



Universidade de Aveiro  
2021

**FILIPE JOSÉ**                      **MELHORIA DO RENDIMENTO OPERACIONAL NAS**  
**ABRANTES ANTUNES**   **LINHAS L1/L2 CÂRTER INTERMÉDIO**





Universidade de Aveiro  
2021

**FILIPE JOSÉ  
ABRANTES ANTUNES**

**MELHORIA DO RENDIMENTO OPERACIONAL NAS  
LINHAS L1/L2 CÁRTER INTERMÉDIO**

Relatório de Estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizado sob a orientação científica do Doutor António Manuel Godinho Completo, Professor Associado com Agregação do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.



## **O júri**

Presidente

**Prof. Doutor António Manuel de Bastos Pereira**  
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro

Vogais

**Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias**  
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor António Manuel Godinho Completo**  
Professor Associado com Agregação da Universidade de Aveiro (orientador)



## **agradecimentos**

A toda a minha família, em especial aos meus pais e irmãs, por todo o apoio incondicional e sacrifícios prestados para que hoje fosse possível concluir o grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

Ao Professor Doutor António Manuel Godinho Completo pela orientação e disponibilidade demonstradas durante a realização do presente trabalho.

À empresa Renault Cacia pela oportunidade de estágio, em especial ao meu orientador na Renault Cacia, Paulo Ferreira, pela partilha de conhecimentos, ajuda e disponibilidade prestada em todos os momentos. Um especial agradecimento a toda a equipa das linhas L1/L2 do cárter intermédio, que me acompanharam durante toda esta etapa, por todos os ensinamentos e valores transmitidos.

Aos meus colegas estagiários, pelo companheirismo e momentos partilhados ao longo da nossa participação na empresa.

A todos os meus amigos que me acompanharam ao longo desta etapa da minha vida, pela ajuda, companheirismo e bons momentos partilhados.



## palavras-chave

Renault Cacia, Cárter Intermédio, Melhoria contínua.

## resumo

O estágio curricular realizado no Departamento de Componentes Mecânicos da Renault Cacia, teve por objetivo aumentar o rendimento operacional (RO) das linhas L1/L2 do cárter intermédio (*Semelle*).

Numa primeira fase efetua-se uma apresentação, descrição e contextualização da empresa na qual foi desenvolvido o presente relatório de estágio.

Numa segunda fase realiza-se um enquadramento teórico necessário à realização do trabalho, nomeadamente ao funcionamento dos motores de combustão interna, no qual faz parte constituinte o cárter intermédio produzido nas linhas L1/L2.

Numa terceira fase descrevem-se as atividades desenvolvidas no decorrer do estágio. Assim, primeiramente analisa-se o processo produtivo e a organização das linhas L1/L2. Posteriormente, analisa-se o estado do RO, com o intuito de identificar as três principais causas do não rendimento operacional (NRO), nomeadamente a falta de peças maquinadas na L1, a retirada de peças da linha para o controlo de conformidade BDL (Bordo de Linha) sem reposição e as falhas no teste de estanquidade. Continuamente, de acordo com as três principais causas do NRO encontradas, foram apresentadas ações de melhoria de forma a colmatar os mesmos, com o auxílio da ferramenta de melhoria contínua, o ciclo PDCA (planear, implementar, controlar e agir). Adicionalmente realiza-se a otimização do processo de controlo BDL e analisam-se as ações de valor não acrescentado existentes, com o intuito de mitigar as mesmas.

Por fim, apresentam-se os resultados obtidos do RO após a implementação das ações de melhoria, sendo que estas ações foram significativas uma vez que esses resultados demonstraram uma subida notória.

Em suma, o trabalho desenvolvido permitiu melhorar o RO das linhas L1/L2 do cárter intermédio, bem como otimizar os processos de controlo.



**keywords**

Renault Cacia, Intermediate Crankcase, Continuous improvement.

**abstract**

This curricular internship report was carried out at the Mechanical Components Department of Renault Cacia and aims to increase the operational efficiency (RO) of the L1/L2 lines of the intermediate crankcase (Semelle).

In the first phase, a presentation, description, and contextualization of the company are made.

In the second phase, a theoretical framework necessary to carry out the work is performed, namely the functioning of the internal combustion engines, in which the intermediate crankcase produced in the L1/L2 lines is a constituent part.

In the third phase, the activities developed during the internship are described. Firstly, the production process and the organization of the L1/L2 lines are analyzed. Subsequently, the state of the RO is analyzed, to identify the top 3 of non-operating performance (NRO), namely the lack of machined parts in L1, the removal of parts from the line for the control of BDL compliance (Board of Line) without replacement and leak test failures. Continuously, according to the top 3 of the NRO found, improvement actions were presented to overcome them, with the help of the continuous improvement tool, the PDCA cycle (plan, do, check and act). Additionally, the optimization of the BDL control process is carried out and the existing non-added value actions are analyzed, aiming to mitigate them.

Finally, the RO results obtained after the implementation of the improvement actions are presented, and these actions were significant since these results revealed a notable rise.

In short, the work developed allowed to improve the RO of the L1/L2 lines of the intermediate crankcase, as well as to optimize the control processes.



# Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização do trabalho .....	1
1.2 Objetivos e Metodologia .....	1
1.3 Organização do relatório.....	2
<b>2. Apresentação da Empresa .....</b>	<b>3</b>
2.1 Grupo Renault .....	3
2.2 Fábrica de Cacia.....	4
2.3 Renault Cacia.....	4
2.3.1 Organização .....	5
2.3.2 Produtos.....	6
<b>3. Cárter Intermédio .....</b>	<b>9</b>
3.1 Motores de Combustão.....	9
3.1.1 Motores Alternativos.....	10
3.1.1.1 Classificação quanto à ignição.....	11
3.1.1.1.1 Motores de ignição por faísca ou Otto.....	11
3.1.1.1.2 Motores de ignição por compressão ou Diesel.....	11
3.1.1.2 Classificação quanto ao número de tempos do ciclo de operação.....	12
3.1.1.2.1 Motores de dois tempos .....	12
3.1.1.2.2 Motores de quatro tempos .....	13
3.1.1.3 Classificação quanto à disposição dos órgãos mecânicos.....	14
3.2 Cárter.....	15
<b>4. Atividades Desenvolvidas no Estágio .....</b>	<b>17</b>
4.1 Análise à organização das linhas L1/L2 do cárter intermédio.....	17
4.1.1 Introdução.....	17
4.1.2 Processo Produtivo .....	18
4.1.3 Diagrama Esquemático.....	26
4.2 Rendimento Operacional (RO).....	30
4.2.1 Introdução.....	30
4.2.2 Metodologia.....	30
4.2.3 Resultados .....	30
4.3 Análise às principais causas do não rendimento operacional (NRO).....	33
4.3.1 Introdução.....	33
4.3.2 Metodologia.....	33

4.3.2.1 Falta de peças maquinadas L1.....	38
4.3.2.1.1 AGV's vários despistes e falhas nas rotas .....	42
4.3.2.1.2 Defeito processo visão do <i>binpiking</i> .....	42
4.3.2.1.3 Pórtico de maquinação.....	44
4.3.2.1.4 Paletes encravadas nos tapetes.....	45
4.3.2.2 Retirada de peças para o controlo dimensional BDL (Bordo de Linha) e medição 3D sem reposição.....	46
4.3.2.3 Falsas fugas BP/AP.....	48
4.3.3 Resultados e implementação .....	49
4.4 Outras melhorias .....	52
4.4.1 Otimização do controlo dimensional BDL.....	52
4.4.2 Análise do Valor Acrescentado (VA) e Não Valor Acrescentado (NVA).....	53
4.4.2.1 Fluxo contentor brutos maquinação.....	53
4.4.2.2 NVA contentores de cartão .....	54
4.5 Medição das soluções em forma de PDCA .....	55
4.5.1 Introdução.....	55
4.5.2 Resultados e implementação .....	56
<b>5. Conclusão e Trabalhos Futuros.....</b>	<b>59</b>
5.1 Conclusão .....	59
5.2 Trabalhos futuros .....	60
<b>Referências .....</b>	<b>61</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>63</b>
7.1 Identificação das faces e furos do cárter intermédio .....	63
7.2 Dados Mensais.....	64
7.3 Seguimento RO – HxH.....	66
7.4 Folha de cálculo das perdas nas ilhas 1 e 2 de maquinação.....	67
7.5 Produção e perdas nas ilhas 1 e 2 de maquinação.....	68
7.6 Folha de Operação Standard para a realização do controlo BDL.....	70

# Índice de Figuras

<b>Figura 2.1</b> - Renault Voiturette tipo A.....	3
<b>Figura 2.2</b> - Evolução histórica Renault Cacia.....	4
<b>Figura 2.3</b> - Vista aérea da fábrica Renault Cacia.....	5
<b>Figura 2.4</b> - Organograma da Renault Cacia.....	6
<b>Figura 2.5</b> - Caixa de velocidades JT4.....	6
<b>Figura 2.6</b> - Cárter intermédio modelo H5.....	7
<b>Figura 2.7</b> - 1. Bomba óleo; 2. Cárter distribuição H4; 3. Coroa JT4.....	7
<b>Figura 2.8</b> - 1. Tampa da culassa. 2. Árvore de equilibragem.....	7
<b>Figura 3.1</b> - Representação esquemática funcionamento MCI alternado.....	10
<b>Figura 3.2</b> - Representação de um motor alternativo de combustão interna.....	10
<b>Figura 3.3</b> - Diagrama $PV$ e $TS$ para o ciclo de Otto teórico.....	11
<b>Figura 3.4</b> - Diagrama $PV$ e $TS$ para o ciclo de Diesel teórico.....	12
<b>Figura 3.5</b> - Ciclo de funcionamento do motor de dois tempos.....	12
<b>Figura 3.6</b> - Ciclo de funcionamento do motor a quatro tempos.....	13
<b>Figura 3.7</b> - Disposição dos órgãos mecânicos.....	14
<b>Figura 3.8</b> - Motor de combustão interna Renault H5 e vista de baixo do cárter intermédio com a presença da placa anti emulsão.....	15
<b>Figura 3.9</b> - Ilustração matriz sob pressão em câmara quente; 2. Ilustração matriz sob pressão em câmara fria.....	16
<b>Figura 4.1</b> - Cárter intermédio em bruto H5FT e HR13.....	17
<b>Figura 4.2</b> - Contentor de brutos transportado por AGV.....	18
<b>Figura 4.3</b> - Layout das linhas L1/L2 do cárter intermédio H5.....	19
<b>Figura 4.4</b> - Carregamento do AGV no <i>binpicking</i> .....	19
<b>Figura 4.5</b> - Zona de descarga de brutos e carregamento de peças maquinadas na ilha 1.....	20
<b>Figura 4.6</b> - Grob's para a realização da OP110 e OP120.....	21
<b>Figura 4.7</b> - Pórtico de maquinação.....	22
<b>Figura 4.8</b> - Layout L1.....	22
<b>Figura 4.9</b> - Componentes montados no posto 1.....	23
<b>Figura 4.10</b> - Componentes montados no posto 2.....	23
<b>Figura 4.11</b> - Marcação <i>Datamatrix</i> .....	24
<b>Figura 4.12</b> - Layout Montagem placa anti emulsão.....	24
<b>Figura 4.13</b> - 1. Embalamento em contentor. 2. Embalamento em caixa de cartão.....	25
<b>Figura 4.14</b> - Medição das tolerâncias geométricas na máquina DuraMax.....	25
<b>Figura 4.15</b> - Síntese do processo produtivo do cárter intermédio.....	26
<b>Figura 4.16</b> - Diagrama Esquemático folha 1.....	27
<b>Figura 4.17</b> - Diagrama Esquemático folha 2.....	28

<b>Figura 4.18</b> - Diagrama Esquemático folha 3.....	29
<b>Figura 4.19</b> - Dados do rendimento operacional (RO) obtidos em 2019, 2020 e no primeiro trimestre de 2021 .....	31
<b>Figura 4.20</b> - Produção obtida e objetiva para o primeiro trimestre de 2021. ....	31
<b>Figura 4.21</b> - Número de perdas relativamente a um objetivo de produção a 92% e a 100%. ....	32
<b>Figura 4.22</b> - Produção hora a hora (HxH) em função de cada hora do turno de trabalho.....	32
<b>Figura 4.23</b> - Tempo de paragem da linha da <i>Semelle</i> em geral ocorrida no primeiro trimestre de 2021. ....	33
<b>Figura 4.24</b> - Tempo total de paragem de cada mês do primeiro trimestre de 2021. ....	34
<b>Figura 4.25</b> - Principais causas do NRO durante o primeiro trimestre de 2021. ....	35
<b>Figura 4.26</b> - Principais causas do NRO do primeiro trimestre de 2021, em função do tempo total de paragem.....	36
<b>Figura 4.27</b> - Top 3 do NRO em função do nível de prioridade. ....	37
<b>Figura 4.28</b> - <b>1.</b> Máquina introdução de anilhas ( <i>Intec</i> ); <b>2.</b> Máquina de ultrassons para lavagem das anilhas.....	37
<b>Figura 4.29</b> - Representação dos valores obtidos e dos objetivos, nas ilhas de maquinação 1 e 2 ao longo do mês de janeiro de 2021. ....	39
<b>Figura 4.30</b> - Total de perdas e de peças maquinadas nas ilhas 1 e 2 durante o mês de janeiro. ....	40
<b>Figura 4.31</b> - Total de perdas e de peças maquinadas nas ilhas 1 e 2 durante o primeiro trimestre de 2021. ....	41
<b>Figura 4.32</b> - RO das ilhas 1 e 2 de maquinação durante o primeiro trimestre de 2021. ....	41
<b>Figura 4.33</b> - Zonas críticas propícias a despistes.....	42
<b>Figura 4.34</b> - <b>1.</b> Cárteres com posicionamento incorreto no contentor; <b>2.</b> Cárteres com posicionamento correto no contentor. ....	43
<b>Figura 4.35</b> - Melhoria da iluminação do contentor de brutos no binpiking com a aplicação de dois projetores led.....	43
<b>Figura 4.36</b> - <b>1.</b> Layout do pórtilco de maquinação; <b>2.</b> Pórtilco de maquinação à espera de colocação do cárter Gen2 na L2.....	44
<b>Figura 4.37</b> - Paleta encravada nas calhas dos tapetes. ....	45
<b>Figura 4.38</b> - <b>1.</b> Representação das anilhas colocadas entre as “bolachas” e a paleta; <b>2.</b> Marcação das paletes.....	45
<b>Figura 4.39</b> - Fluxo dos carrinhos para a movimentação dos cárteres para o controlo dimensional BDL.....	46
<b>Figura 4.40</b> - Perdas obtidas nas ilhas de maquinação em 2021. ....	49
<b>Figura 4.41</b> - RO das ilhas de maquinação em 2021. ....	49
<b>Figura 4.42</b> - Perdas nas ilhas de maquinação por turno de trabalho em 2021. ....	50
<b>Figura 4.43</b> - Número de perdas obtidas tendo em conta o objetivo de produção de 92% e 100%. ....	51
<b>Figura 4.44</b> - RO dos primeiros cinco meses de 2021.....	51
<b>Figura 4.45</b> - Novo circuito do AGV, por forma a eliminar o transporte do contentor pelo operador. ....	53
<b>Figura 4.46</b> - <b>1.</b> Contentor de cartão vindo do fornecedor. <b>2.</b> Embalamento cárteres.1 .....	54
<b>Figura 4.47</b> - <b>1.</b> Contentor de cartão vindo do fornecedor; <b>2.</b> Embalamento cárteres. ....	54

<b>Figura 4.48</b> - Ciclo PDCA. (Integra, 2009).....	55
<b>Figura 7.1</b> - Ilustração e identificação de cada face e furos do cárter Gen1.....	63
<b>Figura 7.2</b> - Folha do seguimento RO – HxH preenchida diariamente pelos operadores. ....	66
<b>Figura 7.3</b> - Dados da maquinação das ilhas 1 e 2 do dia 18 de janeiro de 2021. ....	67



# Índice de Tabelas

<b>Tabela 4.1</b> - Etapas do processo produtivo do cárter intermédio.....	18
<b>Tabela 4.2</b> - Sequência de maquinagem da OP110 e OP120.....	21
<b>Tabela 4.3</b> - Tempos de maquinagem das ilhas 1 e 2. ....	38
<b>Tabela 4.4</b> - Produção e perdas do mês de janeiro nas ilhas de maquinagem 1 e 2. ....	39
<b>Tabela 4.5</b> - Resumo dos dados obtidos e das respetivas perdas durante os meses de janeiro, fevereiro e março nas ilhas 1 e 2 de maquinagem. ....	40
<b>Tabela 4.6</b> - Tempos de paragem da L1 devido à retirada BDL e 3D relativos ao turno 1.....	47
<b>Tabela 4.7</b> - Furos maquinados com as mesmas ferramentas. ....	52
<b>Tabela 7.1</b> - Dados janeiro.....	64
<b>Tabela 7.2</b> - Dados fevereiro.....	64
<b>Tabela 7.3</b> - Dados março. ....	65
<b>Tabela 7.4</b> - Produção e perdas do mês de fevereiro nas ilhas de maquinagem 1 e 2. ....	68
<b>Tabela 7.5</b> - Produção e perdas do mês de março nas ilhas de maquinagem 1 e 2. ....	68
<b>Tabela 7.6</b> - Produção e perdas do mês de abril nas ilhas de maquinagem 1 e 2. ....	69



# Lista de Acrónimos e Abreviaturas

**AGV** *Automatic Guided Vehicle*

**AGV-I1** *Automatic Guided Vehicle - Ilha 1*

**AGV-I2** *Automatic Guided Vehicle - Ilha 2*

**AGV-Abas** *Automatic Guided Vehicle - Abastecimento brutos*

**AP** Alta Pressão

**APW** *Alliance Production Way*

**AT** Ateliê de Produção

**BDL** Bordo de Linha

**BP** Baixa Pressão

**CA** Chefe de Ateliê

**C.A.C.I.A** Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel

**CNC** Centro Numérico Computorizado

**CUET** Chefe da Unidade Elementar de Trabalho

**DCM** Departamento Componentes Mecânicos

**DCV** Departamento Caixas de Velocidades

**ETAR** Estação de Tratamento de Águas Residuais

**FAP** Fábrica de Automóveis Portugueses

**HPDC** *High Pressure Die Casting*

**HxH** Hora a Hora

**L1** Linha 1 de Montagem

**L2** Linha 2 de Montagem

**MCE** Motores de Combustão Externa

**MCI** Motores de Combustão Interna

**MPM** *Management of Media Performance*

**NRO** Não Rendimento Operacional

**NVA** Valor Não Acrescentado

**OP** Operação

**PDCA** *Plan, Do, Check, Act*

**PMA** Plano de Manutenção Autónoma

**PMI** Ponto Morto Inferior

**PMS** Ponto Morto Superior

**RO** Rendimento Operacional

**UET** Unidade Elementar de Trabalho

**VA** Valor Acrescentado



# 1. Introdução

Primeiramente, no presente capítulo é realizado um enquadramento do relatório de estágio, definidos os objetivos e metodologias aplicadas para os alcançar. Posteriormente, é apresentada a estrutura do presente relatório, assim como uma pequena síntese do tema abordado em cada capítulo.

## 1.1 Contextualização do trabalho

O presente relatório de estágio foi realizado no âmbito da Unidade Curricular Dissertação/Projeto/Estágio, do segundo semestre do quinto ano do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM), da Universidade de Aveiro. A presente unidade curricular do plano de estudos do MIEM consiste na elaboração de uma Dissertação, de um Projeto ou de um Relatório de Estágio. Tendo em conta a reduzida experiência profissional adquirida no mundo empresarial ao longo do curso do MIEM, optou-se pela realização de um Estágio Curricular.

Portanto, na Renault Cacia foi realizado um estágio, na área do progresso contínuo, particularmente nas linhas L1/L2 do cârter intermédio, pertencentes à unidade de fabricação 6 (designado por ateliê 6) do departamento de componentes mecânicos, durante cerca de 3 meses (de 25 de fevereiro a 1 de junho), num total de 810 horas. Deste modo, foi possível aplicar de forma prática diversos conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico. Por outro lado, foi de mais vantajoso, na medida em que foram obtidos inúmeros conhecimentos práticos nunca antes aprendidos.

A Renault Cacia, parte constituinte da multinacional Renault S. A., diariamente tem como principal objetivo marcar posição no mercado competitivo, tendo em conta diversos fatores, tais como a segurança, a qualidade dos seus produtos, a inovação e o prazo de entrega. Consequentemente, de modo a corresponder com as exigências do mercado, aposta em estratégias de melhoria contínua dos seus processos, no qual se insere o presente relatório de estágio.

Assim, com a orientação do Doutor António Manuel Godinho Completo, da Universidade de Aveiro, e a supervisão do Engenheiro Paulo Jorge Ferreira, da Renault Cacia, surgiu o presente relatório com o intuito de melhorar o rendimento operacional (RO) das linhas L1/L2 do cârter intermédio, já que desde 2019 até ao momento este apresenta valores muito baixos.

## 1.2 Objetivos e Metodologia

O principal objetivo do estágio foi aumentar o rendimento operacional das linhas L1/L2 do cârter intermédio. Para tal, foi necessário realizar as seguintes etapas:

- Análise ao funcionamento e organização das linhas L1/L2 do cârter intermédio, de forma a familiarizar com o funcionamento e operações realizadas em cada posto de trabalho;
- Animar dados do rendimento operacional (RO) hora a hora (HxH), com o intuito de perceber a evolução do RO ao longo do turno de trabalho e dos últimos meses;
- Análise às três principais causas do não rendimento operacional (NRO);
- Estabelecer e implementar soluções de resolução definitiva do NRO;
- Medição das soluções em forma de PDCA (planear, implementar, controlar e agir).

### 1.3 Organização do relatório

O presente relatório encontra-se dividido em cinco capítulos e respetivos subcapítulos.

Este primeiro capítulo, é um capítulo introdutório, no qual é realizado um enquadramento do tema, definidos os objetivos e metodologia aplicada.

No segundo capítulo, primeiramente é apresentado o Grupo Renault e a antiga Fábrica de Cacia. Posteriormente, é efetuada uma apresentação, descrição e contextualização da empresa onde foi desenvolvido o projeto de estágio, a Renault Cacia.

No terceiro capítulo, encontra-se o enquadramento teórico necessário à realização do trabalho, nomeadamente o funcionamento dos motores de combustão interna, no qual faz parte o cárter intermédio produzido das linhas L1/L2. Seguidamente, é definido o conceito de cárter, as suas funcionalidades e os respetivos processos de fabrico.

No quarto capítulo, é apresentado o trabalho prático desenvolvido nas linhas L1/L2 do cárter intermédio. Assim, primeiramente é efetuada uma apresentação e descrição das linhas, seguidamente é realizada uma análise ao rendimento operacional (RO), evidenciando as principais causas no não rendimento operacional (NRO) bem como as ações de melhoria a implementar de forma a resolver o mesmo. Por fim, é realizado um ponto de evolução das ações de melhoria, com o auxílio do ciclo PDCA.

Em último lugar, no quinto capítulo são expostas as conclusões do presente trabalho, bem como as propostas de trabalhos futuros.

## 2. Apresentação da Empresa

No presente capítulo é efetuada uma apresentação, descrição e contextualização da empresa onde foi desenvolvido o projeto de estágio, a Renault Cacia. Numa fase inicial, será apresentado o Grupo Renault, no qual a Renault Cacia está inserida. Seguidamente, apresentar-se-á a antiga Fábrica de Cacia, a qual foi reestruturada e ampliada dando origem às instalações da atual Renault Cacia. E por último, são apresentados a estrutura organizacional e os produtos fabricados na Renault Cacia.

### 2.1 Grupo Renault

A Renault S. A. é uma empresa multinacional francesa, bem-conceituada, responsável pelo fabrico e comercialização de veículos particulares e utilitários em 134 países, contando com mais de 170 000 colaboradores. É de notar que em 2020 conseguiu vender cerca de 2.95 milhões de veículos. Esta notável empresa foi fundada em 1898, por três irmãos: Marcel, Fernand e Louis Renault, ano este caracterizado pelo lançamento da primeira e inesquecível viatura da empresa, o Renault Voiturette (Figura 2.1). (Groupe Renault, 2021)



**Figura 2.1** - Renault Voiturette tipo A. (Ribeiro, 2012)

Ao longo da sua inabalável existência, a Renault não produziu somente automóveis, uma vez que, com o decorrer da primeira guerra mundial (1914-1918) fabricou munições, tanques de guerra e aviões militares. Posteriormente, nos anos de 1919 a 1939, fabricou também máquinas industriais e agrícolas. Já durante a segunda guerra mundial (1939-1945), com a invasão alemã no território francês, a Renault ficou na posse dos alemães, passando então a produzir veículos militares necessários para o exército alemão. Após a derrota alemã, visto que Louis Renault manteve o contacto comercial com esta nação, este foi mandado prender, acabando por morrer na prisão, sendo a Renault detida a 100% pelo estado francês. A privatização da Renault é discutida em várias ocasiões, mas só a partir de 1996 é que esta entraria em vigor.

Em 1999, a Renault torna-se acionista maioritária da marca romena Dacia e no mesmo ano estabelece uma aliança com a empresa japonesa Nissan, originando a *Alliance Production Way* (APW), com intuito de potencializar o aumento do desempenho de ambas, englobando um conjunto de boas práticas e abordagens industriais. Com esta aliança a Renault S. A. passou a denominar-se Grupo Renault, chegando em 2000 ao mercado sul coreano, com a Renault Samsung Motors.

No ano de 2016, a marca Mitsubishi junta-se às oito marcas que já faziam parte do Grupo Renault (Renault, Dacia, Renault Samsung Motors, Nissan, Infiniti, Datsun, Venucia e Lada), conquistando assim o pódio a nível mundial. Devido à existência de componentes comuns na produção de veículos, esta ligação fez com que fosse possível reduzir os custos de desenvolvimento e da montagem de veículos. (Groupe Renault, 2021)

Atualmente, o Grupo Renault possui uma estrutura globalmente consolidada com 40 fábricas de produção, localizadas em 16 países, adotando uma estrutura descentralizada de decisões e responsabilidades, permitindo-lhe assim produzir mais perto dos seus clientes e favorecer a integração local. Para todas as unidades de produção, qualquer que seja o país a que pertencem, as exigências são as mesmas para a performance, para a qualidade de produção e para o respeito pelos princípios de desenvolvimento sustentável, tornando-a assim uma empresa altamente standard, com normas muito bem definidas. (Groupe Renault, 2021)

Quais as prioridades deste Grupo? A segurança em primeiro lugar, seguida da qualidade, e por último, a performance.

## 2.2 Fábrica de Cacia

No final dos anos 50, foi pensada a construção de uma Fábrica de Automóveis Portugueses (FAP) que visava a construção e comercialização de uma viatura económica/familiar, mas que para tal necessitaria de encontrar um parceiro ideal. Foi no ano de 1963 que surgiu a FAP com uma parceria com a finlandesa Valmet, produzindo tratores agrícola, instalada em Cacia, onde se situavam os campos agrícolas ao abandono.

A FAP fabricou tratores Valmet durante apenas dois anos, uma vez que em 1965 foi realizado um acordo com a japonesa Subaru para os seus carros serem montados na Fábrica de Cacia. Em 1975, as restrições às importações levaram ao término da associação com a Subaru, tendo sido necessária uma intervenção do Estado, passando a FAP a montar camiões da marca Ebro e, posteriormente, da marca Scania. Nessa altura, a Renault tinha fortes ambições de se tornar uma referência entre os construtores mundiais, mas para isso a sua expansão teria de ser internacional. Originou-se assim um acordo a 18 de outubro de 1977, entre a mesma e o Estado Português. (Renault Cacia, 2018)

## 2.3 Renault Cacia

Do acordo entre a Renault e o Estado Português resultou a fundação da fábrica da Renault em Cacia, que em 1999 passou a designar-se por C.A.C.I.A (Companhia Aveirense de Componentes para a Indústria Automóvel), que por sua vez em 2012 passou a intitular-se Renault Cacia. Nesse momento, a superfície antiga da FAP foi aproveitada e alargada, ocupando atualmente uma superfície total de 300 000 m<sup>2</sup>, dos quais 70 000 m<sup>2</sup> são de área coberta, e cerca de 3 km são de estradas, no recinto da fábrica. De forma a integrar a fábrica no meio envolvente, foi usado o recurso ao azulejo tradicional de Aveiro. Foi então que, três meses antes do previsto, em setembro de 1981, foi produzida a primeira caixa de velocidades do tipo HA. Em janeiro de 1982 começou a montagem de motores para os modelos Renault 4 e Renault 5, em maio iniciou-se a maquinação das peças para as caixas de velocidades JB e em setembro deu-se início ao fabrico das peças para os motores C. (Renault Cacia, 2018)

Na cronologia presente na Figura 2.2, estão representados alguns dos marcos mais importantes no historial da Renault Cacia.

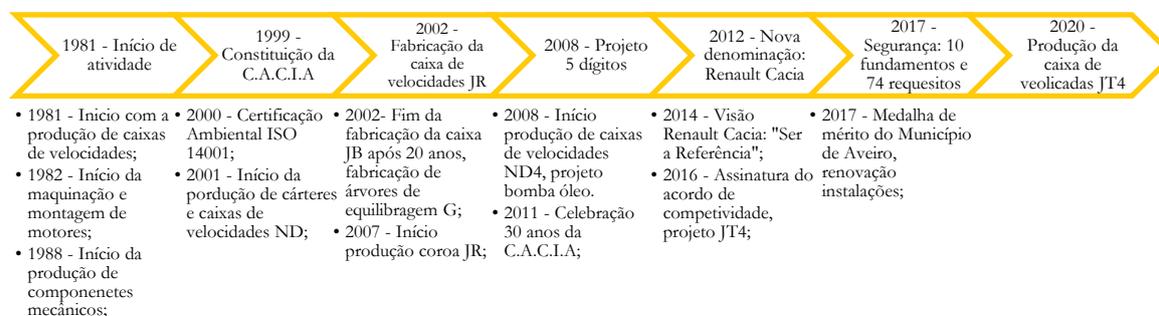


Figura 2.2 - Evolução histórica Renault Cacia. (Groupe Renault, 2021)

Atualmente, a Renault Cacia opera em contínuo, com um regime de laboração de 24h/dia de segunda a sexta (dividido em 3 turnos de 8 horas, e em turnos de 12 horas durante os fins de semana), empregando 1396 colaboradores efetivos. Esta empresa dispõe de sofisticados meios de controlo de qualidade e ensaios, procura reafirmar continuamente o domínio de todo o processo produtivo e competências para implementar a industrialização de projetos, utilizando as metodologias mais avançadas e recomendadas pelo Grupo Renault. (Renault Cacia, 2021)

A Renault Cacia, tem como visão ser a referência nas fábricas mecânicas ao nível da aliança pela competitividade dos seus produtos e excelência da sua equipa humana, de forma a assegurar o futuro industrial. É de notar, que todos os automóveis do Grupo Renault vendidos em todo o mundo apresentam pelo menos um componente produzido em Cacia. (Renault Cacia, 2021)

### 2.3.1 Organização

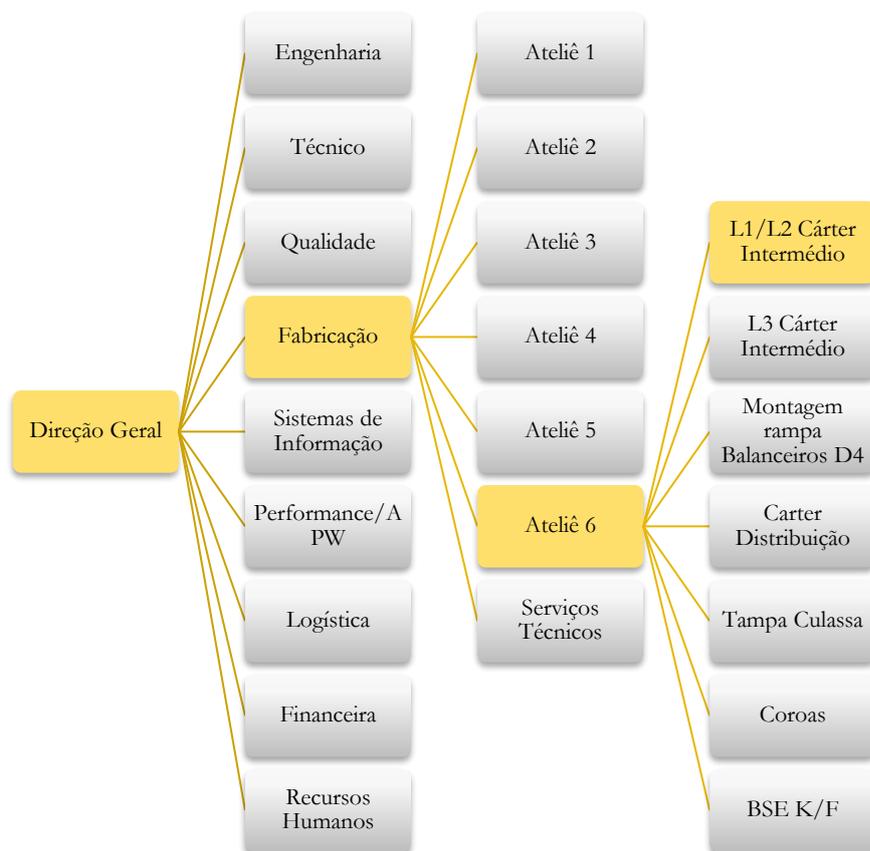
Relativamente à organização da sua área operacional, a Renault pode ser subdividida em 11 edifícios distintos, tais como Receção, Direção/Recursos Humanos, Caixas de Velocidades, Componentes Mecânicos, Logística, Oficina Central, Central de Fluidos, Tratamentos Térmicos, Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), Centro de Convívio e Desporto e Cantina/Posto médico, representados na Figura 2.3.



**Figura 2.3** - Vista aérea da fábrica Renault Cacia. 1. Receção; 2. Direção/Recursos Humanos; 3. Caixa Velocidades; 4. Componentes Mecânicos; 5. Logística; 6. Oficina Central; 7. Central de Fluidos; 8. Tratamentos Térmicos; 9. ETAR; 10. Campus CCD 11. Cantina/Posto Médico. (Renault Cacia, 2021)

A Renault Cacia está dividida em nove departamentos, em que cada um possui um chefe que responde diretamente à direção da fábrica. O departamento de fabricação é subdividido em dois departamentos: o da produção de Componentes Mecânicos (DCM) e o da produção de Caixas de Velocidades (DCV). Por sua vez, estes departamentos estão divididos em ateliês de produção (AT), constituídos pelas respetivas unidades elementares de trabalho (UET). Assim, o DCM é constituído pelo AT3 (bombas de óleo de cilindrada fixa ou variável), AT4 (apoio da cambota H4/H5, árvores de equilibragem) e o AT6 (cárter intermédio H4/H5, cárter distribuição H4/H5, tampa culassa H4/H5, coroas de caixa diferencial, caixa multifunções F4/K4 (BSE)).

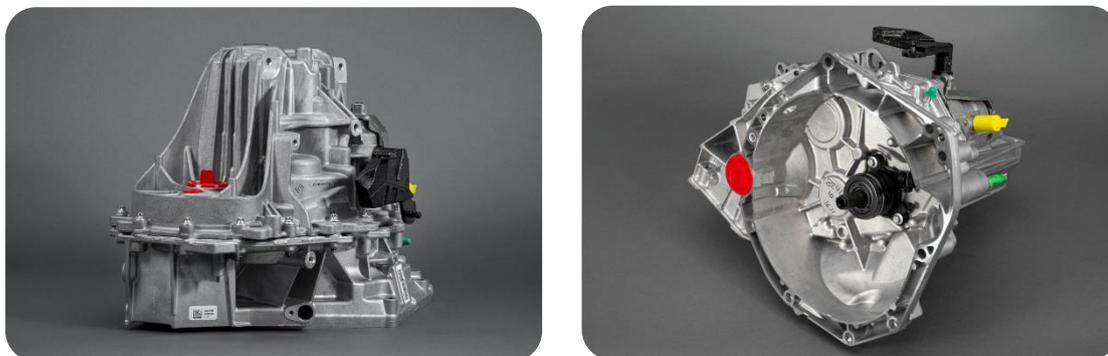
O presente relatório incidiu sobre as linhas L1/L2, responsáveis pela produção do cárter intermédio na UET 3444 do AT6 do DCM, de acordo com o organograma da Figura 2.4.



**Figura 2.4** - Organograma da Renault Cacia.

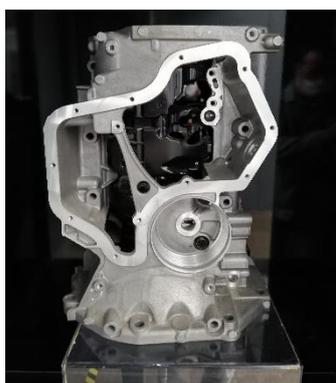
### 2.3.2 Produtos

Por um lado, no DCV são produzidas, desde dezembro de 2020, as novas caixas de velocidades com o código JT4 (Figura 2.5), destinadas aos modelos da Renault, Clio, Captur e Mégane, e da Dacia, Sandero e Duster. A Renault Cacia é a única fábrica do Grupo Renault a produzir esta referência, com a capacidade de produzir 500 000 caixas por ano, sendo por isso considerada, nos últimos anos, a fábrica com a melhor produção de caixas de velocidades, tendo em conta os exigentes critérios de qualidade, custo e prazo. É de salientar que a produção da caixa JT4 será responsável, em 2021, por cerca de 70% do volume de negócios da Renault Cacia. (Groupe Renault, 2020)



**Figura 2.5** - Caixa de velocidades JT4. (Groupe Renault, 2020)

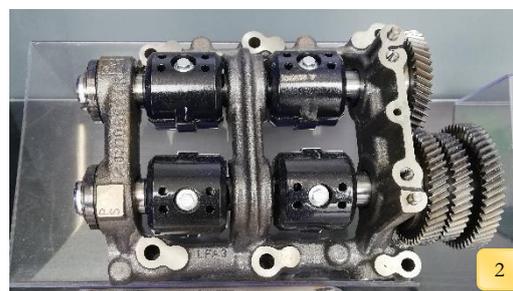
Por outro lado, são produzidas, no DCM, bombas de óleo, árvores de equilibragem, cárteres intermédios e de distribuição H4/H5, tampas da culassa H4/H5, apoios da cambota H4/H5, coroas de caixa diferencial, entre outros componentes. Estes produtos produzidos são destinados a fábricas do Grupo Renault de montagem de veículos e de mecânica, situados em países como Espanha, França, Brasil, Chile, Roménia, Eslovénia, Turquia, Irão, Índia, Marrocos e África do Sul (Renault Cacia, 2021). Na Figura 2.6, encontra-se representado o cárter intermédio, produzido nas linhas L1/L2, em estudo no presente relatório. Já nas Figura 2.7 e 2.8 encontram-se outros componentes produzidos no DCM.



**Figura 2.6 - Cárter intermédio modelo H5.**



**Figura 2.7 - 1. Bomba óleo; 2. Cárter distribuição H4; 3. Coroa JT4.**



**Figura 2.8 - 1. Tampa da culassa. 2. Árvore de equilibragem.**

O cárter intermédio, produzido nas linhas L1/L2 (Figura 2.6), é um componente dos motores de combustão interna, assim no próximo capítulo é efetuado um enquadramento teórico ao funcionamento dos mesmos.



## 3. Cárter Intermédio

O cárter intermédio produzido nas linhas L1/L2 é um componente presente nos motores de combustão interna, do tipo H5 a gasolina, fabricado pelo Grupo Renault. Assim, no presente capítulo, é realizado um enquadramento teórico, com o intuito de explicar o princípio de funcionamento dos motores de combustão interna, bem como a sua classificação quanto à disposição dos seus componentes mecânicos. Por fim, como o foco do presente relatório assenta nas linhas L1/L2, é definido o conceito de cárter, as suas funcionalidades e os respetivos processos de fabrico.

### 3.1 Motores de Combustão

Um motor de combustão é uma máquina térmica que permite transformar o calor proveniente da queima de um combustível em trabalho mecânico. Esta transformação é proporcionada por um fluido operante, isto é, um gás ou líquido que converte energia térmica em energia mecânica. Tendo em conta o fluido operante, os motores de combustão são classificados em dois tipos: motores de combustão externa (MCE) e motores de combustão interna (MCI).

Os MCE surgiram no século XVIII, amplamente utilizados em máquinas industriais, locomotivas e navios. Tal como a sua designação evidencia, a combustão ocorre fora do motor, ou seja, o fluido operante é aquecido por combustão de uma fonte externa. Exemplo deste processo MCE é uma máquina a vapor que com a combustão do carvão aquece água na forma de vapor e, em seguida utiliza o vapor (fluido operante) para girar uma turbina. Estes tipos de motores são geralmente maiores, assim sendo, necessitam de um maior consumo de combustível e apresentam perdas de energia elevadas comparativamente com os MCI, já que uma determinada porção de calor é perdida no deslocamento do fluido operante até ao motor. Assim, a aplicação deste tipo de motores caiu drasticamente nos finais do século XIX com o aparecimento dos MCI, que proporcionou um elevado desenvolvimento mecânico, principalmente no setor dos transportes, seja a nível terrestre (automóveis, camiões, autocarros, motos, comboios, etc.), a nível marítimo (navios, iates, motos de água, etc.), ou a nível aéreo (aviões ligeiros de hélice, ultra-leves, etc.). Em contrapartida, os motores de combustão são dos maiores responsáveis pela poluição atmosférica e pela diminuição das reservas de petróleo bruto, com isto, surgem atualmente outras alternativas menos poluentes, como os veículos elétricos. (Brunetti, 2012)

Nos MCI o processo de combustão para a geração de calor dá-se no interior do próprio motor, no qual a conversão de energia térmica em energia mecânica ocorre, tendo em conta ciclos termodinâmicos, como por exemplo: o ciclo de Otto ou o ciclo de Diesel.

Relativamente à forma de obtenção de trabalho mecânico os MCI são classificados em:

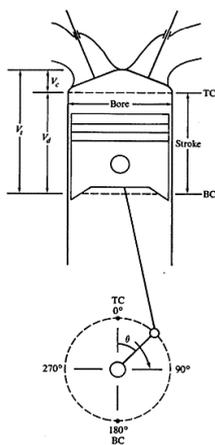
- **Motores alternativos:** quando o trabalho mecânico é adquirido pelo movimento de um êmbolo (pistão), cujo movimento alternativo é transmitido a um veio fazendo-o rodar (motor de Otto e Diesel).
- **Motores rotativos:** quando o trabalho mecânico é adquirido diretamente por um movimento de rotação, como por exemplo: o motor de Wankel e a turbina a gás.
- **Motores de impulso:** (no caso dos motores a jato) quando o trabalho mecânico é adquirido pela força de reação dos gases expelidos em alta velocidade pelo motor. (Brunetti, 2012)

Os MCI alternativos são as máquinas térmicas mais utilizadas até aos dias de hoje, quer em quantidade, quer em variedade. Assim, seguidamente, explicar-se-á os seus princípios de funcionamento bem como os seus principais constituintes.

### 3.1.1 Motores Alternativos

O funcionamento dos MCI alternativos assenta numa câmara (ou mais) de volume alternadamente variável (Figura 3.1), na qual o aumento de volume ocorre pela expansão dos gases de combustão no interior da mesma e a redução de volume coincide com a rejeição de calor.

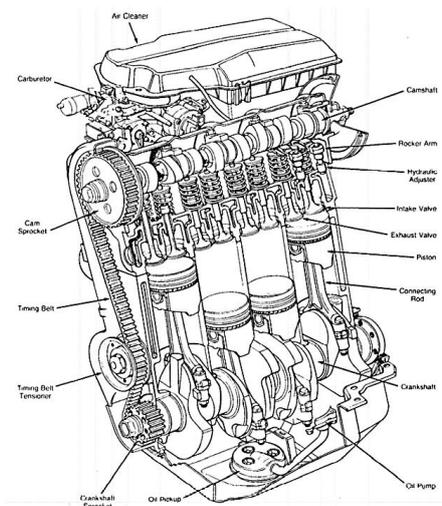
Existem duas posições muito importantes no interior de um cilindro, o ponto morto superior (PMS), que corresponde à posição mais alta que o pistão consegue alcançar (volume mínimo da câmara de combustão) e o ponto morto inferior (PMI), que corresponde à posição mais baixa que o pistão consegue alcançar (volume máximo da câmara de combustão). (Martins, 2020)



**Figura 3.1** - Representação esquemática funcionamento MCI alternado. (Heywood, 1988)

Por um lado, na parte inferior do pistão encontra-se ligada a biela, estando esta ligada a uma articulação excêntrica denominada de cambota. Por outro lado, no topo da câmara de combustão situam-se duas válvulas com funções e tempos de abertura distintos, visto que, uma permite a entrada de ar (e eventualmente combustível) para a combustão, e a outra a saída dos gases de escape. As válvulas mantêm-se fechadas por meio de molas, sendo o seu acionamento realizado pela árvore de cames, que por sua vez, é acionada pelo movimento alternativo sincronizado do pistão. Na Figura 3.2, encontra-se esquematizado em corte um motor alternativo de combustão interna. (Heywood, 1988)

Os MCI alternativos podem ser classificados tendo em conta o modo como é realizada a ignição, os tempos do ciclo de operação e a disposição dos seus órgãos mecânicos.



**Figura 3.2** - Representação de um motor alternativo de combustão interna. (Heywood, 1988)

### 3.1.1.1 Classificação quanto à ignição

A ignição é o processo que provoca o início da combustão, já que, para que se dê a combustão é necessário um agente que provoque a reação do combustível com o oxigénio. Esse agente pode ser uma faísca, ou, uma pressão muito alta, de forma que o ar atinja uma temperatura elevada. Portanto, relativamente à ignição, os MCI alternativos podem ser divididos em dois tipos: motores de ignição por faísca (fundamentados pelo ciclo de Otto) ou motores de ignição por compressão (fundamentados pelo ciclo de Diesel). (Brunetti, 2012)

#### 3.1.1.1.1 Motores de ignição por faísca ou Otto

Os motores em que a ignição ocorre por faísca são os motores a gasolina, uma vez que a mistura de ar-combustível admitida ou formada no interior do cilindro (caso haja injeção direta de combustível) é inflamada devido ao surgimento de uma faísca, produzida entre os elétrodos de uma vela. O funcionamento deste tipo de motores é baseado no ciclo de Otto.

O ciclo de Otto é o ciclo teórico dos motores a gasolina, no qual o processo de combustão ocorre instantaneamente, isto é, a volume constante. De igual modo, é assumido que o alívio de pressão relativo à fase de escape também ocorre instantaneamente, ou seja, a volume constante. Já as fases de compressão e expansão ocorrem de forma muito rápida, sendo assumidas como adiabáticas ou isentrópicas. Os diagramas  $PV$  e  $TS$  para o ciclo de Otto estão esquematizados na Figura 3.3, onde:

- a → 1 - Admissão isobárica:** entrada de ar no interior do cilindro a pressão constante;
- 1 → 2 - Compressão adiabática:** efetuada de forma adiabática, a compressão leva os gases até uma temperatura elevada que é, contudo, insuficiente para provocar a inflamação;
- 2 → 3 - Transformação isocórica:** durante este processo, o calor é fornecido através da combustão sem que o pistão tenha tempo de se deslocar (volume aproximadamente constante);
- 3 → 4 - Expansão adiabática:** a massa gasosa expande-se adiabaticamente deslocando o pistão do PMS até ao PMI;
- 4 → 1 - Expansão isocórica:** o calor não aproveitado é removido do interior do cilindro por meio de uma transformação a volume constante;
- 4 → a - Exaustão isobárica:** os gases resultantes da combustão são expulsos para o exterior. (Heywood, 1988)

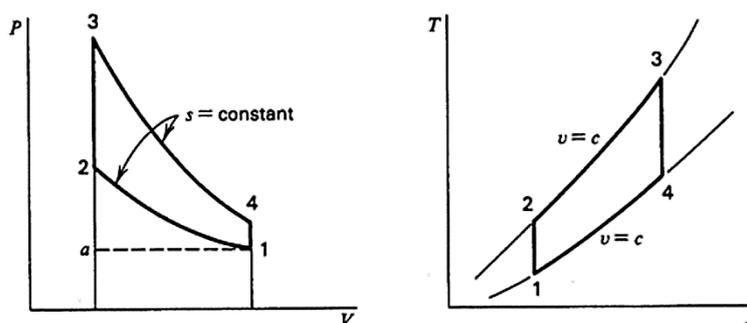


Figura 3.3 - Diagrama  $PV$  e  $TS$  para o ciclo de Otto teórico. (Wark, 1989)

#### 3.1.1.1.2 Motores de ignição por compressão ou Diesel

Os motores de ignição espontânea são os motores a gasóleo, nos quais o pistão comprime o ar admitido no interior do cilindro, comprimindo-o de tal forma que atinge temperaturas elevadas. Quando o pistão chega ao PMS, é injetado combustível que, devido à elevada temperatura do oxigénio presente no ar quente, reage espontaneamente, sem a necessidade de uma faísca. O funcionamento deste tipo de motores assenta no ciclo de Diesel.

O ciclo de Diesel é o ciclo teórico dos motores a gasóleo, onde o processo de combustão ocorre durante a fase de expansão, de forma que a pressão seja constante. Os diagramas  $PV$  e  $TS$  para o ciclo de Diesel estão esquematizados na Figura 3.4, onde:

**1 → 2 - Compressão adiabática:** o ar é comprimido do PMI até PMS atingindo uma temperatura suficientemente elevada de forma a provocar a inflamação do combustível injetado;

**2 → 3 - Expansão isobárica:** no início da expansão, a combustão efetua-se a pressão constante, enquanto o volume e a temperatura aumentam;

**3 → 4 - Expansão adiabática:** a expansão efetua-se sem troca de calor com as paredes do cilindro;

**4 → 1 - Baixa de pressão isocórica:** A abertura da válvula de escape proporciona uma queda da pressão a volume constante. (Heywood, 1988)

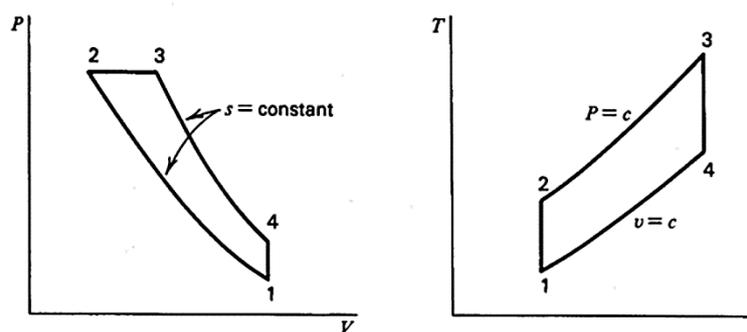


Figura 3.4 - Diagrama  $PV$  e  $TS$  para o ciclo de Diesel teórico. (Wark, 1989)

### 3.1.1.2 Classificação quanto ao número de tempos do ciclo de operação

O deslocamento do pistão desde o PMS e o PMI ou vice-versa designa-se como tempo ou curso. Assim, o funcionamento de um MCI alternativo é caracterizado pelo número de tempos de cada ciclo de operação, mais concretamente em dois ou quatro tempos.

#### 3.1.1.2.1 Motores de dois tempos

Tendo em conta o esquema da Figura 3.5, o funcionamento de um motor assenta em dois tempos, tais como o tempo de compressão e o tempo de expansão.

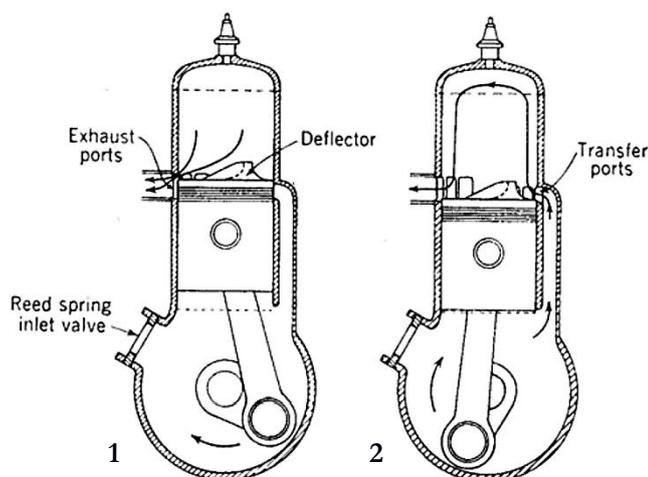
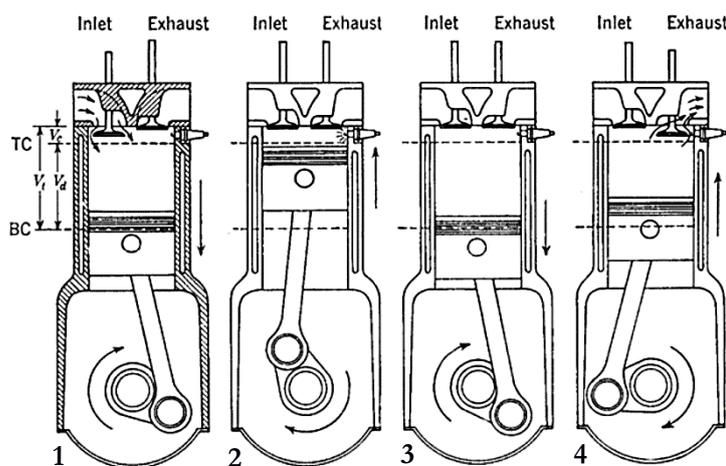


Figura 3.5 - Ciclo de funcionamento do motor de dois tempos: 1. tempo de expansão; 2. tempo de compressão. (Heywood, 1988)

1. **Compressão:** Com o movimento ascendente do pistão (deslocamento do PMI até ao PMS) as janelas de admissão e de escape são fechadas e é efetuada a compressão da mistura ar-combustível (ou apenas do ar, se o combustível for injetado diretamente na câmara de combustão). Simultaneamente, com a mesma subida do pistão, é criada uma depressão na câmara existente na parte inferior, proporcionando a entrada de ar ou mistura ar-combustível.
2. **Expansão:** Quando o pistão chega ao PMS, a mistura de ar-combustível é inflamada ocorrendo a combustão, da qual a expansão dos gases resultantes força o pistão num movimento descendente, ocorrendo neste momento a realização de trabalho mecânico, já que, o veio do motor é forçado a rodar. Simultaneamente, com a descida do pistão, a pressão da câmara localizada sob o pistão aumenta com a mistura de ar-combustível. Quando o pistão chega ao PMI a janela de admissão abre e a mistura de ar-combustível comprimida é forçada a entrar na câmara de combustão, através do canal de transferência. Com esta entrada, os gases de escape presentes na câmara de combustão são forçados a sair pela janela de escape. Continuamente, o pistão inicia o seu movimento de subida e ocorre um novo ciclo. (Heywood, 1988)

### 3.1.1.2 Motores de quatro tempos

Um motor a quatro tempos apresenta quatro fases em cada ciclo, nomeadamente: admissão, compressão, combustão e escape. Por outro lado, o motor a dois tempos apenas apresenta duas fases: compressão e escape. As fases do funcionamento de um motor a quatro tempos estão representadas na Figura 3.6.



**Figura 3.6** - Ciclo de funcionamento do motor a quatro tempos: 1. admissão; 2. compressão; 3. expansão; 4. escape. (Heywood, 1988)

1. **Admissão** – Após o pistão passar pelo PMS, este inicia o movimento descendente, proporcionando a abertura da válvula de admissão, que permite a entrada da mistura ar-combustível (ou apenas de ar, se o combustível for injetado no interior da câmara) pela ação da depressão, criada pelo aumento de volume da câmara de combustão. Esta fase inicia-se no PMS e termina no PMI.
2. **Compressão** – Quando o pistão atinge o PMI, a válvula de admissão fecha e o pistão começa o movimento ascendente, aumentando continuamente a pressão no interior da câmara, uma vez que não há qualquer abertura.
3. **Expansão** - Quando o pistão atinge o PMS, o sistema de ignição é acionado e ocorre a combustão, originando libertação de calor. É nesta fase que realmente há produção de

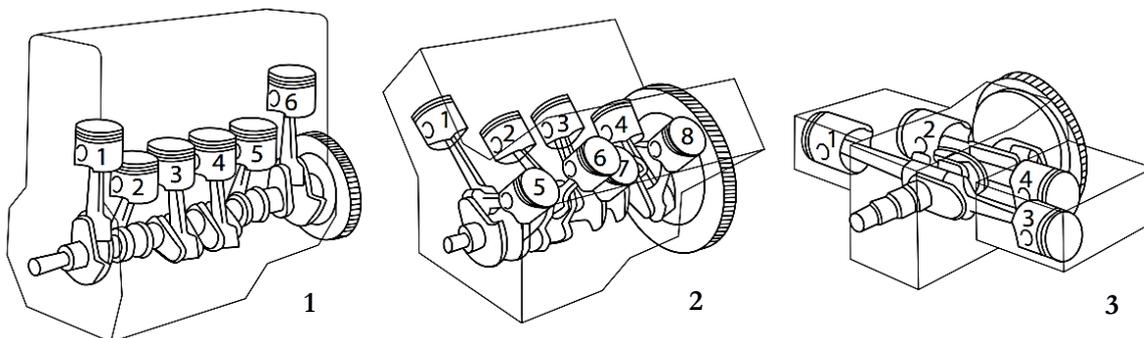
trabalho mecânico, já que a ação de expansão dos gases de combustão força o êmbolo no movimento descendente, ou seja, força o veio do motor a rodar.

4. **Escape** – Com a chegada do pistão ao PMI dá-se a abertura da válvula de escape. Com o movimento ascendente do pistão os gases de escape são forçados a sair do interior da câmara até ao PMS. Após o pistão chegar ao PMS, a válvula de escape fecha e é iniciado um novo ciclo. (Heywood, 1988)

Em síntese, um ciclo é constituído por dois movimentos ascendentes e dois movimentos descendentes, do pistão, correspondendo a duas voltas ao veio do motor. Dos quatro movimentos existentes apenas o tempo de expansão é que realiza trabalho, sendo os restantes três movimentos obtidos à custa da energia armazenada num volante de inércia, isto é, uma massa devidamente afastada do centro de rotação que armazena energia.

### 3.1.1.3 Classificação quanto à disposição dos órgãos mecânicos

Os MCI alternativos podem ser constituídos por apenas um cilindro (monocilíndricos) ou por vários cilindros (policilíndricos). Quanto à disposição dos cilindros, estes podem apresentar diversas configurações, tais como: cilindros em linha, cilindros em V, cilindros opostos, entre outros (Figura 3.7).



**Figura 3.7** - Disposição dos órgãos mecânicos: 1. cilindros em linha; 2. cilindros em V; 3. cilindros opostos. (Brunetti, 2012)

Os motores em V são mais utilizados em veículos de elevada cilindrada, uma vez que têm a capacidade de alocares, por exemplo, seis ou oito cilindros, visto que estes são mais compactos do que os motores em linha com o mesmo número de cilindros, pelo que permite um melhor design e obter uma maior aerodinâmica. Para além disso, como apresentam um ângulo variável, contribuem para o centro de gravidade do carro. (Taylor, 1985)

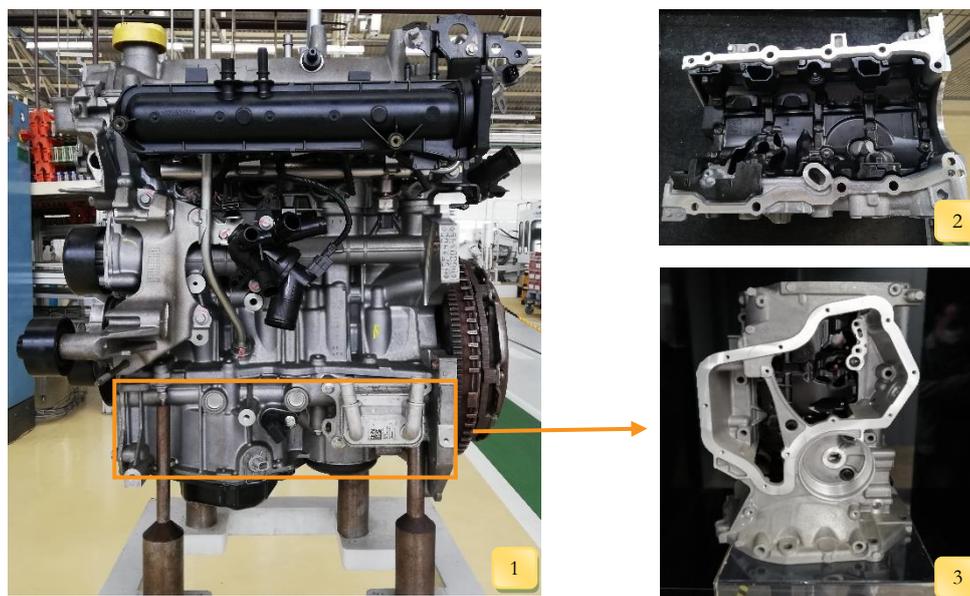
Sintetizando, o cárter intermédio produzido nas linhas L1/L2, é um componente para um motor de combustão interna alternativo, de quatro tempos e em linha, funcionando segundo o ciclo de Otto, no qual o seu carburante é uma mistura de ar e gasolina.

## 3.2 Cárter

O cárter é um componente rígido que protege e assegura a lubrificação de todos os componentes que compõem um mecanismo, garantindo assim o seu correto funcionamento. O seu projeto tem que verificar vários requisitos, tais como: assegurar a lubrificação dos componentes; garantir uma boa resistência e rigidez aliada a um baixo peso; absorver e resistir aos esforços gerados no decorrer do funcionamento do mecanismo; apresentar uma fácil montagem e remoção garantindo acessibilidade para manutenção dos componentes; isolar e amortecer ruídos criados pelo movimento dos componentes; garantir o correto posicionamento de veios. O cárter pode apresentar uma arquitetura fechada, com recurso a tampas para realizar a acessibilidade aos mecanismos, ou com recurso a partes separáveis pelo plano que contém os eixos dos veios do mecanismo (Completo & Melo, 2019).

Assim, o cárter intermédio produzido nas linhas L1/L2, tal como o nome evidencia, está situado entre o bloco do motor e o cárter inferior, que armazena uma pequena parte do óleo do motor, de acordo com a Figura 3.8. A separação entre o bloco do motor e o cárter intermédio é realizada pelo plano que contém o eixo da cambota, ficando alojada metade da cambota no cárter intermédio e a restante metade no bloco do motor. Por outro lado, é também no cárter intermédio, onde estão alojados o filtro e a bomba de óleo, que o óleo é bombeado para todas as zonas móveis do motor e a placa de anti emulsão.

A placa de anti emulsão, presente na maioria dos motores da Renault (Figura 3.8.2), tem como principal função evitar que o óleo crie espuma, uma vez que, normalmente, quando o óleo escorre dos componentes móveis para o cárter, origina bolhas. Visto que com a presença da placa anti emulsão o óleo cai primeiramente na mesma e só depois escorre para o cárter, não há criação de bolhas/espuma de óleo, na zona da bomba de óleo.



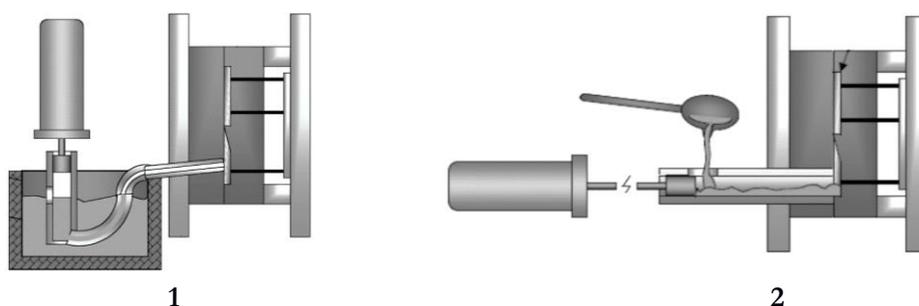
**Figura 3.8** - 1. Motor de combustão interna Renault H5; 2. Vista de baixo do cárter intermédio com a presença da placa anti emulsão. 3. Vista de topo do cárter intermédio produzido nas linhas L1/L2.

De forma a garantir a rigidez necessária à cadeia cinemática, o cárter tem de ser suficientemente robusto, mas visto que este deve apresentar o menor peso possível, de forma a reduzir o peso do motor, a rigidez tem de ser alcançada por meio de nervuras ao invés de paredes de elevada espessura, daí a sua geometria representada na Figura 3.8.

Portanto, o cárter intermédio é um componente com uma geometria complexa, uma vez que apresenta circuitos internos para a circulação de óleo e inúmeros furos e nervuras. Assim, este é obtido por fundição, de modo a permitir a moldação de toda a sua geometria que seria impossível obter por outros processos.

A fundição é o processo no qual um metal ou liga metálica em estado líquido é inserido no interior de um molde com uma determinada geometria, solidificando posteriormente dentro do mesmo, obtendo assim, uma peça com a geometria pretendida. Existem vários processos distintos de forma a produzir peças fundidas, tais como fundição por gravidade, por centrifugação, sob pressão e de precisão. Tendo em conta o elevado volume de produção do cárter bem como a sua geometria e precisão, este é obtido por fundição em matriz sob pressão. (Vinarcik, 2003)

O processo de fundição sob pressão (*High Pressure Die Casting – HPDC*) pode ser realizado em câmara quente (Figura 3.9.1), em que o mecanismo de injeção fica mergulhado no metal líquido, ou em câmara fria, em que o metal fundido é transportado para a bucha de injeção (Figura 3.9.2).



**Figura 3.9 – 1.** Ilustração matriz sob pressão em câmara quente; **2.** Ilustração matriz sob pressão em câmara fria. (Vinarcik, 2003)

O material constituinte do cárter intermédio é o alumínio, já que é um metal leve e resistente, possui ótimas propriedades mecânicas, resistente à corrosão e reciclável. Este já chega às instalações da Renault Cacia depois de ser concebido na empresa de fundição Fagor Ederlan Groupe ou na empresa CIE C. Vilanova, pelo que nas linhas L1/L2 é maquinado e efetuada a montagem da válvula do filtro de óleo e do permutador, esfera  $\varnothing 6$  mm, tampões  $\varnothing 16$  mm e  $\varnothing 22$  mm e da placa anti emulsão.

## 4. Atividades Desenvolvidas no Estágio

No presente capítulo, é apresentado todo o trabalho prático desenvolvido nas linhas L1/L2 do caráter intermédio na Renault Cacia. Primeiramente, será efetuada uma apresentação das linhas explicando o processo produtivo. Seguidamente, efetuar-se-á uma análise ao rendimento operacional (RO) do primeiro trimestre de 2021. Posto isto, apresentar-se-á as principais causas do não rendimento operacional (NRO), bem como as ações de melhoria de forma a colmatar o mesmo. Finalmente, é realizado um ponto de evolução das ações de melhoria, com o auxílio do ciclo PDCA (planear, implementar, controlar e agir).

### 4.1 Análise à organização das linhas L1/L2 do caráter intermédio

#### 4.1.1 Introdução

Nas linhas L1/L2 são maquinados os cárteres intermédios para o modelo H5 (Figura 4.1) e montados alguns componentes nos mesmos, nomeadamente a válvula do filtro de óleo, a válvula do permutador de calor, uma esfera  $\varnothing 6$  mm, tampões metálicos e a placa de anti emulsão. Estas linhas inserem-se no ateliê 6 e ocupam uma área de 1393 m<sup>2</sup>. A referência “Hx” é a designação dada a um motor a gasolina, onde H4 é referente a um motor de três cilindros e H5 a um motor com quatro cilindros.

Nas linhas L1/L2 (modelo H5) são maquinados quatro géneros de cárteres intermédios diferentes, o H5FT (apelidado por Gen1 no interior da fábrica), o HR13 4x2 (apelidado por Gen2) e o HR13 4x4 (apelidado por 4x4), estando cada um representado na Figura 4.1.

Para além destes quatro tipos de cárteres intermédios, nas linhas L3 e L4 do ateliê AT6, também são produzidos cárteres intermédios, mas para motores de três cilindros (H4). Esta é uma linha bastante idêntica a nível da maquinaria e de operações de montagem relativamente às linhas L1/L2, abordadas no presente relatório.

Na Renault Cacia, o abastecimento de peças em cada unidade elementar de trabalho (UET) é essencialmente realizado por AGV's, isto é, veículos guiados autonomamente com recurso a linhas magnéticas presentes no chão, desde a logística até aos postos de abastecimento da UET. Ao longo do relatório são enunciados vários AGV's, sendo que existem dois tipos diferentes: os AGV's que efetuam o abastecimento dos brutos da logística e os AGV's internos da linha que só se movimentam no interior da mesma. Assim, de forma a identificar cada tipo, quando for referido o AGV-abas, tratar-se-á do AGV que efetua o abastecimento dos brutos, já quando for referido AGV-I1 ou AGV-I2 será referente a cada AGV interno da linha.



**Figura 4.1 - 1.** Cárter intermédio em bruto H5FT (Gen1); **2.** Cárter intermédio em bruto HR13 4x2 (Gen2); **3.** Cárter intermédio em bruto HR13 4x4 (4x4).

A Renault Cacia tem todas as suas máquinas e equipamentos identificados com um número de 8 dígitos, porém no interior da fábrica quando se pretende designar uma máquina, esta é apenas designada pelos seus últimos 4 dígitos com o objetivo de reconhecer com maior facilidade a máquina

ou equipamento em questão. Assim, no decorrer do presente relatório, as máquinas serão denominadas pelos seus últimos 4 dígitos do seu respetivo número de identificação.

#### 4.1.2 Processo Produtivo

O processo produtivo do cárter intermédio é constituído por doze operações (OP), identificadas na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1** - Etapas do processo produtivo do cárter intermédio.

Designação	Função
OP110	Maquinação
OP120	Maquinação
OP130	Lavagem
OP140	Montagem esfera $\varnothing 6$ mm
OP150	Montagem tampão $\varnothing 22$ mm
OP160	Montagem válvula permutador
OP170	Montagem tampão $\varnothing 16$ mm
OP180	Montagem válvula filtro de óleo
OP190	Controlo Estanquidade
OP195	Marcação <i>Datamatrix</i>
OP197	Montagem placa anti emulsão
OP200	Embalagem

O processo produtivo dos cárteres intermédios inicia-se com a receção de contentores de cárteres em bruto, produzidos por fundição na área da logística, vindos das empresas Fagor Ederlan Group e CIE C. Vilanova. Na Figura 4.2, é possível visualizar um contentor de brutos, o qual tem a capacidade de transportar 58 cárteres em bruto. É a logística que é encarregue de efetuar as encomendas ao fornecedor e gestão de brutos em stock, através do seu próprio sistema. Uma vez os cárteres rececionados, é atribuído a cada contentor uma “Galia”, isto é, uma etiqueta de identificação que contém informações importantes sobre a origem da peça: a data e a hora de chegada, a quantidade total de peças no contentor, o tipo de embalagem e a localização de armazenamento, no respetivo armazém. O transporte dos contentores de brutos, entre a logística e o local de abastecimento da UET, é realizado por AGV’s, como é possível visualizar na Figura 4.2.



**Figura 4.2** - Contentor de brutos transportado por AGV.

De forma a explicar o funcionamento da linha, esta foi dividida em várias zonas, de acordo com a Figura 4.3. Conforme é possível visualizar, existem duas zonas sinalizadas a verde onde é efetuado o abastecimento do bruto pelos AGV’s.

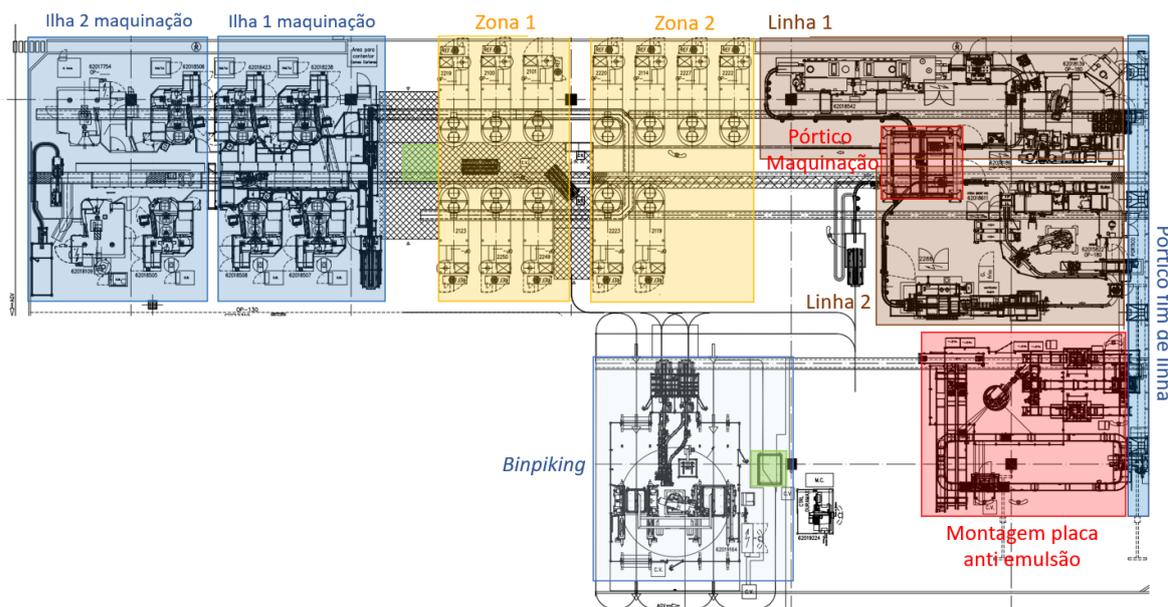


Figura 4.3 - Layout das linhas L1/L2 do canteir intermédio H5.

O *binpiking* (esquemático na Figura 4.3) é uma ilha robotizada, na qual o AGV-abas entra no interior da ilha e para sob uma câmara. Através de um sistema de visão artificial um manipulador robótico agarra um bruto e coloca-o posicionado numa paleta (suporte para cada canteir) que se desloca de seguida num tapete rolante para o andar inferior do AGV-I1, com capacidade para quatro paletes, de acordo com a Figura 4.4. Quando o AGV-I1 está carregado, este desloca-se para a ilha 1 de maquinação, representada na Figura 4.3. Seguidamente, entra um segundo AGV-I2 dentro do *binpiking*, o qual através de tapetes rolantes descarrega quatro paletes vazias e é carregado seguidamente com outras quatro paletes. De seguida, este AGV-I2 desloca-se até à ilha 2 de maquinação (Figura 4.3), enquanto o manipulador robótico efetua o carregamento das quatro paletes deixadas pelo AGV-I2 e aguarda a chegada do AGV-I1 e do AGV-I2 novamente. Este processo é repetido autonomamente sempre que o AGV-I1 ou o AGV-I2 é introduzido no *binpiking*. Relativamente ao abastecimento do *binpiking*, quando o contentor de brutos estiver vazio, avança um novo AGV-abas que deixa um contentor cheio posicionado sob as câmaras e leva o vazio, e assim sucessivamente.

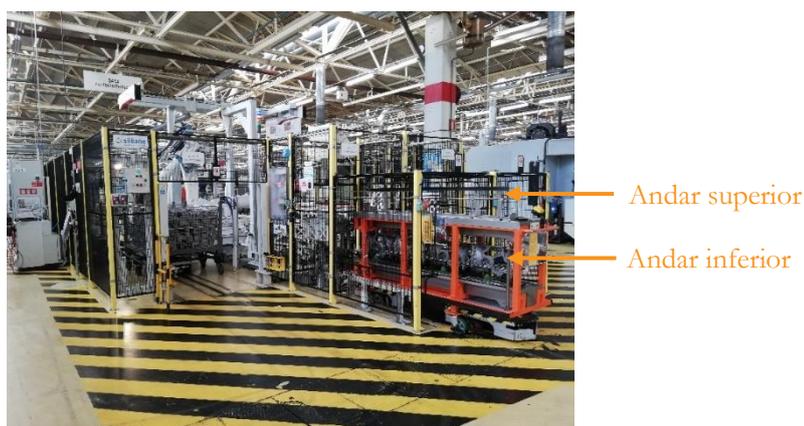
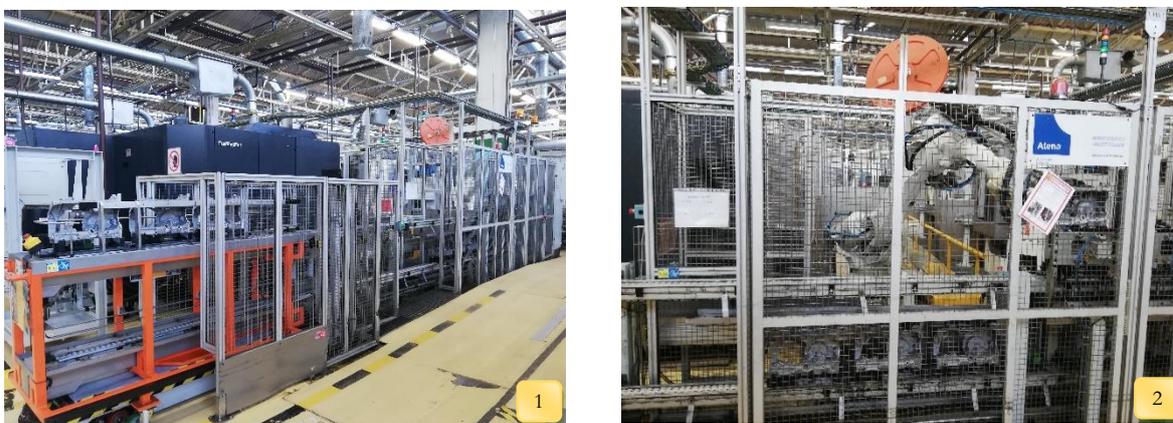


Figura 4.4 - Carregamento do AGV no *binpiking*.

As ilhas robotizadas 1 e 2 de maquinação são semelhantes, portanto, de seguida é apenas explicado o funcionamento da ilha 1 de maquinação, pois a ilha 2 de maquinação é idêntica. Assim, com a chegada do AGV-I1 à ilha de maquinação 1 (representada na Figura 4.3), os seus tapetes

rolantes são acionados e as quatro paletes de brutos são descarregadas. Simultaneamente, são carregados quatro cárteres maquinados no andar superior do AGV-I1. Estando o AGV-I1 carregado, este desloca-se até ao pórtico de maquinação representado na Figura 4.3. As paletes de brutos descarregadas na ilha 1 de maquinação são deslocadas por tapetes rolantes até à entrada da ilha. Neste ponto, com a deteção da presença de peça, um manipulador robótico coloca a peça na posição vertical na DMG (máquina CNC) para ser maquinada a OP110 (operação de maquinação 110), depois o braço robótico abastece as 3 máquinas restantes. Quando a primeira máquina terminar a maquinação da OP110, o manipulador robótico retira a peça e coloca-a sobre uma plataforma ao lado da máquina, de seguida coloca outra peça para a realização da OP110. Cada máquina tem duas mesas de trabalho, uma com a peça na vertical para a maquinação da OP110 e outra com a peça na horizontal para a maquinação da peça OP120. Enquanto a máquina DMG está a realizar a maquinação da OP110, o manipulador robótico efetua o abastecimento da segunda mesa de trabalho para a maquinação da OP120. Posto isto, quando a OP120 de maquinação está concluída, o manipulador robótico coloca a peça na paleta e esta desloca-se no tapete e aguarda a chegada do AGV-I1. Caso haja alguma inconformidade detetada no processo de maquinação da peça, por exemplo numa maquinação incompleta, o braço robótico coloca os cárteres num tapete específico para as peças não conformes que serão posteriormente analisadas.



**Figura 4.5 - 1.** Zona de descarga de brutos e carregamento de peças maquinadas na ilha 1 de maquinação; **2.** Ilha 1 de maquinação, constituída por quatro máquinas CNC e um manipulador robótico.

Para além da maquinação dos cárteres nas ilhas robotizadas, esta também é realizada na zona 1, representada na Figura 4.3. Esta é constituída por seis Grob's (máquinas CNC), onde o operador retira cada bruto do contentor de abastecimento, representado na Figura 4.6, e coloca o bruto na posição vertical a maquinação em cada uma das seis máquinas, sendo esta a OP110. Quando terminar a maquinação, o operador retira a peça maquinada e coloca-a num carrinho de suporte, introduzindo novamente outro bruto na máquina e assim sucessivamente. De forma a reduzir os tempos de troca de peça, a máquina CNC apresenta duas mesas de trabalho, assim, enquanto está a ser maquinada uma peça, é introduzida outra na segunda mesa de trabalho.

Seguidamente, a zona 2 é composta por outras seis máquinas CNC idênticas às que realizam a OP110, onde outro operador retira as peças anteriormente maquinadas, presentes no carrinho, e introduz cada uma delas na posição horizontal, para a realização da OP120. Por último, quando terminada a OP120 de maquinação, o operador retira a peça e coloca-a numa paleta, sobre um tapete rolante, fazendo-a deslocar até ao pórtico de maquinação (representado na Figura 4.3).



**Figura 4.6 - 1.** Grob's para a realização da OP110 (zona 1); **2.** Grob's para a realização da OP120 (zona 2).

De forma a identificar a sequência de maquinagem realizada em cada OP110 e OP120, quer das ilhas 1 e 2 de maquinagem robotizadas quer da maquinagem manual (zona 1 e 2), na Tabela 4.2 encontra-se a sequência de maquinagem realizada. No Anexo 7.1, encontram-se representadas as numerações de cada face e furos maquinados para uma melhor interpretação da Tabela 4.2.

**Tabela 4.2 - Sequência de maquinagem da OP110 e OP120.**

OP110		OP120	
1	Fresagem face 100/200/300	1	Fresagem face 600/500/303/304/401 a 405
2	Desbaste furos 101/107/113	2	Furação 402/401
3	Acabamento furos 101/107/113	3	Furação 504/503/502/304/303
4	Desbaste e Acabamento furo 800	4	Furação 611/350/313/311/310/312
5	Furação 201 a 211 / 230	5	Desbaste arco cambota
6	Roscagem M6 furos 201 a 211 / 230	6	Acabamento arco cambota
7	Desbaste filtro de óleo	7	Roscagem M6x1 301/312/310/311/313/350/611
8	Desbaste furo 220	8	Chanfrenagem 504/503/402
9	Roscagem filtro de óleo	9	Furação 404/403
10	Fresagem face interior filtro óleo	10	Roscagem M10x1.5 404/403/402/401
11	Furação 711/713	11	Roscagem M8x1.25 504/503/502/303/304
12	Furação 240 a 243	12	Furação e chanfrenagem furo 330
13	Roscagem 240/241/242/243/711/713	13	Acabamento furo 330
14	Acabamento 220		
15	Desbaste e Acabamento 213		
16	Desbaste 221		
17	Acabamento 221/360		

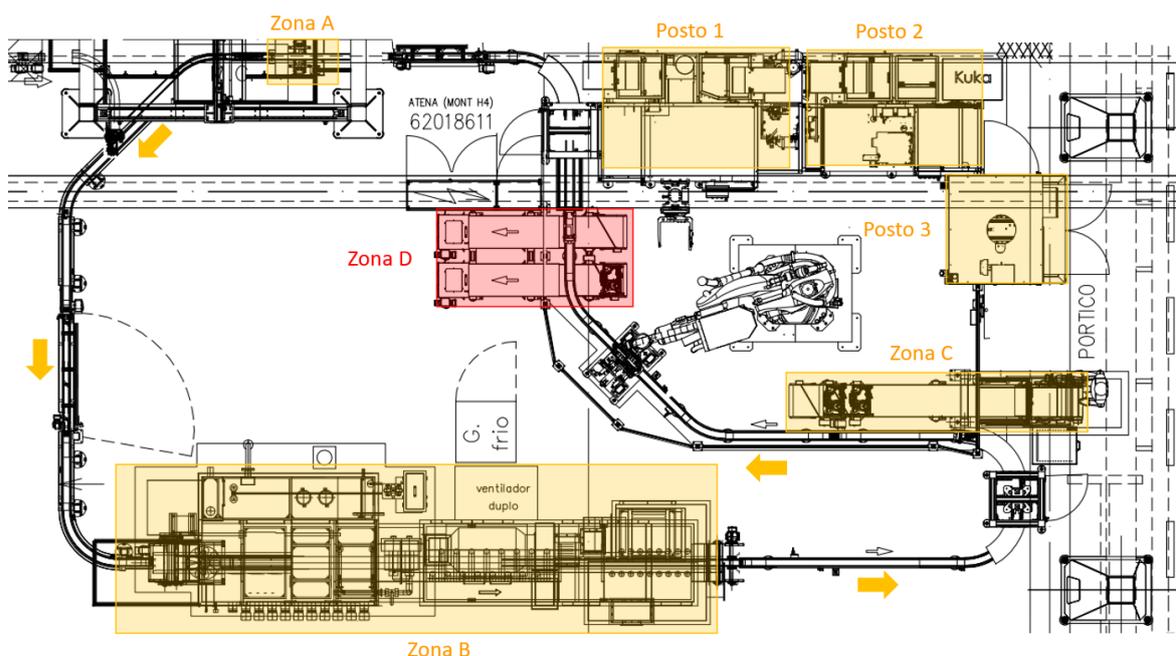
É no pórtico de maquinação (esquemático na Figura 4.3) que advêm as peças da maquinação das ilhas de maquinação e da maquinação manual. Este pórtico, representado na Figura 4.7, efetua a distribuição de cada cárter maquinação para a linha 1 (L1) e para a linha 2 (L2), tendo em conta o *rafale* (tipo de cárter: Gen1, Gen2 ou 4x4) definido para cada linha. Por exemplo, na linha 1 são inseridos os cárteres 4x4 e na linha 2 os cárteres Gen2. No entanto, quando se está a produzir o Gen1 este vai para a linha L2 e o Gen2 para a L1.



**Figura 4.7 - Pórtrico de maquinação.**

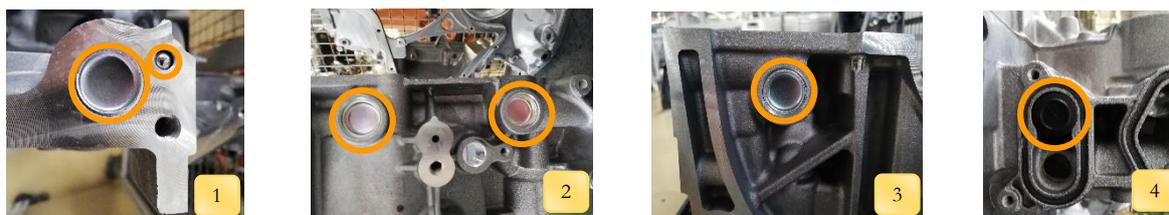
De forma a dar resposta ao fluxo existente de peças da maquinação, é crucial a existência de duas linhas L1 e L2, uma vez que as operações de montagem que se seguem são demoradas. Assim, como as linhas L1 e L2 são idênticas, seguidamente será explicado apenas o funcionamento da L1.

Com a colocação do cárter maquinação por parte do pórtrico de maquinação na L1 (Zona A da Figura 4.8), este desloca-se até à zona de lavagem (zona B da Figura 4.8) através dos tapetes rolantes existentes. O cárter, ao ser maquinação, fica repleto de óleo de corte, assim a lavagem do cárter é essencial, correspondendo à OP130. Numa primeira fase da OP130, o cárter é desengordurado, numa segunda fase é lavado e, por último, soprado, para que fique completamente seco.



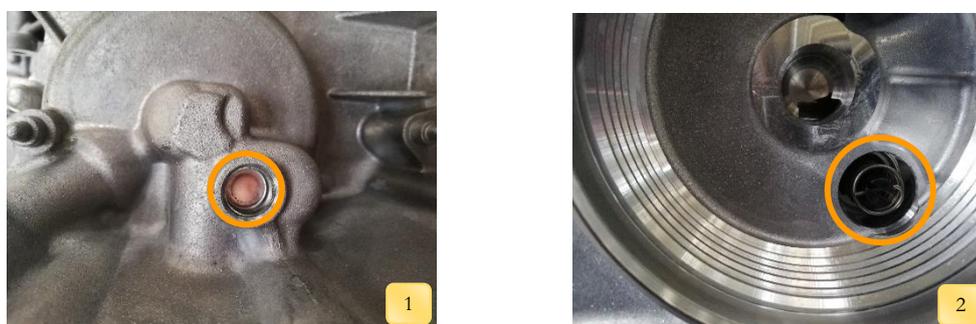
**Figura 4.8 - Layout L1.**

Após a lavagem, segue-se a montagem de diversos componentes, na ilha robotizada de montagem, que possui três postos distintos. No primeiro posto (posto 1 da Figura 4.8), dá-se a colocação do cárter pelo manipulador robótico, e desta forma é efetuada a montagem de uma esfera  $\text{Ø}6$  mm (OP140), com o objetivo de estrangular o canal de um circuito interno presente no cárter. Seguidamente, são montados quatro tampões  $\text{Ø}22$  mm (OP150), uma vez que no processo de fundição são deixados quatro furos, de forma que possa ser realizada a fundição com um circuito no interior do cárter. Por fim, e ainda no primeiro posto, é montada a válvula do permutador de calor (OP160). Na Figura 4.9 encontram-se representados os componentes montados no presente posto.



**Figura 4.9** - Componentes montados no posto 1. (1. Tampão  $\text{Ø}22$  mm e esfera; 2. e 3. Tampões  $\text{Ø}22$  mm; 4. Válvula permutador).

Após esta operação, o manipulador robótico retira o cárter do posto 1 e coloca outro na mesma posição, já que este apresenta dois *grippers*, o que lhe dá a vantagem de poder agarrar dois cárteres ao mesmo tempo. Posto isto, o manipulador robótico retira o cárter existente no posto 2 e coloca o outro vindo do posto 1. No segundo posto (Posto 2 da Figura 4.8), é montado um tampão  $\text{Ø}16$  mm (OP170) e a válvula do filtro de óleo (OP180) representados na Figura 4.10.



**Figura 4.10** - Componentes montados no posto 2. (1. Tampão  $\text{Ø}16$ ; 2. Válvula filtro de óleo).

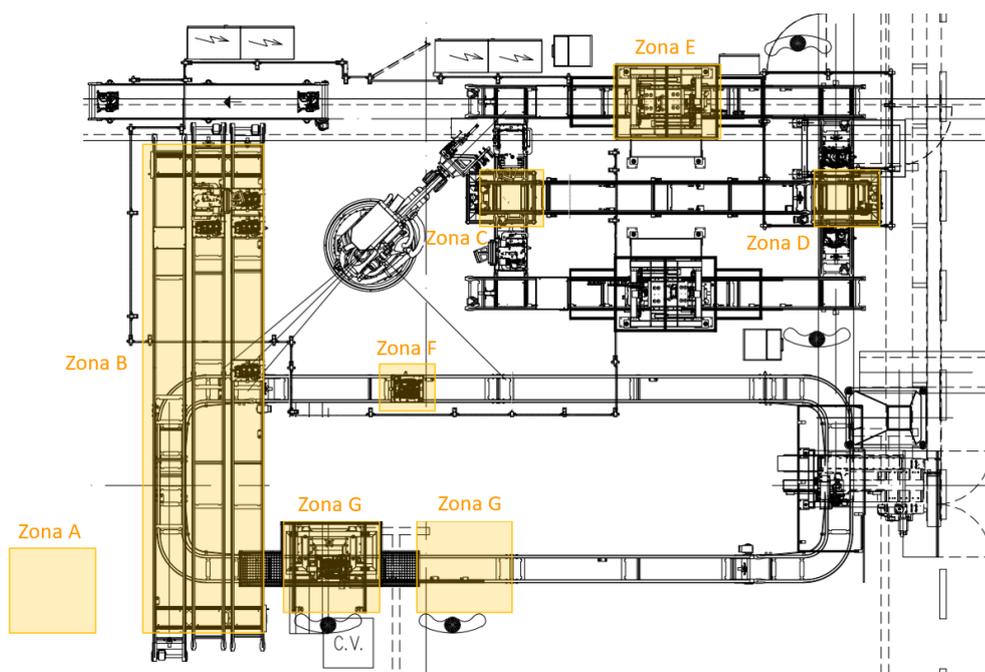
Finalizadas estas duas montagens, o manipulador retira a peça no segundo posto e coloca-a no terceiro posto. No terceiro posto (posto 3 da Figura 4.8) é efetuado um controlo de estanquidade (OP190) com o intuito de verificar a inexistência de fugas nos circuitos presentes no interior do cárter e a boa maquinação das suas faces laterais. Para além do controlo de estanquidade, é realizada a marcação *Datamatrix* (OP195) de forma a identificar o cárter e a guardar os resultados do teste de estanquidade (Figura 4.11). Terminado este processo, o manipulador robótico retira o cárter do terceiro posto e coloca-o num tapete rolante. É de salientar que, se ocorrer quaisquer anomalias no primeiro, segundo ou terceiro posto, o manipulador robótico coloca os cárteres num tapete existente para as peças não conformes (zona C da Figura 4.8), que serão posteriormente analisadas de forma a verificar a anomalia existente. Estas anomalias podem surgir de situações distintas, nomeadamente na montagem dos tampões e da esfera. Esta situação poderá acontecer se existir um esforço de introdução

fora dos parâmetros estabelecidos, ou na montagem da válvula do permutador, e na válvula de óleo, caso não seja detetada a presença das mesmas após a sua montagem.



**Figura 4.11** - Marcação *Datamatrix*.

Na Figura 4.3 está situado o pórtico final de linha que realiza o transporte dos cárteres das linhas L1 e L2 para o local de montagem da placa de anti emulsão (representado na Figura 4.3). Estas são abastecidas pelos AGV-abas em contentores, na zona A da Figura 4.12. Primeiramente, o operador coloca diversas placas nas paletes específicas, conforme ilustrado na zona B da Figura 4.12. Com a deteção da presença da placa anti emulsão na paleta, um manipulador robótico transporta a placa da zona B para a zona C, seguidamente, a placa é transportada por um tapete rolante até ao ponto D, no qual o pórtico de fim de linha pouisa o cárter, por cima da placa. Por sua vez, o conjunto “placa anti emulsão + cárter” é transportado por tapetes rolantes até ao ponto E, no qual são cravadas 4 anilhas de bloqueio de forma a realizar a fixação da placa ao cárter. Por fim, o conjunto retorna ao ponto C, onde o manipulador robótico o movimenta até ao ponto F. Do ponto F até ao ponto G, o cárter é guiado por tapetes rolantes, onde no ponto G estão dois operadores que retiram cada cárter dos tapetes e efetuam um controlo visual, que consiste em: verificar a inexistência de limalhas nos primeiros três filetes de todos os furos roscados, a inexistência de poros em zonas que vão acoplar vedantes. Este controlo inclui também a verificação da maquinação de todas as faces e furos, e a verificação do diâmetro do furo  $\varnothing 22$  mm com um calibre “passa ou não passa”.



**Figura 4.12** - Layout Montagem placa anti emulsão.

Um calibre “passa ou não passa” é uma ferramenta de inspeção utilizada para verificar se uma determinada dimensão se encontra dentro de uma tolerância pretendida. Assim, uma dimensão será considerada aprovada se o lado “passa” passar e o lado “não passa” não passar. Caso o lado “passa” não passe, a dimensão está menor do que a pretendida, caso o lado “não passa” passe, a dimensão está maior do que a pretendida.

Após o controlo visual, o operador coloca a peça no contentor, devidamente posicionado, de acordo com a Figura 4.13.1, realizando assim a OP200 de embalagem. O embalagem é efetuado, na maioria das vezes, em contentores de metal, de forma que os mesmos retornem à fábrica depois de entregues ao cliente, para novos carregamentos. No entanto, quando o cliente está sediado, por exemplo, fora da Europa, o custo de retorno dos contentores vazios é muito elevado, sendo então necessário realizar o embalagem em contentores de cartão. Quando o contentor está cheio, este é selado e o AGV-abas efetua o seu transporte até ao armazém de forma a ser posteriormente carregado num camião.



**Figura 4.13 - 1.** Embalamento em contentor. **2.** Embalamento em caixa de cartão.

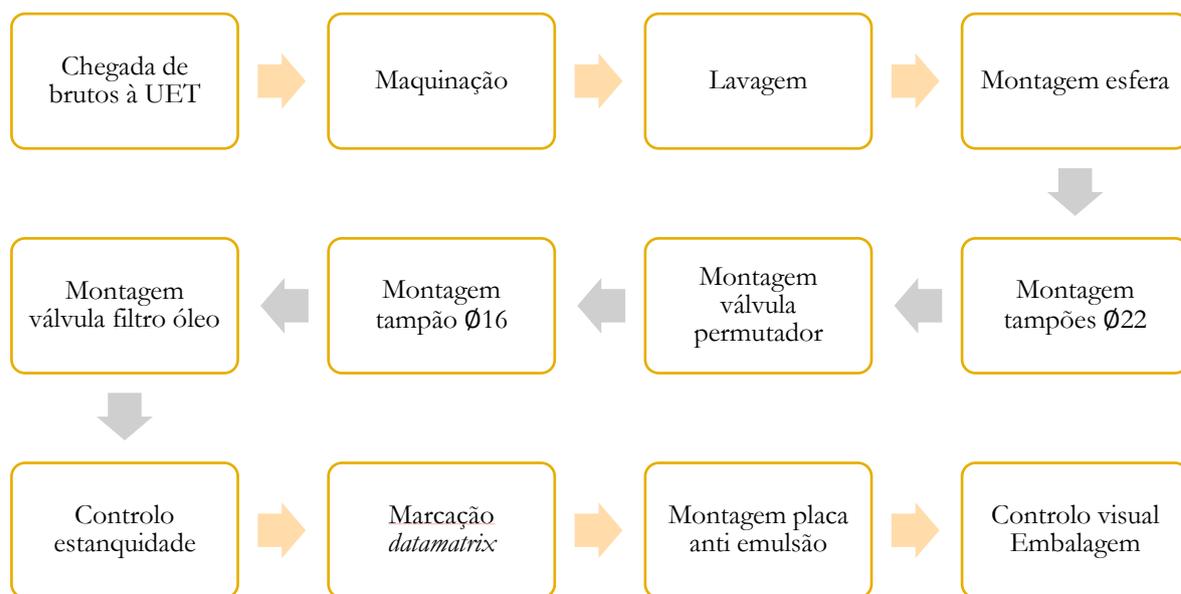
Para além de todos os controlos efetuados ao longo da linha da *Semelle* e do controlo visual por parte do operador, é realizada, em cada turno, uma medição de controlo dimensional da peça BDL (Bordo de Linha) à primeira peça maquinada em cada uma das 14 máquinas que realizam a OP120. Assim, um operador verifica todas as faces maquinadas e todos os furos e roscas com calibres “passa não passa”, de forma a garantir a qualidade exigida da peça. Caso o cárter apresente alguma anomalia, terão de ser verificados todos os cárteres anteriormente maquinados até à última medição de controlo do turno anterior. Para além disso, são realizadas medições das tolerâncias geométricas na máquina 3D ou DuraMax a cada um dos 14 cárteres, de forma a verificar todas as relações de paralelismos, perpendicularidades, concentricidades e rugosidades (Figura 4.14).



**Figura 4.14 -** Medição das tolerâncias geométricas na máquina DuraMax.

Em suma, de forma a sintetizar o processo produtivo do cárter intermédio anteriormente explicado, foi realizado o esquema da Figura 4.15.

É de salientar, que a operação que apresenta um maior tempo a ser concretizada é no posto 3 das ilhas de montagem, onde é efetuado o teste de estanquidade e a marcação *Datamatrix* (OP190 e OP195), correspondendo assim ao processador gargalo (operação com o maior tempo de ciclo da linha), ou seja, o limitador do volume de produção. Assim, é muito importante que no posto gargalo não ocorram falta de peças nem anomalias, de forma a conter os níveis de produção elevados.



**Figura 4.15** - Síntese do processo produtivo do cárter intermédio.

### 4.1.3 Diagrama esquemático linha L1/L2

A elaboração de um diagrama esquemático permite a fácil visualização e identificação de todos os movimentos e operações concretizados numa linha de produção, possibilitando assim a identificação de fluxos desnecessários e ações de valor não acrescentado (NVA), isto é, ações que o cliente não valoriza, pois não acrescentam valor ao produto. Por exemplo, o cliente paga para efetuar a maquinação da peça e a montagem de diversos componentes, mas não lhe interessa que a peça realize bastantes deslocações no interior da fábrica bem como manuseamentos desnecessários pelos operadores, o que poderá levar a um aumento do custo da mesma.

Assim, com o intuito de compreender todas as movimentações quer dos operadores quer do produto a ser produzido, foi realizado o diagrama esquemático da linha presente na Figura 4.16 no qual estão identificados os stocks existentes ao longo da linha, os pontos de transformação, os diferentes tipos de transporte (automático (A) e manual (M)) e os locais de controlo. Por outro lado, foram sinalizados a vermelho todos os locais onde é possível originar sucata, bem como a sua posterior movimentação. Já a verde, encontra-se representado o fluxo de retirada e reposição de peças para a realização do controlo de qualidade.

Tendo em conta o elevado nível de automatização das linhas L1/L2, de acordo com o presente diagrama esquemático, apenas foi possível identificar algumas ações de valor não acrescentado, nomeadamente a manipulação por parte dos operados dos contentores de brutos vindos da logística e o embalamento do produto final, sendo estas analisadas posteriormente na secção 4.4.2.



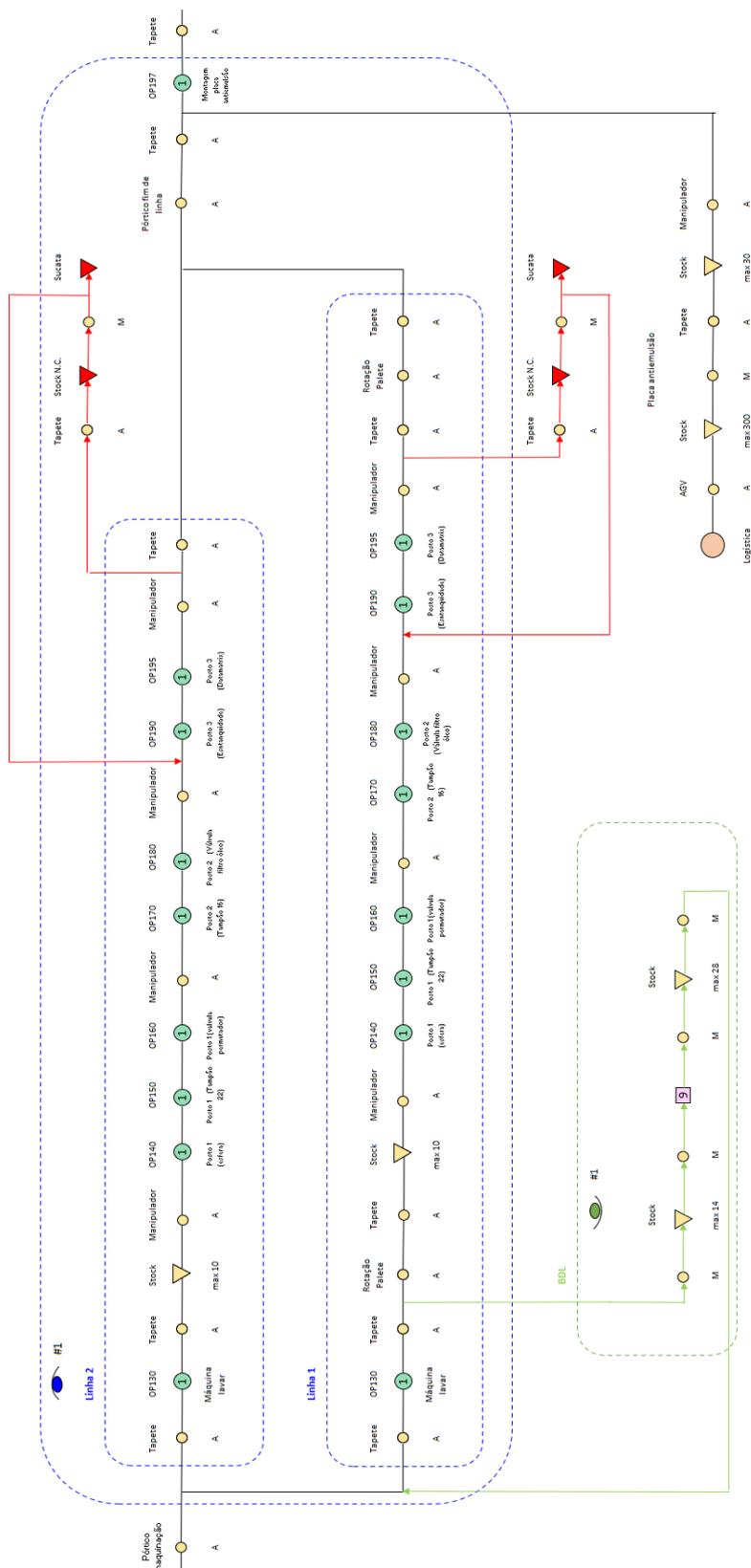


Figura 4.17 – Diagrama Esquemático folha 2  
(Continua em folha 3).

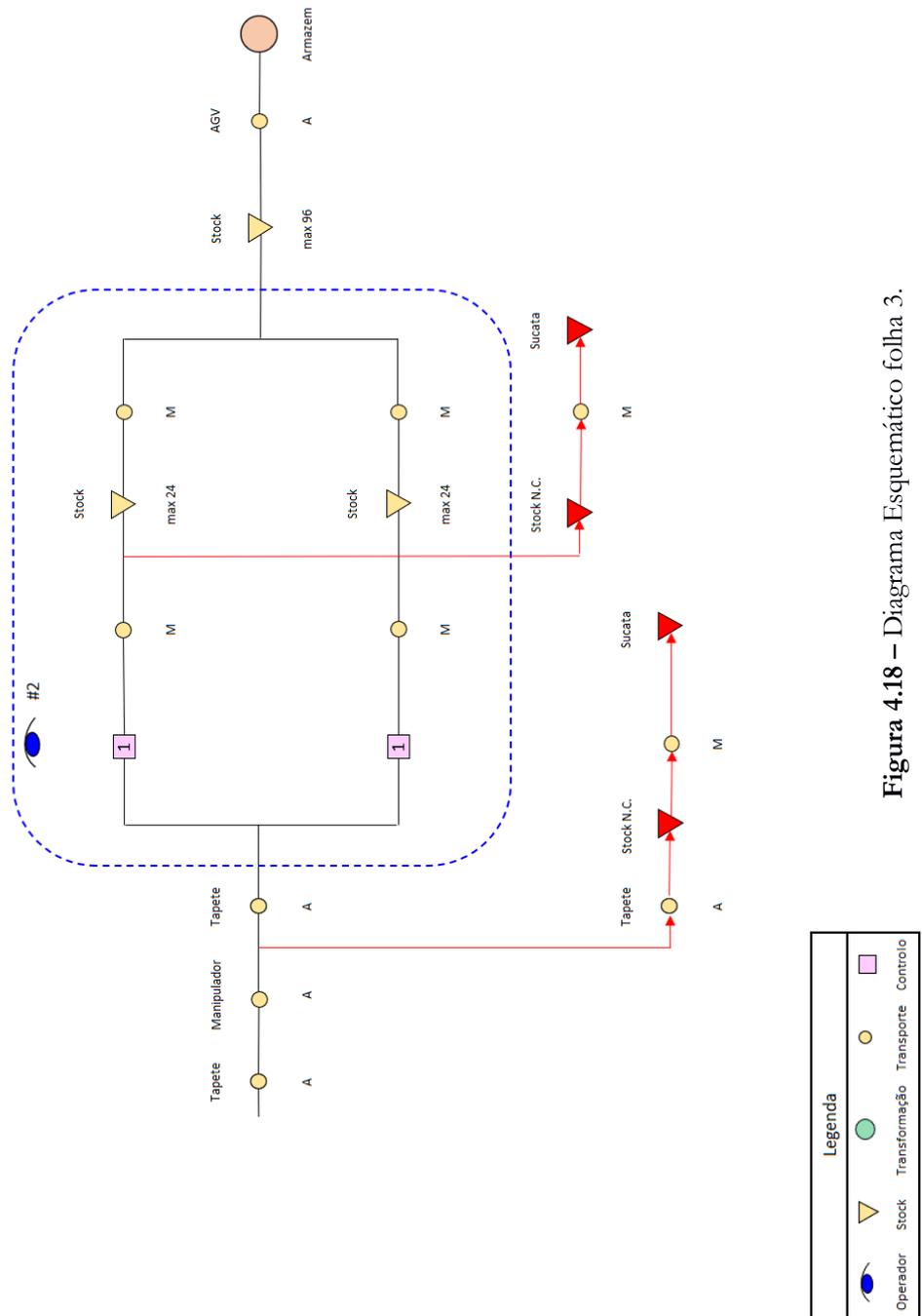


Figura 4.18 – Diagrama Esquemático folha 3.

## 4.2 Rendimento Operacional (RO)

### 4.2.1 Introdução

O rendimento operacional (RO) de uma linha de produção traduz a eficiência da mesma e é calculado pelo quociente do número real de peças produzidas pelo número de peças objetivo, de acordo com a expressão ( 1 ) utilizada pelo Grupo Renault. A produção objetivo é a produção ideal, ou seja, quando a linha de produção está a funcionar como esperado, sem quaisquer anomalias ou avarias nos equipamentos.

$$RO = \frac{\textit{Produção Obtida}}{\textit{Produção Objetivo}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (1)$$

(1) Equação utilizada pelo Grupo Renault.

O valor da produção objetivo, é calculado pelo quociente do tempo de operação da linha pelo tempo de ciclo da linha para que esta foi projetada tendo em conta a expressão ( 2 ). O tempo de operação da linha por turno é de 470 min, uma vez que cada turno de trabalho corresponde a 480 min (8h) e a este valor é retirado 10 min correspondentes à reunião de equipa inicial e ao tempo de preparação do operador no posto de trabalho. O tempo de ciclo da linha em normal funcionamento assume valores entre os 0,59 s e os 0,63 s, ou seja, a cada 0,63 s sai uma peça da linha. Este tempo é influenciado pelo tipo de peça, uma vez que, quando se produz apenas Gen2 o tempo de ciclo é menor comparativamente à produção simultânea de 4x4 e Gen2, esta diferença deve-se ao facto de o processo de maquinação 4x4 ser ligeiramente diferente.

$$\textit{Produção Objetivo} = \frac{\textit{tempo de operação}}{\textit{tempo ciclo}} \quad (2)$$

(2) Equação utilizada pelo Grupo Renault.

No Grupo Renault são anotados hora a hora (HxH) a quantidade de peças produzidas em cada linha bem como todas as anomalias presentes nesse período de tempo, já que caso não se tenha nesse período de tempo produzido o esperado, explicar o desvio existente entre o valor da produção real e o objetivo. Assim, por um lado, uma hora sem nenhum problema deverá corresponder a uma produção obtida igual à produção objetivo, ou seja, um rendimento de 100%. Por outro lado, como diariamente ocorrem várias avarias e imprevistos, nas linhas L1/L2 o objetivo de produção diário é de 92% ao invés de 100%.

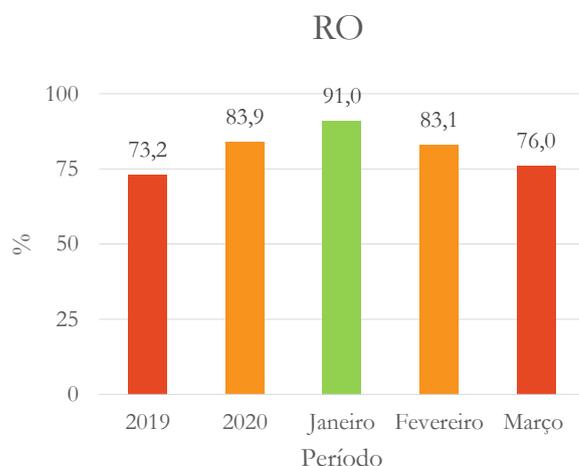
### 4.2.2 Metodologia

Com o objetivo de compreender a realidade do RO das linhas L1/L2 do cârter intermédio, foram animados os dados dos meses de janeiro, fevereiro e março. Assim, foi realizada uma tabela para cada mês de forma a identificar em cada turno de trabalho a produção obtida hora a hora, o objetivo de produção, o número de peças perdidas e os eventuais problemas existentes em cada momento. Devido às dimensões da tabela, no Anexo 7.2 encontra-se apenas um resumo diário dos dados de cada mês.

### 4.2.3 Resultados

De acordo com os dados presentes no Anexo 7.2, obteve-se o gráfico da Figura 4.19 relativamente ao RO global das linhas L1/L2. Tendo em conta as baixas percentagens de RO obtidas em 2019 e 2020, de 73,2% e 83,9% respetivamente, as linhas L1/L2 principiaram o ano de 2021 superando as expectativas, já que o RO do mês de janeiro foi de 91%. Contudo, em fevereiro o RO apresentou um decréscimo para 83,1% e em março para 76%, continuando assim com resultados pouco satisfatórios.

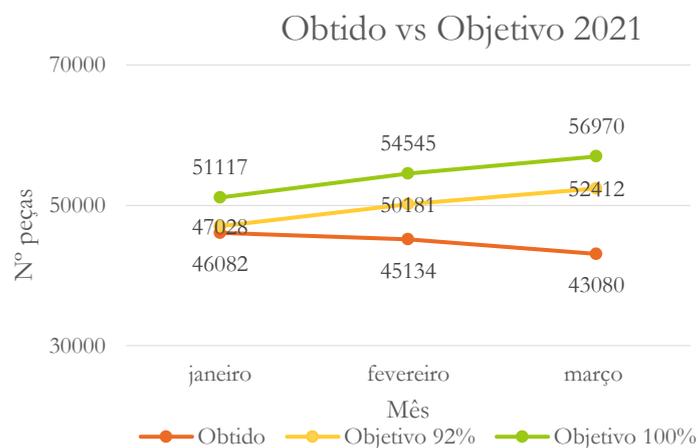
Tendo em conta estes resultados é necessária uma rápida intervenção de forma a identificar, estabelecer e implementar resoluções definitivas do não rendimento operacional (NRO), objetivo este no qual se assentou o presente relatório.



**Figura 4.19** - Dados do rendimento operacional (RO) obtidos em 2019, 2020 e no primeiro trimestre de 2021 das linhas L1/L2.

Seguidamente, na Figura 4.20, encontram-se representadas as curvas referentes à produção obtida e ao objetivo de produção a 92% e a 100% para o primeiro trimestre de 2021. Como o objetivo de produção da fábrica é de 92%, de seguida irão ser analisados os dados em função desse objetivo.

De uma forma geral, o objetivo de produção aumentou de janeiro para fevereiro e continuamente para março, devido ao facto de em março haver menos paragens planeadas e mais dias de trabalho, relativamente a janeiro e fevereiro. Contudo, a curva da produção obtida não acompanhou a curva do objetivo, dado que a curva da produção obtida apresenta um declive negativo e tal não deveria ter ocorrido, pois o objetivo de produção aumentou.



**Figura 4.20** - Produção obtida e objetiva para o primeiro trimestre de 2021.

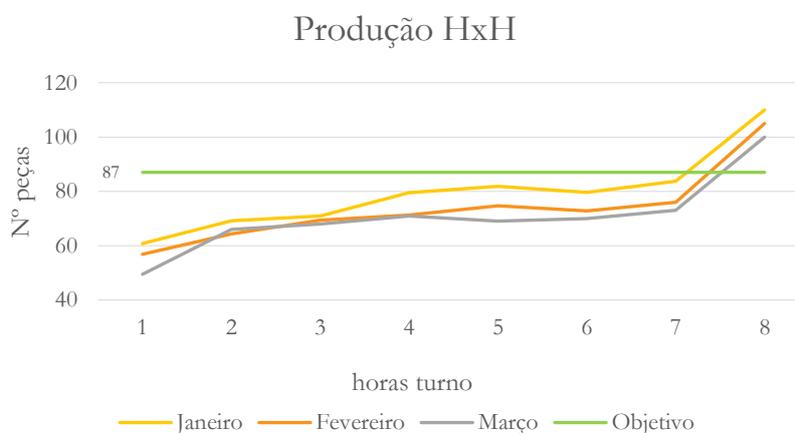
Portanto, da diferença dos valores objetivos pelos valores obtidos da Figura 4.20, obtém-se o número de cárteres que não foram produzidos (perdas). Assim, na Figura 4.21, encontra-se o número de perdas ao longo do primeiro trimestre de 2021, na qual é possível identificar que no início do ano, as linhas L1/L2 do carácter intermédio, iniciaram a sua produção muito positivamente, na medida em que só obtiveram 946 perdas tendo em conta o objetivo de 92%. Já nos meses de fevereiro e março tal

não se sucedeu, já que apresentou uma subida muito acentuada para 5047 peças em fevereiro e 9332 em março.



**Figura 4.21** - Número de perdas relativamente a um objetivo de produção a 92% e a 100%.

De acordo com o seguimento RO hora a hora preenchido diariamente pelos operadores (exemplo da folha em Anexo 7.3) e com o objetivo de produção de 87 cárteres por hora, foi realizado o gráfico da Figura 4.22, o qual representa a produção média ao longo de um turno de trabalho para o primeiro trimestre de 2021.



**Figura 4.22** - Produção hora a hora (HxH) em função de cada hora do turno de trabalho.

Em primeiro lugar, decorrida uma hora de trabalho, é possível visualizar que qualquer que seja o mês, a produção média é de apenas 50 a 60 cárteres, originando logo na primeira hora de trabalho perdas de cerca de 30 cárteres. Este número de perdas deve-se à reunião de 5 min realizada no início de cada turno e ao tempo necessário de arranque para que a linha comece a funcionar a 100%.

Em segundo lugar, nas seguintes horas a produção tem um aumento ligeiro, mas nunca alcança o objetivo, e tal não deveria ocorrer constantemente, sendo facilmente perceptível que algo está a ocorrer diariamente para a produção não atingir o objetivo. Só na última hora de trabalho (oitava hora) é que surge um pico de produção acima do objetivo, com cerca de 100 a 110 cárteres produzidos. Este valor surge devido a ajustes ou inserção de peças que foram submetidas a uma análise devido à possível existência de poros e anomalias, sendo reintroduzidas de novo caso as anomalias existentes sejam insignificantes e não comprometam o correto funcionamento do cárter.

### 4.3 Análise às principais causas do não rendimento operacional (NRO)

#### 4.3.1 Introdução

De acordo com os dados do RO apresentados na secção 4.2, concluiu-se que quer em 2019, 2020 quer no primeiro trimestre de 2021, os valores do RO encontram-se muito abaixo do objetivo de 92% que já contempla alguns imprevistos existentes no decorrer da produção.

Portanto, na presente secção vão ser analisadas as principais causas do NRO existentes atualmente, sendo posteriormente estabelecidas e implementadas soluções de forma a reduzir o NRO.

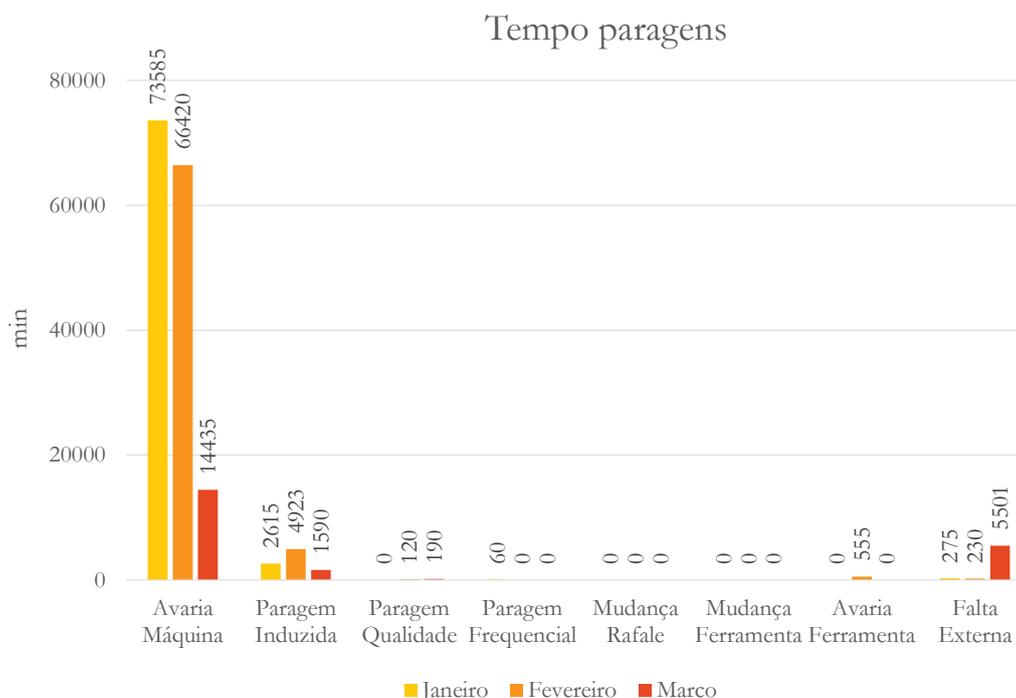
#### 4.3.2 Metodologia

Num primeiro momento foi efetuada uma análise aos fatores que provocam paragens da linha, tais como avaria máquina, paragem induzida (manutenção dos equipamentos ou resolução de problemas da linha), paragem de qualidade (caso haja um problema de qualidade nos cárteres a serem produzidos), paragem frequencial, mudança de ferramenta, avaria ferramenta e falta externa (falta de brutos para maquinação ou componentes para montagem ou falta de contentores de produto acabado). Na Figura 4.23, encontram-se contabilizados os tempos de paragem da totalidade da linha da *Semelle* em função dos tipos de paragem anteriormente enunciados para o primeiro trimestre de 2021.

Em primeiro lugar, é facilmente perceptível que a avaria máquina é o principal problema do NRO, na medida em que em janeiro o tempo de paragem por avaria máquina foi de 73585 min, em fevereiro 66420 min e em março 14435 min.

Em segundo lugar, surgem as paragens induzidas com valores de 2615 min em janeiro, 4923 min em fevereiro e 1590 min em março.

Em terceiro lugar, as faltas externas de 275 min em janeiro, 230 min em fevereiro e 5501 min em março. Por fim, vem as paragens de qualidade, paragens frequenciais, mudança de *rafale* e a avaria ferramenta com tempos de paragens quase nulos. Relativamente às paragens para mudança de ferramenta das máquinas CNC, toma valores nulos em todos os meses, uma vez que os operadores não efetuam o registo do tempo de troca de cada ferramenta, contudo esta ação demora cerca de 5 min.



**Figura 4.23** - Tempo de paragem da linha da *Semelle* em geral ocorrida no primeiro trimestre de 2021.

Efetivamente, a avaria máquina é a causa do NRO, visto que a grandeza de valores de paragem é muito elevada comparativamente com os valores de paragem induzida, tornando-se esta última insignificante.

Tendo em conta as dimensões da linha e a inúmera quantidade de máquinas e sistemas automatizados que a constitui, é muito difícil prever o desgaste dos equipamentos de modo a atuar antes de acontecer uma avaria.

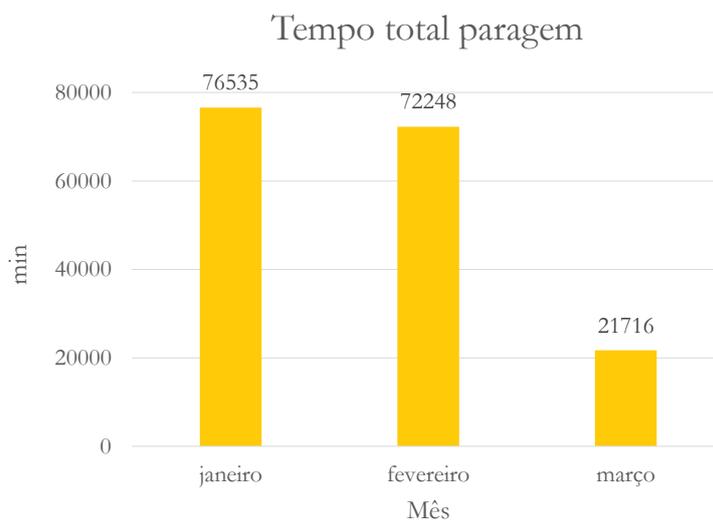
Atualmente, à quarta-feira durante 4h do primeiro turno ocorre a realização de MPM (*Management of Media Performance*), isto é uma metodologia que permite pilotar e implementar ações para manter e melhorar a performance dos meios de produção, ou seja, realização de ações de manutenção dos equipamentos de modo que os mesmos permaneçam tal como novos. Por outro lado, todos os equipamentos possuem um PMA (Plano de Manutenção Autónomo), ou seja, um plano que estabelece as ações de manutenção que o operador tem de realizar com uma determinada regularidade, variando de equipamento para equipamento.

Portanto, atualmente já são realizados planos de manutenção aos equipamentos com o intuito de precaver avarias futuras, mas estes planos muitas das vezes não são suficientes pois os operadores de linha e os operadores de manutenção não conseguem satisfazer todas as necessidades da linha.

Assim, a situação ideal seria contratar mais operadores da manutenção de forma a satisfazer as necessidades da linha, mas a nível económico para a Renault Cacia isso é impossível, logo não há qualquer ação possível de realizar a fim de reduzir as avarias máquinas.

É de salientar, que devido ao contínuo funcionamento dos equipamentos (de 24h em 24h), é natural que ao fim de um determinado período ocorra desgaste em determinados componentes, daí a principal causa das avarias máquina, no entanto com os planos de manutenção anteriormente enunciados é possível adiar determinadas as avarias.

Na verdade, no mês de janeiro e fevereiro a linha esteve parada no total 76535 min e 72248 min respetivamente, todavia em março apresentou uma acentuada descida, pois esteve parada apenas 21716 min de acordo com os dados da Figura 4.24. Naturalmente, tendo em conta que em março o tempo de paragem foi três vezes menor relativamente aos tempos de paragem de janeiro e fevereiro, seria de esperar que em março o RO apresentasse valores um pouco superiores aos de janeiro e fevereiro, mas tal não se sucedeu como visualizado anteriormente na Figura 4.19, em que o RO foi apenas 76%.

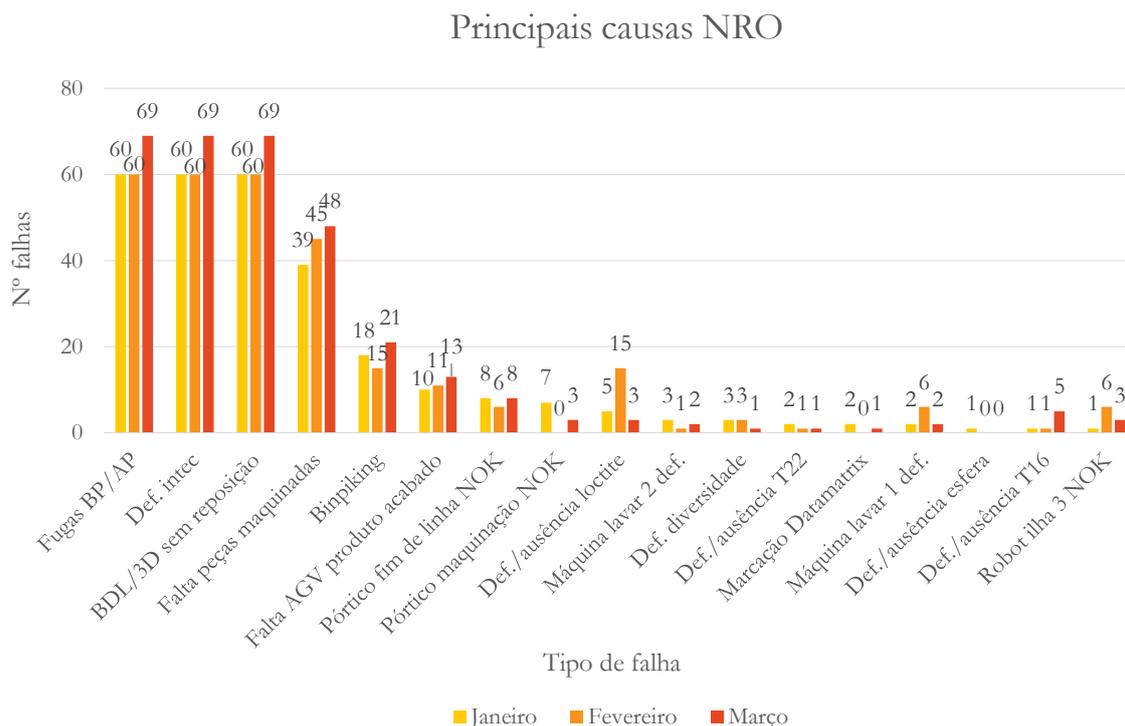


**Figura 4.24** - Tempo total de paragem de cada mês do primeiro trimestre de 2021.

Portanto, é evidente a ocorrência de falhas no funcionamento da linha que não estão a ser contabilizadas, pois há dias em que as avarias máquina são mínimas e o RO não assume valores iguais ou superiores a 90%. Assim, o grande foco do presente relatório de estágio incidiu em realizar uma

análise diária no terreno ao funcionamento das linhas L1/L2 com o intuito de identificar as principais causas do NRO em dias em que as avarias são reduzidas ou inexistentes.

Tendo em conta o seguimento RO hora a hora preenchido diariamente pelos operadores é visível que a maioria dos problemas não estão contabilizados no tempo de paragem da Figura 4.24, pois são problemas que na Renault Cacia não se inserem como avaria máquina. Assim, todos os problemas presentes no seguimento hora a hora durante o primeiro trimestre de 2021 foram contabilizados e encontram-se representados na Figura 4.25, tais como fugas baixa pressão (BP) e alta pressão (AP), defeito na máquina de colocação de anilhas (denominada por *Intec*), retirada de peças para o controlo BDL e 3D sem reposição, anomalias no *binpiking*, falta de AGV's para o produto acabado, anomalia no pórtico fim de linha e de maquinação, entre outros.



**Figura 4.25** - Principais causas do NRO durante o primeiro trimestre de 2021.

Realizando uma abordagem à Figura 4.25, da esquerda para a direita tem-se:

Em primeiro lugar, as falsas fugas no teste de estanquidade a baixa pressão (BP) e alta pressão (AP). Deste modo, é necessário realizar a paragem das ilhas de montagem para repassar os cárteres que não passaram no teste, uma vez que 90% dos mesmos se encontram conformes.

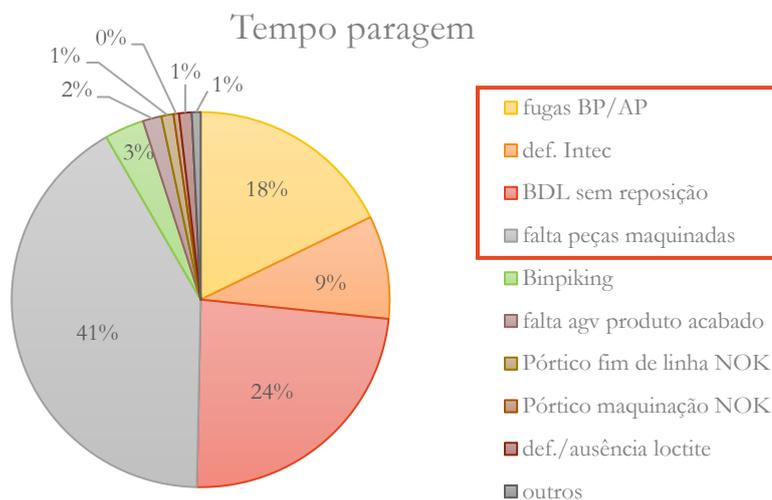
Em segundo lugar, segue-se o defeito na máquina de introdução de anilhas (def. *Intec*) para a fixação da placa de anti emulsão ao cárter. O defeito ocorrido, é devido ao encravamento das anilhas no tambor e na calha da máquina que impossibilita a colocação das mesmas, originando defeito e consequentemente a paragem da linha entre 1 e 5 min dependendo da anomalia.

Em terceiro lugar, a retirada de cárteres da linha 1 para a realização do controlo dimensional BDL e medição 3D sem reposição de cárteres na mesma, o que provoca a paragem da linha 1 por falta de peças.

Em quarto lugar, surge a falta de peças maquinadas na linha 1 quando é produzido 4x4 por parte das ilhas robotizadas 1 e 2 de maquinação.

Seguidamente, têm-se vários defeitos de visão do *binpiking*, falta de AGV's para transportarem os contentores de produto acabado no final de linha, defeito no funcionamento do pórtico fim de linha e no pórtico de maquinação, defeito *loctite* (supercola para a fixação dos tampões), entre outros.

Tendo em conta o número de ocorrências e o tempo de paragem causado por essa ocorrência, na Figura 4.26, encontra-se uma estimativa do tempo total de paragem provocado por cada problema existente. Assim, é evidente que as principais causas do NRO do primeiro trimestre de 2021 são a falta de peças maquinadas (41%), a retirada de peças da linha para o controlo dimensional BDL sem reposição (24%), as falsas fugas BP/AP no teste de estanquidade (18%) e o defeito na máquina de introdução de anilhas (def. *Intec*) (9%).



**Figura 4.26** - Principais causas do NRO do primeiro trimestre de 2021, em função do tempo total de paragem.

Na verdade, de acordo com o acompanhamento diário realizado na linha e com o auxílio do CUET, foi realizado o esquema da Figura 4.27, no qual se encontra esquematizado o top 3 do NRO tendo em conta o número de ocorrências e o tempo de paragem da linha.

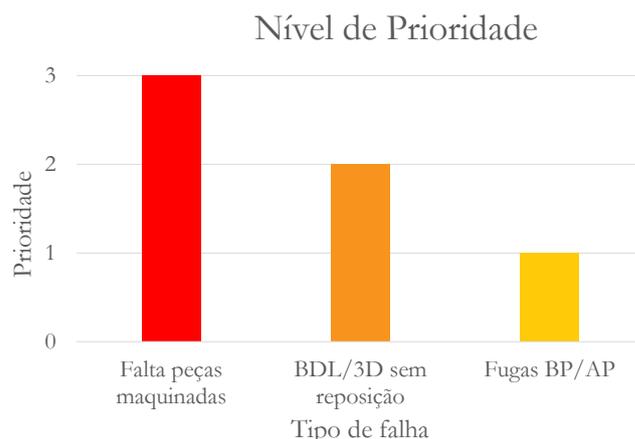
Em primeiro lugar, a principal causa do NRO é a falta de peças maquinadas na L1, quando se produz 4x4. Como a maquinação dos cárteres 4x4 é efetuada somente nas ilhas robotizadas 1 e 2 de maquinação (processo totalmente automatizado), é claramente visível que o problema está nas ilhas de maquinação ou nos seus intervenientes, visto que não conseguem alimentar a cadência de produção da L1. Pelo contrário, na produção de Gen2 na L2, é raro faltar peças maquinadas, já que esta linha é abastecida pela maquinação Grob (maquinação manual).

Atualmente, a falta de peças maquinadas é um problema diário, já que de modo a satisfazer as encomendas do cliente são produzidos cárteres 4x4 na L1 e cárteres Gen2 na L2. Assim, o grande problema é a falta de peças na L1, que provoca a paragem do posto gargalo (máquina de estanquidade).

Em segundo lugar, a segunda principal causa do NRO é a retirada de cárteres da L1 para o controlo BDL e para a medição 3D, dado que são realizadas duas retiradas de 14 cárteres por turno ficando a L1 sem peças durante um determinado período.

Em terceiro lugar, surgem as falsas fugas BP/AP, pois o operador é obrigado a intervir na L1 ou na L2 para repassar as peças que foram detetadas como falsas fugas.

Só em quarto lugar é que surge o defeito na máquina de introdução de anilhas (def. *Intec*), pois o número de perdas causadas é inferior ao número de perdas das três causas anteriores.



**Figura 4.27** - Top 3 do NRO em função do nível de prioridade.

O defeito na máquina de introdução de anilhas ocorre devido ao excesso de óleo que as mesmas apresentam vindas do fornecedor, originando a acumulação de gorduras e sujeidade no tambor e nas calhas da máquina. No presente momento, já foram realizadas várias ações de melhoria, tais como a substituição da calha em plástico, por uma em inox representada na Figura 4.28.1 (rodeada a laranja), de forma a aumentar o deslizamento das anilhas. Por outro lado, as anilhas eram lavadas na máquina de lavar onde são lavados os cárteres antes de serem introduzidas na máquina *Intec*, mas mesmo assim estas ficavam com alguma sujeidade. Assim, foi adquirida uma máquina de ultrassons para realizar a lavagem das mesmas (Figura 4.28.2), ficando estas muito mais limpas comparativamente com a lavagem na máquina de lavar dos cárteres.



**Figura 4.28** - 1. Máquina introdução de anilhas (*Intec*); 2. Máquina de ultrassons para lavagem das anilhas.

Portanto, como o defeito na máquina de introdução de anilhas já estava a ser solucionado no momento do início do presente estágio e este surge já no quarto lugar do top do NRO, o presente relatório assenta na análise e resolução do top 3 do NRO apresentado na Figura 4.27.

Com o intuito de identificar as causas da falta de peças maquinadas, principal causa do NRO, foi realizada uma análise à produção das ilhas 1 e 2 de maquinação, a fim de verificar se estas apresentam capacidade para abastecer a L1 e identificar quais as perdas existentes que proporcionam constantemente a falta de peças da L1. É de notar, que há sensivelmente dois anos a Renault Cacia efetuou um elevado investimento na instalação das ilhas 1 e 2 de maquinação totalmente automatizadas, pelo que é importante manter os fluxos de produção elevados.

### 4.3.2.1 Falta de peças maquinadas L1

Em primeiro lugar, antes de recolher quaisquer dados relativos à produção das ilhas, foram medidos os tempos de maquinação de cada máquina das ilhas 1 e 2, presentes na Tabela 4.3. Portanto, de acordo com a Tabela 4.3, é possível visualizar que os tempos diferem consoante o tipo de caráter (Gen1, Gen2 ou 4x4) e que dentro do mesmo tipo de caráter estes variam entre máquinas, o que tal não deveria acontecer pois as máquinas são idênticas.

Assim, é logo visível que estão a ocorrer perdas, já que a máquina 8109 em 4x4 num turno de trabalho tem a capacidade para maquinar 42 peças e a máquina 8507 tem capacidade para 50, originando uma perda de 8 peças na máquina 8109. Esta questão foi levantada ao departamento, mas até ao momento não se obteve qualquer resposta.

É de salientar que a máquina 7754 não consegue maquinar peças do tipo Gen1, uma vez que o seu armazém de ferramentas é pequeno tendo em conta as ferramentas pretendidas para as OP110 e OP120, e o tempo de maquinação da máquina 8238 em Gen1 não foi disponibilizado.

Em segundo lugar, foi realizada uma média aritmética dos tempos de cada máquina consoante o tipo de caráter maquinado. Seguidamente, foram divididos os 470 min de cada turno pela média anteriormente calculada, obtendo o número de peças que em 8h de trabalho se podem maquinar em cada máquina. Assim, se forem maquinados caracteres 4x4 em cada turno deverão ser maquinados 47 caracteres por máquina, de igual modo para o tipo Gen2 e Gen1 que deverão ser maquinados 51 ou 44 caracteres respetivamente.

**Tabela 4.3 - Tempos de maquinação das ilhas 1 e 2.**

		Tempos de Maquinação Ilhas (minutos)								Produção em 8h por máquina	
		Ilha 2				Ilha 1					
Máquina		7754	8109	8423	8505	8506	8507	8508	8238	Média	
<i>Rafale</i>											
	<b>4x4</b>	11,1	11,3	9,79	9,40	9,47	9,22	9,84	9,58	<b>9,97</b>	47
	<b>Gen2</b>	10,29	10,55	9,08	8,71	8,75	8,46	8,94	8,84	<b>9,19</b>	51
	<b>Gen1</b>	X	11,79	11,5	9,74	9,98	10,11	10,66	Não medido	<b>10,63</b>	44

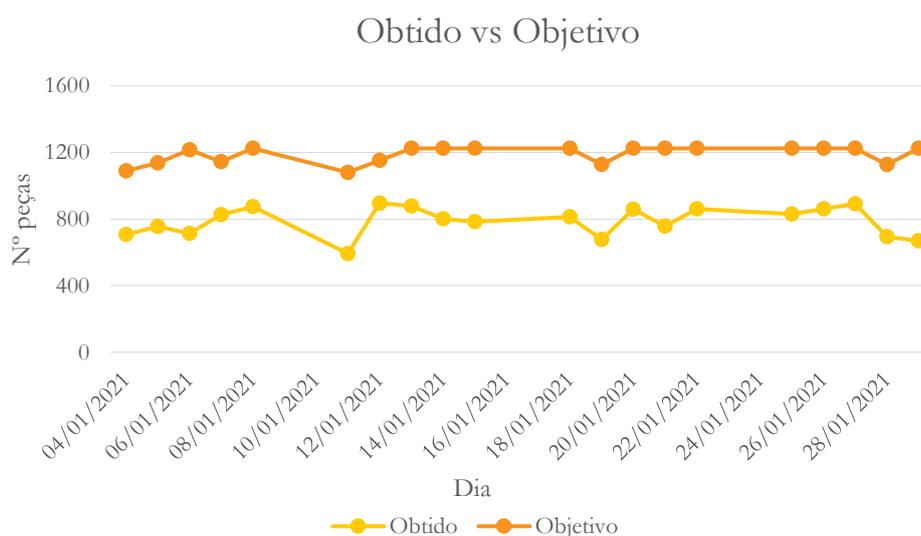
Relativamente ao mês de janeiro, na Tabela 4.4 encontra-se representada uma síntese com o número real de peças maquinadas, o número de peças objetivo e o número de perdas existentes em cada máquina por dia e em cada turno.

Por um lado, no Anexo 7.4 é possível visualizar um excerto da tabela que deu origem à Tabela 4.4, no qual se encontra a produção obtida por máquina em cada turno de trabalho. Por outro lado, de forma a justificar as perdas existentes nas ilhas de maquinação estão expostas todas as avarias existentes em cada turno. Por exemplo no dia 18 de janeiro de 2021 durante o turno 2, na ilha 2 a máquina 8506 teve um defeito de refrigeração, já durante o turno 3 a máquina 8109 esteve parada, pois ocorreu um defeito na temperatura do óleo hidráulico. Porém, no turno 1 não há qualquer avaria assinalada, o que deveria corresponder ao valor nulo de perdas, mas tal não aconteceu pois houve 122 perdas. Ao longo do mês de janeiro há diversos dias em que os turnos não apresentam quaisquer avarias, mas as suas perdas persistem na ordem dos 10% a 50%, o que permite concluir que estão a ocorrer perdas constantes que não estão a ser identificadas nem solucionadas.

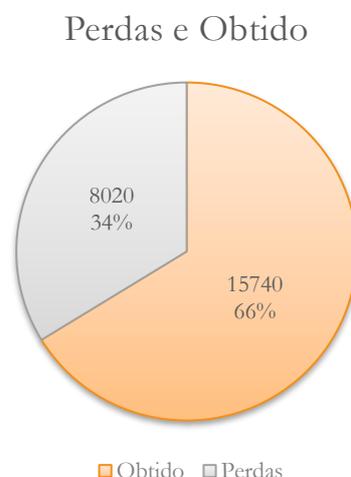
**Tabela 4.4** - Produção e perdas do mês de janeiro nas ilhas de maquinação 1 e 2.

Data	Produção Obtida	Produção Objetivo	Perdas	Perdas turno 1	Perdas turno 2	Perdas turno 3
04/01/2021	707	1088	381	150	134	97
05/01/2021	756	1136	380	144	104	132
06/01/2021	713	1216	503	190	187	126
07/01/2021	826	1144	318	166	103	49
08/01/2021	875	1224	349	131	151	67
11/01/2021	593	1080	487	138	207	142
12/01/2021	896	1152	256	88	112	56
13/01/2021	877	1224	347	132	102	113
14/01/2021	802	1224	422	108	158	156
15/01/2021	784	1224	440	146	160	134
18/01/2021	813	1224	411	122	142	147
19/01/2021	676	1128	452	186	173	93
20/01/2021	858	1224	366	173	108	85
21/01/2021	758	1224	466	152	145	169
22/01/2021	860	1224	364	171	79	114
25/01/2021	830	1224	394	127	137	130
26/01/2021	861	1224	363	80	108	175
27/01/2021	892	1224	332	126	76	130
28/01/2021	694	1128	434	141	139	154
29/01/2021	669	1224	555	152	218	185
<b>Total</b>	<b>15740</b>	<b>23760</b>	<b>8020</b>	<b>2823</b>	<b>2743</b>	<b>2454</b>

De acordo com a Tabela 4.4, é possível visualizar na Figura 4.29, que durante o mês de janeiro a produção obtida nunca atingiu o objetivo máximo ficando na maior parte dos dias com desvios de 250 e 550 peças. Estes valores refletem as perdas de RO existentes, por falta de peças maquinadas vindas das ilhas de maquinação 1 e 2. Na Tabela 4.4, também é possível visualizar as perdas por cada turno de trabalho, sendo o turno 3 o que obteve um número menor de perdas. Em síntese, durante o mês de janeiro foram maquinados 15740 cárteres, mas como a produção objetivo correspondia a 23760, ficaram por maquinar 8020 cárteres.

**Figura 4.29** - Representação dos valores obtidos e dos objetivos, nas ilhas de maquinação 1 e 2 ao longo do mês de janeiro de 2021.

Na Figura 4.30, é possível visualizar que dos 23760 caráteres objetivo do mês de janeiro só foram maquinados 66% sendo os restantes 34% correspondentes a perdas da maquinação.



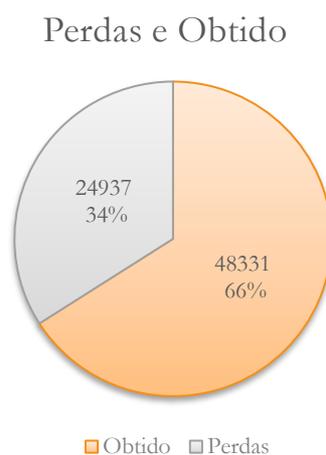
**Figura 4.30** - Total de perdas e de peças maquinadas nas ilhas 1 e 2 durante o mês de janeiro.

Os dados da produção dos meses de fevereiro e março encontram-se em Anexo 7.5, já que são idênticos ao mês de janeiro. Na Tabela 4.5, encontra-se um panorama geral dos dados obtidos e das respectivas perdas dos meses de janeiro, fevereiro e março, na qual é possível concluir que a produção obtida varia entre os 15740 e 16579, correspondendo a perdas de 7552 a 9365 caráteres.

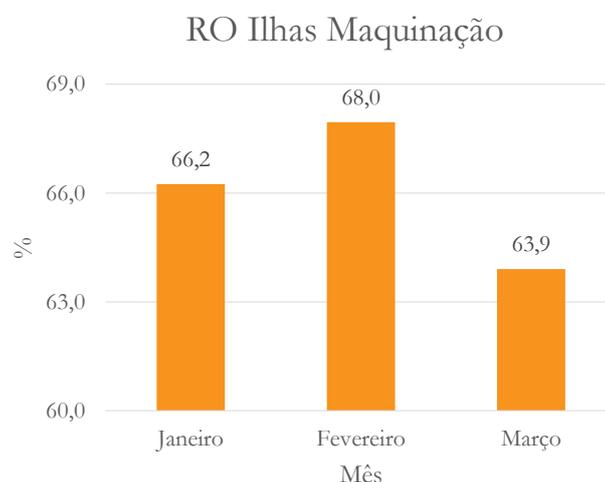
**Tabela 4.5** - Resumo dos dados obtidos e das respectivas perdas durante os meses de janeiro, fevereiro e março nas ilhas 1 e 2 de maquinação.

	Produção Obtida	Produção Objetivo	Perdas	Perdas turno 1	Perdas turno 2	Perdas turno 3
<b>Janeiro</b>	15740	23760	8020	2823	2743	2454
<b>Fevereiro</b>	16012	23564	7552	2536	2687	2329
<b>Março</b>	16579	25944	9365	3251	3811	2622
<b>Total</b>	48331	73268	24937	8610	9241	7405

Para finalizar, na Figura 4.31 é possível visualizar que durante o primeiro trimestre de 2021 apenas foram maquinados 66% dos caráteres objetivo, sendo os restantes 34% (24937 caráteres) correspondentes a perdas. Consequentemente, o RO das ilhas 1 e 2 de maquinação foi de apenas 66,2% em janeiro, 68% em fevereiro e 63,9% em março (Figura 4.32).



**Figura 4.31** - Total de perdas e de peças maquinadas nas ilhas 1 e 2 durante o primeiro trimestre de 2021.



**Figura 4.32** - RO das ilhas 1 e 2 de maquinação durante o primeiro trimestre de 2021.

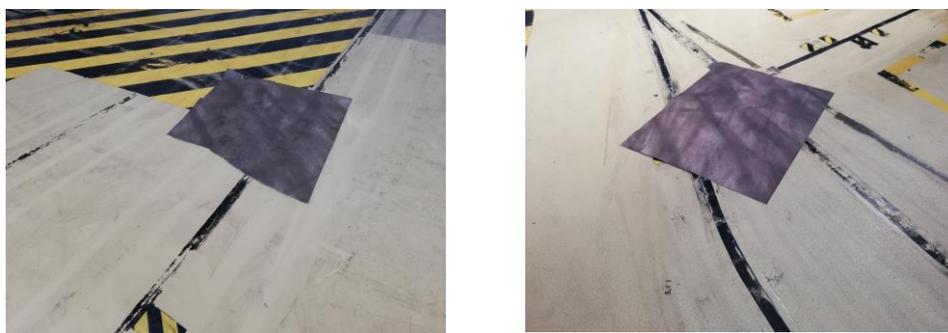
Face aos dados relativos às ilhas 1 e 2 de maquinação obtidos, é possível concluir que estão a ocorrer demasiadas perdas devido à falta de brutos para maquinar nas ilhas de maquinação, provocando assim a paragem das máquinas CNC por falta de brutos. Logo, o problema de falta de peças maquinadas na L1 não advém das ilhas de maquinação 1 e 2, mas sim dos seus intervenientes (AGV's e *binpicking*), pois as peças em bruto nas estão a chegar às ilhas para a maquinação, provocando a paragem das mesmas.

Da análise realizada no terreno e com a ajuda do CUET, verificou-se que os principais problemas pela falta de peças nas ilhas de maquinação, que porventura provocam a falta de peças na L1 são: vários despistes dos AGV's internos e falhas nas rotas; defeito do processo de visão do *binpicking*, pórtico de maquinação e paletes encravadas nos tapetes.

#### 4.3.2.1.1 AGV's vários despistes e falhas nas rotas

Devido à acumulação de óleo no solo, proveniente do movimento dos operadores na zona de maquinação, e tendo em conta o piso completamente liso, os AGV's despistam-se em zonas de curvas e entroncamentos. Para além disso, o AGV-I1 apresenta constantemente falhas na rota, já que no entroncamento ao despistar-se segue para a L2, pelo qual não está programado para efetuar o acoplamento nessa ilha ficando parado. Consequentemente, os brutos não chegam às ilhas de maquinação, provocando assim a paragem das máquinas CNC por falta de brutos. Como não há qualquer operador a monitorizar os AGV's a tempo inteiro, estes ficam parados até que um operador se aperceba da paragem dos mesmos e os coloque novamente em funcionamento.

Semanalmente é realizada a limpeza do piso, consequentemente no prazo de três dias não há qualquer despiste dos AGV's nem falhas nas rotas. Porém com a acumulação de óleo e sujidade surgem os despistes. De forma a evitar os despistes, os operadores colocam cartões nas zonas críticas de modo a aumentar a aderência das rodas e absorver a alguma humidade de óleo como representado na Figura 4.33.



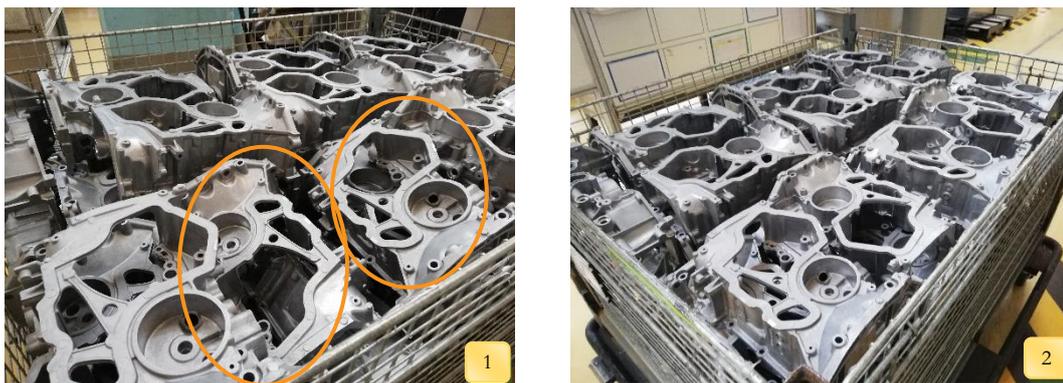
**Figura 4.33** - Zonas críticas propícias a despistes.

Na tentativa de colmatar os despistes frequentes e as falhas nas rotas dos AGV's internos da linha, que levam à falta de peças nas ilhas de maquinação, no âmbito deste trabalho foi sugerida a realização da limpeza do piso de três em três dias ao invés de semanalmente. Por outro lado, poder-se-á alterar o piso para um com mais rugosidade, com o intuito de diminuir o escorregamento provocado pela humidade de óleo.

#### 4.3.2.1.2 Defeito processo visão do *binpicking*

Outro fator que provoca a falta de peças na L1 é o *binpicking*, na medida em que este tem constantemente falhas no processo de visão, originando a sua paragem, que por sua vez provoca a paragem dos AGV's internos que aguardam o carregamento de brutos.

O *binpicking* está programado para retirar os cárteres por camadas, de modo a evitar choques do manipulador com os cárteres em camadas superiores e danos nos mesmos. Assim, o manipulador só avança para a próxima camada de cárteres se não houver nenhum na camada superior. Porém, com o transporte dos cárteres do fornecedor até à Renault Cacia, estes ficam mal posicionados no contentor conforme representado na Figura 4.34.



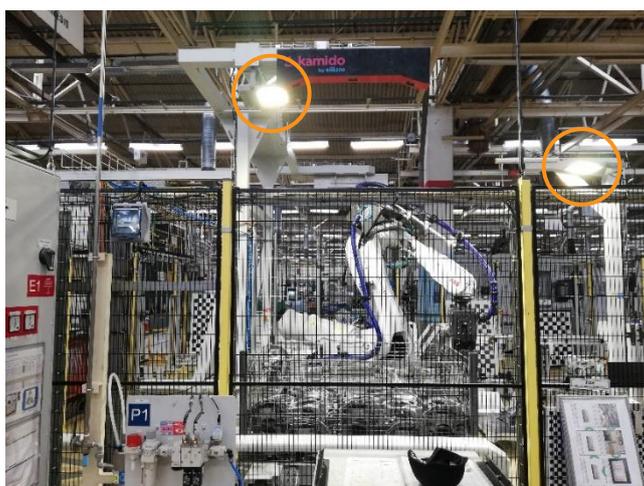
**Figura 4.34 - 1.** Cárteres com posicionamento incorreto no contentor; **2.** Cárteres com posicionamento correto no contentor.

O principal problema é que quando há um cárter mal posicionado o sistema de visão não consegue identificar a sua posição, mas como identifica que está uma peça na camada superior não avança para a próxima camada, ocorrendo paragem do *binpicking*, forçando o operador a intervir ao entrar no interior da ilha para colocar o cárter na posição horizontal.

Portanto, as falhas no processo de visão ocorrem devido ao mau posicionamento dos brutos no contentor, que impossibilita a identificação de determinados brutos. Como o *binpicking* é uma ilha totalmente automatizada, não há nenhum operador a monitorizá-lo permanentemente, assim quando este interrompe o seu ciclo são perdidos 5, 10 ou até mesmo 20 min até o operador se deslocar e realizar a intervenção necessária. Para além disso, o operador tem de deixar o seu posto de trabalho para reposicionar os cárteres no contentor.

A fim de melhor o sistema de visão, no âmbito do presente estágio verificou-se que em dias com menos luminosidade no interior da fábrica o número de falhas no defeito de visão aumentou. Com efeito, procedeu-se à colocação de um pequeno holofote temporário sob o contentor de brutos de forma a melhorar a iluminação dos mesmos. Com a colocação do holofote o número de defeitos de visão teve um grande decréscimo, já que o sistema de visão reconhece mais facilmente os cárteres, mesmo quando estes se encontram um pouco mal posicionados.

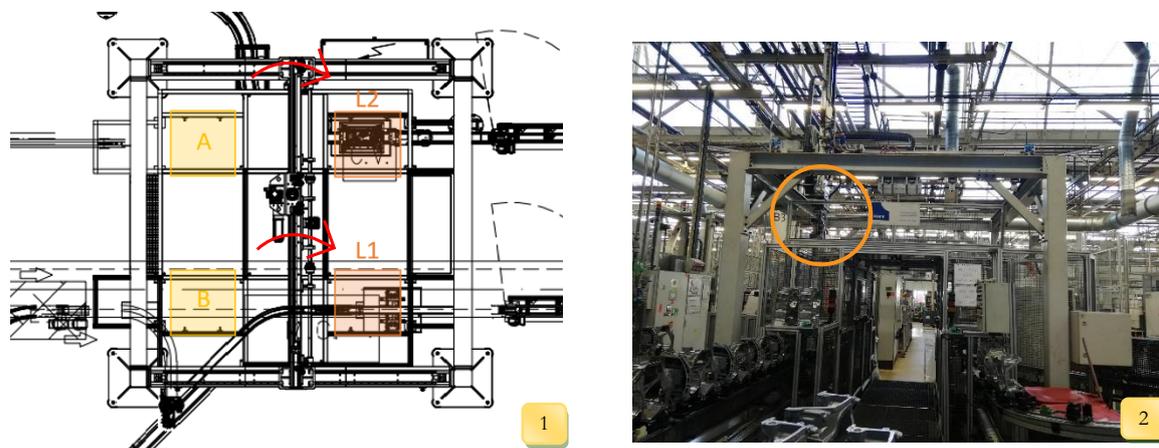
Em consequência do ensaio do holofote, no âmbito do presente trabalho procedeu-se à instalação de dois projetores led sob o contentor de brutos, de acordo com a Figura 4.35, a fim de melhorar o processo de visão.



**Figura 4.35 -** Melhoria da iluminação do contentor de brutos no *binpicking* com a aplicação de dois projetores led.

#### 4.3.2.1.3 Pórtico de maquinação

Geralmente são montados cárteres 4x4 na L1 provenientes das ilhas de maquinação e cárteres Gen2 na L2 provenientes da maquinação manual nas Grob's. Deste modo, o pórtico funciona alternadamente, ou seja, tendo em conta a Figura 4.36, este vai ao posto A buscar um cárter Gen2 e coloca-o na L2, seguidamente vai ao posto B buscar um cárter 4x4 e coloca-o na L1 e assim sucessivamente.



**Figura 4.36 - 1.** Layout do pórtico de maquinação; **2.** Pórtico de maquinação à espera de colocação do cárter Gen2 na L2.

Devido à frequente falta de peças 4x4 no posto B, ocorre acumulação de paletes vazias na L1, contrariamente na L2 nunca há falta de peças, logo há poucas paletes vazias.

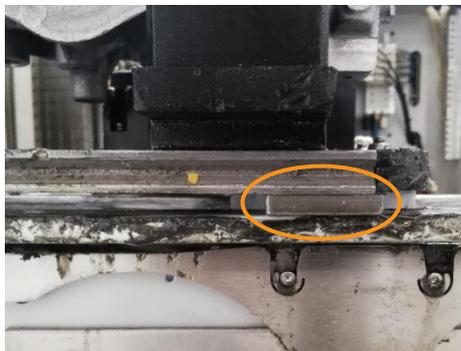
Portanto, como o pórtico coloca alternadamente uma peça na L1 e na L2, na maioria das vezes agarra a peça no posto A e fica à espera da chegada de paletes vazias para descarregar na L2, enquanto a L1 está subcarregada de paletes vazias. Na Figura 4.36, é visível o pórtico com um cárter Gen2 à espera da chegada de uma paleta vazia da L2. Com o tempo que se está à espera de paleta vazia na L2, pode-se colocar um cárter na L1, diminuindo assim a acumulação de paletes vazias que provoca a paragem da L1, pois esta acumulação de paletes sob o tapete chega até ao posto de carga da linha de montagem.

Por outro lado, quando ocorre uma paragem para repassar peças na L2 ou uma avaria, o pórtico fica à espera da chegada de uma paleta vazia para colocar um cárter. Mas como a L2 está parada, só irão chegar paletes quando esta entrar em funcionamento, provocando assim a paragem da L1.

Com efeito, no âmbito do presente trabalho foi realizada uma reprogramação do pórtico de maquinação de forma a diminuir as perdas causadas na L1 por falta de peças. Para tal, o pórtico só vai buscar um cárter ao posto A ou B se for detetada presença de paleta vazia na L1 ou na L2. Assim, este nunca vai ficar à espera da chegada de paletes vazias.

#### 4.3.2.1.4 Paletes encravadas nos tapetes

Da análise realizada no terreno, visualizou-se que algumas das paletes ficavam paradas sob os tapetes rolantes, devido à peça metálica representada na Figura 4.37 pousar na calha dos mesmos. Logo, estes não chegavam aos AGV's internos da linha, causando a paragem dos mesmos.



**Figura 4.37** - Paleta encravada nas calhas dos tapetes.

O encravamento das paletes nas calhas dos tapetes, ocorre devido ao desgaste das “bolachas” que estão em contacto com o tapete, representadas na Figura 4.38.1. Porém, estas bolachas foram trocadas em agosto de 2020, pelo que apresentaram um elevado desgaste num curto período de tempo.

De forma, a evitar o investimento na compra e troca de novas “bolachas”, no âmbito do presente trabalho foram colocadas anilhas entre as “bolachas” e as paletes, representadas na Figura 4.38.1, com o intuito de aumentar a altura das mesmas, eliminando assim o problema de encravamento. Adicionalmente, procedeu-se à sinalização das mesmas de modo a identificar as paletes alteradas (Figura 4.38.2), pois só se procedeu à alteração das paletes da zona das ilhas de maquinaria, nas quais ocorria o constante encravamento.



**Figura 4.38** - 1. Representação das anilhas colocadas entre as “bolachas” e a paleta;  
2. Marcação das paletes.

É de realçar, que atualmente a vida útil das “bolachas” das paletes é inferior a um ano. Portanto, é evidente que está a ocorrer um problema de elevado desgaste, devido ao contínuo funcionamento dos tapetes, pois 50% do tempo de funcionamento dos mesmos é desnecessário. Para além de provocar desgaste nas “bolachas” das paletes, também provoca desgaste nos mesmos.

Assim, no âmbito do presente estágio foi proposta a alteração do programa de funcionamento de cada ilha de maquinaria, de forma a acionar os tapetes apenas para efetuar o carregamento e a descarga de cárteres nas ilhas, aumentando assim o tempo de vida quer das “bolachas” das paletes quer dos tapetes para o dobro. Esta ação de melhoria, tem um custo muito reduzido, dado que, apenas é necessário a mão de obra de um operador da manutenção de forma a alterar o programa.

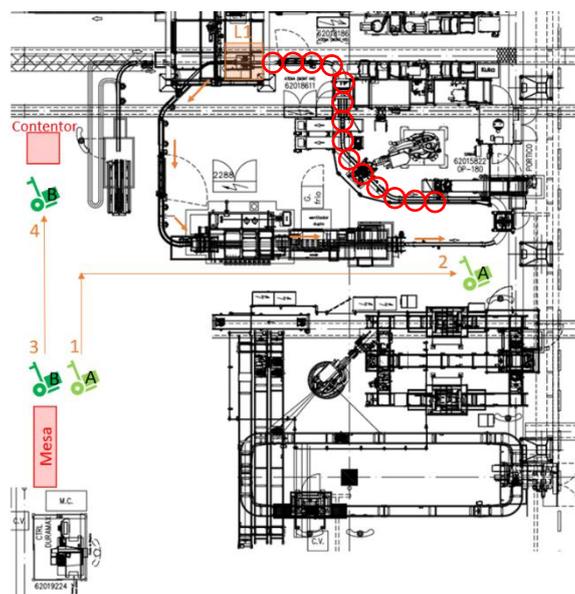
### 4.3.2.2 Retirada de peças para o controlo dimensional BDL (Bordo de Linha) e medição 3D sem reposição

Como referido na secção 4.1, em cada turno de trabalho é realizado o controlo dimensional BDL à primeira peça maquinada de cada uma das 14 máquinas CNC existentes, com o intuito de garantir a qualidade e a conformidade da maquinação de cada máquina. Por outro lado, na máquina de controlo 3D e Duramax são controlados os toleranciamentos geométricos das 14 peças, tais como o paralelismo, perpendicularidade, circularidade, concentricidade entre outros.

No início do turno são retiradas 14 peças para o controlo dimensional BDL, já no fim do turno são retiradas novamente mais 14 peças para o controlo 3D e Duramax, ou seja, num total são necessárias 28 peças. Para a realização do controlo BDL e 3D, as 14 peças têm de ser lavadas, pois contém muito óleo de corte proveniente da sua maquinação. Para tal, o operador retira as 14 peças de cada máquina e efetua a sua inserção manualmente na L1 (representada na Figura 4.39), de forma a serem lavadas na máquina de lavar. À medida que vão saindo da máquina de lavar, o operador retira cada uma colocando-as no carrinho A presente na zona 2 da Figura 4.39. Seguidamente, este leva o carrinho para a zona 1, colocando os cárteres sob a mesa representada para a realização do controlo BDL.

Com efeito, no carrinho B da zona 3 da Figura 4.39, encontram-se guardadas as peças do BDL do turno anterior, pois caso haja alguma inconformidade encontrada na realização do presente BDL comparar com o BDL do turno anterior. Concluída a realização do BDL, o operador desloca o carrinho B para a zona 4 colocando as peças num contentor de stock de peças maquinadas, que porventura serão inseridas manualmente nas linhas caso haja falta de peças.

Seguidamente, o carrinho B retorna à zona 3, onde são colocadas as peças sob a mesa do BDL realizado anteriormente.



**Figura 4.39** - Fluxo dos carrinhos para a movimentação dos cárteres para o controlo dimensional BDL.

Consequentemente, quando o operador efetua a retirada das 14 peças à saída da máquina de lavar, as paletes vazias seguem para a ilha 1 de montagem, mas como é detetada a não presença de peça, estas retornam ao início da L1. Porém, não existem 14 peças no início da L1 maquinadas, pois os AGV's só transportam quatro peças de cada vez e o processo de carregamento pelo pórtico é demorado, já que este também tem de abastecer a L2. Assim, é originada uma acumulação de paletes vazias na L1, representada a vermelho na Figura 4.39, forçando a ilha de montagem a parar, no qual está inserido o posto gargalo.

De forma a quantificar o número de perdas, foram realizadas três medições no início de abril, relativamente ao tempo de paragem da ilha 1 sem peças, por acumulação de paletes vazias e apenas a 50% do seu funcionamento devido à retirada do BDL e 3D. A título de exemplo, de acordo com a Tabela 4.6, no dia 1 de abril de 2021 durante o primeiro turno foram realizadas duas retiradas, 14 peças para o BDL no início do turno e 14 peças para a 3D no final do turno. Assim, tendo em conta o tipo de *rafale* 4x4 e Gen2, com a retirada do BDL a ilha 1 de montagem esteve parada sem peças 13 min, parada por acumulação de paletes vazias 7 min e a 50% do seu funcionamento 7 min. Portanto, efetuando a soma dos tempos anteriores, a retirada do BDL provocou a inatividade e o mau funcionamento durante 27 min. Tendo em conta o tempo de ciclo da ilha de montagem de 1 min, foram perdidas 20 peças devido à paragem sem peças e à acumulação de paletes e 3.5 peças devido ao funcionamento a 50%, perdendo no total 23.5 peças.

Seguidamente, realizou-se a mesma medição para a retirada do controlo 3D do dia 1 de abril de 2021, o qual originou um total de 17 peças perdidas, obtendo assim um total de 40.9 peças perdidas no primeiro turno no dia 1 de abril de 2021. Continuamente, nos dias 2 e 3 de abril, obteve-se perdas de 42.3 e 27.8 peças respetivamente.

Note-se que, na retirada do BDL do dia 2 e 3 de abril o *rafale* a ser produzido foi somente Gen2, daí o menor número de perdas, já que quando se produz apenas um *rafale* o RO das linhas é muito superior, pois caso haja falta de peças das ilhas 1 e 2 de maquinaria o pórtico coloca peças da maquinaria manual das Grob's, mitigando assim a falta de peças.

Por fim, em termos médios são perdidos por turno 37 cárteres.

**Tabela 4.6** - Tempos de paragem da L1 devido à retirada BDL e 3D relativos ao turno 1.

Perda retirada peças controlo BDL turno 1								
Data	Controlo	<i>Rafale</i>	Tempo ilha 1 parada s/peças (min)	Parado por acumulação de paletes vazias (min)	Funcionamento 50% (min)	Total (min)	Peças perdidas	
1 abril 2021	BDL	4x4/Gen2	13,0	7,0	7,0	27,0	23,5	40,9
	3D	4x4/Gen2	11,0	4,8	3,2	19,0	17,0	
2 abril 2021	BDL	Gen2	5,0	0,0	4,0	9,0	7,0	42,3
	3D	4x4/Gen2	24,0	9,5	3,5	37,0	35,0	
3 abril 2021	BDL	Gen2	6,0	0,0	4,5	10,5	8,25	27,8
	3D	4x4/Gen2	16,0	1,0	5,0	22,0	19,5	
							Média	37

Efetivamente, com a retirada de peças para o controlo BDL e 3D estão a ocorrer elevados números de perdas diariamente, logo no âmbito do presente estágio foi realizada uma análise com o intuito de eliminar as perdas existentes.

Assim, ao invés de o operador colocar aos cárteres do carrinho B no contentor de stock, transporta esse carrinho até ao local da retirada das peças à saída da máquina de lavar e guarda as peças do BDL do presente turno do carro A. No turno seguinte, como à saída da máquina de lavar se encontra o carrinho com as peças do BDL do penúltimo turno, o operador efetua a troca direta, ou seja, à medida que retira uma peça da linha coloca outra na mesma paleta presente no carrinho. Assim, nunca há qualquer interferência na ilha 1 de montagem com a retirada BDL e 3D.

Por outro lado, ao colocar as peças no contentor de stocks, estas iriam ser lavadas novamente quando introduzidas no início da L1, sendo assim lavadas duas vezes o que não é necessário.

Porém, é necessário ter algum cuidado, dado que quando se está a produzir dois *rafais* distintos, ou seja, 4x4 na L1 e Gen2 na L2, na L1 só se pode efetuar a colocação de peças 4x4. Mas como no carrinho só há 8 peças 4x4 das 14 peças, de forma a evitar a paragem da ilha 1, é enviado para

a mesma alternadamente palete com peça, palete sem peça. Caso se esteja a produzir o mesmo *rafale* é só efetuar a realização da troca direta, caso os cárteres presentes no carrinho sejam do mesmo *rafale*.

#### 4.3.2.3 Falsas fugas BP/AP

Como evidenciado na secção 4.1, na OP190 o cárter é submetido ao teste de estanquidade, de forma a identificar eventuais fugas e defeitos no seu fabrico que impossibilitem o seu correto funcionamento. A maioria dos casos em que o cárter é rejeitado no teste de estanquidade, corresponde a uma falsa fuga, devido a sujidade ou danificação dos vedantes e o-rings. Quando a ilha robotizada rejeita três cárteres consecutivos com fugas, ocorre um defeito e o operador é chamado a intervir testando a peça azul (peça conforme). Se a peça azul passar no teste de estanquidade, as anteriores apresentam fugas, caso esta não passe, os vedantes estão danificados ou com sujidade, sendo necessário repassar os cárteres. Assim, depois de uma limpeza, eventual troca de vedantes e colocação de spray anti fugas, o operador repassa novamente os três cárteres anteriores, que na maioria dos casos se encontram conformes, originando nesse momento perdas, já que esses são testados uma segunda vez sendo esta operação realizada no posto gargalo da linha.

É de realçar que em média 15 cárteres por turno são rejeitados que se encontram conformes, o que provoca a repassagem dos mesmos perdendo deste modo 15 novos cárteres por turno, não considerando o tempo de limpeza e manutenção que varia consoante a anomalia existente.

Na L3, na qual são produzidos cárteres intermédios para motores de três cilindros, encontra-se uma máquina de estanquidade parada. Tendo em conta a reorganização da L3 na paragem do mês de agosto de 2021, esta máquina irá ser retirada da linha.

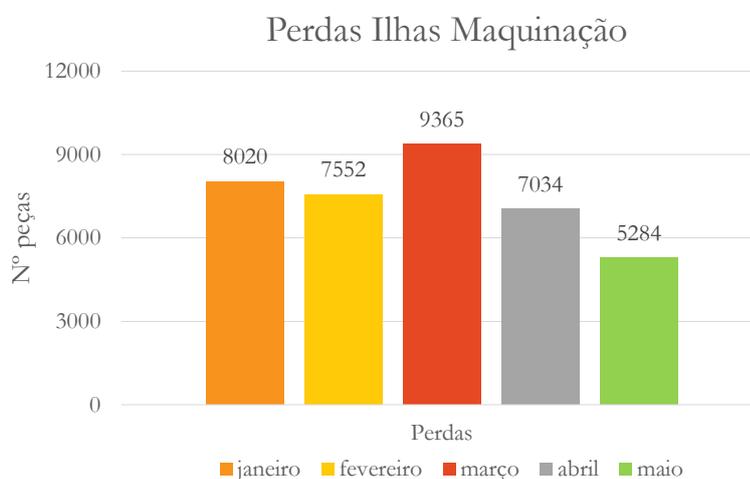
No âmbito do presente trabalho, ao invés de alocar a máquina no armazém das máquinas paradas, esta poderá ser colocada nas linhas L1/L2 com o intuito de repassar as peças na mesma. Assim, a paragem induzida das ilhas de montagem para repassar as peças já não se realizará, eliminando as perdas de 15 cárteres por turno.

### 4.3.3 Resultados e implementação

Tendo em conta a duração do presente estágio de apenas três meses, não foi possível implementar todas as ações de melhoria anteriormente estabelecidas, já que é necessário formar os operadores sobre os novos procedimentos por parte dos CUET's, como a retirada de peças para o controlo dimensional BDL. Para além disso, a colocação da máquina de estanquidade da L3 para a L1 e L2 só pode ser concretizada no tempo de paragem em agosto.

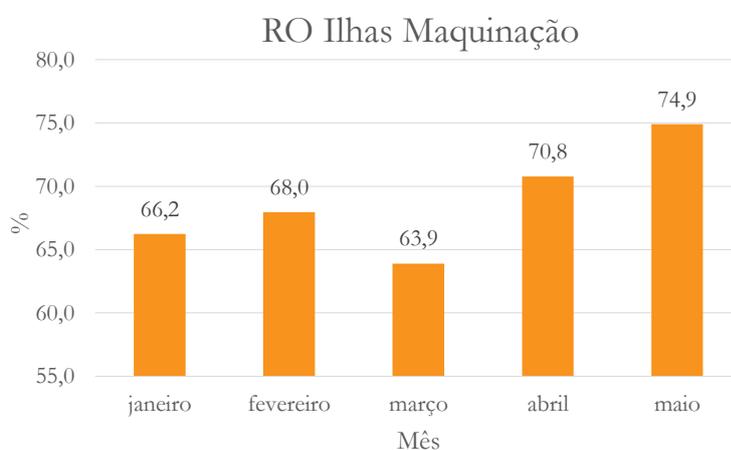
Assim, as ações de melhoria implementadas no decorrer do estágio foram: instalação de projetores led de forma a melhorar o processo de visão do *binpiking* (17 de maio de 2021), reprogramação do pórtico de maquinação (12 de abril de 2021), aumento da altura das paletes com a colocação de anilhas entre as “bolachas” e as mesmas (22 de março de 2021). Estas ações de melhoria tem como objetivo mitigar o principal problema do NRO das linhas da *Semelle*, ou seja, a falta de peças na L1. Do mesmo modo, irão se notar no número de peças maquinadas das ilhas de maquinação, visto que as peças em bruto não estavam a chegar às mesmas para maquinar.

Portanto, com a resolução do problema das paletes encravadas e a reprogramação do pórtico de maquinação, o número de perdas nas ilhas de maquinação diminuiu para 7034 em abril e 5284 em maio, de acordo com a Figura 4.40.



**Figura 4.40** - Perdas obtidas nas ilhas de maquinação em 2021.

Relativamente ao RO das ilhas de maquinação, apresentou um crescimento considerado, na medida em que o mês de abril superou o primeiro trimestre de 2021 com 70.8%. Continuamente, no mês de maio foi obtido um RO de 74.9%, refletindo-se assim as ações de melhoria implementadas (Figura 4.41).



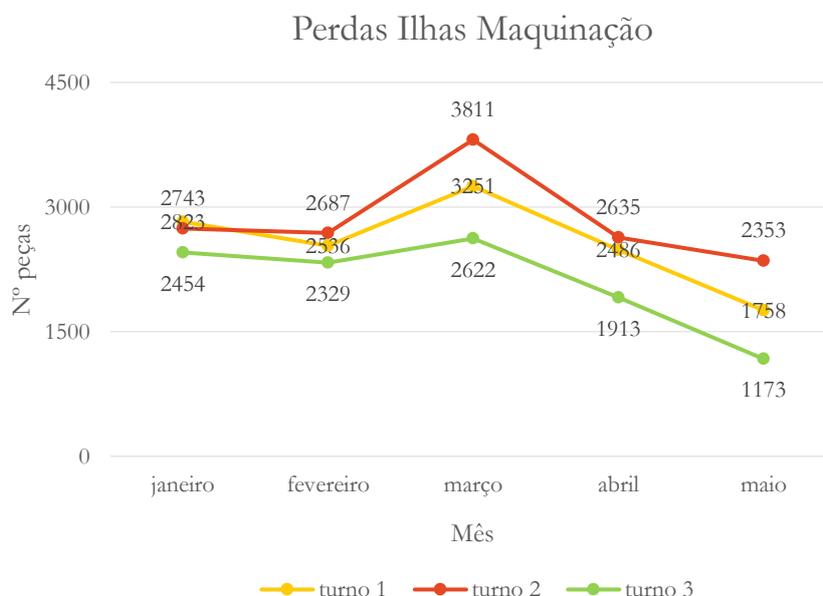
**Figura 4.41** - RO das ilhas de maquinação em 2021.

Apesar de o RO no presente momento ainda ser baixo, com a implementação de um plano semanal de limpeza dos circuitos dos AGV's internos, com o objetivo de eliminar os despistes dos mesmos, o valor do RO irá com toda a certeza alcançar os 80%.

Por outro lado, quando ocorre alguma anomalia no funcionamento do *binpicking*, AGV's ou ilhas de maquinação, os operadores do primeiro turno levam muito tempo até visualizar e iniciar a intervenção, pelo que em algumas das ocasiões visualizam a paragem e não intervêm de imediato, devido à conclusão de determinadas tarefas e à exaustão dos mesmos na resolução das constantes anomalias.

Assim, o RO das ilhas de maquinação está fortemente ligado com a motivação dos operadores no seu posto de trabalho. De acordo com a Figura 4.42, o terceiro turno, qualquer que seja o mês, apresenta um número muito menor de perdas que o primeiro e segundo turno, daí nos meses de março, abril e maio a diferença entre o número de perdas do segundo e o terceiro turnos, chegar a ser superior a 1000 carácter. Por esta razão, é visível que durante o terceiro turno a motivação e a forma de lidar com os constantes problemas é distinta do primeiro e segundo turno.

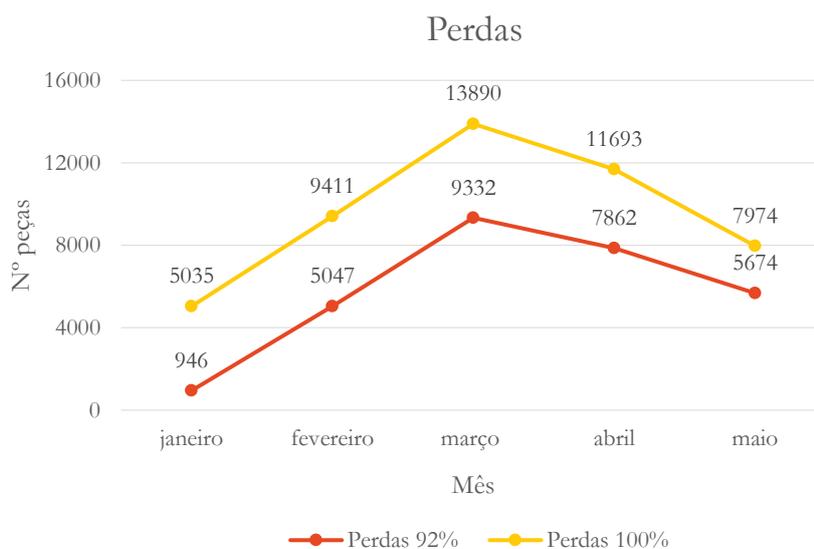
Efetivamente, seria interessante experienciar a troca dos operadores das ilhas de maquinação do terceiro turno para o primeiro ou segundo durante um ou dois meses, com o intuito de visualizar a evolução das perdas, uma vez que o terceiro turno está a conseguir mitigar o número de perdas ao invés do primeiro e segundo turno.



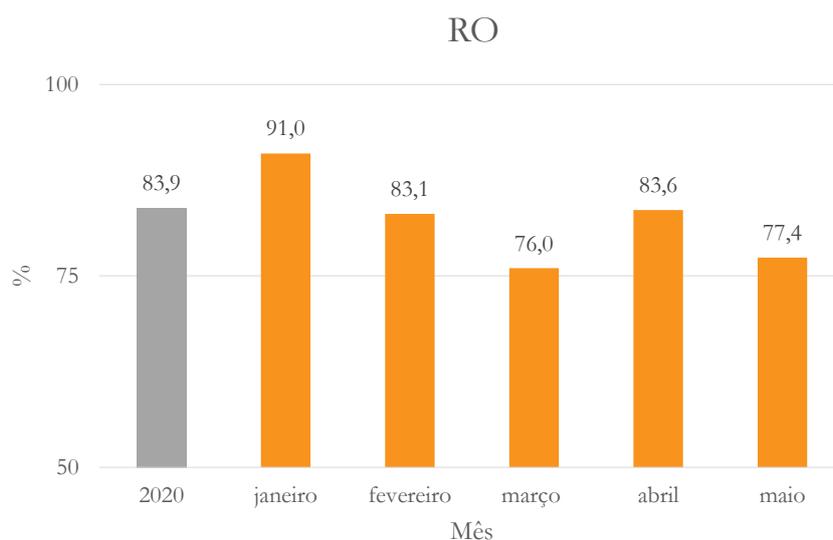
**Figura 4.42** - Perdas nas ilhas de maquinação por turno de trabalho em 2021.

Consequentemente com a redução do número de perdas das ilhas de maquinação, o número de perdas das linhas L1/L2 também apresentou um decréscimo, já que se passou de 9332 perdas em março, para 7862 e 5674 em abril e maio, respetivamente. (Figura 4.43).

Naturalmente, o RO no mês de abril apresentou uma subida para 83.6% relativamente ao mês de março, porém, em maio teve um decréscimo para 77.4%. Este decréscimo, deve-se ao facto de no terceiro turno a equipa trabalhar com menos um operador nas ilhas de maquinação, efetuando assim metade da produção. Por outro lado, ocorreram muitas avarias máquina e o primeiro e segundo turnos também apresentaram durante onze dias a equipa incompleta.



**Figura 4.43** - Número de perdas obtidas tendo em conta o objetivo de produção de 92% e 100%.



**Figura 4.44** - RO dos primeiros cinco meses de 2021.

Em suma, no âmbito do presente trabalho apenas foi implementada a instalação de projetores led de forma a melhorar o processo de visão do *binpicking*, a reprogramação do pórtico de maquinação e o aumento da altura das paletes com a colocação de anilhas entre as “bolachas” e as mesmas. Futuramente, com a conclusão das ações de melhoria propostas, tais como os despistes e falhas nas rotas dos AGV’s internos, a retirada de peças para o controlo BDL e 3D sem reposição e as falsas fugas, é possível alcançar o objetivo de produção de 92%.

## 4.4 Outras melhorias

Adicionalmente, foram sugeridas diferentes ações de melhoria, tais como, a otimização do controlo BDL e a realização de uma análise VA/NVA (valor acrescentado/ não valor acrescentado), com o intuito de reduzir todas as ações de NVA.

### 4.4.1 Otimização do controlo dimensional BDL

Tendo em conta a qualidade como a segunda prioridade do Grupo Renault, o condutor de linha efetua, em cada turno de trabalho, o controlo dimensional BDL dos quatorze cárteres provenientes de cada máquina CNC no final da OP120. De modo a garantir a conformidade de todas as operações de maquinação, são verificadas todas as faces, profundidades e diâmetros de furos e roscas. Assim, é garantida a conformidade das peças até ao turno seguinte, pois ao longo da maquinação em massa podem ocorrer diversas inconformidades, devido às ferramentas ou aos parâmetros da maquinação CNC.

Efetivamente, o condutor de linha efetua o controlo de profundidades e diâmetros de todos os furos e roscas, mesmo que sejam maquinados com as mesmas ferramentas. Porém, se o último furo roscado estiver conforme os anteriores também se encontrarão conformes, pois a maquinação foi realizada com a mesma ferramenta e parâmetros, garantindo assim a conformidade dos furos anteriores.

Consequentemente, foi realizada uma análise à sequência de maquinação, com o intuito de identificar os furos e respetivos parâmetros de maquinação iguais. Assim, de acordo com a Figura 7.1 presente em Anexo 7.1, conclui-se que os furos idênticos controlados são os apresentados na Tabela 4.7.

Posto isto, no âmbito do presente trabalho foi efetuada a medição do tempo de realização do controlo BDL para os catorze cárteres de 3.6 h, um tempo demasiado elevado para o controlo da peça em questão. De forma a otimizar este tempo, foram reduzidos o número de furos controlados, já que se estavam a controlar todos os furos e tal não é necessário, pois muitos são maquinados com as mesmas ferramentas e apresentam os mesmos parâmetros de maquinação. Assim, ao invés de controlar os furos 101, 107 e 113 passou-se apenas a controlar o último, o 113. Por outro lado, ao invés de controlar os furos 241, 242, 243, 711 e 713, passou-se a controlar o primeiro (241) e o último (713), garantindo assim a qualidade dos furos intermédios, nunca comprometendo a garantia de qualidade dos cárteres. Seguidamente, procedeu-se do mesmo modo para os restantes furos, encontrando-se o resumo na Tabela 4.7 da otimização realizada.

**Tabela 4.7 - Furos maquinados com as mesmas ferramentas.**

Furos Controlados								
<b>Antes</b>	101	241	201	303	401	501	310	
	107	242	202	304	402	502	311	
	113	243	203		403	503	312	
		711	204		404	504	313	
		713	205		405		350	
			206					
			207					
			208					
			209					
			210					
			211					
			230					
	<b>Depois</b>	113	241	230	303	401	501	310
			713	211				350

Com a implementação da ação de otimização realizada no âmbito do presente trabalho, o tempo de controlo apresentou uma redução muito significativa, uma vez que passou de 3.6 h para 1.7 h.

É de realçar que numa fase inicial, em alguns casos, se colocou o controlo do primeiro e o último furo, mas no futuro apenas se irá controlar o último, uma vez que este garante as condições dos anteriores.

Com a otimização do controlo dimensional BDL das linhas L1/L2 do cárter intermédio, foi realizada de igual forma a otimização da L3 (cárteres para motores de três cilindros), no qual o tempo de realização do controlo de doze cárteres é de 2.8 h, mas com a implementação da ação de otimização apenas é necessário 1.1 h, ou seja, cerca de metade do tempo.

Por fim, no âmbito do presente trabalho foram alteradas e reformuladas as folhas de instrução detalhadas para a realização do controlo BDL, denominadas por FOS (Folha de Operação Standard) das linhas L1/L2 e da L3, presentes em Anexo 7.6, de modo a orientar o condutor de linha com as medições necessárias no controlo BDL.

#### 4.4.2 Análise do Valor Acrescentado (VA) e Não Valor Acrescentado (NVA)

De acordo com o diagrama esquemático apresentado anteriormente na secção 4.1.3, foi realizada uma análise a todos os movimentos e manipulações que possam ser desnecessárias por parte dos operadores, com o intuito de eliminar algumas ações de valor não acrescentado (NVA).

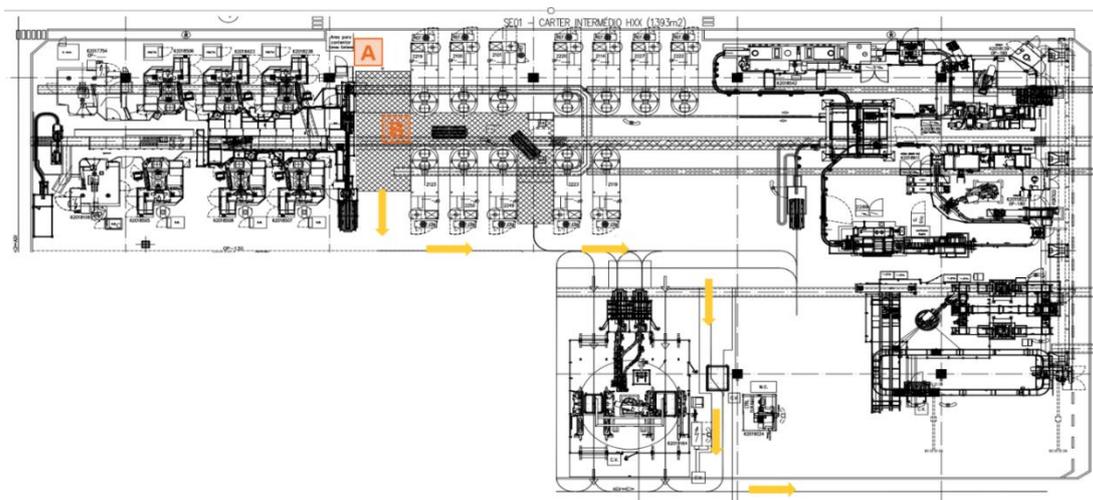
Por outro lado, foi realizada uma análise VA/NVA aos operadores de maquinaria, com o intuito de quantificar o tempo efetivo que estes estão em trabalho (VA) e a aguardar a maquinaria dos cárteres nas Grob's (NVA).

##### 4.4.2.1 Fluxo contentor brutos maquinaria

Tal como enunciado na secção 4.1, o contentor de brutos para a maquinaria nas Grob's chega ao local A da Figura 4.45 através do AGV vindo da logística. Seguidamente, o operador desloca o contentor de brutos do local A para o local B. Tendo em conta as dimensões do contentor de brutos e a rampa presente até ao local B, o transporte do contentor de A para B torna-se de difícil realização. Para além disso, corresponde a uma tarefa de NVA, uma vez que o transporte não acrescenta qualquer valor ao produto e retira tempo ao operador.

Portanto, no âmbito do presente trabalho foi proposto que ao invés de o AGV parar no local A, este deslocar-se-á até ao local B. Contudo, como o AGV é unidirecional, não consegue realizar marcha-atrás nem existe espaço para efetuar a inversão de marcha. Assim, é necessário realizar o percurso esquematizado a amarelo na Figura 4.45, de forma que o AGV retorne até à logística.

Esta ação, ainda não foi implementada, mas futuramente vai ser considerada, de forma a tornar o trabalho do operador mais ergonómico e lucrativo para a fábrica.



**Figura 4.45** - Novo circuito do AGV, por forma a eliminar o transporte do contentor pelo operador.

#### 4.4.2.2 NVA contentores de cartão

Quando é efetuado o embalamento em contentores de cartão, estes chegam do fornecedor com os separadores no seu interior (Figura 4.47.1). Seguidamente, o operador tem de retirar todos os separadores para colocar um saco de plástico, por forma a proteger o produto acabado de humidades. Continuamente, à medida que o operador coloca os cárteres no contentor de cartão vai colocando os separadores (Figura 4.47.2). Portanto, está a ocorrer uma tarefa de valor não acrescentado (NVA), uma vez que o fornecedor dos contentores de cartão está a colocar os separadores do seu interior para posteriormente serem retirados. No âmbito do presente trabalho esta situação foi exposta, estando no presente momento a ser visualizada a possibilidade de os separados virem fora dos contentores, ganhando assim algum tempo da retirada dos separadores. Por outro lado, pode-se considerar a possibilidade do fornecedor de contentores ou o operador da logística efetuar a colocação do saco plástico já no interior do contentor, facilitando assim o trabalho do operador do controlo final.



**Figura 4.47 - 1.** Contentor de cartão vindo do fornecedor; **2.** Embalamento cárteres.

## 4.5 Medição das soluções em forma de PDCA

### 4.5.1 Introdução

O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), surgiu nos Estados Unidos na década de 20, concebido pelo estatístico e físico americano Walter Shewhart, e aprimorado em 1951 por William Deming. Após diversos anos de evolução, atualmente o ciclo PDCA representado na Figura 4.48, é uma ferramenta de melhoria contínua reconhecida a nível mundial, baseado na filosofia de produção Lean, com o intuito de desenvolver mudanças sucessivas a nível dos colaboradores e dos processos. Este é constituído por quatro etapas: Planear (*Plan*), Implementar (*Do*), Controlar (*Check*) e Agir (*Act*). (Napoleão, 2018)

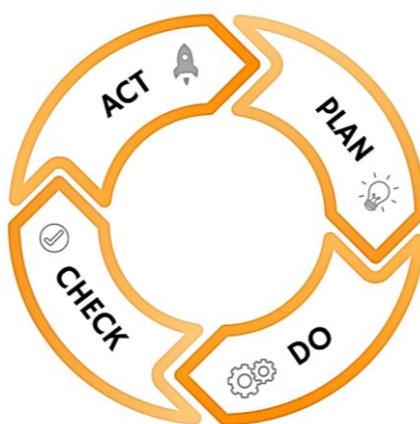


Figura 4.48 - Ciclo PDCA. (Integra, 2009)

Na primeira etapa (*Plan*), é necessário identificar o problema, compreender a situação atual, estabelecer os objetivos e processos necessários para alcançar os resultados e por fim, realizar um plano de ação.

Na segunda etapa (*Do*), é implementado e acompanhado o plano de ações realizado na etapa anterior. Porém, antes da sua realização é crucial formar todos os colaboradores envolvidos de forma a garantir a execução do plano de ações de acordo com o planeado. Por fim, é essencial recolher dados para a posterior análise na etapa seguinte.

Na terceira etapa (*Check*), é estudado e comparado o resultado da etapa anterior com os resultados esperados da primeira etapa. Assim, são analisados os possíveis problemas existentes no processo atual, com o intuito de identificar a causa raiz para futura eliminação.

Na quarta e última etapa (*Act*), de acordo com os resultados obtidos e observados têm-se: caso os resultados tenham sido alcançados, é incorporado o plano de ações anteriormente testado; caso estes não tenham sido alcançados, deve-se identificar as falhas e reiniciar o ciclo novamente. (R. Moen, 2009)

De acordo com as ações de melhoria apresentadas na secção 4.3 e 4.4, propostas no âmbito do presente trabalho, foi realizada uma análise PDCA para cada, nas quais se encontram situadas as etapas atuais de cada melhoria, de forma a resumir as ações de melhoria no trabalho desenvolvido.

## 4.5.2 Resultados e implementação

### 4.5.2.1 AGV's vários despistes e falhas nas rotas

Relativamente aos despistes frequentes e falhas nas rotas dos AGV's internos, até ao presente momento foram realizadas as primeiras três etapas do ciclo PDCA. Primeiramente, foi definido o problema (despistes e falhas nas rotas devido à acumulação de óleo no chão) e realizado um plano de ações (realização da limpeza do piso de três em três dias). Seguidamente, o plano de ações foi aplicado (*Do*), obtendo-se resultados muito satisfatórios (*Check*), na medida em que não ocorreram mais despistes. Assim, tendo em conta os resultados positivos é necessário criar um plano de limpeza e ver a disponibilidade da equipa de limpeza da Renault Cacia, de forma a estandardizar a limpeza periódica. Por outro lado, pode-se reiniciar o ciclo novamente de forma a testar a afetação do tipo de piso que melhor se adequa ao correto funcionamento dos AGV's.



### 4.5.2.2 Defeito processo visão do *binpiking*

No defeito do processo de visão do *binpiking*, foram efetuadas todas as etapas do ciclo PDCA, na medida em que foi visualizado o problema da falta de luminosidade, efetuado um teste prévio com um holofote, que por sua vez melhorou o sistema de visão. Por fim, na fase *Act*, procedeu-se à instalação de dois projetores led sob o contentor de brutos, colmatando assim o problema do defeito de visão.



### 4.5.2.3 Pórtico maquinação

A ação de melhoria no pórtico de maquinação, também correspondeu à conclusão de todo o ciclo PDCA, pois foi identificado o problema (elevado tempo de espera de paletes vazias na L2 e acumulação de paletes vazias na L1) e realizado um plano de ações para a equipa de manutenção proceder à reprogramação do mesmo. Com efeito, obtiveram-se excelentes resultados, uma vez que os mesmos se refletiram na subida do RO.

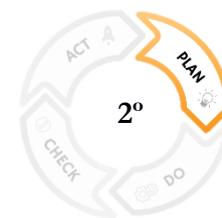


### 4.5.2.4 Paletes encravadas nos tapetes

Analogamente, o problema das paletes encravadas nos tapetes, que por sua vez provocavam a espera dos AGV's e a falta de peças na L1, também foi resolvido com as quatro etapas do ciclo PDCA. Primeiramente, foi estudada a melhor forma de resolver o problema (aumento da altura das paletes com a colocação de anilhas, de forma a evitar o investimento de novas “bolachas”). Seguidamente foi realizado o plano de ações e concretizado, colmatando assim o problema encontrado.



Por outro lado, iniciou-se o ciclo novamente, visto que a vida útil das “bolachas” das paletes é inferior a um ano. Portanto, foi realizado um plano de ações com o intuito de programar as ilhas de maquinação para acionar os tapetes apenas quando necessário, aumentando o tempo de vida das paletes quer dos tapetes. Na verdade, a presente ação de melhoria apenas se encontra na primeira etapa do ciclo PDCA, faltando a execução da mesma por parte da equipa de manutenção, a análise dos resultados e a standardização.



#### 4.5.2.5 Retirada BDL e 3D sem reposição

De forma a resolver o problema da falta de peças na L1 provocado pela retirada de peças para o controlo BDL e 3D, foi realizado o plano de ações enunciado na secção 4.3.2.2. Seguidamente, foram realizados vários ensaios com o objetivo de sustentar a ação de melhoria planeada, alcançando os resultados esperados. No presente momento, encontra-se em falta a quarta etapa (Act), de standardização e formação dos operadores por parte do CUET.



#### 4.5.2.6 Falas fugas BP/AP

No que concerne às falsas fugas BP/AP, apenas foi realizada a primeira etapa, dado que, as restantes etapas só podem ser concretizadas na paragem de agosto com a colocação da máquina de estanquidade parada na L3 nas linhas da Semelle L1/L2.



#### 4.5.2.7 Otimização do controlo BDL

Em último lugar, o processo de otimização do controlo BDL, encontra-se na terceira etapa do ciclo PDCA, pois foram realizadas as alterações nas FOS e analisados os resultados, faltando apenas a implementação da otimização por parte do CUET com a formação dos operadores.





## 5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Para finalizar, no quinto e último capítulo, apresentar-se-á uma reflexão crítica face ao desenvolvimento de todo o estágio realizado nas instalações da Renault Cacia, com o intuito de aumentar o RO das linhas L1/L2 do cârter intermédio. Por outro lado, serão evidenciadas ações em falta a realizar em trabalhos futuros.

### 5.1 Conclusão

Tendo em conta a elevada competitividade existente nos dias que correm, as organizações sentem necessidade de melhorar continuamente os seus processos, de forma a preservar e conquistar novos clientes.

A Renault Cacia não é exceção, diante disso procura de forma contínua posicionar-se entre as melhores fábricas do Grupo Renault. Para tal, diariamente vai ao encontro de uma cultura de melhoria contínua a implementar em todas as suas linhas de produção. Desta forma, surge o presente trabalho, com o principal objetivo de aumentar o RO das linhas L1/L2 do cârter intermédio, face aos baixos valores de RO obtidos em 2019 e 2020.

Primeiramente, a análise ao processo produtivo e à organização das linhas foi uma etapa de elevadíssima importância, na medida em que foi possível conhecer os mecanismos e procedimentos constituintes de uma linha de produção com a melhor tecnologia da atualidade industrial.

Seguidamente, da análise realizada ao RO do primeiro trimestre de 2021, é perceptível que o mesmo se mantém com valores inaceitáveis, tal como em 2019 e 2020. Assim sendo, foi necessário realizar uma análise intensiva ao funcionamento das linhas L1/L2, de forma a identificar as causas do NRO. Por outro lado, da análise ao RO hora a hora, concluiu-se que, qualquer que seja o turno de trabalho, o RO na primeira hora é muito baixo, devido ao facto de os operadores demorarem muito tempo a prepararem-se no seu posto de trabalho e à retirada de peças para o controlo BDL.

Posteriormente, da análise às principais causas do NRO, surgem as avarias máquina. Porém, com as ações de manutenção realizadas de MPM e PMA, já são evitadas inúmeras avarias. No entanto, é notória a falta de operadores da equipa de manutenção, visto que os atuais operadores de manutenção não conseguem satisfazer todas as necessidades das linhas. Por outro lado, o tempo de paragem das linhas por avaria máquina em março foi de três vezes inferior aos tempos de janeiro e fevereiro, logo o RO deveria ter apresentado uma subida face a janeiro e fevereiro, mas tal não se verificou, pois o RO de março continuou a decrescer. Portanto, é evidente a ocorrência de falhas no funcionamento da linha que não estão a ser contabilizadas.

Dessa forma, o grande foco do presente relatório de estágio incidiu na realização de uma análise diária no terreno, de forma a identificar as principais causas do NRO não detetadas até ao momento.

Em primeiro lugar, a falta de peças maquinadas na L1, devido aos despistes frequentes e falhas nas rotas dos AGV's, ao defeito de processo de visão do *binpicking*, à má programação do pórtilco de maquinação e às paletes encravadas nos tapetes.

Em segundo lugar, a retirada de peças da L1 para o controlo dimensional BDL e 3D sem reposição, originando a falta de peças no posto gargalo.

Em terceiro lugar, as falsas fugas BP e AP, proporcionando a paragem induzida das ilhas de montagem, nas quais está inserido o posto gargalo.

De acordo com o top 3 do NRO apresentado anteriormente, foram apresentadas ações de melhoria de forma a colmatar os mesmos, com o auxílio da ferramenta de melhoria contínua, o ciclo PDCA.

Por fim, apesar de até ao presente momento a totalidade das ações de melhoria não ter sido implementada, foi possível obter resultados satisfatórios com as ações já implementadas (instalação de projetores led, reprogramação do pórtilco de maquinação e aumento da altura das paletes com a

colocação de anilhas), uma vez que estas ações se refletiram na subida do RO. Contudo, este ainda se encontra aquém das expectativas de 92%, pelo que é necessário continuar com a realização do presente trabalho de forma a implementar as ações de melhoria em falta, nomeadamente os vários despistes dos AGV's, o elevado desgaste das “bolachas” das paletes, a retirada de peças para o controlo dimensional BDL e 3D e as falsas fugas BP/AP .

Adicionalmente, foram concretizadas e sugeridas outras ações de melhoria, tais como a otimização do controlo BDL e a realização de uma análise VA/NVA com o intuito de eliminar as ações de valor não acrescentado.

Em suma, os objetivos definidos inicialmente para o presente estágio, propostos pela Renault Cacia, foram atingidos com sucesso. Porém, o presente trabalho tem de ser continuado de forma a implementar as ações de melhoria em falta, realizando outra análise final para potenciais melhorias futuras.

Por último, a concretização do estágio na Renault Cacia, possibilitou a aplicação de conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico do MIEM, a nível da Automação e Robótica Industrial, Comando Numérico por Computador, Sistemas de Visão e Gestão de Operações, bem como a obtenção de conhecimentos práticos do mundo de trabalho. Para além disso, proporcionou o trabalho em equipa pela participação diária nas reuniões de linha.

## 5.2 Trabalhos futuros

Após a conclusão do presente trabalho, deve-se dar continuidade ao mesmo, na medida em que permanecem ações de melhoria por implementar. Assim, é necessária a realização dos seguintes pontos:

- Implementação do plano de limpeza do piso no qual os AGV internos se deslocam, bem como a realização de uma análise sobre a afetação do tipo de piso que melhor se adequa;
- Realização da alteração do programa das ilhas 1 e 2 de maquinaria, de forma que os tapetes sejam acionados apenas quando necessário, aumentando assim a vida útil dos mesmos e das “bolachas” das paletes;
- Implementação e formação dos operadores do processo de retirada de peças para o controlo BDL e 3D;
- Colocação da máquina de estanquidade parada da L3 nas linhas L1/L2, de modo a repassar os cárteres com falsas fugas na mesma, ao invés de provocar a parem induzida das linhas;
- Conclusão da ação de formação dos operadores para a otimização do controlo BDL;
- Alteração do percurso do AGV-abas, o qual efetua o abastecimento de brutos na zona da maquinaria das Grob's, com o intuito de diminuir o NVA do operador da maquinaria;
- Implementação de duas bancadas de controlo no local da maquinaria, para que o controlo BDL seja realizado pelos operados da maquinaria, uma vez que 50% do seu tempo é NVA;
- Alteração do modo de procedimento com os contentores de cartão, de modo a eliminar ações de NVA por parte dos operadores de fim de linha.

## 6. Referências

- Bosch, R. (Julho de 2007). *Automotive Handbook* (7 ed.). Plochingen: Wiley. Obtido em 19 de abril de 2021
- Brunetti, F. (2012). *Motores de Combustão Interna* (1 ed., Vol. 1). São Paulo: Blucher. Obtido em 23 de abril de 2021
- Completo, A., & Melo, F. Q. (2019). *Introdução ao Projeto Mecânico* (2ª ed.). Porto: Quântica Editora. Obtido em 23 de março de 2021
- Groupe Renault. (dezembro de 2020). *Groupe Renault*. Obtido em 29 de março de 2021, de RENAULT CACIA: <https://renaultportugal.tumblr.com/post/636392892688105472/renault-cacia-j%C3%A1-produz-em-exclusivo-a-nova>
- Groupe Renault. (2021). *Groupe Renault*. Obtido em 25 de fevereiro de 2021, de <https://group.renault.com/>
- Groupe Renault. (2021). *Notre Histoire*. Obtido em 9 de março de 2021, de <https://group.renault.com/groupe/histoire/>
- Heywood, J. B. (1988). *Internal Combustion Engine Fundamentals*. New York: McGraw-Hill. Obtido em 26 de abril de 2021
- Integra. (9 de setembro de 2009). *Integra*. Obtido em 3 de junho de 2021, de Ciclo PDCA: <https://integraej.com/blog/ciclo-pdca/>
- Martins, J. (2006). *Motores de Combustão Interna* (2 ed.). Guimarães: Publindústria. Obtido em 26 de abril de 2021
- Martins, J. (2020). *Motores de Combustão Interna* (6 ed.). Porto: Quântica Editora. Obtido em 20 de abril de 2021
- Moen, R. (s.d.). *Foundation and History of the PDCA Cycle*. Obtido em 25 de abril de 2021, de <https://www.praxisframework.org/files/pdsa-history-ron-moen.pdf>
- Napolitano, B. M. (3 de outubro de 2018). *Ferramentas da Qualidade*. Obtido em 24 de maio de 2021, de PDCA: <https://ferramentasdaqualidade.org/pdca/>
- R. Moen, C. N. (2009). *The History of the PDCA Cycle* (7 ed.). Tokyo. Obtido em 22 de abril de 2021
- Renault Cacia. (2018). *O Caminho faz-se caminhando. Uma história de todos*. Lidergraf. Obtido em 18 de março de 2021
- Renault Cacia. (2021). *Cacia*. Obtido em 25 de fevereiro de 2021, de <https://www.renault.pt/renault-cacia.html>
- Ribeiro, M. (2012). *Renault Voiturette*. Obtido em 25 de fevereiro de 2021, de <https://www.all4renault.com/type-a-u-1899-1904/>
- Taylor, C. F. (1985). *The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice* (2 ed., Vol. 1). London. Obtido em 26 de abril de 2021
- Vinarcik, E. J. (2003). *High Integrity Die Casting Processes* (1 ed.). New York: John Wiley & Sons. Obtido em 16 de abril de 2021
- Wark, J. K. (1989). *Thermodynamics* (5 ed.). NY: McGraw-Hill. Obtido em 10 de Abril de 2021



## 7. Anexos

### 7.1 Identificação das faces e furos do cárter intermédio

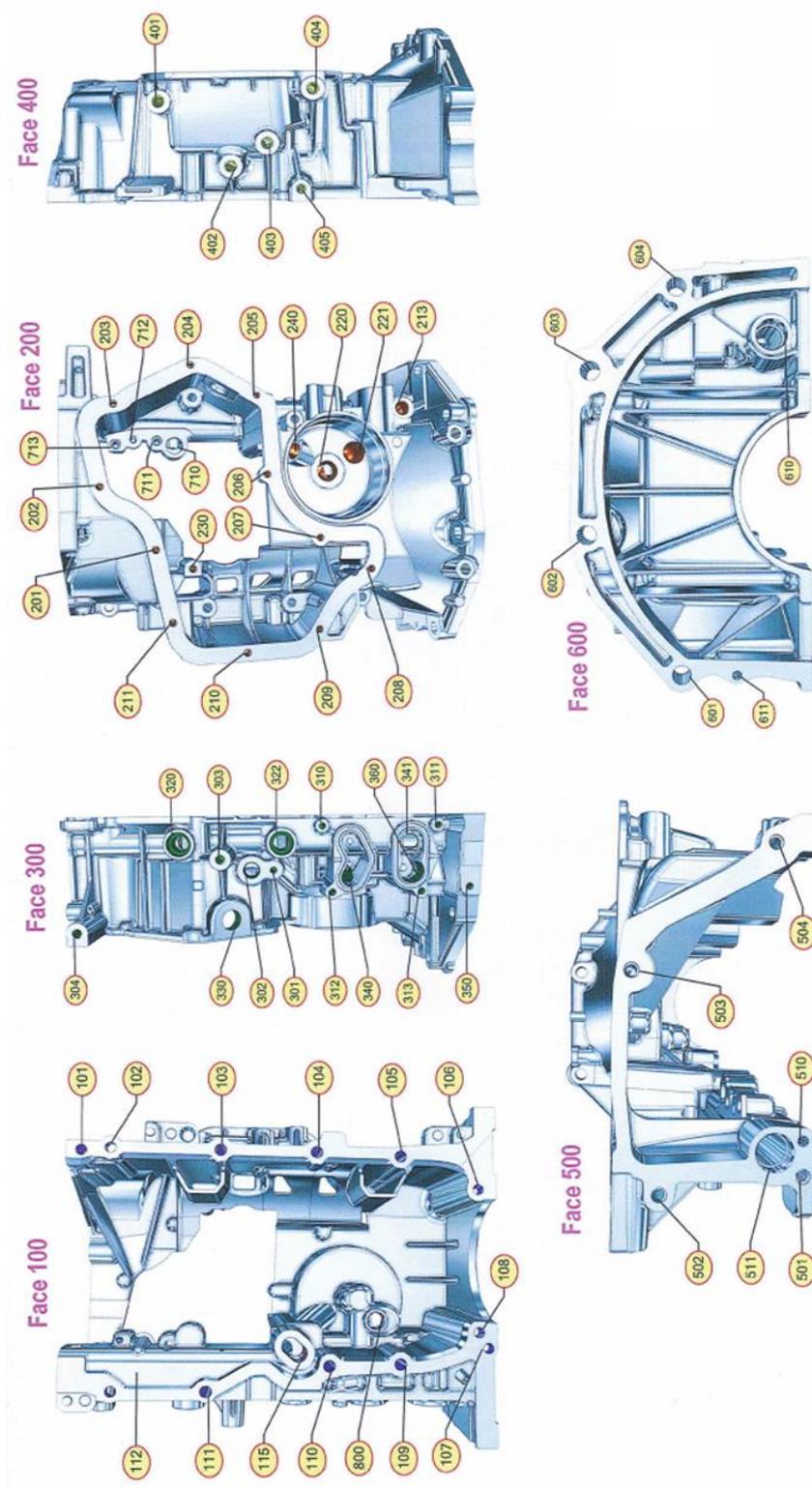


Figura 7.1 - Ilustração e identificação de cada face e furos do cárter Gen1.

## 7.2 Dados Mensais

Tabela 7.1 - Dados janeiro.

Data	Produção Obtida	Produção Objetivo	Total Perdas	R.O Real	Receita perdida
04/01/2021	1962	2068	106	94,9	3 087,87 €
05/01/2021	1939	2067	128	93,8	3 723,35 €
06/01/2021	1943	2076	133	93,6	3 859,52 €
07/01/2021	2115	2117	2	99,8	69,35 €
08/01/2021	2085	2124	39	98,2	1 128,48 €
11/01/2021	1587	2070	483	76,7	13 994,39 €
12/01/2021	1973	2066	93	95,5	2 705,83 €
13/01/2021	1976	2077	101	95,1	2 934,04 €
14/01/2021	1751	2077	326	84,3	9 459,04 €
15/01/2021	1695	1859	164	91,3	4 747,17 €
18/01/2021	1938	2077	139	93,3	4 036,04 €
19/01/2021	1794	1861	67	96,8	1 939,22 €
20/01/2021	2074	2077	3	99,8	92,04 €
21/01/2021	1930	2077	147	92,9	4 268,04 €
22/01/2021	2114	2146	32	98,5	917,91 €
25/01/2021	1999	2335	336	85,6	9 737,70 €
26/01/2021	2095	2335	240	89,7	6 953,70 €
27/01/2021	2104	2327	223	90,4	6 472,04 €
28/01/2021	1719	2258	539	76,0	15 619,65 €
29/01/2021	1733	2335	602	74,2	17 451,70 €
<b>Total janeiro</b>	<b>38526</b>	<b>42429</b>	<b>3903</b>	<b>91,0</b>	<b>113 197,09 €</b>

Tabela 7.2 - Dados fevereiro.

Data	Produção Obtida	Produção Objetivo	Total Perdas	R.O Real	Receita perdida
01/02/2021	1512	2158	646	70,1	18 722,65 €
02/02/2021	1869	2095	226	89,4	6 541,39 €
03/02/2021	1623	1730	107	94,2	3 115,61 €
04/02/2021	1866	2025	159	92,8	4 611,00 €
05/02/2021	1922	2195	273	87,6	7 904,39 €
08/02/2021	2093	2190	97	95,6	2 819,30 €
09/02/2021	1791	2137	346	83,8	10 032,74 €
10/02/2021	1910	2183	273	87,5	7 905,65 €
11/02/2021	1788	1918	130	93,6	3 783,87 €
12/02/2021	2104	2195	91	95,9	2 626,39 €
15/02/2021	2051	2151	100	95,3	2 902,52 €

16/02/2021	1946	2186	240	89,0	6 956,22 €
17/02/2021	2166	2189	23	98,9	670,78 €
18/02/2021	1500	2421	921	61,9	26 698,91 €
19/02/2021	1767	2390	623	73,9	18 073,30 €
22/02/2021	1273	2373	1100	53,6	31 894,96 €
23/02/2021	1706	2370	664	72,0	19 243,39 €
24/02/2021	1881	2390	509	78,7	14 767,30 €
25/02/2021	1494	2034	540	73,6	15 651,17 €
26/02/2021	1345	2390	1045	56,3	30 311,30 €
<b>Total fevereiro</b>	35607	43718	8111	82,2	235 232,87 €

Tabela 7.3 - Dados março.

Data	Produção Obtida	Produção Objetivo	Total Perdas	RO Real	Receita perdida
01/03/2021	1983	2390	407	83,0	11 809,30 €
02/03/2021	2115	2407	292	87,8	8 454,13 €
03/03/2021	1792	2238	446	81,3	12 935,26 €
04/03/2021	1635	2390	755	68,4	21 901,30 €
05/03/2021	2017	2390	373	84,4	10 823,30 €
08/03/2021	1502	2197	695	68,4	20 147,43 €
09/03/2021	1692	2323	631	73,1	18 293,96 €
10/03/2021	1806	2272	466	79,4	13 506,43 €
11/03/2021	1926	2390	464	80,6	13 462,30 €
12/03/2021	1651	2390	739	69,1	21 437,30 €
15/03/2021	1379	2372	993	58,2	28 789,43 €
16/03/2021	1386	2378	992	58,3	28 775,57 €
17/03/2021	1561	2390	829	65,3	24 047,30 €
18/03/2021	1672	2390	718	70,0	20 828,30 €
19/03/2021	1962	2390	428	82,1	12 418,30 €
22/03/2021	1535	2372	837	64,7	24 265,43 €
23/03/2021	1836	2372	536	77,4	15 536,43 €
24/03/2021	1133	1230	97	91,8	2 825,61 €
25/03/2021	1827	2290	463	79,8	13 433,30 €
26/03/2021	1696	2292	596	74,0	17 295,35 €
29/03/2021	1530	2321	791	64,8	22 928,91 €
30/03/2021	1655	2353	698	77,3	20 249,57 €
31/03/2021	1788	2291	503	78,4	14 595,83 €
<b>Total março</b>	39079	52829	13750	74,7	398 760,09 €

### 7.3 Seguimento RO – HxH

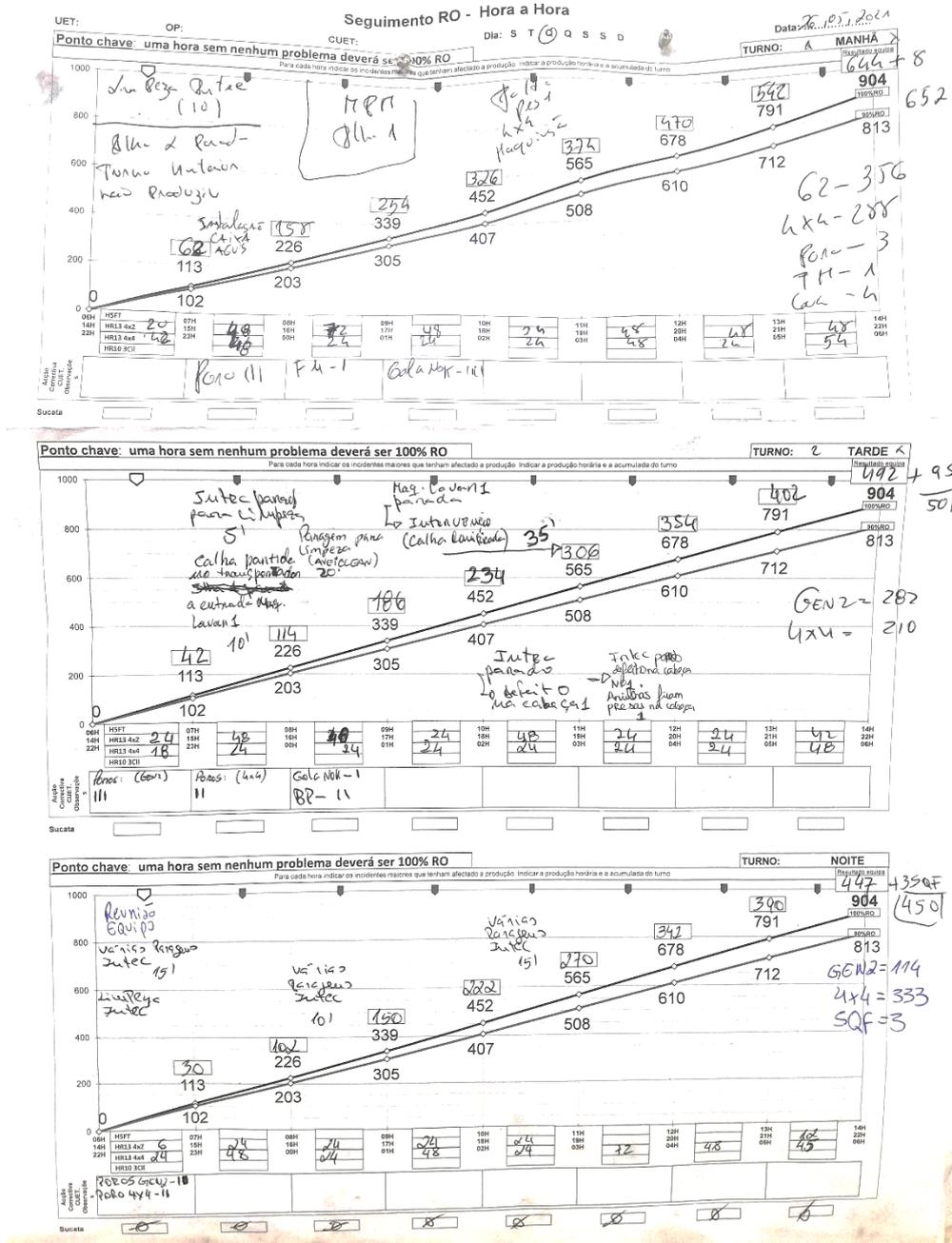


Figura 7.2 - Folha do seguimento RO – HxH preenchida diariamente pelos operadores.

## 7.4 Folha de cálculo das perdas nas ilhas 1 e 2 de maquinação

Data	Turno	Peça	Segunda a Sexta														Total Produção	Avarias Máquina									
			ILHA 1 - OP110/120							ILHA 2 - OP110/120																	
			8238	8423	8507	8508	7754	8109	8505	8506																	
18/01/2021	1	Gen2	52	45	49	39	31	28	18	24	286	286	0	0	408	408	0	0	8834 - ilha robotizada (defeito detetor 570) 120 min								
		Gen1																									
		4x4																									
		Gen2	51	51	51	51	51	51	51	51	51									408							
		Gen1																									
		4x4																									
	2	Perdas		-1	2	12	20	23	33	27	122	122															
		Gen2	44	35	30	43	26	32	30	26	266	266															
		Gen1																									
		4x4																									
		Gen2	51	51	51	51	51	51	51	51	51	408															
		Gen1																									
3	4x4																										
	Perdas	7	16	21	8	25	19	21	25	142	142																
	Gen2	38	48	18	35	31	0	32	32	234	234																
	Gen1																										
	4x4	3	3	4	4	4	0	5	4	27	27																
	Gen2	46	46	46	46	46	46	46	46	46	368																
18/01/2021	3	Gen1	5	5	5	5	5	5	5	5	40																
		4x4																									
		Perdas	10	0	29	12	16	51	14	15	147	147															
		Gen2																									
		Gen1																									
		4x4																									
																		8506 - defeito refrigeração 400min 8109 - def temperatura elevada hidraulico 120 min									
																		813									
																		411									

Figura 7.3 - Dados da maquinação das ilhas 1 e 2 do dia 18 de janeiro de 2021.

## 7.5 Produção e perdas nas ilhas 1 e 2 de maquinação

Tabela 7.4 - Produção e perdas do mês de fevereiro nas ilhas de maquinação 1 e 2.

Data	Produção Obtida	Produção Objetivo	Perdas	Perdas turno 1	Perdas turno 2	Perdas turno 3
01/02/2021	498	1088	590	202	214	174
02/02/2021	724	1112	388	136	164	88
03/02/2021	704	1216	512	181	156	175
04/02/2021	831	1224	393	152	130	111
05/02/2021	891	1224	333	105	120	108
08/02/2021	1001	1216	215	102	67	46
09/02/2021	855	1128	273	39	114	120
10/02/2021	905	1192	287	70	116	101
11/02/2021	726	1188	462	167	196	99
12/02/2021	944	1224	280	78	176	26
15/02/2021	853	1088	235	73	45	117
16/02/2021	858	1200	342	136	54	152
17/02/2021	992	1208	216	99	53	64
18/02/2021	776	1128	352	104	147	101
19/02/2021	948	1224	276	82	112	82
22/02/2021	636	1112	476	144	165	167
23/02/2021	731	1120	389	152	131	106
24/02/2021	795	1224	429	227	125	77
25/02/2021	726	1224	498	132	196	170
26/02/2021	618	1224	606	155	206	245
<b>Total fevereiro</b>	16012	23564	7552	2536	2687	2329

Tabela 7.5 - Produção e perdas do mês de março nas ilhas de maquinação 1 e 2.

Data	Produção Obtida	Produção Objetivo	Perdas	Perdas turno 1	Perdas turno 2	Perdas turno 3
01/03/2021	704	1128	424	157	166	101
02/03/2021	881	1128	247	99	120	28
03/03/2021	600	1128	528	187	180	161
04/03/2021	664	1104	440	185	220	35
05/03/2021	849	1224	375	75	155	145
08/03/2021	676	1088	412	167	161	84
09/03/2021	700	1080	380	187	106	87
10/03/2021	775	1128	353	205	120	28
11/03/2021	857	1128	271	146	50	75
12/03/2021	760	1128	368	106	157	105
15/03/2021	524	1088	564	184	272	108
16/03/2021	745	1136	391	109	151	131
17/03/2021	662	1160	498	143	243	112
18/03/2021	788	1128	340	76	158	106

19/03/2021	785	1192	407	107	208	92
22/03/2021	495	1064	569	181	222	166
23/03/2021	691	1080	389	161	141	87
24/03/2021	611	1128	517	185	243	89
25/03/2021	849	1128	279	46	145	88
26/03/2021	783	1128	345	112	170	63
29/03/2021	745	1160	415	143	176	415
30/03/2021	671	1160	489	166	134	189
31/03/2021	764	1128	364	124	113	127
<b>Total março</b>	16579	25944	9365	3251	3811	2622

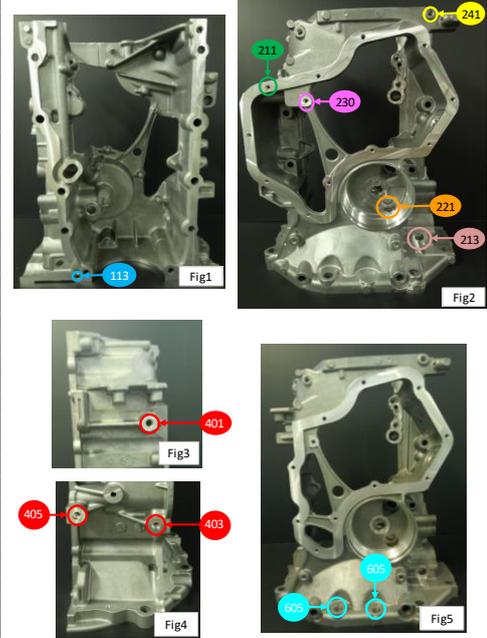
**Tabela 7.6 - Produção e perdas do mês de abril nas ilhas de maquinação 1 e 2.**

Data	Produção Obtida	Produção Objetivo	Perdas	Perdas turno 1	Perdas turno 2	Perdas turno 3
01/04/2021	628	1128	500	165	158	177
05/04/2021	705	1184	479	176	184	119
06/04/2021	771	1136	365	94	182	89
07/04/2021	777	1224	447	190	150	107
08/04/2021	836	1096	260	75	62	123
09/04/2021	606	1128	522	159	248	115
12/04/2021	763	1192	429	101	196	132
13/04/2021	726	1128	402	174	100	128
14/04/2021	687	1128	441	189	161	91
15/04/2021	824	1168	344	84	114	146
16/04/2021	846	1152	306	67	122	117
19/04/2021	941	1192	251	119	79	53
20/04/2021	947	1128	181	64	96	21
21/04/2021	843	1128	285	206	62	17
22/04/2021	948	1144	196	96	94	6
23/04/2021	1023	1208	185	77	62	46
26/04/2021	541	1080	539	178	215	146
27/04/2021	920	1144	224	88	104	32
28/04/2021	857	1128	271	65	103	103
29/04/2021	988	1128	140	8	76	56
30/04/2021	861	1128	267	111	67	89
<b>Total abril</b>	17038	24072	7034	2486	2635	1913

## 7.6 Folha de Operação Standard para a realização do controlo BDL

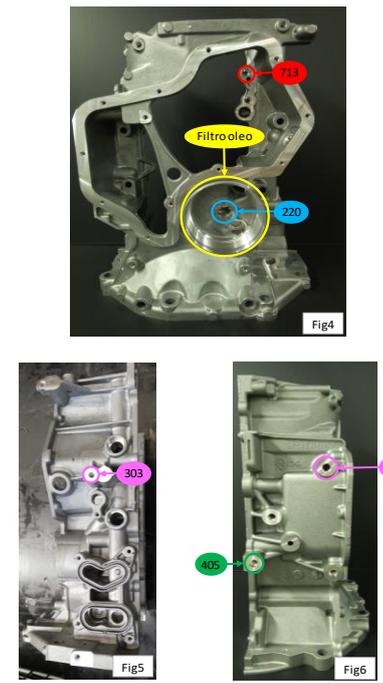
### 7.6.1 L1/L2

POP nº		FOS 3444-1200-00		Tempo para aprendizagem		Página 1/4	
Nome do processo (Nome da operação)		Controlo BDL Carter Intermédio HR13 GEN I / GEN II / 4x4		8H			
Equipamento protecção individual (E.P.I.)		Fato de trabalho + sapatos de segurança+ protetores auriculares+ luvas anti corte		Tempo total das etapas		710 c/min	
Ferramentas utilizadas				Licença e/ou Qualificações			
Componentes utilizados (ref.)							
Nº	Etapa principal	Tempo	Ponto chave	Desenho explicativo, Razão do ponto chave, Regras operativas e outras.			
1	Lavar a peça com óleo de corte dentro da máquina de lavar e soprar bem						
1A	Colocar a peça sobre a mesa BDL						
2	Controlar 1/teqúipa o Ø10,01±0,011, furo 113 com o calibre R100558577 (Fig1)						
2A	Controlar 1/30 o Ø05±0,005±0,082 furo 113 com támpão electrónico						
3	Controlar rosca M8x1,25, com Leitech P734212581, do furo 241 (Fig2)		Apenas GEN 2 e 4x4				
3A	Controlar cota 12 ±0,25 -0,5 com o Leitech P734212581 da rosca 241						
3B	Controlar cota 17,88 ± 0,05 do furo 241 e presença de chanfro						
4	Controlar com o Leitech P734212073, furo vazado 230 (Fig2)		Apenas GEN 2 e 4x4				
4A	Controlar cota 25,25 ± 0,25, furo 230 com támpão D774002636 (Fig2)						
5	Controlar caixa cota 5 ±0,1 furos 403 e 405 c/ Paquímetro (Fig4)		Apenas GEN 2				
5A	Controlar M10x1,5, furo 401 com Leitech R100242863 (Fig3)		Apenas 4x4				
5B	Controlar cota 20 ±0,2 furo 401 com Leitech R100242863						
6	Controlar roscas 901 e 902 com o Leitech P734212581 furos vazados		Apenas 4x4				
7	Controlar furos visualmente presença de rosca (Fig5)		Apenas 4x4				
6	Controlar a rosca M8x1, o furo 211 (Leitech P734212073) (Fig2)						
6A	Controlar cota 17,25 ± 0,25, do furo 211						
7	Controlar cota 23 ± 0,2, furo 221, com támpão R100558487 (Fig2)						
7A	Controlar cota, 62,2 ± 0,2, furo 221, com támpão D774002651						
7B	Controlar cota, 67 ± 0,2, furo 221, com támpão D774002652						
8	Controlar Ø 13,5 ±0,25, furo 213 com támpão R100558488 (Fig2)						
8A	Controlar Ø 25 ±0,25, furo 213 com támpão R100558489						
8B	Controlar cota 14,25 ±0,25, furo 213 com támpão D774002641						
8C	Controlar cota 11 ±0,25, furo 213 com támpão D774002639						
8D	Controlar chanfro 1 ±0,2 x 90°, furo 213 com escantilhão D774002629						
8E	Controlar cota 14,0135±0,0135 com o támpão electrónico 1/30 peças						
O que é interdito e porquê. (Explicação dos possíveis problemas ou defeitos)		TOTAL	c/min	Como tratar as anomalias (leia as notas explicativas)			



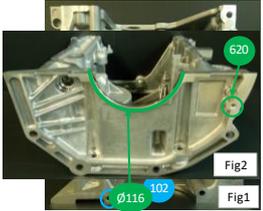
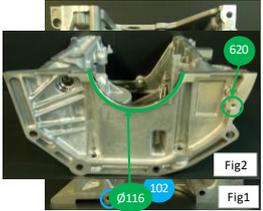
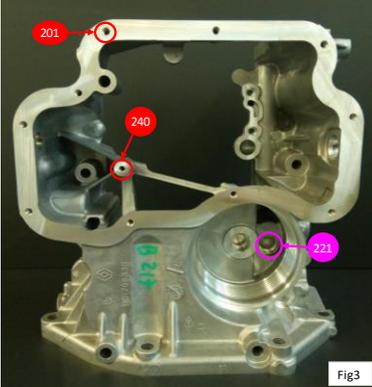
### FOLHA DE OPERAÇÃO STANDARD (PROCEDIMENTO)

POP nº		FOS 3444-1200-00		Tempo para aprendizagem		Página 2/4	
Nome do processo (Nome da operação)		Controlo BDL Carter Intermédio HR13 GEN I / GEN II / 4x4		8H			
Equipamento protecção individual (E.P.I.)		Fato de trabalho + sapatos de segurança+ protetores auriculares+ luvas anti corte		Tempo total das etapas		710 c/min	
Ferramentas utilizadas				Licença e/ou Qualificações			
Componentes utilizados (ref.)							
Nº	Etapa principal	Tempo	Ponto chave	Desenho explicativo, Razão do ponto chave, Regras operativas e outras.			
9	Controlar Ø 18 ±0,2, furo 220 com támpão R100263154 (Fig4)						
9A	Controlar Ø 20,375 ±0,025, furo 220 com támpão R100558492						
10	Controlar Ø 105,65 ±0,05, cx. Filtro óleo com, támpão R100558247 (Fig4)						
10A	Controlar cota 11 ±0,2, cx. Filtro óleo com, támpão D774002650						
10B	Controlar rosca ART, 105x4-6h-3,45 com támpão passa D774002653						
10C	Controlar rosca ART, 105x4-6h-3,45 com támpão não passa D774002654						
10D	Controlar chanfro, 2,5 ±0,5 x 50°, com támpão D774002626						
11	Controlar rosca M8x1,25, com Leitech P734212581 dos furos 303 (Fig5)		Controlar rosca (303 característica transversal - impossibilidade de montagem do motor no veículo)				
11A	Controlar cota 23 ±1 com o Leitech P734212581 do furo 303		Controlar cota 23 ±1 (característica transversal - impossibilidade de montagem do motor no veículo)				
11C	Controlar chanfro, 1 ±0,25 x 90°, furo 303 com escantilhão D774002631		Controlar chanfro (303 característica transversal - impossibilidade de montagem do motor no veículo)				
11B	Controlar cota 28 ±0,5, furo 303, com Paquímetro		Controlar cota 28 ±0,5 (característica transversal - impossibilidade de montagem do motor no veículo)				
11E	Controlar rosca M8x1,25 passanão passa, furo 401		Controlar rosca M8x1,25 (característica transversal - impossibilidade de montagem do motor no veículo)				
11F	Leitech P374212581 (Fig6), cota 30util						
12	Controlar rosca M8x1,25 passanão passa, furo 405, Leitech P374212581 (Fig5), cota 25 util						
12A	Controlar cota 20 ±1, furo 405, com Leitech P374212581						
12B	Controlar chanfro, 1 ±0,25 x 90°, furo 405 com escantilhão D774002631						
12C	Controlar cota 26,25 ±0,025, furo 405 D774002640						
13	Controlar M8x1,25 do furo 713 com o Leitech P734212581 (Fig4)						
13A	Controlar 2 vezes, Ø11,1 ±0,01, furo 713 com támpão R100558576						
O que é interdito e porquê. (Explicação dos possíveis problemas ou defeitos)		TOTAL	c/min	Como tratar as anomalias (leia as notas explicativas)			

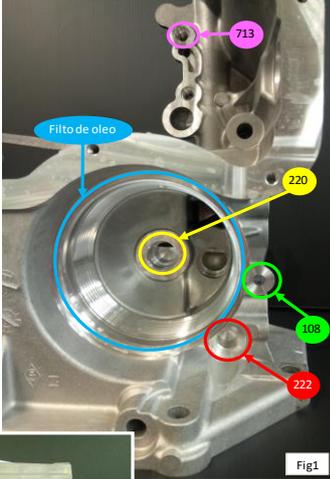




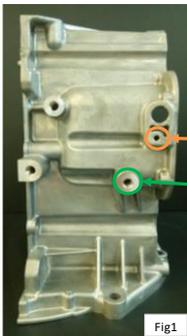
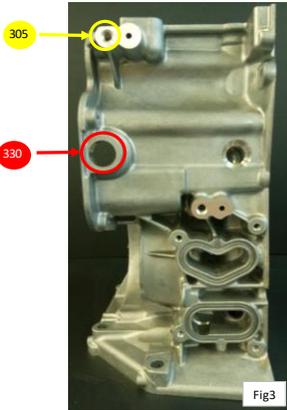
7.6.2 L3

POP nº		FOS 3444-120C-00	Tempo para aprendizagem	<b>FOLHA DE OPERAÇÃO STANDARD</b> (PROCEDIMENTO)								Página 1/4							
Nome do processo (Nome da operação)		Controlo BDL Carter Intermediário HR10 (SCYL)		Tempo total das etapas	710	Data de modificação													
responsável		Fato de trabalho + sapatos de segurança+ protetores auriculares+ luvas anti corte		710	cmn	19/02/19 (21/04/2021)													
protecção individual (E.P.I.)						Validado por													
Licença e/ou Qualificações						Chefe ATELIER													
Componentes utilizados (ref.)						A													
						B													
						C													
Nº	Bapa principal	Tempo	Ponto chave	Desenho explicativo. Razão do ponto chave. Regras operativas e outras.															
1	Lavar a peça com oleo de corte dentro da máquina de lavar e soprar bem			  															
2	Colocar a peça sobre a mesa BDL																		
3	Controlar 1/eqüipa o Ø10 +0,022 furo 102 com o calibre R100558577 (fig1)																		
3A	Controlar 1/30 o Ø05+0,055+0,082 furos 101 e 102 com tampão electrónico																		
4	Controlar cota 11,5 ±0,5, caixa da meia lua da montagem do vedante da cambota Ø116 com Paquímetro (Fig2)																		
4A	Controlar chanfro 1 ±0,2x30°, caixa do vedante da cambota, visualmente.																		
5	Controlar a rosca Mx1, o furo 620 (Leitech P734212073) (Fig2)																		
6	Controlar cota 10 ±0,2, furo 610 com tampão D774002638																		
7	Controlar a rosca Mx1, os furos 201 e 240 (Leitech P734212073) (Fig3)																		
7A	Controlar cota 13 ±1,25 -0,5 com o Leitech P734212073 furos 201																		
7C	Controlar cota 26 ±1,25 -0,5 com o Leitech P734212073 furo 240																		
7D	Controlar presença de chanfro dos furos 201 e 240																		
7E	Controlar cota 17,25 ± 0,25, dos furos 201 e 240 (tampão D774002635)																		
8	Controlar cota 23 ± 0,2, furo 221, com tampão R100558487 (Fig3)																		
8A	Controlar cota 60,7 ± 0,2 furo 221, com tampão ? (meio de controlo encorreadado. Cota garantida por medição 3D. Caso de troca de ferramenta pedir Batímetro na Metrologia)																		
8B	Controlar cota 68,96 ± 0,2 furo 221, com tampão ? (meio de controlo encorreadado. Cota garantida por medição 3D. Caso de troca de ferramenta pedir Batímetro na Metrologia)																		
O que é interdito e porquê. (Explicação dos possíveis problemas ou defeitos)		TOTAL	cmn									Como tratar as anomalias (leire ou notas explicativas)							

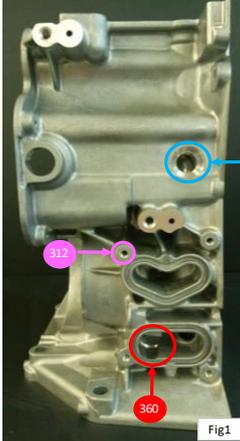
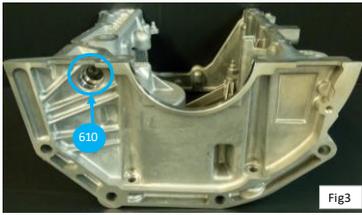
**FOLHA DE OPERAÇÃO STANDARD**  
(PROCEDIMENTO)

Nº	Bapa principal	Tempo	Ponto chave	Desenho explicativo. Razão do ponto chave. Regras operativas e outras.															
9	Controlar Ø 13,5 ±0,25, furo 222 com tampão R100558488 (Fig1)			 															
9A	Controlar Ø 25 ±0,2 furo 222 com tampão R100558489																		
9B	Controlar cota 14,25 ±0,2 furo 222 com tampão D774002641																		
9C	Controlar cota 11 ±0,25 furo 222 com tampão D774002639																		
9D	Controlar cota 14,0135 ±0,0135 furo 222 c/ o tampão electrónico																		
9E	Controlar cota 14,0135 ±0,0135 furo 222 c/ o tampão electrónico 1/30 peças																		
10	Controlar Ø 20,375 ±0,025, furo 220 com tampão R100558492 (Fig1)																		
11	Controlar Ø 105,65 ±0,05, cx. Filtro oleo com, tampão R100558247 (Fig1)																		
11A	Controlar cota 11 ±0,2, cx. Filtro oleo com, tampão D774002650																		
11B	Controlar rosca ART, 105x4-6h-3,45 com tampão passa D774002653																		
11E	Controlar rosca ART, 105x4-6h-3,45 com tampão não passa D774002654																		
11F	chanfro garantido pelo CGO / possibilidade de Modificação de Calibre atual																		
12	Furo 108 Ø8,2 ±0,02 controlar visualmente existência de furo cota garantida medição 3D																		
13	Controlar Mx1,25 dos furos vasados 713 c/ o Leitech P734212581 (Fig1)																		
13A	Controlar 2 vezes Ø11,1 ±0,01 furo 713 com tampão R100558576																		
14	Controlar Ø15 ±0,04 furo 401 com tampão P705342620 ( fig2 )																		
14A																			
O que é interdito e porquê. (Explicação dos possíveis problemas ou defeitos)		TOTAL	cmn									Como tratar as anomalias (leire ou notas explicativas)							

**FOLHA DE OPERAÇÃO STANDARD**  
(PROCEDIMENTO)

Nº	Etapa principal	Tempo	Ponto chave	Desenho explicativo. Razão do ponto chave. Regras operativas e outras.	
15	Controlar cota 18 -1, furo 404 com paquímetro (Fig1)			  	
15A	Controlar Mx1, furo 404 com Leitech P734212073				
15B	Controlar cota 14,5 ±0,5 furo 404 com Leitech P734212073				
16	Controlar M10x1,5, furos 406, com Leitech R100242863 (Fig1)				
16A	Controlar 2 vezes cota 26,5 +1,25 -0,5 furo 406 com Leitech R100242863				
16B	Controlar cota 34,5±0,5 furo 406 c/ paquímetro				
16C	Controlar presença chanfro furo 406.				
17	Controlar Mx1,25 cota 19,5 +1,25 -0,5 furos 501 com o Leitech P734212581 (Fig2)				
17A	Controlar cota 24,5 ±0,5 furo 501 com paquímetro				
17B	Controlar presença chanfro furos 501				
18	Controlar 1 vez, Ø20,626 ±0,062, furo 330 com tampão D774002830 (Fig3) caso detectar não conformidade através do calibre confirmar com relatório 3D. Tampão com IT mais apertado				
20	Controlar Mx1,25 cota 23,5 +1,25 -0,5 furos 305 com o Leitech P734212581 (Fig3)				
20A	Controlar cota 28,5±0,5 furo 305 c/ paquímetro				
O que é interdito e porquê. (Explicação dos possíveis problemas ou defeitos)		TOTAL	cmn		Como tratar as anomalias Itens ou notas explicativas

**FOLHA DE OPERAÇÃO STANDARD**  
(PROCEDIMENTO)

Nº	Etapa principal	Tempo	Ponto chave	Desenho explicativo. Razão do ponto chave. Regras operativas e outras.
21	Controlar Mx1, cota 19,51 +1,25 -0,5 furos 312 com Leitech P734212073 (Fig1)			  
22	Controlar cota Ø24,025 ±0,025, furo 341 com tampão R100558483 (Fig2)			
22A	Controlar cota 22 ±0,5, furo 341 com tampão D774002832			
23	Controlar cota 10 ±0,2, furo 511 com tampão D774002838 cota furos 320 e 610 garantidas pelo furo 511			
23A	Controlar cota Ø22,045±0,045 furos 511, 320 e 610 com tampão electrónico			
O que é interdito e porquê. (Explicação dos possíveis problemas ou defeitos)		TOTAL	cmn	Como tratar as anomalias Itens ou notas explicativas