



Implementação de uma linha automatizada para maquinação de cárteres de embraiagem

JOÃO CARLOS DE ALMEIDA COSTA

novembro de 2020

ESTUDO DE SOLUÇÕES PARA UMA LINHA AUTOMATIZADA DE MAQUINAGEM DE CÁRTERES DE EMBRAIAGEM

João Carlos de Almeida Costa
1120924

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

ESTUDO DE SOLUÇÕES PARA UMA LINHA AUTOMATIZADA DE MAQUINAGEM DE CÁRTERES DE EMBRAIAGEM

João Carlos de Almeida Costa
1120924

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 Doutor Francisco José Gomes da Silva, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Doutora Rafaela Carla Barros Casais

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP

Co-orientador

Doutor Arnaldo Manuel Guedes Pinto

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP

Arguente

Professor Doutor António Paulo Monteiro Baptista

Professor Associado com Agregação, FEUP

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer à empresa Renault Cacia S.A., empresa que me acolheu para o meu estágio profissional e deu-me a oportunidade de continuar a evoluir tanto profissionalmente como pessoalmente. Em particular ao meu orientador Eng.º Amarino Oliveira pela pessoa prestável e ajuda cedida ao longo de todo o tempo.

Ao meu orientador do ISEP, Professor Francisco Silva, pela orientação e contribuição ao longo do desenvolvimento deste projeto.

À Gabriela Pedro, agradeço por tudo. O seu apoio incansável, suporte e incentivo para a conclusão deste projeto, que ao longo do tempo foi determinante e sem a sua ajuda o objetivo não teria sido alcançável.

Aos meus irmãos e cunhados pelo carinho e motivação dada ao longo desta etapa.

À minha afilhada, pela alegria transmitida diariamente.

Um especial agradecimento aos meus pais, Anibal Costa e Clotilde Costa, por tudo o que fizeram por mim ao longo de toda a minha vida, a conclusão dos estudos, que para além de possível, considero vitoriosa.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, pela motivação ao longo deste tempo e por todo o companheirismo.

PALAVRAS CHAVE

Indústria automóvel, automatização, maquinagem, caixa de velocidades, gestão da produção

RESUMO

O setor automóvel é dos setores que mais potenciou a automatização, e isto deve-se ao facto de a indústria ser bastante exigente ao nível da competitividade, qualidade e prazos de entrega (pilares da indústria automóvel). Estes três pontos, essenciais ao setor, são fulcrais para que este esteja em constante melhoria contínua (através de ferramentas de gestão da produção, como *kaizen*, *lean*, 5S, entre outros), de maneira a competir com produtos mais avançados tecnologicamente, mas também mais económicos e com a qualidade requerida. Assim, os construtores deparam-se com desafios constantes que levam à necessidade de inovação permanente.

Esta dissertação foi desenvolvida numa das empresas do Grupo Renault (Renault Cacia) e tem como objetivo o estudo, desenvolvimento e aplicação de uma linha automatizada para maquinagem de Cárteres Embraiagem para uma nova caixa de velocidades (JT4).

Nesta dissertação, é possível perceber que a redução dos custos é um grande fator para os fabricantes, pelo que o projeto teve de sofrer algumas mudanças para se tornar mais competitivo. Além disso, a ergonomia, e o bem-estar dos trabalhadores, foi outro dos fatores que influenciou este projeto, tendo havido a necessidade de uma reestruturação a esse nível. A qualidade foi tida em conta ao longo de projeto, e durante alguns *brainstormings*, foram pensadas soluções para reduzir ao mínimo os problemas de não qualidade de peças que pudessem surgir.

Neste projeto, foram tidas em conta duas soluções, onde a principal diferença entre elas são que uma tem em consideração a movimentação por transportadores (solução 1) e a outra por AGV's (solução 2). É importante notar que os fatores mais relevantes para a escolha da solução mais vantajosa foram a flexibilidade, a limpeza, o custo, o *layout* e a carga cognitiva. Assim, através da avaliação destes pontos, a solução escolhida foi a solução 2. Assim, é possível concluir que, apesar de todos os desafios e adversidades, todos os objetivos foram cumpridos.

KEYWORDS

Automotive industry, automation, machining, gearbox, production management

ABSTRACT

The automotive sector is one of the sectors that most boosted automation, and this is due to the fact that the industry is very demanding in terms of competitiveness, quality and delivery times (pillars of the automotive industry). These three points, which are essential to the sector, are essential for it requiring continuous improvement (through production management tools, such as kaizen, lean, 5S, among others), in order to compete with more technologically advanced products, but also more economical and with the required level of quality. Thus, automotive builders face constant challenges that lead to the need for permanent innovation.

This dissertation was developed in one of the Renault Group companies (Renault Cacia) and aims to study, develop and apply an automated line for cárter machining for a new gearbox (JT4).

In this dissertation, it is possible to observe that cost reduction is a major factor for manufacturers, so the project had to undergo some changes to become more competitive. In addition, ergonomics and the well-being of workers, were other factors that influenced this project, with the need for restructuring at this level. Quality was taken into account throughout the project, and during some brainstormings, solutions were devised to minimize the problems of non-quality parts that could arise.

In this project, two solutions were taken into account, where the main difference between them is that one takes into account the movement by conveyors (solution 1) and the other by AGV's (solution 2). It is important to note that the most relevant factors for choosing the most advantageous solution were flexibility, cleanliness, cost, layout and cognitive load. Thus, through the evaluation of these points, the solution chosen was solution 2. Thus, it is possible to conclude that, despite all the challenges and adversities, all the objectives of this project were fulfilled.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

ACEA	Associação Europeia de Produtores do Setor Automóvel
AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i>
AMS	<i>Agile Manufacturing Systems</i>
CED	<i>Cárter de Embraiagem</i>
CO ₂	Dióxido de Carbono
CV	Caixa de Velocidades
DFSS	<i>Design For Six Sigma</i>
DMAIC	Define, measure, analyse, improve and control
DMADV	Define, measure, analyse, design and verify
FMS	<i>Flexible Manufacturing Systems</i>
GQ	Gestão da Qualidade
IATF	<i>International Automotive Task Force</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> (Indicador de Desempenho Chave)
KM0	Quilómetro zero
MAR	Marcha Atrás
OICA	Organização Internacional de Construtores Automóveis
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
PIB	Produto Interno Bruto
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i> (Etiquetas Dinâmicas)
RO	Rendimento Operacional
RMS	<i>Reconfigurable Manufacturing Systems</i>
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
TCY	Tempo de ciclo
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
UC	<i>Centre d'usinage</i> (Centro de Maquinagem)
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VN	Volume de Negócios
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>

Lista de Unidades

m ²	Metro quadrado
nm	Nanómetro
g	Gramma
km	Quilómetro
kg	Quilograma
mm	Milímetro

Lista de Símbolos

€	Euro
%	Percentagem

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Cárteres</i>	Parte envolvente da caixa de velocidades
<i>Standard</i>	Padrão / norma
Maquinagem	Transformação de material através de um processo de desgaste mecânico por arranque de apara
<i>Stopper</i>	Sistema de bloqueio das paletes
<i>Chanfreinage</i>	Realizar a chanfragem de uma peça
<i>Gália</i>	Etiqueta usada com as informações do material presente num contentor
<i>Zipagem</i>	Realizar a leitura do <i>QR code</i>
<i>Brides</i>	Sistemas de grampos para bloquear a peça na paleta
<i>Setup</i>	Configuração / instalação

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - FÁBRICA DA RENAULT CACIA S.A. RETIRADO DE [1].	5
FIGURA 2 - PILARES DA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL. ADAPTADO DE [5].	9
FIGURA 3 - TIPO DE AUTOMAÇÃO RELATIVAMENTE À QUANTIDADE E À VARIEDADE DE PRODUTOS. RETIRADO DE [18].	16
FIGURA 4 - À ESQUERDA UMA LINHA AUTOMATIZADA E À DIREITA UMA LINHA AUTOMÓVEL ROBOTIZADA [20].	17
FIGURA 5 - EXEMPLO DE UM ROBÔ A SOLDAR UMA PEÇA [51].	18
FIGURA 6 - CICLO PDCA. ADAPTADO DE [34].	23
FIGURA 7 - PILARES DO TPM. RETIRADO DE [35].	23
FIGURA 8 - METODOLOGIA 5S. ADAPTADO DE [35].	24
FIGURA 9 - A ERGONOMIA E AS SUAS INTERAÇÕES [46].	30
FIGURA 10 - ORGANIGRAMA DA ORGANIZAÇÃO SIMPLIFICADO RETIRADO DE [48].	33
FIGURA 11 - LOCALIZAÇÃO DA RENAULT CACIA E A SUA PROXIMIDADE A PONTOS DE INTERESSE. RETIRADO DE [48].	34
FIGURA 12 - ORGANIGRAMA GERAL DA RENAULT CACIA S.A. ADAPTADO DE [48].	35
FIGURA 13 - LOCALIZAÇÃO DOS DIFERENTES DEPARTAMENTOS DA RENAULT CACIA S.A. RETIRADO DE [48].	35
FIGURA 14 - REPARTIÇÃO DAS VENDAS POR TIPO DE PRODUTO (EM % VN). RETIRADO DE [48].	36
FIGURA 15 - PRODUTOS PRODUZIDAS NA RENAULT CACIA S.A.	36
FIGURA 16 - CAIXA DE VELOCIDADES JT4. RETIRADO DE [50].	37
FIGURA 17 - ÓRGÃOS QUE CONSTITUEM A CAIXA DE VELOCIDADES JT4. RETIRADO DE [50].	38
FIGURA 18 - PROCESSO PRODUTIVO DE UMA CAIXA DE VELOCIDADES - PARTE I. RETIRADO DE [49].	39
FIGURA 19 - PROCESSO PRODUTIVO DE UMA CAIXA DE VELOCIDADES - PARTE II. RETIRADO DE [39].	39
FIGURA 20 – COMPONENTES DE UMA CAIXA DE VELOCIDADES.	40
FIGURA 21 - CÂRTER CED JT4.	41
FIGURA 22 - FASES DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	42
FIGURA 23 - FLUXOGRAMA DE MAQUINAGEM DO CÂRTER DE EMBRAIAGEM.	43
FIGURA 24 - ÁREA DEFINIDA PARA O MÓDULO 5.	44
FIGURA 25 - REFERÊNCIAS CÂRTERES CED.	47
FIGURA 26 - LOCALIZAÇÃO DOS OPERADORES.	49
FIGURA 27 - POSIÇÃO DOS CÂRTERES NAS OP110 E OP120.	50
FIGURA 28 - MARCAÇÃO DO CÂRTER.	50
FIGURA 29 - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO ERGONÓMICA PARA O POSTO DE MAQUINAGEM.	50
FIGURA 30 - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO ERGONÓMICA PARA O POSTO DE CONTROLO 100%.	51
FIGURA 31 - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO ERGONÓMICA PARA O POSTO DE DESCARGA (SOLUÇÃO 1).	52
FIGURA 32 - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO ERGONÓMICA PARA O POSTO DE DESCARGA (SOLUÇÃO 2).	52
FIGURA 33 - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO ERGONÓMICA PARA O POSTO DE DESCARGA (SOLUÇÃO 3).	53
FIGURA 34 - IMPLANTAÇÃO GERAL.	54
FIGURA 35 – INSTALAÇÃO DO TRANSPORTADOR.	55
FIGURA 36 - NORMA DE ERGONOMIA DA EMPRESA (GE75026R).	56
FIGURA 37 - SISTEMA DE ELEVAÇÃO.	57

FIGURA 38 - TRANSPORTADOR MK SRF-P 2012 AC.	57
FIGURA 39 - FLUXO DA LINHA.	58
FIGURA 40 – VISTA DE CIMA E VISTA LATERAL DA PALETE.	60
FIGURA 41 - VISTA SUPERIOR DA PALETE.	60
FIGURA 42 - VISTA INFERIOR DA PALETE.	60
FIGURA 43 - PINO DE APOIO.	61
FIGURA 44 - ETIQUETA DINÂMICA.	61
FIGURA 45 - PINO DE INDEXAÇÃO.	61
FIGURA 46 - INSTALAÇÃO DO POSTO DE APERTO.	62
FIGURA 47 - ROTAÇÃO DA PALETE NA MÁQUINA DE LAVAR.	62
FIGURA 48 - POSTO DE APERTO E OS SEUS CONSTITUÍNTES.	63
FIGURA 49 - FUNCIONAMENTO DO MODO AUTOMÁTICO DO POSTO DE APERTO.	64
FIGURA 50 - INSTALAÇÃO DO POSTO DE DESAPERTO	66
FIGURA 51 - SISTEMA DE GARRAS DO POSTO DE APERTO	66
FIGURA 52 - SISTEMA DE GARRAS DO POSTO DE DESAPERTO	66
FIGURA 53 - POSTO DE DESAPERTO 3D	67
FIGURA 54 - FUNCIONAMENTO DO POSTO DE DESAPERTO.	68
FIGURA 55 - EXEMPLOS DE POROSIDADES.	70
FIGURA 56 - VISTA GERAL DO POSTO DE CONTROLO.	70
FIGURA 57 - VISTA DO POSTO DE CONTROLO.	71
FIGURA 58 - VISTA PORMENORIZADA DO POSTO DE CONTROLO.	71
FIGURA 59 - FUNCIONAMENTO DO POSTO DE CONTROLO DE POROSIDADES.	72
FIGURA 60 - POSTO DE CONTROLO: POSIÇÃO PARA A ROTAÇÃO DA PALETE.	73
FIGURA 61 - POSTO DE CONTROLO: POSIÇÃO DE CONTROLO INFERIOR.	73
FIGURA 62 - FLUXO DE RASTREABILIDADE AO LONGO DA LINHA DE CÁRTERES CED.	76
FIGURA 63 - POSTO DE COLAGEM DE ETIQUETA.	77
FIGURA 64 - POSTO DE ETIQUETAGEM.	77
FIGURA 65 - EXEMPLO DE UMA ETIQUETA DINÂMICA.	78
FIGURA 66 –INSTALAÇÃO DO POSTO DE ETIQUETAGEM	78
FIGURA 67 - INSTALAÇÃO DA IMPRESSORA	78
FIGURA 68 - MODO DE FUNCIONAMENTO DO POSTO DE ETIQUETAGEM.	79
FIGURA 69 - VISUALIZAÇÃO NO MONITOR DO POSTO DE FOTOGRAFIA	80
FIGURA 70 - MARCAÇÃO DO OPERADOR	80
FIGURA 71 - INSTALAÇÃO DO POSTO DE FOTOGRAFIA	80
FIGURA 72 - MODO DE FUNCIONAMENTO DO POSTO DE DESCARGA.	81
FIGURA 73 - POSTO DE DESCARGA	82
FIGURA 74 - COLUNA LUMINOSA	82
FIGURA 75 - <i>LAYOUT</i> DA SOLUÇÃO INICIAL, ONDE SE ENCONTRA MARCADO A VERMELHO O QUE FOI RETIRADO DEVIDO AOS CUSTOS.	83
FIGURA 76 - <i>LAYOUT</i> DA SOLUÇÃO FINAL.	84
FIGURA 77 - CARRO DE TRANSPORTE DE PEÇAS COM KAIZEN INSTITUTE, “HOMEPAGE KAIZEN INSTITUTE PORTUGAL.” HTTPS://PT.KAIZEN.COM/ (ACCESSED MAY 19, 2020).	85
FIGURA 78 - CARRO DE TRANSPORTE DE PEÇAS SEM PLACAS	85

FIGURA 79 - VISTA FRONTAL DO CARRO DE TRANSPORTE DE PEÇAS	86
FIGURA 80 - PLACAS DE SUPORTE DE PEÇAS	86
FIGURA 81 - VISTA FRONTAL DA PLACA DE SUPORTE DE PEÇAS	86
FIGURA 82 - TRAJETO DO CARRO E AS SUAS MANIPULAÇÕES.	87
FIGURA 83 - ILHA DE CARREGAMENTO AUTOMÁTICO	90
FIGURA 84 - VISTA DO SUPERIOR DA ILHA DE CARREGAMENTO AUTOMÁTICO	90
FIGURA 85 - SISTEMA DE INDEXAÇÃO DO CARRO	91
FIGURA 86 - SISTEMA DE GUIAMENTO E INDEXAÇÃO DO CARRO	92
FIGURA 87 – VISTA FRONTAL DO SISTEMA DE INDEXAÇÃO DO CARRO	92
FIGURA 88 - VISTA ISOMÉTRICA DO SISTEMA DE INDEXAÇÃO DO CARRO	93
FIGURA 89 - ROBÔ ABB IRB 6700-200/2.6	94
FIGURA 90 - <i>GRIPPER</i> DO ROBÔ	94
FIGURA 91 - ÁREA DE TRABALHO ROBÔ ABB IRB 6700-200/2.6	95
FIGURA 92 - CRONOGRAMA DE CICLO DA ILHA	95
FIGURA 93 - MESA ELEVATÓRIA DE COLOCAÇÃO DE PEÇAS	96
FIGURA 94 - MESA ELEVATÓRIA DE COLOCAÇÃO DE PEÇAS	96
FIGURA 95 - MODO DE FUNCIONAMENTO DA ILHA DE CARREGAMENTO AUTOMÁTICO.	97
FIGURA 96 - MODO DE FUNCIONAMENTO DA LINHA DE MAQUINAGEM DE CÂRTERES (PARTE I).	100
FIGURA 97 - MODO DE FUNCIONAMENTO DA LINHA DE MAQUINAGEM DE CÂRTERES (PARTE II).	101
FIGURA 98 - MODO DE FUNCIONAMENTO DA LINHA DE MAQUINAGEM DE CÂRTERES (PARTE III).	102

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - UNIDADES DE PRODUÇÃO DE AUTOMÓVEIS LOCALIZADAS EM PORTUGAL E OS RESPETIVOS PRODUTORES, MARCAS E TIPOS DE VEÍCULOS PRODUZIDOS. ADAPTADO DE [13].	13
TABELA 2 - PRODUÇÃO DE VEÍCULOS EM PORTUGAL E NO MUNDO EM 2019 (OICA).	13
TABELA 3 - VOLUME DE NEGÓCIOS RELATIVOS À INDÚSTRIA AUTOMÓVEL EM PORTUGAL E NO MUNDO EM 2017 (OICA).	13
TABELA 4 - PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE OS TIPOS DE SISTEMAS AMS, FMS E RMS. ADAPTADO DE [28].	21
TABELA 5 - APLICAÇÕES DE CASOS DE ESTUDO.	25
TABELA 6 - LEGENDA DA FIGURA 20.	40
TABELA 7 - CÁLCULO DO TEMPO DE ABERTURA.	45
TABELA 8 - TEMPOS DE CICLOS DOS POSTOS DA LINHA.	47
TABELA 9 - TABELA DE CARGA POR OPERAÇÃO.	48
TABELA 10 - PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DOS TRANSPORTADORES.	59
TABELA 11 - LEGENDA DA FIGURA 48.	63
TABELA 12 - INSTRUÇÕES KM0 DO POSTO DE APERTO.	65
TABELA 13 - PLANO MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO POSTO DE APERTO AUTOMÁTICO.	65
TABELA 14 - LEGENDA DA FIGURA 53.	67
TABELA 15 - INSTRUÇÕES KM0 DO POSTO DE DESAPERTO.	69
TABELA 16 - PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA POSTO DE DESAPERTO.	69
TABELA 17 - LEGENDA DA FIGURA 56.	70
TABELA 18 - LEGENDA DA FIGURA 57.	71
TABELA 19 – LEGENDA DA FIGURA 58.	71
TABELA 20 - PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO POSTO DE CONTROLO DE POROSIDADES.	74
TABELA 21 - LEGENDA DA FIGURA 63.	77
TABELA 22 - LEGENDA DA FIGURA 64.	78
TABELA 23 – LEGENDA DA FIGURA 78.	85
TABELA 24 - LEGENDA DA FIGURA 79.	86
TABELA 25 - LEGENDA DA FIGURA 80.	86
TABELA 26 - LEGENDA DA FIGURA 81.	86
TABELA 27 - PROCEDIMENTO PARA REALIZAR O KM0.	88
TABELA 28 - PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O CARRO DE TRANSPORTE DE PEÇAS.	89
TABELA 29 - LEGENDA DA FIGURA 84.	91
TABELA 30 - LEGENDA DA FIGURA 86.	92
TABELA 31 - LEGENDA DA FIGURA 87.	92
TABELA 32 - LEGENDA DA FIGURA 88.	93
TABELA 33 - LEGENDA DA FIGURA 89.	94
TABELA 34 - LEGENDA DA FIGURA 90.	94
TABELA 35 - LEGENDA DA FIGURA 93.	96
TABELA 36 - LEGENDA DA FIGURA 94.	96
TABELA 37 - CONDIÇÕES INICIAIS PARA A REALIZAÇÃO DO KM0.	98
TABELA 38 - ANÁLISE DO ALINHAMENTO DO SISTEMA DE INDEXAÇÃO.	98
TABELA 39 - CONDIÇÕES INICIAIS DA MESA ELEVATÓRIA DE COLOCAÇÃO DE PEÇA NA PALETE.	98

TABELA 40 - ANÁLISE DO ALINHAMENTO DA MESA ELEVATÓRIA DE COLOCAÇÃO DE PEÇA NA PALETE.	99
TABELA 41 - PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DA ILHA DE CARREGAMENTO AUTOMÁTICO.	99
TABELA 42 - COMPARAÇÃO DE CUSTOS ENTRE AS DUAS SOLUÇÕES APRESENTADAS PARA O PROJETO.	103
TABELA 43 - MATRIZ DE SELEÇÃO.	107

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Enquadramento	
1.2	Objetivos	
1.3	Metodologia	
1.4	Empresa de acolhimento – Renault Cacia, S.A.	
1.5	Estrutura da dissertação	
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	Indústria automóvel	
2.1.1	Pilares da indústria automóvel	9
2.1.2	Melhoria da competitividade	10
2.1.3	Melhoria da qualidade	10
2.1.4	Importância na economia mundial e nacional	12
2.2	Automatização	
2.2.1	Principais vias para a automatização	14
2.2.1.1	Automação	14
2.2.1.2	Robótica	16
2.2.2	Conceitos e aplicações	17
2.2.3	Tendências mais recentes	19
2.2.3.1	Flexibilidade ou <i>Flexible Manufacturing Systems</i> (FMS)	19
2.2.3.2	Agilidade ou <i>Agile Manufacturing Systems</i> (AMS)	20
2.2.3.3	Customização ou <i>Reconfigurable Manufacturing Systems</i> (RMS)	21
2.3	Gestão da produção	
2.4	A ergonomia e a sua importância	
3	DESENVOLVIMENTO	33
3.1	Grupo Renault	
3.1.1	Renault Cacia S.A.	33
3.1.2	Caixa de velocidades JT4	36
3.1.3	Processo produtivo da caixa de velocidades	38
3.2	Caracterização do projeto	
3.2.1	Fluxograma da maquinaria do cârter de embraiagem	42

3.2.2	Requisitos e especificações gerais do projeto	43
3.2.2.1	Área definida para a instalação da linha	44
3.2.2.2	Tempo de ciclo da linha	45
3.2.2.3	Referências CED HR10 e o CED HR16	47
3.2.2.4	Ergonomia	48
3.3	<i>Brainstorming</i> Inicial	
3.3.1	Transportadores	55
3.3.2	Paletes para transporte dos cárteres	59
3.3.3	Posto de aperto automático	61
3.3.4	Posto de desaperto automático	66
3.3.5	Posto de controlo de porosidades	70
3.3.6	Rastreabilidade	74
3.4	<i>Brainstorming</i> da solução final	
3.4.1	Carros de transporte de peças	84
3.4.2	Ilha de carregamento automático	90
3.5	Modo de funcionamento final	
3.6	Análise económica	
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	107
4.1	Conclusões	
4.2	Propostas de trabalhos futuros	
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	111
6	ANEXOS	117
6.1	ANEXO 1: Processo dos produtos produzidos na empresa	
6.2	ANEXO 2: Ficha de especificações do transportador	
6.3	ANEXO 3: Plano de manutenção preventiva dos transportadores	
6.4	ANEXO 4: Ficha de especificações da etiqueta dinâmica	
6.5	ANEXO 5: Plano de manutenção preventiva do posto de aperto	
6.6	ANEXO 6: Plano de manutenção preventiva do posto de desaperto	
6.7	ANEXO 7: Plano de manutenção preventiva do posto de controlo de porosidades	

-
- 6.8 ANEXO 8: Plano de manutenção preventiva do carro de transporte de peças
- 6.9 ANEXO 9: Ficha de especificações do robô ABB
- 6.10 ANEXO 10: Cronograma de ciclo da ilha
- 6.11 ANEXO 11: Plano de manutenção preventiva da ilha de carregamento automático

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia

1.4 Empresa de acolhimento – Renault Cacia S.A.

1.5 Estrutura da dissertação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O setor automóvel tem sofrido mudanças nestes últimos tempos. A crise económica, a perda de confiança dos consumidores, bem como a sua indecisão de compra entre o acionamento elétrico / híbrido e os sistemas de combustão tradicionais, assim como a volatilidade do preço do petróleo, a competição e concorrência entre marcas e os conflitos políticos de países produtores do automóvel, têm sido fatores de grande peso nesta indústria. Desta forma, torna-se importante a redução de custos, mas, por outro lado, apostar na inovação, para que o setor possa competir num mercado tão exigente como este.

Em retrospectiva, a indústria automóvel foi onde foram desenvolvidas as mais importantes técnicas de produção, muito devido à vontade de querer aumentar a eficiência. Trata-se do setor que investe cada vez mais nos avanços tecnológicos, pois produzir com qualidade, num menor espaço de tempo e com baixo custo, é uma receita que os grandes produtores automóveis tentam aperfeiçoar.

A automatização nesta indústria veio potenciar este facto, e é sobre as vias da automatização e a sua implementação que esta dissertação foi desenvolvida, mais especificamente num estudo de implementação de uma linha automatizada para maquinaria de *cárteres* de embraiagem.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto, e teve lugar na Renault Cacia, S.A., no departamento de Engenharia.

1.2 Objetivos

O objetivo desta dissertação é a análise, desenvolvimento e estudo de implementação de uma linha automatizada para maquinaria de *Cárteres* de Embraiagem para uma nova caixa de velocidades (JT4), a ser produzida na Renault Cacia S.A.

Com este estudo, pretende-se encontrar a melhor solução com o menor custo para a nova linha. De uma forma mais detalhada, seguem-se os objetivos a cumprir:

- Analisar as linhas de *cárteres* existentes:
 - Procurar otimizar a nova linha;
- Caracterizar as necessidades para a nova linha;
- Realizar caderno de encargos;
- Analisar as propostas dos fornecedores;
- Realizar a escolha do melhor fornecedor;
- Desenvolver em conjunto todo o estudo do projeto;
- Instalar a nova linha na empresa;

- Garantir o bom funcionamento da linha.

1.3 Metodologia

A realização deste projeto encontra-se dividida em dois temas, ou seja, levantamento das necessidades relativas a um novo projeto de maquinagem de cárteres e, depois, ao estudo de projeto, aquisição de equipamentos, construção da linha de maquinagem e implementação da mesma.

Tendo em conta as metodologias de investigação existentes, concentrou-se este trabalho na metodologia conhecida como Case-Study (Estudo de Caso).

O primeiro tema seguiu os seguintes passos:

- Levantamento dos problemas e o processo atual de produção dos cárteres;
- Definir os requisitos e quais as restrições para o novo projeto;
- Consultar os fornecedores;
- Estudar em conjunto quais as melhores soluções e com o menor custo;
- Levantamento das vantagens e desvantagens das soluções encontradas.

Referente ao segundo tema, projeto e implementação, seguiu-se a seguinte metodologia:

- Conceção dos desenhos de cada equipamento;
- Análise detalhada da concepção de cada equipamento;
- Construir os equipamentos e realizar a montagem da linha de maquinagem.

1.4 Empresa de acolhimento – Renault Cacia, S.A.

Este projeto realizou-se na Renault Cacia, S.A. que é uma fábrica do Grupo Renault que produz órgãos e componentes para a indústria automóvel desde setembro de 1981. A fábrica está localizada em Aveiro e ocupa uma superfície total de 300 000 m² e uma área coberta de 70 000 m² (ver a Figura 1) [1].

A Renault Cacia, S.A. produz, atualmente, caixas de velocidades, bem como vários componentes para motores, tais como: bombas de óleo, árvores de equilibragem e outros componentes, cujos materiais são o ferro fundido e o alumínio [1].

O projeto decorreu no departamento de engenharia entre outubro de 2018 e janeiro de 2020, sob a orientação do Eng. Amarino Oliveira.



Figura 1 - Fábrica da Renault Cacia, S.A. [1].

1.5 Estrutura da dissertação

Esta dissertação encontra-se estruturada em quatro capítulos principais: Introdução, Revisão Bibliográfica, Desenvolvimento e Conclusões.

Na introdução, além de uma contextualização sobre este trabalho, a enumeração dos objetivos, a descrição da metodologia utilizada, e a estrutura, também irá ser abordada a empresa que acolheu este projeto: Renault Cacia, S.A.

No capítulo da revisão bibliográfica, irão ser abordados quatro subtópicos principais, que são: a indústria automóvel, a automatização, a gestão da produção e a ergonomia e a sua importância. No tópico da indústria automóvel, vai-se rever os seus pilares, a melhoria da competitividade e da qualidade e a importância desta na economia mundial e nacional. No segundo subtópico neste capítulo, a automatização, irão ser abordados pontos como as principais vias para a automatização, relacionando e comparando a robótica e a automação, os conceitos e aplicações, as tendências mais recentes, tais como a flexibilização, customização e agilidade. Na gestão da produção, irão ser focadas as principais ferramentas de gestão, como o *Kaizen*, a metodologia 5S, diagramas de fluxo, entre outros. Por último, a ergonomia e a sua importância serão igualmente debatidas, pois é um tópico que foi considerado importante para o projeto.

No terceiro capítulo, o desenvolvimento e resultados, é realizada uma apresentação da empresa, apresentadas as características do problema, os requisitos e especificações, será descrita a tempestade de ideias realizada, de forma a encontrar e selecionar a solução mais vantajosa, será apresentado o projeto, bem como a sua análise de fluxo, económica e funcional, e por fim, será apresentado o FMEA previsional.

No quarto capítulo irão ser apresentadas as principais conclusões, bem como propostas de trabalhos futuros.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústria automóvel

2.2 Automação

2.3 Gestão da produção

2.4. Ergonomia e a sua importância

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Indústria automóvel

Como já referido anteriormente, a indústria automóvel é um dos setores mais exigentes do mercado global e constitui uma grande parte da economia mundial e nacional. Atualmente, este setor depara-se com desafios associados a um ambiente dinâmico. Desde as preferências em constante mutação dos consumidores, às novas regulações ambientais, existem inúmeras razões competitivas e regulamentares que levam à necessidade constante de inovação no produto final a apresentar ao mercado [2].

Deste modo, para este setor se tornar competitivo globalmente, é necessário um aumento da produtividade, eficiência e qualidade, as quais irão satisfazer as necessidades dos consumidores finais [3].

Neste ponto, irão ser abordados tópicos como os pilares da indústria automóvel, que vão desde os prazos de entrega e competitividade até à qualidade, sendo dada ainda uma perspetiva do setor a nível económico.

2.1.1 Pilares da indústria automóvel

Como já referido anteriormente, a indústria automóvel é o setor onde a eficiência e a perfeição são a fórmula para uma produção com qualidade, com vista a produzir-se com o menor custo possível e mais rapidamente possível [4].

Deste modo, a indústria automóvel rege-se por três pilares essenciais (ver Figura 2), sendo eles a competitividade, a qualidade e os prazos de entrega [5].

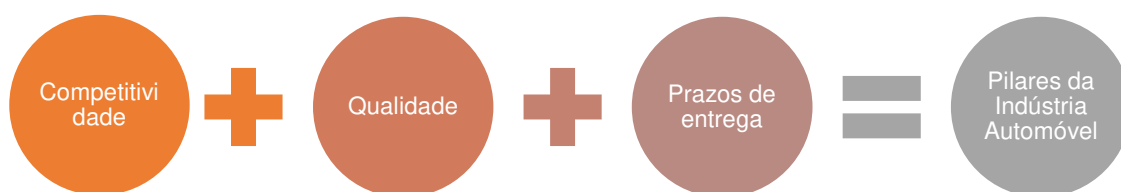


Figura 2 - Pilares da indústria automóvel. Adaptado de [5].

A competitividade por ser um compromisso qualidade/preço, ou seja, é um pilar que leva a indústria a tornar-se criativa e diferenciadora a preços acessíveis, que possam concorrer com os seus principais competidores no mercado [5].

A qualidade, sendo o segundo grande pilar da indústria automóvel, é o que garante a satisfação dos clientes através da excelência no mercado [5].

Por último, mas não menos importante, a garantia dos prazos de entrega. Neste ponto, é importante notar que este pilar surge da exigência imposta pelo consumidor final,

sendo necessário entender que o cumprimento dos prazos de entrega não depende apenas do construtor automóvel, mas sim de toda a cadeia de fornecedores e subfornecedores. No entanto, todas as empresas que trabalham no setor, tentam garantir o mínimo prazo de entrega possível. Neste ponto, surge um documento *standard* - Processo de Aprovação de Peças de Produção (PPAP) que é entregue pelos fornecedores, de forma a garantir o cumprimento dos prazos e da quantidade de produção que é pedida [5].

2.1.2 Melhoria da competitividade

Nos últimos anos, o setor automóvel foi dos setores que mais se transformou. As empresas tiveram a necessidade de evoluir tecnologicamente, de forma a tornarem-se competitivas em relação aos seus concorrentes.

A competitividade organizacional é a capacidade das organizações em cumprir a missão a que se propõem, com maior êxito do que as outras empresas que consigo competem [5]. Ter vantagem competitiva é o resultado do valor que a organização consegue criar, para além do valor que precisa para produzir um determinado tipo de produto [6].

No fundo, o caminho para uma indústria de sucesso e mais competitiva é a inovação. Sabemos que hoje em dia os veículos têm de ser mais ecológicos, mas também mais tecnológicos, conectados e mais autónomos, através de tecnologia de apoio à condução, a qual proporciona também uma maior segurança [7].

Tudo isto foi surgindo de forma a dar resposta à competitividade entre concorrentes. É lógico que toda estes avanços implicam investimentos e investigação e desenvolvimento para, posteriormente, ser possível produzir um veículo em que todos os seus componentes possuem um elevado nível tecnológico [7].

Desta forma, este setor está em constante inovação e melhoria no seu processo de fabrico, isto para aumentar o desempenho. É neste ponto que entra a automatização e robotização, que apesar de ser um investimento gigantesco é, em contrapartida, compensador para os construtores, pois posiciona-os melhor num mercado extremamente competitivo, através da produção de veículos de elevado nível tecnológico, seguros, económicos e ambientalmente amigáveis.

2.1.3 Melhoria da qualidade

A qualidade, ou a gestão da qualidade, não é um conceito que se encontre perfeitamente definido, existindo várias definições para o mesmo, pois a qualidade pode ser entendida de forma diferente de pessoa para pessoa, ou de organização para organização [8].

No fundo, a qualidade serve-se de ferramentas como a melhoria contínua para dar excelência a um produto, ou seja a gestão da qualidade é um conjunto de ações coordenadas que permitem gerir uma organização, objetivando a satisfação dos agentes intervenientes, o que inclui principalmente, o cliente externo [9].

A Gestão da Qualidade envolve toda a organização e tem como objetivo a maximização dos resultados e a diminuição dos desperdícios, garantindo assim a satisfação de todas as partes interessadas, ou seja, a qualidade é definida pela exigência do consumidor final [8]. Uma forma possível de gerir a qualidade numa empresa é através de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Segundo a norma NP EN ISO 9000:2015, a abordagem ao desenvolvimento e implementação de um SGQ envolve as seguintes etapas [10]:

1. **Focalização no cliente:** as organizações dependem dos seus clientes e, conseqüentemente, deverão compreender as suas necessidades, atuais e futuras, satisfazer os seus requisitos e esforçar-se por exceder as suas expectativas;
2. **Liderança:** os líderes estabelecem unidade no propósito e na orientação da Organização. Deverão criar e manter o ambiente interno que permita o pleno envolvimento das pessoas para se atingirem os objetivos da Organização;
3. **Envolvimento das pessoas:** as pessoas, em todos os níveis, são a essência de uma Organização, e o seu pleno envolvimento permite que as suas aptidões sejam utilizadas em benefício da organização;
4. **Abordagem por processos:** é atingido de forma mais eficiente o resultado desejado quando as atividades e os recursos associados são geridos como um processo;
5. **Abordagem da gestão como um sistema:** identificar, compreender e gerir processos inter-relacionados como um sistema, contribui para que a Organização atinja os seus objetivos com eficácia e eficiência;
6. **Melhoria contínua:** a melhoria contínua do desempenho global de uma Organização deverá ser um objetivo permanente dessa Organização;
7. **Abordagem à tomada de decisão baseada em factos:** as decisões eficazes são baseadas na análise de dados e de informações;
8. **Relações mutuamente benéficas com fornecedores:** uma Organização e os seus fornecedores são interdependentes e uma relação de benefício mútuo potencia a aptidão de ambas as partes para criar valor.

No caso do setor automóvel, o SGQ é garantido através de auditorias aos fornecedores mais envolventes, onde é exigida uma certificação de qualidade. Esta certificação é uma vantagem para que as empresas transmitam a credibilidade, confiança e fiabilidade que é tão necessária nesta indústria [5].

Sendo a indústria automóvel um setor de elevada exigência, havia, até 1999, a ausência de uma norma de qualidade que fosse um referencial comum que incluísse os requisitos dos vários fabricantes e que fosse reconhecida por todos. Assim, em 1995, um grupo internacional de fabricantes de veículos automóveis e as respetivas associações - o IATF (*International Automotive Task Force*), no qual se inclui a *Ford, GM, Daimler Chrysler, BMW, PSA Peugeot Citroen, Renault S.A., Fiat, Volkswagen*, iniciaram o desenvolvimento deste referencial, que foi aprovado em 1999 pela ISO (*International Organization for Standardization*), chamando-se ISO/TS 16949 [11].

Assim, esta norma é tida como o referencial para o setor e diz respeito à gestão dos sistemas de qualidade, sendo uma pré-condição para qualquer empresa se tornar fornecedora da indústria automóvel [11].

2.1.4 Importância na economia mundial e nacional

A nível mundial, os três principais impulsionadores do crescimento de exportações no setor automóvel, em 2017, são a Alemanha, o Japão e a Coreia do Sul. Estes representam cerca de 34,5% das exportações mundiais. Portugal ocupa a posição 27 neste *ranking* [12].

Em 2019, produziram-se mundialmente cerca de 67 149 196 carros de passageiros ligeiros, 20 223 655 carros comerciais ligeiros, 4 142 806 camiões e 271 204 autocarros. É de notar que a produção de veículos teve uma descida em relação a 2018. Em relação aos veículos ligeiros estes tiveram uma descida de 6,4% [12].

Este decréscimo na produção de automóveis confirma que, atualmente, o setor enfrenta desafios significativos, que se devem, por um lado, à regulamentação e orientações europeias em matéria de descarbonização da economia, à indecisão dos consumidores, ao preço do Diesel vs Gasolina, e também ao facto de um dos cinco principais destinatários das exportações do setor, o Reino Unido, estar a sair da Europa (*Brexit*) [13].

Segundo a OICA (Organização Internacional de Construtores Automóveis), em 2017, o volume de negócios neste setor foi de 1 889 480 M€, onde os investimentos no setor foram de 84 801 M€, o que equivale a uma receita fiscal de 433 160 M€ [14].

Relativamente à indústria automóvel na economia nacional, é certo que esta constitui um pilar importante da economia portuguesa, contribuindo fortemente para o PIB (Produto Interno Bruto) nacional com a fabricação de componentes, o setor mais marcante da indústria [15]. No país, este setor pertence à Indústria Transformadora (CAE Rev.3 29), e é composto por três áreas de atividade principais: a fabricação de automóveis (CAE Rev.3 291), a de carroçarias e reboques (CAE Rev.3 292) e a de componentes e acessórios para automóveis (CAE Rev.3 293) [16].

Em 2017, a indústria automóvel contribuiu com cerca de 1,46% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) nacional e apresentou um VN (Volume de Negócios) de 8 572,78 M€, o que representa cerca de 4.41% do PIB nacional, refletindo um crescimento médio anual de cerca de 3,65% desde 2010 [16].

Em 2018, o volume de exportações correspondeu a cerca de 7 758,20 M€, o que representa cerca de 13,39% das exportações Portuguesas [13].

No ano de 2017, existiam 697 empresas de fabricação de veículos automóveis, reboques, semirreboques e componentes para veículos automóveis. As empresas com maior peso neste setor são as de fabricação de componentes e acessórios, que atingiram os 70,30%, seguidas das de fabricação de carroçarias, reboques e semirreboques, que atingiram os 24,82%. O setor empregava, neste ano, cerca de 37 054 pessoas, que correspondia a 0,95% do emprego em Portugal [16].

Além disto, é notório que em Portugal as empresas do setor de produção automóvel são essencialmente estrangeiras e multinacionais, sendo fortemente exportadoras. Isto

deve-se ao facto de em Portugal, haver a mão-de-obra qualificada e formação qualificada de que esta indústria tanto precisa. A localização do país, que tem acesso aos portos para escoamento da produção, é também um fator muito importante. Desta forma, e segundo a ACEA (Associação Europeia de Produtores do Setor Automóvel), em Portugal, existem cinco grandes unidades de produção que estão listadas na Tabela 1 [13].

Tabela 1 - Unidades de produção de automóveis localizadas em Portugal e os respetivos produtores, marcas e tipos de veículos produzidos. Adaptado de [13].

Localização	Produtor	Tipo de produção	Marca
Cacia	Renault S.A.	Motores	Renault
Mangualde	PSA Peugeot Citroen	Veículos comerciais ligeiros	Peugeot, Citroen
Ovar	Toyota Motor Europe	Veículos pesados de mercadorias	Toyota
Palmela	Volkswagen AG	Veículos ligeiros de passageiros	Volkswagen, Seat
Tramagal	Daimler AG	Veículos pesados de mercadorias	Fuso
Vila Nova de Gaia	Caetano Bus	Autocarros	Caetano, Cobus

Em 2019, e segundo a OICA, foram produzidos a nível nacional cerca de 282 142 veículos ligeiros, 63 562 veículos comerciais e 5 405 veículos pesados, como camiões e autocarros.

Na Tabela 2 e na Tabela 3, revela-se de uma forma resumida e sucinta o que foi descrito anteriormente.

Tabela 2 - Produção de veículos em Portugal e no Mundo em 2019 (OICA).

Produção de veículos em 2019				
	Veículos ligeiros	Veículos comerciais	Veículos pesados	Autocarros
Portugal	282 142	63 562	5 405	16
Mundo	67 149 196	20 223 655	4 142 806	271 204

Tabela 3 - Volume de negócios relativos à indústria automóvel em Portugal e no Mundo em 2017 (OICA).

Volume de Negócios 2017	
Portugal	8 572,78 M€
Mundo	1 889 480 M€

2.2 Automatização

Os avanços tecnológicos, novos concorrentes, o fornecimento global e a reestruturação da indústria, resultam em grandes desafios para o setor automóvel.

A necessidade de produção em massa de veículos mais personalizados (vários modelos dentro da mesma marca), num menor período de tempo e com menos recursos humanos, levou a uma transição da indústria automóvel para a automatização. De facto, esta personalização exigida pelos clientes e a tecnologia que a envolve, leva a que a montagem automóvel seja muito mais complexa. E esta maior complexidade requer uma perspetiva holística dos principais atributos de fabricação que precisam ser considerados, tais como, o custo, o tempo, a qualidade e a flexibilidade [17].

Deste modo, o setor automóvel é dos que mais tem contribuído para o crescimento dos sistemas automatizados.

2.2.1 Principais vias para a automatização

A automatização de processos, é conseguida através de duas vias: a automação e a robótica.

2.2.1.1 Automação

A automação é a área com maior evolução nos últimos tempos, principalmente devido à indústria automóvel, como a chave para aumentar a produtividade e a eficiência dos processos produtivos [18].

Na literatura, é possível encontrar inúmeros artigos sobre a automação e como esta influencia a indústria. Assim, é possível encontrar trabalhos em que foram desenvolvidas células completamente automatizadas e que, desta forma, aumentaram a produtividade e a fiabilidade dos processos, ou outros artigos em que é possível perceber, que através da automação, o tempo de ciclo e de *setup* foi diminuído, ou ainda outros trabalhos, em que os custos e tempos de produção foram diminuídos [19].

A automação é, basicamente, a implementação conjunta de vários contextos tecnológicos, sejam eles mecânicos, eletrónicos e informáticos, que operam e controlam os processos de uma forma autónoma [20].

Normalmente, estes sistemas automáticos de produção, executam várias operações, tais como o processamento do produto, a sua montagem, manipulação e inspeção [20].

No fundo, a automação dá origem a processos automáticos, que necessitam de uma quase nula ou mesmo nula mão-de-obra para exercer determinada função [20].

De uma forma geral, as empresas apostam na automatização pelos seguintes motivos [20]:

- **Aumentar a produtividade:** a automatização de um processo de produção normalmente aumenta a taxa de produção;

- **Reduzir custos de produção:** o investimento na automatização é justificado economicamente para substituir operações manuais. As máquinas têm vindo a substituir a mão-de-obra, reduzindo os custos de produção;
- **Aumentar a qualidade do produto:** o aumento da produção não é o único objetivo da automação, pois esta também aumenta a repetibilidade e a conformidade;
- **Redução dos prazos de entrega:** a automatização ajuda a reduzir o tempo desperdiçado entre o pedido do cliente e a expedição do produto, um aspeto fulcral na competitividade da empresa, que pode definir ou não a entrada de novos pedidos;
- **Executar tarefas que não podem ser efetuadas manualmente:** certas operações não podem ser executadas sem a ajuda das máquinas;
- **Evitar custos da não automatização:** os benefícios da automatização melhoram várias áreas da empresa de uma forma indireta. Por exemplo, o aumento da qualidade conduz a um aumento de vendas, a um melhor relacionamento entre empresas e a uma melhor imagem;
- **Reduzir ou eliminar rotinas manuais:** um dos argumentos fortes para uma empresa preferir a automatização é eliminar as tarefas repetitivas, monótonas e cansativas. Esta opção serve como um propósito para melhorar as condições de trabalho.

Contudo, é de notar que nem todas as tarefas são possíveis de automatizar, pois existem situações em que a mão-de-obra ainda é necessária e compensadora, tais como as tarefas que são difíceis de automatizar ao nível técnico e/ou nível económico. É o caso, por exemplo, de produtos com um ciclo de vida relativamente curto, ou quando existem produtos personalizáveis.

Os sistemas de automação podem-se classificar em três tipos:

- Automação fixa;
- Automação programável;
- Automação flexível.

A **automação fixa** é um sistema que envolve a repetição, de maneira consecutiva, do mesmo processo automático. O próprio equipamento é fixo, sendo os movimentos simples, normalmente lineares ou rotativos. Este tipo de automação é benéfico para produções em grande massa e repetitivos. No entanto, estes equipamentos são mais caros e requerem um investimento inicial para o projeto do equipamento, e têm uma reduzida flexibilidade quando comparados com a variedade de produtos.

Relativamente à **automação programável**, este sistema de automação, tal como o nome indica, pode ser programado e desta forma, tem a capacidade de alterar a sequência de operações para se adaptar a diferentes configurações de novos produtos. Este sistema utiliza um *software* que é possível reprogramar cada ação automatizada, o que torna viável ser utilizado para diferentes tarefas. Este tipo de automação é útil para a produção de um produto com variantes, tendo flexibilidade de adaptação. No entanto,

é necessário um investimento elevado e as suas taxas de produção são menores, quando comparadas com o sistema de automação fixa.

A **automação flexível** é caracterizada pelo sistema onde a parte robótica é constituída por uma série de estações que, mesmo que conectadas entre si, são independentes ao mesmo tempo. Este sistema é funcional através de um computador que está incumbido de controlar os processos de automatização de cada um dos robôs em tempo real, para que, desta forma, estes realizem as suas tarefas automatizadas de forma coordenada. Este sistema flexível, é uma extensão da automação programável, e é capaz de produzir vários produtos sem perdas de tempo de *setup*. Este tipo de automação requer um alto investimento e as suas taxas de produção são médias. Contudo, com este sistema é possível produzir de forma contínua diferentes tipos de produtos e tem grande flexibilidade para lidar com variações no desenho do produto final [21].

Em resumo, os tipos de automação diferem entre a sua flexibilidade de produzir diferentes tipos de produtos e a quantidade que conseguem produzir, conforme é possível entender na Figura 3 [20].

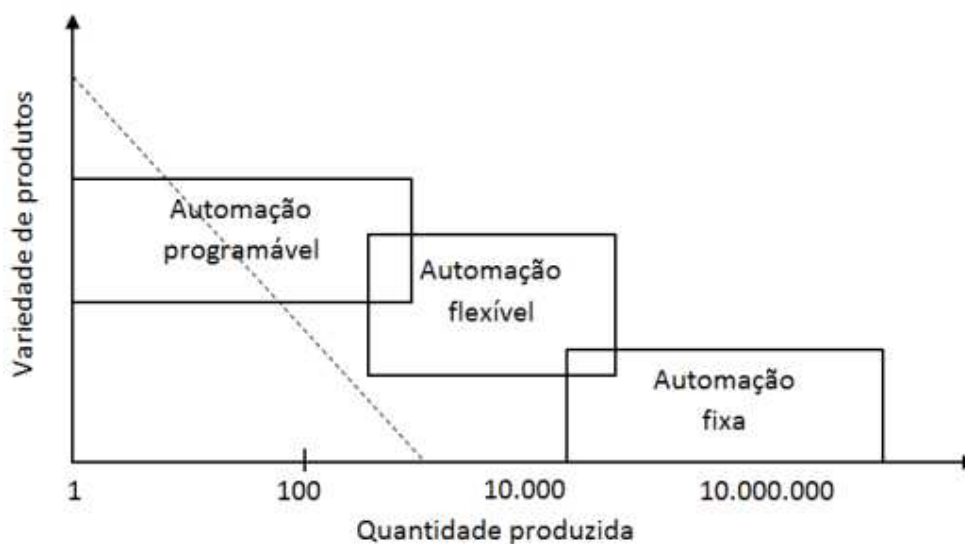


Figura 3 - Tipo de automação relativamente à quantidade e à variedade de produtos [20].

No fundo, a automação e as tecnologias avançadas de produção têm contribuído significativamente para a sustentabilidade económica e a competitividade [22].

2.2.1.2 Robótica

A robótica pode ser encontrada em vários tipos de operações industriais, tais como processos de produção, de montagem, de acabamento ou de processos logísticos. Existem diferentes tipos de robôs, os robôs de manipulação e os colaborativos, sendo que estes últimos têm a vantagem de ser possível trabalharem lado a lado com um operador humano. Alguns investigadores defendem que este tipo de robôs (colaborativos) têm menos riscos e apresentam maior eficiência nas tarefas de montagem [19].

Um robô tem características morfológicas semelhantes com o Homem. Um bom exemplo disso é o braço mecânico de um robô industrial. No fundo, um sistema robotizado é um mecanismo possível de programar e reprogramar, e que consegue, através da capacidade de processamento, e que pode obter informação autonomamente do meio que o envolve. Um robô pode utilizar sensores, ou seja, capta os dados de entrada, para tomar as decisões de forma a manipular objetos e/ou comunicar com outras máquinas [20].

A aplicação de sistemas robotizados é vantajosa quando [20]:

- Existe trabalho em ambientes perigosos e desfavoráveis para o ser humano;
- Em ciclos de trabalho repetitivos, um robô torna-se mais consistente, logo o produto final ganha mais qualidade;
- Dificuldade de manipulação devido aos componentes serem demasiado pesados, ou porque os movimentos são demasiado complexos;
- Operações contínuas, ou seja, quando existe a necessidade de haver uma produção sem interrupções;
- Produção em massa ou em linha;
- Quando é necessária flexibilização e mudanças frequentes de produto, o robô é capaz de se adaptar através de uma nova programação e mudança no seu *setup*.

Em geral, a automatização é um meio para a robótica e, a nível industrial, estes trazem grandes vantagens, tais como processos mais eficientes, redução dos tempos de produção, redução de custos, diminuição de perdas e desperdícios, aumento da qualidade do produto final, maior flexibilidade na produção, maior eficiência energética e aumento da segurança dos colaboradores.

Na Figura 4 encontram-se as diferenças de uma linha industrial automatizada no setor alimentar, e uma linha robotizada de construção de um veículo automóvel.

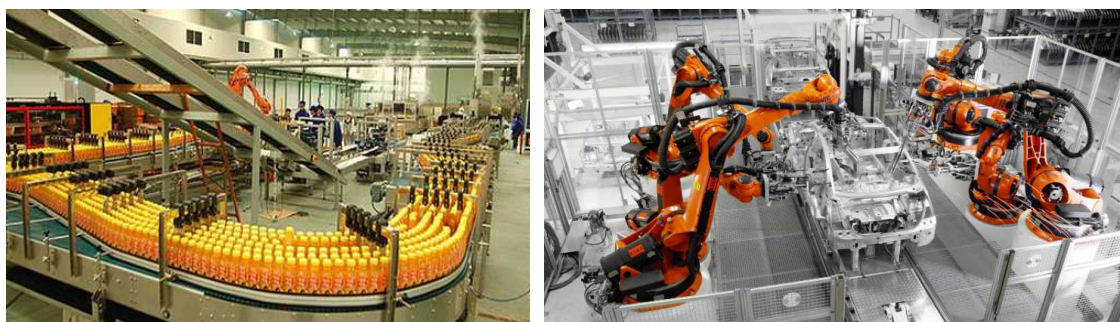


Figura 4 - À esquerda uma linha da indústria alimentar automatizada e à direita uma linha automóvel robotizada [23].

2.2.2 Conceitos e aplicações

A automação reúne um conjunto bastante vasto de tecnologias, sistemas e métodos que têm como objetivo comum a automatização total ou parcial de uma operação, de máquinas, processos, instalações, entre outros [24].

Algumas das principais aplicações dos sistemas de automação são [24]:

- Sistemas de produção industriais (fábricas);
- Sistemas elétricos de energia;
- Domótica em edifícios inteligentes;
- Sistemas de transporte e de controlo de tráfego;
- Eletrónica automóvel.

No caso dos sistemas de produção industriais, a automação tem aplicações bastante dispersas que podem ser utilizadas numa fábrica. Estas podem ir desde o armazenamento de materiais, onde engloba a palatização e embalamento, ou o transporte destes entre diferentes postos de trabalho na mesma unidade fabril, ou ainda a transformação destes materiais através da soldadura (ver Figura 5), corte, montagem, maquinação, entre outros [24].



Figura 5 - Exemplo de um robô a soldar uma peça [57].

A maquinação de peças que vêm em bruto de uma fundição requer que o processo de maquinação tenha uma boa qualidade relativamente ao acabamento superficial e precisão dimensional. O processo de maquinação pode ser classificado de acordo com a ação: corte (torneamento, fresagem, furação, etc.), mas também como abrasão mecânica (lixamento, polimento, etc.) [25].

Assim, os robôs passam a ter um papel importante neste tipo de transformações industriais porque assim, a empresa, além da precisão, rapidez e agilidade, induz menos perigos e riscos para um operador humano.

Relativamente aos sistemas elétricos de energia, a automação pode ter aplicações neste domínio, tais como a gestão global da rede elétrica e a supervisão e controlo remotamente das centrais de produção, como as subestações. Além disto, as energias renováveis, principalmente a energia eólica, são também, um domínio em crescimento de aplicação de automação. Através da automação, é possível conhecer e controlar remotamente o estado de cada aerogerador, tais como a velocidade do vento, a potência, o estado das turbinas e também o seu arranque e paragem [26].

A domótica e os edifícios inteligentes são tecnologias de automação que servem para gerir e controlar edifícios e habitações. Através da domótica, é possível controlar o

aquecimento e a ventilação de ar condicionado, gerir a energia e iluminação, realizar a deteção de incêndios, vigilância e deteção de intrusos, bem como o controlo de acessos, elevadores e parques de estacionamento. As vantagens da domótica são imensas, e vão desde a poupança da energia, a um maior conforto, maior flexibilidade e maior facilidade de gestão e manutenção [26].

Nos meios de transporte, os sistemas de automação aparecem tanto ao nível dos sistemas embarcados nos veículos (eletrónica automóvel), como ao nível da gestão e controlo da rede de transportes [26].

Assim, a automação / robotização tem sido o caminho mais eficiente para superar a maior parte dos desafios que os sistemas de produção enfrentam. Muitos investigadores na área tentam melhorar estes sistemas, diminuindo os desperdícios e aumentando as taxas de produção. Contudo, as preocupações ergonómicas e a interação com os humanos, sistemas automatizados e robotizados, têm de ser ajustadas de forma a facilitar a integração [27].

Foram desenvolvidos imensos métodos de gestão partindo da produção em massa, criando técnicas de otimização que originaram os processos de produção flexíveis. Estes contribuíram para que as empresas conseguissem acompanhar as mudanças e as expectativas dos clientes. Na verdade, os sistemas de produção ágeis permitem uma rápida reação à eficiência-custo, quando existem constantes mudanças não planeadas do mercado [27]. Nos tópicos seguintes, é possível entender um pouco destas tendências mais recentes na área dos processos produtivos.

2.2.3 Tendências mais recentes

Existem vários sistemas de produção automatizados, no entanto, existem tendências mais recentes nos sistemas produtivos atuais, das quais se destacam três: a flexibilização, a customização e a agilidade [28].

2.2.3.1 Flexibilidade ou *Flexible Manufacturing Systems (FMS)*

Os FMS são um tipo de sistemas de fabrico automatizado com flexibilidade para processar eficientemente mais de um tipo de produto em pequenas e médias quantidades [28].

Deste modo, um FMS é composto por [29]:

- Equipamentos flexíveis de comando numérico;
- Um sistema de transporte e processamento de produtos e ferramentas automático;
- Um sofisticado sistema de tomada de decisão para decidir a cada instante quais são as operações que devem ser executadas nas máquinas.

Este conceito, além de abranger a possibilidade de processar vários tipos de produtos ou peças, e a capacidade de mudar rapidamente o tipo de produto produzido, também tem a capacidade de executar vários tipos de operações de forma simultânea, no entanto, uma desvantagem em relação à produção de uma pequena gama de produtos, é que este sistema só consegue realizar pequenas produções [29].

No fundo, pode-se considerar os FMS como sistemas dinâmicos, dos quais, os componentes a serem processados de várias formas entram no sistema de uma maneira assíncrona, e são processados concorrentemente, compartilhando recursos que são limitados [30].

Contudo, é por estas razões que os FMS são considerados um tipo de sistema singular, que é capaz de responder às expectativas do mercado em relação às necessidades atuais e futuras, o que envolve constantes alterações no sistema de controlo [31].

2.2.3.2 Agilidade ou *Agile Manufacturing Systems* (AMS)

A agilidade é a resposta à complexidade trazida por uma constante mudança, ou seja, é uma estratégia de produção focada em prosperar num ambiente imprevisível. No fundo, os **AMS – *Agile Manufacturing Systems*** é diferente do FMS, pois os AMS são sistemas de adaptação proactiva [32].

Os AMS são, portanto, um conceito emergente na indústria, visto que visam alcançar a flexibilidade de fabricação e têm capacidade de resposta às mudanças requeridas pelo mercado. Os AMS têm três características [33]:

- Ótima personalização do produto;
- Reconfiguração dinâmica do sistema, de forma a receber mudanças rápidas no *design* de um produto;
- Adaptabilidade imediata do processo de fabrico e na sua tomada de decisão.

Este tipo de sistema de produção, é um sistema que procura múltiplos objetivos. Este atende às necessidades do cliente e ao seu *feedback*, bem como à informação de matérias-primas, energia, recursos, etc. Com estas informações, o sistema transforma os produtos de forma mais eficiente do ponto de vista do ciclo de vida, pois este sistema de produção lida com os requisitos exigidos pelo cliente, mas também com questões ambientais [34].

Em resumo, os AMS exigem uma mudança na filosofia da gestão, pois o objetivo deste sistema é criar empresas para produzirem volumes grandes e, simultaneamente, variedade para fazer face aos nichos de mercado. Empresas que aplicam AMS combinam vantagens de redução de tempo, mas também redução de custos [33].

Os AMS são constituídos por uma série de máquinas ajustáveis, que podem ser usadas para a produção de uma gama mais estreita de peças e/ou produtos. Este tipo de

produção é especialmente favorável à manufatura de produtos como, por exemplo, automóveis [33].

2.2.3.3 Customização ou *Reconfigurable Manufacturing Systems (RMS)*

Um sistema de produção customizado, em inglês ***Reconfigurable Manufacturing Systems (RMS)***, é um sistema projetado desde o início para ter rápidas mudanças na estrutura, de forma a ser ajustado rapidamente à capacidade e à funcionalidade da produção de uma família de peças que está em mudança permanente no mercado, ou devido a requisitos regulatórios [35]. Esta definição dá destaque a três fundamentos tecnológicos do RMS [28]:

1. Projeto de um sistema de fabrico com o pensamento de que este se pode alterar rapidamente;
2. Consegue a mudança na estrutura através do sistema de *software* e *hardware* reconfigurável;
3. A capacidade produtiva e o carácter funcional deste sistema, adequam-se rapidamente às necessidades de uma família de peças produzidas por este.

Na Tabela 4 é possível perceber a diferença entre estes três sistemas, que são as tendências atuais dos sistemas de produção automatizados.

Tabela 4 - Principais diferenças entre os tipos de sistemas AMS, FMS e RMS. Adaptado de [28].

Tipo de sistema	Modos de produção	Produtos
AMS	Produção em massa	Pequena família de peças
FMS	Pequenas produções e variedade de produtos	Grande família de peças
RMS	Produção em massa	Produtos e peças customizadas

2.3 Gestão da produção

A produção é, no fundo, o processo de usar pessoas e máquinas para transformar matérias-primas num produto final e/ou num serviço. Deste modo, a gestão da produção surgiu devido a preocupações de qualidade e otimização dos recursos envolvidos, e com o objetivo de produzir bens e/ou serviços na qualidade e quantidade certa, bem como no momento certo e com o custo mais adequado. A gestão da produção constitui uma ferramenta útil na coordenação das atividades do sistema de produção. A gestão da produção permite [36]:

1. A utilização eficaz dos recursos das empresas;

2. Alcançar os objetivos de produção no que diz respeito à qualidade, quantidade, custo e prazos de entrega;
3. Obter o fluxo de produção ininterrupta, a fim de atender à procura variada de clientes, com relação à qualidade e comprometimento ao cronograma de entrega;
4. Ajudar a empresa a fornecer produtos de boa qualidade para o cliente, de forma contínua e a preços competitivos.

Existem várias ferramentas que são essenciais à gestão da produção. Nos pontos seguintes, estão enumeradas algumas das ferramentas mais utilizadas no meio industrial:

- **Kaizen**, que significa a busca constante por melhorias em todas as atividades produtivas. Estas melhorias têm de carácter incremental e constante [37].
- **Padronização (Standardization)**, que se foca no seguimento de procedimentos documentais, e tem como objetivo realizar atividades ou tarefas de forma idêntica, mesmo que essas atividades sejam realizadas por pessoas diferentes. As vantagens da padronização são [38]:
 - Aumento da eficácia da formação transversal;
 - Redução dos custos de formação;
 - Aumento da sustentabilidade e da melhoria dos processos;
 - Diminuição do tempo de inatividade;
 - Redução da variabilidade do processo.
- **Ciclo PDCA**, ou seja, *Plan* (Planear), *Do* (Fazer), *Check* (Verificar) e *Act* (Atuar) – ver a Figura 6. No fundo, é estabelecer um alvo para melhoria, colocando os planos em prática. Após isso, determina-se se a implementação proporcionou a melhoria desejada e, por fim, realiza-se e padroniza-se os novos procedimentos, ou estabelecem-se metas para novas melhorias [39].
- **TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)**. O TPM destina-se a melhorar a eficiência em equipamentos através de um sistema de manutenção preventiva ao longo de toda a vida útil do equipamento. TPM é uma filosofia de manutenção desenhada para integrar a manutenção no processo de fabrico. O objetivo é eliminar perdas associadas à manutenção dos equipamentos ou, por outras palavras, manter os equipamentos a produzir unicamente produtos com qualidade, o mais rápido possível, e no período de tempo correto. Na Figura 7 estão representados os oito pilares da TPM [40].

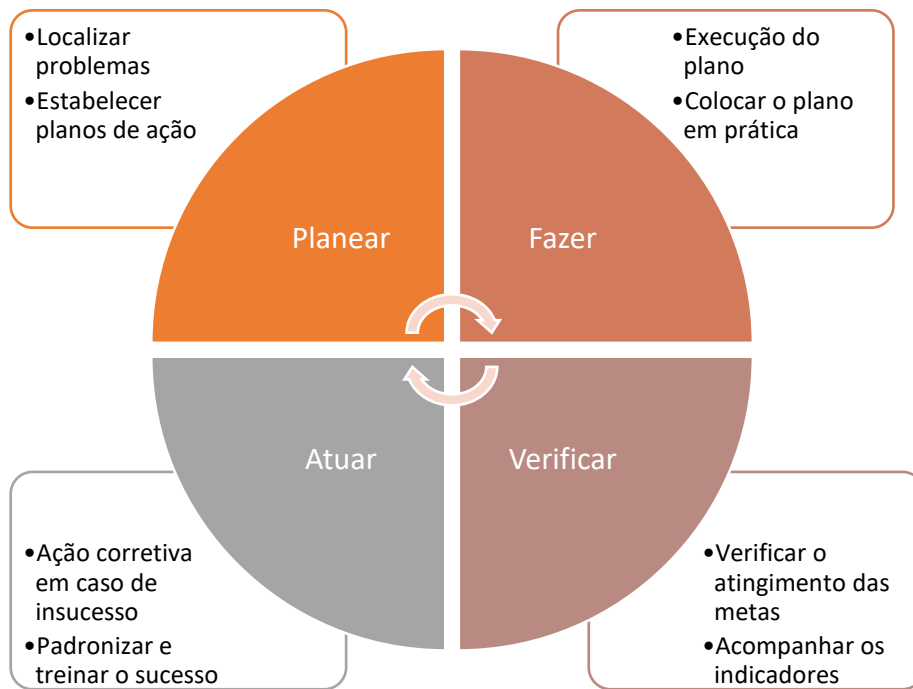


Figura 6 - Ciclo PDCA. Adaptado de [39].

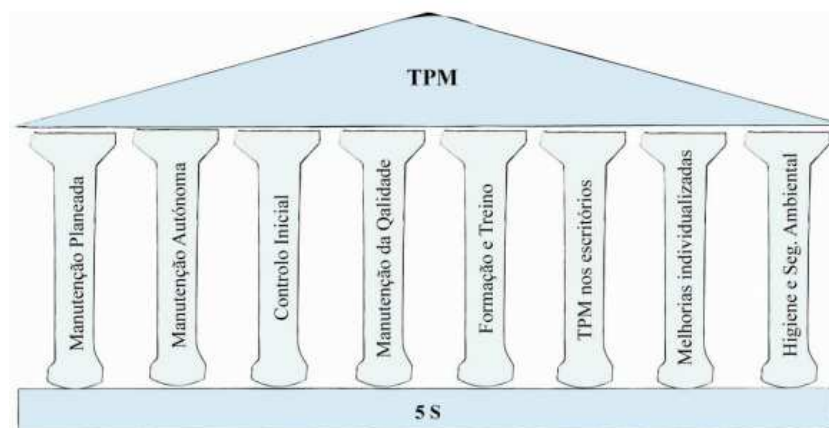


Figura 7 - Pilares do TPM [40].

- **5S** que são atividades destinadas aos funcionários e podem ser definidas como formas de construir um local de trabalho seguro e agradável, com a participação de todos. A metodologia 5S é um dos pilares da filosofia *Kaizen* e, para que tenha sucesso e continuidade, é necessário implementar os cinco passos que a seguir se descrevem (ver a Figura 8) [40]:
 - *Seiri* (senso de organização) - responsável por classificar os produtos em duas categorias distintas: a dos necessários e a dos desnecessários, libertando-se dos últimos;
 - *Seiton* (senso de ordem) - deve-se, posteriormente eliminar os produtos desnecessários e arrumar os restantes, para minimizar o tempo que levará a procurá-los;

- *Seiso* (senso de limpeza) - todo o ambiente de trabalho deve estar limpo, incluindo chão, ferramentas e máquinas, proporcionando um ambiente mais aconchegante e tornando fácil a detecção de problemas;
- *Seiketsu* (senso de conservação) - significa que todos os passos anteriores devem ser feitos sistematicamente;
- *Shitsuke* (senso de autodisciplina) - indica o momento em que as pessoas se consciencializam da necessidade de procurar o autodesenvolvimento, e que todos os passos anteriores devem ser integrados nos hábitos dos trabalhadores, tendo em conta a sua contínua melhoria.



Figura 8 - Metodologia 5s. Adaptado de [40].

- **Lean Manufacturing** - *Lean*, em termos básicos, significa a eliminação do desperdício (ou MUDA, na linguagem Toyota). A eliminação do MUDA é a forma de erradicar todas as atividades que não trazem valor e sete formas de desperdício são identificadas [11]:
 - Correção (*Defects*) - reparação de um produto ou serviço para satisfazer os requisitos do Cliente;
 - Sobreprodução (*Over-Production*) - produzir maior quantidade e mais rápido do que o necessário;
 - Espera (*Waiting*) - tempos mortos que ocorrem devido à não coordenação do fluxo de trabalho;
 - Transporte (*Transporting*) - movimentação de pessoas ou equipamentos que não se traduza em valor acrescentado;
 - Movimentação (*Movement*) - qualquer movimentação de materiais que seja desnecessária;
 - Processamento (*Inappropriate Processing*) - fazer esforços que o cliente não vê como valor acrescentado ao produto ou serviço;

- Inventário (*Inventory*) - qualquer fornecimento excessivo comparativamente com as necessidades de consumo.

É de realçar que a ferramenta LEAN num processo de gestão industrial, é uma metodologia essencial para o sucesso na indústria automóvel, visto que é uma indústria que se foca na estratégica e na melhoria contínua [41].

- **Diagrama de processo** é uma representação gráfica da sequência das atividades, onde estão demonstradas as operações que são realizadas, os controlos de qualidade necessários, os transportes, entre outros. A vantagem desta ferramenta é identificar de forma mais facilitada o valor que as atividades trazem para o processo. Normalmente, é através de símbolos que se identificam as operações [42].

Relativamente a casos de estudo, pode-se analisar algumas aplicações na Tabela 5.

Tabela 5 - Aplicações de casos de estudo.

<p><i>“A DMAIC project to improve warranty billing’s operations: a case study in a Portuguese car dealer”</i>[43]</p>	<p>Este artigo descreve e analisa como é que um grande grupo português de concessionários de automóveis usou com sucesso todas as etapas de um processo Six-Sigma, e o método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) para melhorar o processo de garantia (pago pelos produtores de carros). Este artigo mostra que o projeto permitiu aos gerentes dos concessionários entender que as métricas financeiras em uso não controlavam a conformidade padrão para as marcas de carros em serviços de garantia, ou garantir um bom fluxo de caixa para os revendedores de automóveis. As mudanças necessárias e novas métricas (como por exemplo a % de tempo de conformidade para executar o serviço e cobranças, a % de tempo de receção de conformidade, a % de tempo para encontrar uma peça defeituosa) gerou benefícios de tempo e, conseqüentemente, um fluxo de caixa mais controlado.</p>
<p><i>“An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving”</i>[44]</p>	<p>Este artigo compara criticamente o método DMAIC com teorias científicas no campo de solução de problemas. O estudo fornece uma caracterização dos tipos de problemas para os quais o DMAIC é um método adequado, mas também identifica problemas para os quais ele pode ser ineficaz. Uma limitação importante do método é a sua generalidade, que limita o suporte metodológico que ele fornece, e que falha ao explorar o conhecimento específico do domínio da tarefa. Entre os pontos fortes do método, estão as poderosas técnicas estatísticas para a descoberta de factos e a verificação empírica de ideias. A limitação</p>

mais proeminente identificada neste estudo é a metodologia menos eficaz do *Six Sigma* para o diagnóstico de problemas. O suporte metodológico para a identificação de possíveis causas de problemas é oferecido como um conjunto de técnicas incoerentes e mal estruturadas, sem orientação estratégica para garantir a eficiência do processo.

“Using Six Sigma to analyse Customer Satisfaction at the product design and development stage”[45]

A necessidade de os produtos serem produzidos de acordo com especificações e *standards*, tem-se intensificado devido à situação atual dos mercados. Este estudo, foi alcançado aplicando a ferramenta *Six Sigma* e foi realizado numa empresa multinacional que fabrica peças para a indústria automóvel, e teve como objetivo a análise da satisfação do cliente através de um Indicador de Desempenho (KPI – *Key performance Indicator*) no projeto e nas fases de desenvolvimento de um produto, de forma a obter o melhor resultado, 100%. A partir dos dados do KPI CS (*Customer Satisfaction*), o sigma foi calculado usando a metodologia Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Projetar e Verificar (DMADV). Usando o intervalo de valores que CS pode assumir para atingir o resultado desejado, foi então aplicada a ferramenta *Six Sigma*. A partir desta ferramenta, verificou-se que o valor do desvio padrão para os resultados obtidos está dentro do esperado. Foram impostos limites máximos para trabalhar confortavelmente dentro do *Six Sigma* e, se houver um alerta para o não cumprimento desses limites, medidas corretivas e preventivas podem ser tomadas, para que não ocorra reincidência do problema. Por fim, usando a fórmula de cálculo de CS, foram obtidos os resultados desejados de controlo de qualidade e tempo de colocação no mercado para a faixa de valores dentro do *Six Sigma*, com os limites de controlo apropriados. Com este estudo, a empresa foi capaz de identificar onde estão a ocorrer os problemas. Conhecendo a causa dos problemas, foi possível realizar as mudanças e melhorias nos processos.

“Using Six Sigma Methodology to Improve the Assembly Process in an Automotive Company”[46]

As exigências dos mercados em permanente evolução exigem adaptação contínua da oferta da empresa. O desenvolvimento e a melhoria contínua dos sistemas de gestão da qualidade e do meio ambiente permitem satisfazer plenamente as necessidades e expectativas de cada parceiro (clientes, funcionários e outras partes interessadas) e também manter vantagem competitiva.

Uma das possibilidades de obter excelência operacional é implementar diferentes iniciativas de melhoria da qualidade como *Total Quality Management*, *certificação ISO*, *Agile & Lean Manufacturing* etc. A vida real demonstrou que essas iniciativas não são eficientes em termos de tempo, nem lucrativas em termos de qualidade. Portanto, a introdução e implementação do *Six Sigma* comprovou-se que a metodologia proporcionava melhorias de qualidade inovadoras num prazo razoável. Este artigo apresenta uma solução criativa para melhorar um processo de montagem numa empresa automóvel na Roménia usando o *Statistical Thinking* e a metodologia DMAIC *Six Sigma*. As conclusões deste artigo referem que a aplicação destes métodos fez com que o processo fosse aprimorado, reduzindo em 40% os defeitos deste, conduzindo à escolha de um novo fornecedor, mais adequado ao processo da empresa, que levou a 30% de redução nos defeitos.

“Structural Equation Modelling on Knowledge Creation in Six Sigma DMAIC Project and Its Impact on Organizational Performance”[47]

Este estudo teve como objetivo principal identificar a relação entre processos de criação de conhecimento (socialização, externalização, combinação e internalização) e o conhecimento gerado, através de um projeto *Six Sigma* DMAIC. Este estudo constatou que existe uma relação positiva entre os processos de criação e o conhecimento. Os resultados confirmaram que a melhoria de processos nas organizações que usam a metodologia DMAIC *Six Sigma* envolve a criação do conhecimento. A base subjacente às práticas de criação do conhecimento empregues na metodologia DMAIC do *Six Sigma*, permite que o conhecimento seja criado através da transformação do conhecimento de tácito para explícito e vice-versa, e através da transferência de ambos os tipos de conhecimento de pessoas para equipas.

“Rethinking modular jigs design regarding the optimization of machining times”[48]

A maquinaria de peças complexas precisa ser pensada adequadamente, para economizar tempo e custo na fabricação dessas peças. Os acessórios são muitas vezes esquecidos como ferramentas auxiliares, mas podem ajudar a otimizar um processo de maquinaria como parte da melhoria contínua.

A abordagem para este trabalho foi baseada na procura crescente de uma peça denominada cone de enrolamento 1 no ano de 2019. Isso implica uma redução no tempo de 4,6 para 2,6 minutos por peça. Assim, este artigo teve como objetivo encontrar uma solução, a qual foi estruturada em

quatro fases: pesquisa, projeto, maquinagem e implementação. A fase de pesquisa incluiu o estudo de um gabarito antigo, bem como outras soluções já desenvolvidas por outros autores. A fase de design foi baseada no *Design for Six Sigma* (DFSS) para o equipamento. Várias iterações dos componentes do acessório foram projetadas, montadas e testadas usando modelação CAD do *Solidworks*. Os resultados críticos do projeto foram extraídos da fase de implementação. O gabarito modular foi capaz de maquinar 12 peças por ciclo, comprovando aumentar o número de peças maquinadas por dia em 32%, diminuindo o custo de maquinagem em mais de € 6000 por ano.

“Quality management for sustainable manufacturing: Moving from number to impact of defects”[49]

O número de defeitos é uma maneira simples de determinar a qualidade de um produto. Este artigo é uma tentativa de mudar o foco do número de defeitos para a gravidade dos defeitos, integrando o conceito da sustentabilidade com a Gestão da Qualidade (GQ). A GQ é uma das áreas de pesquisa que é igualmente dependente de medidas quantitativas e qualitativas. No que diz respeito a medidas quantitativas, *Six Sigma* é a métrica mais usada para definir a qualidade de um sistema. O "*Sigma*" é uma medida baseada apenas no número de defeitos, que não envolve a gravidade do impacto devido a um defeito. No entanto, a literatura sobre sustentabilidade do *Six Sigma* considera as pegadas ecológicas dos defeitos. Os autores argumentam que tipos diferentes de defeitos podem resultar em diferentes níveis de impacto e, consequentemente, afetar a sustentabilidade do sistema sob investigação. Este trabalho apresenta um caso de estudo como evidência de alcançar maior sustentabilidade para a competitividade, classificando defeitos na base do seu impacto final. Este artigo argumenta que pequenas mudanças na metodologia *Six Sigma* podem tornar-se úteis para a sustentabilidade.

“Lean six sigma feasibility and implementation aspect in cast iron foundry”[50]

A fundição é um processo de fabricação em que o metal fundido é vazado numa cavidade do molde, solidificando em seguida. O produto de boa qualidade é a principal exigência dos clientes e a redução de defeitos no produto é o fator mais importante para qualquer indústria. Os produtos defeituosos causam uma alta taxa de rejeição, o que leva à redução no lucro da indústria. As ferramentas *Lean Seis Sigma* são as ferramentas mais eficazes para

descobrir vários defeitos e fornecem a solução viável para os superar. A análise dos dados de rejeição reflete vários defeitos nas peças fundidas, que podem ajudar a descobrir o nível atual de *sigma* da indústria. O *Six Sigma* envolve o método DMAIC que consiste em diferentes fases como definir, medir, analisar, melhorar e controlar. Como resultado da análise dos dados de rejeição, descobriu-se que a queda de areia é o maior defeito. Com o trabalho proposto, o nível *sigma* da indústria foi aprimorado de 2,6 para 3,0. Isto ajuda a reduzir o custo de fabricação, fornece qualidade consistente, reduz a taxa de rejeição e, portanto, o lucro pode ser aumentado. Neste artigo, conclui-se que o defeito da gota de areia (defeito comum numa fundição) diminuiu de 15,9% para 6,4%. A metodologia *Six Sigma* é mais eficaz para identificar defeitos na indústria, e esses defeitos podem ser eliminados por várias ferramentas, como análise de Pareto, listas de verificação, análise de causa-efeito, etc. Além disso, depois da implementação desta metodologia, observou-se que o tempo na triagem das matérias-primas é economizado em 30 min, e o tempo total de preparação do forno foi reduzido de 90 minutos para 60 min.

2.4 A ergonomia e a sua importância

Atualmente, e principalmente na indústria automível, um dos aspectos importantes e bastante valorizados é a segurança e a saúde dos trabalhadores. Sendo os trabalhadores uma das principais partes interessadas, as empresas proporcionam um conjunto de atividades para prevenir lesões e proporcionar saúde aos trabalhadores, de forma a providenciar um ambiente de trabalho seguro e saudável [51].

Assim, o trabalho é cada vez mais executado por máquinas. No entanto, continuam a existir muitas tarefas que têm de ser realizadas manualmente e que necessitam de um grande esforço físico, resultando em danos nos trabalhadores, tais como dores nas costas, pescoço, braços, pernas, entre outros [51].

A palavra ergonomia deriva do grego “*ergon*” (trabalho) e “*nomos*” (norma, regra, lei). É uma das áreas científicas que estuda a interação entre humanos e outros elementos como, por exemplo, máquinas. A aplicação de princípios de ergonomia, métodos e dados em projetos otimiza o bem-estar e o desempenho dos trabalhadores [52] (Figura 9).

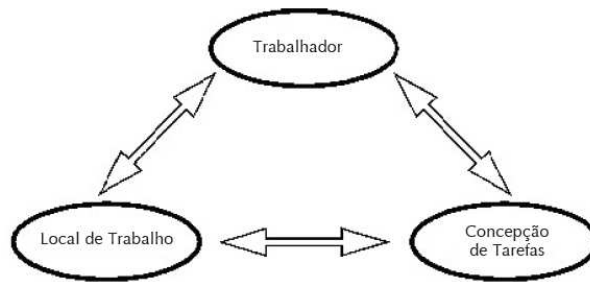


Figura 9 - A ergonomia e as suas interações [52].

Assim, um ergonomista contribui para o planeamento, para o *design*, para a avaliação das tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas, para que sejam compatíveis com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas (Figura 9).

A vantagem mais evidente da aplicação da ergonomia num local de trabalho, está no benefício que as boas condições de trabalho (segurança e saúde) trazem, uma delas é o aumento da produtividade [51].

A ergonomia é uma disciplina muito vasta, pois envolve variados fatores que podem afetar o bem-estar do trabalhador, tais como: iluminação, ruído, temperatura, vibrações, conceção de um posto de trabalho, de ferramentas e máquinas, assim como a realização de uma tarefa, trabalhos por turnos e os seus respetivos intervalos, etc [52].

DESENVOLVIMENTO

3.1 Grupo Renault

3.2 Caracterização do projeto

3.3 Brainstorming inicial

3.4 Brainstorming solução final

3.5 Modo de funcionamento final

3.6 Análise económica

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Grupo Renault

Fundada em 1898, a Renault é um grupo industrial com mais de 17 000 colaboradores que idealizam, concebem, fabricam e comercializam veículos particulares e utilitários em 128 países. É constituído por 40 unidades de produção, onde foram produzidos cerca de 3,8 milhões de veículos em 2019, bem como três laboratórios de inovação e seis centros tecnológicos [53].

O Grupo Renault, é constituído pelas marcas Renault, Dacia, Renault Samsung Motors, Alpine e LADA, e sempre primou pela criação de veículos simples e práticos. Além disso, a organização criou uma aliança com a Nissan e Mitsubishi [54]. No organigrama seguinte é possível ver a estrutura do Grupo Renault (Figura 10):

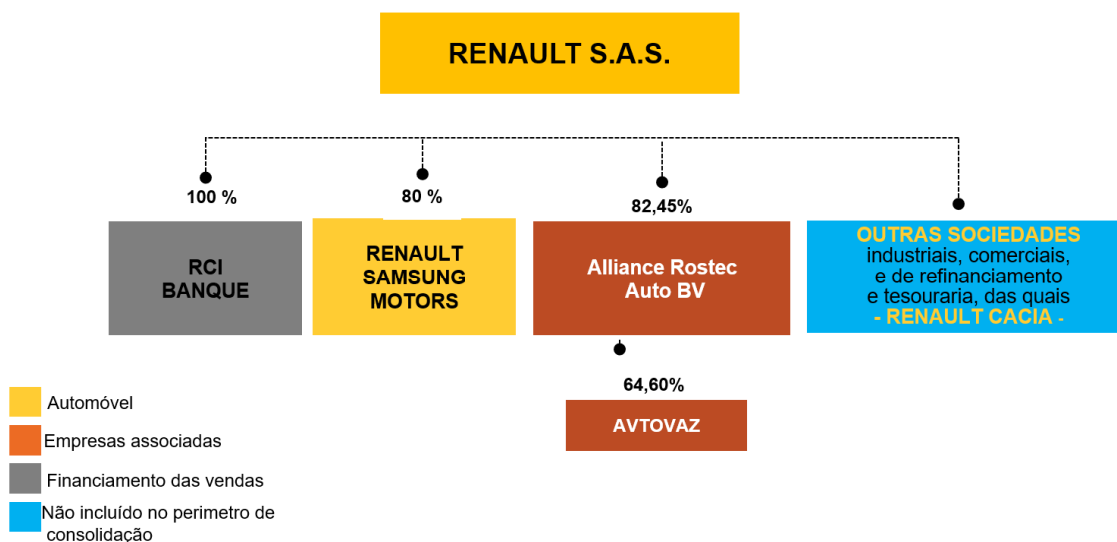


Figura 10 - Organigrama da organização simplificado [54].

3.1.1 Renault Cacia S.A.

A Renault Cacia S.A., empresa acolhedora deste projeto, é uma das unidades industriais do Grupo Renault e produz órgãos e componentes para a indústria automóvel desde 1981, exportando 100%. A fábrica está localizada em Cacia, em Aveiro, sendo uma localização ótima devido à proximidade de Espanha e Marrocos, e do porto marítimo, bem como acesso a autoestradas e ferrovias (Figura 11) [54]. Tem cerca de 300 000 m² de área total, sendo a área coberta de 70 000 m² [1].



Figura 11 - Localização da Renault Cacia e a sua proximidade a pontos de interesse [54].

A Renault Cacia é uma empresa certificada pelos sistemas de gestão de qualidade, ambiente e segurança, e tem cerca de 1331 colaboradores, gerando cerca de 11 180 empregos indiretos. No final de 2017, a Renault Cacia teve um VN de 357,8 M€ [54].

A visão da empresa é ser a referência nas fábricas mecânicas a nível da Aliança, pela competitividade dos produtos que produzem, e pela excelência da equipa humana que possuem, de forma a assegurar o futuro industrial [54].

A empresa encontra-se dividida em onze departamentos, que reportam diretamente à Direção Geral da Fábrica, como é possível ver no organigrama da Figura 12.

A produção é dividida em duas unidades: Unidade de Produção de Caixas de Velocidades (CV), onde são produzidas as CV e a Unidade de Produção de Componentes Mecânicos, onde são produzidas as bombas de óleo e árvores de equilibragem.

Na Figura 13 é possível ver onde estão localizados os diferentes departamentos que constituem a Renault Cacia. É de realçar que este projeto foi inserido no Departamento da Fabricação de Caixas de Velocidades.

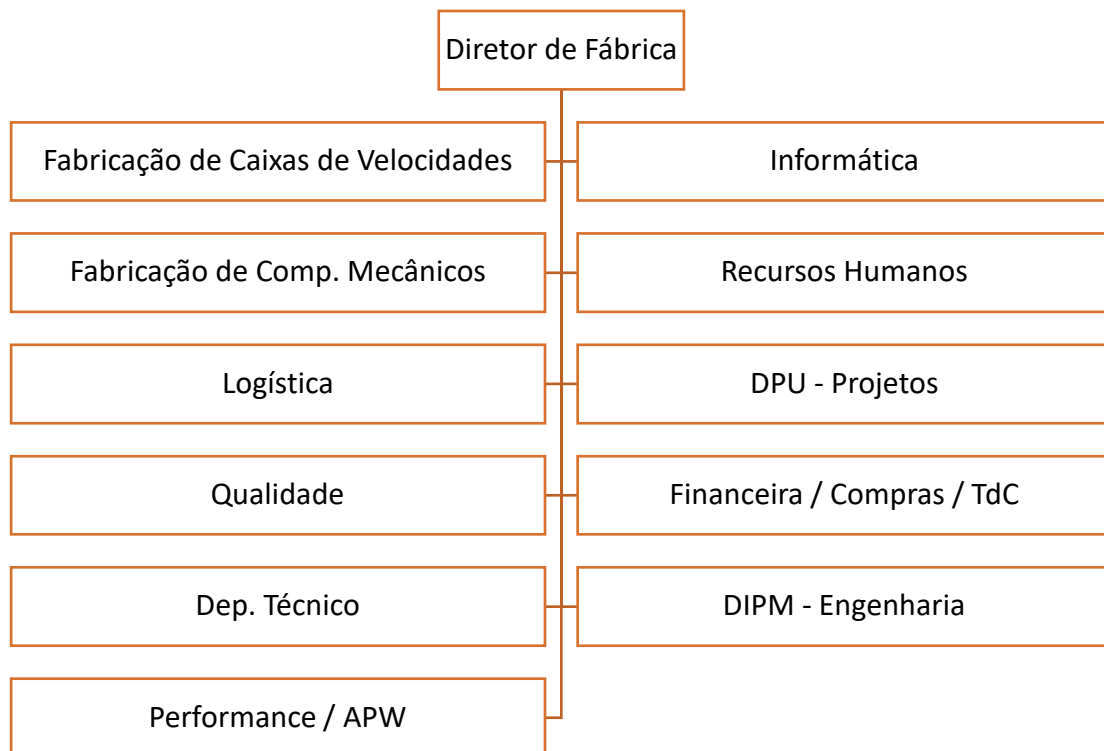


Figura 12 - Organograma geral da Renault Cacia S.A. Adaptado de [54].



Figura 13 - Localização dos diferentes departamentos da Renault Cacia S.A. [54].

A empresa produz, atualmente, caixas de velocidades, assim como vários componentes para motores, nomeadamente caixas de velocidades (N e J), bombas de óleo, árvores de equilibragem e outros componentes em ferro fundido e alumínio. No fim de 2018, a Renault Cacia tinha produzido cerca de 707 717 caixas de velocidades. A totalidade dos produtos destina-se a fábricas Renault e Nissan de montagem veículos e de mecânica, situadas em países como Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, Africa do Sul, Irão e Índia [1].

As CV são os componentes com maior peso nas vendas da fábrica, correspondendo a mais de 60% destas. Os componentes mecânicos para motores são o segundo produto com maior volume de vendas (ver a Figura 14) [54].

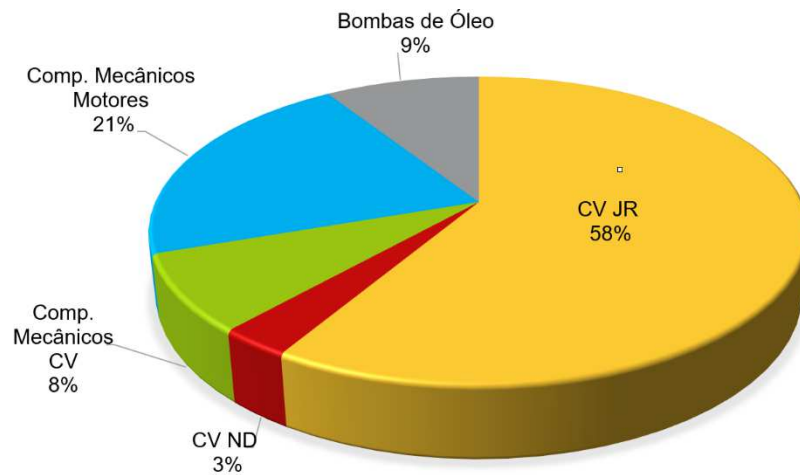


Figura 14 - Repartição das vendas por tipo de produto (em % VN) [54].

Na Figura 15 é possível ver alguns dos produtos produzidos em Cacia: A caixa de velocidades referência ND apresenta seis velocidades, enquanto a caixa de velocidades tipo JR apresenta cinco velocidades. Seguem-se as bombas de óleo, que são o coração do sistema de lubrificação do motor, e as árvores de equilibragem, que dão um contributo para o suave funcionamento dos motores e conforto sonoro dos veículos, pois reduzem as vibrações e ruído [55].



Caixa de velocidades ND

Caixa de velocidades JR

Bombas de óleo

Árvores de equilibragem

Figura 15 - Produtos produzidas na Renault Cacia S.A.

É importante salientar que deste ponto para a frente, o produto a ser abordado será o cárter de embraiagem que pertence à caixa de velocidades, visto ser onde incide todo o projeto realizado.

3.1.2 Caixa de velocidades JT4

Desde o início da produção das caixas de velocidades que a caixa J sempre se adaptou a diferentes versões e mutações que o mercado automóvel ia exigindo. Contudo, a caixa de velocidades JR de 5 velocidades, já não corresponde às normas exigidas em termos

ambientais, e também se tornava necessária uma caixa de 6 velocidades para competir no mercado em 2020. Deste modo, a caixa J teve de ser adaptada para 6 velocidades, passando a chamar-se JT4 – ver a Figura 16 [56].

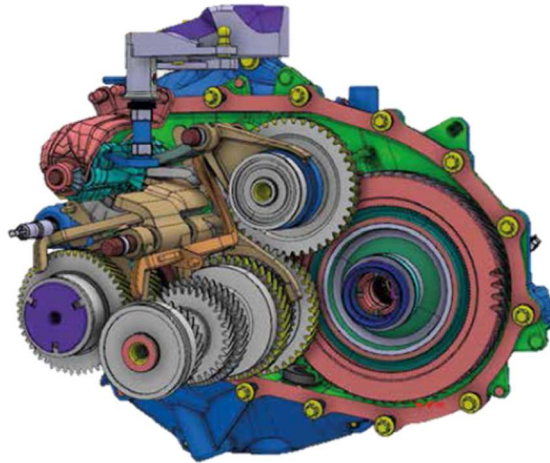


Figura 16 - Caixa de velocidades JT4 [56].

As particularidades da caixa JT4 são [56]:

- É uma caixa com 6 velocidades;
- Tem um binário até 220 Nm;
- Ganho de 5 g/km nas emissões de CO₂;
- Tem um peso com óleo de 38,7 kg;
- Comprimento de 377,5 mm;
- Comando interno tipo TL4;
- Marcha atrás sincronizada;
- Rolamentos de baixo atrito;
- Inovação ao reduzir o peso (*cárter* de paredes finas);
- Redução do nível de óleo;
- Caixa compacta;
- Inovação na soldadura do diferencial e coroa.

A caixa de velocidades JT4 é constituída por vários órgãos, alguns dos quais estão demonstrados na Figura 17 [56]:

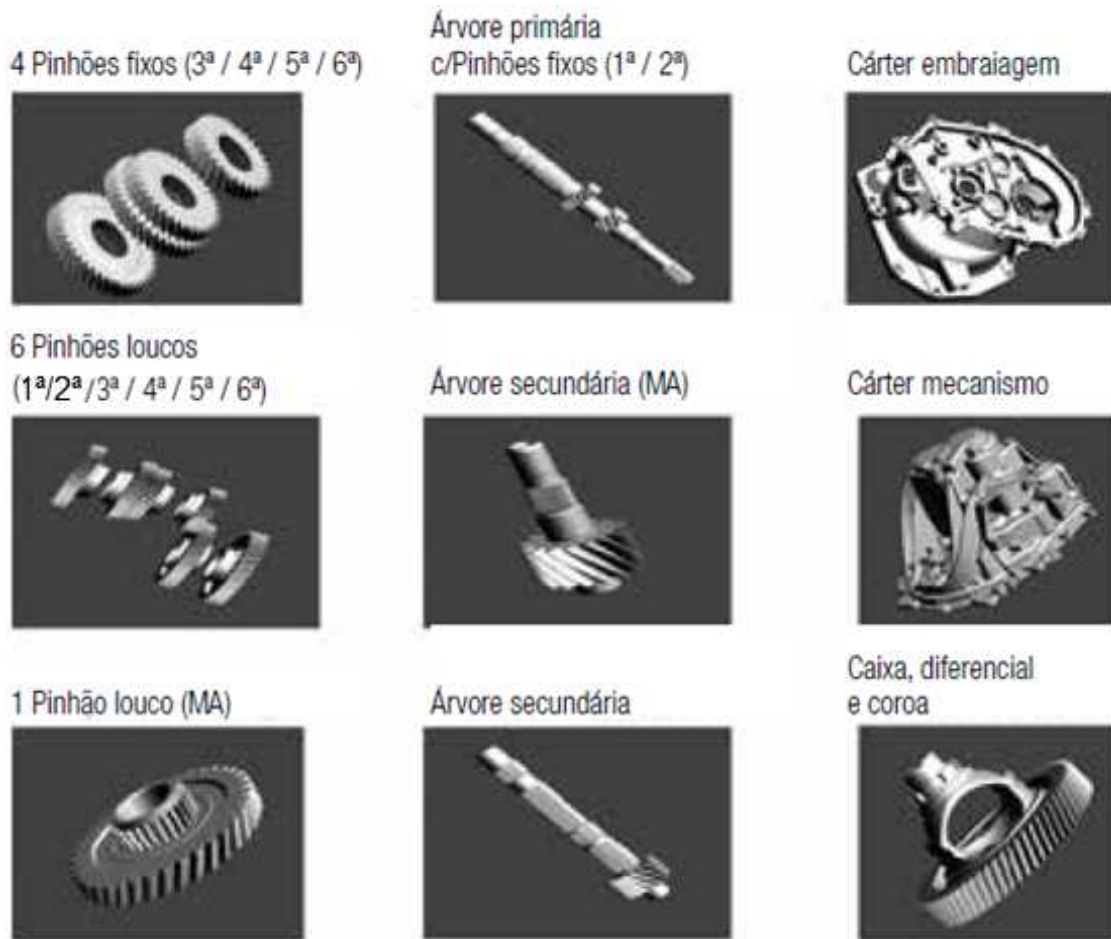


Figura 17 - Órgãos que constituem a caixa de velocidades JT4 [56].

3.1.3 Processo produtivo da caixa de velocidades

Neste projeto, irá ser abordado apenas o processo produtivo das caixas de velocidades, pois é onde estão incorporados os *cárteres* de embraiagem que são alvo de estudo neste projeto. É de notar que o processo produtivo é idêntico em muitas etapas para os outros componentes produzidos em Cacia.

Primeiramente, a Renault Cacia recebe as peças brutas em ferro fundido, tais como os pinhões, as árvores, os *cárteres*, etc. Após isso, as peças sofrem várias operações de maquinagem, como o torneamento, talhagem, retificação, etc. Nesta etapa, é importante dizer que estas operações são controladas com o apoio de sistemas fortemente automatizados. Por exemplo, uma linha da maquinagem, é capaz de transformar 15 000 peças por semana [55].

A terceira etapa é o tratamento térmico e retificação, que consiste, numa primeira fase, em ciclos de aquecimento e arrefecimento, permitindo uma transformação de algumas

das propriedades mecânicas da peça, tais como a dureza, a resistência mecânica, entre outras. Numa segunda fase, o processo de retificação consiste em diminuir a rugosidade e eventuais defeitos geométricos da peça [55].

A quarta etapa é a entrega de peças já prontas para a montagem. Nas Figuras 18 e 19, é possível observar as etapas no processo de fabrico de uma caixa de velocidades [55].



Figura 18 - Processo produtivo de uma caixa de velocidades - Parte I. Retirado de [55].

As etapas seguintes são referentes a etapas de montagem, controlo de qualidade e envio (ver a Figura 19). Na montagem de uma caixa de velocidades, os pinhões são empilhados nas árvores, o conjunto do mecanismo é colocado no cârter de embraiagem e o cârter de mecanismo é aparafusado ao conjunto [55].

Após isto, a caixa segue para um controlo de ensaios e qualidade, onde a passagem das velocidades e a estanquidade final da caixa são verificadas. Por fim, as caixas de velocidades são enviadas para as fábricas do grupo de construção da carroçaria [55].



Figura 19 - Processo produtivo de uma caixa de velocidades - Parte II. Retirado de [39].

Poderá ser visualizado na Figura 20 o conjunto de todos os componentes da caixa de velocidades JT e na Tabela 6 a respetiva legenda. Estão apenas identificados os componentes produzidos na Renault Cacía.

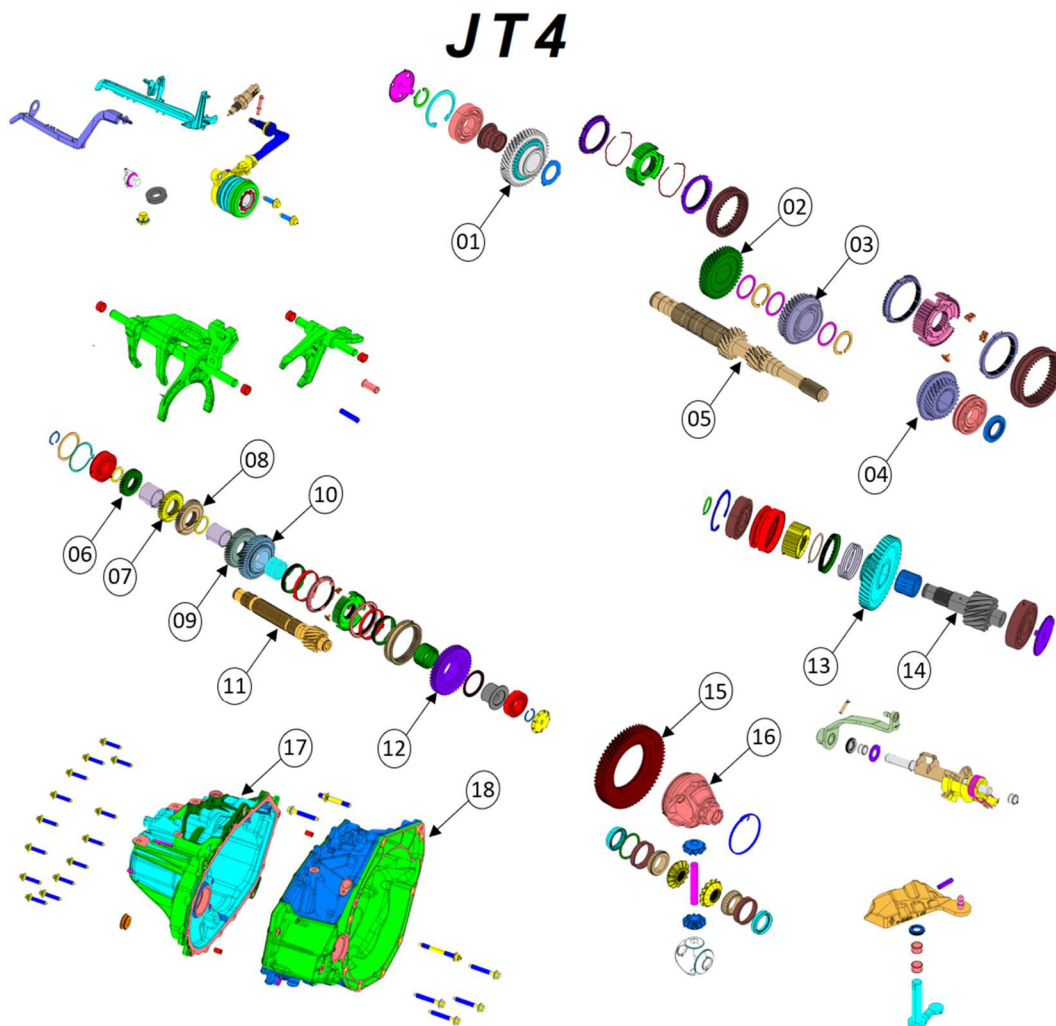


Figura 20 – Componentes de uma caixa de velocidades.

Tabela 6 - Legenda da figura 20

01	Pinhão louco de 6ª	10	Pinhão louco de 2ª
02	Pinhão louco de 5ª	11	Árvore secundária
03	Pinhão louco de 4ª	12	Pinhão louco de 1ª
04	Pinhão louco de 3ª	13	Pinhão louco de MAR (Marcha Atrás)
05	Árvore primária	14	Árvore secundária de MAR
06	Pinhão fixo de 6ª	15	Coroa
07	Pinhão fixo de 5ª	16	Caixa diferencial
08	Pinhão fixo de 4ª	17	Cárter mecanismo
09	Pinhão fixo de 3ª	18	Cárter embraiagem

De forma a demonstrar o processo detalhado, o fluxograma do processo das peças produzidas na Renault Cacia encontra-se descrito no anexo 6.1.

3.2 Caracterização do projeto

Devido à nova caixa JT4, foi necessário criar novas linhas de produção para os órgãos que constituem a mesma.

Este projeto baseia-se no novo Módulo 5, uma linha de maquinagem de cárteres de embraiagem (Figura 21), para a qual foi desenvolvido, devido ao excesso de trabalho dos quatro módulos de cárteres já existentes na empresa, ou seja, demasiadas referências (peças) já integradas. Além disso, os restantes módulos são de tecnologia mais antiga.

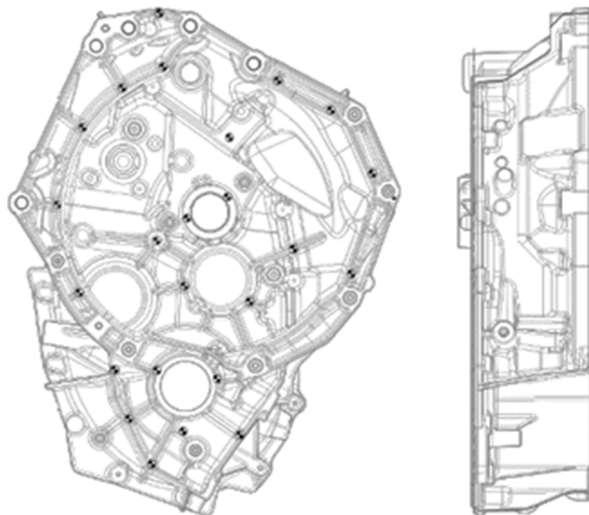


Figura 21 - Cárter CED JT4.

O objetivo do projeto é o desenvolvimento do caderno de encargos, o estudo, acompanhamento do fabrico, acompanhamento da instalação e acompanhamento da colocação em funcionamento dos equipamentos concebidos pelo fornecedor escolhido para a implementação deste projeto, bem como a sua perfeita integração com as restantes máquinas.

É de realçar que para o desenvolvimento deste projeto, foram tidas em consideração duas soluções, uma mais económica que outra. Portanto, nos tópicos seguintes (ponto 3.3 e 3.4), irão ser abordadas as duas soluções e as suas diferenças, bem como os requisitos e especificações. Por fim, irá ser realizada uma análise económica.

No que diz respeito ao projeto, são apresentadas na Figura 22 as fases necessárias até ao início de produção.

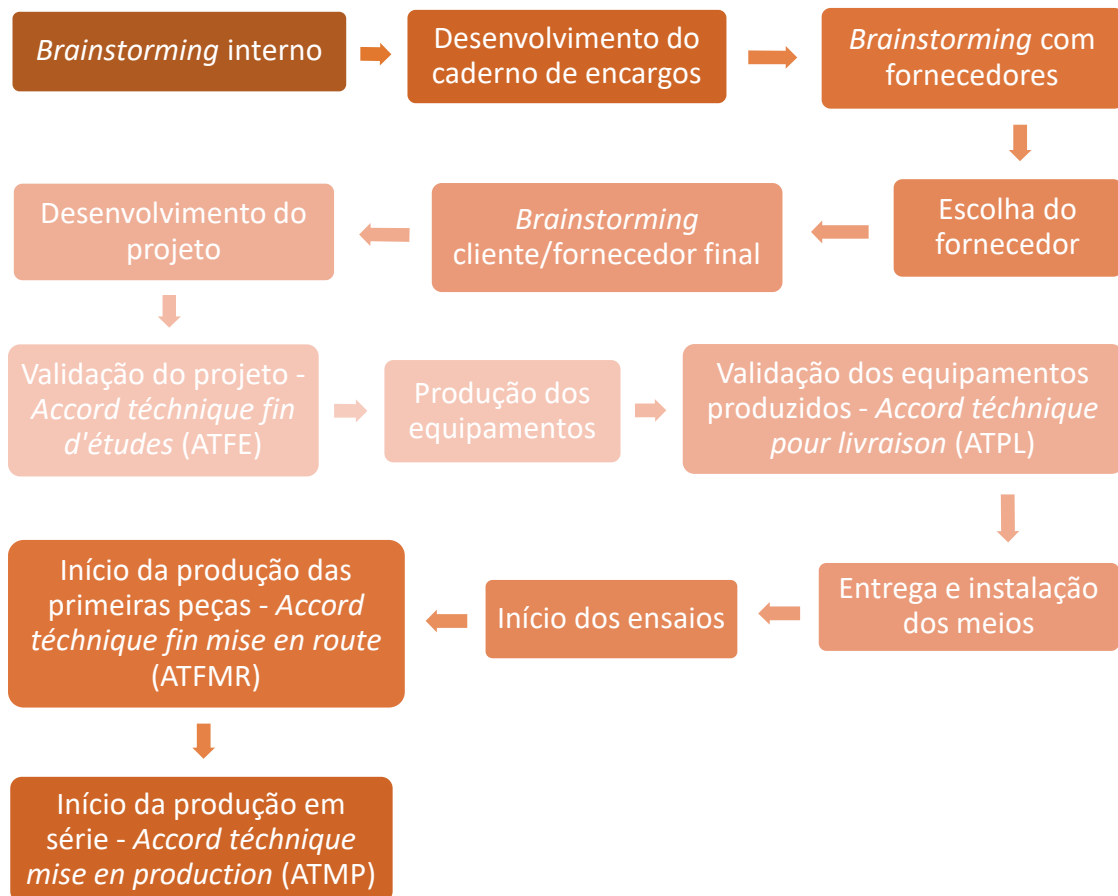


Figura 22 - Fases de desenvolvimento do projeto

3.2.1 Fluxograma da maquinagem do cárter de embraiagem

Na Figura 23 está representado o fluxograma do processo do cárter de embraiagem, desenvolvido pelo engenheiro de processo dedicado aos cárteres.

É importante salientar que neste projeto as OP110/120/OP130/OP140 não irão ser abordadas, porque foram projetos desenvolvidas por outros colegas.

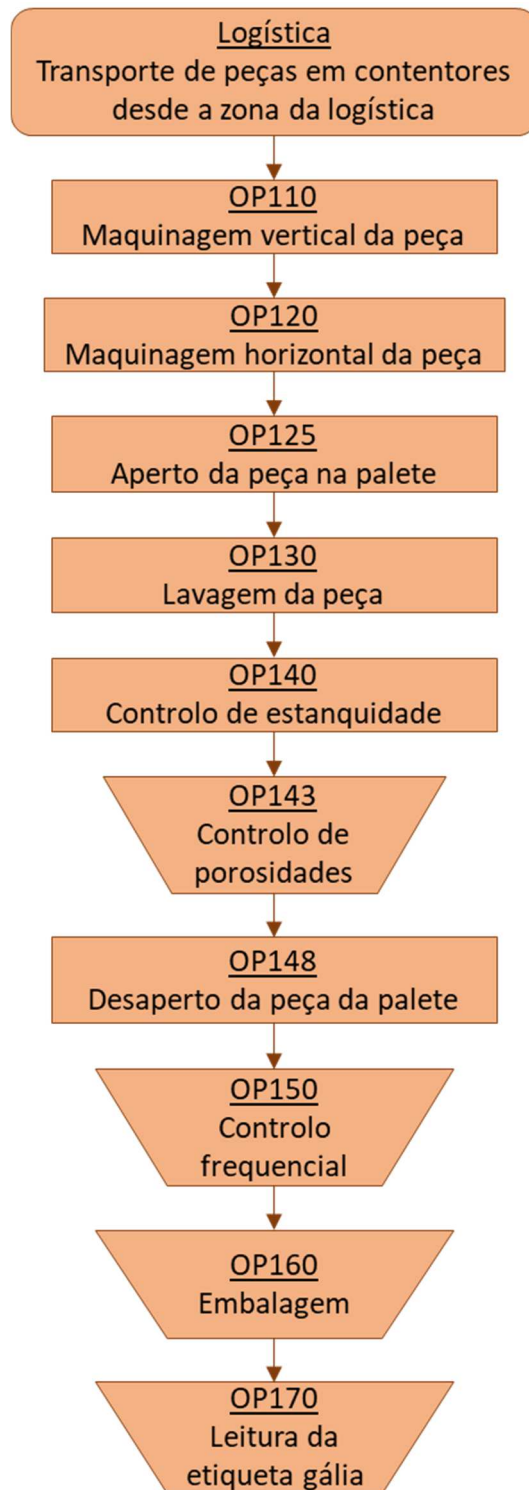


Figura 23 - Fluxograma de maquinagem do cárter de embraiagem.

3.2.2 Requisitos e especificações gerais do projeto

De forma a desenvolver o projeto, e atender às limitações orçamentais existentes, foram estabelecidos os seguintes requisitos/limitações:

- Área definida com 657 m² (ver figura 24);
- Quantidade de 500.000 peças/ano;
 - Rendimento Operacional (RO) de 92%;
- Linha predisposta para 2 referências de cárteres de embraiagem (CED HR10 e CED HR16);
- Orçamento inicial de 1.200.000 €, o qual foi reduzido para 600.000€;
- 6 operadores por turno;
- 1 condutor de linha por turno;
- 1 chefe de linha;
- Cumprimento das normas de segurança:
 - Norma Renault EB75.04.130;
 - Diretiva máquina 2006/42/CE;
- Cumprimentos das normas de ergonomia:
 - Norma Renault GE75-026R;

3.2.2.1 Área definida para a instalação da linha

A equipa de implantações fez um estudo consoante as dimensões aproximadas de cada meio, e definiu a área descrita na Figura 24.

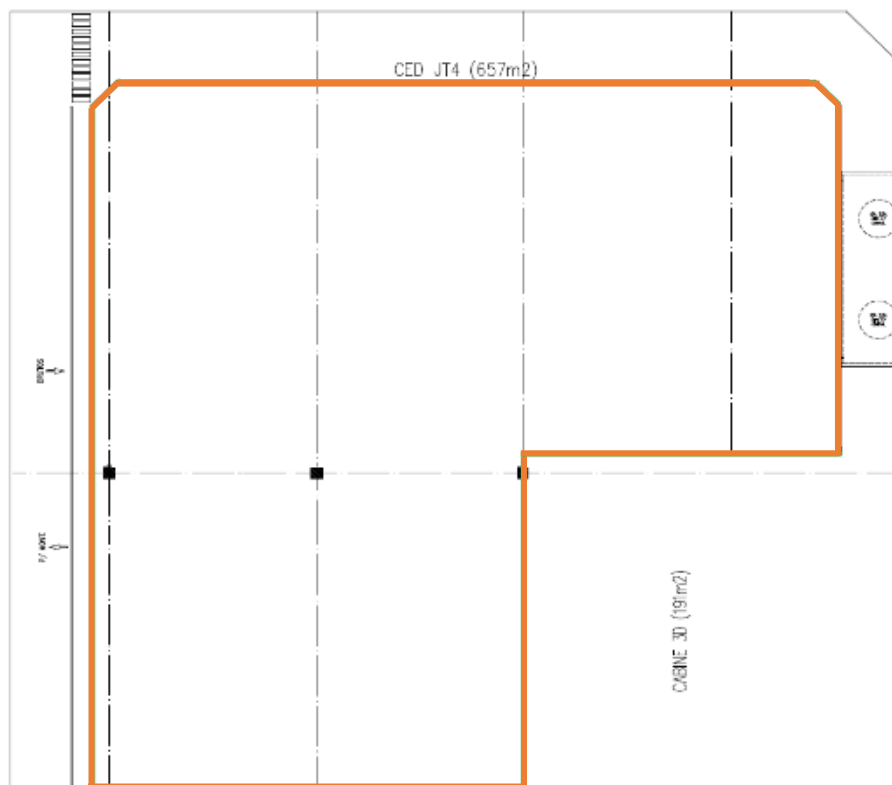


Figura 24 - Área definida para o Módulo 5.

Após a definição da área, foi definido o local para os centros de maquinagem, o fluxo do produto e a distribuição dos restantes equipamentos, e a partir daí começou-se a desenvolver o projeto.

3.2.2.2 Tempo de ciclo da linha

O tempo de ciclo da linha é considerado dos pontos mais importantes para conseguir-se o objetivo pretendido. De forma a calcular o tempo de ciclo necessário para a linha, foi importante ter em consideração os dados de base:

- 500.000 peças/ano;
- Tempo de ciclo da máquina: 9,41 min
- Tempo de abertura: 137,17 h/semana;
- RO: 92%;

O cálculo do tempo de abertura baseou-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Cálculo do tempo de abertura.

Atividade	Número Equipa /sem	Organiz.	Tempo de trabalho	Reunião UET/equipa/s em.)	Tempo preventiva + reunião	Tempo preventiva programação/s em	Resultado (tempo de abertura)
Maqui nagem	15	5d*(3*8)	120 h	- 0,75 h	- 1,75 h	- 4 h	137,17 h/ semana
	2	2d*(1*12)	24 h	- 0,10 h	- 0,23 h		

Em resumo, a organização e o tempo de trabalho referem-se aos turnos, equipas e horas de trabalho:

- Número equipa/semana:
 - 15 equipas/semana: 5 dias de trabalho com 3 turnos e 8 h de trabalho;
 - 2 equipas/fim de semana; 2 dias de trabalho a 1 turno, mas com 12 h de trabalho.
- Tempo de trabalho:
 - 5 dias de trabalho a 3 turnos e 8 h de trabalho por turno;
 - 2 dias de trabalho a 1 turno e 12 h de trabalho.

De forma a obter a quantidade de peças pretendidas, foram necessários 13 centros de maquinagem. Chegou-se a essa conclusão dos cálculos mostrados abaixo. De forma a ter uma cadeia produtiva a 100% (500.000 peças/ano), considerou-se um rendimento operacional de 92%. De forma a calcular quantos Centros de Maquinagem - CU ("Centre d'usinage, em Francês) são necessários, foi necessário realizar os cálculos abaixo.

O Rendimento máximo de linha é calculado da seguinte forma:

Rendimento máximo de linha = Quantidade de peças + Rendimento operacional

Ou seja,

$$500.000 \text{ peças/ano} + 8\% = 540.000 \text{ peças/ano}$$

A quantidade de peças por semana é calculada da seguinte forma:

$$n \text{ peças / semana} = \frac{n^{\circ} \text{peças / ano}}{n^{\circ} \text{ de semanas úteis de trabalho / ano}}$$

Ou seja,

$$n \text{ peças / semana} = \frac{540.000 \frac{\text{peças}}{\text{ano}}}{48 \text{ semanas}} = 11.250 \text{ peças / semana}$$

Relativamente à quantidade de peças por hora, é calculado da seguinte forma:

$$n \text{ peças / hora} = \frac{n \text{ peças / semana}}{\text{tempo de abertura}} = \frac{11.250}{137,17} = 82,015 \text{ peças/hora}$$

O cálculo das peças maquinadas em cada centro por hora é:

$$\text{Peças por } \frac{\text{CU}}{\text{hora}} = \frac{60 \text{ min}}{\text{Tempo de ciclo do CU}} = \frac{60 \text{ min}}{9,41 \text{ min}} = 6,38 \text{ peças}$$

Assim, a quantidade de CU's necessários são:

$$n \text{ CU's} = \text{peças} \frac{\text{hora}}{\text{peças por CU/hora}} = \frac{82,015}{6,38} = 12,86 \text{ CU's} \approx 13 \text{ CU's}$$

Para calcular o tempo de ciclo da linha, foi necessário saber qual é o tempo de ciclo de cada CU, que é de 9,41 minutos, como temos 13 CU's, o tempo de ciclo da linha terá de ser igual ou inferior a 0,72 min.

Assim, todos os postos considerados para a restante linha, foram desenvolvidos com o objetivo do tempo de ciclo ser inferior a 0,72 min, de forma a serem mais rápidos que os centros de maquinagem.

Os tempos de ciclos conseguidos foram os seguintes (Tabela 8):

Tabela 8 - Tempos de ciclos dos postos da linha.

Nº OP	DESIGNAÇÃO	TCY (MIN)
OP110	Maquinagem vertical da peça	9,41 (13 CU's = 0,72)
OP120	Maquinagem horizontal da peça	
OP125	Aperto da peça na palete	0,35
OP130	Lavagem da peça	0,5
OP140	Controlo da estanquidade	0,45
OP143	Controlo das porosidades	*
OP148	Desaperto da peça à palete	0,35
OP150	Controlo frequencial	*
OP160	Embalagem	*
OP170	Leitura da etiqueta gália	*

* Postos em que existe a intervenção do operador, logo foi definido um tempo de ciclo inferior a 21 segundos, tendo em conta as manipulações realizadas pelo operador.

3.2.2.3 Referências CED HR10 e o CED HR16

Para o desenvolvimento do projeto, foi necessário considerar as duas referências existentes, HR10 e HR16 (Figura 25). As diferenças entre o cárter HR10 e HR16 são poucas, contudo, a diferença mais importante e que poderia causar impacto nos equipamentos é a diferença em altura. Na Figura 25 é possível analisar-se a face 1000 de ambos os cárteres, face esta que será acoplada ao motor da viatura e onde se pode analisar a diferença entre alturas:

- HR10: 134,2 mm;
- HR16: 126,2 mm;

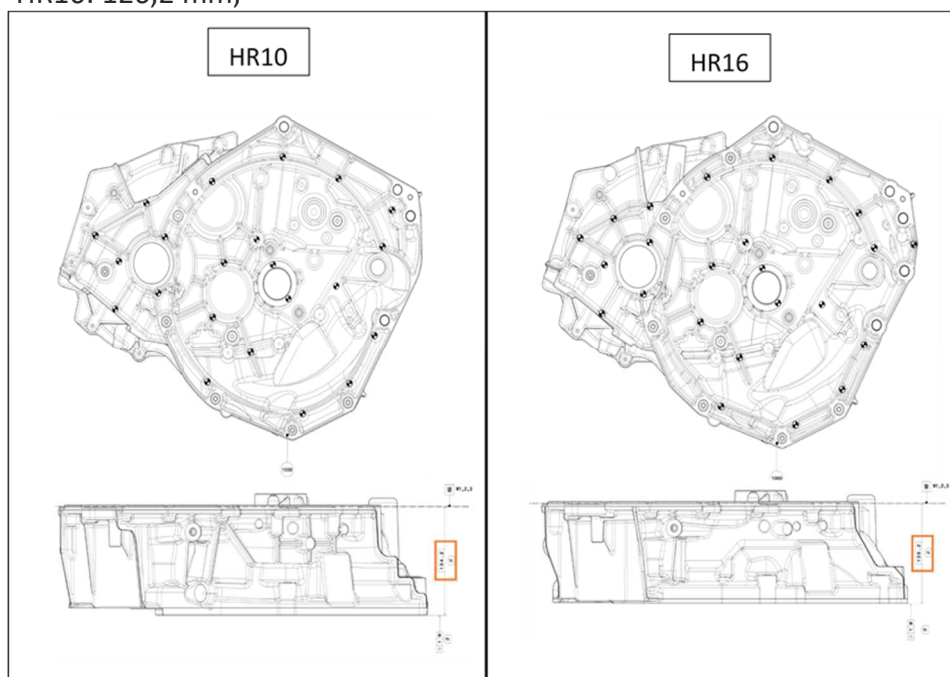


Figura 25 - Referências cárteres CED.

3.2.2.4 Ergonomia

A ergonomia foi uma das prioridades ao longo do projeto, de forma a dar-se as melhores condições para os operadores realizarem o trabalho. Realizaram-se vários estudos ergonómicos de forma a encontrar-se a melhor solução para os postos da linha.

Para a realização da análise ergonómica, foi importante ter em consideração os seguintes dados base, conforme a Tabela 9:

Tabela 9 - Tabela de carga por operação.

Peça	OP	Operação	Nº	Peso (kg)
CED	110/120	Maquinagem	4	7,125
	143	Controlo	13	-
JT4	155	Descarga	13	7,250

Ou seja:

- **OP110/120** – Os operadores irão estar dispostos por “ilhas”, tendo sido considerado o pior caso, que será um operador com 4 CU’s na “ilha 4” (Figura 26).
- **OP143** – Foi desenvolvido um posto de controlo, de forma ao operador não exercer demasiado esforço, visto ser necessário rodar as peças 360 graus.
- **OP155** – Nos restantes módulos de cárteres, os operadores localizados na descarga dos cárteres fazem o controlo das porosidades, assim como a descarga para o contentor. Por esse motivo, desenvolveu-se um posto para realizar apenas o controlo das porosidades. Assim sendo, o operador estará dedicado apenas à descarga dos cárteres.

De forma a demonstrar a disposição da linha e os respetivos locais onde os operadores estarão localizados, poderá analisar-se a Figura 26:

Os postos da linha foram analisados pelo Método de Análise Ergonómica V3. Este método de análise ergonómica baseia-se na carga física e carga cognitiva de cada operação, tendo em conta todos os movimentos realizados.



Figura 26 - Localização dos operadores.

Posto de maquinagem

Para o posto de maquinagem, foram considerados os seguintes movimentos realizados pelos operadores:

- Retirar o cárter (OP110) da paleta e colocar no suporte ao lado – posição conforme a Figura 27;
- Alcançar a pistola de ar comprimido e soprar a paleta da máquina;
- Fazer a marcação da peça no transportador e transportá-la até à sua colocação na paleta do CU – ver a Figura 28;
- Pressionar o botão de validação;
- Retirar o cárter (OP120) da paleta, elevá-lo para escorrer o óleo lubrificante e transportar o cárter já maquinado – posição conforme a Figura 27;
- Alcançar a pistola de ar comprimido e soprar a paleta;
- Alcançar o cárter OP110 no suporte ao lado e colocar a peça na paleta do CU;
- Pressionar a manivela para prender a peça;
- Pressionar o botão de validação.



Figura 27 - Posição dos cárteres nas OP110 e OP120.

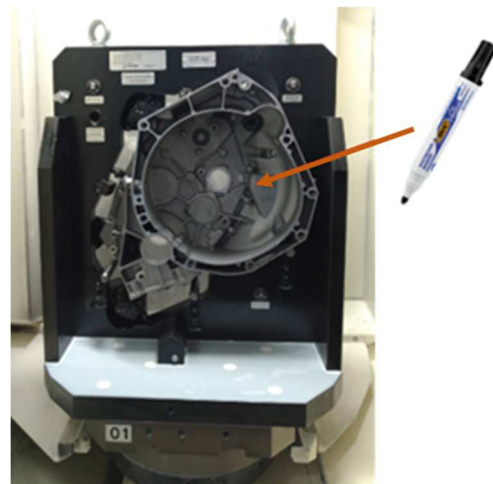


Figura 28 - Marcação do cárter.

Tendo em conta os movimentos, pode-se verificar-se o seguinte resultado (Figura 29):

		CARGA FÍSICA							CARGA COGNITIVA				
		POSTURA							REGULAÇÃO				
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
ESFORÇO	1												
	2												
	3			x									
	4												
	5												
COMPLEXIDADE	1												
	2												
	3		x										
	4												
	5												

Figura 29 - Tabela de classificação ergonómica para o posto de maquinagem.

Os resultados das tabelas ergonómicas são realizados pela responsável de ergonomia através de uma cotação em que são considerados todos os movimentos do operador, peso da peça e número de horas de trabalho.

Posto de controlo 100%:

Para o posto de controlo, foram considerados os seguintes movimentos realizado pelos operadores:

- Entrar na zona de visualização do cárter;
- Fazer a 1ª verificação do cárter (face 1);
- Desbloquear o trinco da paleta;
- Rodar o cárter;
- Fazer a 2ª verificação do cárter (face 2);

- Rodar o cárter;
- Recuar de forma a sair das barreiras e materiais de segurança;
- Carregar no botão de validação da peça.

Assim, a classificação ergonómica deste posto de trabalho é (Figura 30):

		CARGA FÍSICA					CARGA COGNITIVA				
		POSTURA					REGULAÇÃO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ESFORÇO	1										
	2										
	3			x							
	4										
	5										
		COMPLEXIDADE					REGULAÇÃO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
COMPLEXIDADE	1										
	2										
	3			x							
	4										
	5										

Figura 30 - Tabela de classificação ergonómica para o posto de controlo 100%.

Posto de descarga:

Relativamente ao posto de descarga, foi necessária a realização de vários estudos, assim como várias modificações, de forma a cumprir a janela ergonómica.

1ª solução: O operador realizar a descarga do cárter para o contentor e o controlo das porosidades das peças a 100%. Essa solução foi logo excluída, por estar acima da janela ergonómica.

Os movimentos do operador no posto de descarga na solução 1 são:

- Retirar a peça da palete e colocá-la no suporte de verificação à esquerda;
- Alcançar o leitor de barras para leitura na peça e voltar a colocá-la no suporte;
- Fazer a verificação lateral com marcação, mantendo a peça apoiada no suporte;
- Colocar a peça na horizontal para verificação do exterior;
- Elevar e movimentar a peça inclinada no apoio para verificação lateral;
- Rodar a peça com o interior para cima;
- Elevar a peça no apoio para verificação frontal;
- Retirar cárter do suporte, fazer uma última verificação e colocá-la no contentor.

Na Figura 31 pode verificar-se a classificação ergonómica da 1ª solução para o posto de descarga.

		CARGA FÍSICA					CARGA COGNITIVA				
		POSTURA					REGULAÇÃO				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ESFORÇO	1										
	2										
	3			x					x		
	4										
	5										
							COMPLEXIDADE				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
COMPLEXIDADE	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

Figura 33 - Tabela de classificação ergonómica para o posto de descarga (solução 3).

3.3 Brainstorming Inicial

De forma a identificar as necessidades do projeto, assim como todas as definições, realizaram-se ao longo do tempo várias sessões de *brainstorming*, constituídas pelo seguinte grupo de pessoas:

- Chefe de projeto;
- Planificadora do projeto;
- Organizador de exploração (OE);
- Conceitor de processo;
- Engenheiro de processo de maquinaria;
- Engenheiro de processo de manipulação (ilhas robotizadas, transportadores, etc.);
- Engenheiro de processo de lavagem;
- Engenheiro de processo de estanquidade;
- Engenheiro de processo das centrais de óleo;
- Engenheiro de processo de rastreabilidade;
- Organizador de exploração logística;
- Técnica de fluxos logísticos;
- Responsável pelos modos de funcionamento;
- Responsável de implantações;
- Responsável pelas medições de tempos;
- Responsável de automação;
- Responsável de segurança;
- Responsável da qualidade;
- Responsável de ambiente;
- Responsável de manutenção.

Nas sessões de *brainstorming*, foram discutidos vários assuntos relativamente ao projeto, descritos de seguida:

- Implantação;
 - Local de descarga;
 - Local de carga;
 - Saída de peças não-conformes;
 - Etc.
- Tempos de ciclo;
- Posições das peças nos transportadores;
- Modo de funcionamento geral;
- Modo de funcionamento por posto;
- Planeamento;
- Problemas;
- Capitalizações de melhorias dos restantes módulos.

Ao longo das sessões, trabalhou-se no sentido de encontrar uma solução relativamente à implantação e a todo o fluxo, tendo em consideração o espaço previsto para o projeto. Após várias sessões de *brainstorming*, encontrou-se aquela que seria a melhor solução, conforme a Figura 34.

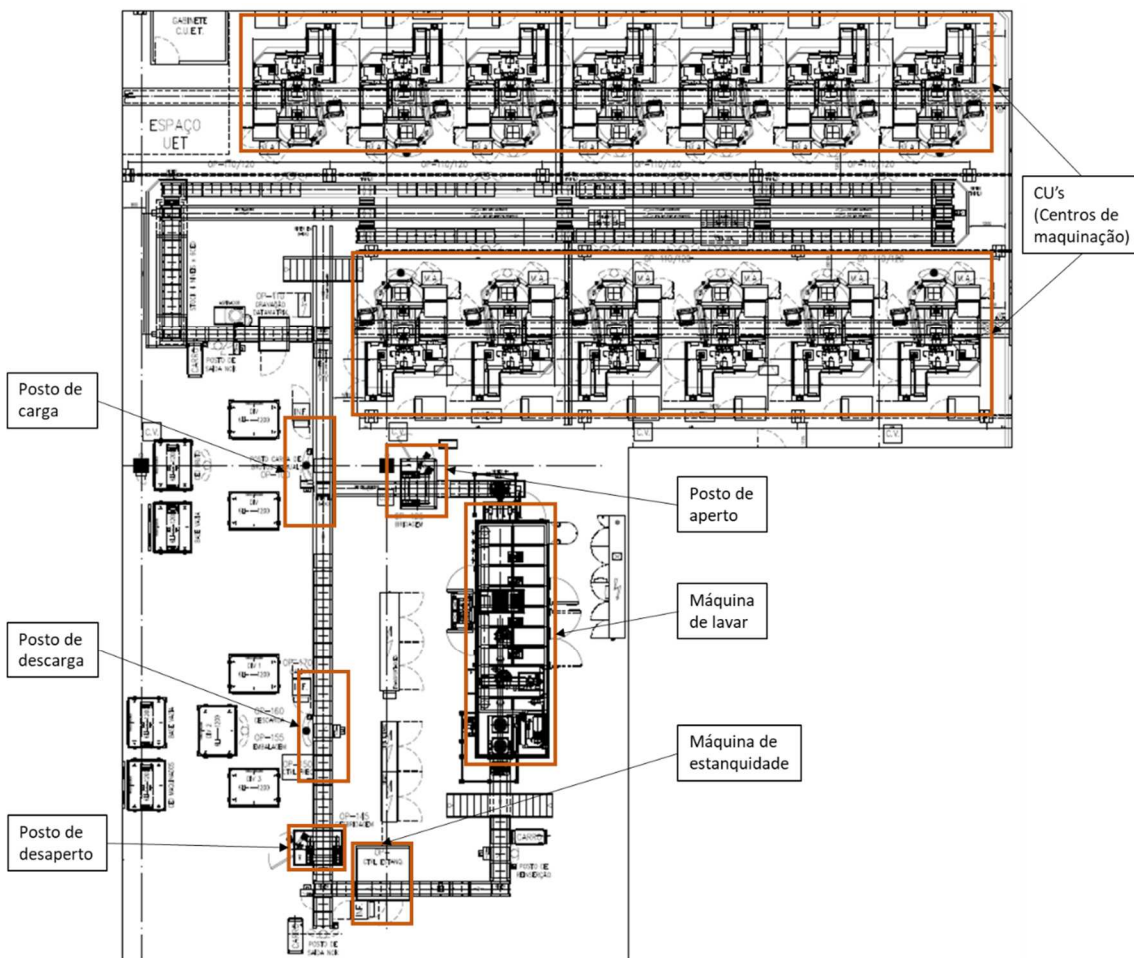


Figura 34 - Implantação geral

Ao longo destas sessões, de forma a fazer a ligação entre todas as máquinas, assim como toda a comunicação, foi realizado um levantamento dos equipamentos necessários, os quais seguidamente se identificam:

- Transportadores;
- Paletes para transporte dos cárteres;
- Posto de aperto automático;
- Posto de desaperto automático;
- Rastreabilidade;
 - Impressora;
 - Posto de fotografia;
 - Pistolas para a leitura do *QR code*;
- Etiquetas dinâmicas para as paletes;
- Posto de controlo a 100%.

No ponto anterior, pode-se verificar um posto de rastreabilidade e um posto de controlo que estavam identificados. Contudo, não estava definido o local exato. Assim, na apresentação da solução final, será apresentado o local final de ambos.

3.3.1 Transportadores

O uso de transportadores foi uma das primeiras soluções a ser considerada por toda a equipa, pela sua fácil adaptação, robustez e custo reduzido, comparando a outros possíveis meios de transporte, tais como, pórticos ou robôs. Na Figura 35 é possível verificar aquilo que designa por transportador neste trabalho.



Figura 35 – Instalação do transportador.

Devido à experiência dos restantes módulos de cárteres existentes na empresa, e com a ajuda da equipa de manutenção, foi possível tentar encontrar a melhor solução em termos de transportadores. Como requisitos, os transportadores precisam de:

- Ser adequados para o tamanho das paletes utilizadas (609 mm x 510 mm);
- Ter corrente de rolos metálicos, para evitar o desgaste;
- Ter tensor de corrente – a corrente é tensionada pela força da mola do tensor, e assim o seu desgaste será menor;
- Ter lubrificadores de óleo automáticos;
- Ter uma movimentação das paletes com o cárter a uma velocidade inferior a 18,9s (tempo de ciclo – 10 % de margem de segurança);
- Ter uma capacidade de carga de pelo menos 84 kg;
- Ter uma altura entre 800 mm e 1000 mm, segundo a norma Renault Ge75026r.

Segundo a ficha técnica, a capacidade de carga do transportador é de 150 kg / m, ou seja:

- Peso do cárter – 7,25 kg;
- Peso da paleta – 30,93 kg;
- Total – 38,18 kg.

Se a paleta tem um comprimento de 609 mm, significa que duas paletes tem um total de 1218 mm, com um peso de 76,36 kg. Segundo as indicações da ficha técnica, o transportador tem uma capacidade de 150 kg por cada 1000 mm, pelo que a capacidade do transportador é superior ao peso das duas paletes.

Devido ao cumprimento da norma de ergonomia (Figura 36), teve que se aplicar dois sistemas de elevação devido à altura da máquina de lavar.

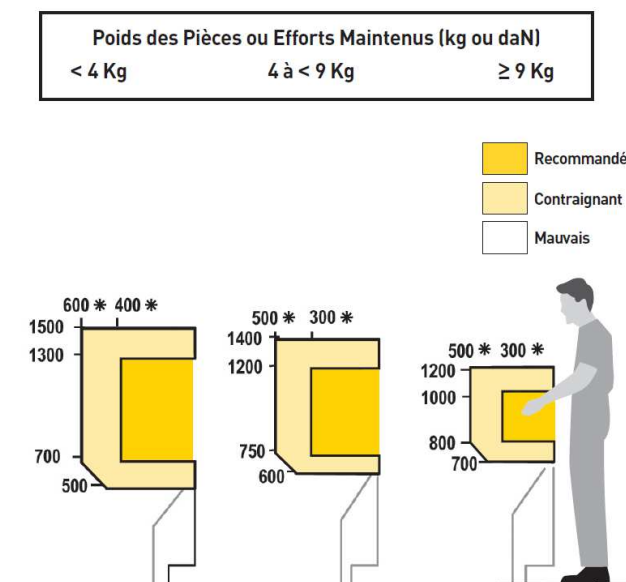


Figura 36 - Norma de ergonomia da empresa (Ge75026r).

A altura de entrada e saída na máquina de lavar é de 1200 mm e segundo a norma, o operador necessita do transportador com uma altura entre 800 mm e 1000 mm. Desta forma, foi necessário aplicar um sistema de elevação (Figura 37) para deixar a peça a uma altura de 950 mm.

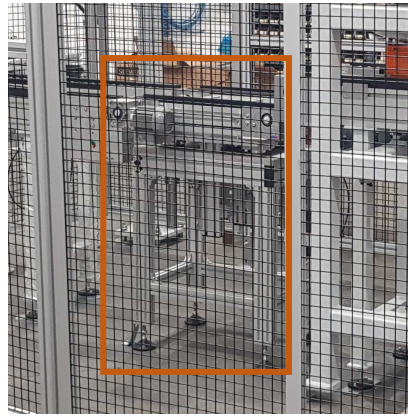


Figura 37 - Sistema de elevação.

Considerando as características referidas anteriormente, definiu-se a seguinte marca e modelo – Figura 38 (para ver os detalhes, por favor ver o anexo 2).

- **Marca:** MK
- **Modelo:** SRF-P 2012

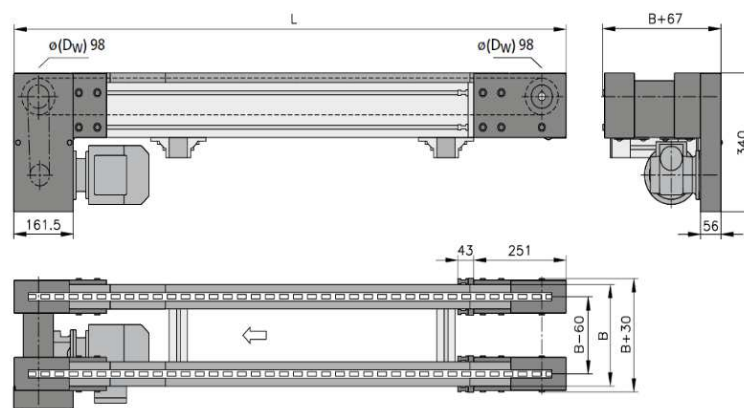


Figura 38 - Transportador MK SRF-P 2012 AC.

Os transportadores farão o transporte dos cárteres, mas estes vão ser transportados em cima de paletes, ponto a ser abordado de seguida.

Esta linha está concebida em circuito fechado (Figura 39), pois todo o fluxo foi pensado de forma a facilitar o retorno das paletes ao posto de carga. Como se pode analisar na Figura 39, parte do transportador terá dois níveis. Existe o nível principal, onde as paletes transportarão as peças até à zona de maquinaria, e depois, no seu retorno, as paletes fazem parte do circuito pelo nível inferior.

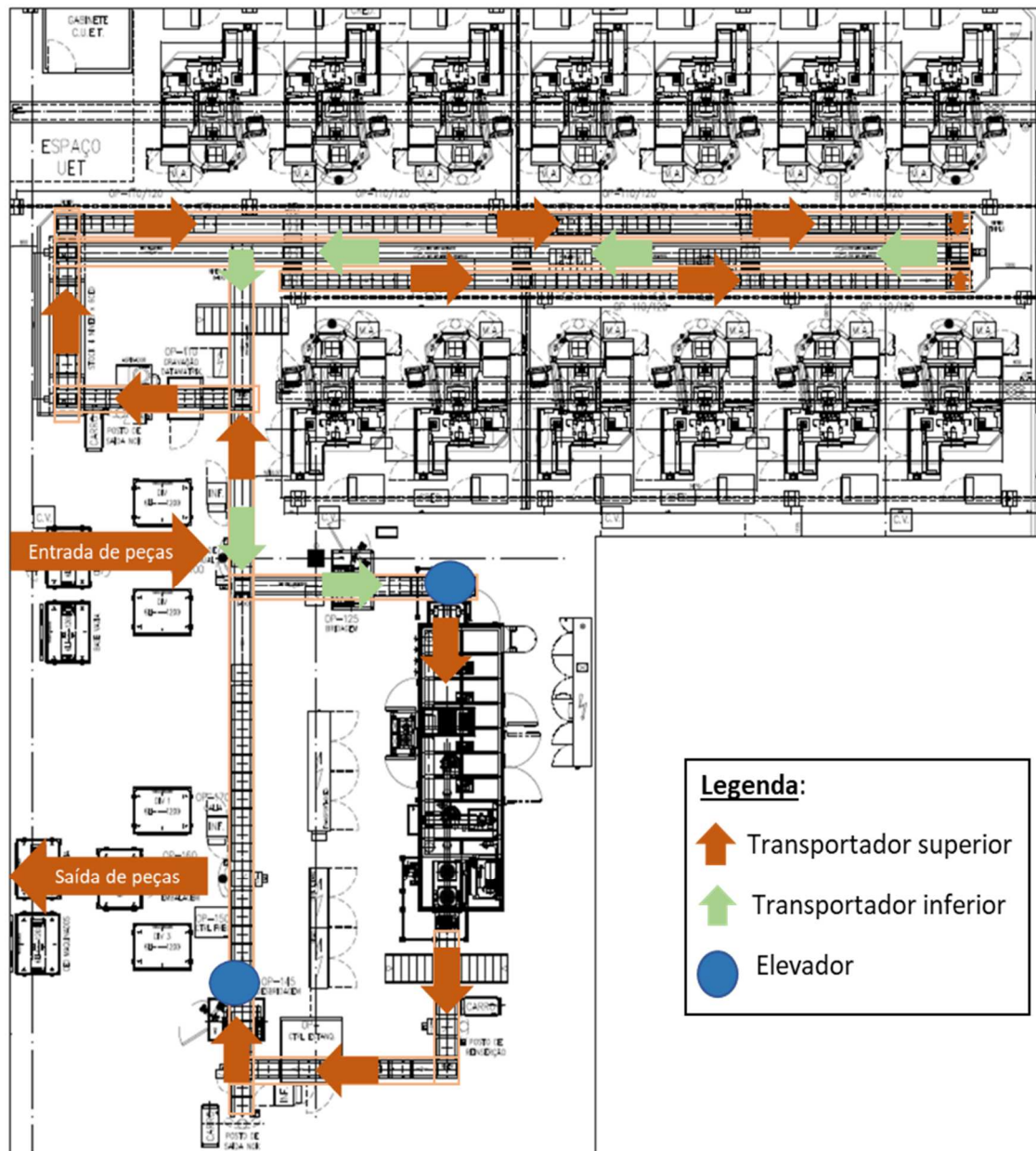



Figura 39 - Fluxo da linha.

Como já foi referido anteriormente, realizou-se uma alteração em todo o projeto, e este será abordado no ponto 3.3.2.

Para o desenvolvimento do produto final, foram tidos em conta os materiais a usar, assim como o meio ambiente onde estarão inseridos, o número de ciclos a realizar, entre outros fatores externos. De forma a evitar as avarias, foi criado um plano de manutenção preventiva para os transportadores. Este plano de manutenção fará com que a equipa de manutenção prepare e programe toda e qualquer intervenção antes da avaria. Na Tabela 10 encontra-se o plano de manutenção preventiva (ver Anexo 3).

Tabela 10 - Plano de manutenção preventiva dos transportadores.



Plano de Manutenção Preventiva
 Fábrica: C&C4

Código: 1070CAC19		Designação: Transportadores e unidades de rotação		Instrução:														
Sub-código (20 C. Mec)	Elemento (20 C. Mec)	Operação a efectuar (80 C. Mec)	Comentários (0 a 20 C. Mec)	Frequência (10 a 20 C. Mec)	Responsabilidade (10 a 20 C. Mec)	Valor e limites (30 C. Mec)	Ferramentas (20 C. Mec)	Código (30 C. Mec)	Substituição peças		Nº peça (10 C. Mec)	Nº intervenção (10 C. Mec)	M.D.C.1	M.D.C.2	M.D.C.3	M.D.C.4		
									Quantidade e designação / ref. Fabric. (40 C. Mec)	Número MABEC (10 C.)								
(01) comando	Botoneiras e sinais	(01) Verificar estado conservação	00:02:00	4501	MEP	Visual Manual	N	S										OP
(02) armário el.	Factos dos Armários	(01) Verificar estado conservação	00:00:30	526	MSP	Visual Manual	N	C										EL
(02) armário el.	Cablagem Interior	(02) Anotar Cablagem e Limpar	00:02:00	526	MSP	Visual Manual	N	C										EL
(02) armário el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e alterações	00:03:00	526	MEP	Visual Manual	N	C										EL
(02) armário el.	Comp. Eléctricos	(04) Respeito linha de circuito de força, comando e terras	00:15:00	526	MST	Chave Fenda e Estileta	N	C										EL
(02) armário el.	Autómato e cartas	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:04:00	526	MST	Visual Manual	N	C										EL
(02) armário el.	Relé de segurança	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:02:00	526	MST	Visual Manual	N	C										EL
(03) G. Trat. Ar.	Válvula S2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N	C	(3x) VHS40-F04A (SMC)									MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula S2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N	C	(1x) VHS3-F03A (SMC)									MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula Armaque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(2x) AV3000-F04-SY2B-A (SMC)									MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula Armaque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(2x) AV3000-F03-SY2B-A (SMC)									MC
(03) G. Trat. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N	C	(3x) IS640-01-P4 (SMC)									MC
(04) S Dótri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N	C	(6x) AN20-02 (SMC)									MC
(04) S Dótri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N	C	(2x) AH40-04 (SMC)									MC
(04) S Dótri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N	C	(3x) AN30-12 (SMC)									MC
(04) S Dótri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N	C	(2x) AN30-03 (SMC)									MC
(04) S Dótri Reg P	Avi-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) ASP400-F02-088 (SMC)									MC
(04) S Dótri Reg P	Regulador de caudal	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) AS2201F-02-888A (SMC)									MC
(04) S Dótri Reg P	Válvula direccional de 52 vias Bistável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(6x) SY200-SU1									MC
(04) S Dótri Reg P	Válvula direccional de 52 vias Bistável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(16x) SY200-SU1									MC
(04) S Dótri Reg P	Filtro regulador	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) AW40-F04E-B									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-010-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-020-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-030-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-040-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-050-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-060-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-070-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-080-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(1x) 241193-090-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Transportador Corrente com elevação pneumática	Manutenção conforme informação do fabricante	00:01:00	526	MEP	Visual Manual	N	C	(2x) 241193-100-00-00 (m)									MC
(05) Máquina	Mesa Giratória	Manutenção conforme informação do fabricante	00:01:00	526	MEP	Visual Manual	N	C	(2x) T5e 200-4-315-02 (SOPAP)									MC
(05) Máquina	Feed Fingers ATM10A-H-0L	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N	C	(8x) ATM10A-H-SL (Mecum)									MC
(05) Máquina	Rollamento franja LVA200	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	526	MSP	Visual Manual	N	C	(1x) LVA200 (Framat)									MC
(05) Máquina	Cilindro MOPMS07F-252	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual Manual	N	C	(15x) MOPMS07F-252 (SMC)									MC
(05) Máquina	Acoplimento marca KTR	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	526	MSP	Visual Manual	N	C	(1x) ROTEX OS 28_25key_25key (KTR) (Standard)									MC
(05) Máquina	Bateria Beretta viador	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual Manual	N	C	(2x) 1070CAC19 08 01 134	E85408434							MC	
(05) Máquina	Bateria Beretta	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual Manual	N	C	(12x) 1070CAC19 08 03 313	E85408813								MC
(05) Máquina	Bateria Beretta ROK	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 08 04 415	E854088415								MC
(05) Máquina	Respartar parafusado que apraxionem sinal de desapeito	Respartar parafusado que apraxionem sinal de desapeito	00:00:00	552	MSP	Visual Manual	N	C										MC

Visei sempre as últimas linhas do ficheiro, para confirmar, o teor das linhas ao longo do caminho, após amor de la produção (Houve à la ressemblance pour éviter des erreurs de manipulation)

3.3.2 Paletes para transporte dos cârteres

As paletes foram definidas em conjunto por toda a equipa, mas o desenvolvimento e a construção foram realizados pelo fornecedor da máquina de lavar (Figura 40).

Esta decisão foi tomada devido à tolerâncias entre os furos das paletes, que deverão estar alinhados com os pinos da máquina de lavar, assim como a conceção das *brides* (ver adiante a sua função), de forma a não impactar no momento da lavagem.

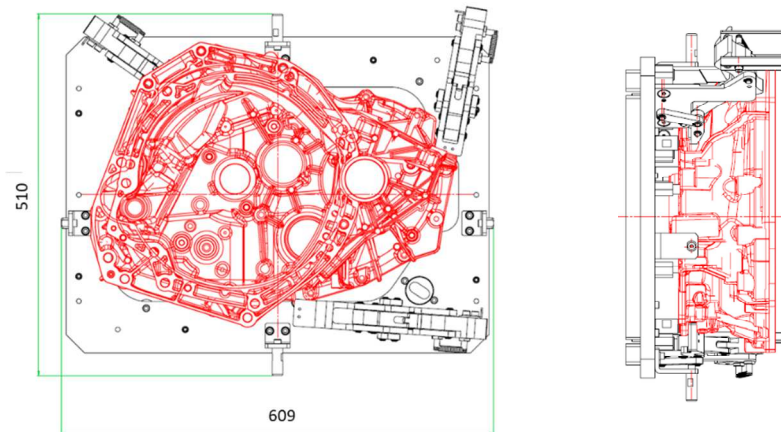


Figura 40 – Vista de cima e vista lateral da paleta.

Nas Figuras 41 e 42, pode-se visualizar a paleta e os seus constituintes:

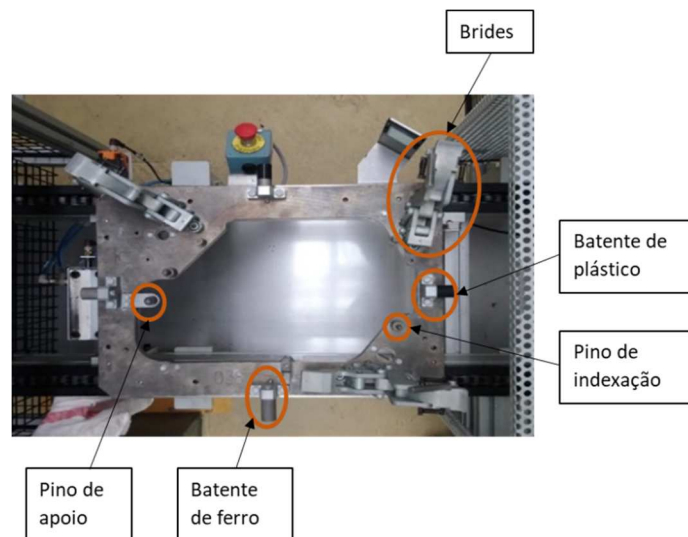


Figura 41 - Vista superior da paleta.

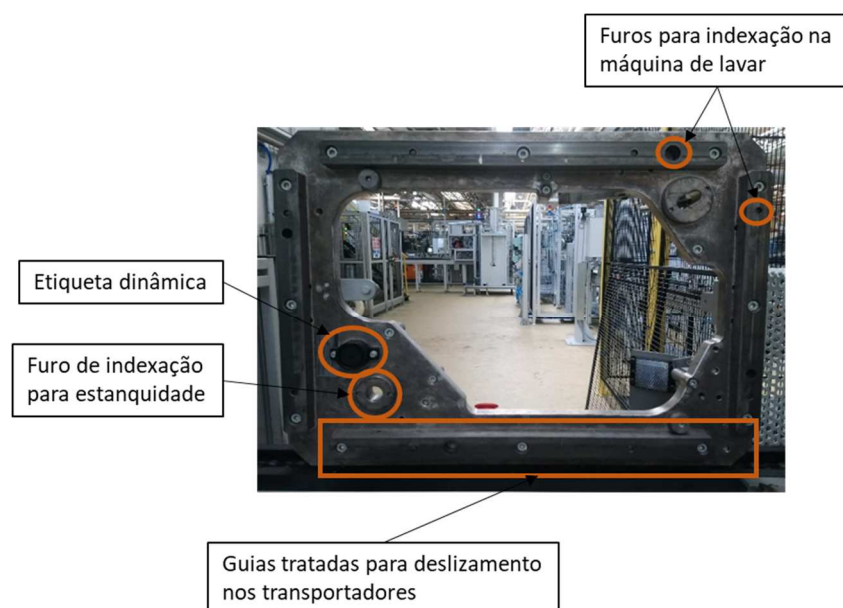


Figura 42 - Vista inferior da paleta.

Os constiuintes da palete são:

- **Brides** – Têm a função de fixar o cárter na palete;
- **Batente de plástico/ferro** – Zona onde as paletes irão tocar-se;
- **Pinos** – Existem dois tipos de pinos na palete:
 - Pino de indexação - Entra no furo do cárter, de forma a manter estável e não haver qualquer deslocamento (Figura 43);
 - Pino de apoio - Serve para apoiar o cárter na palete (Figura 44);
- **Abertura no interior da palete** – Servirá para realizar o teste de estanquidade;
- **Guia tratada de deslizamento** – Guia por onde irão deslizar as correntes dos transportadores;
- **Etiqueta dinâmica** (Figura 45) – Etiqueta que guarda os dados de informação ao longo da linha – ficha de especificações do produto (*Siemens MDS D124*) (ver anexo 4).



Figura 43 - Pino de apoio.



Figura 45 – Etiqueta dinâmica.

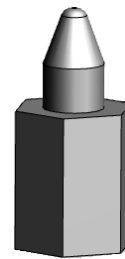


Figura 44 – Pino de indexação.

As paletes viajam ao longo da linha com as etiquetas dinâmicas (*tag RFID*) – ver ponto 3.3.6. Estas etiquetas servem para informar sobre as características do cárter a sair no fim da linha. O modelo das etiquetas dinâmicas, assim como toda a envolvente de automação, foram definidas pela equipa de automação. Contudo, as etiquetas dinâmicas foram definidas tendo em consideração a sua resistência a temperaturas elevadas, o seu tamanho reduzido e o seu custo.

A necessidade da resistência a temperaturas elevadas deve-se à temperatura que a máquina de lavar atinge, e assim evitar os danos que esta poderá causar.

3.3.3 Posto de aperto automático

O posto de aperto automático (Figura 46) serve para realizar o aperto do cárter na palete, através das *brides* que se encontram nas paletes.



Figura 46 - Instalação do posto de aperto.

Como se pode constatar no *layout*, devido à operação da lavagem, o posto necessita de estar localizado antes desta porque, no momento da operação, o cárter exerce uma rotação de 360°, como se pode verificar no exemplo da Figura 47.

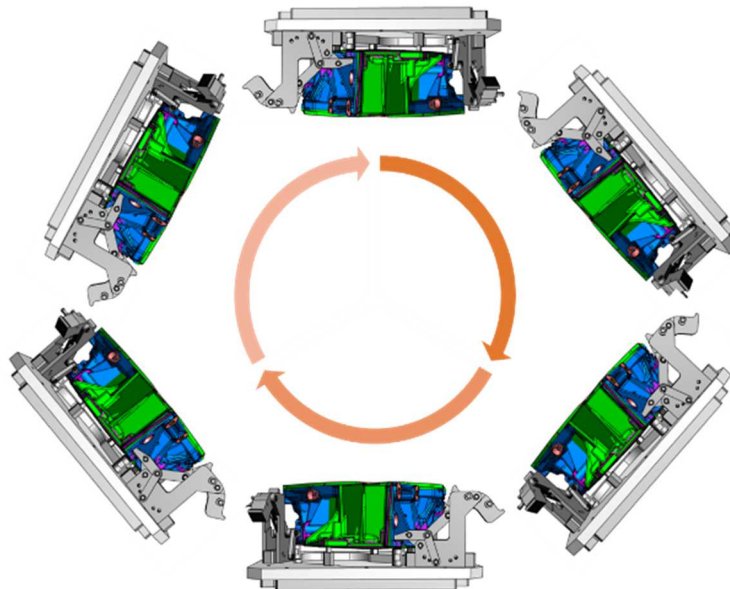


Figura 47 - Rotação da paleta na máquina de lavar.

Na Figura 48 pode-se ver o posto de aperto numa vista isométrica e numa vista em corte, de forma a ver os constituintes deste, e na Tabela 11 encontra-se a respetiva legenda.

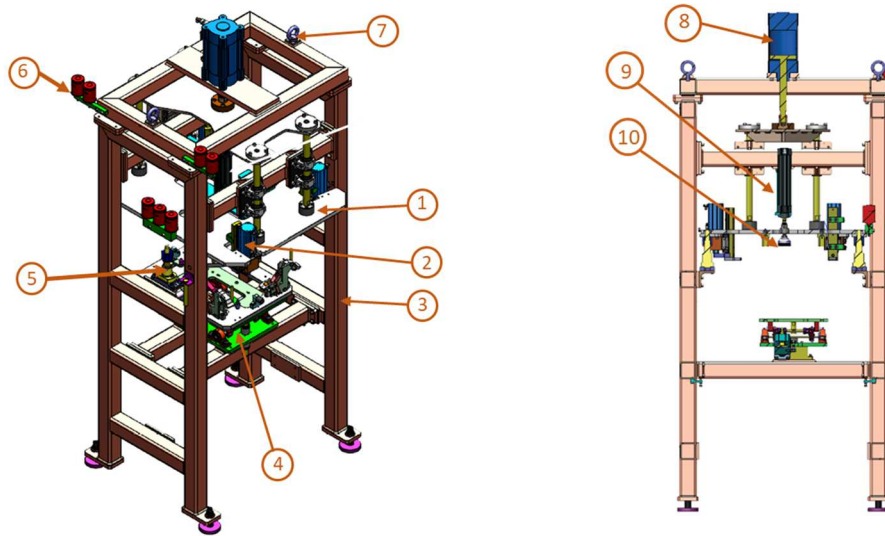


Figura 48 - Posto de aperto e os seus constituintes.

Tabela 11 - Legenda da Figura 48.

1	Placa superior onde estão acoplados os três sistemas de garras de aperto fixos na placa superior
2	Sistema de garra de aperto
3	Estrutura do posto de aperto
4	Mesa de indexação
5	Batente da placa superior
6	Conjunto do sistema de lubrificação
7	Olhais para a movimentação do posto
8	Cilindro pneumático da placa superior
9	Cilindro pneumático do apalpador
10	Apalpador

Na Figura 49 pode-se ver o fluxograma referente ao modo de funcionamento automático do posto de aperto.

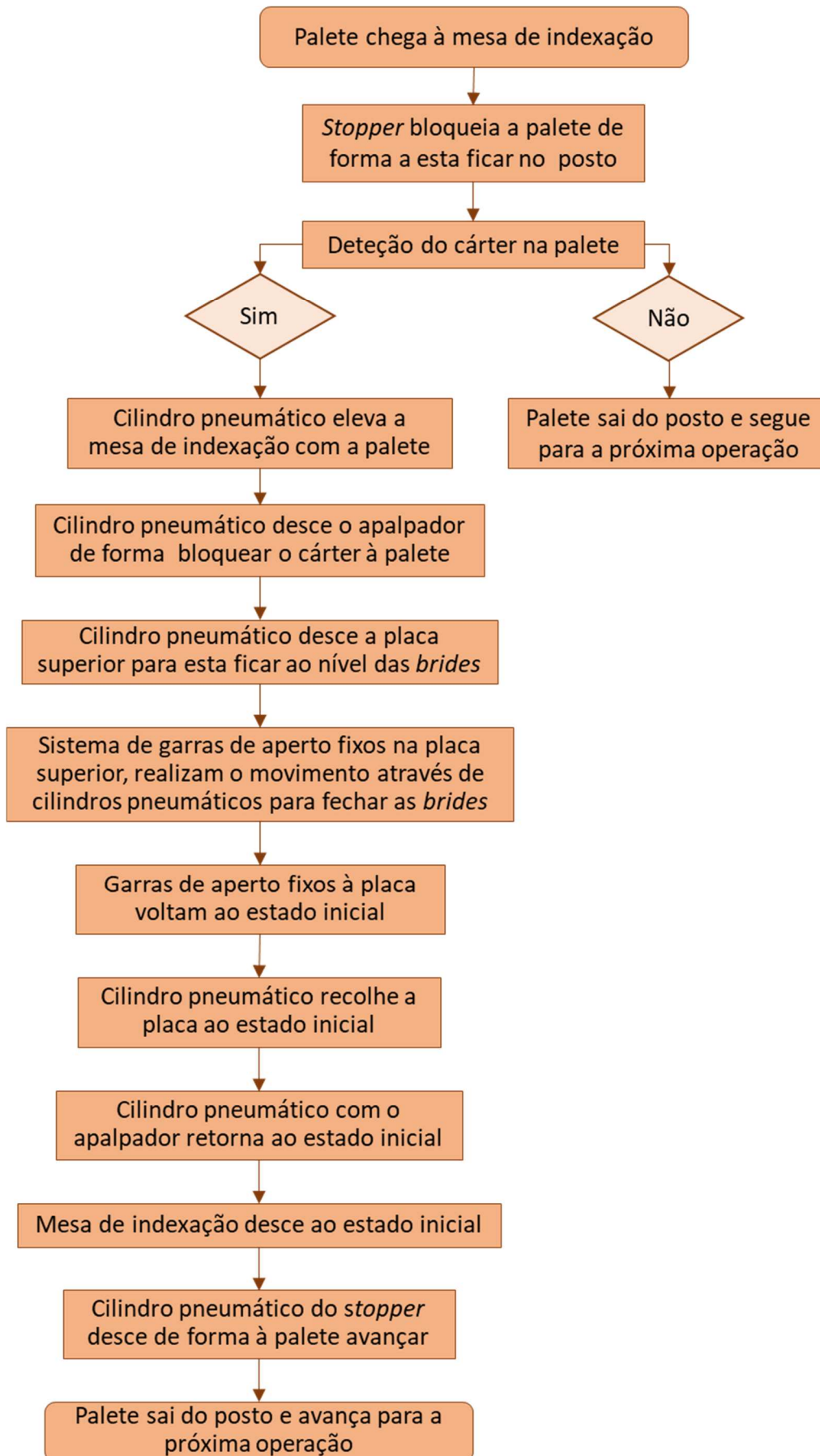


Figura 49 - Funcionamento do modo automático do posto de aperto.

Por vezes, é necessário realizar o KMO ao posto. O KMO serve para fazer as origens, de forma a que as posições sejam sempre as mesmas no momento do aperto das *brides*. Na Tabela 12 mostra como se realiza o KMO.

Tabela 12 - Instruções KMO do posto de aperto.

ESQUEMA DE PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO DA VERIFICAÇÃO	TOLERÂNCIAS	FERRAMENTA UTILIZADA	OBSERVAÇÕES
	<p>Com o equipamento em modo manual, colocar o sistema de aperto superior na posição de recuado (deve estar por defeito). Colocar os veios KMO nas cavidades existentes e segurar os veios com um parafuso M5x30. Verificar que a mesa de indexação da paleta se encontra na posição recuada. De seguida avançar o sistema de aperto superior. Verificar o alinhamento dos veios com os furos da mesa de indexação da paleta desapertando os parafusos M5 que seguram os veios. Corrigir o alinhamento, se necessário.</p>	<p>$\Delta x \leq 0.05$ $\Delta y \leq 0.05$</p>	<p>• Veio KMO E854933322</p>	<p>Este procedimento pressupõe que a mesa de indexação da paleta está alinhada com o sistema de abertura superior.</p>

De forma a evitar as avarias, foi criado um plano de manutenção preventiva. Este plano de manutenção fará com que a equipa de manutenção se prepare e programe antes da avaria. Na Tabela 13 encontra-se o plano de manutenção preventiva (ver anexo 5).

Tabela 13 - Plano manutenção preventiva do posto de aperto automático.

TPM		Coizinho: 1070CAC19 Designação: Posto de aperto Instrução:													
Sub-conjunto (30 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efetuar	Tempo (min) (30 C. Max)	Frequência (10 C. Max)	Exatidão (10 C. Max)	Valor limite (10 C. Max)	Ferramenta (20 C. Max)	Classif. (10 C. Max)	Quantidade e designação/ ref. Bureau (40 C. Max)	Número MAREC (10 C.)	Nº parte (10 C.)	Nº intervenção (10 C.)	D. O. (10 C.)	D. (10 C.)	U. (10 C.)
(01) comando	Botoneiras e sinais	(01) Verificar estado conservação	00:02:00	4501	MEP	Visual	Manual	N	S						OP
(02) armário el.	Factos dos Armários	(01) Verificar estado conservação	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C						EL
(02) armário el.	Cablagem Interior	(02) Amarrar Cablagem e Limpar	00:02:00	526	MSP	Visual	Manual	N	C						EL
(02) armário el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e alterações	00:00:00	526	MEP	Visual	Manual	N	C						EL
(02) armário el.	Com. Eléctrico	(04) Raporto linhas do circuito de força, comando e terras	00:16:00	526	MST	Visual	Manual	N	C						EL
(02) armário el.	Autómato e cartas	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:04:00	526	MST	Visual	Manual	N	C						EL
(02) armário el.	Relé de segurança	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:02:00	526	MST	Visual	Manual	N	C						EL
(03) O. Tral. Ar.	Válvula Amanque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) AV4020-F54-SY2B-A (SMC)					MC
(03) O. Tral. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) SE40A-01-P-L (SMC)					MC
(03) O. Tral. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) VHS40-F54-A (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Electroválvula 5/3 Centros abertos	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	527	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) SY9440-S00-Q (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Bloco de 1 posição SY9000	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) SY9000-27-SF-Q (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(3x) AN40-04 (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(3x) AN20-02 (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Válvula direccional de 5/2 vas Bistável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(4x) SY5200-FU1 (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Regulador de pressão	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) AR40K-F01E-B (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Regulador de pressão	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) AR40K-F04E-B (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) ASPE30F-F04-12S (SMC)					MC
(04) 3 Didist Reg P	Regulador de caudal	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) AS220F-01-05A (SMC)					MC
(04) Máquina	Sensor magnético	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MST	Visual	Manual	N	C	(6x) D-48P4-APC-996 (SMC)					EL
(04) Máquina	Cilindro CD5580-100	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MEP	Visual	Manual	N	C	(3x) CD5580-100 (SMC)					MC
(04) Máquina	Cilindro CP9630B-125-12E	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) CP9630B-125-12E (SMC)					MC
(04) Máquina	Cilindro CP9630B-200C	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) CP9630B-200C (SMC)					MC
(04) Máquina	Ferrna CLASSIC	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(3x) PRA-100074					MC
(04) Máquina	Ferrna CLASSIC	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(4x) PRA-100449					MC
(04) Máquina	Chumacera Linear LUOD 30-2LS	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(8) LUOD 30-2LS					MC
(04) Máquina	Chumacera Linear LUOD 30-2LS	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(3x) R1652131 (Bosch Rexroth)					MC
(04) Máquina	Rail ZS (L=218; T1=28; T2=10)	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(3x) R1652131 (Bosch Rexroth)					MC
(04) Máquina	garr	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 03 03 317	E85493317				MC
(04) Máquina	Calculador Imagem	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 03 02 513	E85493313				MC
(04) Máquina	Roll CPURB-19	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(4x) CPURB-19 (Mitsumi Corp.)					MC
(04) Máquina	Chumacera Rolativa 20	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(4x) CPOR20 (Mitsumi Corp.)					MC
(04) Máquina	Chumacera Linear LHM04W40ZE	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(2x) LHM04W40ZE (Mitsumi Corp.)					MC
(04) Máquina	Cilindro CD5580-84M	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) CD5580-84M (SMC)					MC
(04) Máquina	Indicador Paleta com pino centrador	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 07 723	E85493273				MC
(04) Máquina	Indicador Paleta com pino centrador D,T,S	Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 07 734	E85493274				MC
(04) Máquina	Reparador parafusos que apresentem sinais de desaperto	Reparar parafusos que apresentem sinais de desaperto	00:30:00	452	MSP	Visual	Manual	N	C						MC

3.3.4 Posto de desaperto automático

O posto de desaperto automático tem como objetivo o inverso do posto de aperto, ou seja, tem como função abrir as *brides* de forma a que o cárter fique desbloqueado da paleta e seja retirado no posto de descarga, sem a necessidade de o operador realizar essas manipulações de abertura de *brides* (Figura 50).



Figura 50 - Instalação do posto de desaperto

Relativamente a este posto, foi concebido da mesma forma do posto de aperto, contudo existe uma particularidade, a qual está ligada ao sistema de garras de aperto no momento de fazer os movimentos, isto porque os pontos para o aperto e desaperto das *brides* são diferentes entre os dois postos. Nas Figuras 51 e 52 é perceptível a diferença entre os postos.

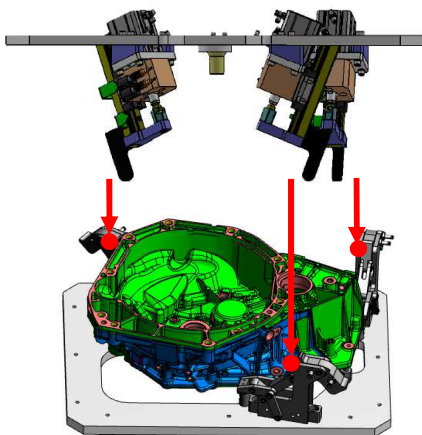


Figura 51 - Sistema de garras do posto de desaperto

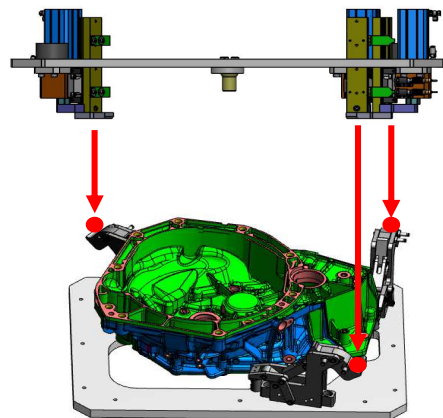


Figura 52 - Sistema de garras do posto de aperto

Na Figura 53 pode ver-se o posto de desaperto numa vista isométrica e numa vista em corte, de forma a se poder observar os constituintes deste. Na Tabela 14 está a sua legenda.

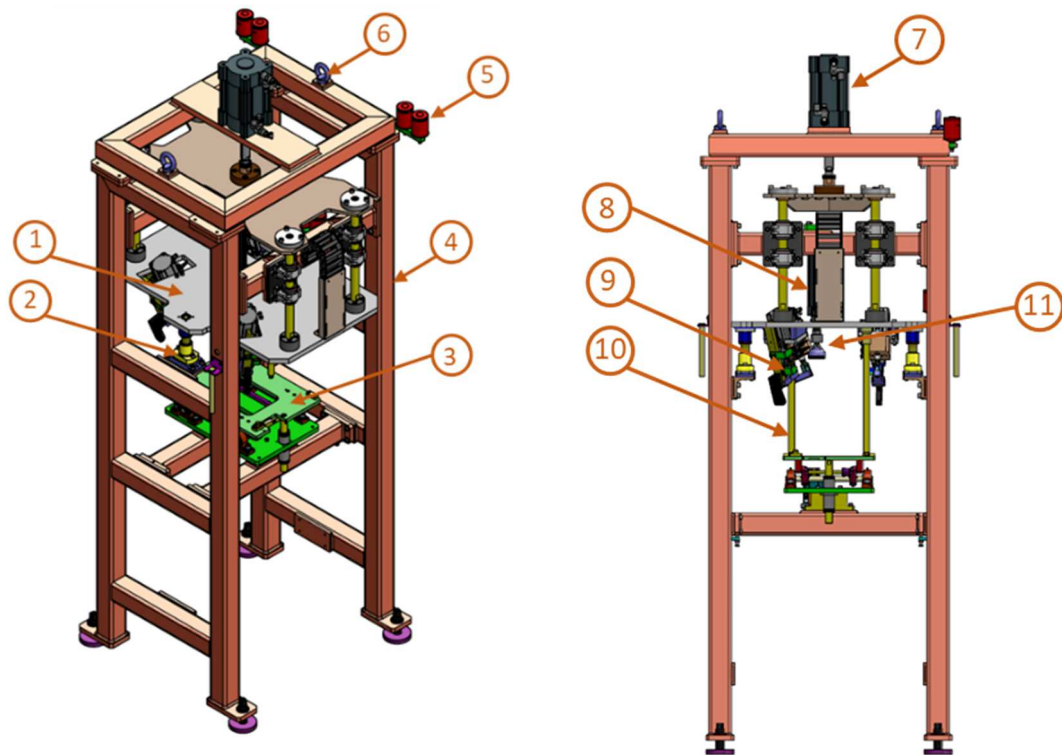


Figura 53 - Posto de desaperto 3D

Tabela 14 - Legenda da figura 53.

1	Placa superior onde estão acoplados os três sistemas de garras de aperto fixos na placa superior
2	Batente da placa superior
3	Mesa de indexação
4	Estrutura do posto de aperto
5	Conjunto do sistema de lubrificação
6	Olhal para a movimentação do posto
7	Cilindro pneumático da placa superior
8	Cilindro pneumático do apalpador
9	Sistema de garra de aperto
10	Veio para o KMO
11	Apalpador

No Figura 54 pode ver-se o modo de funcionamento do posto de desaperto.

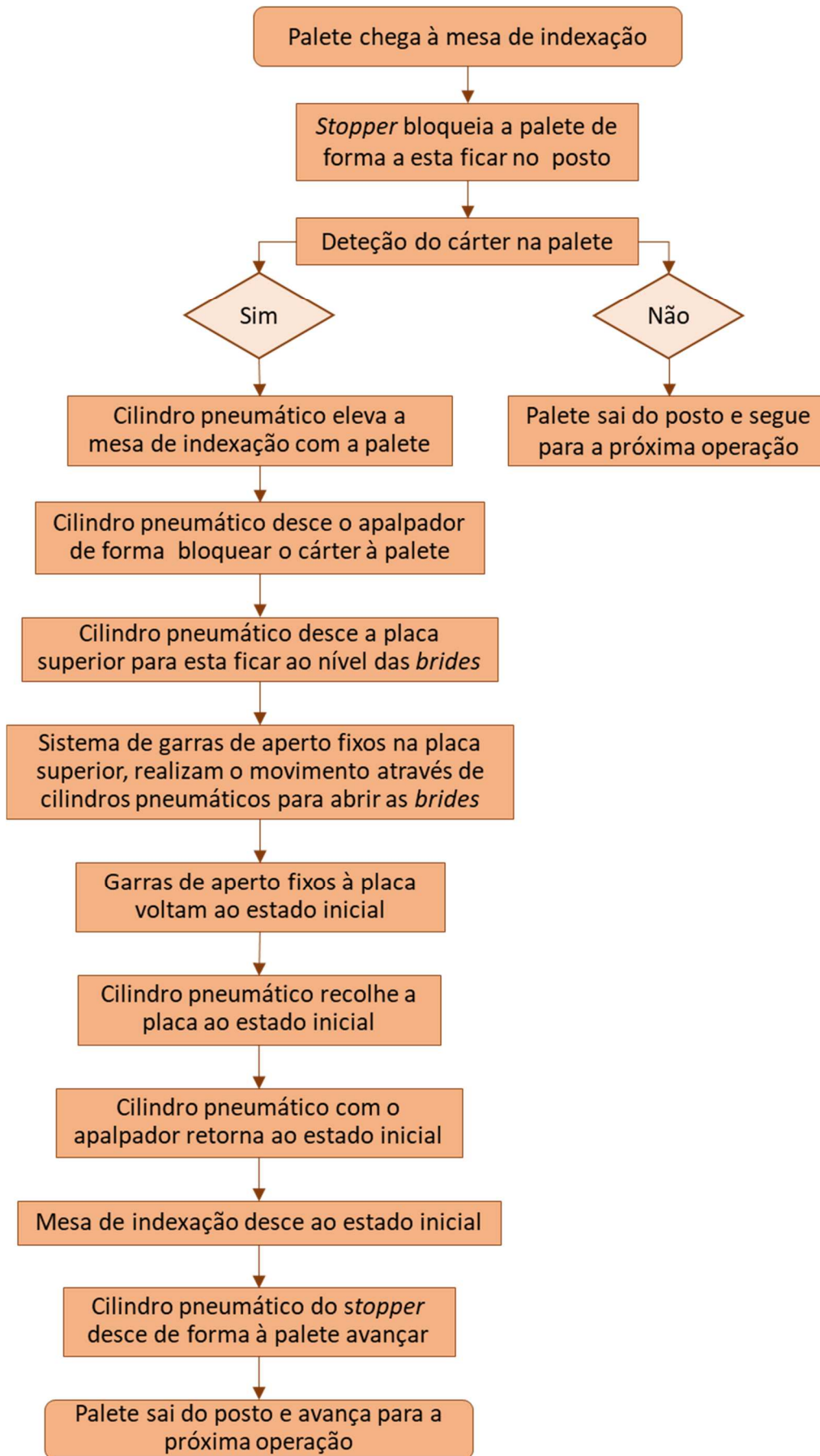


Figura 54 - Funcionamento do posto de desaperto.

Na Tabela 15 encontra-se o procedimento para a realização do KM0 do posto de desaperto.

Tabela 15 - Instruções KM0 do posto de desaperto.

ESQUEMA DE PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO DA VERIFICAÇÃO	TOLERÂNCIAS	FERRAMENTA UTILIZADA	OBSERVAÇÕES
	<p>Com o equipamento em modo manual, colocar o sistema de desaperto superior na posição de recuado (deve estar por defeito). Colocar os veios KM0 nas cavidades existentes e segurar os veios com um parafuso M5x30. Verificar que a mesa de indexação da paleta se encontra na posição recuado. De seguida avançar o sistema de desaperto superior. Verificar o alinhamento dos veios com os furos da mesa de indexação da paleta desapertando os parafusos M5 que seguram os veios. Corrigir o alinhamento, se necessário.</p>	<p>$\Delta x \leq 0,05$ $\Delta y \leq 0,05$</p>	<p>• Veio KM0 E854936910</p>	<p>Este procedimento pressupõe que a mesa de indexação da paleta está alinhada com o sistema de desaperto superior.</p>

Para o posto de desaperto, foi realizado o plano de manutenção preventiva (ver Tabela 16), e assim definir com a equipa de manutenção as prioridades (ver anexo 6).

Tabela 16 - Plano de manutenção preventiva posto de desaperto.

TPM		Plano de Manutenção Preventiva												
		Fabrica 100001												
		Chegada: 10/03/2018 Designação: Posto de Desaperto												
		Estrutura:												
Ordem	Equipamento	Operação a efetuar	Intervalo	Unidade	Valor	Previdência	Material	Operador	Observações	Material	Material	Material	Material	Material
001	001	Verificar estado geral	00:00:00	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001	001
002	002	Verificar estado geral	00:00:00	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002	002
003	003	Verificar estado geral	00:00:00	003	003	003	003	003	003	003	003	003	003	003
004	004	Verificar estado geral	00:00:00	004	004	004	004	004	004	004	004	004	004	004
005	005	Verificar estado geral	00:00:00	005	005	005	005	005	005	005	005	005	005	005
006	006	Verificar estado geral	00:00:00	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006	006
007	007	Verificar estado geral	00:00:00	007	007	007	007	007	007	007	007	007	007	007
008	008	Verificar estado geral	00:00:00	008	008	008	008	008	008	008	008	008	008	008
009	009	Verificar estado geral	00:00:00	009	009	009	009	009	009	009	009	009	009	009
010	010	Verificar estado geral	00:00:00	010	010	010	010	010	010	010	010	010	010	010
011	011	Verificar estado geral	00:00:00	011	011	011	011	011	011	011	011	011	011	011
012	012	Verificar estado geral	00:00:00	012	012	012	012	012	012	012	012	012	012	012
013	013	Verificar estado geral	00:00:00	013	013	013	013	013	013	013	013	013	013	013
014	014	Verificar estado geral	00:00:00	014	014	014	014	014	014	014	014	014	014	014
015	015	Verificar estado geral	00:00:00	015	015	015	015	015	015	015	015	015	015	015
016	016	Verificar estado geral	00:00:00	016	016	016	016	016	016	016	016	016	016	016
017	017	Verificar estado geral	00:00:00	017	017	017	017	017	017	017	017	017	017	017
018	018	Verificar estado geral	00:00:00	018	018	018	018	018	018	018	018	018	018	018
019	019	Verificar estado geral	00:00:00	019	019	019	019	019	019	019	019	019	019	019
020	020	Verificar estado geral	00:00:00	020	020	020	020	020	020	020	020	020	020	020
021	021	Verificar estado geral	00:00:00	021	021	021	021	021	021	021	021	021	021	021
022	022	Verificar estado geral	00:00:00	022	022	022	022	022	022	022	022	022	022	022
023	023	Verificar estado geral	00:00:00	023	023	023	023	023	023	023	023	023	023	023
024	024	Verificar estado geral	00:00:00	024	024	024	024	024	024	024	024	024	024	024
025	025	Verificar estado geral	00:00:00	025	025	025	025	025	025	025	025	025	025	025
026	026	Verificar estado geral	00:00:00	026	026	026	026	026	026	026	026	026	026	026
027	027	Verificar estado geral	00:00:00	027	027	027	027	027	027	027	027	027	027	027
028	028	Verificar estado geral	00:00:00	028	028	028	028	028	028	028	028	028	028	028
029	029	Verificar estado geral	00:00:00	029	029	029	029	029	029	029	029	029	029	029
030	030	Verificar estado geral	00:00:00	030	030	030	030	030	030	030	030	030	030	030

3.3.5 Posto de controlo de porosidades

O posto de controlo das porosidades é um posto de controlo a 100%, ou seja, será realizado o controlo de todas as peças. Este posto deve-se à necessidade de confirmar se existem porosidades nas furações realizadas nas operações 110 e 120, conforme Figura 55.



Figura 55 - Exemplos de porosidades.

O posto foi desenvolvido de forma a ser melhorada a postura ergonómica do operador, e assim conseguir-se com que o operador controle as peças sem realizar esforços elevados, evitando manipulações. Tendo em consideração todos os pontos discutidos, foi possível chegar-se à solução apresentada nas Figuras 56, 57 e 58, e as suas respetivas legendas na Tabela 17, 18 e 19.

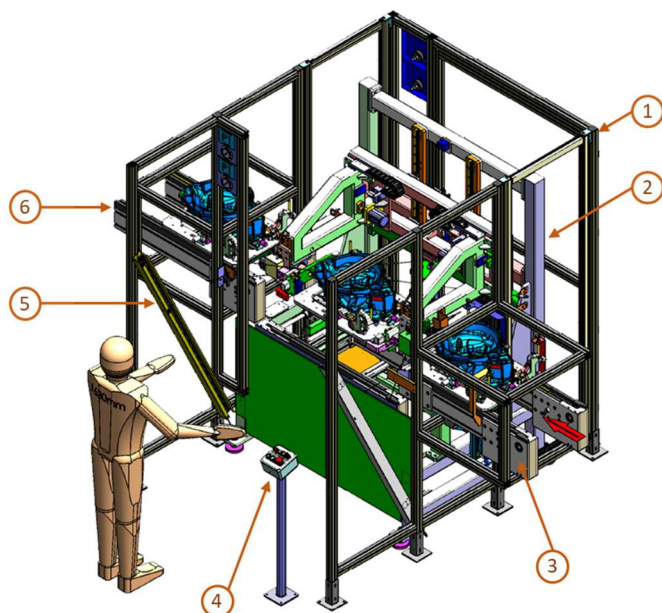


Figura 56 - Vista geral do posto de controlo.

Tabela 17 - Legenda da Figura 56.

1	Estrutura de proteção do posto
2	Estrutura do posto
3	Transportador de entrada
4	Conjunto da caixa de comando
5	Barreira imaterial de segurança
6	Transportador de saída

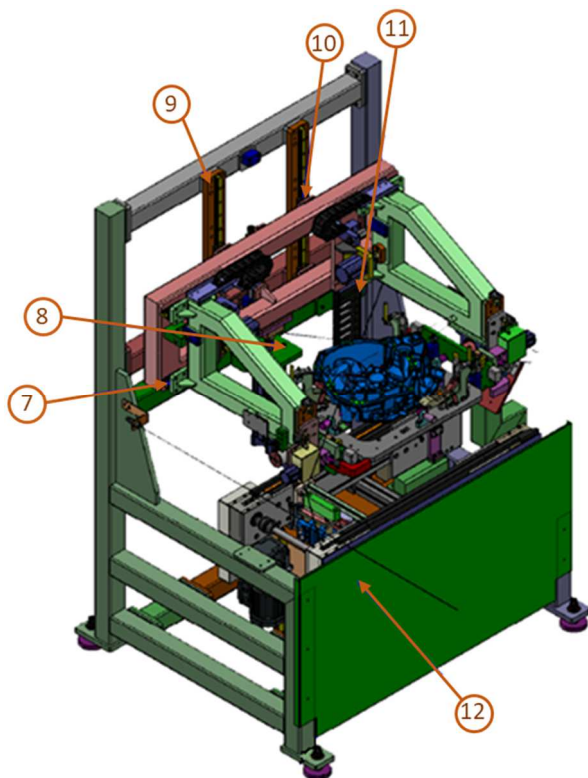


Figura 57 - Vista do posto de controlo.

Tabela 18 - Legenda da Figura 57.

7	Conjunto da estrutura elevatória
8	Suporte do cilindro vertical
9	Placa de apoio dos <i>rails</i> verticais
10	<i>Rail</i> vertical
11	Calha articulada
12	Conjunto de elevação do transportador

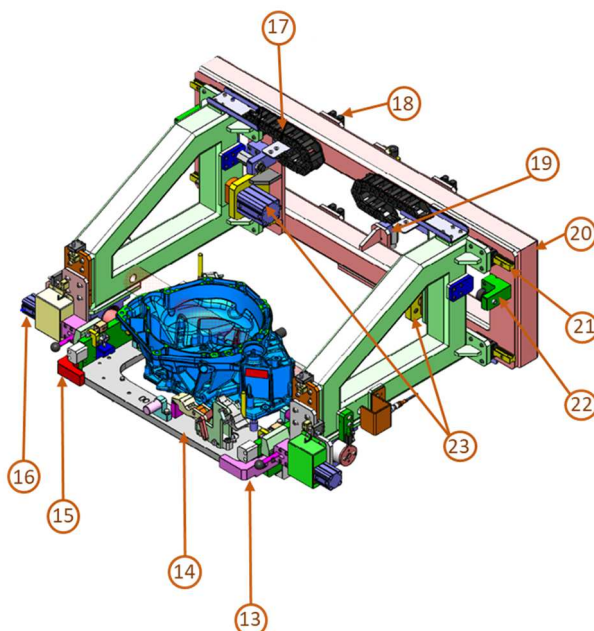


Figura 58 - Vista pormenorizada do posto de controlo.

Tabela 19 – Legenda da Figura 58.

13	Conjunto de garras do lado direito
14	Palete
15	Conjunto de garras do lado esquerdo
16	Conjunto do suporte lateral da paleta
17	Calha articulada
18	Patim para <i>rail</i> 20 mm
19	Suporte amortecedor do elevador
20	Base da estrutura elevatória
21	<i>Rail</i> horizontal
22	Suporte do sinobloco
23	Conjunto do cilindro horizontal

Na Figura 59 pode ver-se o fluxograma do modo de funcionamento do posto de controlo de porosidades.

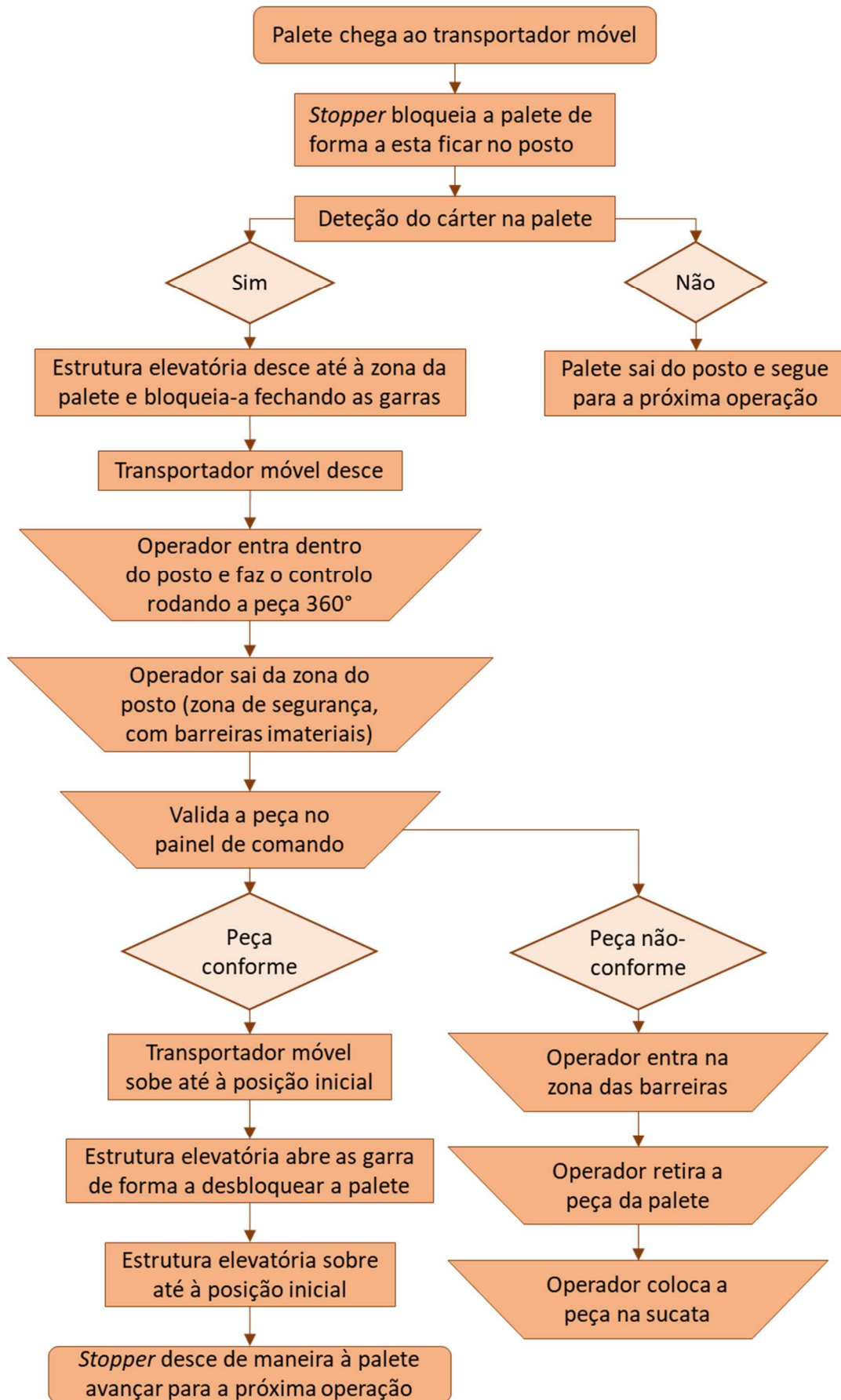


Figura 59 - Funcionamento do posto de controlo de porosidades.

Nas Figuras 60 e 61 é possível verificar a montagem física do posto de controlo de porosidades.



Figura 60 - Posto de controlo: posição para a rotação da paleta.

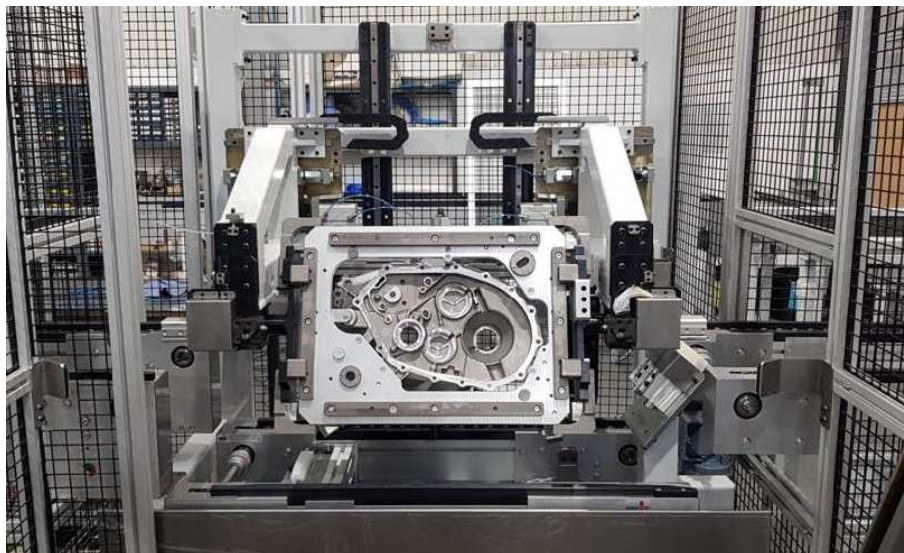


Figura 61 - Posto de controlo: Posição de controlo inferior.

Durante o projeto, também se realizou o plano de manutenção preventiva para o posto de controlo de porosidades a 100%, conforme a Tabela 20 (ver anexo 7).

Tabela 20 - Plano de manutenção preventiva do posto de controlo de porosidades.



Plano de Manutenção Preventiva

Fábrica: C.A.C.L.

Conjunto: 1070CAC19		Designação: Posto Controlo Visual 100%		Instrução:										
Sub-conjuntos (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (60 C. Max)	Tempo de intervenção (150 Min. Max)	Frequência de Intervenção (10 C.)	Estrutura de Manutenção (10 C. Max)	Ferramentas (20 C. Max)	Sustentação peças		Nº peças (10 C. Max)	Nº intervenções (10 C.)	AN (10 C.)	NF (10 C.)	Nº intervenções (10 C.)	
							Quantidade e designação / ref. Fornec. (40 C. Max)	Número MAREC (10 C.)						
(01) comando	Botoneiras e sinaliz	(01) Verificar estado conservação	00:02:00	4801	MEP	Visual Manual	N S							OP
(02) armário el.	Fechos dos Armários	(01) Verificar estado conservação	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N C							EL
(02) armário el.	Cablagem Interior	(02) Arrumar Cablagem e Limpar	00:02:00	526	MSP	Visual Manual	N C							EL
(02) armário el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e alterações	00:03:00	526	MSP	Visual Manual	N C							EL
(02) armário el.	Comp. Eléctricos	(04) Respeito Linhas do circuito de força, comando e terras	00:15:00	526	MST	Chave Fenda 6 Estréia	N C							EL
(02) armário el.	Automato e cartas	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:04:00	526	MST	Visual Manual	N C							EL
(02) armário el.	Relé de segurança	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:02:00	526	MST	Visual Manual	N C							EL
(03) G. Tral. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N C	(1x) VHS40-P04A (SMC)						MC
(03) G. Tral. Ar.	Válvula Amanque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N C	(1x) AV4000-F04-01ZB-A (SMC)						MC
(03) G. Tral. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N C	(3x) SE42A-01-P-L (SMC)						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Válvula direccional de 5/2 Centros Abertos	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N C	(2x) SY740-SU1						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Válvula direccional de 5/2 monoestável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N C	(2x) SY7100-SU1						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Válvula direccional de 5/2 Vias Blestável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N C	(2x) SY7200-SU1						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Válvula direccional de 5/2 Centros abertos	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N C	(2x) SY5440-500-Q						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Sienciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N C	(2x) AN20-02 (SMC)						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Sienciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N C	(1x) AN30-C12 (SMC)						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Sienciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N C	(3x) AN40-04 (SMC)						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Electroválvula 3/2 Monoestável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N C	(1x) EV7317-502-02F-Q (SMC)						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	N C	(4x) VBU18 (CAMOZZI)						MC
(04) 8 Diástri Rag P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual Manual	N C	(4x) ASP430F-P02-08S (SMC)						MC
(06) Máquina	Sensor magnético	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MST	Manual	N C	(12x) D-MBPSAPC-695 (SMC)						EL
(06) Máquina	Cilindro CD55B50-50M	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	N C	(2x) CD55B50-50M (SMC)						MC
(06) Máquina	Cilindro CD55B52-12M	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	N C	(2x) CD55B52-12M (SMC)						MC
(06) Máquina	Cilindro CP96S0B80-250C	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	N C	(1x) CP96S0B80-250C (SMC)						MC
(06) Máquina	Cilindro MGPMS07T-25Z	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	N C	(2x) MGPMS07T-25Z (SMC)						MC
(06) Máquina	Cilindro CP96S0B80-280C	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	N C	(1x) CP96S0B80-280C (SMC)						MC
(06) Máquina	Amortecedor	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	512	MSP	Visual	N C	(3x) RBC20153 (SMC)						MC
(06) Máquina	Patim esteras 20	(06) Verificar estado conservação e nível de lubrificante	00:01:00	512	MSP	Visual Manual	N C	(12x) R1651 814 20 (Bosch)						MC
(06) Máquina	Rol esteras 20 c/ 300mm	(06) Verificar estado conservação e nível de lubrificante	00:01:00	512	MSP	Visual Manual	N C	(4x) R1605-804-31 L-300 (Bosch)						MC
(06) Máquina	Rol esteras 20 c/ 690mm	(06) Verificar estado conservação e nível de lubrificante	00:01:00	512	MSP	Visual Manual	N C	(2x) R1605-804-31 L-690 (Bosch)						MC
(06) Máquina	Rolamento 6306-2RS1	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual Manual	N C	(4x) 6306-2RS1 (SKF)						MC
(06) Máquina	Chumaceira linear 30	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual Manual	N C	(4x) LM-MCV-AD30 (Mitsumi Corp.)						MC

3.3.6 Rastreabilidade

De acordo com a definição, rastreabilidade é a aptidão para encontrar o histórico, a utilização ou a localização dum artigo ou actividade, por intermédio duma identificação registada (Norma Renault 01-33-300 - definição extraída da Norma ISO 9000).

A implementação da rastreabilidade necessita de um sistema de garantia que permita reagir, face a um retorno motivado por um problema no cliente. As vantagens de um tal sistema são:

- Diminuição dos custos de não qualidade;
- Melhoria da imagem da empresa.

De forma a ser possível fazer rastreabilidade do produto ao longo da linha, aplicaram-se as etiquetas dinâmicas (*RFID*) nas paletes, ponto abordado em 3.3.2, onde se menciona a aplicação das etiquetas dinâmicas nas paletes.

O modelo das etiquetas dinâmicas, assim como toda a envolvente de automação, foram definidas pela equipa de automação. Contudo, as etiquetas dinâmicas foram definidas tendo em consideração a sua resistência a temperaturas elevadas, o seu tamanho e custo reduzidos (ver anexo 6.4).

A necessidade da resistência a temperaturas elevadas deve-se à temperatura que a máquina de lavar atinge, evitando assim danos que poderão ser causado.

O sistema de rastreabilidade para este projeto, assenta nos seguintes pressupostos:

- Marcação manual de peças antes da maquinagem (rastreabilidade);
- Posto para colagem automática de etiqueta (*QR code*);
- Posto de registo fotográfico após controlos.

A Figura 62 representa o fluxograma do fluxo de rastreabilidade ao longo da linha de cárteres CED.

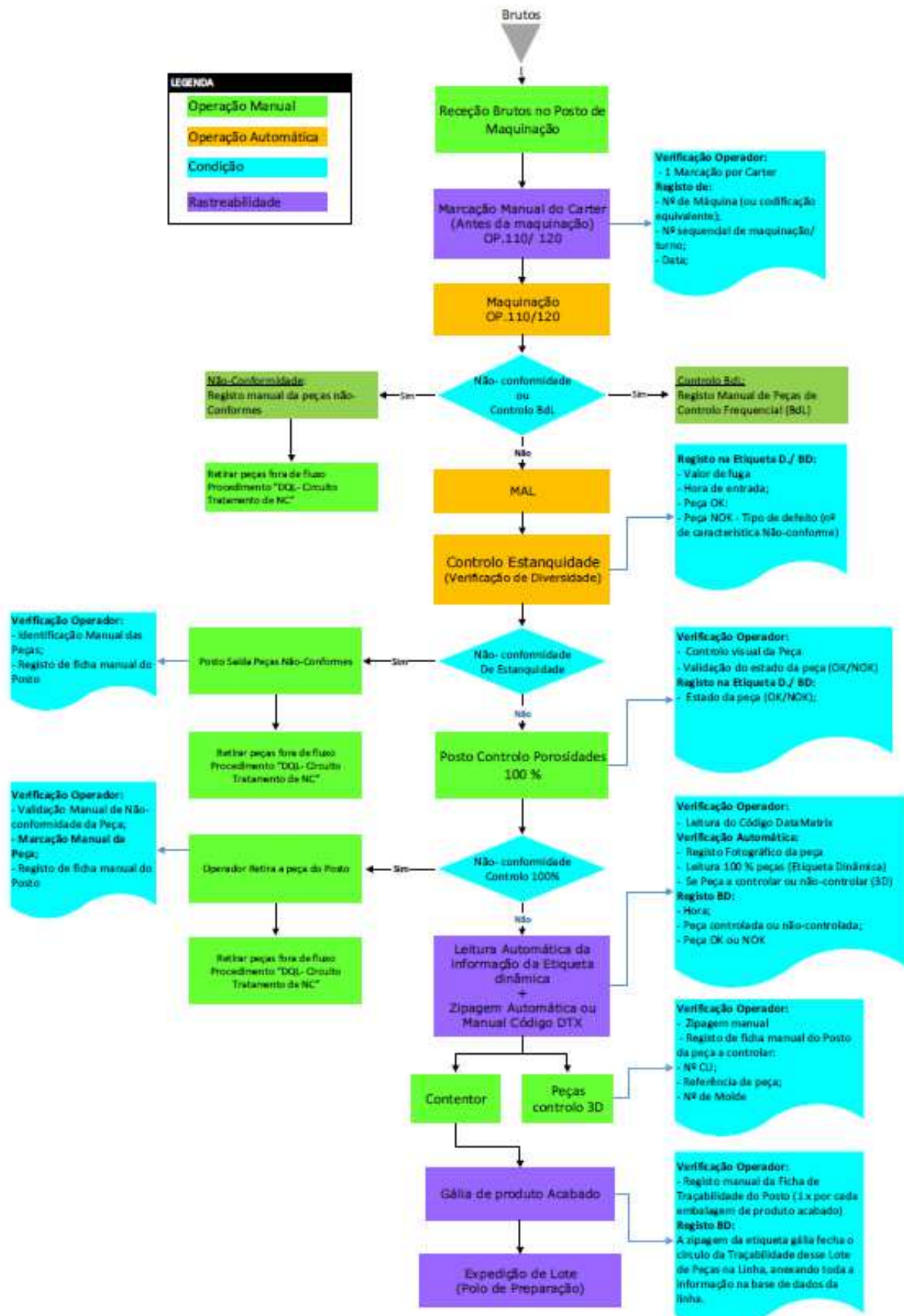


Figura 62 - Fluxo de rastreabilidade ao longo da linha de cárteres CED.

Relativamente à colagem da etiqueta, desenvolveu-se um posto que fizesse a colagem desta no cárter automaticamente, conforme a Figura 63 (ver a Tabela 21 com a respetiva legenda).

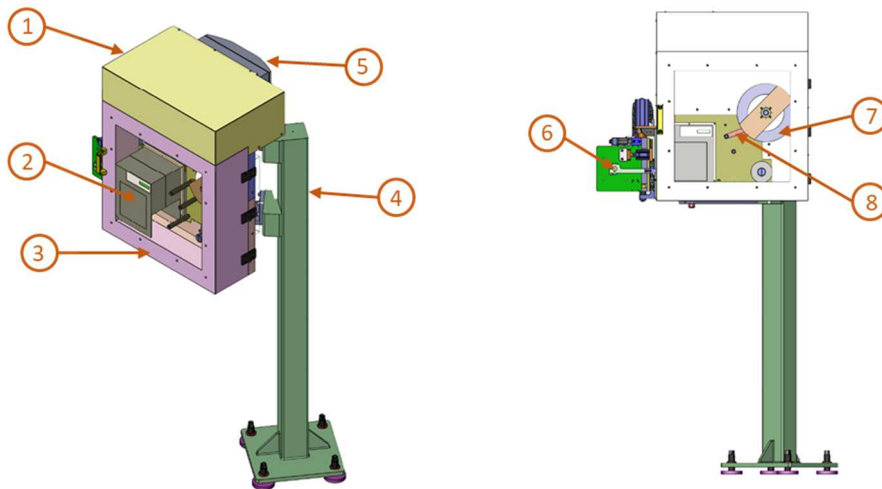


Figura 63 - Posto de colagem de etiqueta.

Tabela 21 - Legenda da Figura 63.

1	Caixa para a unidade de refrigeração
2	Impressora
3	Caixa para proteção da impressora
4	Estrutura da impressora
5	Unidade de refrigeração
6	Sistema de colagem da etiqueta
7	Braço extensor
8	Eixo desbobinador do rolo

Na Figura 64 pode analisar-se o posto de etiquetagem e na Tabela 22 a respetiva legenda.

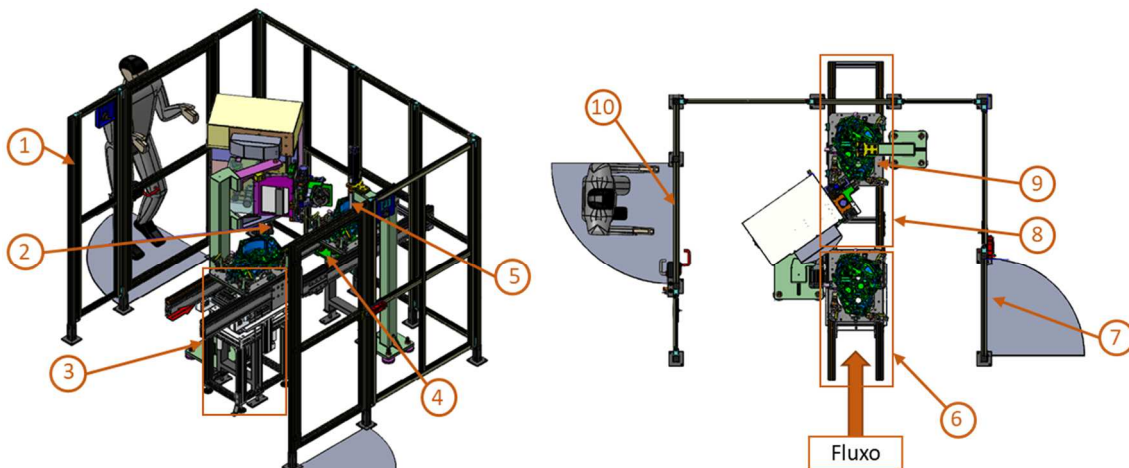


Figura 64 - Posto de etiquetagem.

Tabela 22 - Legenda da Figura 64.

1	Proteção do posto de etiquetagem
2	Leitor automático <i>QR code</i>
3	Elevador de descida de paletes de 1100 mm para 950 mm
4	Mesa de indexação da paleta
5	Apalpador
6	Transportador a 1100 mm
7	Porta de acesso traseiro
8	Transportador a 950 mm
9	Paleta no posto de etiquetagem
10	Porta de acesso frontal

Como já referido anteriormente em relação à rastreabilidade de toda a linha, neste momento, após a etiquetagem e a leitura da mesma, toda a memória da etiqueta dinâmica (RFID) é associada ao número da etiqueta (*QR code*). Na Figura 65 mostra-se um exemplo da etiqueta.

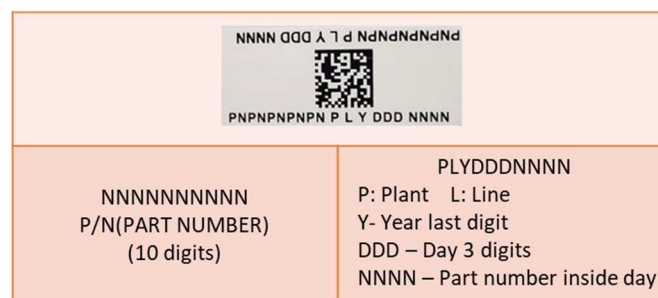


Figura 65 - Exemplo de uma etiqueta dinâmica.

Nas Figuras 66 e 67 é possível verificar a instalação do posto de etiquetagem e a instalação da impressora.



Figura 67 - Instalação da impressora



Figura 66 –Instalação do posto de etiquetagem

Na Figura 68 pode analisar-se o funcionamento do posto de etiquetagem.

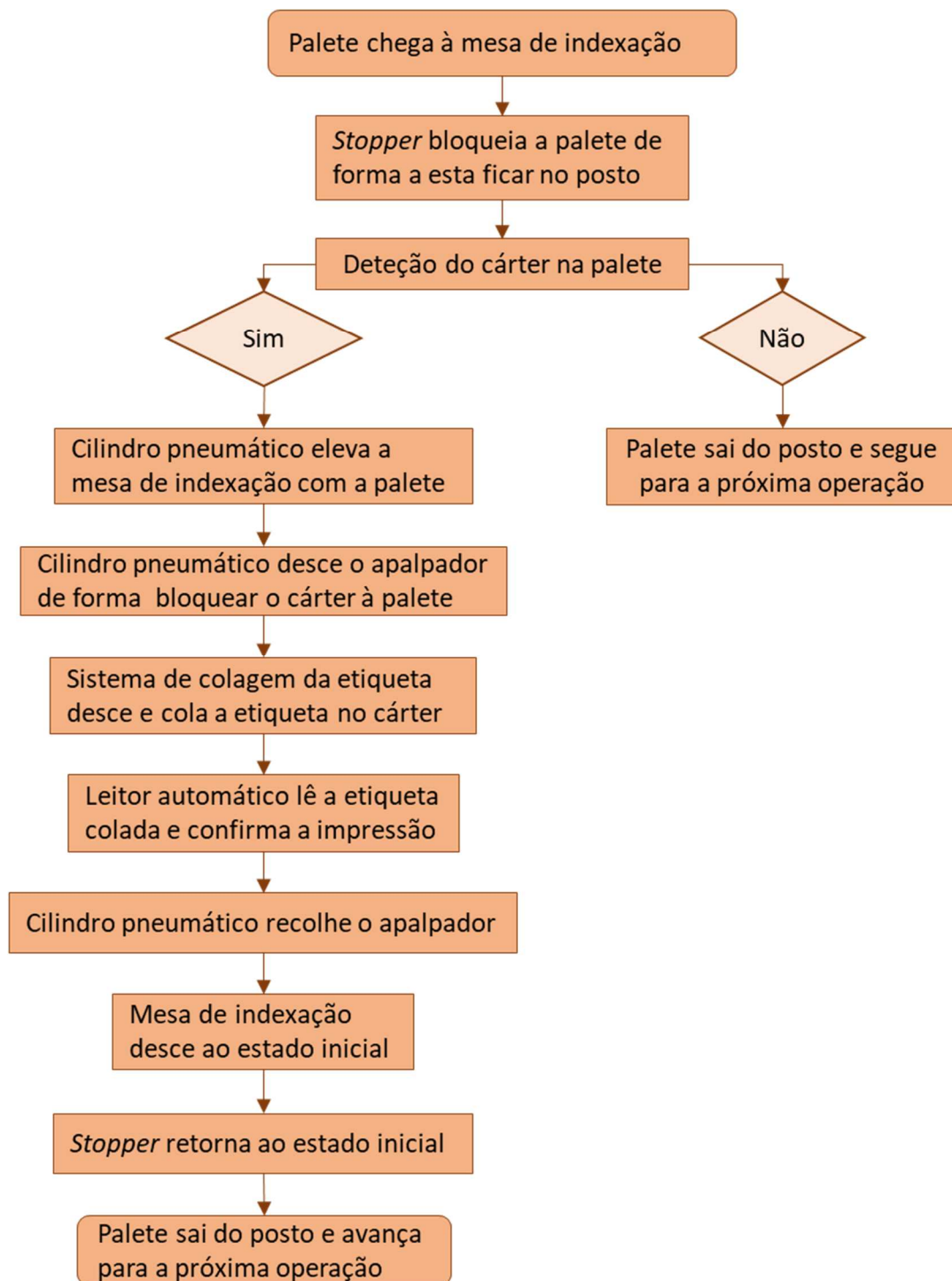


Figura 68 - Modo de funcionamento do posto de etiquetagem.

Na operação seguinte à etiquetagem, existe o posto de fotografia, o qual serve para tirar fotografia à marcação realizada pelo operador antes da maquinagem, conforme se pode analisar nas Figuras 69 e 70.

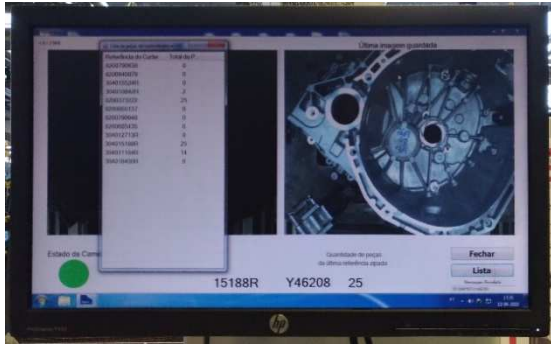


Figura 70 - Visualização no monitor do posto de fotografia

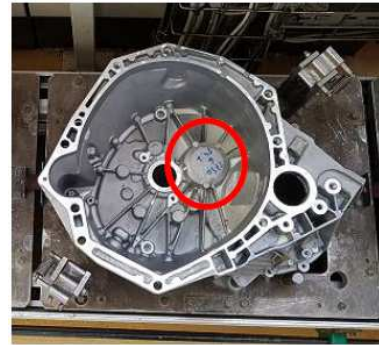


Figura 69 - Marcação do operador

Todas estas informações são guardadas na etiqueta dinâmica ao longo da linha, sendo realizada a leitura no fim de linha por um leitor de *QR code* e guardada a informação na base de dados.

O posto de fotografia foi concebido todo em chapa com o seu interior preto, de forma à fotografia ficar com bom contraste e melhor resolução (Figura 71).



Figura 71 - Instalação do posto de fotografia

Após a passagem do posto de fotografia, está situado o local próprio para a descarga das peças.

No posto de descarga, existe um *stopper* de forma a bloquear as peças para o operador retirar a peça da paleta, o qual serve também para não deixar avançar paletes ainda com peças. O posto contém também um leitor automático da etiqueta dinâmica. Este leitor serve para fazer a leitura da informação contida na etiqueta dinâmica e recolhida ao longo da linha. Na Figura 72 pode verificar-se o fluxograma referente ao modo de funcionamento do posto de descarga.

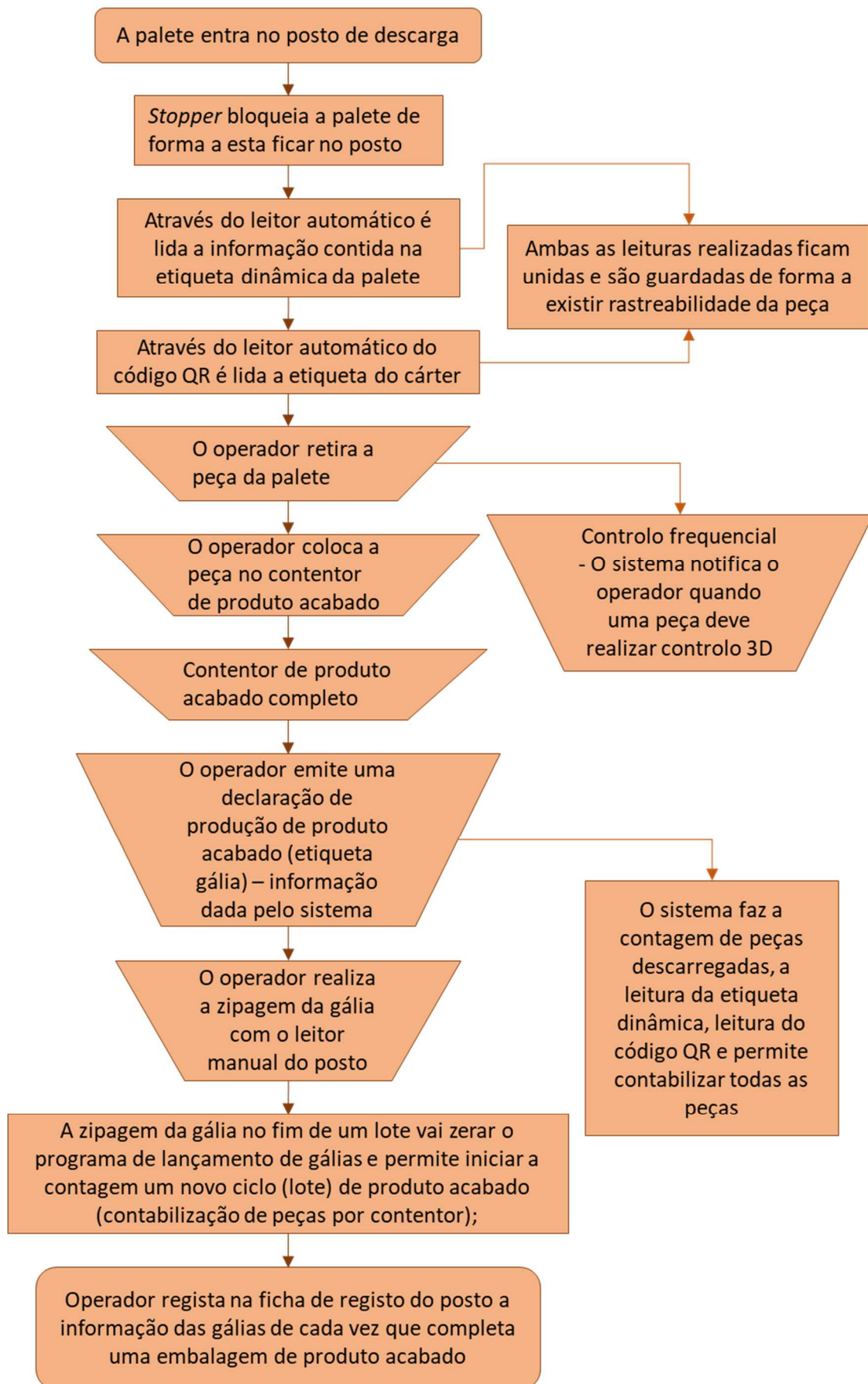


Figura 72 - Modo de funcionamento do posto de descarga.

Na Figura 73 pode visualizar-se o posto informático onde são emitidas as gálias do produto acabado, e o exemplo da informação exibida na consola do posto de descarga, onde é apresentada a informação do estado das gálias com o número de peças que faltam até fechar o lote do contentor.

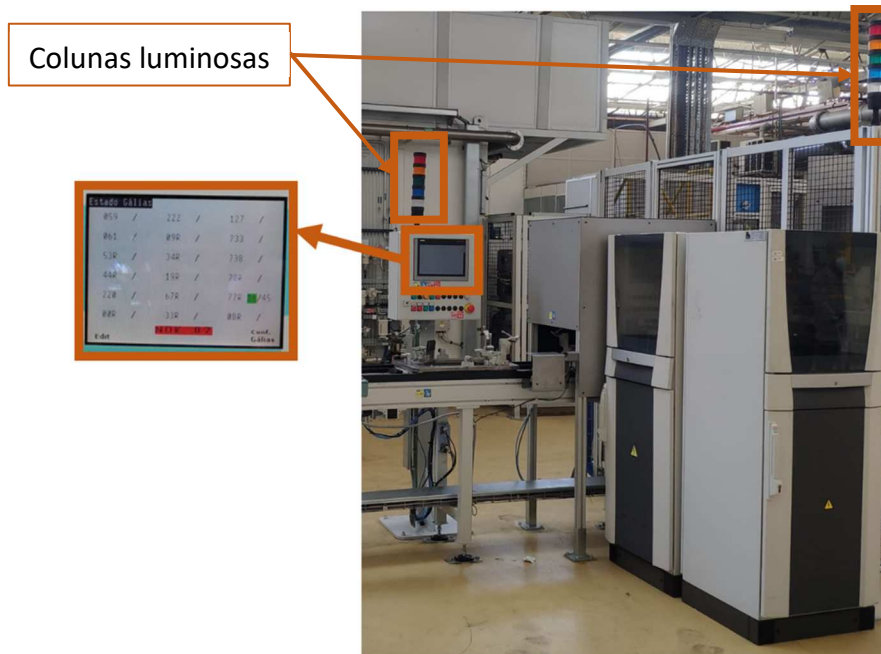


Figura 73 - Posto de descarga

Após o contentor de produto acabado estar concluído, este irá para o *stock* da linha de montagem das caixas de velocidades.

No posto de descarga, estão colocadas colunas luminosas de forma a saber o estado da linha. Estas colunas estão dispostas em locais de fácil observação, de forma a facilitar os operadores a visualizarem o estado e assim atuarem de imediato. As cores da coluna luminosa estão definidas conforme a Figura 74.

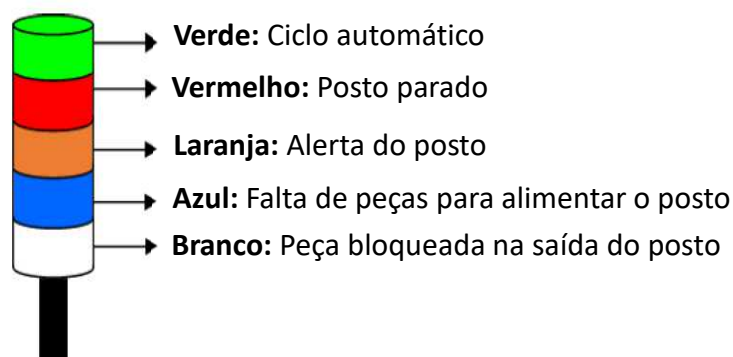


Figura 74 - Coluna luminosa

3.4 *Brainstorming* da solução final

A solução final teve de ser modificada devido à necessidade de contenção de custos. Assim, foi necessário realizar várias sessões de *brainstorming*, de forma a encontrar uma nova solução mantendo o mesmo modo de funcionamento, mas reduzir o custo do projeto.

A solução encontrada foi eliminar os transportadores da zona de maquinagem, e o transportador que inicialmente fazia o transporte das peças dessa zona até à operação do aperto das *brides*. Na Figura 75 pode verificar-se o que foi retirado da primeira solução de *layout*.

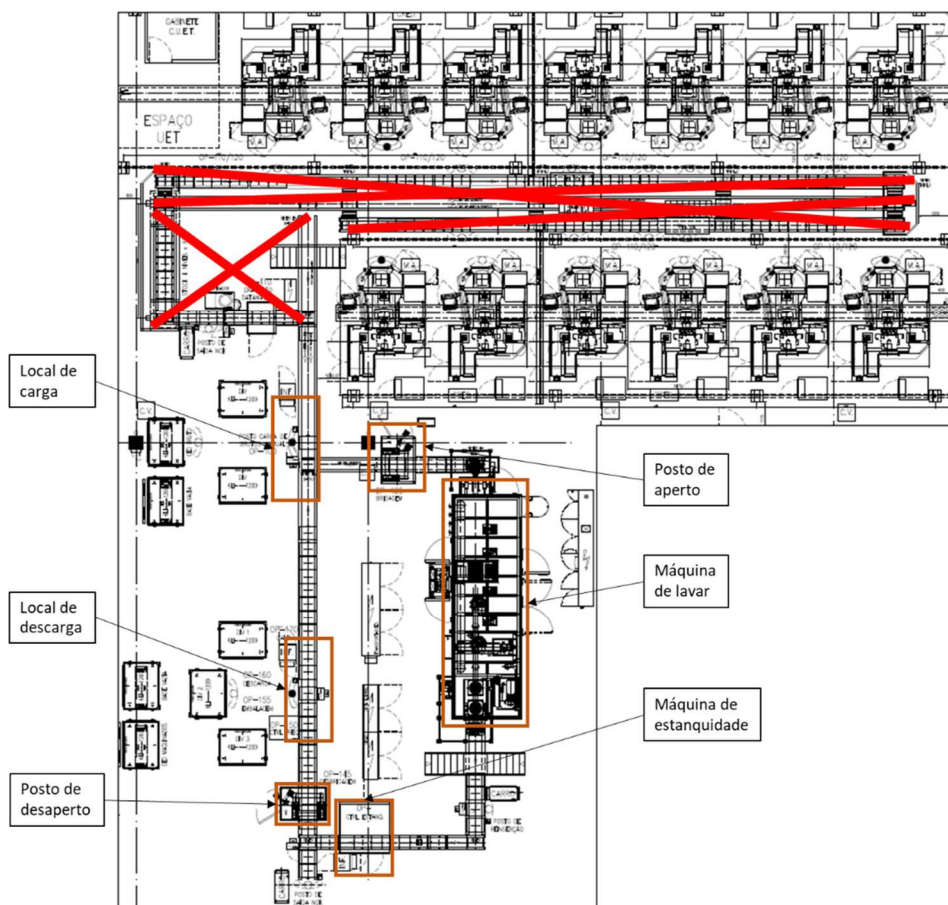


Figura 75 - *Layout* da solução inicial, onde se encontra marcado a vermelho o que foi retirado devido aos custos.

Como já mencionado anteriormente, foi necessário realizar modificações no projeto devido à contenção de custos exigida por parte da empresa. Desta forma, foi necessário estudar-se um novo *layout* para o módulo 5 dos cárteres de embraiagem JT4.

Conforme se pode verificar na Figura 76, o *layout* da nova solução sofreu modificações nos transportadores da zona de maquinagem, integração de uma nova ilha automática para o carregamento dos cárteres, e os restantes equipamentos mantiveram toda a sua definição e o local previsto inicialmente.

É importante referir que se definiu o local definitivo para o posto de reinserção de peças, posto para a saída das peças não conformes, posto de controlo das porosidades a 100%, posto de etiquetagem, posto de fotografia e o local de descarga.

Conforme a Figura 76, verificaram-se várias modificações, principalmente na zona de maquinaria e no carregamento das peças.

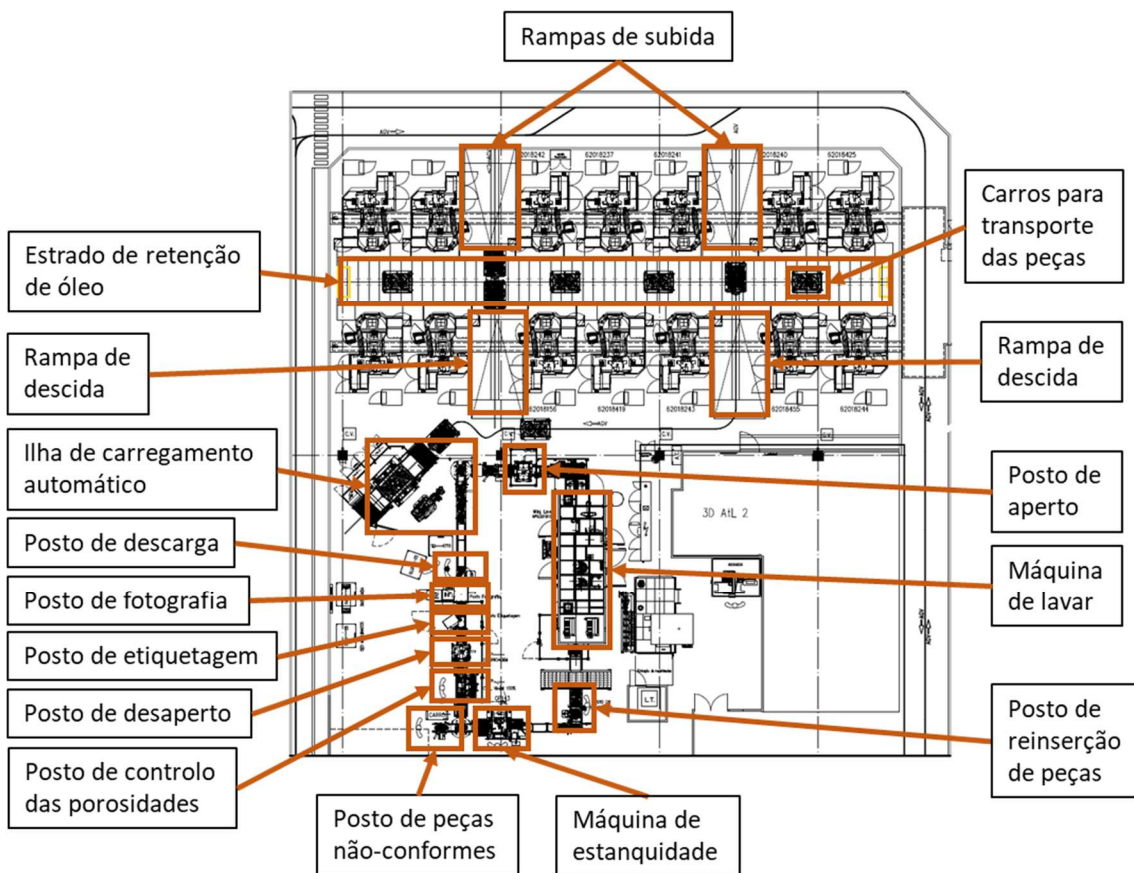


Figura 76 - Layout da solução final.

Na solução final, optou-se por realizar o transporte das peças através de carros e estes serão indexados a AGV's (*Automatic Guided Vehicle*), ponto a ser abordado de seguida.

É de salientar que nesta solução foi necessário integrar uma ilha de carregamento automático, de forma a manter o número de operadores e não impactar nos custos anuais, a ser abordado no ponto 3.4.2.

3.4.1 Carros de transporte de peças

Em conjunto com a equipa de projeto, foi-se ao encontro da melhor solução para reduzir custos. A solução encontrada foi eliminar os transportadores da zona de maquinaria e realizar o transporte através de carros movidos por AGV's, conforme a Figura 77.

Em relação à quantidade de peças, foi indicado pelo departamento de logística a quantidade de pelo menos 8 peças por carro, de forma a não impactar os custos e cumprir com o tempo de ciclo necessário.

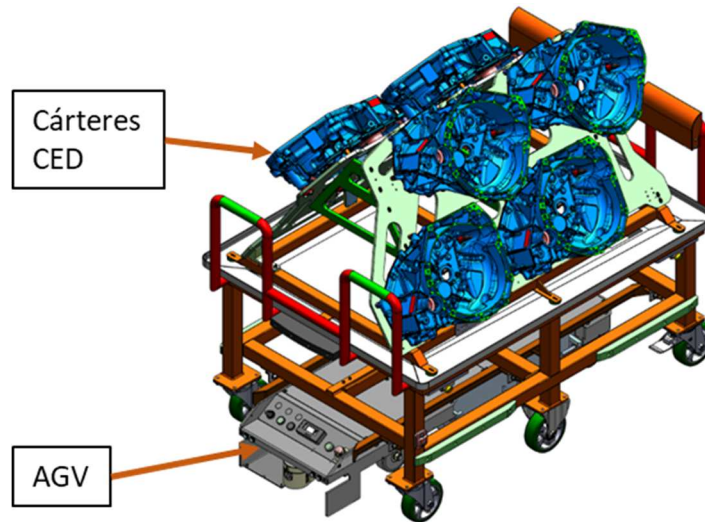
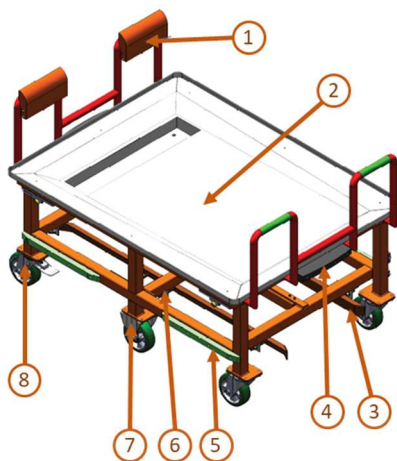


Figura 77 - Carro de transporte de peças com AGV

Na conceção do carro, foi importante identificar as zonas dos cárteres maquinadas, de forma a não haver choque entre as peças, a posição das peças para não prejudicar o operador ergonomicamente, assim como o peso do carro quando está cheio.

De forma a conseguir garantir os requisitos mencionados anteriormente, neste caso, em relação ao peso, o carro foi executado em tubo, as placas de suporte dos cárteres em alumínio e com zonas maquinadas no seu interior, de forma a retirar peso nas placas e inserida uma tina para a retenção de óleo em chapa fina (Figuras 78, 79, 80 e 81 e as respetivas legendas nas Tabelas 23, 24, 25 e 26).

Tabela 23 – Legenda da Figura 78.



1	Proteção das mãos
2	Tina de retenção de óleo
3	Guia lateral para o AGV
4	Batente do carro
5	Guiamento do carro para indexação
6	Estrutura do engate do AGV
7	Roda fixa
8	Roda com travão

Figura 78 - Carro de transporte de peças sem placas

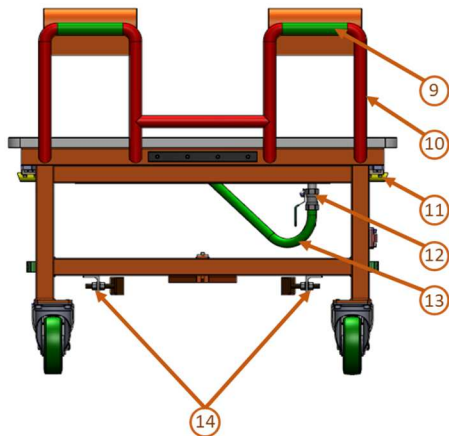


Figura 79 - Vista frontal do carro de transporte de peças

Tabela 24 - Legenda da Figura 79.

9	Zona da pega – Verde
10	Zona incorreta da pega - Vermelho
11	Kit de posicionamento do carro
12	Passador para retirar óleo
13	Tubo de escoamento
14	Cantoneira de suporte da guia do AGV

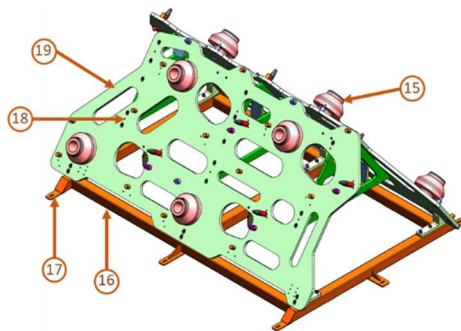


Figura 80 - Placas de suporte de peças

Tabela 25 - Legenda da Figura 80.

15	Apoio/posicionador do cárter
16	Estrutura de suporte das placas
17	Estrutura para fixação ao carro
18	Cavilha de posicionamento
19	Placa de suporte dos cárteres

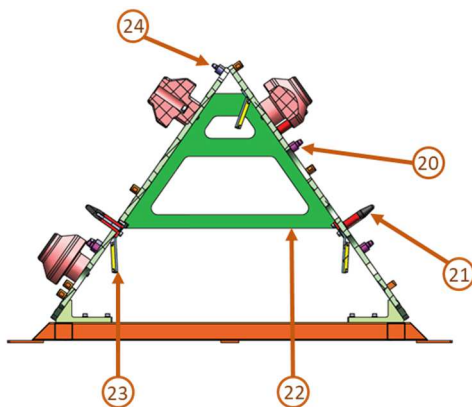


Figura 81 - Vista frontal da placa de suporte de peças

Tabela 26 - Legenda da Figura 81.

20	Centrador total do cárter
21	Pino de orientação do cárter
22	Estrutura de união entre as placas
23	Espelho para detecção de presença do cárter
24	Centrador parcial do cárter

Relativamente ao trajeto do carro para o transporte de peças, este é realizado pela equipa da logística, no fluxograma da Figura 82, onde se pode analisar o trajeto realizado desde o ponto de partida (pólo de preparação) até ao seu retorno.

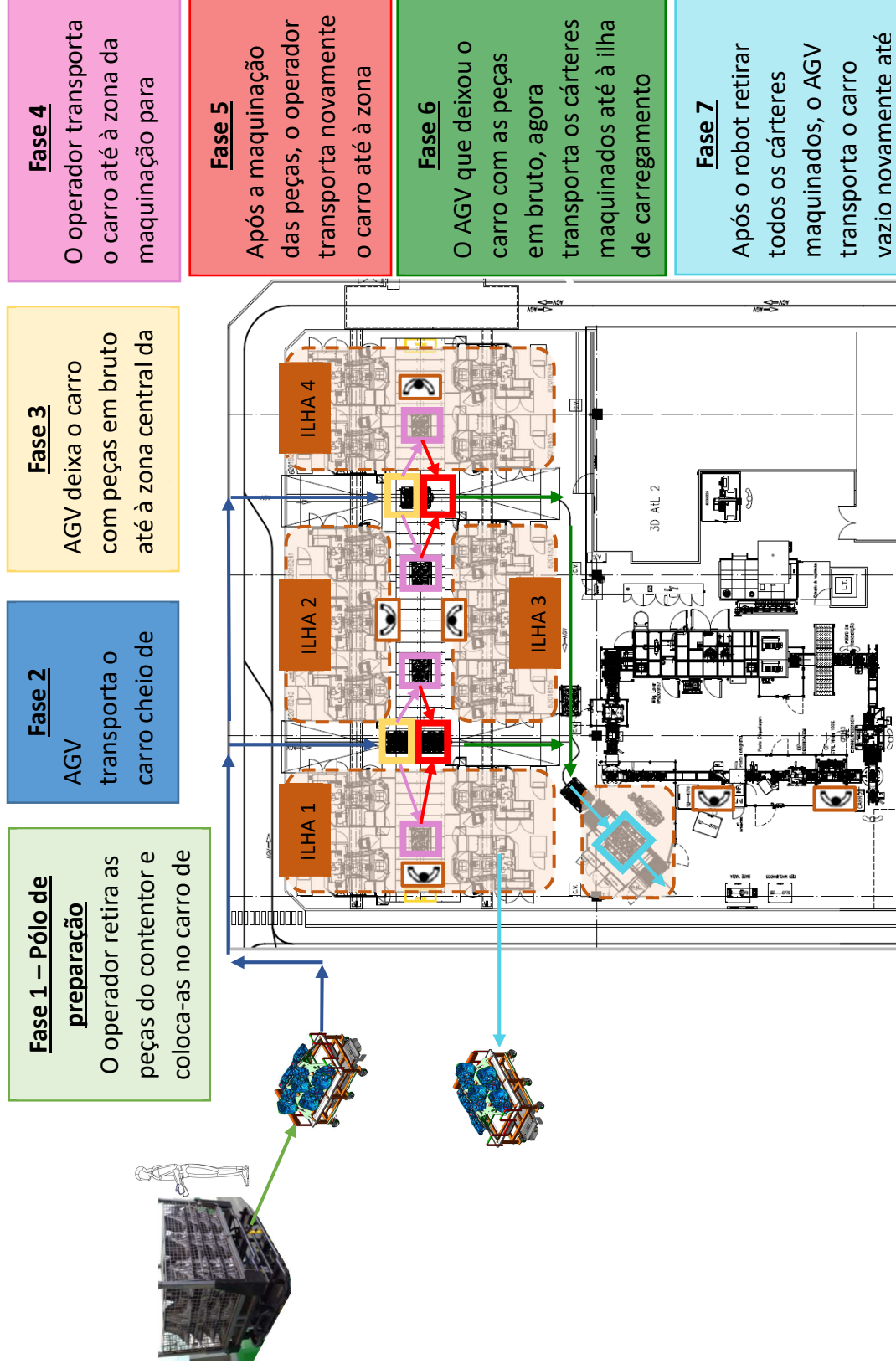


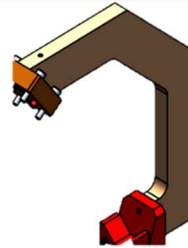
Figura 82 - Trajeto do carro e as manipulações realizadas.

Devido à descarga das peças no carro ser feita pelo robô na ilha de carregamento automático, é necessário garantir precisão nas posições das peças no carro. O KMO é importante ser feito pelo menos uma vez por semana, devido aos movimentos/choques a que o carro estará submetido. Para garantir essa precisão, é necessário realizar o KMO do carro, conforme o procedimento da Tabela 27:

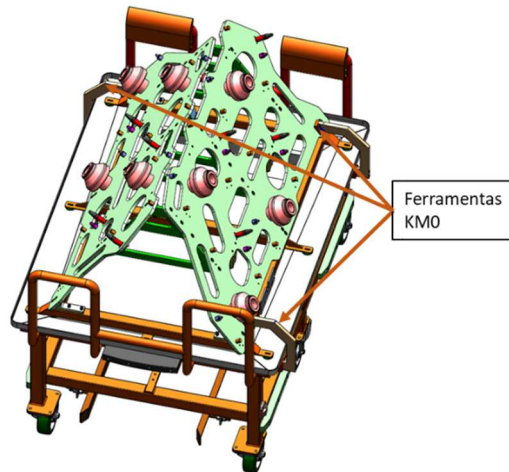
Tabela 27 - Procedimento para realizar o KMO.

PROCEDIMENTO

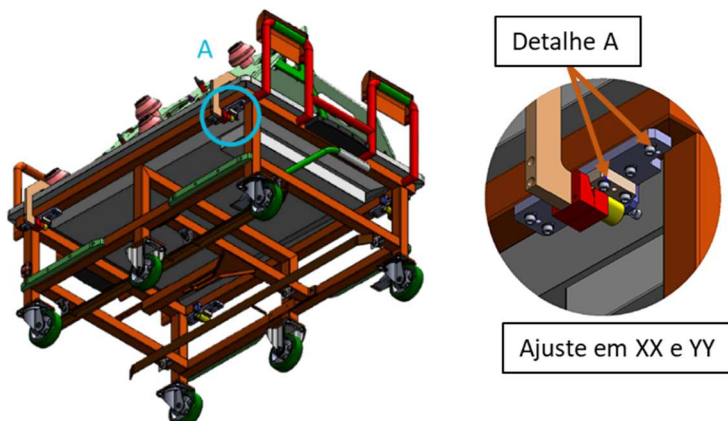
Ferramenta do KMO



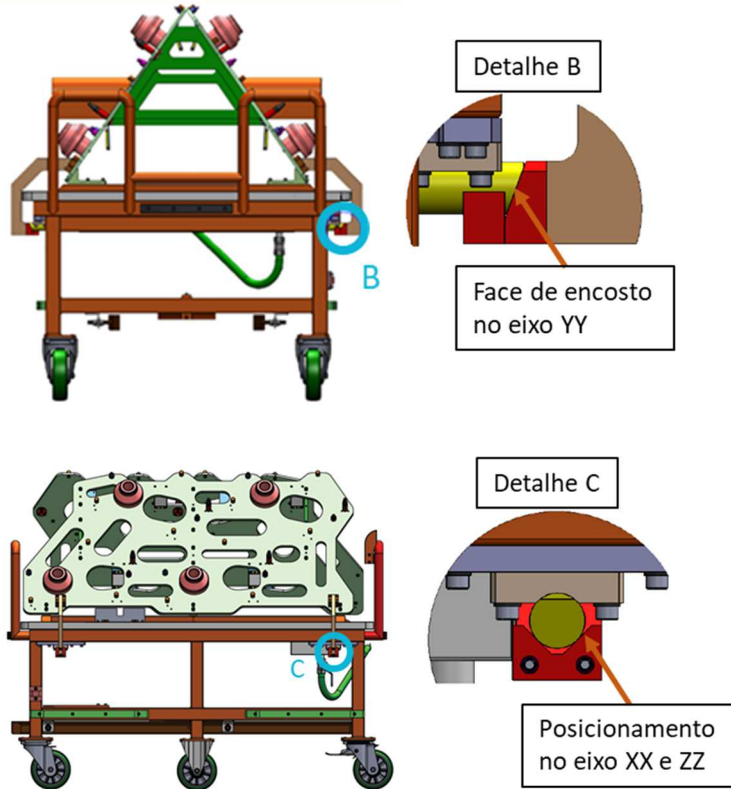
Instalar as ferramentas "KMO Carro Cárteres" nas respectivas posições e verificar a posição do cilindro de indexação do carro.



A montagem do cilindro de indexação permite ajuste em XX e YY (ver detalhe A), enquanto as placas da estrutura superior permitem ajuste em ZZ.



Ajustar a posição dos cilindros e das placas, de forma a que o "KM0 Carro Cárters" encoste perfeitamente nos cilindros (Ver detalhe B e C).



Após confirmada a posição, apertar devidamente todos os parafusos e aplicar as cavilhas.

Após concluir o procedimento acima, o carro estará pronto para realizar o transporte de peças nas posições devidas, e assim não impactar a descarga das peças na ilha de carregamento automático.

Relativamente à manutenção preventiva para o carro de transporte de peças, pode-se analisar na Tabela 28 que será necessário confirmar os pinos devido ao desgaste exercido pelos constantes movimentos de colocar/retirar as peças do carro (Ver o anexo 8).

Tabela 28 - Plano de manutenção preventiva para o carro de transporte de peças.



Plano de Manutenção Preventiva
Fabrica CACTA

		Conjuntó: 1070CAC19		Designação: Carro de transporte de cárters		Instrução:							
Sub-conjuntó (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (60 C. Max)	Tempo disponível (60 C. Max)	Frequência (4 C. Max)	Ajustar e restringir (4 C. Max)	Valores limites (10 C. Max)	Ferramentas (20 C. Max)	Substituição peças		Nº de peças (10 C. Max)	Nº de operações (10 C. Max)	Nº de peças (10 C. Max)	Nº de operações (10 C. Max)
								Quantidade e designação / m.f. Rem.c. (40 C. Max)	Número MABEC (10 C.)				
(06) Máquina	Centrador Parcial Carter J74	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	926	MSP	Visual Manual	N C	(12x) 1070CAC19 01 01 035	E854831035				MC
(06) Máquina	Apoio Carter MOD5	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	926	MSP	Visual Manual	N C	(06x) 1070CAC19 01 01 036	E854831036				MC
(06) Máquina	Posicionador DIFF Carter J74	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	926	MSP	Visual Manual	N C	(12x) 1070CAC19 01 01 038	E854831038A				MC
(06) Máquina		Respeitar parafuso que apresentem sinal de desajuste	00:30:00	952	MSP	Visual Manual	N C						MC

Vous arriver sur la dernière ligne du fichier, pour continuer, insérer des lignes au dessus de celles-ci, après avoir fait la protection (Penser à la remettre pour éviter des erreurs de manipulation).

3.4.2 Ilha de carregamento automático

A ilha de carregamento automático (Figura 83) foi considerada nesta solução final devido à necessidade de manter o número de operadores (6) que estava previsto na maquete inicial do projeto.

Devido a ter-se retirado os transportadores da zona de maquinagem, definiu-se o carregamento automático e, assim, a restante linha mantém-se com o mesmo funcionamento.



Figura 83 - Ilha de carregamento automático

Conforme se pode verificar nas Figuras 84, 85, 86, 87 e 88, a ilha de carregamento automático tem englobados vários equipamentos. (Tabelas 29, 30, 31 e 32 com as respetivas legendas).

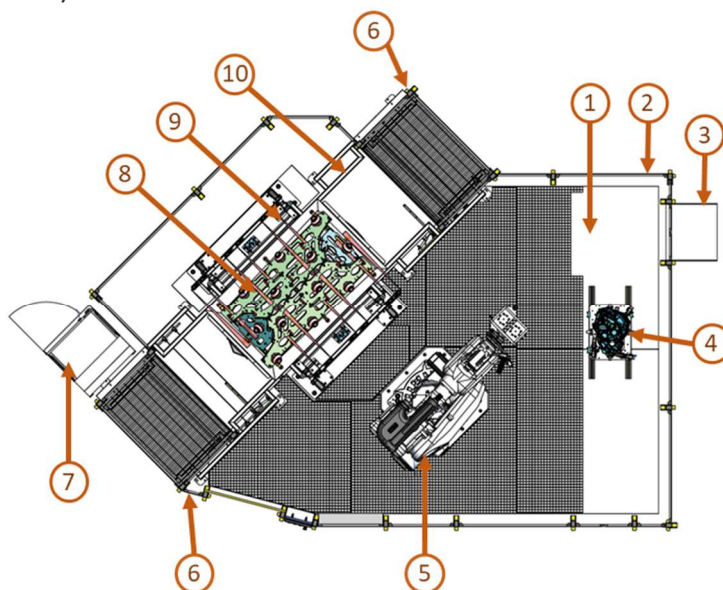


Figura 84 - Vista superior da ilha de carregamento automático

Tabela 29 - Legenda da Figura 84.

1	Estrado de retenção de óleo
2	Proteções da ilha de carregamento automático
3	Túnel de proteção
4	Mesa de indexação do cárter
5	Robô ABB IRB6700
6	Barreiras imateriais de segurança
7	Armário elétrico do robô
8	Carro de transporte dos cárteres CED
9	Sistema de guiamento e indexação do carro
10	Guiamento do AGV

No momento da chegada do carro à ilha de carregamento automático, este será indexado pelo sistema de indexação (ver o ponto 9 na Figura 84 e a legenda na Tabela 29). O sistema de indexação garantirá a posição do carro para o momento de o robô retirar os cárteres do carro. A boa posição do carro é garantida através das rodas serem elevadas do solo e pela incorporação dos quatro *kits* de posicionamento presentes no carro com sistema em “V” do indexador (ver o ponto 13 na Figura 88 e a legenda da Tabela 32) (ver Figura 85 com a vista pormenorizada).

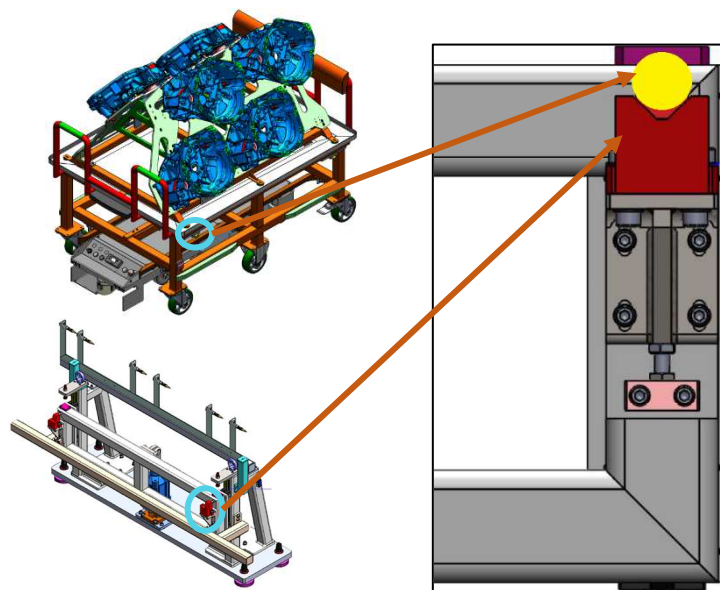


Figura 85 – Vista pormenorizada do indexador do carro

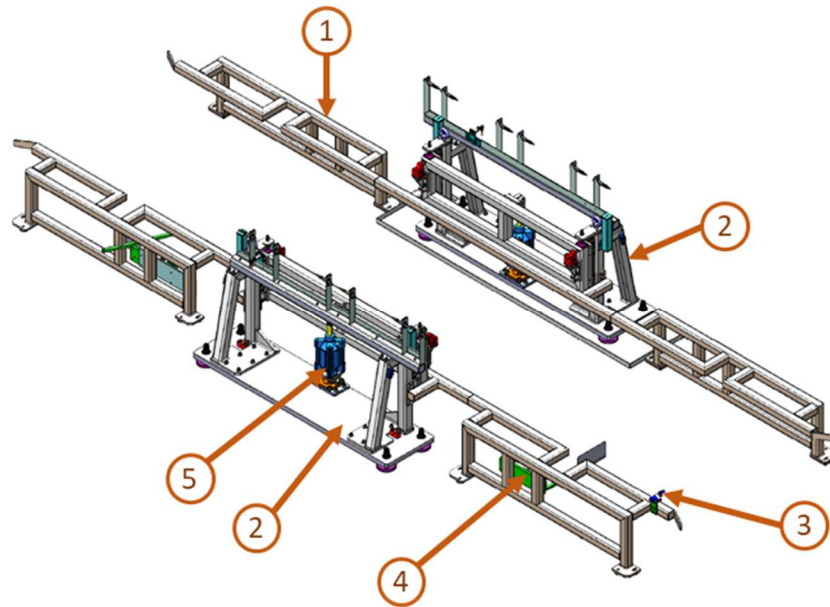


Figura 86 - Sistema de guiamento e indexação do carro

Tabela 30 - Legenda da Figura 86.

1	Estrutura de guiamento do carro
2	Sistema de indexação do carro
3	Conjunto fim de curso
4	Sistema bandeira para o AGV
5	Cilindro pneumático do indexador

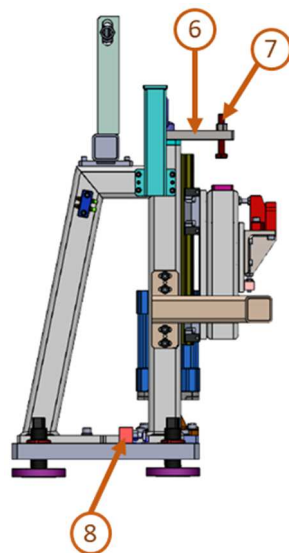


Tabela 31 - Legenda da Figura 87.

6	Suporte do batente de topo
7	Parafuso batente
8	Bloco de ajuste de posição

Figura 87 – Vista frontal do sistema de indexação do carro

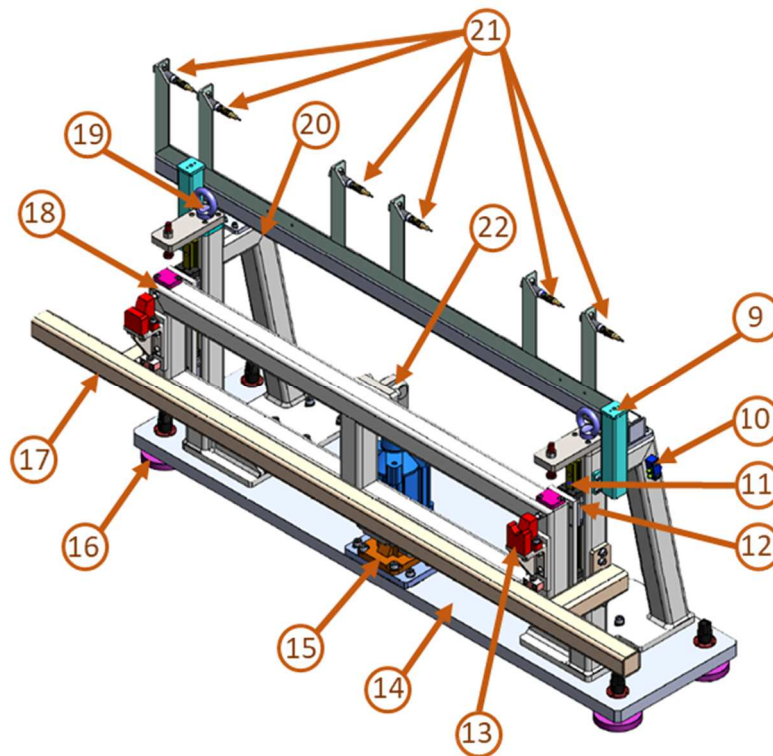


Figura 88 - Vista isométrica do sistema de indexação do carro

Tabela 32 - Legenda da Figura 88.

9	Suporte KM0 - estrutura de indexação
10	Conjunto de lubrificação
11	<i>Rail</i> vertical
12	Patim para <i>rail</i>
13	Indexador do carro
14	Base do indexador do carro
15	Suporte pivotante
16	Pé regulador do indexador
17	Guiamento central do carro
18	Elevador do indexador do carro
19	Olhal
20	Reforço dos pilares de indexação
21	<i>Kit</i> das fotocélulas
22	Forquilha

Após a indexação do carro, temos o *kit* de fotocélulas, de forma a confirmar a presença das peças no carro. De seguida, o robô (Figura 89 e 90) começará a retirar as peças do carro para colocar na mesa de colocação de peças presente no transportador.

Na empresa, está definido que as linhas de maquinagem usam a marca dos robôs ABB. Ou seja, foi realizado o estudo apenas com a ABB, a qual facilitou o trabalho devido à

vasta gama de robôs que possui em catálogo. Relativamente ao modelo, foi definido o IRB 6700-200/2.60 devido ao seu alcance de 2600 mm, conforme demonstrado na área de trabalho do robô (Figura 91 e respetiva legenda na Tabela 33) (ver a ficha de especificações relativamente ao robô no anexo 6.9).

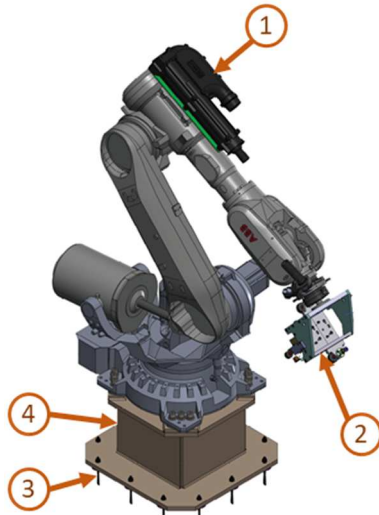


Figura 89 - Robô ABB IRB 6700-200/2.6

Tabela 33 - Legenda da Figura 89.

1	Sistema de proteção de cabos – R-Tec Box 48
2	<i>Gripper</i> do robô para CED JT4
3	<i>Spit</i> M16
4	Base do robô

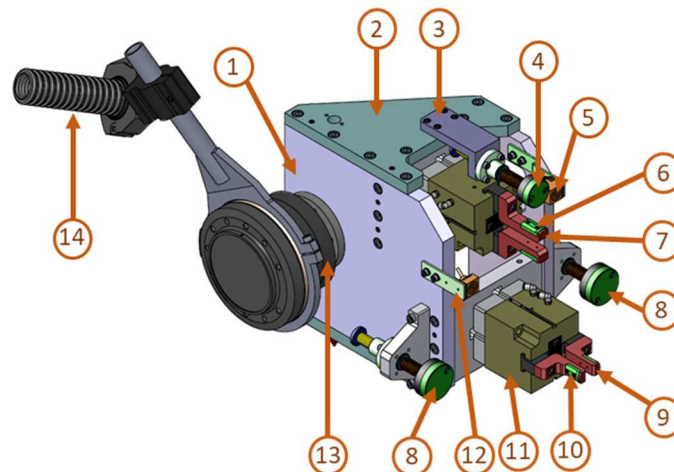


Figura 90 - *Gripper* do robô

Tabela 34 - Legenda da Figura 90.

1	Base do <i>gripper</i>	8	Calcador do cárter
2	Placa suporte do <i>gripper</i>	9	Mordente da zona da árvore primária
3	Suporte calcador da zona do diferencial	10	Placa de contacto da zona da árvore primária
4	Calcador da zona do diferencial	11	Pinça
5	Detetor do cárter	12	Detetor do cárter
6	Placa de contacto da zona do diferencial	13	Anticolisão
7	Mordente da zona do diferencial	14	Raquete proteção dos cabos

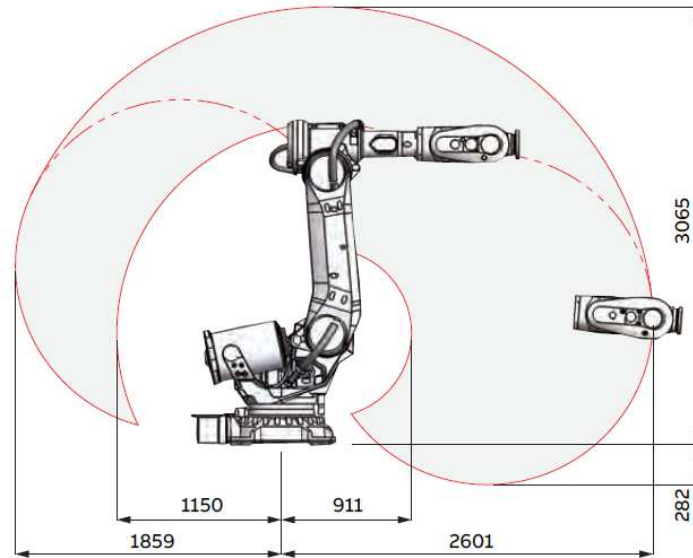


Figura 91 - Área de trabalho robô ABB IRB 6700-200/2.6

Após a conclusão dos movimentos que o robô necessitava de realizar, retirou-se uma previsão do tempo de ciclo da ilha, através da realização de um cronograma de ciclo (Figura 92) (ver Anexo 10).

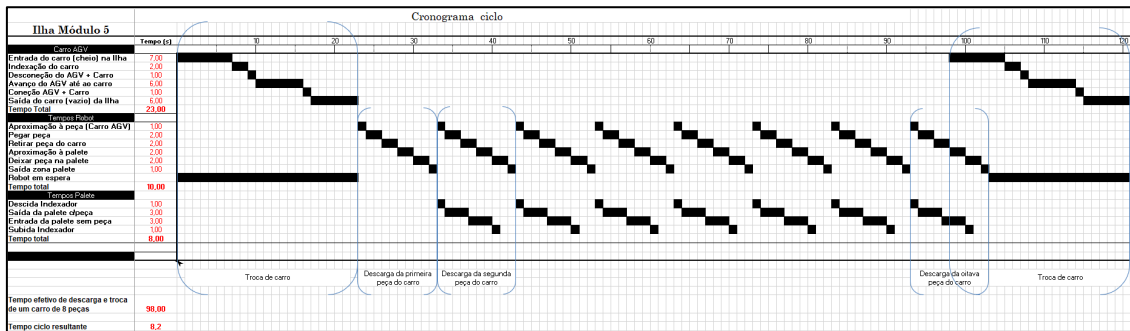


Figura 92 - Cronograma de ciclo da ilha

Após o robô retirar as peças do carro, estas serão colocadas na mesa elevatória de colocação de peças que está presente no transportador, mais propriamente na placa da base (ver ponto 6 da Figura 93 e a respetiva legenda na Tabela 35).

A mesa elevatória de colocação de peças baseia-se num sistema de ascensão que eleva a paleta, de forma a que posição de colocação da peça na paleta seja sempre a mesma (ver as Figuras 93, 94 e a Tabela 35 com a respetiva legenda).

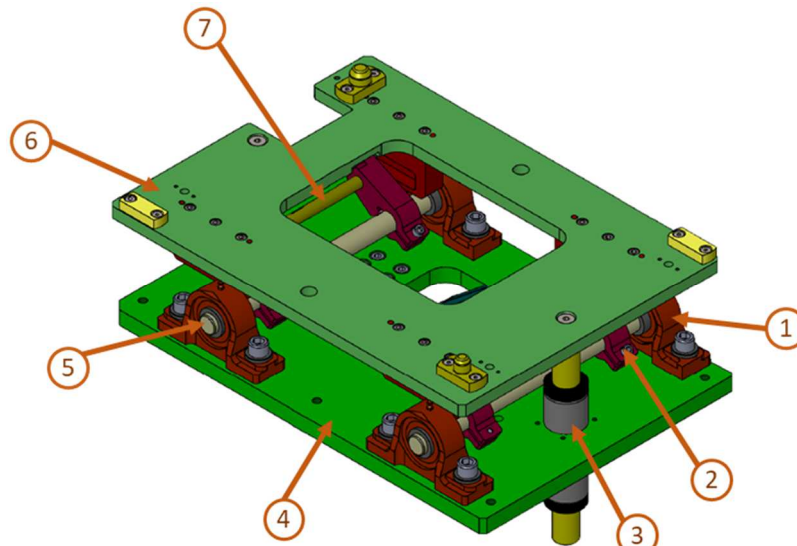


Figura 93 - Mesa elevatória de colocação de peças

Tabela 35 - Legenda da Figura 93.

1	Chumaceira rotativa
2	Came de elevação
3	Chumaceira linear
4	Placa da base do elevador da paleta
5	Veio elevador
6	Montagem da plataforma de elevação
7	Veio ligador

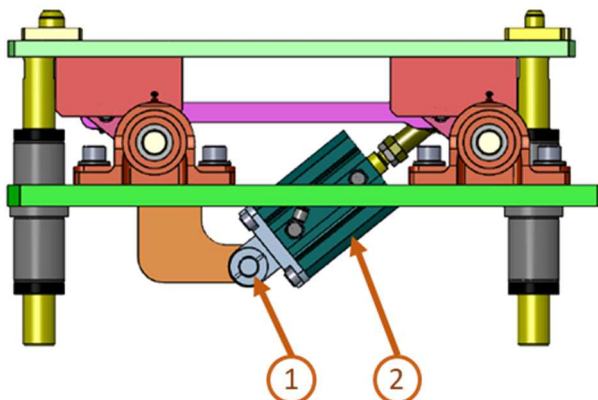


Tabela 36 - Legenda da Figura 94.

1	Cilindro pneumático
2	Rótula de suporte para cilindro

Figura 94 - Mesa elevatória de colocação de peças

Após a colocação da peça na paleta que se encontra na mesa elevatória de colocação de peças, esta desce e a paleta avançará no transportador para a próxima operação (posto de aperto), como descrito no fluxograma da Figura 95.

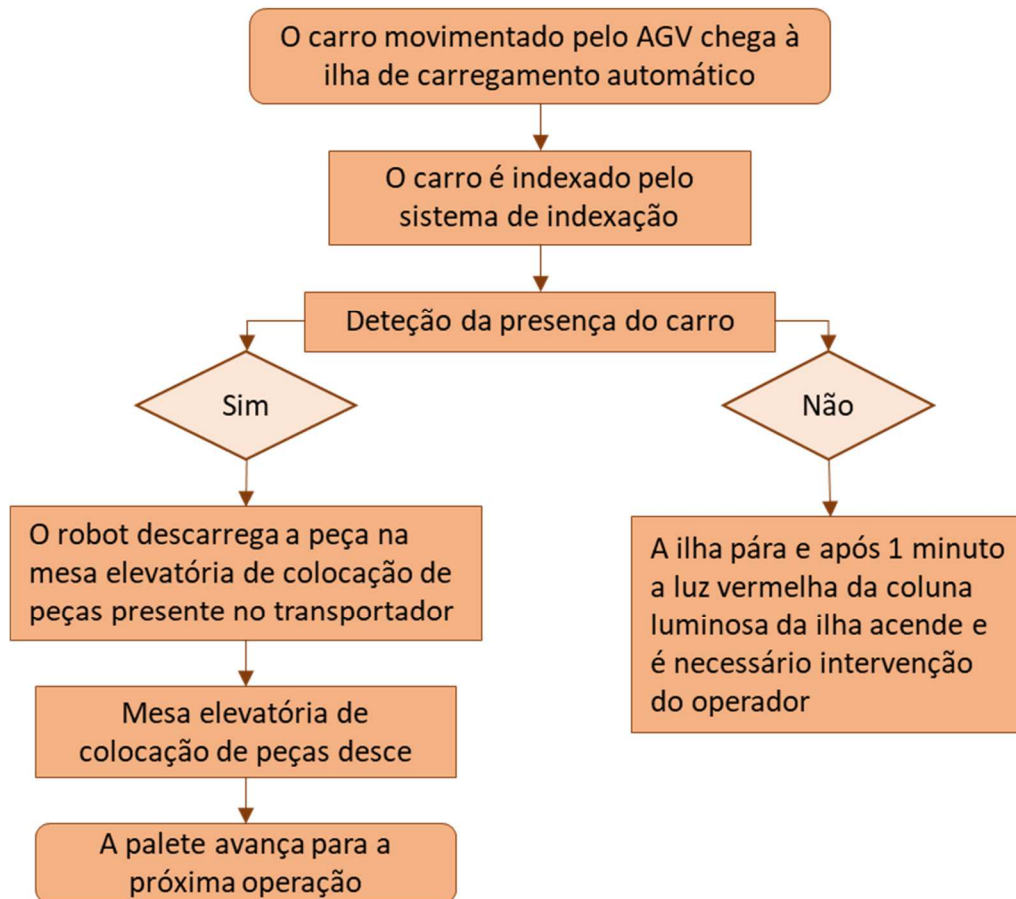


Figura 95 - Modo de funcionamento da ilha de carregamento automático.

Em relação à posição do posto, é importante realizar o KM0 da ilha, sendo necessário ter em consideração o seguinte:

1. Natureza da medição:

- Verificação da posição do sistema de indexação do carro e da posição da mesa elevatória de colocação da peça na paleta.

2. Condições mecânicas da medição:

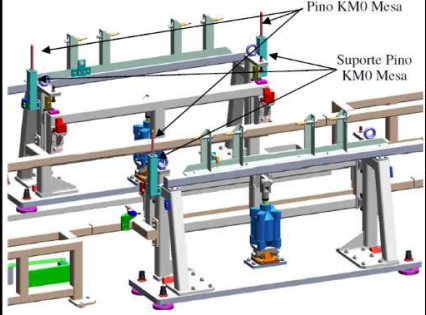
- Pino KM0 da mesa;
- Ponteira KM0 do robô;

3. Condições do ciclo de verificação:

- Posto em modo manual;
- Posto de indexação do carro do AGV vazio (sem carro do AGV).
- Mesa de indexação da paleta na posição elevada (trabalho) e sem paleta.
- Ferramenta do robô sem peça.

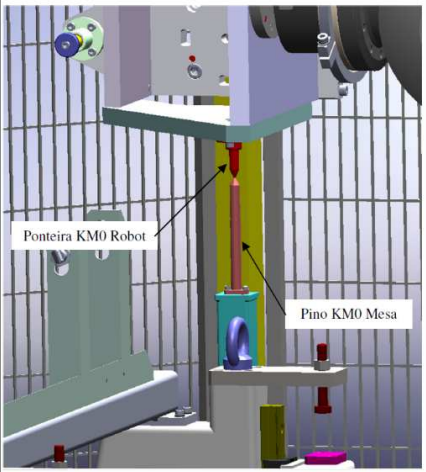
A Tabela 37 ilustra as condições iniciais necessárias para o sistema de indexação.

Tabela 37 - Condições iniciais para a realização do KM0.

ESQUEMA DE PRINCIPIO	DESCRIÇÃO DA VERIFICAÇÃO	TOLERÂNCIAS	FERRAMENTA UTILIZADA	OBSERVAÇÕES
				Antes de iniciar o procedimento é necessário aplicar os "Pino KM0 Mesa" nos respetivos suportes instalados no sistema de indexação do carro do AGV.

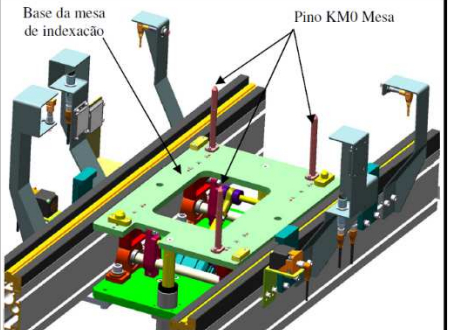
A análise do alinhamento do sistema de indexação poderá ser observada na Tabela 38.

Tabela 38 - Análise do alinhamento do sistema de indexação.

ESQUEMA DE PRINCIPIO	DESCRIÇÃO DA VERIFICAÇÃO	TOLERÂNCIAS	FERRAMENTA UTILIZADA	OBSERVAÇÕES
	Após a colocação dos "Pinos KM0 Mesa" no respetivo suporte, analisar a posição definida no robot para o posto e verificar o alinhamento em xx, yy e zz.	$\Delta x \leq 0.5\text{mm}$ $\Delta y \leq 0.5\text{mm}$ $\Delta z \leq 0.5\text{mm}$	<ul style="list-style-type: none"> Pino KM0 Mesa (E854932726) Ponteira KM0 Robot (E854932726) 	Verificar as três posições dos "Pinos KM0 Mesa". Ajustar o ponto do robot, caso necessário. Para mais informações, consultar manual do operador.

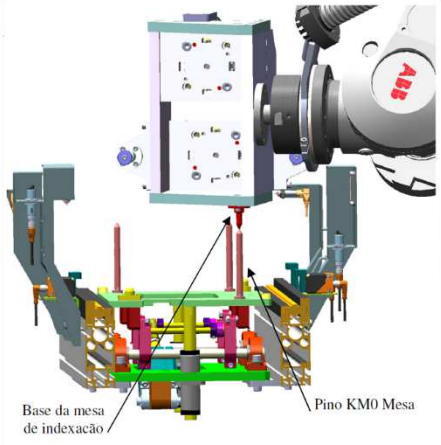
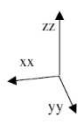
A Tabela 39 ilustra as condições iniciais da mesa elevatória de colocação da peça na palete.

Tabela 39 - Condições iniciais da mesa elevatória de colocação de peça na palete.

ESQUEMA DE PRINCIPIO	DESCRIÇÃO DA VERIFICAÇÃO	TOLERÂNCIAS	FERRAMENTA UTILIZADA	OBSERVAÇÕES
				Antes de iniciar o procedimento é necessário aplicar os "Pinos KM0 Mesa" na placa da mesa de indexação da paleta.

A Tabela 40 descreve o alinhamento da mesa elevatória de colocação de peça na paleta.

Tabela 40 - Análise do alinhamento da mesa elevatória de colocação de peça na paleta.

ESQUEMA DE PRINCÍPIO	DESCRIÇÃO DA VERIFICAÇÃO	TOLERÂNCIAS	FERRAMENTA UTILIZADA	OBSERVAÇÕES
 <p>Base da mesa de indexação</p> <p>Pino KM0 Mesa</p>	<p>Após a colocação dos "Pinos KM0 Mesa" na mesa, analisar a posição definida no robot para o posto e verificar o alinhamento em xx, yy e zz.</p> 	$\Delta x \leq 0.5mm$ $\Delta y \leq 0.5mm$ $\Delta z \leq 0.5mm$	<ul style="list-style-type: none"> Pino KM0 Mesa (E854932726) Ponteira KM0 Robot (E854932726) 	<p>Verificar as três posições dos "Pinos KM0 Mesa". Ajustar o ponto do robot, caso necessário. Para mais informações, consultar manual do operador.</p>

Para a ilha de carregamento automático, realizou-se o plano de manutenção preventiva conforme a Tabela 41 (ver Anexo 11).

Tabela 41 - Plano de manutenção preventiva da ilha de carregamento automático.



Plano de Manutenção Preventiva

Fábrica: C/CL4

Conjunto: 1070CAC19		Designação: Ilha de carregamento		Instrução:												
Sub-conjunto (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (60 C. Max)	Tempo previsto (minutos)	Recurso humano (F.C.)	Valor limite (10 C. Max)	Ferramentas (20 C. Max)	Consumo (50 C.)	Substituição peças	Quantidade e designação / ref. Ferram. (40 C. Max)	Nome MABEC (10 C.)	Nº gema (10 C. Max)	Nº intervenção (10 C.)	MAN (C.)	MAN (C.)	MAN (C.)	
(01) comando	Botoneiras e sinaliz	(01) Verificar estado conservação	00:30:00	4501 MEP	Visual	Manual	N	S								OP
(02) armario el.	Fechos dos Armários	(01) Verificar estado conservação	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Cablagem Interior	(02) Arrumar Cablagem e Limpar	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e alterações	00:30:00	526 MEP	Visual	Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Comp. Eléctricos	(04) Reaperto linhas do circuito de força, comando e terras	00:15:00	526 MST	Chave Fenda e Espetro	N	C									EL
(02) armario el.	Autómato e cartas	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Relé de segurança	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C								EL
(03) G. Trat. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Manual	N	C	(1x) VHS40-F044 (SMC)								MC
(03) G. Trat. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Manual	N	C	(2x) ISE40A-01-P-L (SMC)								MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula Atanque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) AV4000-F04-SVZB-A (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Manual	N	C	(1x) AN30-03 (SMC)								MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Manual	N	C	(1x) AN40-04 (SMC)								MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Manual	N	C	(3x) AN30-C12 (SMC)								MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Manual	N	C	(1x) AN20-02 (SMC)								MC
(04) S Distri Reg P	Filtro regulador	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) AW40-F04E-B							MC
(04) S Distri Reg P	Válvula direccional de 5/2 vias Biestável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Visual	Manual	N	C	(5x) SV7200-SU1							MC
(04) S Distri Reg P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Visual	Manual	N	C	(2x) ASP630F-F04-125 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de caudal	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:30:00	526 MEP	Visual	Manual	N	C	(6x) AS2201F-01-06SA (SMC)							MC
(06) Máquina	Sensor magnético	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MST	Manual	N	C	(14x) D-M6PSAPC-595 (SMC)								EL
(06) Máquina	Rail R1605 204 31 (25) L=356	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) R160520131 (Bosch-Reoroth)							MC
(06) Máquina	Patim	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) R165121420 (Bosch-Reoroth)							MC
(06) Máquina	O-ring 60,0-3,0 72 NBR872	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) O-ring 60,0-3,0 72 NBR872							MC
(06) Máquina	O-ring 20,0-2,0 72 NBR872	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) O-ring 20,0-2,0 72 NBR872							MC
(06) Máquina	Casquilho	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MSP	Visual	Manual	N	C	(5x) P4P1625-T10							MC
(06) Máquina	Cilindro CD55B63-45M	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) CD55B63-45M (SMC)							MC
(06) Máquina	Cilindro C85N20-50-B	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) C85N20-50-B (SMC)							MC
(06) Máquina	Cilindro CP96SDG100-50C	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MEP	Visual	Manual	N	C	(1x) CP96SDG100-50C (SMC)							MC
(06) Máquina	Chumacera Linear LHMCM-MX25	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MSP	Visual	Manual	N	C	(2x) LHMCM-MX25 (Mitsumi)							MC
(06) Máquina	Chumacera Rotativa 20	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MSP	Visual	Manual	N	C	(4x) CPDR20 (Mitsumi)							MC
(06) Máquina	Parafuso Bateria STRB12-LC75	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MSP	Visual	Manual	N	C	(4x) STRB12-LC75 (Mitsumi)							MC
(06) Máquina	Pinça	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	512 MEP	Visual	Manual	N	C	(2x) CP-6-RL04							MC
(06) Máquina	Indicador Paleta com pino centrador	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 07 723	E854832723						MC
(06) Máquina	Indicador Paleta com pino centrador D_7,5	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 07 724	E854832724						MC
(06) Máquina	Placa Contacto Dif.	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C	(2x) 1070CAC19 02 01 122	E839293122						MC
(06) Máquina	Placa Contacto AP	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C	(2x) 1070CAC19 02 01 124	E839293124						MC
(06) Máquina	Calçador Plástico	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C	(2x) 1070CAC19 02 01 134	E839293134						MC
(06) Máquina	Calçador DIFF J74 Plástico	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:30:00	526 MSP	Visual	Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 01 138	E839293138						MC
(06) Máquina	Reapertor parafusos que apresentem sinal de desaperto	Reapertar parafusos que apresentem sinal de desaperto	00:30:00	552 MSP	Visual	Manual	N	C								MC

Vous arrivez sur la dernière page du fichier, pour continuer, cliquez sur le lien de retour à la page précédente. (Pressez à la souris pour éviter des erreurs de manipulation).

3.5 Modo de funcionamento final

O modo de funcionamento desta linha engloba todos os equipamentos abordados anteriormente, e foi desenvolvido tendo em consideração todas as operações necessárias para o cárter sair concluído, de forma a ir para a linha de montagem.

Em suma, o estudo deste projeto resultou no seguinte modo de funcionamento (Figuras 96, 97 e 98).

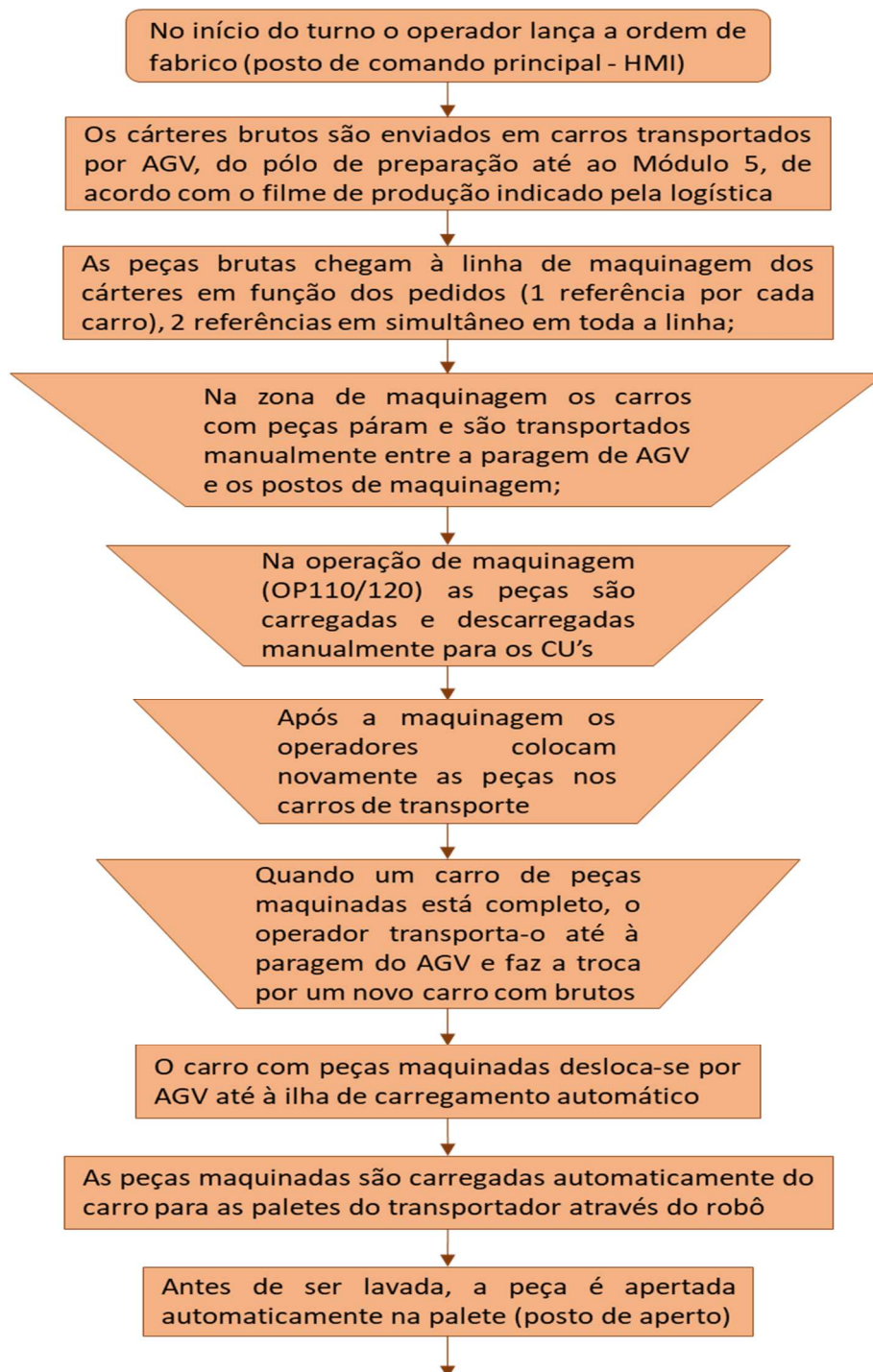


Figura 96 - Modo de funcionamento da linha de maquinagem de cárteres (parte I).

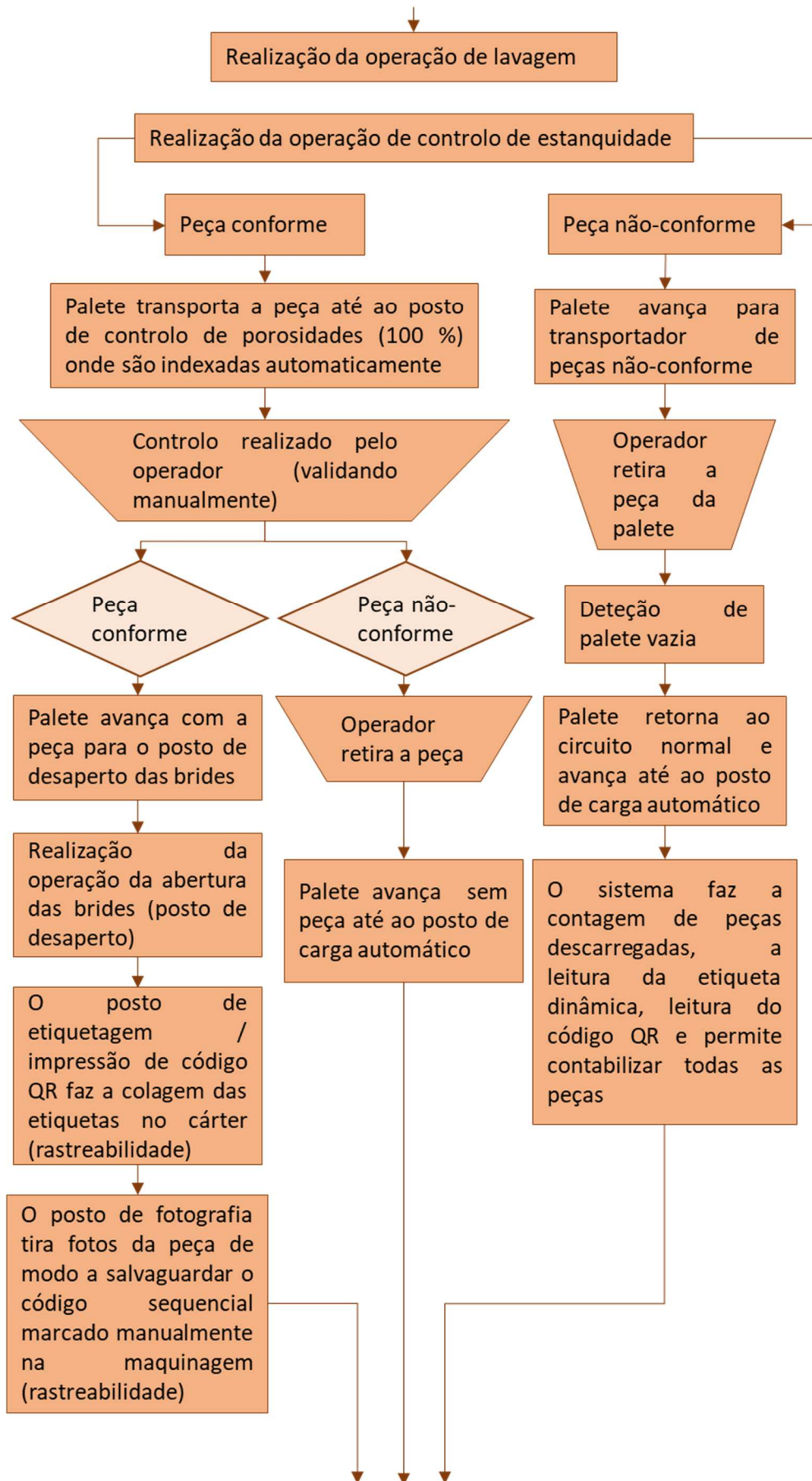


Figura 97 - Modo de funcionamento da linha de maquinagem de cárteres (parte II).

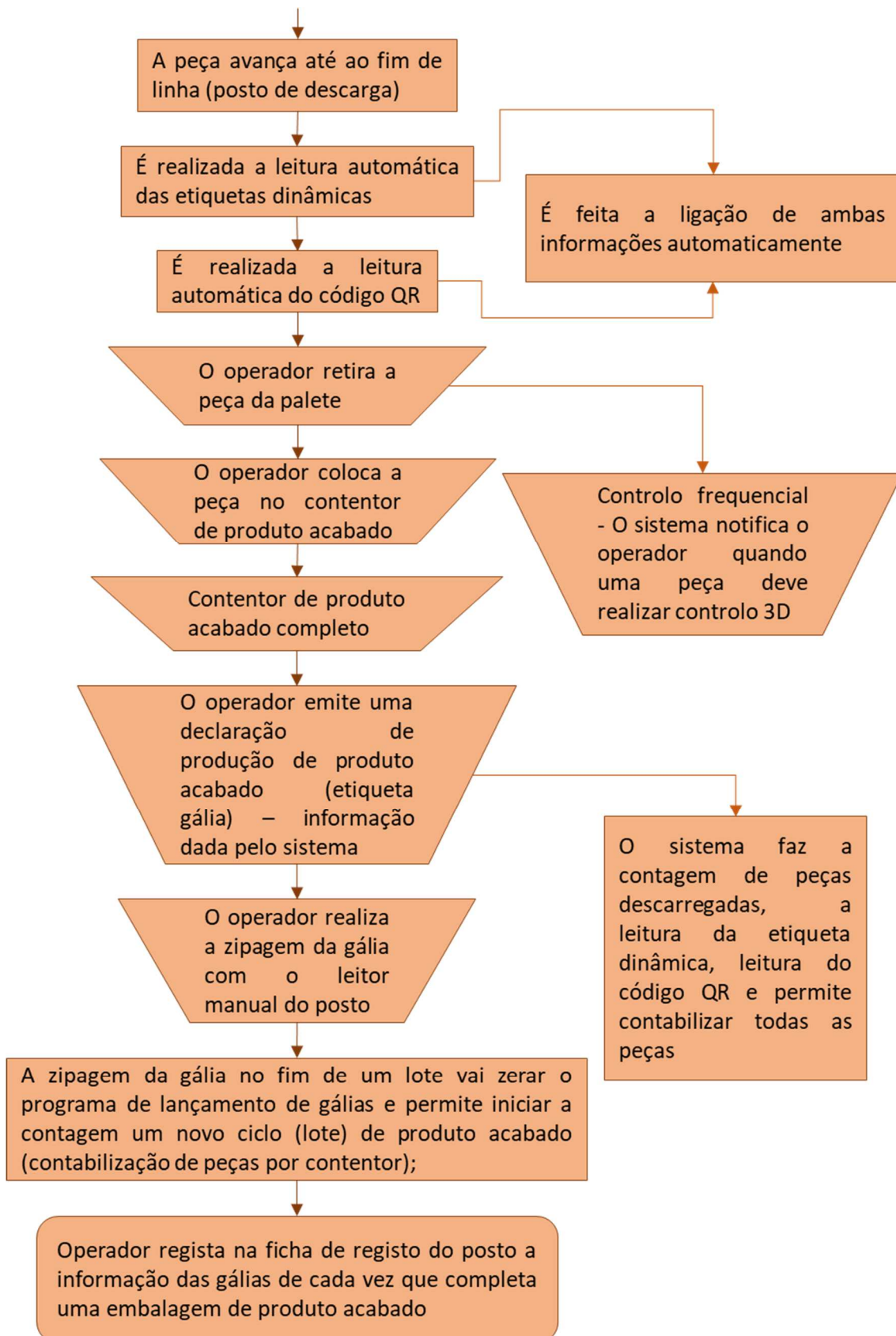


Figura 98 - Modo de funcionamento da linha de maquinagem de cárteres (parte III).

3.6 Análise económica

Foi realizada uma análise económica entre a solução inicial e a solução final, de forma a comparar os custos das duas soluções do projeto. Para isso, foi necessário, em primeiro lugar, trabalhar uma proposta com fornecedores. Assim, conseguiu-se ter uma noção mais clara dos valores para essa mesma solução e decidir aquela que melhor satisfazia os requisitos do projeto, incluindo as restrições em termos económicos.

Na Tabela 42 permite comparar os custos de ambas as soluções apresentadas para o projeto.

Tabela 42 - Comparação de custos entre as duas soluções apresentadas para o projeto.

Descrição	Proposta inicial	Proposta final
Envolvente do posto de carga e programação	135.500 €	97.750 €
Transportadores da zona de maquinagem	345.000 €	-
Transportadores da zona da lavagem	44.800 €	44.800 €
Posto de aperto	33.550 €	33.550 €
Posto de controlo das porosidades	30.900 €	30.900 €
Posto de desaperto	33.550 €	33.550 €
Posto de etiquetagem	40.200€	40.200 €
Posto de fotografia	13.500 €	13.500 €
Carros para transporte das peças (5)	-	28.700 €
Ilha de carregamento automático	-	109.000 €
PC da rastreabilidade	27.500 €	27.500 €
Robô ABB IRB	-	24.895 €
Paletes	168.000 €	70.000 €
Envolvente do posto de descarga e programação	97.750 €	97.750 €
TOTAL	970.250 €	652.095 €

Analisando a tabela, pode-se confirmar que a diferença de valores entre a solução inicial e final ronda os 220 000 €, e isto deve-se essencialmente à inclusão dos transportadores na zona de maquinagem, assim como, toda a programação que envolve e as respetivas paletes.

Existe diferença de valores nas paletes porque, para a solução inicial, seria necessário ter 120 paletes, enquanto na solução final seriam necessárias apenas 50 paletes. O motivo desta diferença deve-se à dimensão superior da linha na opção inicial, em comparação com a dimensão da solução final. As 50 paletes da solução final são suficientes para encher a linha.

CONCLUSÕES

4.1 Conclusões

4.2 Propostas de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Este quarto e último capítulo está subdividido em duas partes. Na primeira pretende-se fazer uma análise ao trabalho desenvolvido e aos resultados obtidos, enquanto na segunda parte são apresentadas propostas para trabalhos futuros a desenvolver na linha de maquinagem de cárteres.

4.1 Conclusões

Em relação ao projeto da linha de maquinagem de cárteres de embraiagem, foi possível elaborar todo o projeto e proceder à implementação do mesmo, e assim considerar os objetivos cumpridos.

Relativamente às duas soluções desenvolvidas e estudadas, não há dificuldades em escolher a que melhor satisfaz os requisitos técnicos e económicos do projeto. Todas as linhas têm vantagens e limitações, e ambas as soluções encontradas são boas em alguns fatores e menos boas em outros, mas foi encontrada uma boa solução de compromisso, a qual permitiu cobrir todos os requisitos inicialmente estipulados para o projeto.

Ao longo do projeto foram definidos alguns fatores relevantes. A análise à classificação de cada solução, encontra-se na Tabela 43.

Tabela 43 - Matriz de seleção: 0 – mau; 1 – fraco; 2 – razoável; 3 – bom; 4 – muito bom; 5 – excelente.

	Flexibilidade	Limpeza	Custo	Layout	Carga Cognitiva	TOTAL
Solução inicial (Transportador)	1	4	2	3	4	14
Solução final (AGV)	4	2	5	3	3	17

Após análise, é fácil detetar aquela que é a melhor solução. No que diz respeito à flexibilidade, a solução final é mais vantajosa, isto porque o AGV é um meio bastante flexível, podendo ser aplicado em qualquer zona da linha, ou mesmo em qualquer zona da fábrica. Já os transportadores são fixos, não se podendo posicionar de outra forma.

Quanto à limpeza, o transportador fica em vantagem devido às suas tinas de retenção de óleos localizadas. Neste fator, o AGV conta com tina de retenção, mas os movimentos executados pelo operador no momento da maquinagem irão projetar óleo para o carro e o escorrimento do óleo é inevitável.

Relativamente a custos, pode-se considerar um fator importantíssimo e, neste caso, é de salientar que a solução final se tornou muito mais vantajosa devido ao custo inferior.

Sobre o *layout*, pode-se dizer que ambas as soluções foram trabalhadas com base no mesmo *layout*, e a solução final é a prova de que se conseguiu o objetivo.

Por fim, mas um fator importante, é a carga cognitiva na qual a solução final fica em desvantagem devido à necessidade de o operador ter que ir buscar os carros, assim como a dificuldade de ser o mesmo carro que contém os brutos e depois os maquinados, o que poderá trazer dificuldades ao trabalho a realizar pelo operador.

Neste momento, a linha encontra-se em fase de ensaios, contudo já foi possível realizar todas operações em modo automático ao longo da linha. O funcionamento foi considerado como muito bom, apesar de algumas dificuldades por parte da equipa da logística na coordenação dos fluxos dos AGV's. Esta fase é uma boa oportunidade para encontrar problemas e solucioná-los, assim como perspetivar melhorias. Ainda existem paragens principalmente devido a problemas de programação, mas ao longo do tempo irão sendo eliminadas com a presença do fornecedor, tornando a linha robusta.

4.2 Propostas de trabalhos futuros

Ao longo do tempo, vão-se detetando situações que poderiam ser melhoradas. Contudo, não há possibilidade de se concretizar todos os projetos pretendidos logo na primeira abordagem.

Devido ao projeto efetuado, identificaram-se as seguintes propostas de trabalhos futuros:

- Integração de um robô para o descarregamento em modo automático do cárter concluído para os contentores do produto acabado;
- Integração de robôs para o carregamento e descarregamento automático dos centros de maquinaria.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] Renault Cacia, “Cacia - Fábrica automóvel do Grupo - Renault.” <https://www.renault.pt/renault-cacia.html> (accessed May 19, 2020).
- [2] S. D. Sivri and H. Krallmann, “Process-oriented Knowledge Management within the Product Change Systems of the Automotive Industry,” *Procedia Eng.*, vol. 100, pp. 1032–1039, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.01.463.
- [3] C. Rosa, F. J. G Silva, and L. Pinto Ferreira, “Improving the quality and productivity of steel wire-rope assembly lines for the automotive industry,” doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.214.
- [4] C. D. Santos Simões, “Aumento da produtividade de uma linha de montagem de caixas de velocidades na indústria automóvel,” Universidade de Aveiro, 2018.
- [5] A. M. D. T. Ferreira, “Integração e melhoria de processos na vulcanização de pneus,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2018.
- [6] J. L. Ferreira Fernandes, “Competitividade da indústria automóvel Portuguesa,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2017.
- [7] F. Machado, “Setor automóvel: um futuro que é mais do que veículos elétricos | Opinião | PÚBLICO,” *Jornal o Público*, 2019.
- [8] D. F. M. Costa, “Aplicação de técnicas de melhoria da qualidade no contexto da indústria automóvel,” Universidade de Aveiro, 2017.
- [9] J. R. S. Vaz, “Transição para a ISO 9001:2015-Planificação de alterações na Renault CACIA,” Universidade de Aveiro, 2016.
- [10] Associação Portuguesa de Certificação, “ISO 9001:2015 Guia do Utilizador.” APCER, 2015, Accessed: May 19, 2020. [Online]. Available: http://www.qualitividade.pt/wp-content/uploads/2016/04/APCER_GUIA_ISO9001_2015.pdf.
- [11] J. L. da C. Poço, “Melhoria contínua na indústria automóvel,” Universidade de Aveiro, 2008.
- [12] International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, “2019 Statistics | OICA,” *OICA*, 2019. <http://www.oica.net/category/production-statistics/2019-statistics/> (accessed May 19, 2020).
- [13] M. Jordão, “Indústria Automóvel - Notas informativas e estatísticas setoriais.” República Portuguesa, Direção geral das Atividades Económicas, 2019.
- [14] International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, “2017 Statistics | OICA,” *Production Statistics*, 2017. <http://www.oica.net/category/production-statistics/2017-statistics/> (accessed May 19, 2020).
- [15] Agência para o Investimento e Comércio Externo de Portugal, “Aicep Portugal Global.” <http://www.portugalglobal.pt/PT/Paginas/Index.aspx> (accessed May 19, 2020).
- [16] S. Santos and V. Dores, “A industria automóvel na economia Portuguesa.” Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia, 2018, Accessed: May 19, 2020. [Online]. Available: <https://www.gee.gov.pt/pt/documentos/destaques/7245-a-industria->

- automovel-na-economia-portuguesa/file.
- [17] G. Michalos, S. Makris, N. Papakostas, D. Mourtzis, and G. Chryssolouris, "Automotive assembly technologies review: challenges and outlook for a flexible and adaptive approach," *CIRP J. Manuf. Sci. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 81–91, 2010, doi: 10.1016/j.cirpj.2009.12.001.
- [18] N. F. M. Veiga, R. D. S. G. Campilho, F. J. G. da Silva, P. M. M. Santos, and P. V. Lopes, "Design of automated equipment for the assembly of automotive parts," *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 1316–1323, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.158.
- [19] Fernandes, A. Baptista, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, and G. F. L. Pinto, "Intralogistics and industry 4.0: Designing a novel shuttle with picking system," *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 1801–1832, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.078.
- [20] W. F. da S. Araújo, "Optimização de processo semiautomático de fabrico de componentes para automóveis," Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2014.
- [21] A. Matta and Q. Semeraro, *Design of Advanced Manufacturing Systems*. 2005.
- [22] P. M. M. Santos, R. D. S. G. Campilho, and F. J. G. Silva, "A new concept of full-automated equipment for the manufacture of shirt collars and cuffs," *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 67, no. November 2019, p. 102023, 2021, doi: 10.1016/j.rcim.2020.102023.
- [23] Roboter In, "Soldagem Robotizada na Industria Automobilística." <http://roboter.in.com.br/soldagem-robotizada-na-industria-automobilistica/> (accessed May 20, 2020).
- [24] R. C. Dorf and A. Kusiak, *Handbook of Design, Manufacturing and Automation*. A Wiley - Interscience Publication JOHN WILEY & SONS, INC, 2011.
- [25] S. Kumar, R. D. S. G. Campilho, and F. J. G. Silva, "Rethinking modular jig's design regarding the optimization of machining times," *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 876–883, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.169.
- [26] A. Sousa and J. A. Faria, "Slides de Introdução à Automação - Exemplos de Aplicações." .
- [27] B. M. D. N. Moreira, R. M. Gouveia, F. J. G. Silva, and R. D. S. G. Campilho, "A Novel Concept of Production and Assembly Processes Integration," *Procedia Manuf.*, vol. 11, no. June, pp. 1385–1395, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.268.
- [28] G. Zhang, R. Liu, L. Gong, and Q. Huang, "An Analytical Comparison on Cost and Performance among DMS, AMS, FMS and RMS," in *Reconfigurable Manufacturing Systems and Transformable Factories*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp. 659–673.
- [29] M. M. M. Teixeira, "Automatização e Integração de uma Linha de Produção Industrial," Universidade do Porto, 2013.
- [30] R. C. Palomino, "Uma abordagem para a modelagem, análise e controle de sistemas de produção utilizando redes de Petri," Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.
- [31] D. J. dos S. Filho, P. E. Miyagi, and J. Arakaki, "Proposta do MFG Estendido para

- Modelagem e Controle de Sistemas Integrados de Manufatura,” 1993, Accessed: May 19, 2020. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/317175803_Proposta_do_MFG_Este_documento_para_Modelagem_e_Controlde_de_Sistemas_Integrados_de_Manufatura.
- [32] L. M. Sanchez and R. Nagi, “A review of agile manufacturing systems,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 39, no. 16, pp. 3561–3600, Jan. 2001, doi: 10.1080/00207540110068790.
- [33] A. Gunasekaran and K. Wang, “Computational Intelligence in Agile Manufacturing Engineering,” *Agil. Manuf. 21st Century Compet. Strateg.*, pp. 297–315, Jan. 2001, doi: 10.1016/B978-008043567-1/50016-4.
- [34] A. Gunasekaran, *Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy - A. Gunasekaran - Google Livros*. Elsevier Science Ltd, 2001.
- [35] Y. Koren *et al.*, “Reconfigurable Manufacturing Systems,” *CIRP Ann.*, vol. 48, no. 2, pp. 527–540, Jan. 1999, doi: 10.1016/S0007-8506(07)63232-6.
- [36] A. F. B. M. da Silva, “SIGestPro - Um Sistema Integrado de Gestão da Produção,” Universidade de Aveiro, 2013.
- [37] Kaizen Institute, “Homepage Kaizen Institute Portugal.” <https://pt.kaizen.com/> (accessed May 19, 2020).
- [38] K. W. Dailey, *The Lean Manufacturing Pocket Handbook*. Orlando: Dw Publishing, 2003.
- [39] ASQ, “PDCA Cycle - What is the Plan-Do-Check-Act Cycle?” <https://asq.org/quality-resources/pdca-cycle> (accessed May 19, 2020).
- [40] C. A. M. Cristóvão, “Análise e otimização de uma linha de produção,” Instituto Superior de Educação e Ciências, 2014.
- [41] A. Baptista, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, S. Ferreira, and G. Pinto, “Applying DMADV on the industrialization of updated components in the automotive sector : a case study,” vol. 00, no. 2020, 2021.
- [42] J. Peinado and A. R. Graeml, *Administração da produção e operações*. UnicenP, 2007.
- [43] C. Cunha and C. Dominguez, “A DMAIC project to improve warranty billing ’s operations : a case study in a Portuguese car dealer,” *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 64, no. 00351, pp. 885–893, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.08.603.
- [44] J. De Mast and J. Lokkerbol, “An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving,” *Intern. J. Prod. Econ.*, vol. 139, no. 2, pp. 604–614, 2012, doi: 10.1016/j.ijpe.2012.05.035.
- [45] G. Silva, M. T. Pereira, M. I. Bento, L. P. Ferreira, and J. C. Sá, “Using Six Sigma to analyse Customer Satisfaction at the product design and development stage,” vol. 00, no. 2019, pp. 1–7, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.124.
- [46] A. Pugna, R. Negrea, and S. Miclea, “Using Six Sigma Methodology to Improve the Assembly Process in an Automotive Company,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 221, pp. 308–316, 2016, doi: 10.1016/j.sbspro.2016.05.120.
- [47] A. B. Sin, S. Zailani, M. Iranmanesh, and T. Ramayah, “Structural Equation

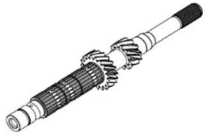
- Modelling on Knowledge Creation in Six Sigma DMAIC Project and Its Impact on Organizational Performance,” *Intern. J. Prod. Econ.*, 2015, doi: 10.1016/j.ijpe.2015.06.007.
- [48] S. Kumar, R. D. S. G. Campilho, and F. J. G. Silva, “Rethinking modular jigs’ design regarding the optimization of machining times,” *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 876–883, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.169.
- [49] A. Goyal, R. Agrawal, and C. R. Saha, “Quality management for sustainable manufacturing: Moving from number to impact of defects,” *J. Clean. Prod.*, vol. 241, p. 118348, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.118348.
- [50] R. S. Barot, J. Patel, B. Sharma, B. Rathod, H. Solanki, and Y. Patel, “Lean six sigma feasibility and implementation aspect in cast iron foundry,” *Mater. Today Proc.*, pp. 1–8, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.01.087.
- [51] F. J. G. Silva and L. C. P. Ferreira, *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*. 2018.
- [52] Organização Internacional do Trabalho, *Ergonomia*. OIT, 1996.
- [53] Renault Group, “About our Group - Groupe Renault.” <https://group.renault.com/en/our-company/> (accessed May 20, 2020).
- [54] Renault Cacia, “CACIA_Apresentacao_2019_PT.” 2019.
- [55] Renault Cacia, “Fábrica Renault Cacia.” 2014.
- [56] Renault Cacia, “Jornal Interno da Renault Cacia - Eficácia.” 2018, [Online]. Available: <https://www.renault.pt/descubra-a-renault/cacia/>.
- [57] Metal Working World Magazine, “State of the art of robotic welding.” <https://www.metalworkingworldmagazine.com/state-of-the-art-of-robotic-welding/> (accessed May 20, 2020).

ANEXOS

- 6.1 ANEXO 1: Processo dos produtos produzidos na empresa
- 6.2 ANEXO 2: Ficha de especificações do transportador
- 6.3 ANEXO 3: Plano de manutenção preventiva dos transportadores
- 6.4 ANEXO 4: Ficha de especificações da etiqueta dinâmica
- 6.5 ANEXO 5: Plano de manutenção preventiva do posto de aperto
- 6.6 ANEXO 6: Plano de manutenção preventiva do posto de desaperto
- 6.7 ANEXO 7: Plano de manutenção preventiva do posto de controlo de porosidades
- 6.8 ANEXO 8: Plano de manutenção preventiva do carro de transporte de peças
- 6.9 ANEXO 9: Ficha de especificações do robô ABB
- 6.10 ANEXO 10: Cronograma de ciclo da ilha
- 6.11 ANEXO 11: Plano de manutenção preventiva da ilha de carregamento automático

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1: Processo dos produtos produzidos na empresa



Processo das Árvores Primárias

OP110 – *Dressage/centrage/detourage* → Furos centrantes do veio/Centragem dos pontos/Contorno do diâmetro

OP120 – *Premier tournage* → Primeiro torneamento (Debaste Inicial)

OP130 – *Deuxième tournage* → Segundo torneamento (Acabamento)

OP135 – *Marquage tracibilité* → Marcação de identificação da peça

OP140 – *Rectification cannelure embrayage* → Retificação do estriado de embraiagem

OP150 – *Rectification cannelure pignons* → Retificação do estriado dos pinhões

OP160 – *Premier taillage* → Primeira talhagem

OP170 – *Deuxième taillage* → Segunda talhagem

OP180 – *Chanfreinage denture* → Chanfragem do dentado

OP190 – *Premier rasage* → Primeiro acabamento

OP200 – *Deuxième rasage* → Segundo acabamento

OP210 – *Roulage embrayage cannelure* → Conformação a frio zona embraiagem e do estriado

OP220 – *Roulage cannelure pignons* → Conformação a frio do estriado dos pinhões

OP230 – *Forage profonde* → Furação profunda

OP240 – *Percage radial* → “Pequena” furação radial

OP260 – *Lavage avant tth* → Lavagem antes do tratamento térmico

Traitement thermique → Tratamento térmico

- OP270 – *Pré-oxydation* → Pré-oxidação
- OP280 – *Carbonituration + trempe* → Carbonitruração + Têmpera
- OP300 – *Revenue* → Revenido
- OP330 – *Grenailage precontrainte denture* → Granalhagem pré-tensão do dentado

OP340 – *Redressage* → Desempeno

OP350 – *Rectification diamètre 32, embrayage et faces* → Retificação diâmetro 32, embraiagem e faces

OP360 – *Lavage avant phosphatation* → Lavagem antes da fosfatação

OP370 – *Phosphatation* → Fosfatação

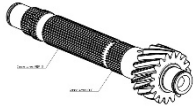
OP380 – *Rectification porte roulements et cannelure* → Retificação zona dos rolamentos e golas

OP390 – *Toilage portee joint* → Super acabamento

OP400 – *Lavage final* → Lavagem final

OP410 – *Contrôle 100% diamètres* → Controlo 100% dos diâmetros

OP420 – *Contrôle chocs denture* → Controlo de choques do dentado



Processo das Árvores Secundárias

OP110 – *Dressage centrage* → Furos centrantes do veio/Centragem dos pontos/Contorno do diâmetro

OP120/130 – *Tournage complet* → Torneamento completo

OP135 – *Contrôle automatique diamètre roulés + traçabilité* → Controlo automático do diâmetro + marcação de identificação da peça (rastreadibilidade)

OP140 – *Taillage denture* → Talhagem dentado

OP150 – *Chanfreinage denture* → Chanfragem do dentado

OP160 – *Roulage cannelure 35* → Conformação a frio do estriado diâmetro 35

OP170 – Conformação a frio (*roulage*) do estriado diâmetro 32

OP180 – *Perçage profonde* → Furação profunda

OP190 – *Perçage radial* → Furação radial

OP200 – *Rasage denture* → Acabamento do dentado

OP210 – *Lavage avant traitement thermique (tth)* → Lavagem antes do tratamento térmico

Traitement thermique → Tratamento térmico

- OP220 – *Pré-oxydation* → Pré-oxidação
- OP230 – *Carbonituration + trempe* → Carbonitruração + Têmpera
- OP250 – *Revenue* → Revenido
- OP270 – *Grenailage precontrainte denture* → Granalhagem pré-tensão do dentado

OP280 – *Redressage* → Desempeno

OP290 – *Phosphatation* → Fosfatação

OP300 – *Rectification diamètre 36 et cannelure* → Retificação do diâmetro 36 e estriado

OP320 – *Rectification porte roulements et cannelure* → Retificação da zona dos rolamentos e estriado

OP330 – *Lavage final* → Lavagem Final

OP340 – *Contrôle diamètres* → Controlo dos diâmetros

OP350 – *Contrôle choqs denture* → Controlo de choques do dentado



Processo das Árvores Secundárias (Marcha-atrás)

OP110 – *Tournage ébauche gauche* → Torneamento de desbaste esquerda

OP120 – *Tournage ébauche droite* → Torneamento de desbaste direita

OP130 – *Tournage finition* → Torneamento final (acabamento)

OP135 – *Contrôle automatique diamètre roulés + traçabilité* → Controlo automático do diâmetro + marcação de identificação da peça

OP140 – *Taillage denture* → Talhagem dentado

OP150 – *Chanfreinage denture* → Chanfragem dentado

OP160 – *Roulage cannelure* → Conformação a frio do estriado

OP170 – *Perçage profonde* → Furação profunda

OP180 – *Perçage radial* → Furação radial

OP190 – *Rasage denture* → Limpeza das marcas da talhagem do dentado

OP200 – *Lavage avant traitement thermique* → Lavagem antes do tratamento térmico

Traitement thermique → Tratamento térmico

- OP210 – *Pré-oxydation* → Pré-oxidação
- OP220 – *Carbonituration + trempe* → Carbonitruração + Têmpera
- OP240 – *Revenue* → Revenido

OP310 – *Rectification diamètres et faces* → Retificação diâmetros e faces

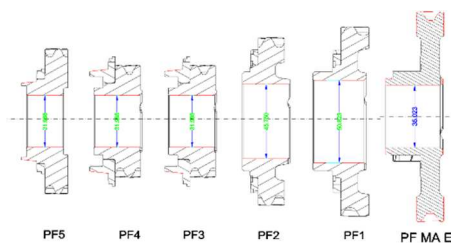
OP320 – *Pierrage porté roulement* → Retificação do porta rolamentos

OP325 – *Rectification denture* → Retificação dentado

OP330 – *Lavage final* → Lavagem final

OP340 – *Contrôle diamètres* → Controlo diâmetros

OP350 – *Contrôle choqs* → Controlo choques



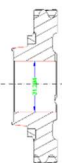
Processo dos Pinhões Loucos (PF – Pinhão Fou) – 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª

OP110/120 – *Tournage* → Torneamento

OP140 – *Taillage denture* → Talhagem dentado

OP150 – *Chanfreinage denture* → Chanfragem dentado

OP170 – *Rasage denture* → Acabamento dentado



PF6

Processo do Pinhão Louco (PF – Pinhão Fou) – 6ª

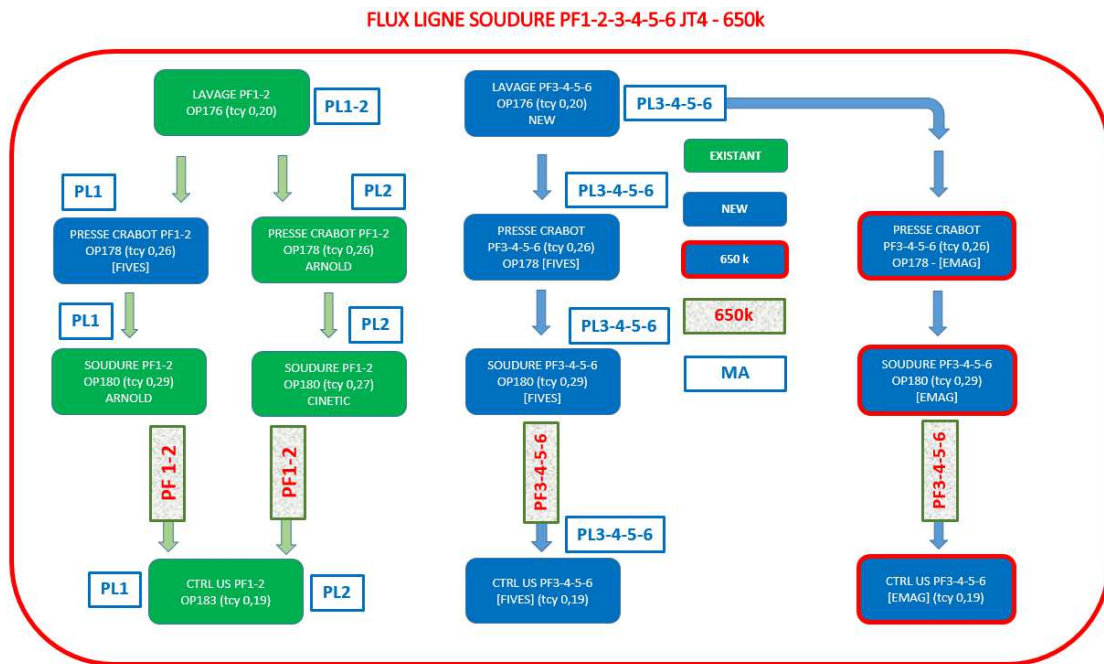
OP110/120 – *Tournage* → Torneamento

OP140 – *Taillage denture* → Talhagem dentado

OP150 – *Chanfreinage denture* → Chanfragem dentado

OP170 – *Rasage denture* → Acabamento dentado

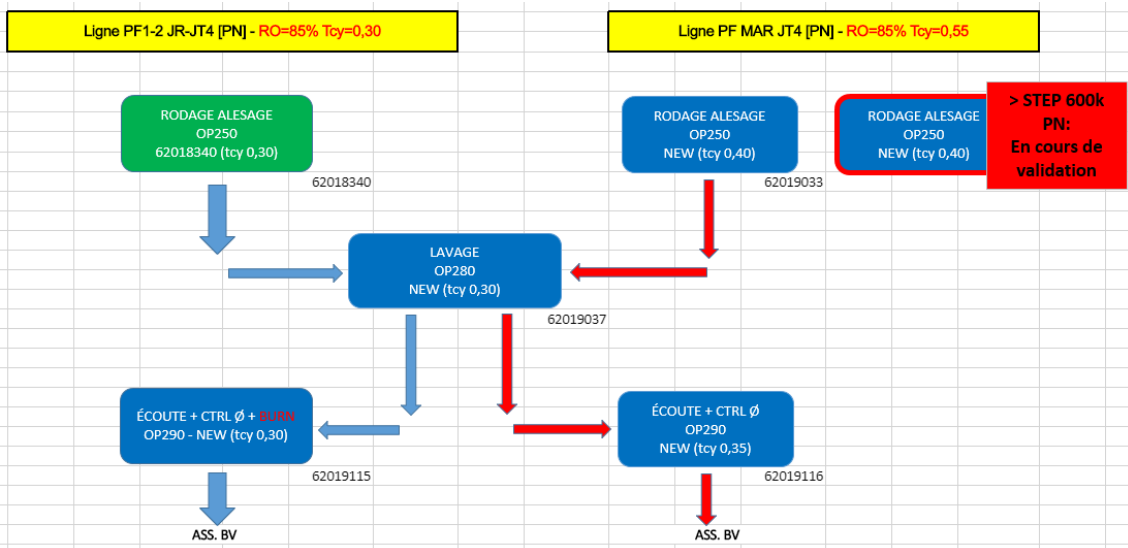
Linha de soldadura de pinhões

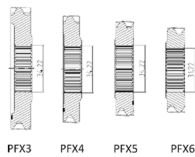
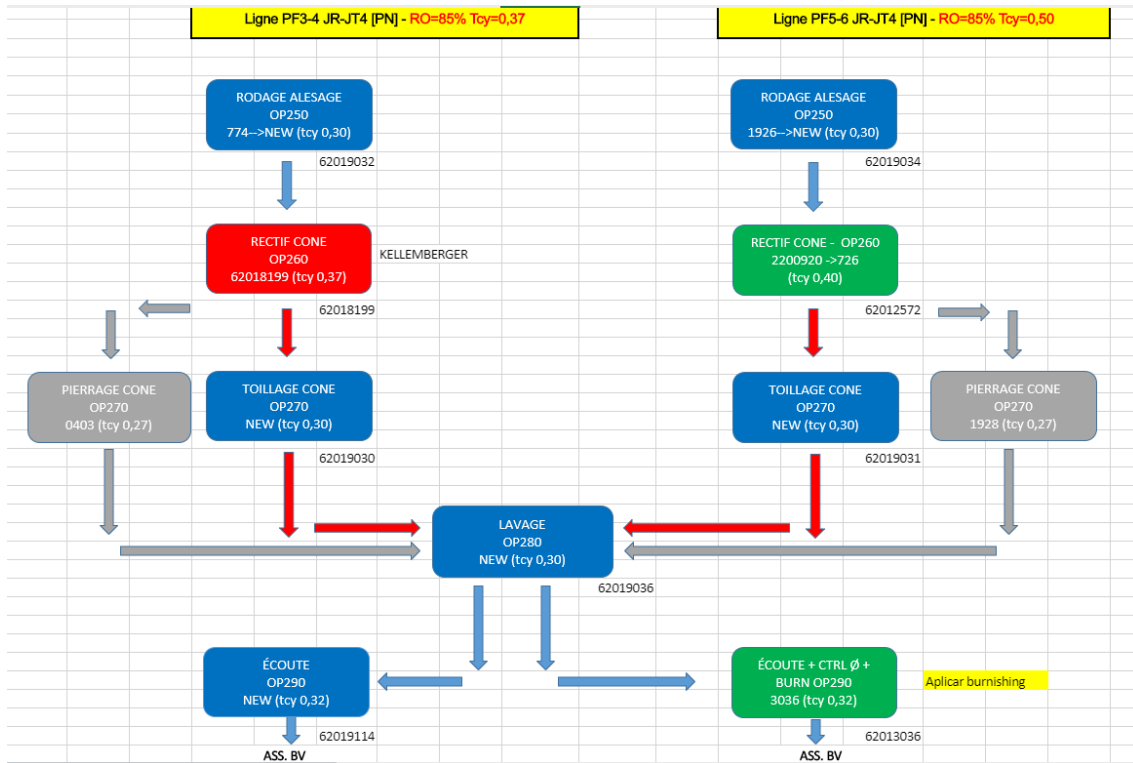


Processo do pinhão de marcha-atrás (MAR)

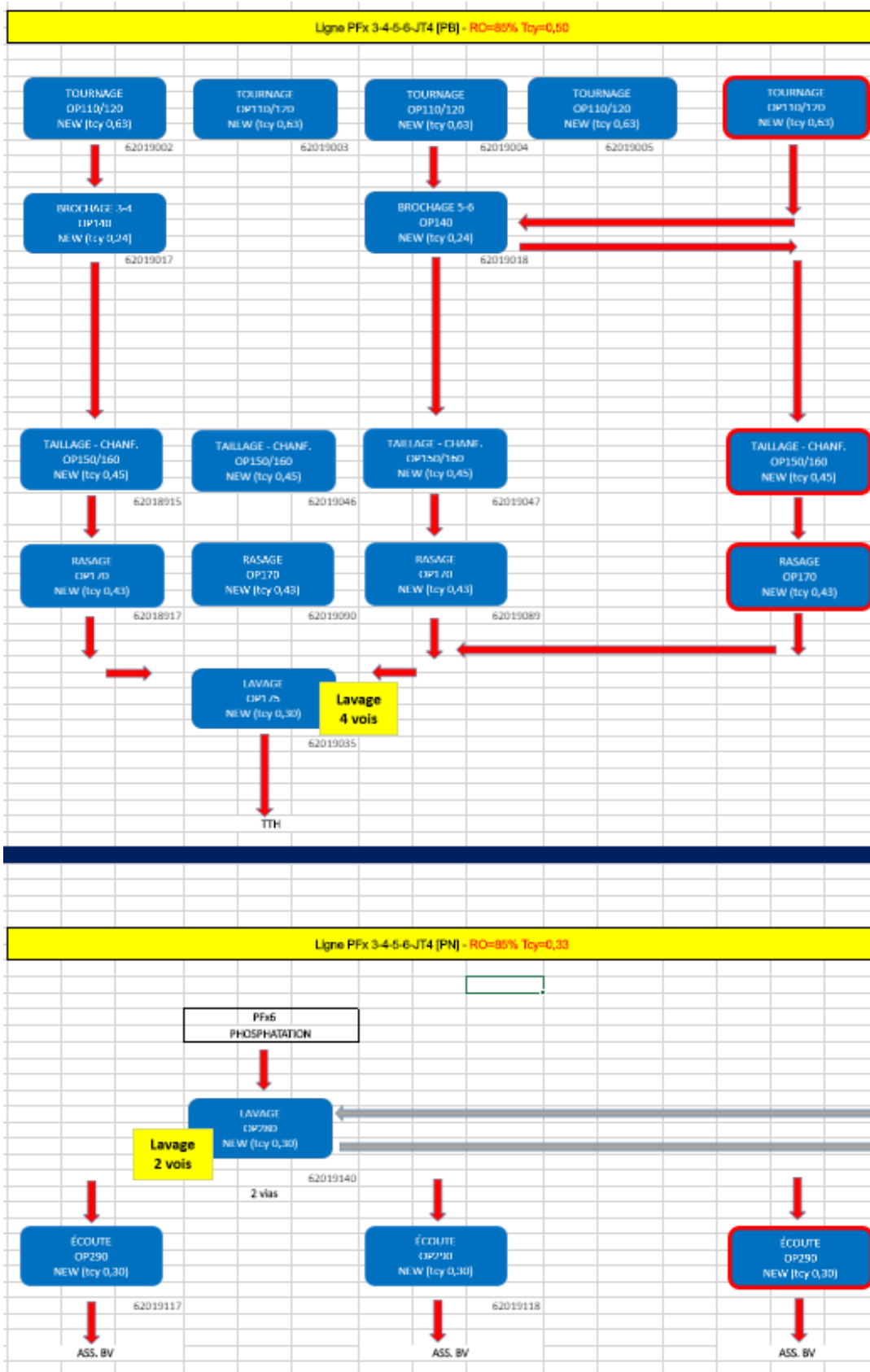
- OP110/120 – *Tournage* → Torneamento
- OP140 – *Taillage denture* → Talhagem dentado
- OP150 – *Chanfreinage denture* → Chanfragem dentado
- OP170 – *Rasage denture* → Acabamento dentado
- OP175 – *Lavage* → Lavagem

Tratamento Térmico





Processo do Pinhão fixo



Processo do Cárter Mecanismos (CM)

- OP110 – *Usinage de pièce vertical* → Maquinagem da peça (vertical)
OP120 – *Usinage de pièce horizontal* → Maquinagem da peça (horizontal)
OP125 – *Bridage pièce palette* → Aperto da peça na paleta
OP130 – *Lavage pièces* → Lavagem peças
OP140 – *Étanchéité* → Estanquidade
OP145 – *Débridage pièce palette* → Desaperto da peça da paleta
OP155 – *Déchargement + controle porosités* → Descarga + controlo das porosidades
OP160 – *Emballage* → Embalagem
OP170 – *Etiquette Galia/traçabilité* → Etiqueta gália/rastreabilidade

Processo do Cárter Embraiagem (CED)

O processo do cárter de embraiagem será abordado no desenrolar da caracterização do projeto.

Processo da Coroa

- OP110 – *Tournage ébauche* → Torneamento de desbaste
OP120 – *Tournage demi-finition* → Torneamento semi-acabamento
OP130 – *Crantage* → Realização de marcas na peça
OP140 – *Tournage finition* → Torneamento de acabamento
OP150 – *Taillage* → Talhagem
OP160 – *Chanfreinage* → Chanfragem
OP170 – *Rasage* → Acabamento
OP180 – *Lavage* → Lavagem

Traitement thermique → Tratamento térmico

- OP210 – *Pré-oxydation* → Pré-oxidação
 - OP220 – *Carbonitruration + trempe* → Carbonitruração + Têmpera
 - OP230 – *Lavage* → Lavagem
 - OP240 – *Revenue* → Revenido
 - OP250 – *Grenailage precontrainte denture* → Granalhagem pré-tensão do dentado
- OP340 – *Tournage dur* → Torneamento duro

Processo da Caixa diferencial

- OP110 – *Tournage ébauche* → Torneamento de desbaste
OP120 – *Perçage* → Furação
OP130 – *Tournage sphère* → Torneamento esférico
OP140 – *Tournage finition* → Torneamento de acabamento

Processo de Soldadura + Coroa

OP110 – *Lavage* → Lavagem

OP120 – *Décapage laser* → Decapagem a laser

OP130 – *Presse* → Prensagem

OP150 – *Soudure* → Soldadura

OP160 – *Contrôle* → Controlo

OP165 – *Soufflage* → Sopragem

OP170 – *Rodage* → Retificação do furo

OP180 – *Lavage* → Lavagem

OP190 – *Rectification denture* → Retificação do dentado

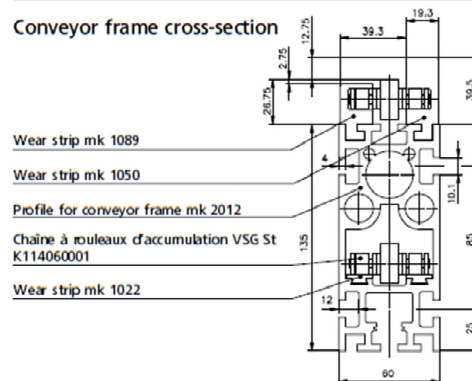
OP200 – *Lavage* → Lavagem

6.2 ANEXO 2: Ficha de especificações do transportador

Chain Conveyors SRF-P 2012



Conveyor frame cross-section





Accumulating roller chain conveyor SRF-P 2012 is designed for the transport and accumulation of loads up to 1000 kg (2200 lbs). As pallets travel on the large idler rollers, the conveyor is very quiet even at accumulation zones. The

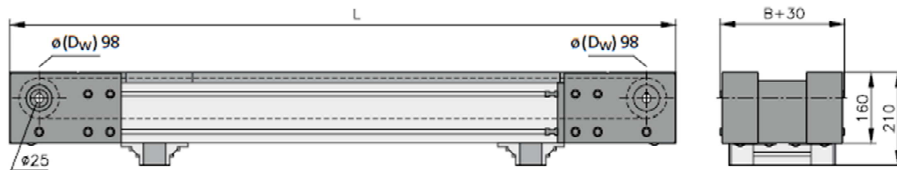
force required to hold accumulating pallets is minimal. Typical applications include product transfer between workstations or accumulation of products between processes. Entire handling systems can be designed using

this conveyor system. T-slots are accessible on three sides on the profile frame for the attachment of stands, side rails, sensors and stops (10 mm opening). mk offers a low-maintenance design for extending service intervals.

SRF-P 2012 AA

Accumulating roller chain conveyor with head drive without motor

B20.12.008



Wear strip options see page 199



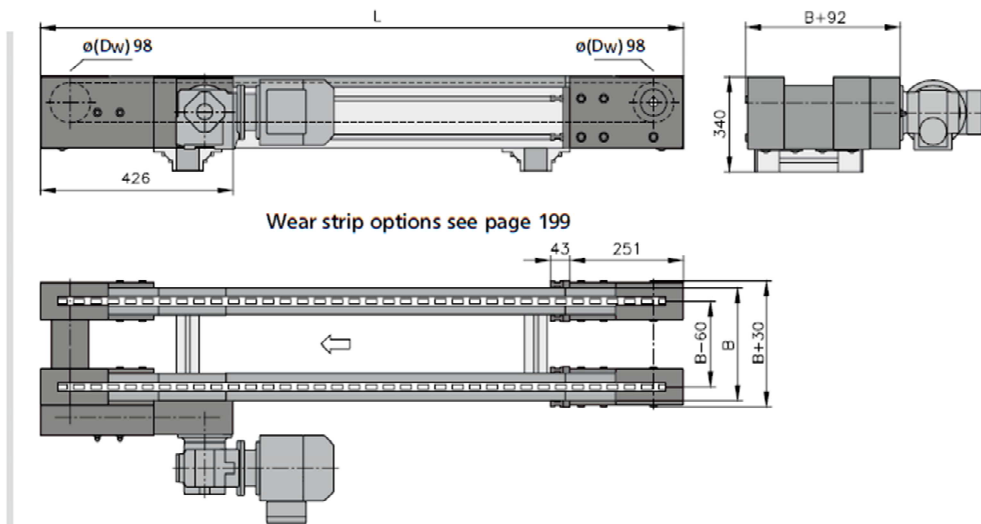
The AA drive variant, offers the advantage of operating multiple conveyor strands in parallel or in series with one drive. Depending on the requirement, the conveyor is designed either with a hollow shaft or with a connecting shaft with shaft journal ($\phi 20/25$ mm, usable length 40 mm, incl. feather key DIN 6885).

	Dimensions – technical information	Notes
Conveyor length L	between 1000-10000 mm	any increment possible depending on chain pitch
Conveyor width B	200 to 2000 mm	
Chain	accumulating roller chain 3/4" with plastic or steel roller	see from page 202
Drive and speed	to 30 m/min (100 ft/min)	see chart on page 12
Stands and side rails		see from page 262
Load capacity	total load to 1000 kg (2200 lbs) section load to 150 kg (330 lbs) /m	higher on request

SRF-P 2012 AS

Accumulating roller chain conveyor with outside head drive

B20.12.009



The overall height of the drive assembly is held to an absolute minimum.

	Dimensions – technical information	Notes
Conveyor length L	between 1000-10000 mm	any increment possible depending on chain pitch
Conveyor width B	200 to 2000 mm	
Chain	accumulating roller chain 3/4" with plastic or steel roller	see from page 202
Drive location	discharge side left/right	
Drive and speed	to 30 m/min (100 ft/min)	see chart on page 12
Stands and side rails		see from page 262
Load capacity	total load to 1000 kg (2200 lbs) section load to 150 kg (330 lbs) /m	higher on request

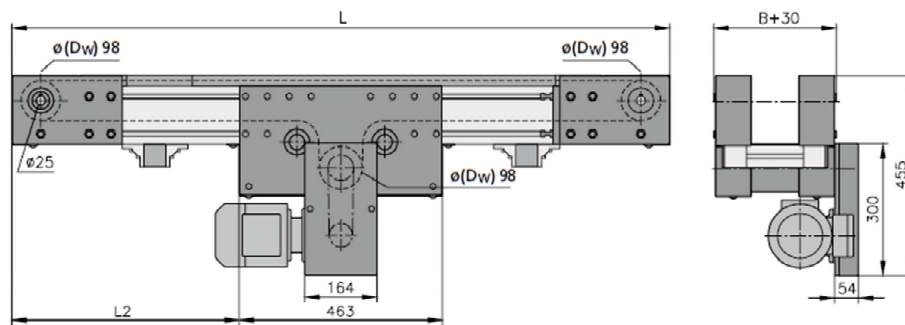
196

SRF-P 2012 BC

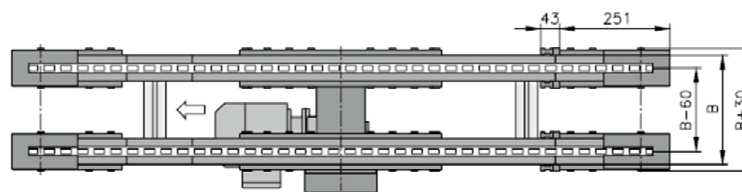
Accumulating roller chain conveyor with center drive standard



B20.12.010



Wear strip options see page 199



The compact design, and the ability to move the drive location anywhere along the conveyor frame, simplifies the integration of this conveyor into new or existing equipment.

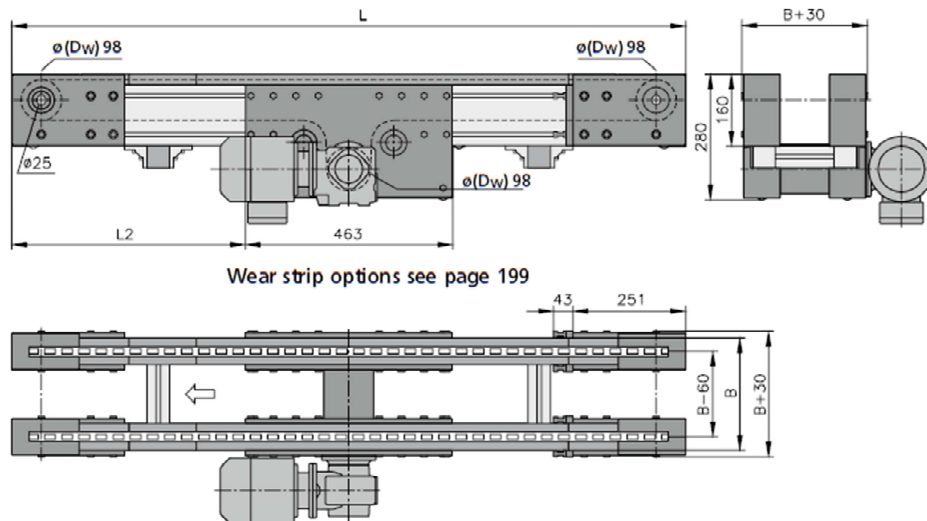
	Dimensions – technical information	Notes
Conveyor length L	between 1000-10000 mm	any increment possible depending on chain pitch
Conveyor width B	200 to 2000 mm	
Chain	accumulating roller chain 3/4" with plastic or steel roller	see from page 202
Drive location	left/right below	
Drive and speed	to 30 m/min (100 ft/min)	see chart on page 12
Stands and side rails		see from page 262
Load capacity	total load to 1000 kg (2200 lbs) section load to 150 kg (330 lbs) /m	higher on request

197

SRF-P 2012 BF

Accumulating roller chain conveyor with center drive, direct

B20.12.011



By placing the motor directly onto the drive shaft, this drive version minimizes not only the space required at the drive yet also the number of moving parts and maintenance requirements. The compact design, and the ability to move the drive location anywhere along the conveyor frame, simplifies the integration of this conveyor into new or existing equipment.

	Dimensions – technical information	Notes
Conveyor length L	between 1000-10000 mm	any increment possible depending on chain pitch
Conveyor width B	200 to 2000 mm	
Chain	accumulating roller chain 3/4" with plastic or steel roller	see from page 202
Drive location	discharge side left/right	
Drive and speed	to 30 m/min (100 ft/min)	see chart on page 12
Stands and side rails		see from page 262
Load capacity	total load to 1000 kg (2200 lbs) section load to 150 kg (330 lbs) /m	higher on request

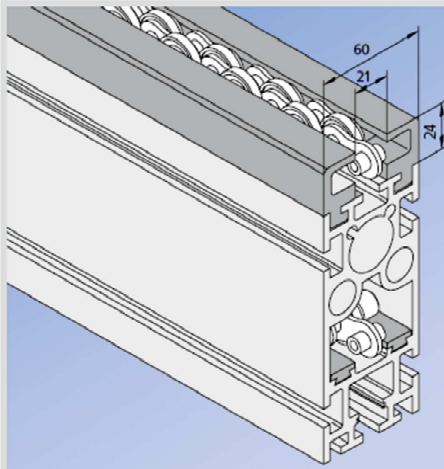
SRF-P 2012

Wear strips



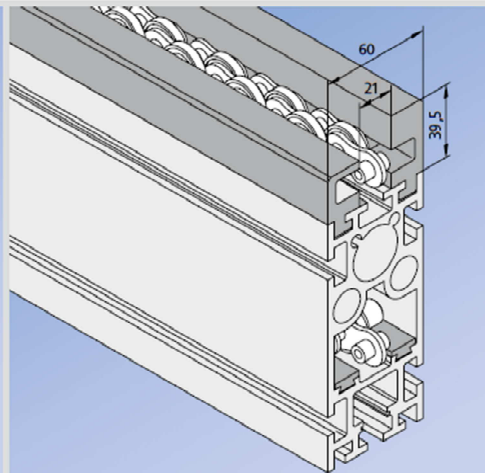
mk Guide- and wear strips feature low friction and high wear resistance.
The wear strips are made of PE-UHMW (PE-1000). Temperature max. 65° C (149° F).

Option A



Wear strips above mk 1089, 22.89.2000
Wear strip below mk 1022, 22.22.2000

Option B



Wear strip above right mk 1050, 22.50.2000
Wear strip above left mk 1089, 22.89.2000
Wear strip below mk 1022, 22.22.2000

6.3 ANEXO 3: Plano de manutenção preventiva dos transportadores



Plano de Manutenção Preventiva

Fabrica: C&CL

Conjunto: 1070CAC19		Designação: Transportadores e unidades de rotação		Instrução:													
Sub-conjunto (10 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efetuar (60 C. Max)	Tempo previsto (45 min:00)	Previdência (10 C)	Estado máquina (10 C)	Valores limites (10 C. Max)	Ferramenta (20 C. Max)	Grau (S/N)	Método (S/N)	Substituição peças		Nº peça (10 C. Max)	Nº intervenção (10 C)	AM (10 C)	MM (10 C)	Tempo (10 C)	
										Quantidade e designação / ref. Fabric. (40 C. Max)	Número MABEC (10 C)						
(01) comando	Botoneiras e sinaliz	(01) Verificar estado conservacao	00:02:00	4S01	MEP		Visual Manual	N	S								OP
(02) armario el.	Fechos dos Armários	(01) Verificar estado conservacao	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Cablagem Interior	(02) Arrumar Cablagem e Limpar	00:02:00	S26	MSP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e alterações	00:03:00	S26	MEP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Comp. Eléctricos	(04) Reaperto linhas do circuito de força, comando e terras	00:15:00	S26	MST		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Autómato e cartas	(15) Verificar estado conservacao e funcionamento	00:04:00	S26	MST		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Relé de segurança	(15) Verificar estado conservacao e funcionamento	00:02:00	S26	MST		Visual Manual	N	C								EL
(03) G. Trat. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Manual	N	C	(3x) VHS40-FD4A (SMC)							MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Manual	N	C	(1x) VHS30-FD3A (SMC)							MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula Arranque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(2x) AV4000-F04-SVZB-A (SMC)							MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula Arranque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(2x) AV3000-F03-SVZB-A (SMC)							MC
(03) G. Trat. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Manual	N	C	(3x) ISE40A-01-PL(SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Manual	N	C	(4x) AN20-02 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Manual	N	C	(2x) AN40-04 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Manual	N	C	(3x) AN30-C12 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Manual	N	C	(2x) AN30-03 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) ASP430F-F02-085 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de caudal	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) AS201F-02-08S4 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Válvula direccional de 5/2 vias Biestível	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(4x) SV3200-SU1							MC
(04) S Distri Reg P	Válvula direccional de 5/2 vias Biestível	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(16x) SV7200-SU1							MC
(04) S Distri Reg P	Filtro regulador	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) AW40-F04E-B							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-010-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-020-00-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-030-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-040-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-050-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-060-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-070-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-080-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente	Manutenção conforme informação do fabricante	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) 241193-090-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Transportador Corrente com elevação pneumática	Manutenção conforme informação do fabricante	00:01:00	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(2x) 241193-100-00-00 (mk)							MC
(06) Máquina	Mesa Giratória	Manutenção conforme informação do fabricante	00:01:00	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(2x) Tsa 200-4-315-2-D (SOPAP)							MC
(06) Máquina	Feed Fingers ATBM10A-H-BL	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(8x) ATBM10A-H-BL (Meumi)							MC
(06) Máquina	Rolamento frankle LVA0200	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:01:00	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) LVA0200 (Frankle)							MC
(06) Máquina	Cilindro MGPM50TF-25Z	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	S12	MSP		Visual Manual	N	C	(15x) MGPM50TF-25Z (SMC)							MC
(06) Máquina	Acoplamente marca KTR	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:01:00	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) ROTEX GS 28_25key_25key (KTR) (Standard)							MC
(06) Máquina	Batente Barreira virador	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(2x) 1070CAC19 08 01 134	E854938134						MC
(06) Máquina	Batente Barreira	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(12x) 1070CAC19 08 03 313	E854938313						MC
(06) Máquina	Batente barreira NCK	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 08 04 415	E854938415						MC
(06) Máquina		Respartar parafusos que apresentem sinal de desaperto	00:30:00	S52	MSP		Visual Manual	N	C								MC

Vous arrivez sur la dernière ligne du fichier, pour continuer, insérez des lignes au dessus de celle-ci, après avoir ôté la protection. Cliquez à la nouvelle pour émettre des erreurs de manipulation.

6.4 ANEXO 4: Ficha de especificações da etiqueta dinâmica

SIEMENS

Ficha técnica

6GT2600-0AC10

Designação do tipo de produto

Transponder MDS D124

Transponder MDS D124 for RF200/RF300 ISO/MOBY D button
Heat-resistant up to +180 ° ISO 15693 Chip type, NXP ICODE SLI,
112 byte user memory; 27x 4 mm (DxH); Minimum ordering quantity
20 units



Aptidão para utilização

RF200, RF300, MOBY D

Radiofrequências	
Frequência de funcionamento / valor nominal	13,56 MHz
alcance / máximo	300 mm; O alcance depende do leitor: consulte http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/67384964
Protocolo / com transmissão de rádio	ISO 15693
Taxa de transmissão / com transmissão de rádio / máximo	26,5 kbit/s
Característica do produto / capacidade de leitura multi-tag	Sim
Dados elétricos	
Componente do produto / bateria tampão	Não
Memória	
Tipo de memória	EEPROM
Capacidade de memória / da memória do utilizador	112 byte
Tipo de organização de memória	UID (codificação fixa) 8 bytes, memória do usuário 112 bytes, memória de configuração 8 bytes

6GT2600-0AC10

Página 1/3

14-07-2020

Reservado o direito a alterações
© Copyright Siemens

Número de ciclos de leitura / com temperatura ambiente de < 40°C / máximo	1000000000000000
Número de ciclos de escrita / com temperatura ambiente de < 40°C / máximo	1000000
Tempo de retenção de dados / com temperatura ambiente de < 40°C / mínimo	10 y
Característica da memória	Proteção contra gravação em bloco da memória do usuário
Tipo de chip transponder utilizado	NXP I-Code SLI
Dados mecânicos	
material	PPS
Cor	preto
Binário de aperto / do parafuso para a fixação do meio de produção / máximo	1 N·m
Distância de fixação / referente a superfícies metálicas / recomendado / mínimo	15 mm
Condições ambientais	
Temperatura ambiente	
<ul style="list-style-type: none"> • durante o acesso para escrita/leitura • fora do campo de escrita/leitura • durante o armazenamento 	-25 ... +125 °C -40 ... +180 °C -40 ... +125 °C
Condições ambientais / para funcionamento	Temperatura operacional permanente até 100 °C, a 180 °C: até 5000 horas ou 3000 ciclos de temperatura
Classe de proteção IP	IP68 / IPx9K
Resistência ao choque	conforme DIN EN... classe 7 M3
Aceleração ao choque	1000 m/s ²
Aceleração de oscilação	200 m/s ²
Modelo, medidas e pesos	
Altura	4 mm
Diâmetro	27 mm
Peso líquido	5 g
Tipo de fixação	Parafuso M3, colar
Características do produto, funções do produto, componentes do produto / gerais	
Característica do produto	
<ul style="list-style-type: none"> • sem silicone • imprimível 	Sim Não
Normas, especificações, aprovações	
Qualificação	
<ul style="list-style-type: none"> • IECEx 	Sim
tempo médio entre falhas (MTBF)	171 y
acessório	
acessório	Suporte de montagem e espaçador

Outras informações / Links da Internet	
Link da Internet	
<ul style="list-style-type: none">• para o web site: Auxiliar de selecção SIMATIC NET SELECTION TOOL	https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/67384964
<ul style="list-style-type: none">• para o web site: Comunicação industrial	http://www.siemens.com/ident/rfid
<ul style="list-style-type: none">• para o web site: Industry Mall	https://mall.industry.siemens.com
<ul style="list-style-type: none">• para o web site: Centro de Informação e Download	http://www.siemens.com/industry/infocenter
<ul style="list-style-type: none">• para o web site: Base de dados de imagens	http://automation.siemens.com/bilddb
<ul style="list-style-type: none">• para o web site: CAx-Download-Manager	http://www.siemens.com/cax
<ul style="list-style-type: none">• para o web site: Industry Online Support	https://support.industry.siemens.com
última alteração:	13-07-2020 

6.5 ANEXO 5: Plano de manutenção preventiva do posto de aperto



Plano de Manutenção Preventiva

Fabrica: C.A.C.I.

Conjunto: 1070CAC19		Designação: Posto de aperto		Instrução:													
Sub-conjunto (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (60 C. Max)	Tempo previsto (10 minutos)	Previsão de horas (10 C. Max)	Estado máquina (10 C. Max)	Valores limites (10 C. Max)	Ferramenta (20 C. Max)	Código (10 C. Max)	Sistema (10 C. Max)	Substituição peças		Nº peça (10 C. Max)	Nº intervenção (10 C.)	AM (C.)	MP (C.)	Equipam (C.)	
										Quantidade e designação / ref. Fornec. (40 C. Max)	Número MAREC (10 C.)						
(01) comando	Botoneiras e analis	(01) Verificar estado conservacao	00:02:00	4501	MEP		Visual Manual	N	S								OP
(02) armario el.	Fechos dos Armários	(01) Verificar estado conservacao	00:00:30	526	MSP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Cablagem interior	(02) Arrumar Cablagem e Limpar	00:02:00	526	MSP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e alterações	00:03:00	526	MEP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Comp. Eléctricos	(04) Reaperto linhas do circuito de força comando e terras	00:15:00	526	MST		Chave Fenda e Estreita	N	C								EL
(02) armario el.	Automato e cartas	(15) Verificar estado conservacao e funcionamento	00:04:00	526	MST		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Relé de segurança	(15) Verificar estado conservacao e funcionamento	00:02:00	526	MST		Visual Manual	N	C								EL
(03) G. Tr. Ar.	Válvula Aranjua Progression	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MFP		Visual Manual	N	C	(1x) A44000.F04.SV79LA (SMC)							MC
(03) G. Tr. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Manual	N	C	(1x) ISE40A-01-P-L(SMC)							MC
(03) G. Tr. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Manual	N	C	(1x) VHS40-F04A (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Electroválvula 5/3 Centros abertos	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	527	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) SY9440-SDO-Q (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Bloco de 1 posição SY9000	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) SY9000-27-2F-Q (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Manual	N	C	(3x) AN40-04 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Manual	N	C	(3x) AN20-02 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Válvula direccional de 5/2 vias Bleistável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Visual Manual	N	C	(4x) SY5200-SU1 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de pressão	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) AR20K-F01E-B (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de pressão	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) AR40K-F04E-B (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) ASP30F-F04-12S (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de caudal	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) AS2201F-01-06SA (SMC)							MC
(06) Máquina	Sensor magnético	(15) Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	526	MST		Manual	N	C	(6x) D-MIP5APC-S95 (SMC)							EL
(06) Máquina	Cilindro CD55B50-100	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MEP		Visual	N	C	(3x) CD55B50-100 (SMC)							MC
(06) Máquina	Cilindro CP96SDB125-125	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MEP		Visual	N	C	(1x) CP96SDB125-125 (SMC)							MC
(06) Máquina	Cilindro CP96SDB50-200C	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MEP		Visual	N	C	(1x) CD55B50-100 (SMC)							MC
(06) Máquina	Perma CLASSIC	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:01:00	512	MSP		Visual Manual	N	C	(3x) PRM-100074							MC
(06) Máquina	Perma CLASSIC	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:01:00	512	MSP		Visual Manual	N	C	(4x) PRM-100449							MC
(06) Máquina	Chumaceira Linear LUCD 30-2LS	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	526	MSP		Visual Manual	N	C	(8) LUCD 30 -2LS							MC
(06) Máquina	Patim 25	Verificar estado conser., funcion. e lubrificar	00:01:00	512	MSP		Visual Manual	N	C	(3x) R1651 294 20 (Bosch-Rexroth)							MC
(06) Máquina	Rail 25 (L=216, T1=26, T2=10)	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	512	MSP		Visual Manual	N	C	(3x) R165520131 (Bosch-Rexroth)							MC
(06) Máquina	parra	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:01:00	512	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 03 03 317	E854933317						MC
(06) Máquina	Calcdor bridadeg	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:01:00	512	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 03 05 513	E854933513						MC
(06) Máquina	Rolo CFUR8-19	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	526	MSP		Visual Manual	N	C	(4x) CFUR8-19 (Mitsumi Corp.)							MC
(06) Máquina	Chumaceira Rotativa 20	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	526	MSP		Visual Manual	N	C	(4x) CPDR20 (Mitsumi Corp.)							MC
(06) Máquina	Chumaceira Linear LHMW-MX25	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	526	MSP		Visual Manual	N	C	(2x) LHMW-MX25 (Mitsumi Corp.)							MC
(06) Máquina	Cilindro CD55B63-45M	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MEP		Visual	N	C	(1x) CD55B63-45M (SMC)							MC
(06) Máquina	Indecador Paleta com pino centrador	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	526	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 07 723	E854932723						MC
(06) Máquina	Indecador Paleta com pino centrador D_7.5	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	526	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 07 724	E854932724						MC
(06) Máquina		Reapertar parafusos que apresentem sinal de desaperto	00:30:00	552	MSP		Visual Manual	N	C								MC

Vous devez sur la dernière ligne du fichier, pour continuer, insérer des lignes au dessus de celle-ci, après avoir ôté la protection. (Prenez à la dernière pour éteindre des mesures de maintenance.)

6.6 ANEXO 6: Plano de manutenção preventiva do posto de desaperto



Plano de Manutenção Preventiva

Fabrica: CACLA

Conjunto: 1070CAC19		Designação: Posto de desaperto		Instrução:													
Sub-conjunto (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (60 C. Max)	Tempo previsto (horas:min)	Frequência (1 C.)	Estado seguinte (1 C.)	Valores limites (10 C. Max)	Ferramentas (20 C. Max)	Grama (10 C.)	Sinalização	Sustituição peças		Nº gama (10 C. Max)	Nº intervenção (10 C.)	AM (1 C.)	AN (1 C.)	Apoio (1 C.)	
										Quantidade e designação / ref. Fornc. (40 C. Max)	Número MABEC (10 C.)						
(01) comando	Botoneiras e sinaliz	(01) Verificar estado conservacao	00:02:00	4801	MEP		Visual Manual	N	S								OP
(02) armario el.	Fechos dos Armários	(01) Verificar estado conservacao	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Cablagem Interior	(02) Arrumar Cablagem e Limpar	00:02:00	S26	MSP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e alterações	00:03:00	S26	MEP		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Comp. Eléctricos	(04) Reparto linhas do circuito de força, comando e terras	00:15:00	S26	MST		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Autómato e cartas	(15) Verificar estado conservacao e funcionamento	00:04:00	S26	MST		Visual Manual	N	C								EL
(02) armario el.	Relé de seguranga	(15) Verificar estado conservacao e funcionamento	00:02:00	S26	MST		Visual Manual	N	C								EL
(03) G. Trat. Ar.	Válvula Arranque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) A14000-F04-5VZB-A (SMC)							MC
(03) G. Trat. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) ISE40A-01-P-LJ(SMC)							MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) VHS40-F04A (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Electroválvula 5/3 Centros abertos	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S27	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) SY9440-SDO-Q (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Bloco de 1 posição SY9000	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) SY9000-27-2F-Q (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(3x) AN40-04 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(3x) AN20-02 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Válvula direccional de 5/2 vias Biestável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(4x) SY5200-SU1 (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) ASP330F-F04-12S (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de caudal	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) AS2201F-01-06SA (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de pressão	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) AR20K-F01E-B (SMC)							MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de pressão	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) AR40K-F04E-B (SMC)							MC
(06) Máquina	Sensor magnético	(15) Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MST		Visual Manual	N	C	(6x) D-MF5APC-595 (SMC)							EL
(06) Máquina	Cilindro CD55B50-100	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	S12	MEP		Visual Manual	N	C	(3x) CD55B50-100 (SMC)							MC
(06) Máquina	Cilindro CP96SDB125-125	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	S12	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) CP96SDB125-125 (SMC)							MC
(06) Máquina	Cilindro CP96SDB60-200C	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	S12	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) CD55B50-100 (SMC)							MC
(06) Máquina	Perma CLASSIC	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	S12	MSP		Visual Manual	N	C	(3x) PRM-100074							MC
(06) Máquina	Perma CLASSIC	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	S12	MSP		Visual Manual	N	C	(4x) PRM-100449							MC
(06) Máquina	Chumaceira Linear LUCD 30-2LS	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(8) LUCD 30-2LS							MC
(06) Máquina	Patim 25	Verificar estado conser. funcion. e lubrificar	00:01:00	S12	MSP		Visual Manual	N	C	(3x) R1651 294 20 (Bosch-Reuroth)							MC
(06) Máquina	Rail 25 (L=218; T1=28; T2=10)	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S12	MSP		Visual Manual	N	C	(3x) R160520131 (Bosch-Reuroth)							MC
(06) Máquina	Calçador desbridaçgem PDB	Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	S12	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 06 01 121	E854938121						MC
(06) Máquina	Rolo CFURS-19	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(4x) CFURS-19 (Mitsumi Corp.)							MC
(06) Máquina	Chumaceira Rotativa 20	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(4x) CPDR20 (Mitsumi Corp.)							MC
(06) Máquina	Chumaceira Linear LHMCW-MX2S	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(2x) LHMCW-MX2S (Mitsumi Corp.)							MC
(06) Máquina	Cilindro CD55B63-45M	Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	S12	MEP		Visual Manual	N	C	(1x) CD55B63-45M (SMC)							MC
(06) Máquina	Indevador Paleta com pino centrador	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 07 723	E854932723						MC
(06) Máquina	Indevador Paleta com pino centrador D_7,5	Verificar estado conservacao e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(1x) 1070CAC19 02 07 724	E854932724						MC
(06) Máquina		Reapertar parafusos que apresentem sinal de desaperto	00:30:00	S52	MSP		Visual Manual	N	C								MC

*Vouy arrive sur la dernière ligne du fichier, pour continuer, insérez des lignes au dessus de celle-ci, après avoir été la protection (Prenez à la main pour éviter des erreurs de manipulation).

6.7 ANEXO 7: Plano de manutenção preventiva do posto de controlo de porosidades



Plano de Manutenção Preventiva

Fábrica: C.A.C.L.S.

Conjunto: 1070CAC19		Designação: Posto Controlo Visual 100%		Instrução:									
Subconjunto (20 C. Max)	Tarefas (20 C. Max)	Operação a efetuar (20 C. Max)	Tempo (em min) (20 C. Max)	Cód. de identificação (20 C. Max)	Tipo de intervenção (20 C. Max)	Vizível (20 C. Max)	Pericuidoso (20 C. Max)	Nº de intervenções (20 C. Max)	Secção 100%		Nº de intervenções (20 C. Max)	Nº de intervenções (20 C. Max)	Nº de intervenções (20 C. Max)
									Quantidade e designação ref. Fornec. (40 C. Max)	Número MAREC (10 C.)			
(01) comando	Botoneiras e sinaliz	(01) Verificar estado conservação	00:02:00	4501	MEP	Visual	Manual	N	S				OP
(02) amarrão el.	Fichos dos Amarrões	(01) Verificar estado conservação	00:06:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C				EL
(02) amarrão el.	Cablagem interior	(02) Amarrar Cablagem e Limpar	00:02:00	526	MSP	Visual	Manual	N	C				EL
(02) amarrão el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e alterações	00:03:00	526	MSP	Visual	Manual	N	C				EL
(02) amarrão el.	Comp. Eléctricos	(04) Respeito linhas do circuito de força, comando e terras	00:15:00	526	MST	Visual	Manual	N	C				EL
(02) amarrão el.	Automato e cartas	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:04:00	526	MST	Visual	Manual	N	C				EL
(02) amarrão el.	Rede de segurança	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:02:00	526	MST	Visual	Manual	N	C				EL
(03) G. Tral. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	Manual	N	C	(1) VHS40-F5M (SMC)			MC
(03) G. Tral. Ar.	Válvula Amarrque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(1) A14200-F54-FY2B-A (SMC)			MC
(03) G. Tral. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	Manual	N	C	(3) ISE45A-01-P-LJ(SMC)			MC
(04) S. Diátri Rag P	Válvula direccional de 5/3 Centros Abertos	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(2) SY7400-SU1			MC
(04) S. Diátri Rag P	Válvula direccional de 5/2 monoestável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(2) SY7100-SU1			MC
(04) S. Diátri Rag P	Válvula direccional de 5/2 vias flexíveis	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(2) SY7200-SU1			MC
(04) S. Diátri Rag P	Válvula direccional de 5/3 Centros abertos	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(2) SY5440-S00-G			MC
(04) S. Diátri Rag P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	Manual	N	C	(2) AN22-Q2 (SMC)			MC
(04) S. Diátri Rag P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	Manual	N	C	(1) AN33-C12 (SMC)			MC
(04) S. Diátri Rag P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	Manual	N	C	(3) AN45-Q4 (SMC)			MC
(04) S. Diátri Rag P	Electroválvula 3/2 Monoestável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	Manual	N	C	(1) EY7171-F52-Q2F-Q (SMC)			MC
(04) S. Diátri Rag P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Manual	Manual	N	C	(4) VBU18 (CAMOZZI)			MC
(04) S. Diátri Rag P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	526	MEP	Visual	Manual	N	C	(4) ASP430F-F02-085 (SMC)			MC
(04) Máquina	Sensor magnético	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MST	Manual	Manual	N	C	(12) D-M99APC-595 (SMC)			EL
(04) Máquina	Cilindro CD55850-50M	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(2) CD55850-50M (SMC)			MC
(04) Máquina	Cilindro CD55832-12M	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(2) CD55832-12M (SMC)			MC
(04) Máquina	Cilindro CP965080-250C	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(1) CP965080-250C (SMC)			MC
(04) Máquina	Cilindro MGPM507F-252	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(2) MGPM507F-252 (SMC)			MC
(04) Máquina	Cilindro CP965080-280C	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(1) CP965080-280C (SMC)			MC
(04) Máquina	Amortecedor	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(3) RBC20155 (SMC)			MC
(04) Máquina	Patim esteras 20	(06) Verificar estado conservação e nível de lubrificante	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(12) R1651 514 20 (Bosch)			MC
(04) Máquina	Rol esteras 20 x 300mm	(06) Verificar estado conservação e nível de lubrificante	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(4) R1605-004-31 L-300 (Bosch)			MC
(04) Máquina	Rol esteras 20 x 450mm	(06) Verificar estado conservação e nível de lubrificante	00:01:00	512	MSP	Visual	Manual	N	C	(2) R1605-004-31 L-450 (Bosch)			MC
(04) Máquina	Roleamento 6306-2RS1	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(4) 6306-2RS1 (SKF)			MC
(04) Máquina	Bateria anti-retorno	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(2) A7803 15K-R2C (Insumi)			MC
(04) Máquina	Mola Pino indexador	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	526	MSP	Visual	Manual	N	C	(2) C-226 170 0370.A (MOZPrestis)			MC
(04) Máquina	Reapertar parafusos que apresentem sinal de desaperto	Reapertar parafusos que apresentem sinal de desaperto	00:30:00	552	MSP	Visual	Manual	N	C				MC

Vous entrez la dernière ligne du Schéa; pour continuer, cliquez des lignes au dessus de celle-ci, après avoir été la projection (Passez à la dernière pour écrire des extraits de sous-projet).

6.8 ANEXO 8: Plano de manutenção preventiva do carro de transporte de peças



Plano de Manutenção Preventiva

Fábrica CACTA

Conjunte: 1070CAC19		Designação: Carro de transporte de cárteres		Instrução:													
Sub-conjunte (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (40 C. Max)	Tempo máximo (minutos)	Resistência (1 C.)	Parafusos e porcas a utilizar	Válvulas e limitres (10 C. Max)	Ferramentas (20 C. Max)	Estruturação (5 C.)	Sinalização (5 C.)	Sustituição peças		Nº gama (10 C. Max)	Nº identificação (10 C.)	M.D.A.M. (1 C.)	M.D.M. (1 C.)	M.D.P. (1 C.)	
										Quantidade e designação / ref. técnica (40 C. Max)	Número MABAC (10 C.)						
(06) Máquina	Centrador Parcial Cártar JT4	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(12) 1070CAC19 01 01 035	ES5483035						MC
(06) Máquina	Apoio Cártar MDD5	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(36) 1070CAC19 01 01 036	ES5483036						MC
(06) Máquina	Posicionador DIFF Cártar JT4	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP		Visual Manual	N	C	(12) 1070CAC19 01 01 038	ES5483038A						MC
(06) Máquina		Respeitar parafusos que apresentem sinal de desgaste	00:30:00	S52	MSP		Visual Manual	N	C								MC

Vous arriver sur la dernière ligne de l'illustration, pour continuer, passer des lignes au dessus de celles-ci, après avoir été la protection. (Presser à la remontée pour éviter des erreurs de manipulation).

6.9 ANEXO 9: Ficha de especificações do robô ABB



ROBOTICS

IRB 6700

The 7th generation of large industrial robots



The IRB 6700 family of robots is a natural evolution following 40 years of large robot heritage at ABB. This 7th generation of large ABB robots features a multitude of next generation improvements derived from intimate customer relationships and exhaustive engineering studies.

The IRB 6700 family is the highest performance robots in the 150-300 kilogram class, now with a 20 percent reduction in total cost of ownership achieved through more robust design, longer service intervals, increased efficiency and simplified maintenance versus the previous generation.

Multiple variants

These robots enhances ABB's portfolio by combining greater uptime, higher payloads and longer reach for use in Spot Welding, Material Handling and Machine Tending applications at the automotive and the general industries. This array of robot variants has payloads from 150 to 300 kg, reaches 2.6 to 3.2 meters, and are available as floor mounted and inverted versions.

Robust and reliable

The entire robot structure has been strengthened with higher rigidity, resulting in increased accuracy, shorter cycle time and better protection. It has been built to withstand the harshest working environments and is available with ABB's ultimate Foundry Plus 2 protection system. The IRB 6700 has also been validated and tested with more robot prototypes than ever before to ensure that the predictions for reliability were accurate in the real world.

Simplified maintenance

In designing the robot, easier serviceability was identified as a critical aspect for improving its total cost of ownership. Therefor service and repair time has been reduced by 15 percent.

Access to motors has also been improved and technical documentation for maintenance has become easier to read and understand through the use of improved graphics and 3D simulations called "Simstructions."

Built around LeanID

Every robot in the 6700 family has been designed to accommodate LeanID—a new Integrated Dressing (ID) solution meant to achieve a balance between cost and durability by integrating the most exposed parts of the dress pack into the robot. Equipping an IRB 6700 with LeanID makes it easier to program and simulate with predictable cable movements, creates a more compact footprint, and lengthens service intervals due to lessened wear and tear.

Features and benefits

- Increased service intervals and decreased service times
- Longer uptime - mean time between failures 400,000 hours
- Available with LeanID for cost effectively increasing dress pack lifetimes
- More robust with a rigid structure and a new generation of motors and compact gearboxes
- Increased speed and shorter cycle times - on average 5 percent faster
- Improved accuracy and higher payloads
- Built to operate in the harshest environments - available with Foundry Plus 2 package
- 15 percent lower energy consumption

Specification				
Robot version	Reach (m)	Handling capacity (kg)*	Center of gravity (kg)	Wrist torque (Nm)
Without LeanID				
IRB 6700-200/2.60	2.60	200	300	981
IRB 6700-155/2.85	2.85	155	300	927
IRB 6700-235/2.65	2.65	235	300	1324
IRB 6700-205/2.80	2.80	205	300	1263
IRB 6700-175/3.05	3.05	175	300	1179
IRB 6700-150/3.20	3.20	150	300	1135
IRB 6700-300/2.70	2.70	300	300	1825
IRB 6700-245/3.00	3.00	245	300	1693
IRB 6700Inv-300/2.60	2.60	300	300	1825
IRB 6700Inv-245/2.90	2.90	245	300	1645
With LeanID				
IRB 6700-200/2.60	2.60	175	300	981
IRB 6700-155/2.85	2.85	140	300	927
IRB 6700-235/2.65	2.65	220	300	1324
IRB 6700-205/2.80	2.80	200	300	1263
IRB 6700-175/3.05	3.05	155	300	1179
IRB 6700-150/3.20	3.20	145	300	1135
IRB 6700-300/2.70	2.70	270	300	1825
IRB 6700-245/3.00	3.00	220	300	1693
IRB 6700Inv-300/2.60	2.60	270	300	1825
IRB 6700Inv-245/2.90	2.90	210	300	1645
Number of axes	6			
Protection	Std: IP67. Option: Foundry Plus 2			
Mounting	Floor, inverted			
Controller	IRC5 Single Cabinet/ IRC5 PMC Panel Mounted Controller			

* Extra loads can be mounted on all variants. 50 kg on upper arm and 250 kg on frame of axis 1.

Performance (according to ISO 9283)

	Position repeatability	Path repeatability
IRB 6700-200/2.60	0.05 mm	0.10 mm
IRB 6700-155/2.85	0.10 mm	0.15 mm
IRB 6700-235/2.65	0.05 mm	0.10 mm
IRB 6700-205/2.80	0.05 mm	0.15 mm
IRB 6700-175/3.05	0.05 mm	0.10 mm
IRB 6700-150/3.20	0.10 mm	0.15 mm
IRB 6700-300/2.70	0.10 mm	0.15 mm
IRB 6700-245/3.00	0.05 mm	0.10 mm
IRB 6700Inv-300/2.60	0.05 mm	0.25 mm
IRB 6700Inv-245/2.90	0.10 mm	0.10 mm

Actual values are equal or below the given values.

Technical information	
Electrical Connections	
Supply voltage	200-600 V, 50/60 Hz
Energy consumption	2.8 kW
Physical	
Robot base	1004 x 720 mm
Robot weight (without DressPack)	
IRB 6700-200/2.60	1250 kg
IRB 6700-155/2.85	1260 kg
IRB 6700-235/2.65	1205 kg
IRB 6700-205/2.80	1270 kg
IRB 6700-175/3.05	1220 kg
IRB 6700-150/3.20	1280 kg
IRB 6700-300/2.70	1525 kg
IRB 6700-245/3.00	1540 kg
IRB 6700 Inv-300/2.60	1690 kg
IRB 6700 Inv-245/2.90	1705 kg
Environment	
Ambient temperature for mechanical unit	
During operation	+5°C (41°F) to +50°C (122°F)
During transportation and storage	-25°C (13°F) to +55°C (131°F)
During for short periods (max. 24h)	up to +70°C (158°F)
Relative humidity	Max. 95 %
Noise level	Max. 71 dB
Safety	Double circuits with supervision, emergency stops and safety functions, 3-position enable device
Extended safety	SafeMove2
Emission	EMC/EMI-shielded
Options	Foundry Plus 2 LeanID

Data and dimensions may be changed without notice.

Movement

Axis movement	Working range
Axis 1 rotation	Default: ±170° Option: ±220°
Axis 2 arm	-65°/+85° ¹
Axis 3 arm	-180°/+70°
Axis 4 wrist	Default: ±300°
Axis 5 bend	±130° ²
Axis 6 turn	Default: ±1360° ³ Max. rev: ±93.7

¹ Working range for variants IRB 6700-300/2.70 and -245/3.00: +85° to -65° when axis 3 is within +70° to -45°, +85° to -58° when axis 3 is within +70° to -180°

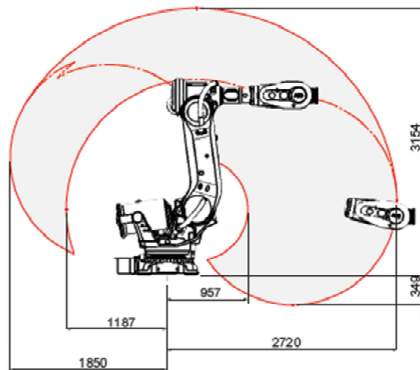
² Working range +120° to -120° for robots with LeanID.

³ Working range +220° to -220° for robots with LeanID.

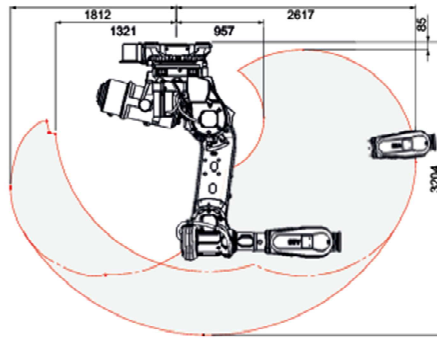
Axis max. speed

	Axis 1 (°/s)	Axis 2 (°/s)	Axis 3 (°/s)	Axis 4 (°/s)	Axis 5 (°/s)	Axis 6 (°/s)
IRB 6700-200/2.60	110	110	110	190	150	210
IRB 6700-155/2.85	110	110	110	190	150	210
IRB 6700-235/2.65	100	90	90	170	120	190
IRB 6700-205/2.80	100	90	90	170	120	190
IRB 6700-175/3.05	100	90	90	170	120	190
IRB 6700-150/3.20	100	90	90	170	120	190
IRB 6700-300/2.70	100	88	90	140	110	180
IRB 6700-245/3.00	100	88	90	140	110	180
IRB 6700Inv-300/2.60	100	88	90	140	110	180
IRB 6700Inv-245/2.90	100	88	90	140	110	180

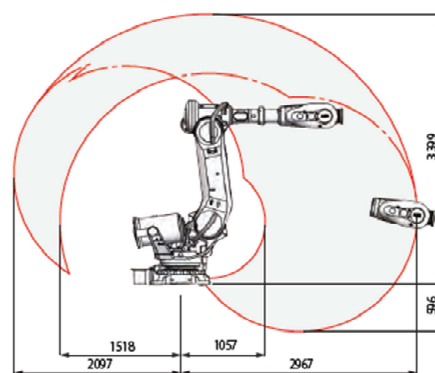
Working range, IRB 6700-300/2.70



Working range, IRB 6700Inv-300/2.60



Working range, IRB 6700-245/3.00



Working range, IRB 6700Inv-245/2.90

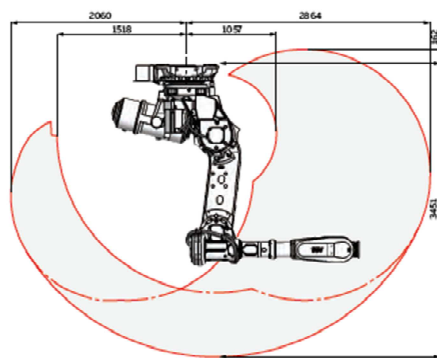
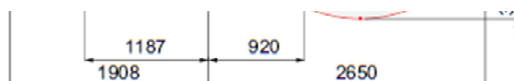


abb.com/robotics

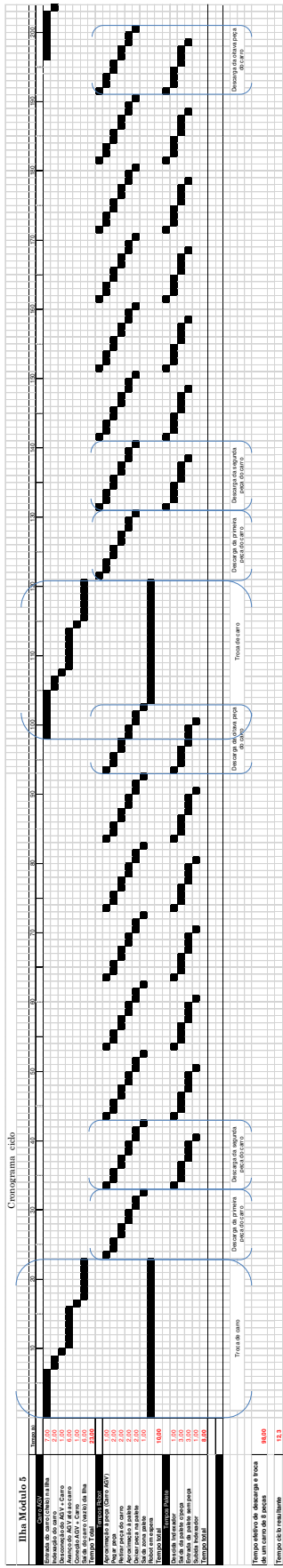
We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB. Copyright © 2019 ABB. All rights reserved.



ROBOSZEN RevJ January 2019

6.10 ANEXO 10: Cronograma de ciclo da ilha



6.11 ANEXO 11: Plano de manutenção preventiva da ilha de carregamento automático



Plano de Manutenção Preventiva

Fábrica: CACFI

Conjunto: 1070CAC19		Designação: Ilha de carregamento		Instrução:								
Sub-conjunte (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (60 C. Max)	Tempo por hora (10 min)	Frequência (1 C)	Est. Manutenção (1 C)	Valor limite (10 C. Max)	Ferramentas (20 C. Max)	Substituição peças	Nº peça (10 C. Max)	Nº intervenção (10 C)	Art. (1 C)	Preparação (1 C)
								Quantidade e designação / ref. Ferrac. (40 C. Max)	Número MAREC (10 C)			
(01) comando	Botoneiras e sinais	(01) Verificar estado conservação	00:02:00	4S01	MEP	Visual Manual	N					OP
(02) armario el.	Fechos dos armários	(01) Verificar estado conservação	00:00:30	S26	MSP	Visual Manual	N					EL
(02) armario el.	Cablagem Interior	(02) Arrumar Cablagem e Limpar	00:02:00	S26	MSP	Visual Manual	N					EL
(02) armario el.	Documentação Técnica	(03) Verificar existência de todos os esquemas e abstracções	00:03:00	S26	MEP	Visual Manual	N					EL
(02) armario el.	Comp. Eléctrico	(04) Reaperto linhas do circuito de força, comando e terras	00:15:00	S26	MST	Visual Manual	N	Chave Fenda e Estrala				EL
(02) armario el.	Automato e cartas	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:04:00	S26	MST	Visual Manual	N					EL
(02) armario el.	Rele de segurança	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:02:00	S26	MST	Visual Manual	N					EL
(03) G. Trat. Ar.	Válvula 3/2 manual	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Manual	N	(1x) VHS45-F04A (SMC)				MC
(03) G. Trat. Ar.	Pressostato	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Manual	N	(2x) ISC40A-01-P-L (SMC)				MC
(03) G. Trat. Ar.	Válvula Amanque Progressivo	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Visual Manual	N	(1x) AV4000-F04-SY2B-A (SMC)				MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Manual	N	(1x) AN20-03 (SMC)				MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Manual	N	(1x) AN40-04 (SMC)				MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Manual	N	(3x) AN30-C12 (SMC)				MC
(04) S Distri Reg P	Silenciador	(07) Verificar estado de conservação e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Manual	N	(1x) AN20-02 (SMC)				MC
(04) S Distri Reg P	Filtro regulador	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Visual Manual	N	(1x) AW40-F04E-B				MC
(04) S Distri Reg P	Válvula direccional de 5/2 Vias Bistável	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Visual Manual	N	(5x) SY7200-SU1				MC
(04) S Distri Reg P	Anti-retorno	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Visual Manual	N	(2x) ASP630F-F04-12S (SMC)				MC
(04) S Distri Reg P	Regulador de caudal	(06) Verificar funcionamento e estanquidade	00:00:30	S26	MEP	Visual Manual	N	(8x) AS2201F-01-065A (SMC)				MC
(06) Máquina	Sensor magnético	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MST	Manual	N	(14x) D-MBPS4PC-565 (SMC)				EL
(06) Máquina	Rail R1605 204 31 (25) L=356	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S12	MSP	Visual Manual	N	(1x) R160520131 (Bosch-Rexroth)				MC
(06) Máquina	Patim	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S12	MSP	Visual Manual	N	(1x) R165 121420 (Bosch-Rexroth)				MC
(06) Máquina	O-ring 60,0-3,0 72 NBR872	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S12	MSP	Visual Manual	N	(1x) O-ring 60,0-3,0 72 NBR872				MC
(06) Máquina	O-ring 20,0-2,0 72 NBR872	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S12	MSP	Visual Manual	N	(1x) O-ring 20,0-2,0 72 NBR872				MC
(06) Máquina	Casquilho	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S12	MSP	Visual Manual	N	(6x) PAP162S-P10				MC
(06) Máquina	Cilindro CD55B63-45M	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	S12	MEP	Visual Manual	N	(1x) CD55B63-45M (SMC)				MC
(06) Máquina	Cilindro CS8N20-50-B	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	S12	MEP	Visual Manual	N	(1x) CS8N20-50-B (SMC)				MC
(06) Máquina	Cilindro CP96SDG100-50C	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	S12	MEP	Visual Manual	N	(1x) CP96SDG100-50C (SMC)				MC
(06) Máquina	Chumaceira Linear LHMCM-MC25	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S12	MSP	Visual Manual	N	(2x) LHMCM-MC25 (Mitsumi)				MC
(06) Máquina	Chumaceira Rotativa 20	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S12	MSP	Visual Manual	N	(4x) CPCR20 (Mitsumi)				MC
(06) Máquina	Parafuso Batente STRB12-LC75	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S12	MSP	Visual Manual	N	(4x) STRB12-LC75 (Mitsumi)				MC
(06) Máquina	Pinça	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:01:00	S12	MEP	Visual Manual	N	(2x) CP-6-RD-4				MC
(06) Máquina	Indicador Paleta com pino centrador D.7,5	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP	Visual Manual	N	(1x) 1070CAC19 02 07 723	ES54932723			MC
(06) Máquina	Indicador Paleta com pino centrador D.7,5	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP	Visual Manual	N	(1x) 1070CAC19 02 07 724	ES54932724			MC
(06) Máquina	Placa Contacto Dif.	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP	Visual Manual	N	(2x) 1070CAC19 02 01 122	ES39293122			MC
(06) Máquina	Placa Contacto AP	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP	Visual Manual	N	(2x) 1070CAC19 02 01 124	ES39293124			MC
(06) Máquina	Calçador Plástico	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP	Visual Manual	N	(2x) 1070CAC19 02 01 134	ES39293134			MC
(06) Máquina	Calçador DIFF JT4 Plástico	(15) Verificar estado conservação e funcionamento	00:00:30	S26	MSP	Visual Manual	N	(1x) 1070CAC19 02 01 136	ES39293136			MC
(06) Máquina	Reapertor parafusos que apresentem sinal de despertar		00:30:00	S62	MSP	Visual Manual	N					MC

Verificar sempre a densidade ligas da fábrica, para contrastar, sempre das ligas no decimo de milimetro, após a verificação da protecção (Passar à la seguinte pour éviter des erreurs de manipulation).