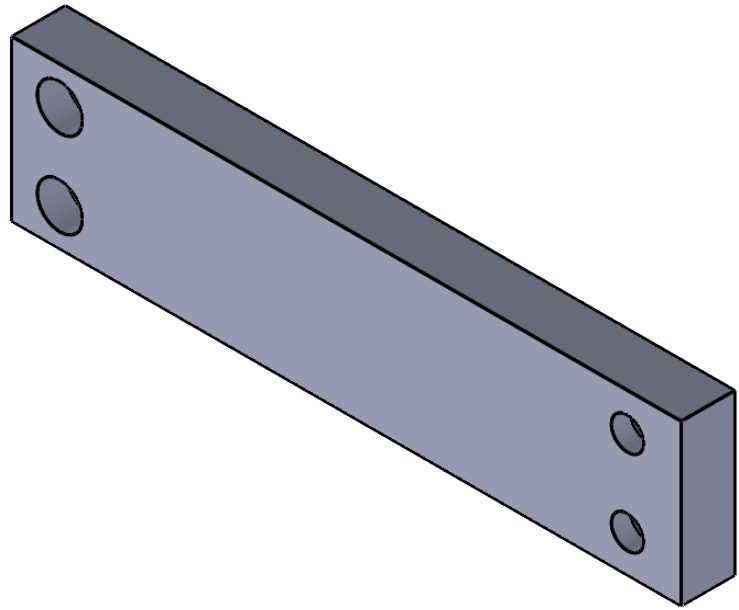
6.5.2 *Desenhos 2D do kit de sopro IBK2 L2 e L3*



Número	Nome	Quantidade
1	Barra vertical	2
2	Tubo	1
3	Base longa	2
4	Acessório pneumático	2
5	ISO 4762 M6 x 16 - 16N	4
6	ISO 4762 M5 x 16 - 16N	4
7	ISO 4762 M5 x 8 - 8N	2

ESCALA
1:10

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Kit de sopro IBK2 L2 e L3	Número DC-02		
			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT
					Folha 1/1

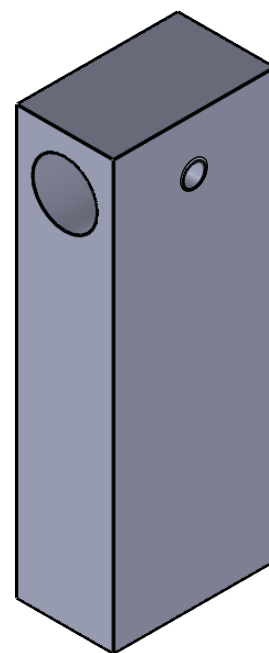
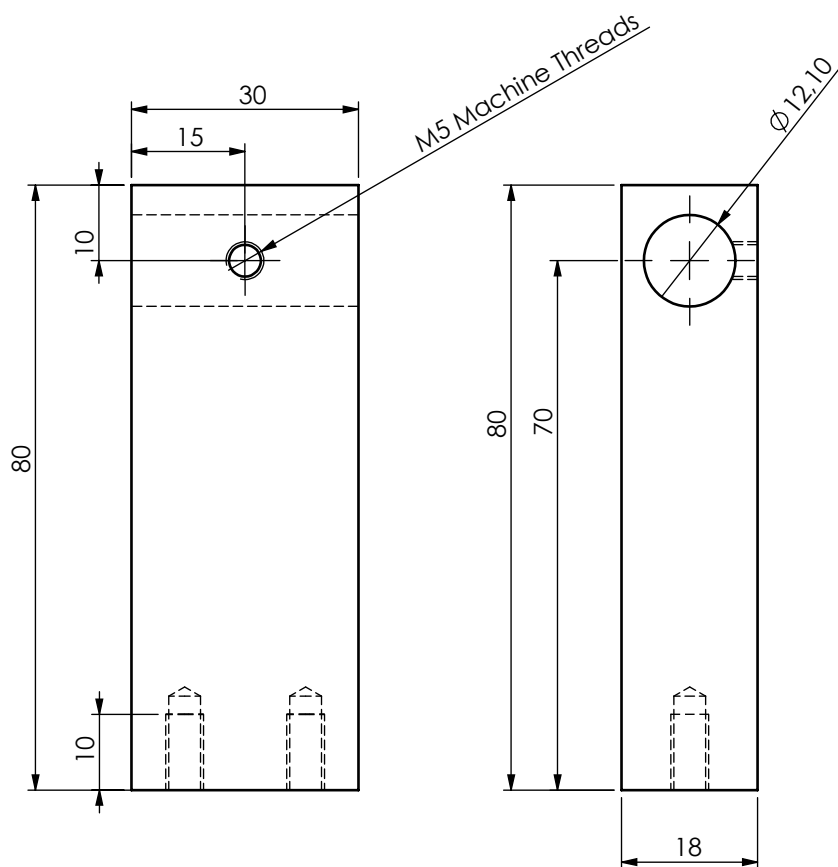
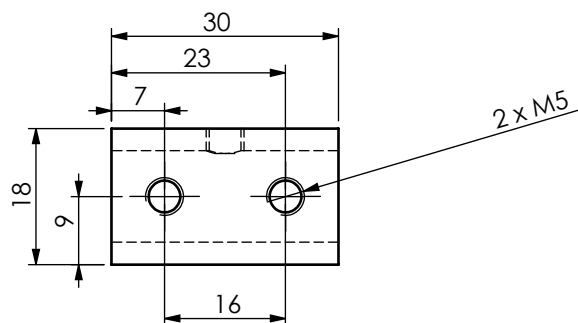


CK45
 ISO 2768-mk
 ISO 8015

√ Ra 3,2

ESCALA
 1:2

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Base longa	Número DD-02-01 Revisão Data de edição Língua Folha 30/05/2021 PT 1/1		

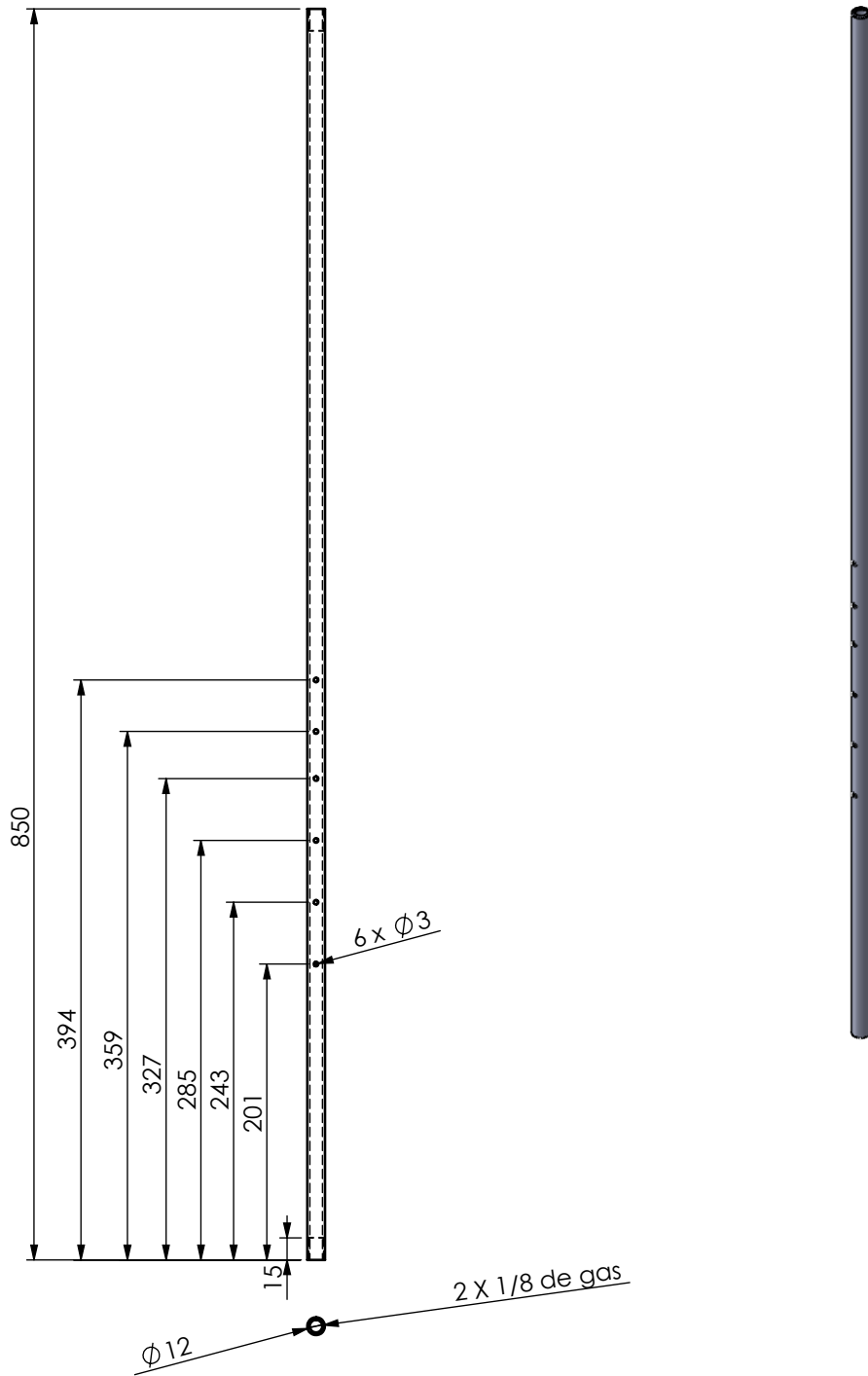


ESCALA
1:1

√ Ra 3,2

CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Base vertical	Número DD-02-02		
		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1



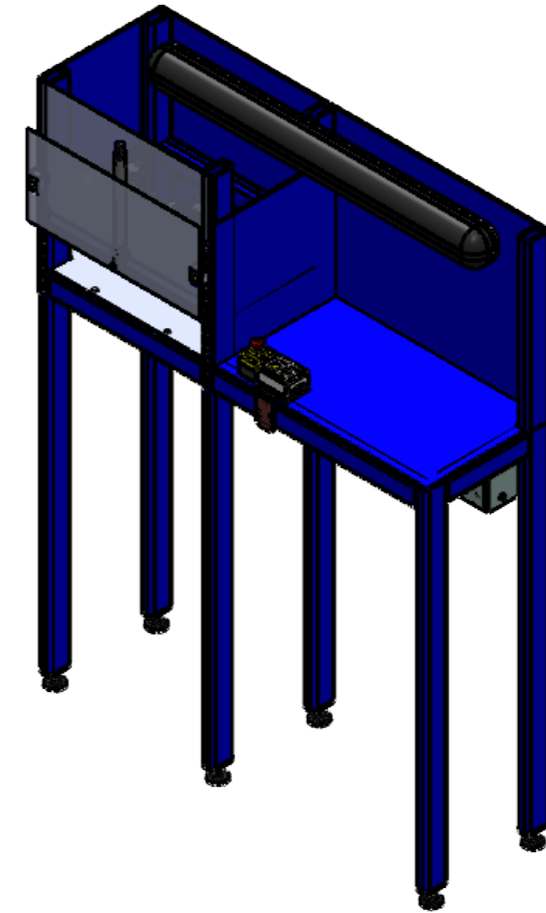
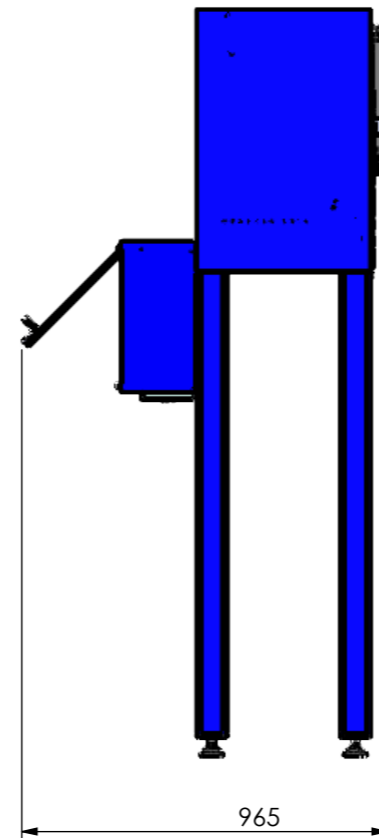
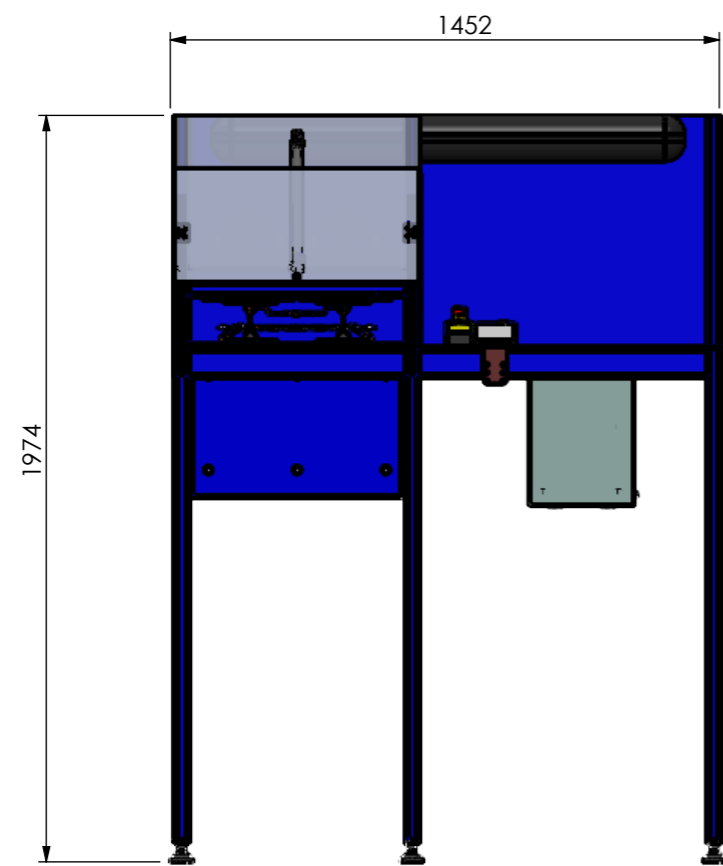
ESCALA
1:10

√ Ra 3,2

CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

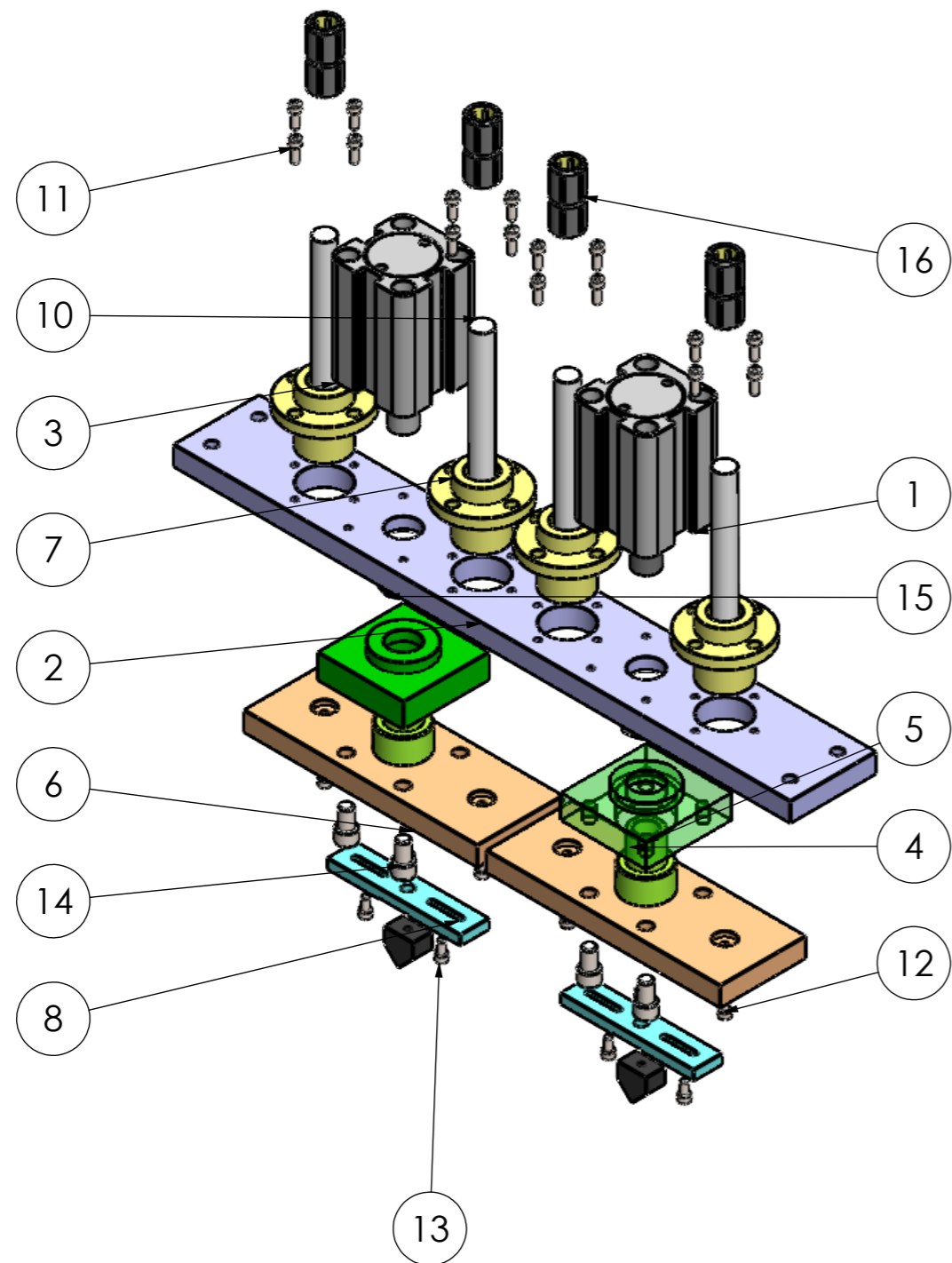
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído									
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Tubo	Número DD-02-03 <table border="1" data-bbox="1093 2094 1527 2157"> <tr> <td>Revisão</td> <td>Data de edição</td> <td>Lingua</td> <td>Folha</td> </tr> <tr> <td></td> <td>30/05/2021</td> <td>PT</td> <td>1/1</td> </tr> </table>		Revisão	Data de edição	Lingua	Folha		30/05/2021	PT	1/1
Revisão	Data de edição	Lingua	Folha									
	30/05/2021	PT	1/1									

6.6 Sistema de reaproveitamento de arame lombar



ESCALA
1:20

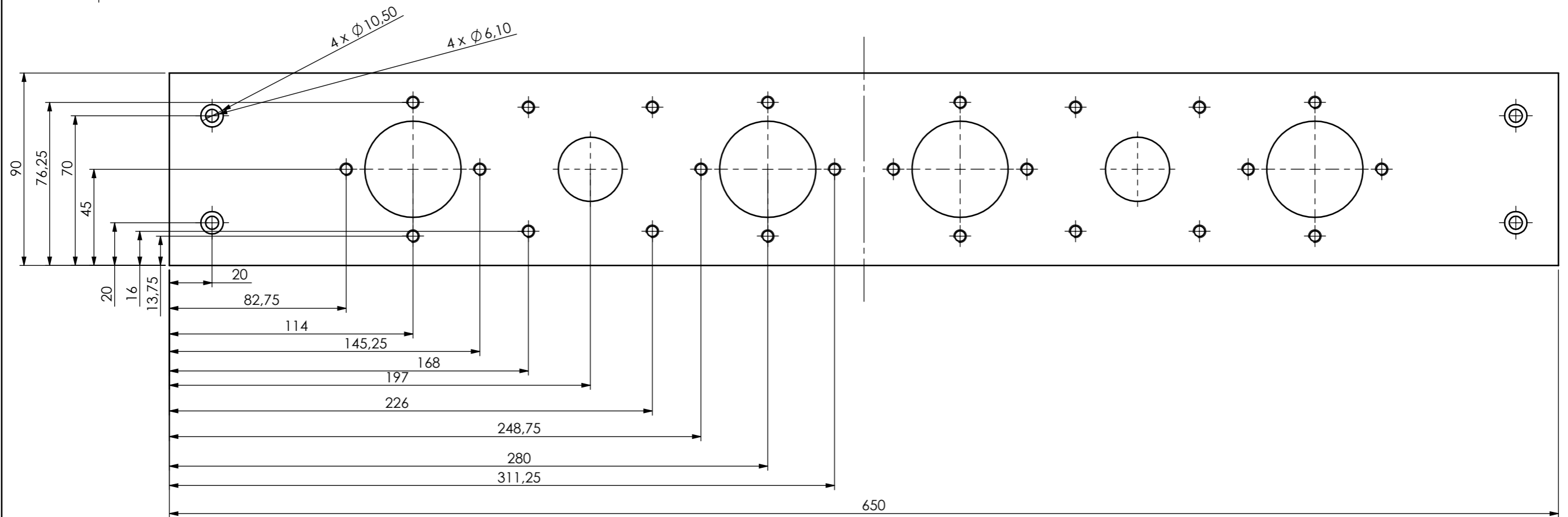
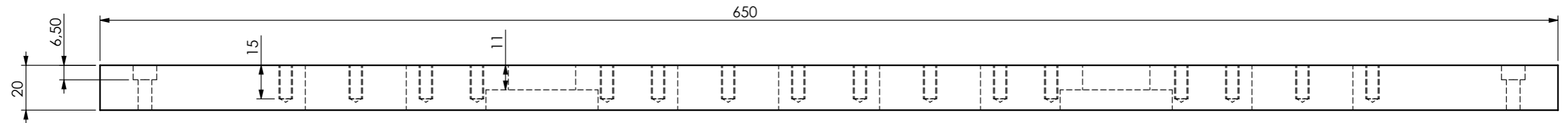
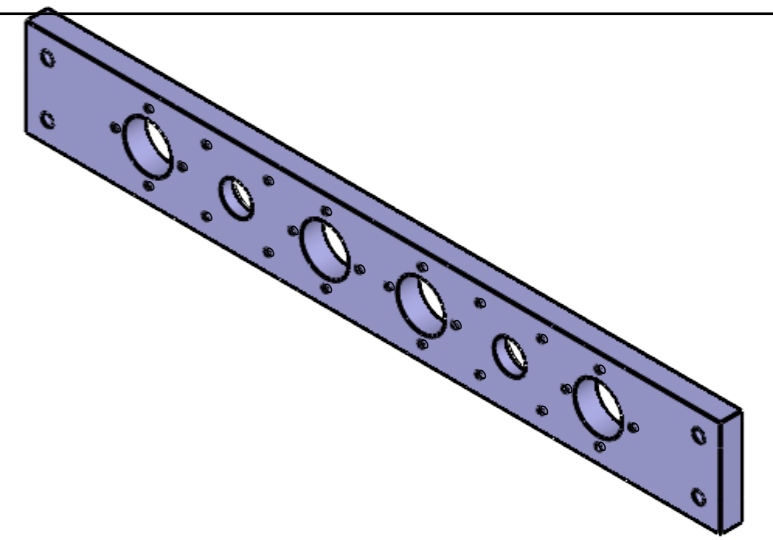
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Concluído			
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Sistema de reaproveitamento de arame lombar	Número DC-03			
			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1



Número	Nome	Quantidade
1	CHDKGB50-40M	2
2	Suporte do conjunto	1
4	Acoplamento superior	2
5	Acoplamento inferior	2
6	Suporte do afinador	2
7	Suporte da guia	4
8	Afinador 1	2
9	Lâmina	2
10	Guia	4
11	ISO 4762 M6 x 16 - 16N	18
12	ISO 4762 M6 x 30 - 30N	4
13	ISO 4762 M6 x 12 - 12N	4
14	ISO 4762 M12 x 20 - 20N	8
15	Contraporca	2
16	Rolamento linear KH2030B	8

ESCALA
1:10

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Concluído			
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Conjunto superior	Número DC-04			
			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1



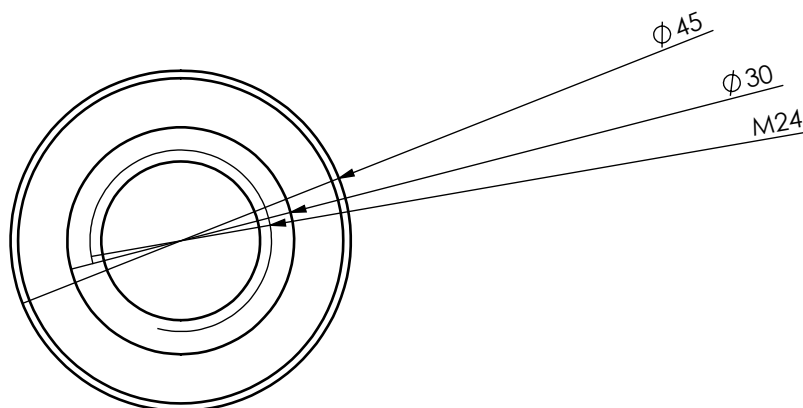
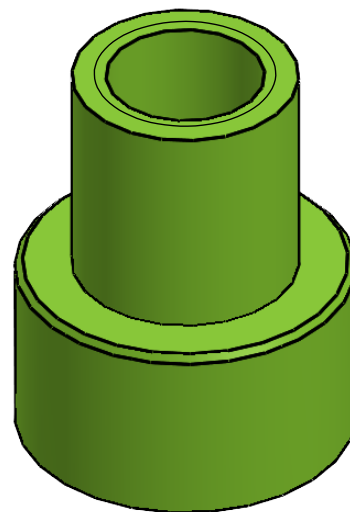
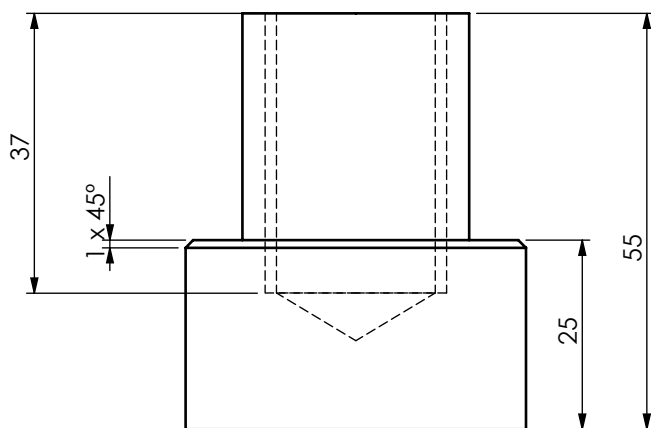
ASTM A514 Grade E

ISO 2768-mk

√ Ra 3,2 ISO 8015

ESCALA
1:5

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Suporte do conjunto	Número DD-04-01		
		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1

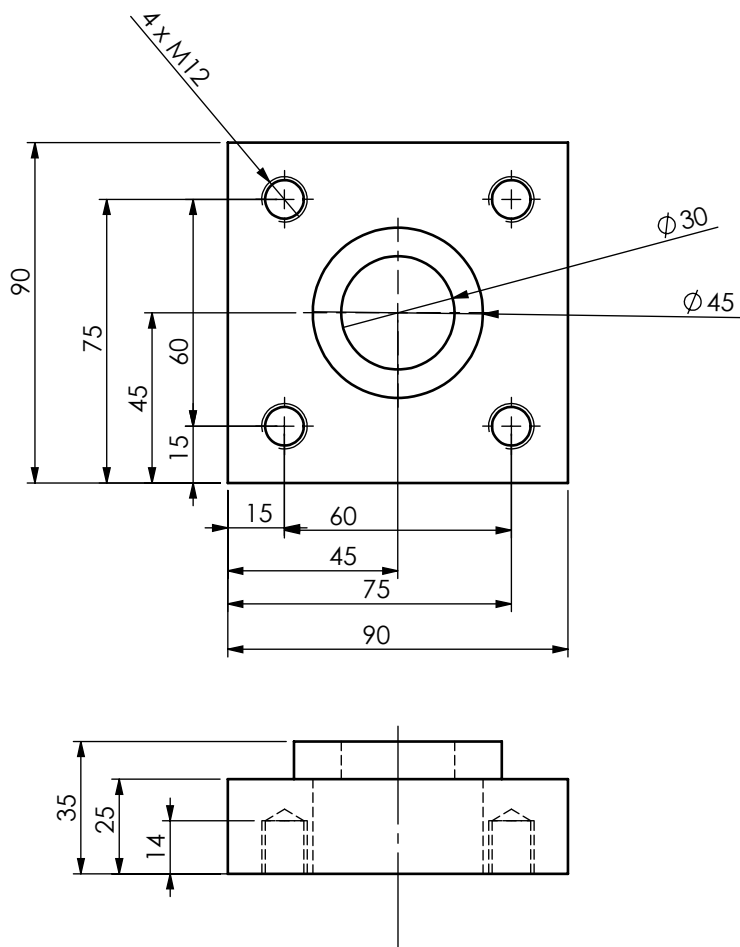
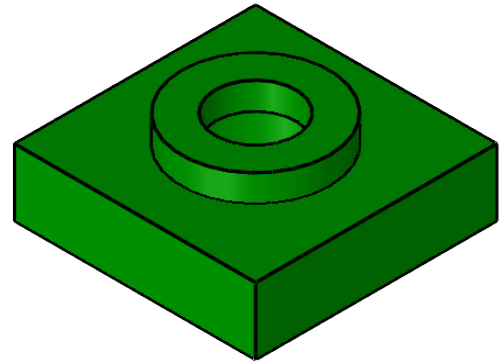


ESCALA
1:1

$\sqrt{Ra\ 3,2}$

RL 200 temperado
ISO 2768-mk
ISO 8015

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído							
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Acoplamento superior	Número DD-04-02 <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1093 2094 1189 2157">Revisão</td> <td data-bbox="1189 2094 1356 2157">Data de edição 30/05/2021</td> <td data-bbox="1356 2094 1444 2157">Lingua PT</td> <td colspan="2" data-bbox="1444 2094 1509 2157">Folha 1/1</td> </tr> </table>			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Lingua PT	Folha 1/1	
Revisão	Data de edição 30/05/2021	Lingua PT	Folha 1/1							

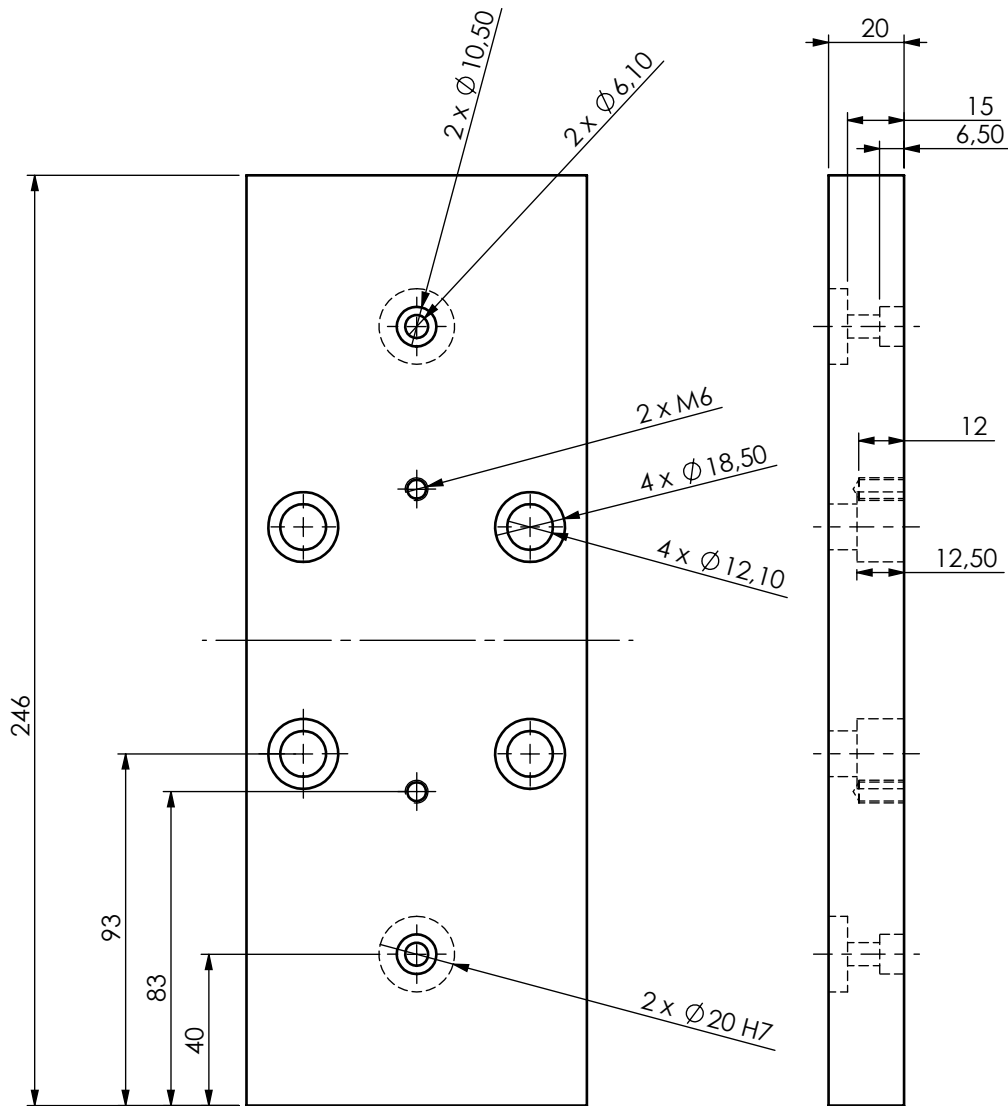
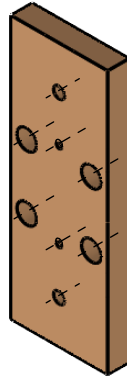


ESCALA
1:2

√ Ra 3,2

CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

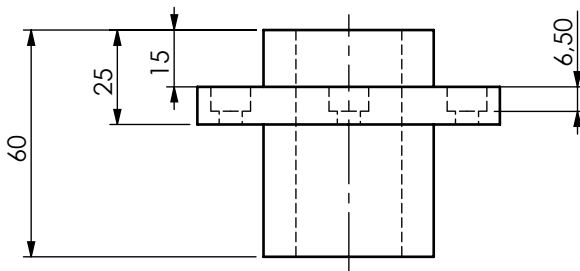
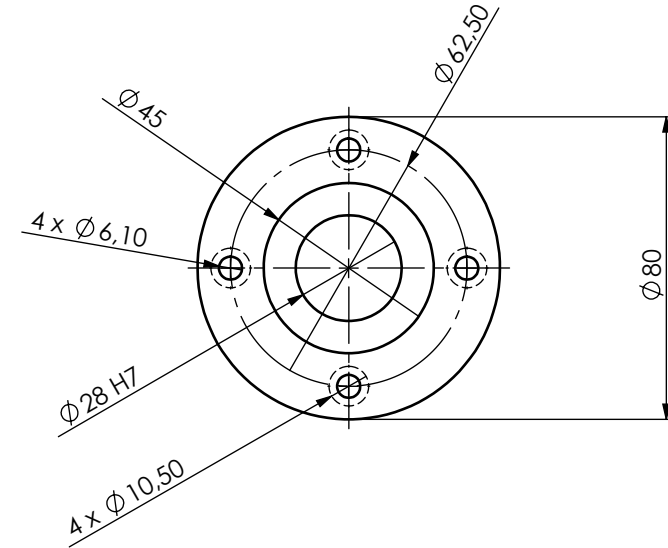
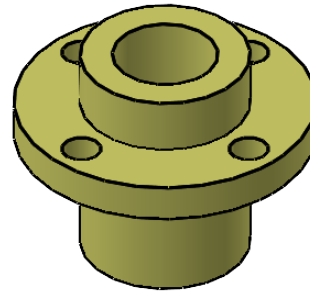
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.issep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Acoplamento inferior	Número DD-04-03 Revisão Data de edição Língua Folha 30/05/2021 PT 1/1	



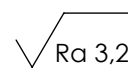
ESCALA
1:2

RL 200 temperado
ISO 2768-mk
√ Ra 3,2 ISO 8015

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Suporte do afinador		Número DD-04-04
		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT
				Folha 1/1

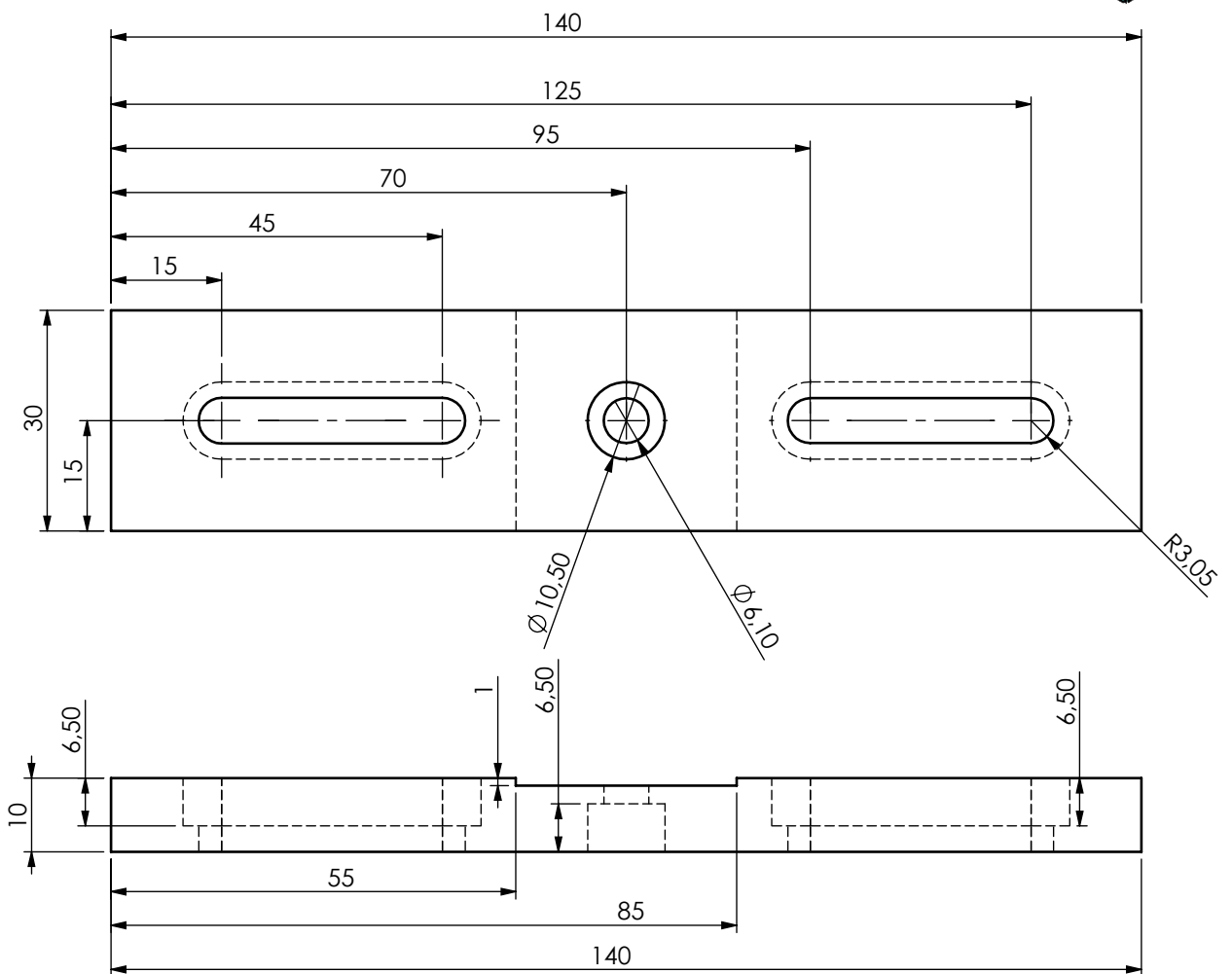
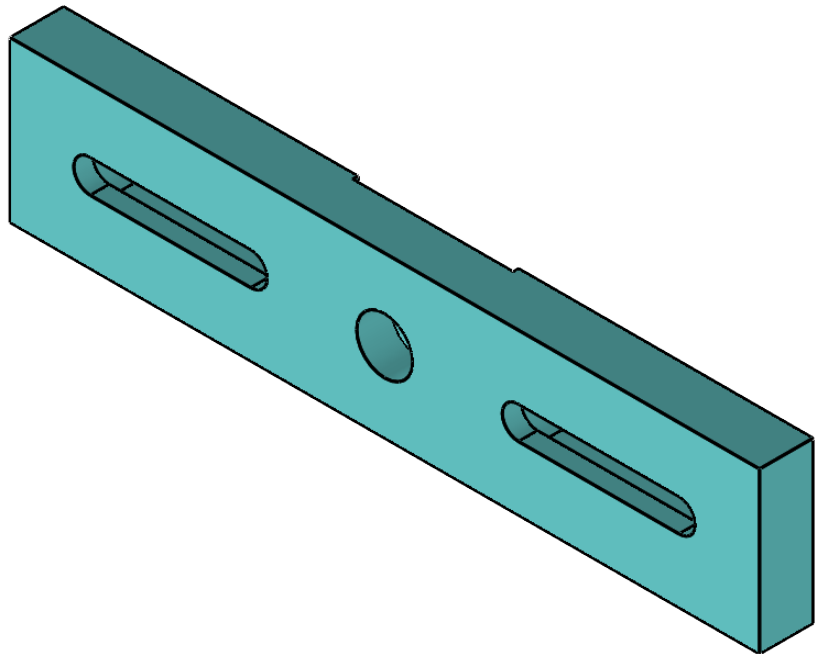


CK 45
 ISO 2768-mk
 ISO 8015



ESCALA
 1:2

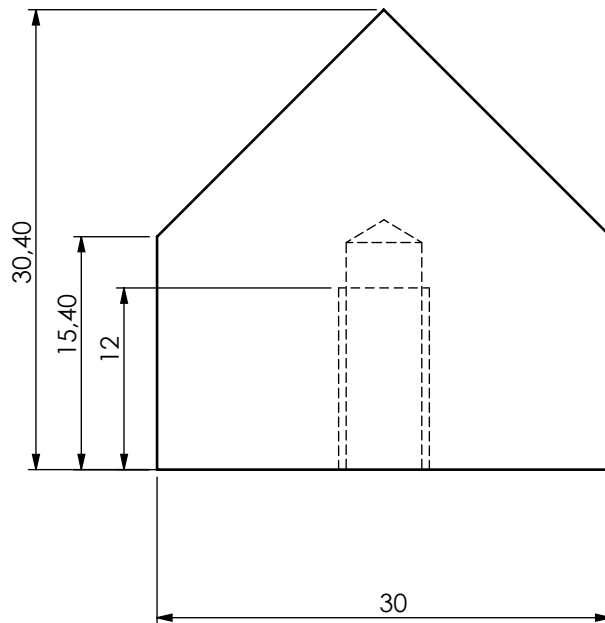
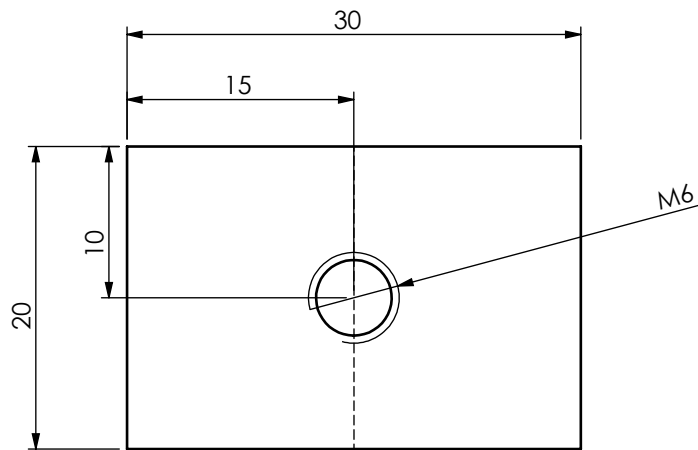
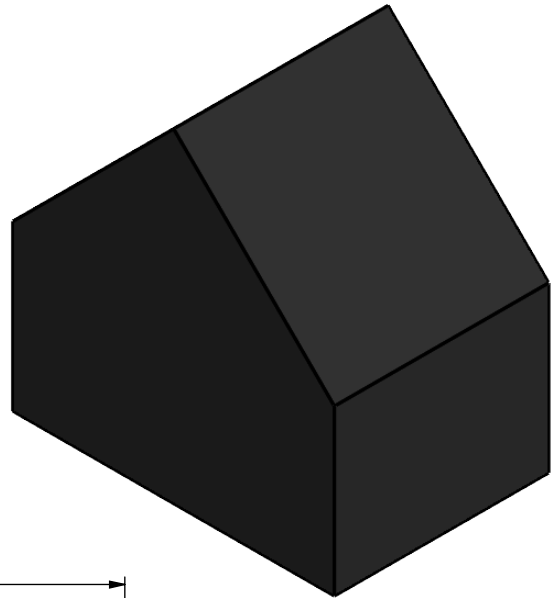
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Suporte da guia	Número DD-04-05		
			Revisão 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1



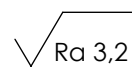
CK45
ISO 2768-mk
 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ ISO 8015

ESCALA
1:1

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto	Título Afinador 1	Número DD-04-06/DD-05-02	Revisão Data de edição 30/05/2021
		Língua PT	Folha 1/1

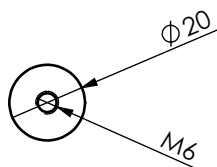
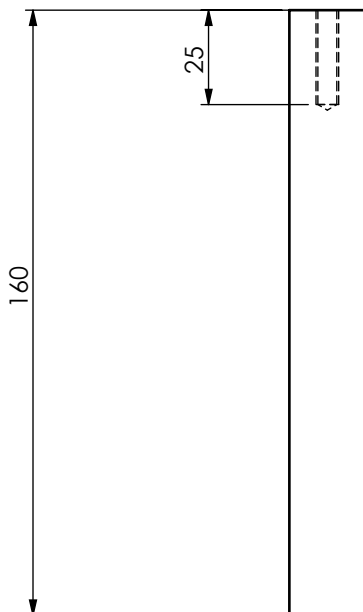


ESCALA
2:1



RL 200 temperado
ISO 2768-mk
ISO 8015

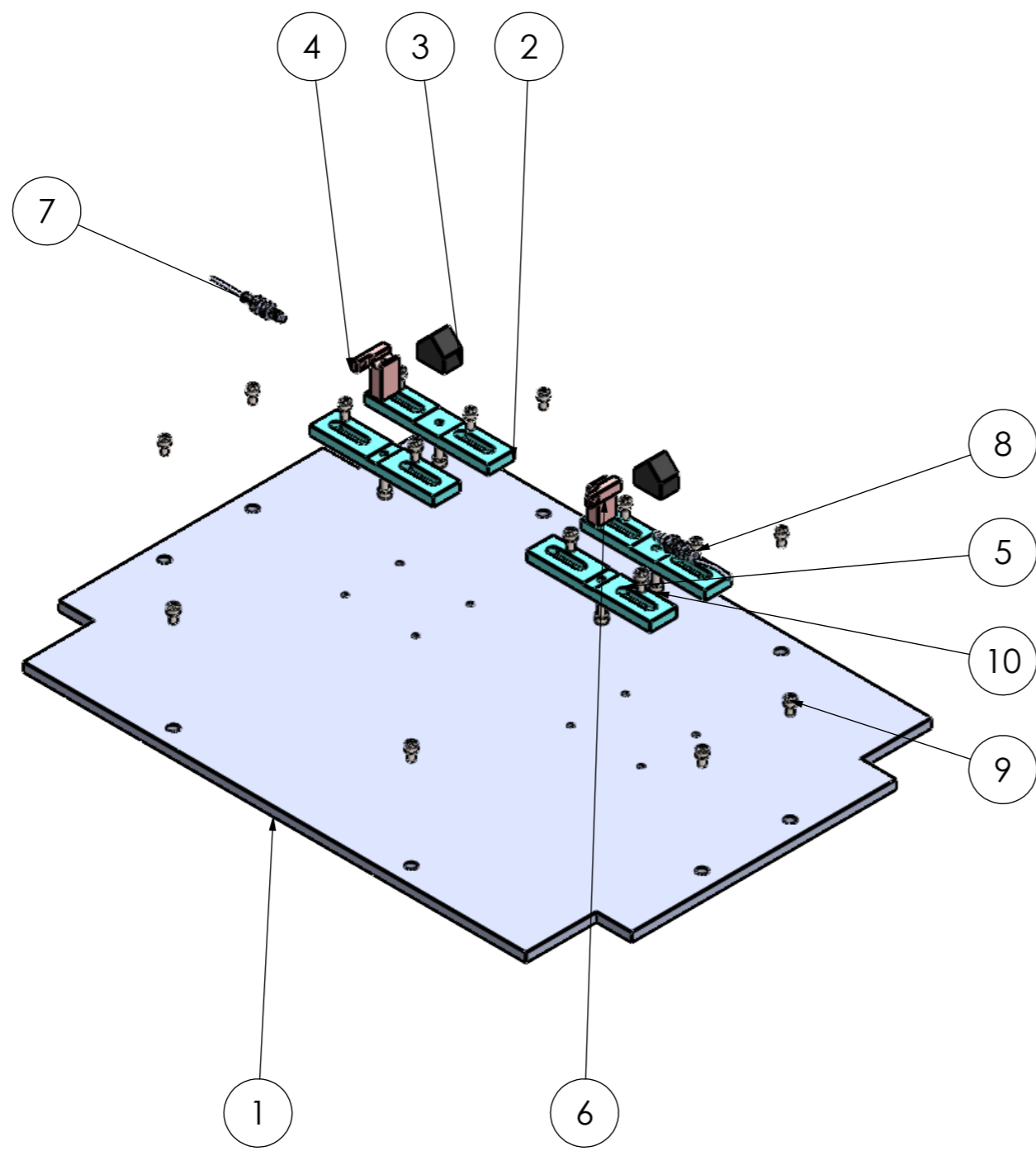
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído					
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Lâmina	Número DD-04-07/DD-05-03 <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1093 2094 1189 2157">Revisão</td> <td data-bbox="1189 2094 1356 2157">Data de edição 30/05/2021</td> <td data-bbox="1356 2094 1444 2157">Lingua PT</td> <td data-bbox="1444 2094 1527 2157">Folha 1/1</td> </tr> </table>		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Lingua PT	Folha 1/1
Revisão	Data de edição 30/05/2021	Lingua PT	Folha 1/1					



Varão ina
ISO 2768-mk
ISO 8015

ESCALA
1:2

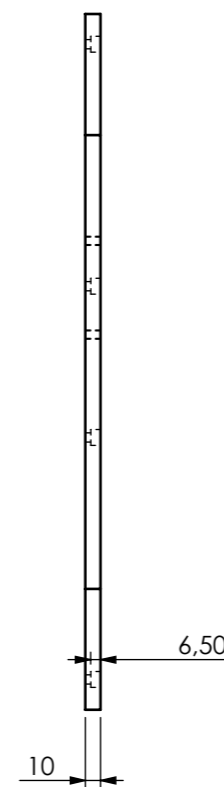
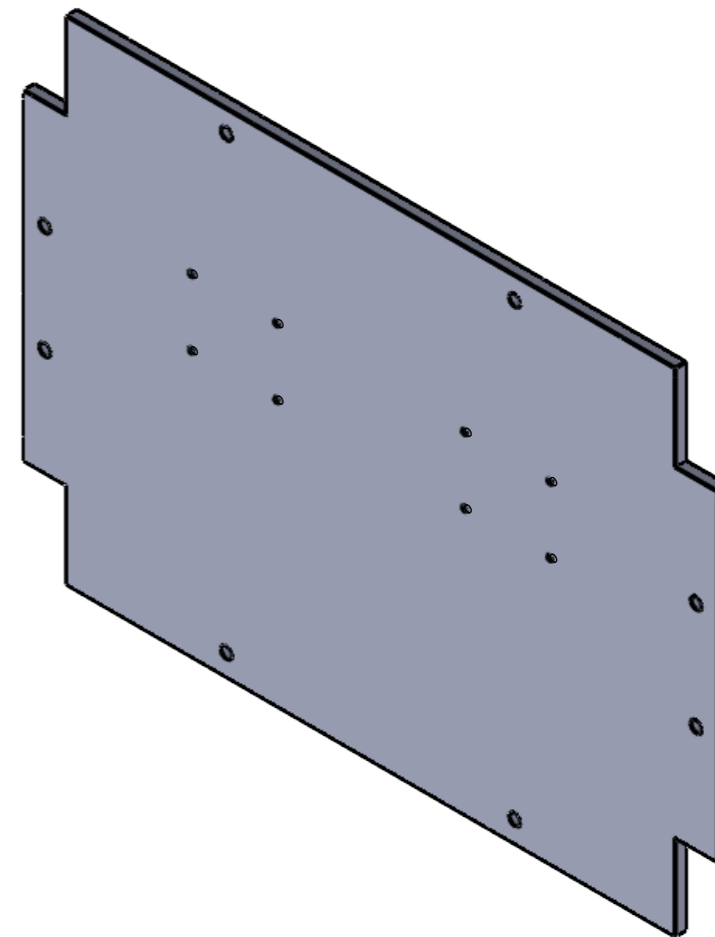
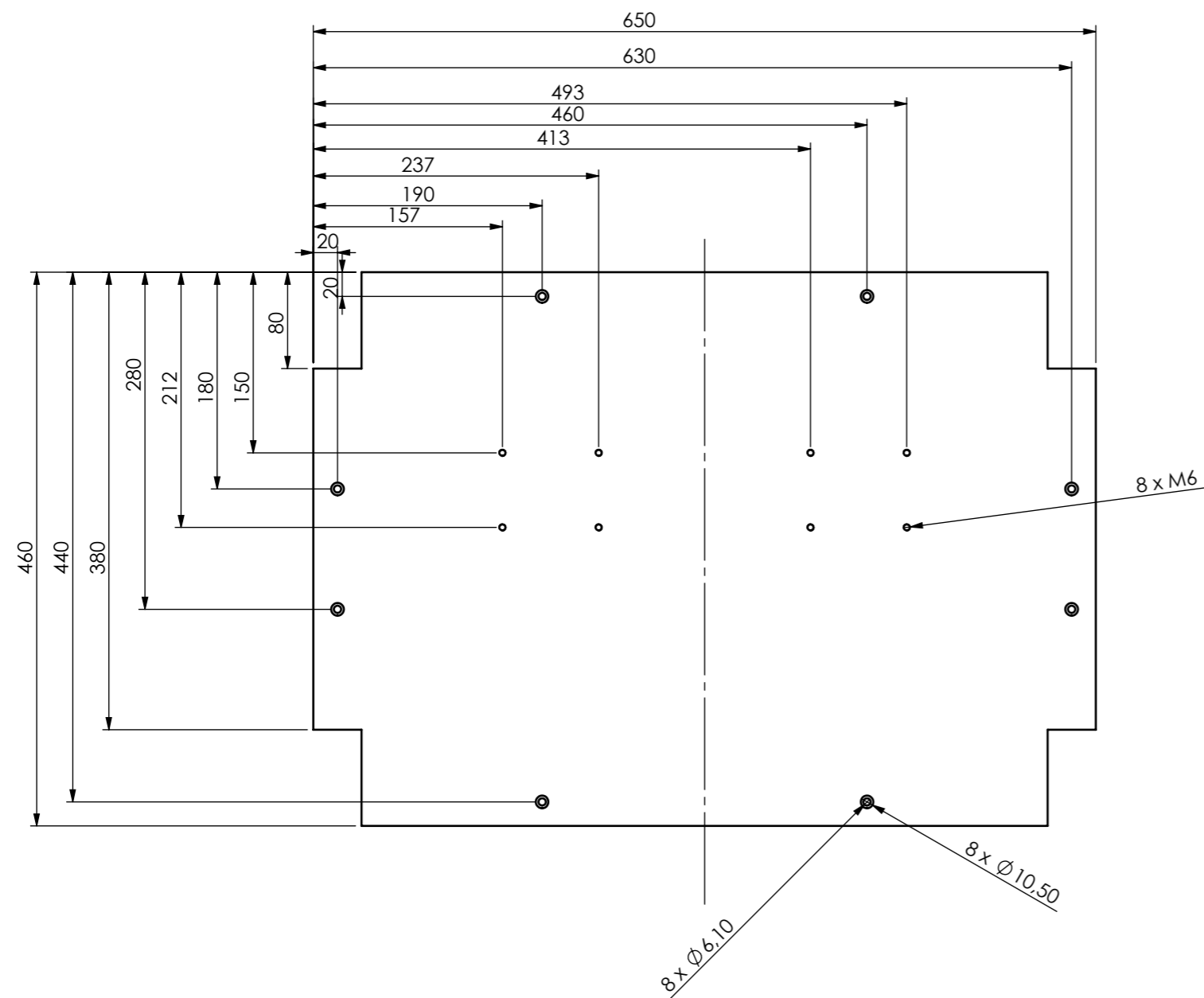
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído										
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Guia	Número DD-04-08 <table border="1" data-bbox="1093 2094 1525 2157"> <tr> <td>Revisão</td> <td>Data de edição</td> <td>Lingua</td> <td>Folha</td> </tr> <tr> <td></td> <td>30/05/2021</td> <td>PT</td> <td>1/1</td> </tr> </table>			Revisão	Data de edição	Lingua	Folha		30/05/2021	PT	1/1
Revisão	Data de edição	Lingua	Folha										
	30/05/2021	PT	1/1										



Número	Nome	Quantidade
1	Mesa	1
2	Afinador 1	2
3	Lâmina	2
4	Apoio	1
5	Afinador 2	2
6	Apoio MIR	1
7	Sensor Indutivo M8	2
8	ISO 4762 M6 x 12 - 12N	13
9	ISO 4762 M6 x 10 - 10N	8
10	ISO 4762 M6 x 16 - 16N	4

ESCALA
1:5

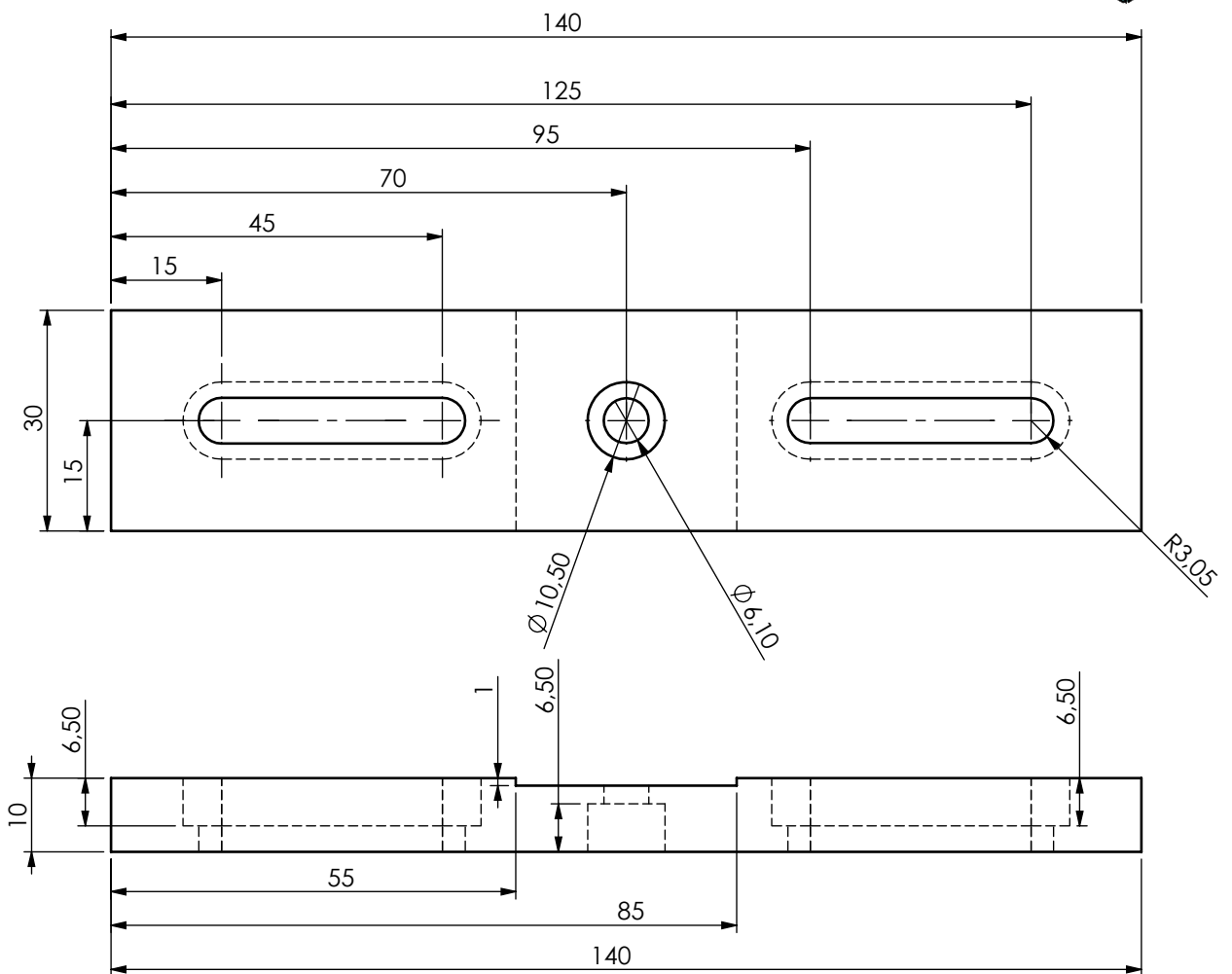
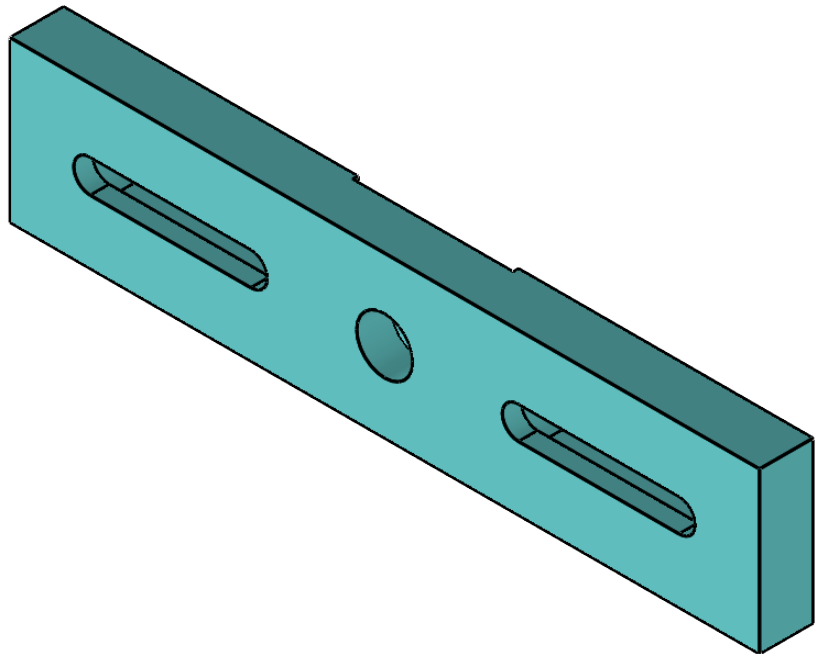
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Conjunto inferior	Número DC-05		
			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Lingua PT
					Folha 1/1



ESCALA
1:5

Aluminio
ISO 2768-mk
√ Ra 3,2
ISO 8015

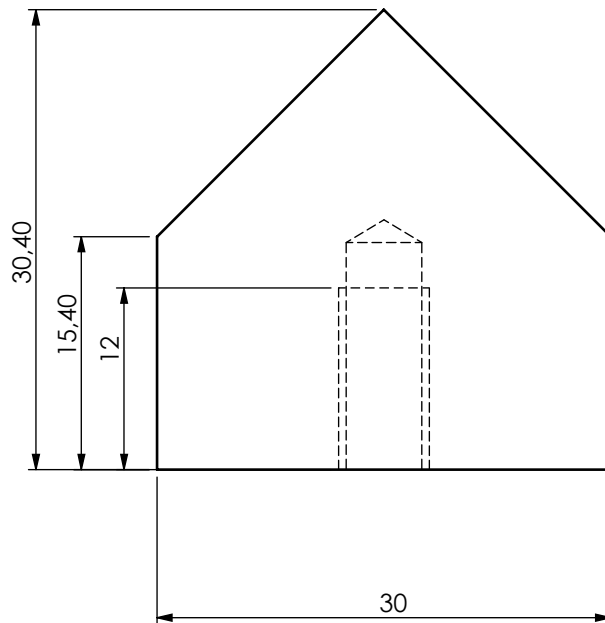
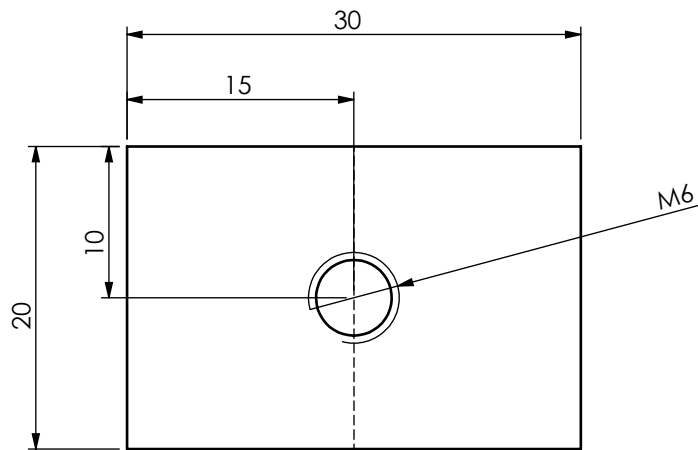
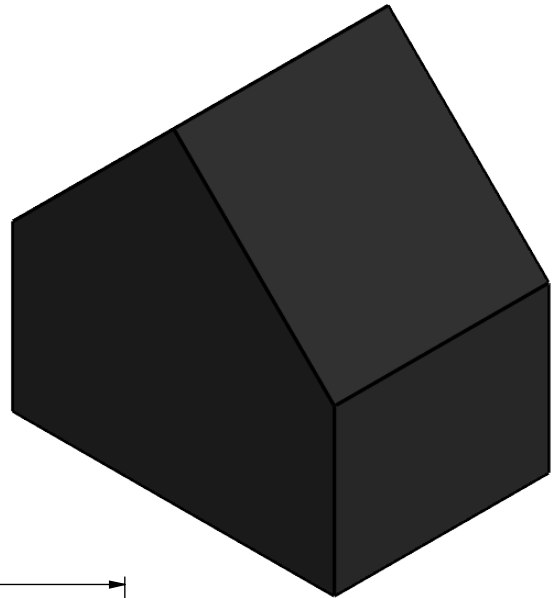
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Mesa	Número DD-05-01	
Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1	



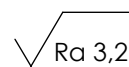
CK45
ISO 2768-mk
 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ ISO 8015

ESCALA
1:1

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Afinador 1	Número DD-04-06/DD-05-02 Revisão Data de edição Língua Folha 30/05/2021 PT 1/1	

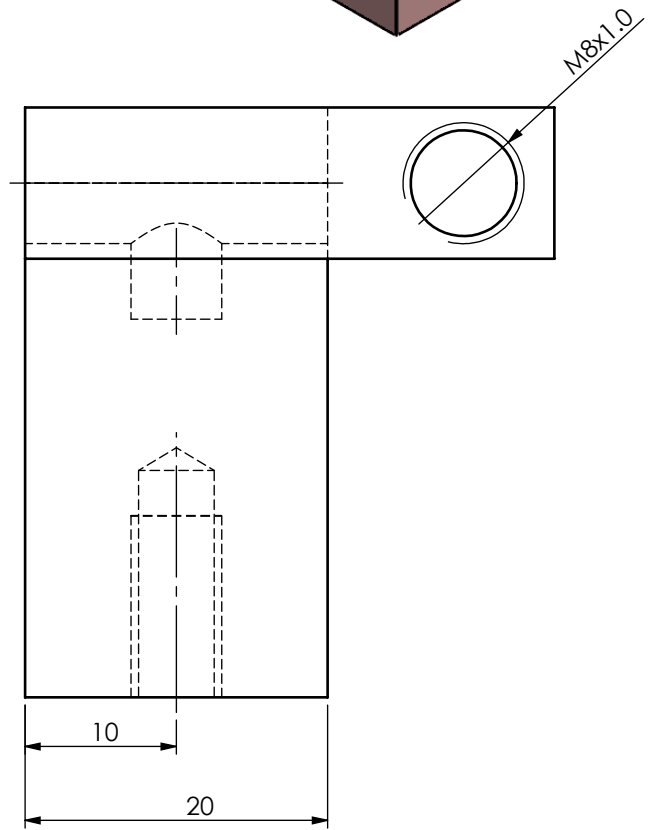
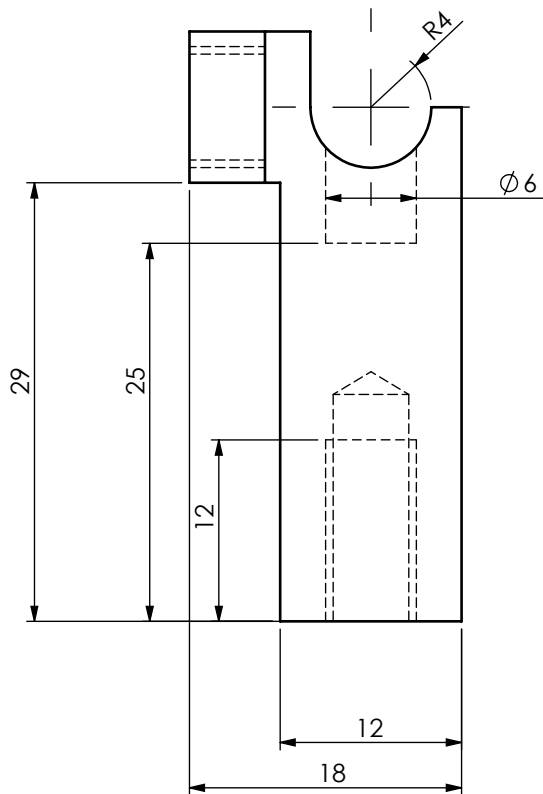
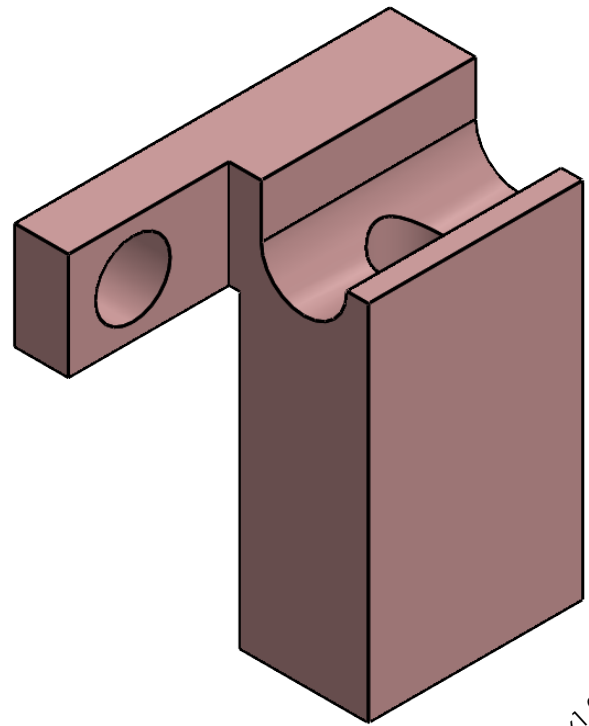
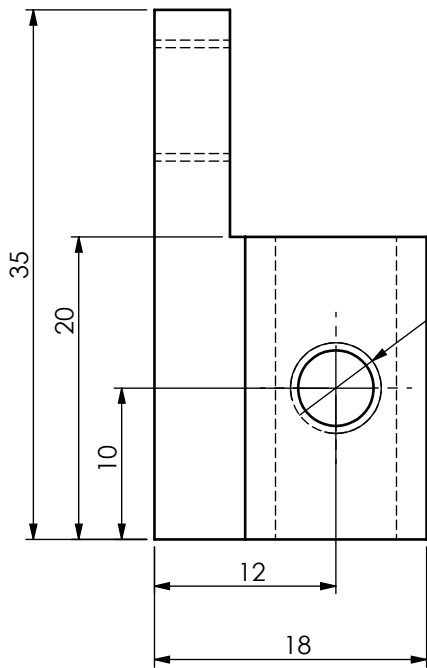


ESCALA
2:1



RL 200 temperado
ISO 2768-mk
ISO 8015

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído					
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Lâmina	Número DD-04-07/DD-05-03 <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1093 2094 1189 2157">Revisão</td> <td data-bbox="1189 2094 1356 2157">Data de edição 30/05/2021</td> <td data-bbox="1356 2094 1444 2157">Língua PT</td> <td data-bbox="1444 2094 1527 2157">Folha 1/1</td> </tr> </table>		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1
Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1					

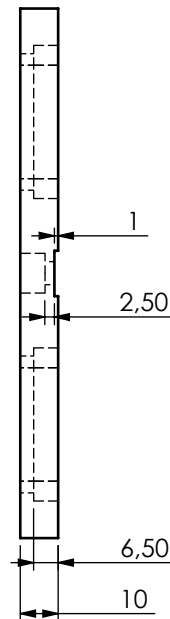
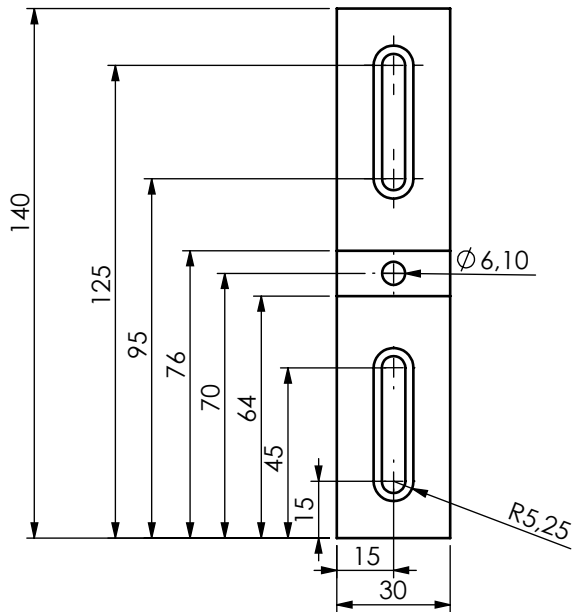
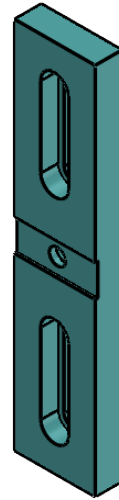


ESCALA
2:1

CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

√ Ra 3,2

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído							
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Apoio	Número DD-05-04 <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1093 2094 1189 2157">Revisão</td> <td data-bbox="1189 2094 1356 2157">Data de edição 30/05/2021</td> <td data-bbox="1356 2094 1444 2157">Língua PT</td> <td colspan="2" data-bbox="1444 2094 1527 2157">Folha 1/1</td> </tr> </table>			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1	
Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1							

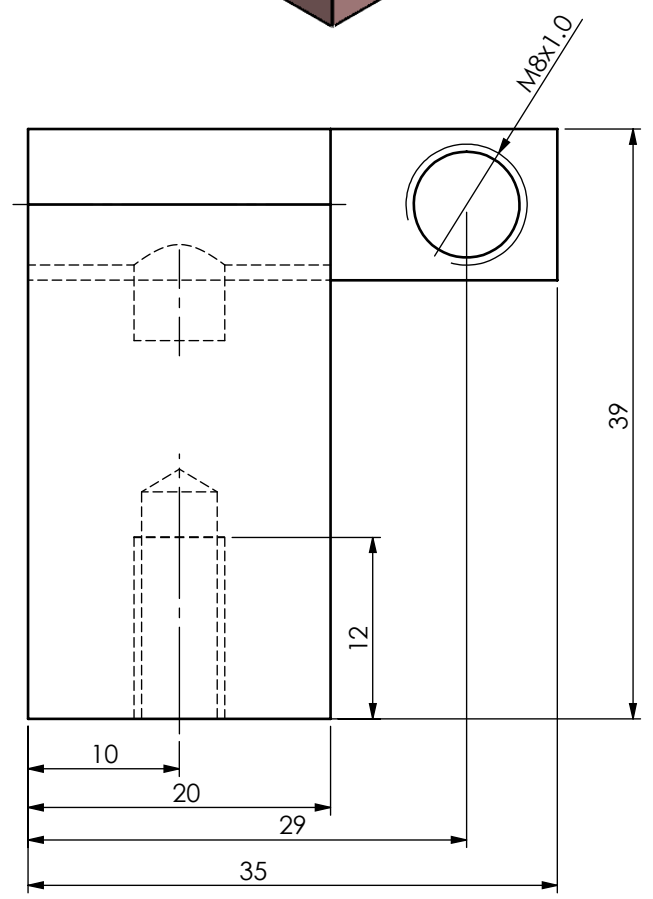
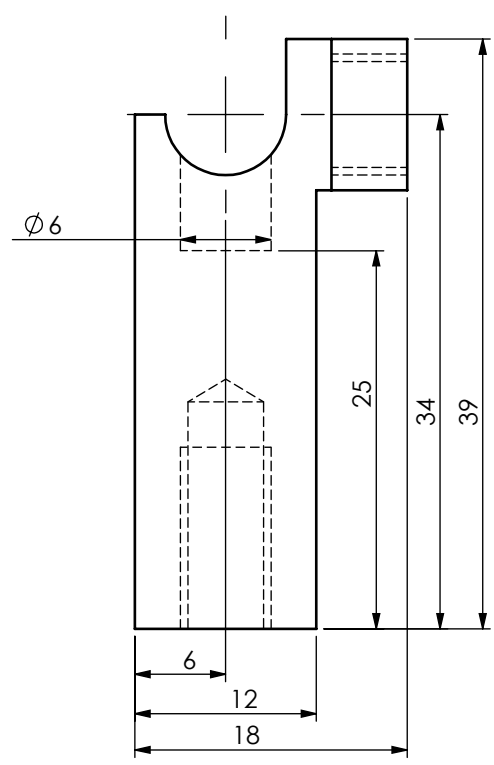
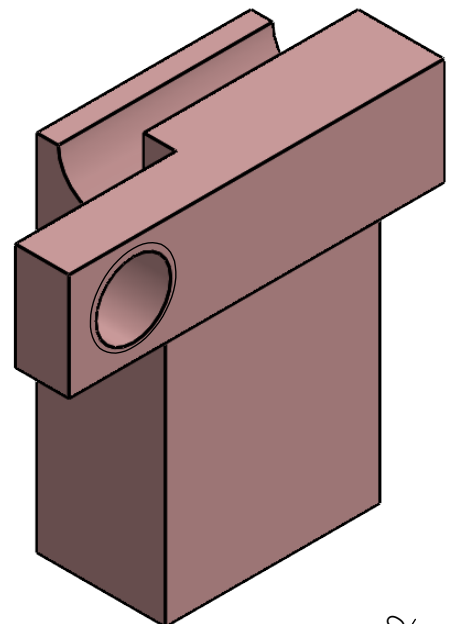
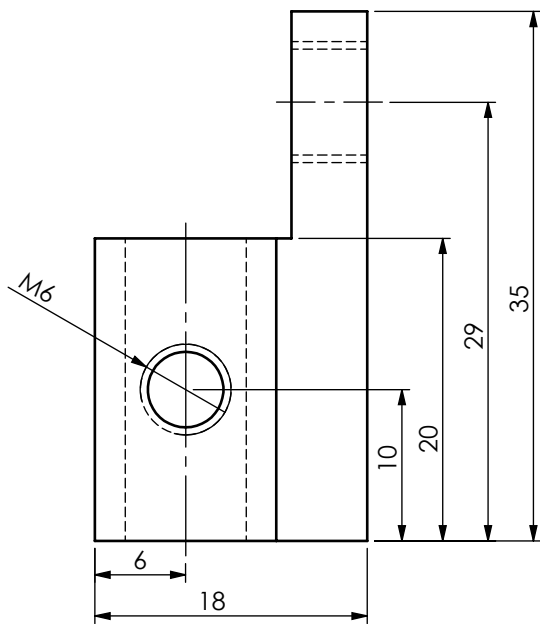


CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

√ Ra 3,2

ESCALA
1:2

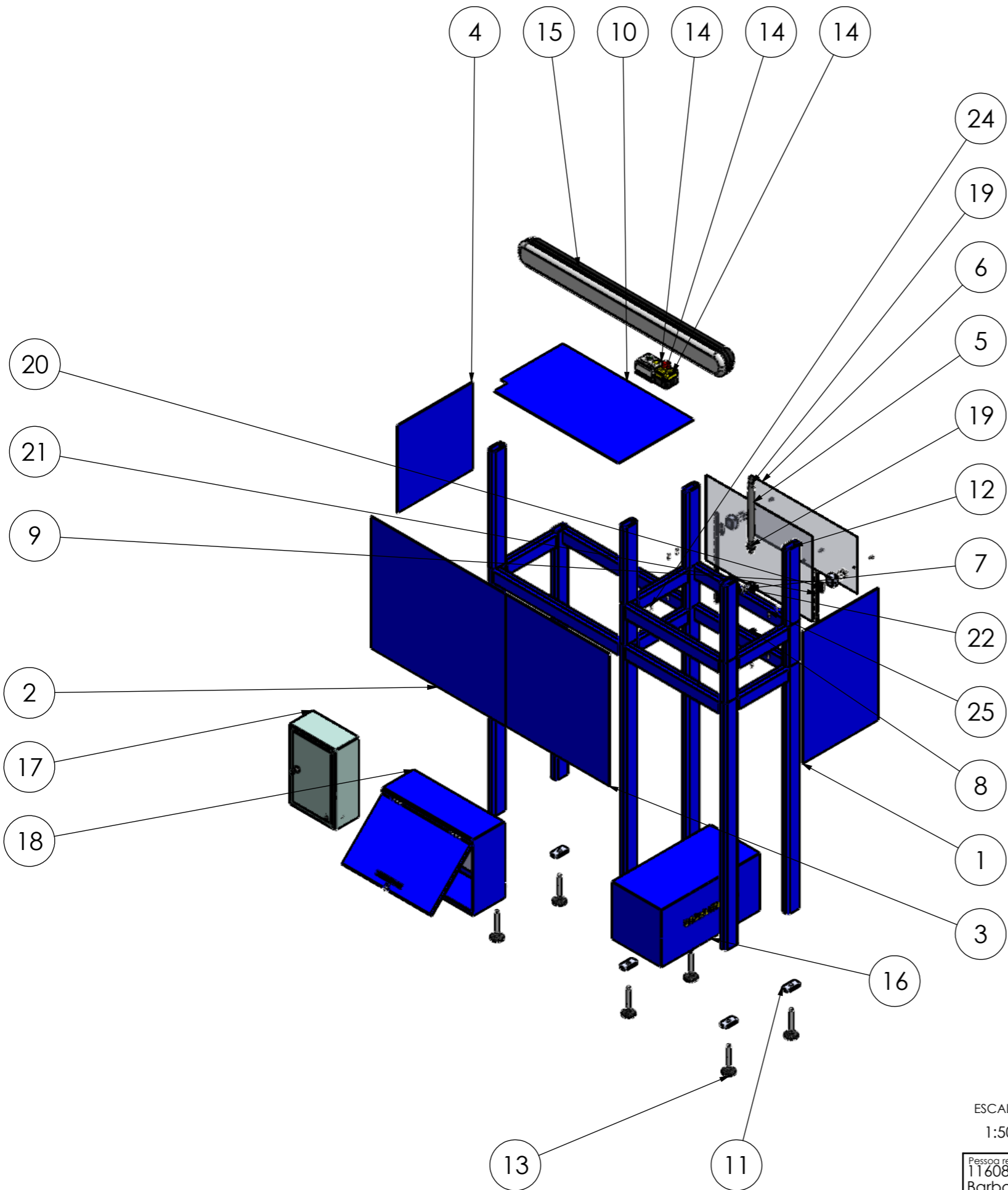
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento	Estado do documento Concluído					
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Afinador 2	Número DD-05-05 <table border="1"> <tr> <td data-bbox="1098 2094 1189 2157">Revisão</td> <td data-bbox="1189 2094 1364 2157">Data de edição 30/05/2021</td> <td data-bbox="1364 2094 1444 2157">Lingua PT</td> <td data-bbox="1444 2094 1527 2157">Folha 1/1</td> </tr> </table>		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Lingua PT	Folha 1/1
Revisão	Data de edição 30/05/2021	Lingua PT	Folha 1/1					



ESCALA
2:1

CK45
ISO 2768-mk
√ Ra 3,2 ISO 8015

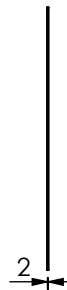
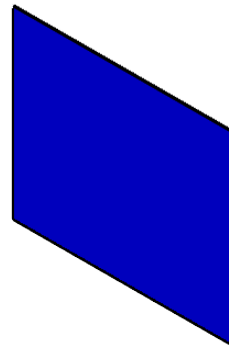
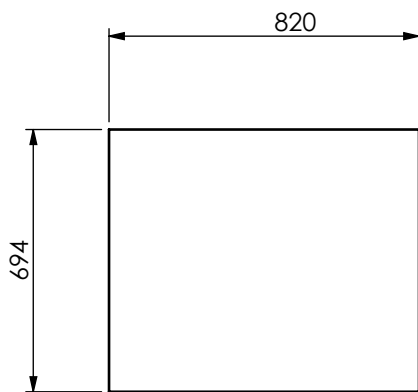
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Apoio MIR	Número DD-05-06 Revisão Data de edição 30/05/2021 Língua PT Folha 1/1



ESCALA
1:50

Número	Nome	Quantidade
1	Proteção fixa 1	1
2	Proteção fixa 2	1
3	Proteção fixa 3	1
4	Proteção fixa 4	1
5	Proteção fixa 5	1
6	Proteção móvel	1
7	Suporte do pneumático	1
8	Adaptador	1
9	Taco	2
10	Chapa da mesa	1
11	Tampa do pé	6
12	Estrutura	1
13	Pé da estrutura	6
14	Botoneira	1
15	Iluminação	1
16	Unidade hidráulica	1
17	Quadro elétrico	1
18	Quadro pneumático e hidráulico	1
19	DSNU-25-250-PPV-A	1
20	MGN_12_H_CARRAGE	2
21	MGN_12_H_RAIL	2
22	ISO 4762 M6 x 12 - 12N	13
23	ISO 4762 M3 x 30 - 18N	8
24	ISO 4762 M6 x 10 - 10N	8
25	ISO 4762 M6 x 20 - 20N	4

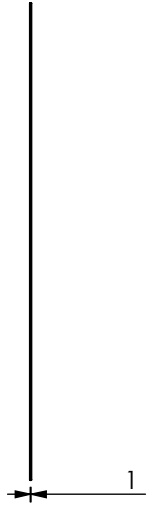
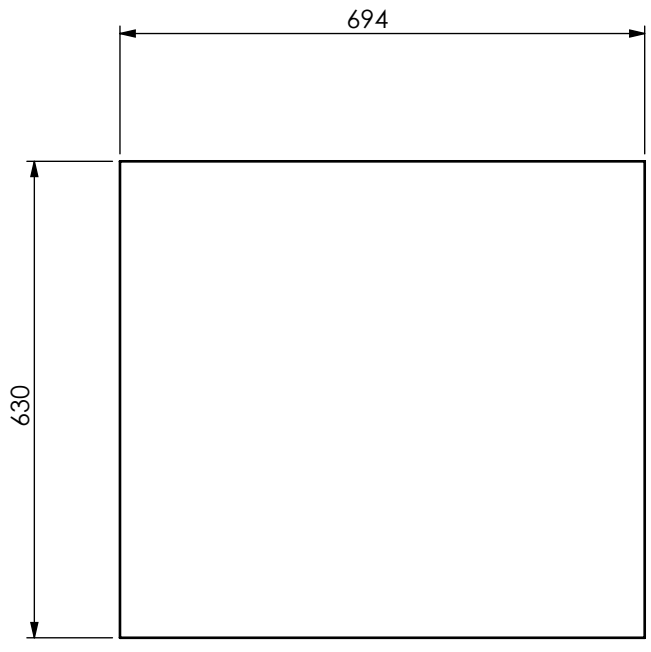
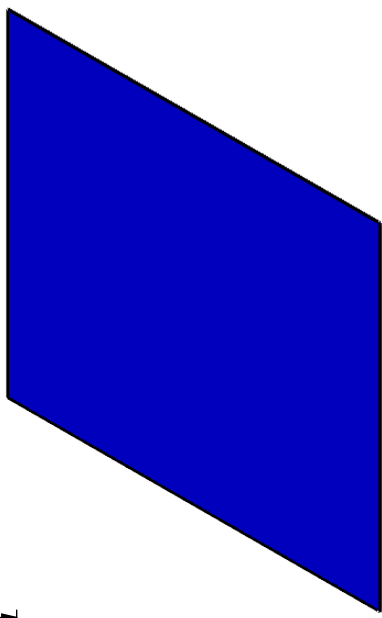
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de conjunto	Estado do documento Concluído			
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Estrutura, proteções e acessórios	Número DC-06			
		Revisão		Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1



ESCALA
1:20

Chapa de ferro
ISO 2768-mk
√ Ra 3,2 ISO 8015

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Proteção fixa 2	Número DD-06-02 Revisão Data de edição Língua Folha 30/05/2021 PT 1/1	

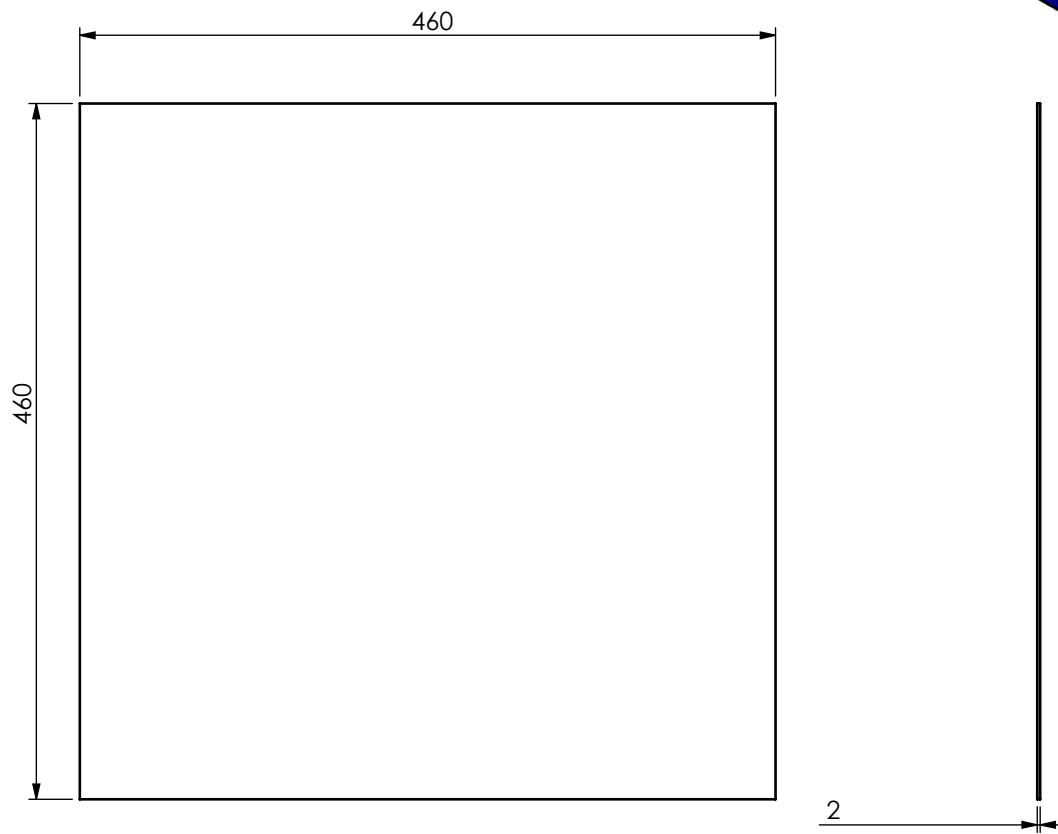
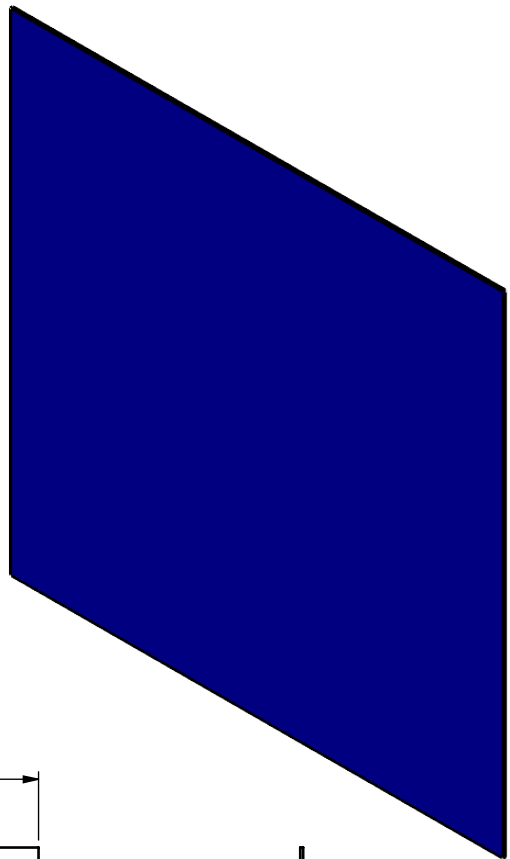


Chapa de ferro
ISO 2768-mk
ISO 8015

√ Ra 3,2

ESCALA
1:10

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído				
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Proteção fixa 3	Número DD-06-03	Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1

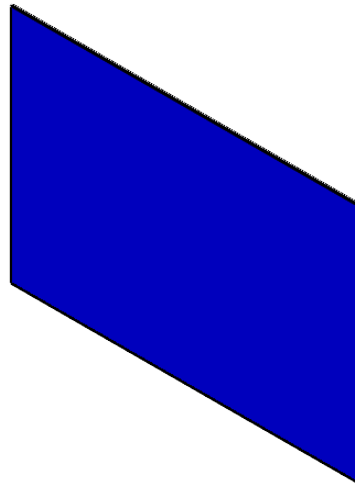
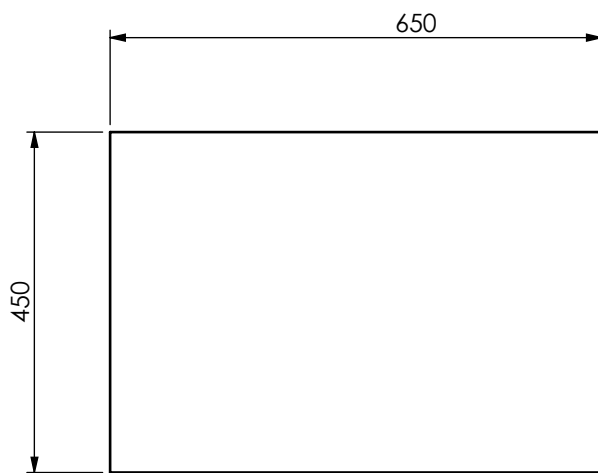


Chapa de ferro
ISO 2768-mk
ISO 8015

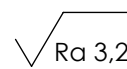
√ Ra 3,2

ESCALA
1:5

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído				
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Proteção fixa 4	Número DD-06-04	Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1

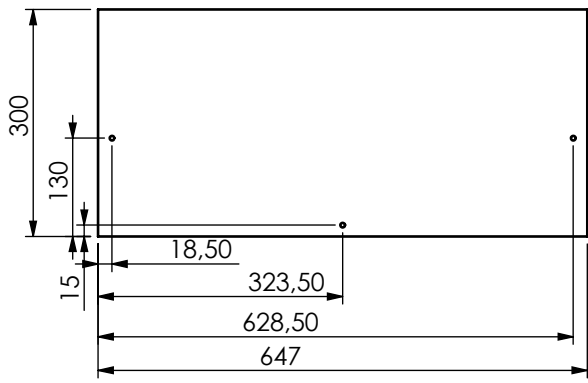
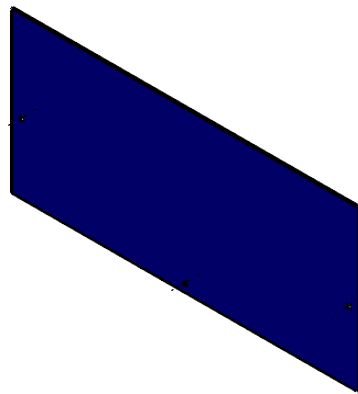


Chapa de ferro
 ISO 2768-mk
 ISO 8015



ESCALA
 1:10

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal <i>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto</i>		Título Proteção fixa 5	Número DD-06-05		
		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1

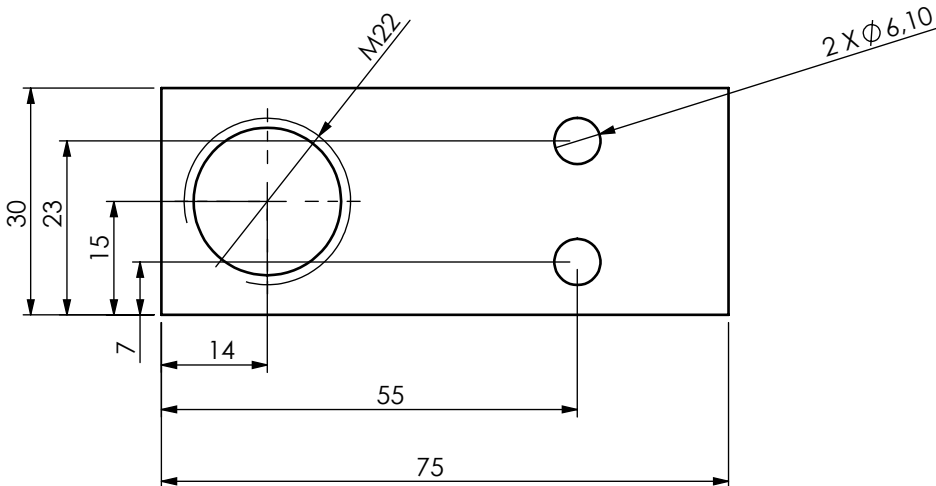
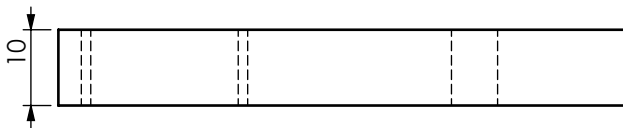
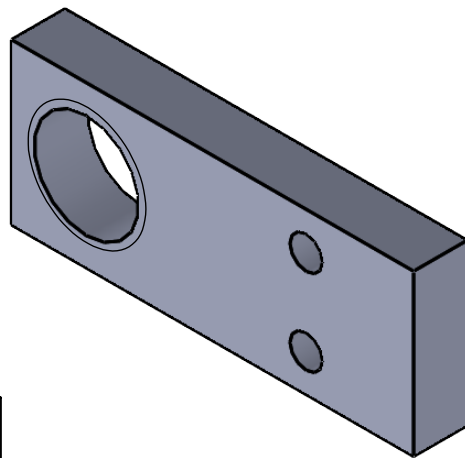


Policarbonato
 ISO 2768-mk
 ISO 8015

√ Ra 3,2

ESCALA
 1:10

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído			
Proprietário legal <i>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto</i>		Título Proteção móvel	Número DD-06-06			
			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1

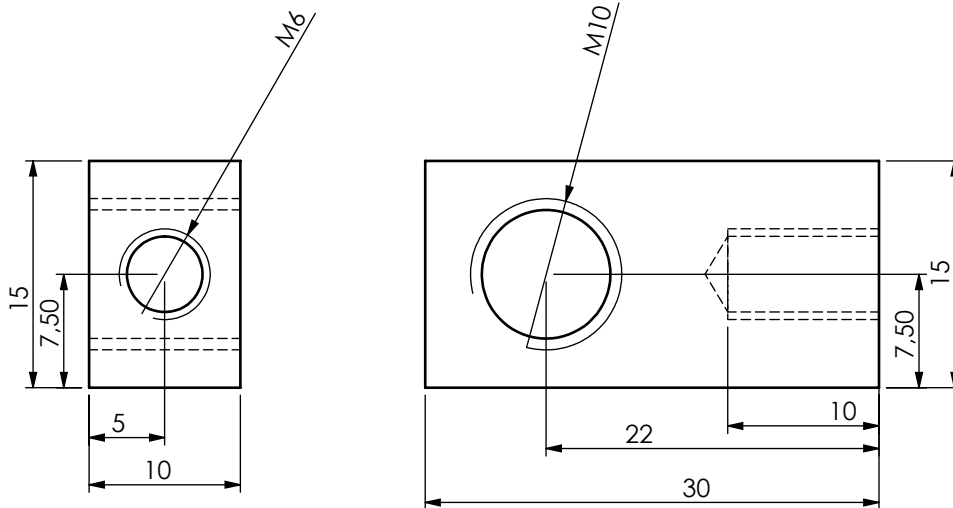
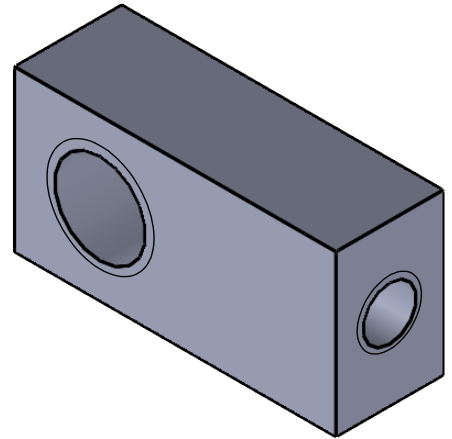


CK 45
 ISO 2768-mk
 ISO 8015

√ Ra 3,2

ESCALA
 1:1

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído		
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Suporte do pneumático	Número DD-06-07		
		Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1

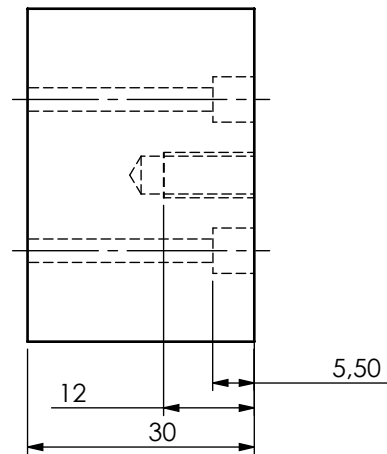
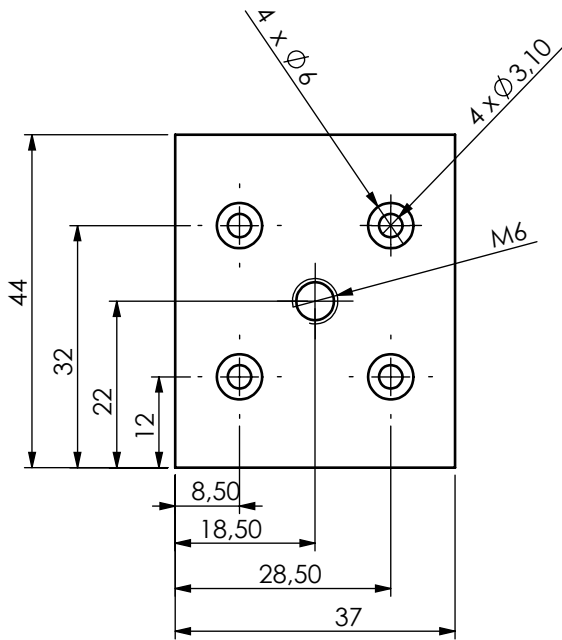
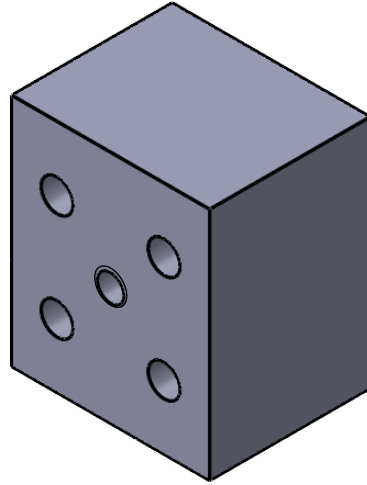


ESCALA
2:1

$\sqrt{\text{Ra } 3,2}$

CK45
ISO 2768-mk
ISO 8015

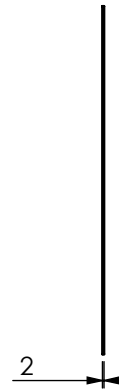
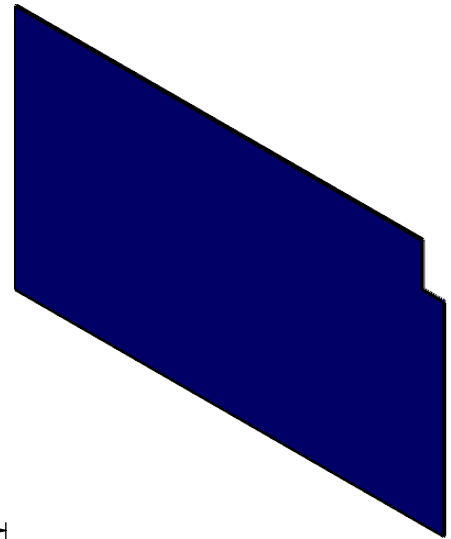
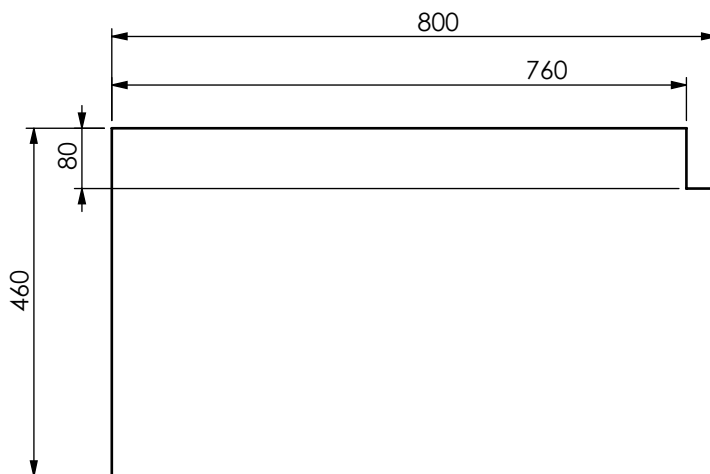
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído									
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Adaptador	Número DD-06-08 <table border="1"> <tr> <td>Revisão</td> <td>Data de edição</td> <td>Lingua</td> <td>Folha</td> </tr> <tr> <td></td> <td>30/05/2021</td> <td>PT</td> <td>1/1</td> </tr> </table>		Revisão	Data de edição	Lingua	Folha		30/05/2021	PT	1/1
Revisão	Data de edição	Lingua	Folha									
	30/05/2021	PT	1/1									



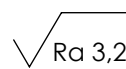
ESCALA
1:1

Aluminio
ISO 2768-mk
√ Ra 3,2
ISO 8015

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído										
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Taco	Número DD-06-09 <table border="1" data-bbox="1093 2094 1527 2157"> <tr> <td>Revisão</td> <td>Data de edição</td> <td>Lingua</td> <td>Folha</td> </tr> <tr> <td></td> <td>30/05/2021</td> <td>PT</td> <td>1/1</td> </tr> </table>			Revisão	Data de edição	Lingua	Folha		30/05/2021	PT	1/1
Revisão	Data de edição	Lingua	Folha										
	30/05/2021	PT	1/1										

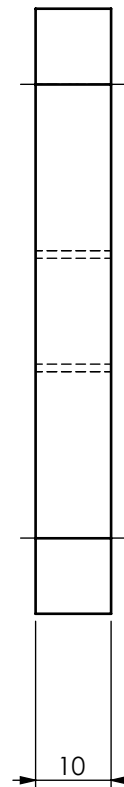
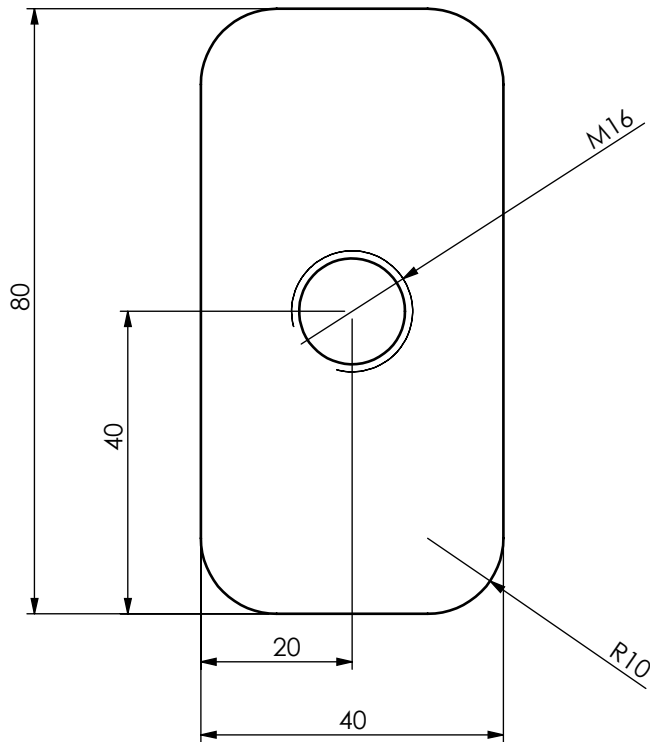
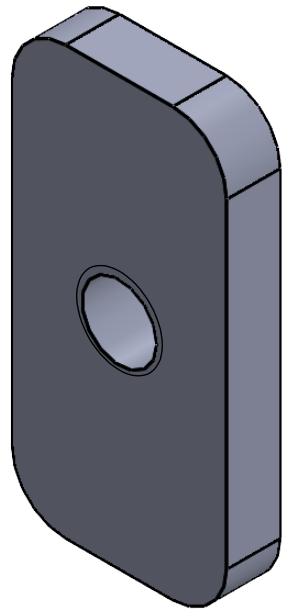


Chapa de ferro
 ISO 2768-mk
 ISO 8015



ESCALA
 1:10

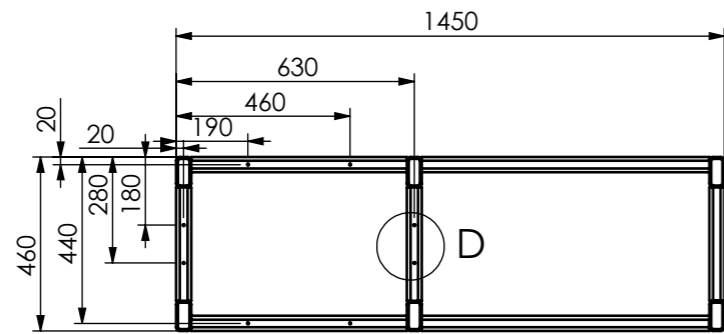
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído			
Proprietário legal <i>DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto</i>		Título Chapa da mesa	Número DD-06-10			
			Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1



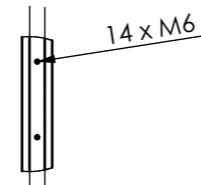
ESCALA
1:1

CK45
ISO 2768-mk
√ Ra 3,2 ISO 8015

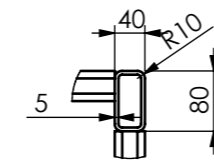
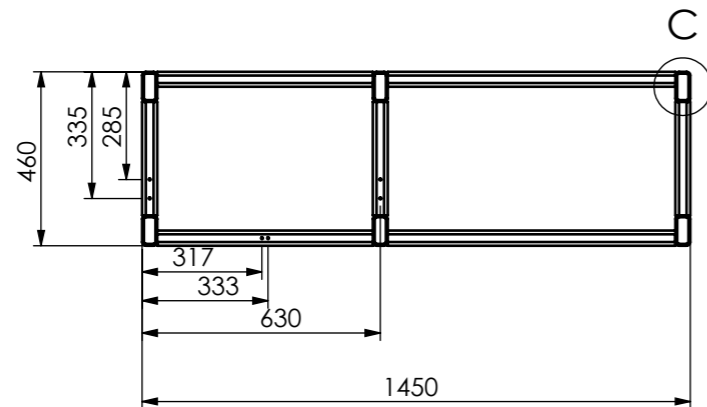
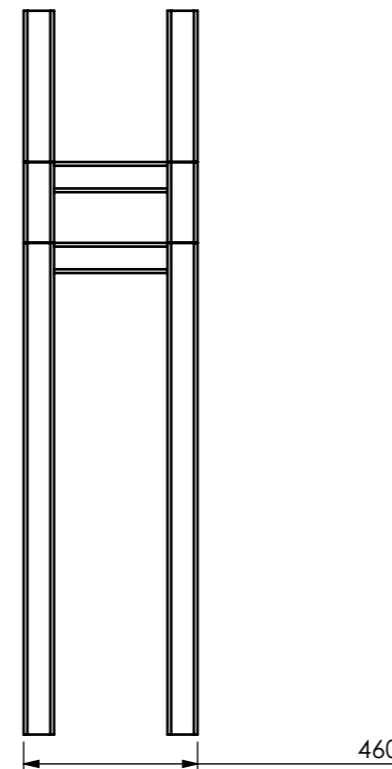
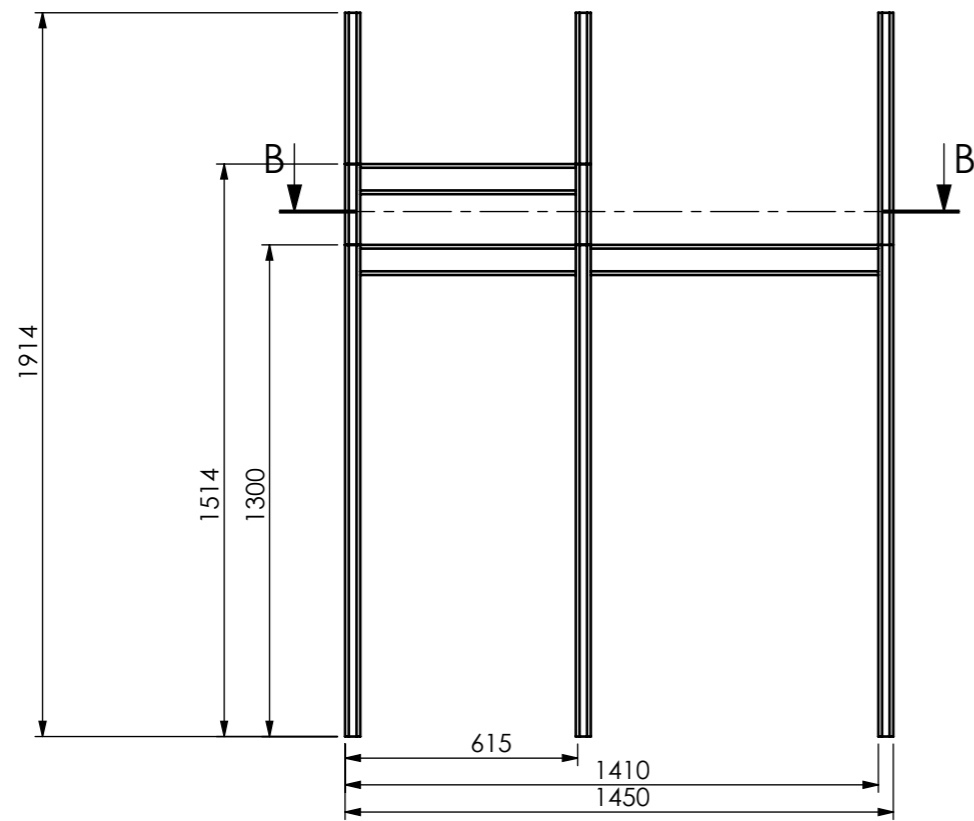
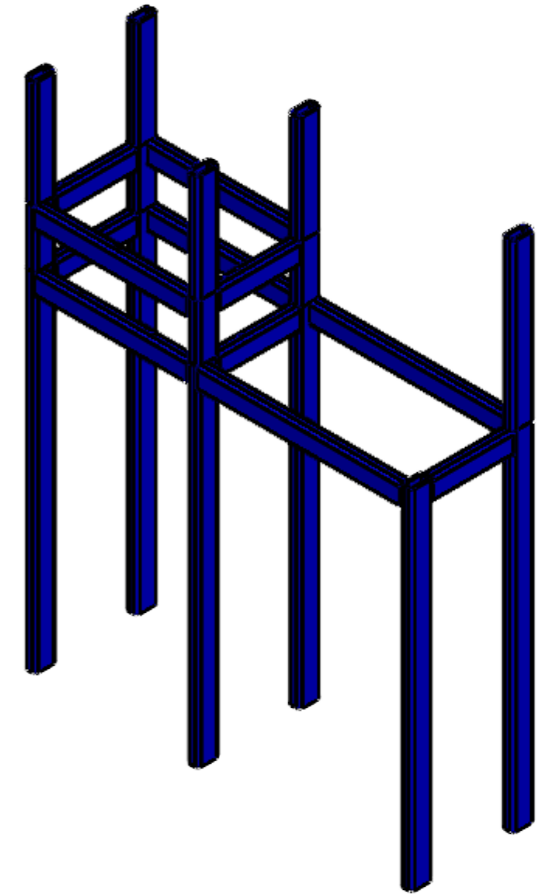
Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Tampa dos pés	Número DD-06-11 Revisão Data de edição Língua Folha 30/05/2021 PT 1/1	



SECTION B-B



DETAIL D
SCALE 1 : 10



DETAIL C
SCALE 1 : 10

Perfil 80x40x5 Ferro
ISO 2768-mk
ISO 8015

√ Ra 3,2

ESCALA
1:20

Pessoa responsável 1160808 - André Barbosa	Departamento responsável www.dem.isep.ipp.pt	Tipo de documento Desenho de definição	Estado do documento Concluído	
Proprietário legal DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto		Título Estrutura	Número DD-06-12	
Revisão	Data de edição 30/05/2021	Língua PT	Folha 1/1	


6.7 Manutenção de 1º nível

6.7.1 *Manutenção de 1º nível da linha de montagem IBK2 L1*

Manutenção 1ºNível (Posto 100-Montagem dos arames no tubo do plástico)

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F

Mês:

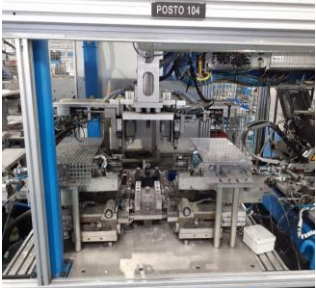
Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																			
		Existência de fugas de ar	2																																			
		Inspeção Visual/Sonora	3																																			
		Verificar e/ou lubrificar partes móveis	1																																			
		Se necessário lubrificar, consultar fotos	2																																			
			3																																			
		Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																			
		Inspeção Visual / Kit 1	2																																			
			3																																			
		Aspirar para limpeza do posto usando o aspirador disponível na área	1																																			
		Inspeção Visual	2																																			
			3																																			
		Limpeza do posto de trabalho	1																																			
		Panos/Ar comprimido/Aspirador	2																																			
			3																																			
		Verificar as ligações Hidráulicas	1																																			
		Existência de fugas de óleo	2																																			
		Inspeção Visual	3																																			
		1																																				
		2																																				
		3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

Manutenção 1ºNível(Posto 104 Máquina execução de introdução de tubos, execução de ganchos e fixar arames laterais)

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F

Mês:

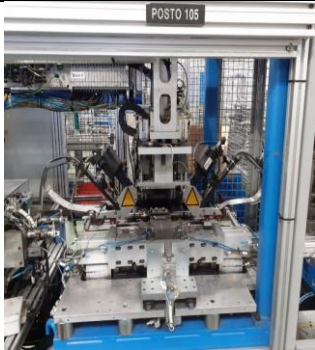
Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																		
		Existência de fugas de ar	2																																		
		Inspeção Visual/Sonora	3																																		
		Verificar e/ou lubrificar partes movéis	1																																		
			2																																		
		Se necessário lubrificar, consultar fotos	3																																		
		Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																		
			2																																		
		Inspeção Visual / Kit 1	3																																		
		Limpeza do posto de trabalho	1																																		
			2																																		
		Panos/Ar comprimido/Aspirador	3																																		
			1																																		
			2																																		
			3																																		

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

Manutenção 1ºNível(Posto 105 Máquina execução de dobras finais e fixar arame lombar)

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F



Mês:

Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																			
		Existência de fugas de ar	2																																			
		Inspeção Visual/Sonora	3																																			
		Verificar e/ou lubrificar partes movéis	1																																			
		Se necessário lubrificar, consultar fotos	2																																			
		Se necessário lubrificar, consultar fotos	3																																			
		Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																			
		Inspeção Visual / Kit 1	2																																			
		Inspeção Visual / Kit 1	3																																			
		Limpeza do posto de trabalho	1																																			
		Limpeza do posto de trabalho	2																																			
		Limpeza do posto de trabalho	3																																			
			1																																			
			2																																			
			3																																			

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

Manutenção 1ºNível (Posto de Marcação a Laser e Aspirador (MILS00015F))













CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F

Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
10		Verificar se o sinal luminoso do sistema de aspiração estão as luzes ligadas (verde, vermelha, amarela) se tiverem as 3 ligadas está nok 1																																			
		2																																			
		3																																			
	Abrir O.T substituição dos filtros do sistema de aspiração do laser Limpeza da zona exterior do laser Com ajuda de um pano retirar a sujidade existente na zona exterior do equipamento	1																																			
		2																																			
		3																																			
	Limpeza da zona exterior do aspirador Com ajuda de um pano retirar a sujidade existente na zona exterior do equipamento	1																																			
		2																																			
		3																																			
	Limpeza do laser Ar comprimido	1																																			
2																																					
3																																					
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F

Mês:

Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																	
		Existência de fugas de ar	2																																	
		Inspeção Visual/Sonora	3																																	
		Verificar e/ou lubrificar partes movéis	1																																	
		Se necessário lubrificar, consultar fotos	2																																	
			3																																	
		Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																	
			2																																	
		Inspeção Visual / Kit 1	3																																	
		Verificar fixação das botoneiras e bom funcionamento dos botões	1																																	
		2																																		
Inspeção Visual		3																																		
	Garantir proteções activas	1																																		
		2																																		
	Inspeção Visual	3																																		
	Limpeza do posto de trabalho	1																																		
		2																																		
	Panos/Ar comprimido	3																																		
	Verificar estado da consola, lagarta e suportes	1																																		
		2																																		
	Inspeção Visual	3																																		
		1																																		
		2																																		
		3																																		
		1																																		
		2																																		
		3																																		
		1																																		
		2																																		
		3																																		
		1																																		
		2																																		
		3																																		
		1																																		
		2																																		
		3																																		











Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

6.7.2 *Manutenção de 1ª nível da linha de montagem IBK2 L2*

Manutenção 1ºNível(Posto 102 Máquina execução de enrolamentos)

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F


Mês:

Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																	
		Existência de fugas de ar	2																																	
		Inspeção Visual/Sonora	3																																	
			Verificar e/ou lubrificar partes móveis	1																																
			Se necessário lubrificar, consultar fotos	2																																
				3																																
			Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																
			Inspeção Visual / Kit 1	2																																
				3																																
			Limpeza do posto de trabalho	1																																
			Panos/Ar comprimido/Aspirador	2																																
				3																																
		Verificar existência de fugas de óleo	1																																	
		Inspeção Visual	2																																	
			3																																	
			1																																	
			2																																	
			3																																	
			1																																	
			2																																	
			3																																	
			1																																	
			2																																	
			3																																	
			1																																	
			2																																	
			3																																	
			1																																	
			2																																	
			3																																	

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F


Mês:

Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																	
		Existência de fugas de ar	2																																	
		Inspeção Visual/Sonora	3																																	
	Verificar e/ou lubrificar partes móveis	1																																		
		2																																		
		3																																		
	Se necessário lubrificar, consultar fotos	1																																		
		2																																		
		3																																		
	Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																		
		2																																		
		3																																		
	Inspeção Visual / Kit 1	1																																		
		2																																		
		3																																		
Limpeza do posto de trabalho	1																																			
	2																																			
	3																																			
Panos/Ar comprimido/Aspirador	1																																			
	2																																			
	3																																			
	1																																			
	2																																			
	3																																			
	1																																			
	2																																			
	3																																			
	1																																			
	2																																			
	3																																			
	1																																			
	2																																			
	3																																			
	1																																			
	2																																			
	3																																			
	1																																			
	2																																			
	3																																			

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F

Mês:

Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																		
		Existência de fugas de ar	2																																		
		Inspeção Visual/Sonora	3																																		
		Verificar existência lubrificação partes móveis	1																																		
		Se necessário lubrificar	2																																		
			3																																		
		Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																		
		Inspeção Visual / Kit 1	2																																		
			3																																		
	Verificar fixação das botoneiras e bom funcionamento dos botões	1																																			
	Inspeção Visual	2																																			
		3																																			
	Garantir proteções activas	1																																			
	Inspeção Visual	2																																			
		3																																			
	Limpeza do posto de trabalho	1																																			
	Panos/Ar comprimido	2																																			
		3																																			
Verificar estado da consola, lagarta e suportes	1																																				
Inspeção Visual	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				
	1																																				
	2																																				
	3																																				


Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

6.7.3 *Manutenção de 1ª nível da linha de montagem IBK2 L3*

Manutenção 1ºNível(Posto 102 Máquina execução de enrolamentos)

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F

Mês:


Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações				
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																				
		Existência de fugas de ar	2																																				
		Inspeção Visual/Sonora	3																																				
		Verificar e/ou lubrificar partes móveis	1																																				
		Se necessário lubrificar, consultar fotos	2																																				
			3																																				
		Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																				
		Inspeção Visual / Kit 1	2																																				
			3																																				
		Limpeza do posto de trabalho	1																																				
			2																																				
		Panos/Ar comprimido/Aspirador	3																																				
		Verificar a existência de fugas de óleo	1																																				
		Inspeção Visual	2																																				
			3																																				
			1																																				
			2																																				
			3																																				
			1																																				
			2																																				
			3																																				
			1																																				
			2																																				
			3																																				
			1																																				
			2																																				
			3																																				

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

Manutenção 1ºNível(Posto 105 Máquina execução de dobras finais e fixar arame lombar)

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F

Mês:


Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
10		Verificar as ligações Pneumáticas	1																																			
		Existência de fugas de ar	2																																			
		Inspeção Visual/Sonora	3																																			
	Verificar e/ou lubrificar partes movéis	1																																				
	Se necessário lubrificar, consultar fotos	2																																				
		3																																				
	Verificar folgas e desapertos do mecanismo	1																																				
		2																																				
	Inspeção Visual / Kit 1	3																																				
	Limpeza do posto de trabalho	1																																				
		2																																				
	Panos/Ar comprimido/Aspirador	3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				
		1																																				
		2																																				
		3																																				

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

Manutenção 1ºNível (Posto de Marcação a Laser e Aspirador (MILS00015F))

CODIGO DO EQUIPAMENTO/LINHA : LM3028001F

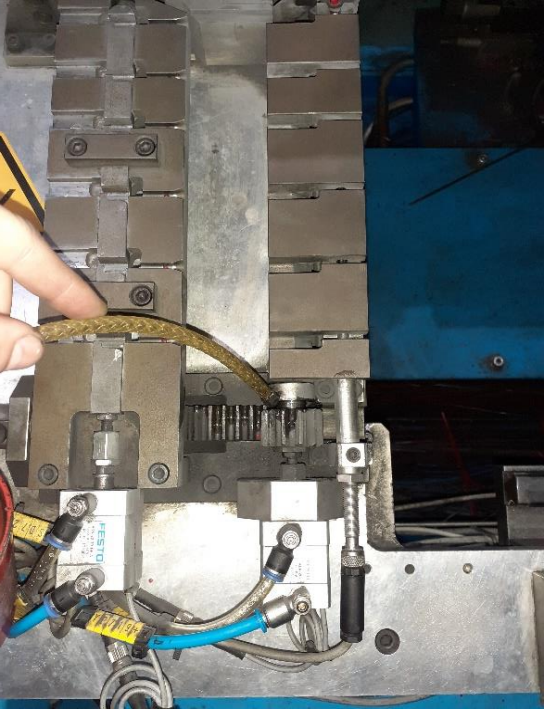
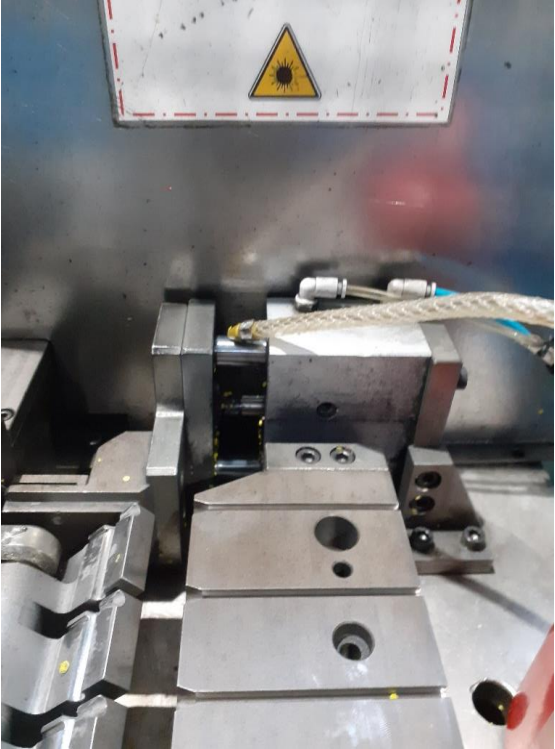
Mês: _____

Station	Foto	Tarefa	T	Mês:																															Observações					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31						
10		Verificar se o sinal luminoso do sistema de aspiração estão as luzes ligadas (verde, vermelha, amarela) se tiverem as 3 ligadas está nok 1																																						
		2																																						
		Abrir O.T substituição dos filtros do sistema de aspiração do laser 3																																						
		Limpeza da zona exterior do laser 1																																						
		2																																						
		3																																						
		Limpeza da zona exterior do aspirador 1																																						
		2																																						
		3																																						
		Limpeza do laser 1																																						
2																																								
3																																								
Ar comprimido 1																																								
2																																								
3																																								
1																																								
2																																								
3																																								
1																																								
2																																								
3																																								
1																																								
2																																								
3																																								

Quando encontrar uma não conformidade , avise imediatamente o supervisor ou abrir uma O.T

6.8 Plano de lubrificação

6.8.1 *Plano de lubrificação da linha de montagem IBK2 L1*

Posto 100	Descrição
	<p>Lubrificação da cremalheira e da roda dentada responsáveis pela fixação do tubo central.</p>
	<p>Lubrificação das guias do cilindro.</p>






Lubrificação das guias laterais da mesa, ou seja, lubrificar guia esquerda e guia direita, quer da parte da frente, quer da parte de trás.



Lubrificação das partes móveis presentes na zona da frente e de trás da gaveta, nomeadamente rodas dentadas e cremalheiras.




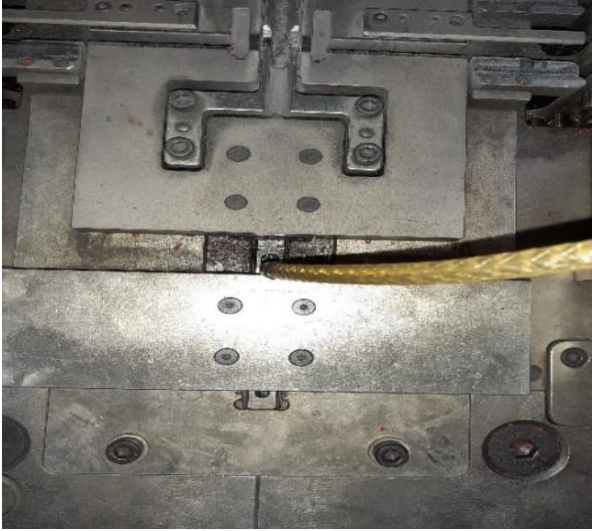
Lubrificar guias superiores do movimento dos carregadores.

Posto 101	Descrição
	<p>Lubrificação de todas as guias do posto.</p>
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros verticais.</p>
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTEC): _____

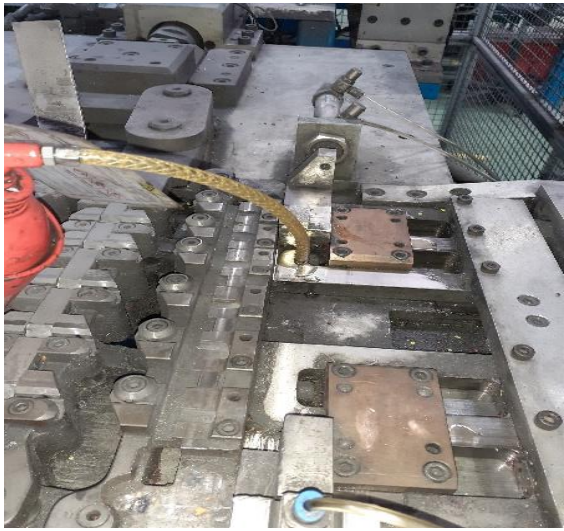
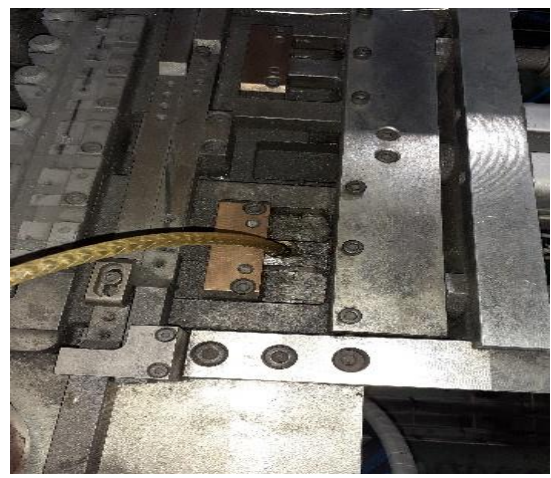
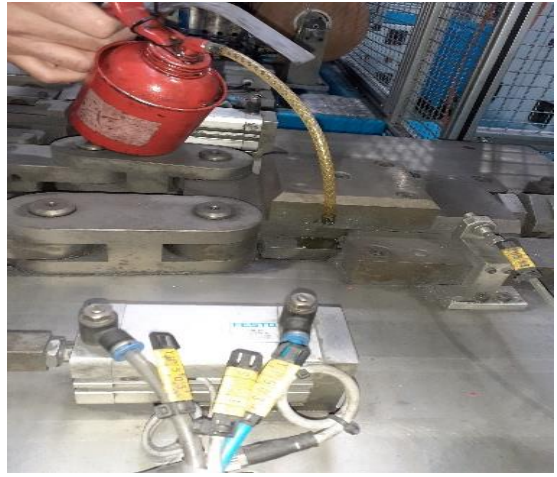
Realizado por (MNTE): _____

Posto 102	Descrição
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros responsáveis por centrar o arame. Guia de cima, baixo, esquerda e direita.</p>
	<p>Lubrificação das guias das placas de fixação da espinha, quer da parte cima quer da parte de baixo.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____



Realizado por (MNTE): _____

Posto 103	Descrição
	<p>Lubrificação das barras responsáveis pelo ângulo do arame, lubrificar em cima e em baixo, na esquerda e na direita.</p>
	<p>Lubrificação dos bronzes.</p>
	<p>Lubrificação da guia do cilindro.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

Posto 104	Descrição
	<p>Lubrificação das guias de inserção do tubo, esquerda e direita.</p>
	<p>Lubrificação das cremalheiras, das rodas dentadas e guias. Tanto da esquerda como a da direita.</p>

Data: 21/01/2021

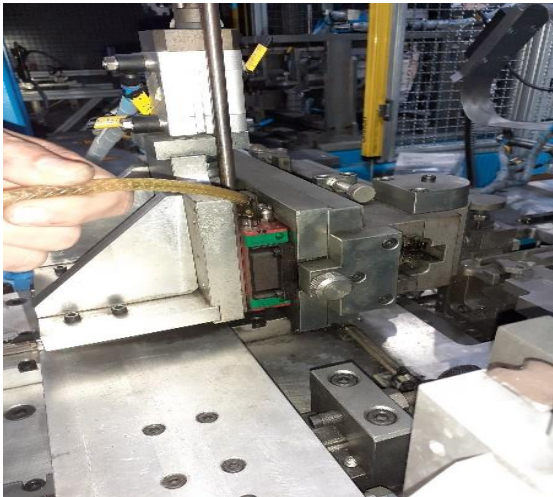
Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

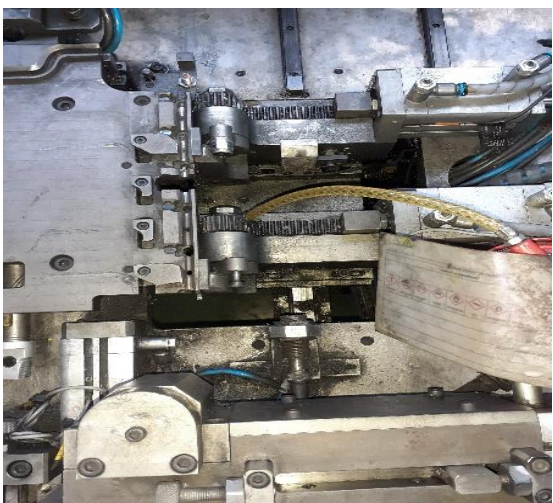
Posto 105	Descrição
	<p>Lubrificação das guias, tanto da esquerda, como da direita.</p>
	<p>Lubrificação das guias do manipulador que transporta o arame lombar.</p>
	<p>Lubrificação das guias de movimento das pistolas, tanto da esquerda como da direita.</p>



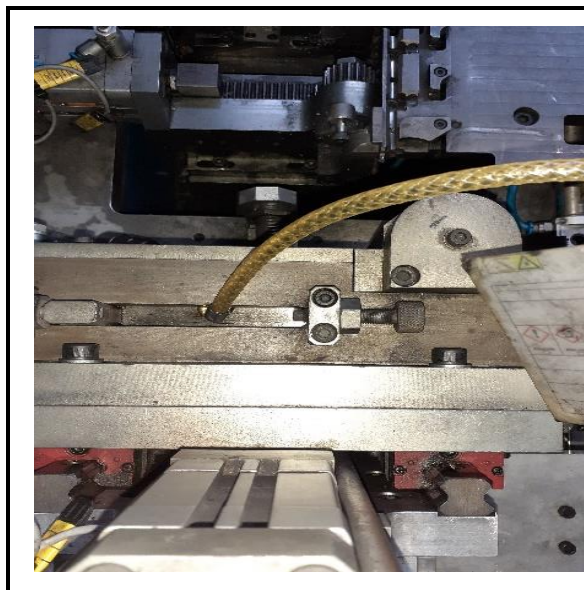
Lubrificação das guias dos cilindros.



Lubrificação das guias do processo de bengala, tanto da esquerda como da direita.



Lubrificação das cremalheiras responsáveis pelo ângulo do arame.

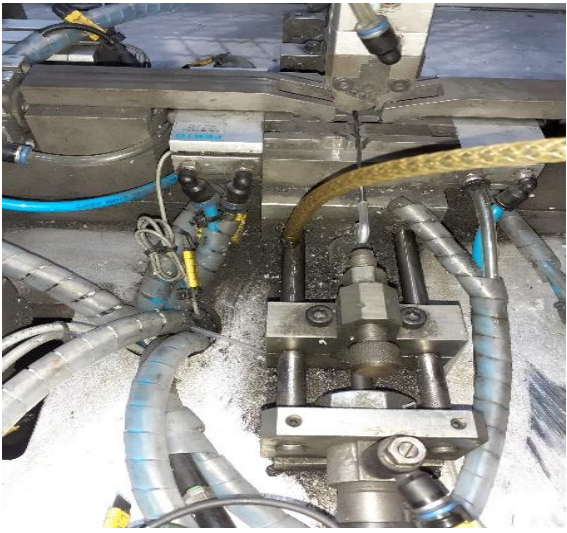




**Lubrificação das guias de
dobragem de bengala.**

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

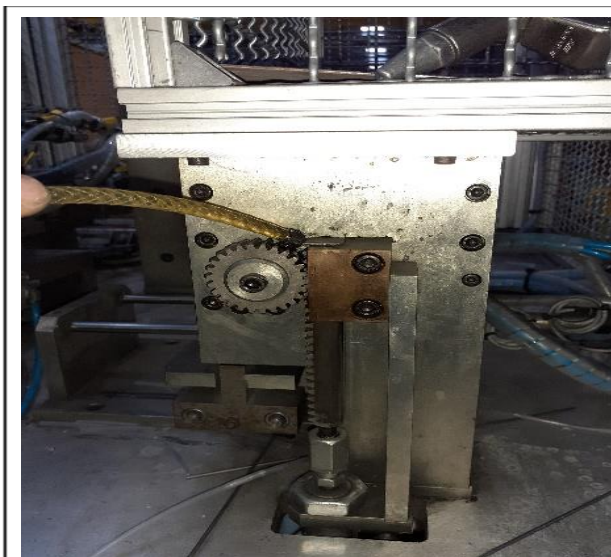
Realizado por (MNTE): _____

Posto 106	Descrição
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros de puxa tubo, quer do lado esquerdo quer do lado direito.</p>
	<p>Lubrificação de todas as guias.</p>
	<p>Lubrificação das guias da gaveta.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTE): _____

Realizado por (MNTC): _____



Lubrificação da cremalheira e da roda dentada do carregador dos arames.




Lubrificação de guias de introdução de tubo.

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

Posto 107	Descrição
	<p>Lubrificação das guias de enrolamento do arame, esquerda e direita.</p>
	<p>Lubrificação das guias do transfere de alimentação de arame.</p>
	<p>Lubrificação das guias das pinças de alimentação.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

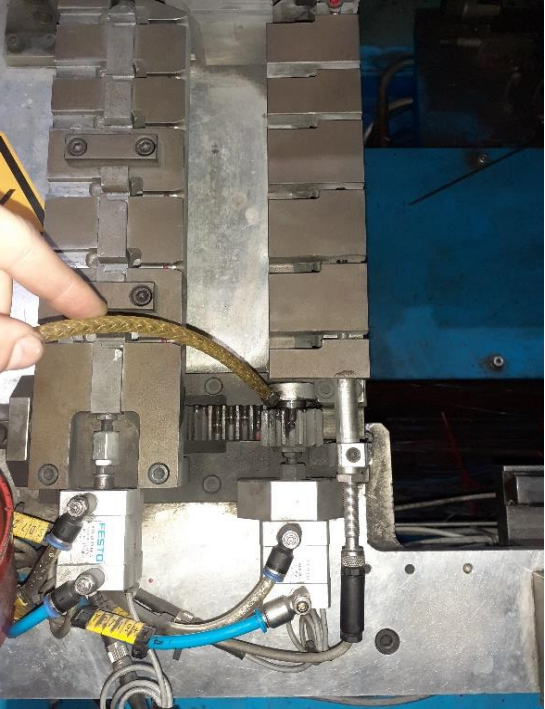
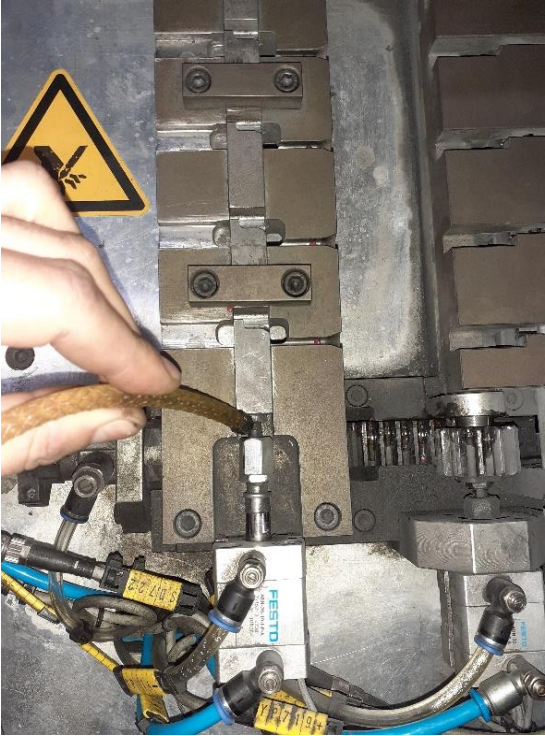
Manipuladores	Descrição
	<p>Lubrificação das guias de subida e descida do manipulador.</p>
	<p>Lubrificação das guias puxa tubo.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

6.8.2 *Plano de lubrificação da linha de montagem IBK2 L2*

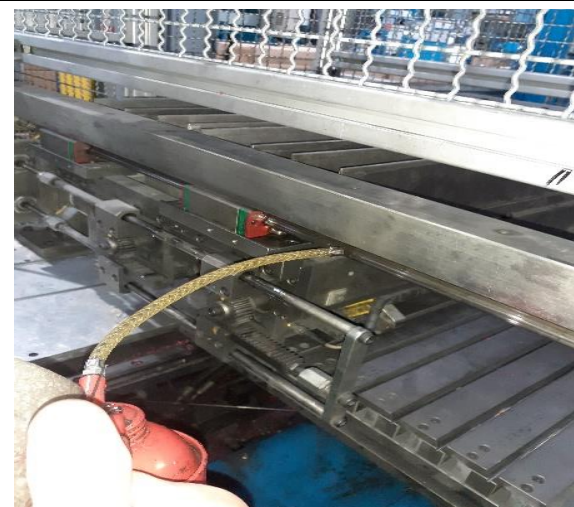
Posto 100	Descrição
	<p>Lubrificação da cremalheira e da roda dentada responsáveis pela fixação do tubo central.</p>
	<p>Lubrificação da guia responsável pela fixação dos arames, tanto a parte da frente como a parte de trás.</p>






Lubrificação das guias laterais da mesa, ou seja, lubrificar guia esquerda e guia direita, quer da parte da frente, quer da parte de trás.



Lubrificação das partes móveis presentes na zona da frente e de trás da gaveta, nomeadamente guias, rodas dentadas e cremalheiras.




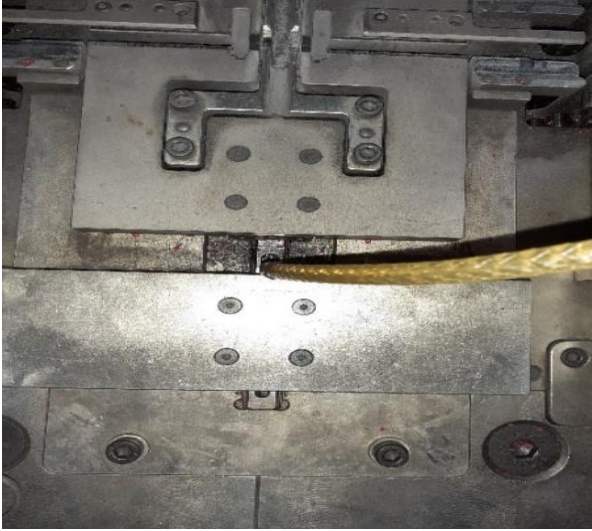
Lubrificar guias superiores do movimento dos carregadores.

Posto 101	Descrição
	<p>Lubrificação de todas as guias do posto.</p>
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros verticais.</p>
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTE): _____

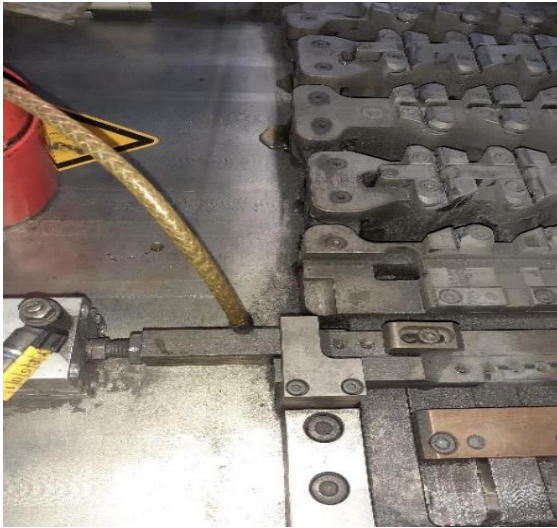

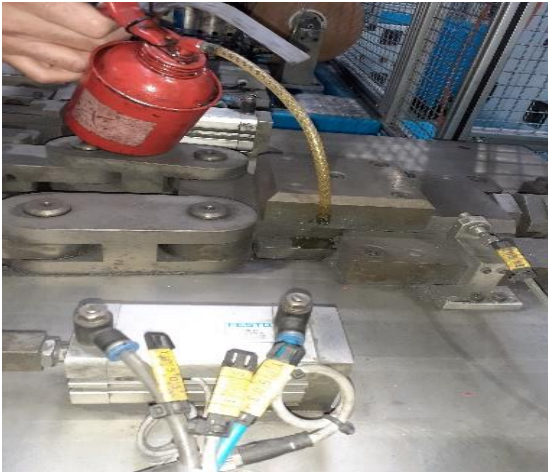
Realizado por (MNTC): _____

Posto 102	Descrição
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros responsáveis por centrar o arame. Guia de cima, baixo, esquerda e direita.</p>
	<p>Lubrificação das guias das placas de fixação da espinha.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____




Realizado por (MNTE): _____

Posto 103	Descrição
	<p>Lubrificação das barras responsáveis pelo ângulo do arame, lubrificar em cima e em baixo, na esquerda e na direita.</p>
	<p>Lubrificação dos bronzes.</p>
	<p>Lubrificação da guia do cilindro.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

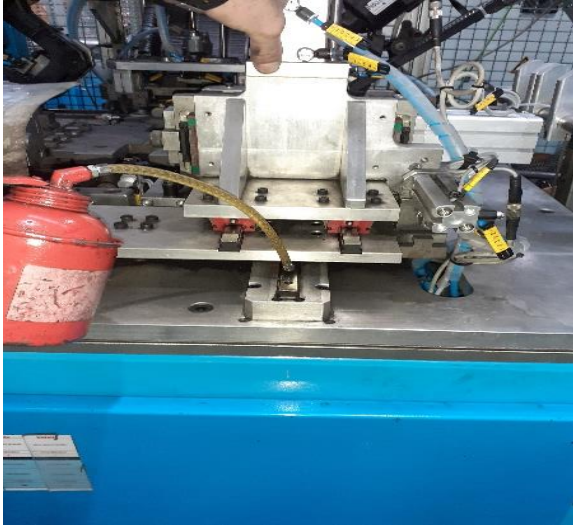


Realizado por (MNTE): _____

Posto 104	Descrição
	<p>Lubrificação das guias de inserção do tubo, esquerda e direita.</p>
	<p>Lubrificação das guias de movimento de pistola.</p>
	<p>Lubrificação das cremalheiras e das rodas dentadas. Tanto da esquerda como a da direita.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTE): _____

Realizado por (MNTC): _____

Posto 105	Descrição
	<p>Lubrificação das três guias, tanto da esquerda, como da direita.</p>
	<p>Lubrificação da guia central.</p>
	<p>Lubrificação das guias do manipulador que transporta o arame lombar.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____



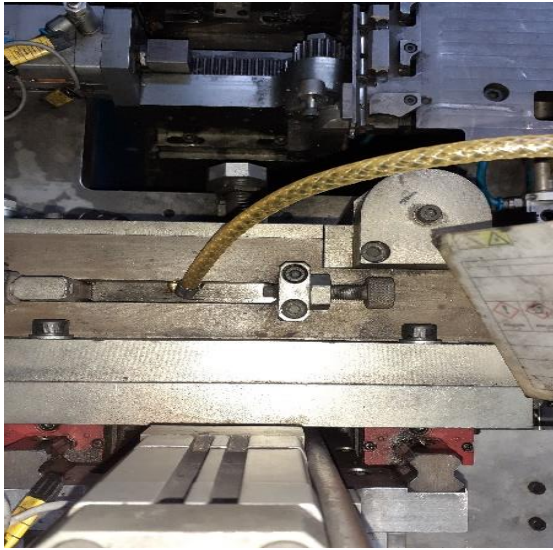
Lubrificação das guias de movimento das pistolas, tanto da esquerda como da direita.



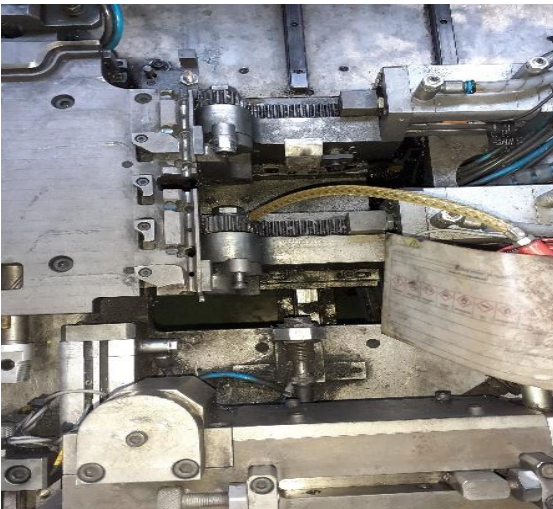
Lubrificação das guias dos cilindros.



Lubrificação das guias do processo de bengala, tanto da esquerda como da direita.



**Lubrificação das guias de
dobragem de bengala.**





**Lubrificação das cremalheiras
responsáveis pelo ângulo do
arame.**

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTEC): _____

Realizado por (MNTE): _____

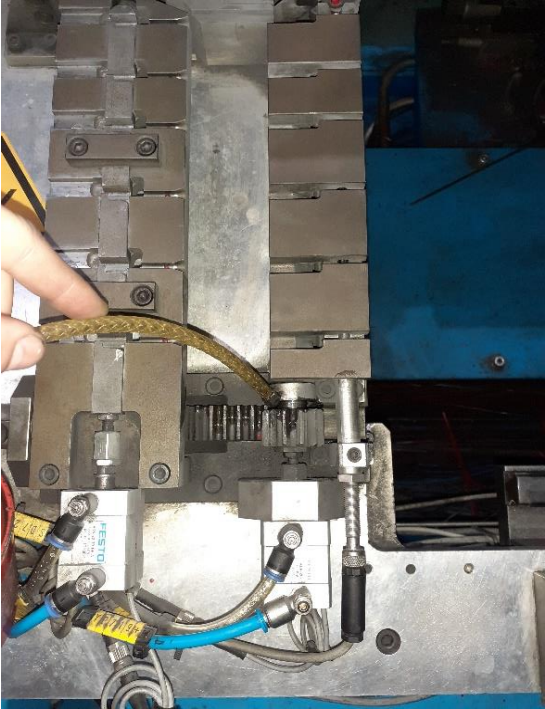
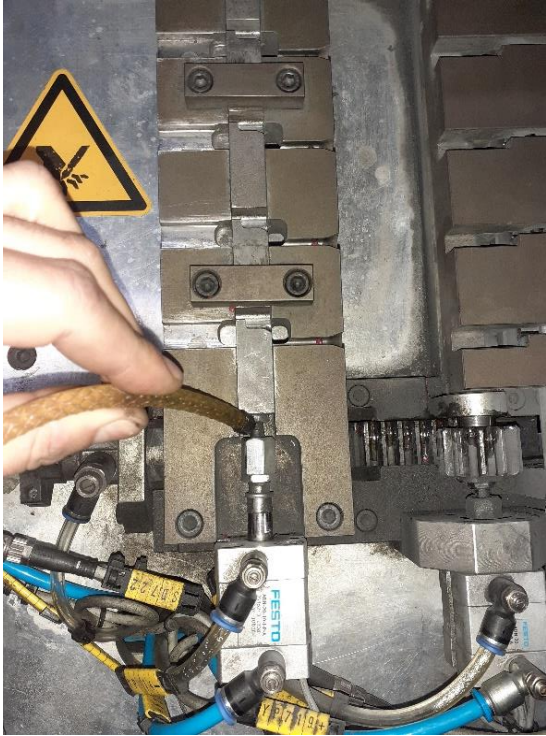
Manipuladores	Descrição
	<p>Lubrificação das guias de subida e descida do manipulador.</p>
	<p>Lubrificação das guias puxa tubo.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

6.8.3 *Plano de lubrificação da linha de montagem IBK2 L3*

Posto 100	Descrição
	<p>Lubrificação da cremalheira e da roda dentada responsáveis pela fixação do tubo central.</p>
	<p>Lubrificação da guia responsável pela fixação dos arames, tanto a parte da frente como a parte de trás.</p>






Lubrificação das guias laterais da mesa, ou seja, lubrificar guia esquerda e guia direita, quer da parte da frente, quer da parte de trás.



Lubrificação das partes móveis presentes na zona da frente e de trás da gaveta, nomeadamente guias, rodas dentadas e cremalheiras.




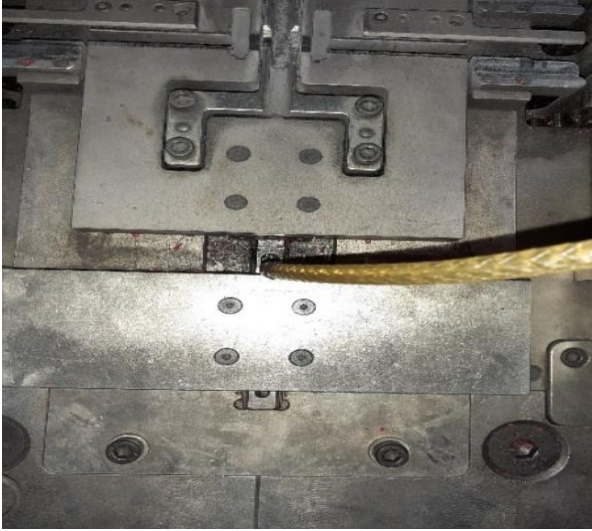
Lubrificar guias superiores do movimento dos carregadores.

Posto 101	Descrição
	<p>Lubrificação de todas as guias do posto.</p>
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros verticais.</p>
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTE): _____

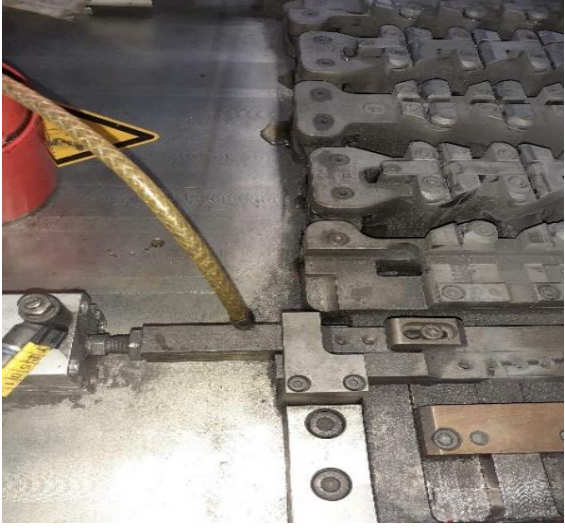

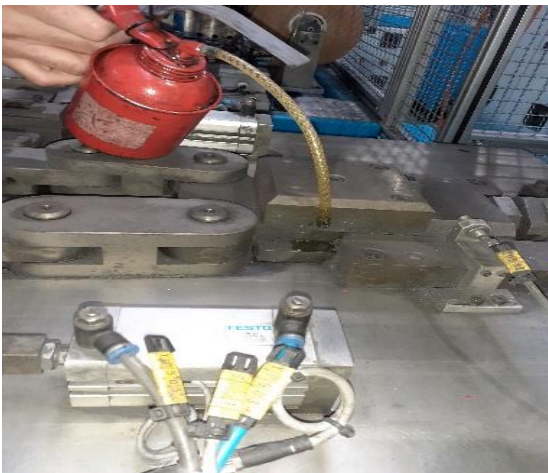
Realizado por (MNTC): _____




Posto 102	Descrição
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros responsáveis por centrar o arame. Guia de cima, baixo, esquerda e direita.</p>
	<p>Lubrificação das guias das placas de fixação da espinha.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

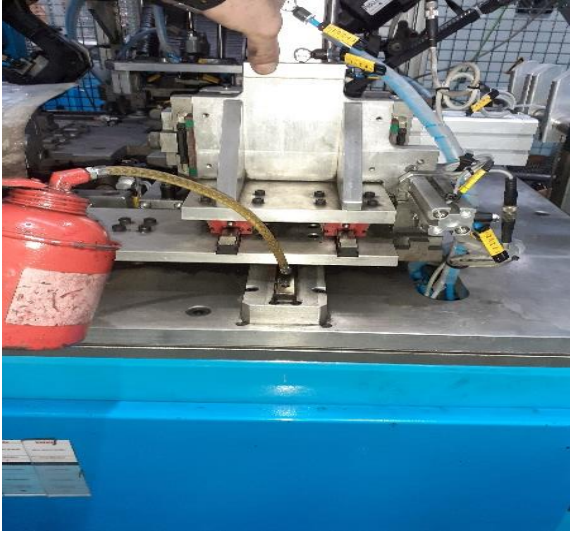


Posto 103	Descrição
	<p>Lubrificação das barras responsáveis pelo ângulo do arame, lubrificar em cima e em baixo, na esquerda e na direita.</p>
	<p>Lubrificação dos bronzes.</p>
	<p>Lubrificação da guia do cilindro.</p>

Posto 104	Descrição
	<p>Lubrificação das guias de inserção do tubo, esquerda e direita.</p>
	<p>Lubrificação das guias de movimento de pistola.</p>
	<p>Lubrificação das cremalheiras e das rodas dentadas. Tanto da esquerda como a da direita.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTE): _____

Realizado por (MNTC): _____

Posto 105	Descrição
	<p>Lubrificação das três guias, tanto da esquerda, como da direita.</p>
	<p>Lubrificação da guia central.</p>
	<p>Lubrificação das guias do manipulador que transporta o arame lombar.</p>

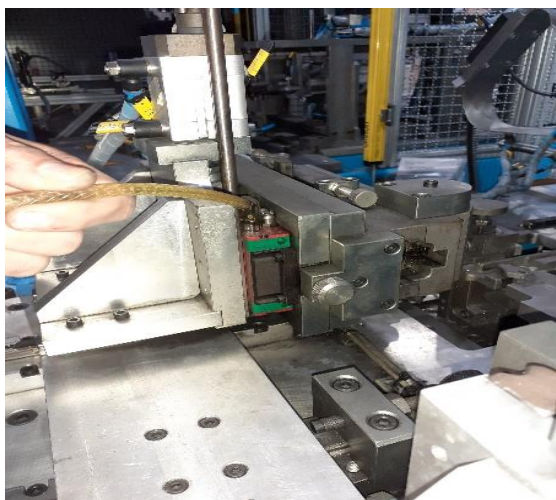
Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTE): _____

Realizado por (MNTC): _____



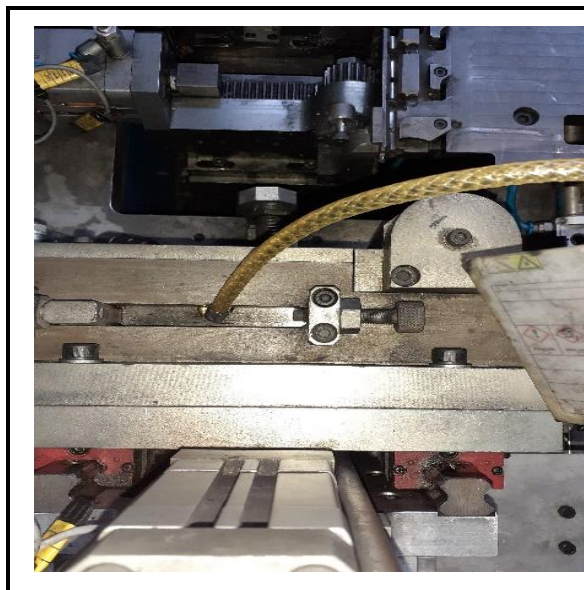
Lubrificação das guias dos cilindros.



Lubrificação das guias do processo de bengala, tanto da esquerda como da direita.



Lubrificação das guias de movimento das pistolas, tanto da esquerda como da direita.

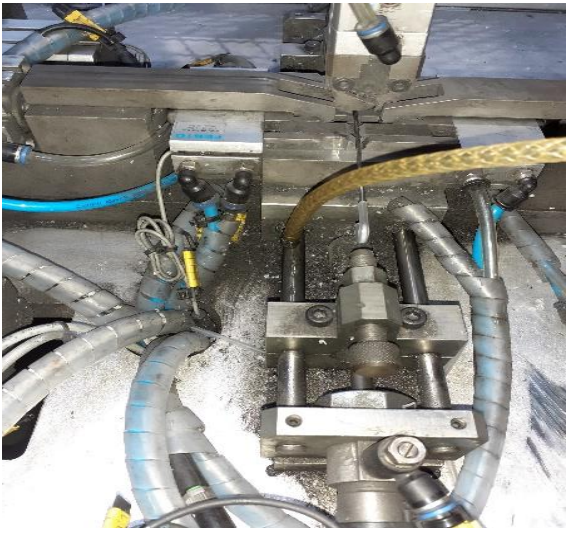




**Lubrificação das guias de
dobragem de bengala.**

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____



Realizado por (MNTE): _____

Posto 106	Descrição
	<p>Lubrificação das guias dos cilindros de puxa tubo, quer do lado esquerdo quer do lado direito.</p>
	<p>Lubrificação de todas as guias.</p>
	<p>Lubrificação das guias da gaveta.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____


Realizado por (MNTE): _____

Posto 106	Descrição
	<p>Lubrificação da cremalheira e da roda dentada do carregador dos arames.</p>
	<p>Lubrificação de guias de introdução de tubo.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____



Realizado por (MNTE): _____

Posto 107	Descrição
	<p>Lubrificação das guias de enrolamento do arame, esquerda e direita.</p>
	<p>Lubrificação das guias do transfere de alimentação de arame.</p>
	<p>Lubrificação das guias das pinças de alimentação.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

Manipuladores	Descrição
	<p>Lubrificação das guias de subida e descida do manipulador.</p>
	<p>Lubrificação das guias puxa tubo.</p>

Data: 21/01/2021

Aprovado por (MNTC): _____

Realizado por (MNTE): _____

6.8.4 Identificação do produto

FICOCABLES, LDA
Fábrica de acessórios e equipamentos industriais



Identificação de Produto Químico																			
Identificação do Produtor	Identificação do Produto																		
Produtor/Fornecedor: FUCHS LUBRIFICANTES, Unip. Lda.	Nome do Produto: RENOLIN B 10																		
Morada: Zona Industrial Maia I, Sector VII, Trav. Eng. Nobre da Costa 4470-435 MAIA	<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>NOCIVO <input type="checkbox"/></td> <td>EXPLOSIVO <input type="checkbox"/></td> <td>INFLAMÁVEL <input type="checkbox"/></td> <td>GÁS <input type="checkbox"/></td> <td>COMBURENTE <input type="checkbox"/></td> <td>TÓXICO <input type="checkbox"/></td> <td>CORROSIVO <input type="checkbox"/></td> <td>MEIO AMB. <input type="checkbox"/></td> <td>IRRITANTE <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>										NOCIVO <input type="checkbox"/>	EXPLOSIVO <input type="checkbox"/>	INFLAMÁVEL <input type="checkbox"/>	GÁS <input type="checkbox"/>	COMBURENTE <input type="checkbox"/>	TÓXICO <input type="checkbox"/>	CORROSIVO <input type="checkbox"/>	MEIO AMB. <input type="checkbox"/>	IRRITANTE <input type="checkbox"/>
NOCIVO <input type="checkbox"/>	EXPLOSIVO <input type="checkbox"/>	INFLAMÁVEL <input type="checkbox"/>	GÁS <input type="checkbox"/>	COMBURENTE <input type="checkbox"/>	TÓXICO <input type="checkbox"/>	CORROSIVO <input type="checkbox"/>	MEIO AMB. <input type="checkbox"/>	IRRITANTE <input type="checkbox"/>											
Nº de telefone: 229 479 360	Palavras de aviso:																		
Referência Interna: 7100000003	Frases de risco (H ou R):																		
Local a ser Utilizado: IBK2 L1, L2 e L3	Frases de Prudência (P ou S):																		
Data: 5 / 01 / 2021																			
Responsável: André Barbosa																			

6.9 Plano de manutenção preventiva

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Resource Names	Cost	10 Jan '21							17 Jan '21				
						S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T	
1		MP IBK2 Linha 1	1980 mins		486,5€												
2		Posto 100	640 mins		146,67€												
3		Verificação das ligações aparafusadas	10 mins	Técnico de manutenção;Jogo	1,17€												
4		Verificação do estado dos cilindros	10 mins	Técnico de manutenção	1,17€												
5		Verificação do estado dos cabos	10 mins	Técnico de manutenção	1,17€												
6		Verificação do estado dos sensores	10 mins	Técnico de manutenção	1,17€												
7		Verificação do estado da lâmina	15 mins	Jogo de chaves[1];Técnico	1,75€												
8		Verificação do estado dos locais por onde passa o arame	5 mins	Técnico de manutenção	0,58€												
9		Verificação das rodas dentadas e cremalheiras	10 mins	Técnico de manutenção	1,17€												
10		Limpeza dos "passa, não passa"	480 mins	Jogo de chaves[1];Pano[1];T	92,00€												
11		Verificação do estado das agulhas	30 mins	Técnico de manutenção	3,50€												
12		Limpeza dos ímans	30 mins	Pano[1];Técnico de	39,50€												
13		Transfer 100	30 mins		3,50€												

Project: MP IBK2 linha 1
Date: Mon 21/06/21

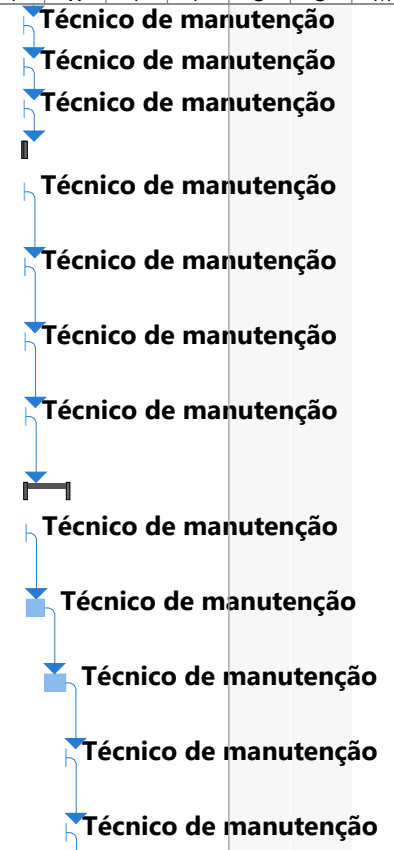
Task		Inactive Summary		External Tasks	
Split		Manual Task		External Milestone	
Milestone		Duration-only		Deadline	
Summary		Manual Summary Rollup		Progress	
Project Summary		Manual Summary		Manual Progress	
Inactive Task		Start-only			
Inactive Milestone		Finish-only			

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Resource Names	Cost	10 Jan '21							17 Jan '21					
						S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T		
14		Verificação das ligações aparafusadas	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€													
15		Verificação do estado dos cilindros	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€													
16		Verificação do estado dos cabos	5 mins	Técnico de manutenção	0,5€													
17		Verificação do estado dos sensores	5 mins	Técnico de manutenção	0,5€													
18		Posto 101	260 mins		102,3€													
19		Verificação das ligações aparafusadas	20 mins	Técnico de manutenção	2,3€													
20		Verificação do estado dos cilindros	20 mins	Técnico de manutenção	2,3€													
21		Verificação do estado dos cabos	20 mins	Técnico de manutenção	2,3€													
22		Verificação do estado dos sensores	20 mins	Técnico de manutenção	2,3€													
23		Verificação do estado dos locais por onde passa o arame lateral	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€													
24		Limpeza dos "passa, não passa"	120 mins	Pano[1];Jogo de chaves[1];Técnico	50,0€													
25		Limpeza dos ímans	30 mins	Técnico de manter	39,5€													
26		Verificação da dobra 1ª	5 mins	Técnico de manter	0,5€													

Project: MP IBK2 linha 1
Date: Mon 21/06/21

Task		Inactive Summary		External Tasks	
Split		Manual Task		External Milestone	
Milestone		Duration-only		Deadline	
Summary		Manual Summary Rollup		Progress	
Project Summary		Manual Summary		Manual Progress	
Inactive Task		Start-only			
Inactive Milestone		Finish-only			

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Resource Names	Cost	10 Jan '21							17 Jan '21						
						S	S	M	T	W	T	F	S	S	M	T			
27		Verificação da dobra 2º	5 mins	Técnico de manter	0,5€														
28		Verificação da dobra 3º	5 mins	Técnico de manter	0,5€														
29		Verificação da dobra 4º	5 mins	Técnico de manter	0,5€														
30		Transfer 101	40 mins		4,6€														
31		Verificação das ligações aparafusadas	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														
32		Verificação do estado dos cilindros	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														
33		Verificação do estado dos cabos	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														
34		Verificação do estado dos sensores	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														
35		Posto 102	100 mins		11,6€														
36		Verificação das ligações aparafusadas	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														
37		Verificação do estado dos cilindros	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														
38		Verificação do estado dos cabos	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														
39		Verificação do estado dos sensores	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														
40		Verificação do estado dos locais por onde passa o arame	10 mins	Técnico de manutenção	1,1€														



Project: MP IBK2 linha 1
Date: Mon 21/06/21

Task		Inactive Summary		External Tasks	
Split		Manual Task		External Milestone	
Milestone		Duration-only		Deadline	
Summary		Manual Summary Rollup		Progress	
Project Summary		Manual Summary		Manual Progress	
Inactive Task		Start-only			
Inactive Milestone		Finish-only			

3 Verificação das ligações aparafusadas

Método: Teste

Deve-se apertar todas as ligações aparafusadas com o uso do jogo de chaves. Os parafusos podem aparentemente estar bem apertados. No entanto devido ao fenómeno de relaxação, os parafusos tendem a ficar desapertados, o que pode levar ao mau funcionamento do equipamento.

4 Verificação do estado dos cilindros

Método: Inspeção visual/auditiva

Procura-se detetar alguma anomalia nos cilindros ou no adaptador acoplado ao cilindro, como fugas de ar/óleo e prisões no curso do cilindro.

5 Verificação do estado dos cabos

Método: Inspeção visual/Teste

Deve-se inspecionar se os terminais dos cabos se encontram bem fixos e também o estado de degradação do cabo ao longo do seu percurso.

6 Verificação do estado dos sensores

Método: Inspeção visual

Verificar o estado físico dos sensores, em muito casos os sensores sofrem desgaste por impacto. Deve-se também analisar o estado do cabo do sensor.

7 Verificação do estado da lâmina

Método: Inspeção visual

A lâmina é responsável pelo corte do tubo central, o que a torna uma peça de desgaste. Deve-se se assim verificar se a lâmina é capaz de exercer a sua função até a próxima manutenção preventiva.

8 Verificação do estado dos locais por onde passa o arame

Método: Inspeção visual

Deve-se inspecionar os locais por onde os inputs passam. Estes locais tendem a ficar desgastados por serem constantemente solicitados. No entanto o principal motivo do desgaste são os inputs defeituosos, como por exemplo, arames com rebarba.

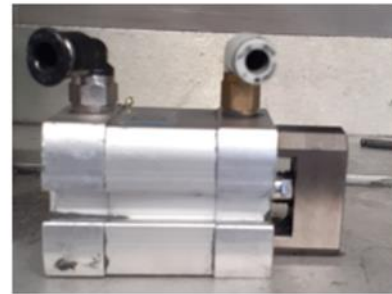
9 Verificação das rodas dentadas e cremalheiras

Método: Inspeção visual

10 Limpeza dos "passa, não passa"

Método: Inspeção visual

Deve ser feita a limpeza aos oito "passa, não passa", deste modo previne-se a falha de inserção de arames na gaveta. O adaptador do atuador está em constante contacto com os arames centrais/fixação o que faz com este fique sujo devido ao pó do arame.



11 Verificação do estado das agulhas

Método: Inspeção visual

As agulhas são responsáveis por empurrar o arame contra o tubo central, o que leva ao seu desgaste.

12 Limpeza dos ímans

Método: Inspeção visual

Os ímans ao estarem em contacto com os arames acumulam pó de arame, o que pode impedir que os ímans sejam incapazes de transportar os arames.

26 Verificação da dobra 1º

Método: Inspeção visual

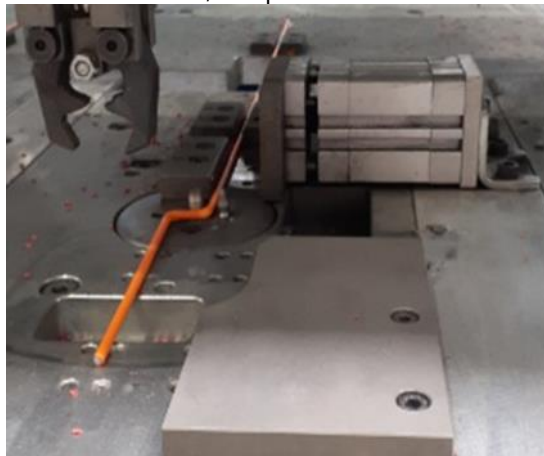
Na imagem encontra-se a peça que realiza a primeira dobra do arame lateral, da qual se deve verificar o estado por motivos de desgaste.



27 Verificação da dobra 2º

Método: Inspeção visual

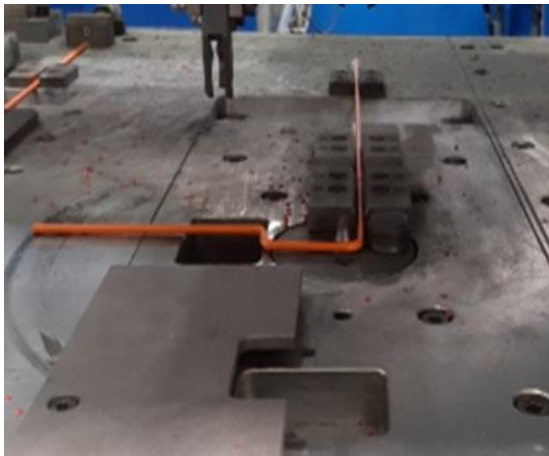
Na imagem encontra-se a peça que realiza a segunda dobra do arame lateral, da qual se deve verificar o estado por motivos de desgaste.



28 Verificação da dobra 3º

Método: Inspeção visual

Na imagem encontra-se a peça que realiza a terceira dobra do arame lateral, da qual se deve verificar o estado por motivos de desgaste.



29 Verificação da dobra 4º

Método: Inspeção visual

Na imagem encontra-se a peça que realiza a quarta dobra do arame lateral, da qual se deve verificar o estado por motivos de desgaste.



41 Verificação do estado das rodas dentadas

Método: Inspeção visual

Na zona inferior da mesa encontram-se diversas rodas dentadas, cujo o movimento de rotação é provocado por atuador. Como estas não se encontram no plano de lubrificação por serem de difícil acesso, deve-se verificar o estado de degradação e proceder a lubrificação das rodas dentadas.

42 Verificação do kit de centralização

Método: Inspeção visual

Na imagem encontra-se a zona de desgaste provocada pelo o embate do arame. No caso de existir alguma prisão no Kit, deve-se proceder a limagem da zona de desgaste.



54 Limpeza dos castelos

Método: Inspeção Visual

A conformação dos arames centrais e de fixação faz com haja um aumento significativo da sujidade no posto, devido ao pó de arame libertado no processo de conformação. O lubrificante ao entrar em contacto com o pó de arame produz uma pasta que provoca prisões. Torna-se assim essencial a limpeza cuidada do posto.

55 Lubrificação dos castelos

Método: Inspeção Visual

Após a limpeza do posto deve-se proceder a lubrificação do mesmo.

67 Limpeza dos Kits de inserção de tubo

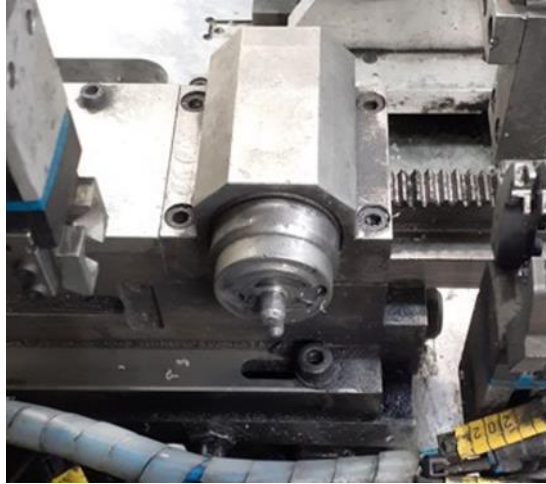
Método: Inspeção visual

No processo de inserção do tubo do gancho ocorre a libertação de pequenos pedaços de tubo, que por sua vez provocam ineficiências nos kits de inserção de tubo.

68 Verificação dos kits de dobragem do gancho

Método: Inspeção visual

Na imagem encontra-se um dos quatro kits de dobragem do gancho, ambos os quatro kits devem ser inspecionados por questões de desgaste.



70 Verificação do estado do agrafador

Método: Inspeção visual/Auditiva

Acionar a pistola e verificar se está produz um som metálico.

83 Verificação dos kits de conformação da bengala

Método: Inspeção visual

Na imagem encontra-se um dos dois kits responsáveis pela conformação dos arames laterais em bengalas, estes devem ser inspecionados por questões de desgaste.



97 Verificação do kit de corte de arame

Método: Inspeção visual

Na imagem encontra-se o local onde é realizado o corte do arame, por motivos de desgaste este deve ser inspecionado.



98 Verificação dos kits de dobragem dos ganchos

Método: Inspeção visual

Na imagem encontra-se o local onde é realizada a conformação do gancho, por motivos de desgaste este deve ser inspecionado.



110 Limpeza do kit de enrolamento

Método: Inspeção visual

Na imagem encontra-se uma peça do kit de enrolamento, como é possível observar as peças acumulam muito pó de arame, o que torna necessário efetuar a limpeza das mesmas, para evitar prisões no kit.

