



Mafalda Ferreira
Martins

Fiabilidade da linha de fabricação do cárter
intermédio com recurso à metodologia *TPM* e a
ferramentas *Lean Manufacturing*



Mafalda Ferreira
Martins

Fiabilidade da linha de fabricação do cárter intermédio com recurso à metodologia *TPM* e a ferramentas *Lean Manufacturing*

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

Este trabalho teve o apoio financeiro dos projetos:

UIDB/00481/2020 e UIDP/00481/2020- FCT-
Fundação para a Ciência e a Tecnologia;

CENTRO-01-0145-FEDER-022083-
Programa Operacional Regional do Centro
(centro2020), no âmbito do Acordo Parceria
Portugal 2020, através do Fundo
Europeu de Desenvolvimento Regional.

O júri / The jury

Presidente / President

Prof. Doutor Víctor Fernando Santos Neto

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Vogais / Committee

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 / Acknowledgements

Agradeço a toda a minha família, em especial aos meus pais e irmão, por todo o esforço, apoio, dedicação, motivação e amor ao longo de todo o meu percurso, sem dúvidas, que eles foram os principais impulsionadores de todas as minhas conquistas. Aos meus padrinhos e restantes familiares agradeço todos os momentos partilhados cheios de amor, gratidão e alegria. Agradeço ao Ricardo por toda a ternura, carinho e paciência diária, pela presença e partilha de todos os momentos e pela motivação constante. Agradeço a todos os meus amigos, por todas as histórias vividas, todas as risadas e entreaajuda e pelo crescimento partilhado. Agradeço a toda a comunidade da Universidade de Aveiro e da cidade de Aveiro por estes cinco anos de aprendizagem e desenvolvimento pessoal contínuo. Por último, agradeço à Renault CACIA por criar esta oportunidade de experienciar e desenvolver este projeto nas suas instalações fabris, em especial ao Eng^o. Luís Vaz e à Eng^a. Lilimar Jesus, por toda a tutoria e partilha de conhecimento.

Palavras-chave

Manutenção Produtiva Total; Plano de Manutenção Autônoma; Plano de Manutenção Preventiva; 5 Porquês; Disponibilidade; Fiabilidade.

Resumo

O presente relatório de estágio curricular foi desenvolvido na empresa RENAULT CACIA S.A., nomeadamente no Departamento de Manutenção da empresa, como o objetivo de melhorar a disponibilidade e fiabilidade da linha de fabricação do cárter intermédio (*Semelle*), através da aplicação sistemática da metodologia *Total Productive Maintenance* (TPM) (Manutenção Produtiva Total) apoiada por ferramentas do *Lean Manufacturing*.

Numa primeira fase deste relatório realiza-se uma breve apresentação da empresa e da sua organização, explica-se o papel da manutenção na RENAULT CACIA e mencionam-se as suas principais ferramentas de manutenção.

Numa segunda fase descreve-se de forma mais pormenorizada as diferentes estratégias aplicadas à manutenção industrial, com o propósito de adquirir os conhecimentos elementares ao desenvolvimento dos casos de estudos.

Na etapa seguinte descrevem-se os diferentes casos de estudos desenvolvidos no âmbito da linha de fabricação do componente *Semelle*. O primeiro estudo de caso aborda o pilar mais ambicioso do TPM, a manutenção autónoma, com o intuito de ajustar e atualizar as tarefas de manutenção dos Planos de Manutenção Autônoma (PMA). A sua atualização e uniformização permitiu assegurar que os equipamentos têm implementadas todas as ações básicas e gerais de limpeza e verificação, que todas as ações específicas de manutenção autónoma vão de encontro à funcionalidade dos equipamentos e que o tempo de intervenção está devidamente estabelecido. O segundo estudo de caso consistiu no preenchimento da ferramenta dos 5 Porquês na resolução de avarias constantes na máquina de lavar, evidenciando a função e a importância desta ferramenta do *Lean Manufacturing*. O terceiro estudo de caso surge no âmbito da preparação dos trabalhos para a Paragem Anual (PA) da empresa. Neste trabalho foram selecionados os equipamentos mais críticos no mês de maio da linha *Semelle*, averiguadas as suas avarias ao longo de cinco meses e no fim, foram definidas ações para reduzir/eliminar as suas avarias. O último estudo de caso é referente ao melhoramento e atualização dos Planos de Manutenção Preventiva (PMP) de dois equipamentos de controlo. Tanto na análise do PMP do fornecedor como do PMP CACIA verificou-se que estes estavam incompletos e desenquadrados com os equipamentos. Por isso, foram sugeridas algumas ações para melhorar o PMP dos equipamentos.

No fim, o trabalho desenvolvido permitiu melhorar e otimizar a prática da manutenção autónoma e preventiva nos equipamentos na linha *Semelle*, que consequentemente proporcionará o aumento da disponibilidade e fiabilidade da linha.

Keywords

Total Productive Maintenance; Autonomous Maintenance Plan; Preventive Maintenance Plan; 5 Whys; Availability; Reliability.

Abstract

This report was created during curricular traineeship at company RENAULT CACIA S.A. in the maintenance department. The target was to improve availability and reliability of the production line for intermediate carter (*Semelle*) applying systematically the methodology of *Total Productive Maintenance* (TPM) supported by *Lean Manufacturing* tools.

On a first phase of this report a short presentation of the company is done as well as its organization. It is explained the role of maintenance at RENAULT CACIA and also main maintenance tools used are mentioned.

On a second phase it is described in more detail the different strategies applied to industrial maintenance with the goal to acquire the elementary knowledge for the development of the case studies presented.

During the next phase it is done a description of the case studies developed on the production line for component *Semelle*. The first case study is an approach to the base of the most ambitious TPM, the autonomous maintenance, with the aim to adjust and update the role of Autonomous Maintenance Plans. Its update and standardization allowed to secure that equipment have applied all basic and general cleaning actions and verifications. All specific autonomous maintenance actions need to meet the functionality of the equipment and also the established intervention time. The second case study was applying 5Whys methodology to the resolution on frequent failure of the washing machine, showing the importance of this *Lean Manufacturing* tool. The third case study is the related to the preparation of work for annual stoppage of the company. For this study more critical equipment from May used on the *Semelle* line was chosen. It was made an analysis of the failures during the last 5 months and it was created an action plan for reducing / solving failures. The last case study is related to the improvement and update of the Preventive Maintenance Plans (PMP) of two inspection equipment. After analyzing Preventive Maintenance Plans from supplier and CACIA it was detected that both were incomplete and not adjusted to the equipment characteristics. For that reason it was made a proposal for the improvement of Preventive Maintenance.

The work performed allowed to improve and optimize the use of autonomous and preventive maintenance on the equipped of *Semelle* line and this will lead to an increase of the availability and reliability of the line.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Contextualização do trabalho	1
1.2	Objetivos e Metodologias	2
1.3	Organização do documento	2
2	Manutenção na empresa Renault CACIA S.A	5
2.1	Grupo Renault	5
2.2	Renault CACIA	6
2.2.1	Produtos	7
2.2.2	Organização Interna	8
2.3	A manutenção na Renault CACIA	9
2.3.1	TPM na Renault CACIA	11
2.4	Ferramentas de Manutenção	12
2.4.1	Ordem de Trabalho	12
2.4.2	Plano de Manutenção Preventiva	13
2.4.3	Plano de Manutenção Autônoma	14
2.4.4	Plano de Manutenção Profissional	14
2.4.5	5 Porquês	15
2.4.6	Ciclo PDCA	15
2.4.7	<i>QC Story</i>	16
2.5	Indicador de eficiência	16
2.5.1	Rendimento Operacional	16
3	Manutenção e as suas estratégias	19
3.1	A Manutenção	19
3.1.1	História da Manutenção	19
3.2	Políticas de Manutenção	20
3.2.1	Manutenção Corretiva	21
3.2.2	Manutenção Preventiva	22
3.2.3	Manutenção Preditiva	22
3.3	Gestão da Manutenção	23
3.3.1	Total Productive Maintenance	24
3.3.2	Indicadores de Desempenho	29
3.4	Ferramentas utilizadas na Gestão da Manutenção	32
3.4.1	Análise Multicritério	32
3.4.2	<i>5 Whys</i>	32
3.4.3	Gestão Visual	32

3.4.4	Software de Gestão de Manutenção	33
4	Estudo de Casos	35
4.1	UET do Cárter Intermédio	35
4.1.1	Implantação da linha <i>Semelle</i>	35
4.1.2	Indicador de <i>performance</i> da linha	37
4.1.3	Planificação das ações de melhoria	38
4.2	Desenvolvimento do Plano de Trabalhos	39
4.2.1	Estudo de Caso 1: Revisão e atualização dos Planos de Manutenção Autónoma	39
4.2.2	Estudo de Caso 2: Dossiê Máquina de Lavar 2288	48
4.2.3	Estudo de caso 3: Paragem de Agosto	52
4.2.4	Estudo de caso 4: Revisão e atualização dos Planos de Manutenção Preventiva	60
5	Conclusão, Limitações e Trabalhos Futuros	69
5.1	Conclusão	69
5.2	Limitações	71
5.3	Trabalhos futuros	71
	Anexos	79
	A Ferramentas Renault	79
	B PMA Antigos	83
	C PMA Atualizados	93
	D Máquina de Lavar 2288	101
	E PMP	105
	F Máquina 62018525	117

Lista de Tabelas

4.1	Tabela Resumo: PMA carregados no sistema.	39
4.2	Informações dos PMA das máquinas.	40
4.3	Tarefas com carga horária inadequada- Máquina 62018186.	41
4.4	Ações gerais de limpeza.	42
4.5	Ações gerais de verificação/segurança.	42
4.6	Ações específicas de limpeza para a montagem- Linha nº 1 e 2.	43
4.7	Ações específicas de verificação/segurança para a montagem- Linha nº 1 e 2.	44
4.8	Ações específicas de limpeza e lubrificação da máquina de estanqueidade- Linhas nº 1 e 2.	45
4.9	Informação sobre os equipamentos críticos da <i>Semelle</i>	53
4.10	Avárias mais frequentes na máquina 2114.	54
4.11	Avárias mais frequentes na máquina 2227.	55
4.12	Avárias mais frequentes na máquina 2101.	55
4.13	Avárias mais frequentes na máquina 62017754.	56
4.14	Avárias mais frequentes na máquina 62017866.	57
4.15	Avárias mais frequentes na máquina 62018525.	58
4.16	Avárias mais frequentes na máquina 62018834.	58
4.17	Ações para a paragem anual: GROB.	59
4.18	Ações para a paragem anual: DMG.	59
4.19	Ações para a paragem anual: Placa Anti-Emulsão.	60
4.20	Ações para a paragem anual: Ilha nº1.	60
4.21	Componentes e as suas anomalias: Máquina 62018139.	62
4.22	Tarefas proposta para a melhoria do PMP.	64
4.23	Componentes e as suas anomalias: Máquina 62018986.	66
4.24	Tarefas propostas para a melhoria do PMP.	68

Lista de Figuras

2.1	O Grupo à volta do mundo. [1]	5
2.2	Vista aérea da Renault CACIA. [4]	6
2.3	Caixas de velocidade, JR à esquerda e ND à direita.	7
2.4	Bombas de óleo e tampa da culassa, Renault CACIA.	8
2.5	Árvores de equilíbrio e coroa, Renault CACIA.	8
2.6	Organigrama da Renault CACIA.	8
2.7	Cárter Intermédio.	9
2.8	Organigrama do grupo de manutenção.	11
2.9	Metodologia MPM.[7]	12
2.10	Tabela dos 5 Porquês.[7]	15
3.1	Classificação das políticas de manutenção [9]	21
3.2	Gestão da manutenção: As suas funções. [22]	23
3.3	Atividades associadas a um sistema integrado. [23]	24
3.4	Relação entre o TPM e a filosofia <i>Lean</i> . [25]	25
3.5	Os 8 pilares do TPM. [28]	26
3.6	As 6 grandes perdas e o OEE.	31
4.1	Cárter intermédio Renault Cacia.	35
4.2	Planta da área de fabrico do Cárter Intermédio.	36
4.3	Layout da Linha <i>Semelle</i> .	37
4.4	RO do processo fabril do Cárter Intermédio (%), 2019.	38
4.5	Estado inicial dos equipamentos.	40
4.6	Carga horária consoante o estado da máquina.	41
4.7	Postos de montagem das ilhas robotizadas, posto nº1 à esquerda e posto nº2 à direita.	43
4.8	Máquinas de estanqueidade, Linhas nº 1 e 2.	44
4.9	Linha nº3: à esquerda a máquina de montagem e à direita a máquina de estanqueidade.	45
4.10	Placa Anti-Emulsão da Linha nº3.	46
4.11	Nova carga horária consoante o estado da máquina	46
4.12	Fotografias numeradas com as respetivas tarefas-Posto de montagem da Linha nº1.	47
4.13	Apresentação da numeração completa antes e depois das atualizações do PMA.	47
4.14	Equipamento defeituoso.	48
4.15	Ações temporárias adotadas pelos técnicos de manutenção.	49

4.16	Motor da máquina 2288, durante a intervenção à esquerda e no fim da intervenção à direita.	50
4.17	Válvula da máquina 2288, válvula de membrana à esquerda e válvula de globo à direita	51
4.18	5 Porquês do problema de qualidade.	51
4.19	Gráfico Gravidade-Frequência de maio de 2020-Ateliê 6.	52
4.20	MTTR dos piores equipamentos da UET 3444.	53
4.21	Centros de maquinação GROB.	54
4.22	Centros de maquinação DMG.	56
4.23	Máquina 62018525.	57
4.24	Figura ilustrativa das máquinas de estanqueidade, à esquerda a máquina da ilha 2 e à direita a máquina da linha 3.	61
4.25	Ações desatualizadas do PMP de CACIA.	62
4.26	Ação desatualizada do PMP de CACIA.	65
4.27	Antiga ação de verificação dos detetores.	65
4.28	Repetição da ação do conjunto de guiamento- PMP de CACIA.	66
A.1	PMP modelo Cacia.	80
A.2	PMA modelo Cacia.	81
A.3	Pictograma do PMA.	82
B.1	PMA: Estanqueidade, ilha n ^o 1.	84
B.2	PMA: Montagem, ilha n ^o 2.	85
B.3	PMA: Estanqueidade, ilha n ^o 2.	86
B.4	PMA: Estanqueidade 3cly, linha n ^o 3.	87
B.5	PMA: Montagem 3cly, linha n ^o 3.	88
B.6	PMA: Estanqueidade 4x4, linha n ^o 3.	89
B.7	PMA: Tamponagem, linha n ^o 3.	90
B.8	PMA: Placa Anti-Emulsão, linha n ^o 3.	91
C.1	PMA: Estanqueidade, ilha n ^o 1.	94
C.2	PMA: Montagem, ilha n ^o 1.	95
C.3	PMA: Estanqueidade, ilha n ^o 2.	96
C.4	PMA: Montagem, ilha n ^o 2.	97
C.5	PMA: Estanqueidade 3cly, linha n ^o 3.	98
C.6	PMA: Montagem 3cly, linha n ^o 3.	99
C.7	PMA: Placa Anti-Emulsão, linha n ^o 3.	100
D.1	Summary Report inicial.	102
D.2	Summary Report final.	103
D.3	Nova ação preventiva do PMP.	104
E.1	PMP do fornecedor, ilha n ^o 2.	106
E.2	PMP do fornecedor, ilha n ^o 2.	107
E.3	PMP de CACIA, ilha n ^o 2.	108
E.4	PMP de CACIA, ilha n ^o 2.	109
E.5	PMP de CACIA, ilha n ^o 2.	110
E.6	PMP do fornecedor, linha n ^o 3.	111

E.7	PMP do fornecedor, linha nº3.	112
E.8	PMP de CACIA, linha nº3.	113
E.9	PMP de CACIA, linha nº3.	114
E.10	PMP de CACIA, linha nº3.	115
E.11	PMP de CACIA, linha nº3.	116
F.1	Alteração na máquina 62018525.	118

Lista de Abrevisaturas

APW Alliance Production Way.

AT Ateliê de Produção.

CA Chefe de Ateliê.

CNC Centro Numérico Computorizado.

CUET Chefe da Unidade Elementar de Trabalho.

DCM Departamento dos Componentes Mecânicos.

DCV Departamento das Caixas de Velocidade.

FMA Ficha de Manutenção Autônoma.

FMEA Análise de Modos de Falhas e Efeitos.

GMAO Gestão da Manutenção Assistida por Computador.

JIPM Japan Institute of Plant Maintenance.

JIT Just In Time.

KPI Key Indicators Performance.

MEP Máquina Em Produção.

MPM Management Media Performance.

MSP Máquina Sem Produção.

MTBF Mean Time Between Failures.

MTTR Mean Time To Repair.

MWT Mean Waiting Time.

OEE Overall Equipment Efficiency.

OT Ordem de Trabalho.

PA Paragem Anual.

PCT Parada Com Tensão.

PDCA Plan-Do-Check-Act.

PMA Plano de Manutenção Autónoma.

PMP Plano de Manutenção Preventiva.

PMPPro Plano de Manutenção Profissional.

PST Parada Sem Tensão.

RO Rendimento Operacional.

RSM Renault Samsung Motors.

SPR Sistema de Produção Renault.

TPM Total Productive Maintenance.

TQM Total Quality Management.

UET Unidade Elementar de Trabalho.

Capítulo 1

Introdução

Neste primeiro capítulo do documento é realizada a contextualização do projeto, a apresentação dos seus objetivos e a metodologia adotada para os alcançar.

No fim, apresenta-se ainda a estrutura do relatório, mencionando de forma breve o que cada capítulo aborda.

1.1 Contextualização do trabalho

O presente projeto foi realizado no âmbito do estágio curricular do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica (MIEM), da Universidade de Aveiro. Os estudos de caso foram desenvolvidos no departamento de manutenção da Renault CACIA, mais concretamente na linha *Semelle* do AT 6 dos componentes mecânicos.

Hoje em dia, as indústrias têm a necessidade de trabalhar com a sua capacidade e qualidade máxima para responderem às exigências dos mercados e/ou consumidores. A satisfação do cliente é influenciada pela qualidade do produto, pelos curtos prazos de entrega e preços reduzidos. Estes fatores estão diretamente associados à gestão adotada pela empresa relativamente à disponibilidade e à fiabilidade dos equipamentos.

A manutenção é a atividade, que através da aplicação de várias estratégias, consegue garantir a disponibilidade e a fiabilidade dos equipamentos e/ou instalações fabris. A otimização destes dois fatores acontece através da implementação de práticas que diminuem ou eliminem falhas técnicas relacionadas com: o envelhecimento da máquina e dos seus componentes, as sobrecargas, o desrespeito das condições básicas de funcionamento, a falta de limpeza e lubrificação, a falta de componentes substitutos, etc. Neste sentido, as empresas são obrigadas a adotar estratégias de manutenção precisas, inovadoras, consistentes e eficazes, como o *Total Productive Maintenance* (TPM).

O objetivo do TPM é que a empresa alcance e mantenha os quatro zeros: zero avarias, zero defeitos, zero acidentes e zero desperdícios. Para tal, o TPM valoriza e incentiva o trabalho em equipa de toda a organização, aplicando os conceitos dos seus pilares juntamente com as ferramentas de gestão da manutenção, como o ciclo PDCA, os 5 Porquês, gestão visual, etc. A sua prática permite construir um ambiente fabril mais saudável, sustentável e viável, uma vez que, aumenta o desempenho dos equipamentos, a segurança e a moral dos trabalhadores, a qualidade dos produtos e a satisfação dos clientes.

Este projeto surgiu da necessidade de melhorar e aumentar o rendimento operacional da linha de produção *Semelle*, aumentando a disponibilidade dos equipamentos e a fiabilidade da linha, através da aplicação de conceitos TPM e ferramentas *Lean*.

1.2 Objetivos e Metodologias

O principal objetivo do trabalho é conseguir aumentar o rendimento operacional da linha de produção *Semelle*. Para tal, o projeto prático foi dinamizado para melhorar e aumentar a fiabilidade e disponibilidade da linha de produção, através:

- Do desenvolvimento de atividades de manutenção preventiva;
- Do acompanhamento e dinamização das atividades de manutenção preventiva;
- Da análise de avarias longas e repetitivas, utilizando ferramentas *Lean*;
- Da melhoria do *Management Media Performance* (MPM), otimizando os planos de manutenção preventiva.

A metodologia adotada para desenvolver todo o projeto designa-se por estudo de caso e resultou da combinação da observação e análise de problemas com o planeamento e a implementação de ações corretivas e preventivas, baseadas na metodologia TPM.

Inicialmente, conheceu-se a linha de produção *Semelle*, o produto fabricado, o seu processo produtivo e o modo de funcionamento tanto dos operadores da linha como do grupo de manutenção. Posteriormente, foi realizada a análise da situação inicial da linha, através do gráfico de Rendimento Operacional (RO), foram ainda identificadas as necessidades da linha e elaborado o plano de trabalhos.

Definido o plano de trabalhos, iniciaram-se as tarefas de revisão e melhoria do sistema TPM, com a atualização dos planos de manutenção autónoma dos equipamentos de montagem das linhas *Semelle*, a revisão e aplicação das ações preventivas nos equipamentos da linha para a paragem de agosto e a revisão e elaboração de propostas de melhoria do plano de manutenção preventiva das máquinas de estanqueidade da ilha nº2 e linha nº3. Foi ainda necessário aplicar a ferramenta dos 5 Porquês para concluir o processo de análise de um conjunto de falhas associadas à máquina de lavar 2288.

Por último, foram discutidas as conclusões sobre a aplicabilidade de todas as tarefas desenvolvidas, assim como o seu impacto na fiabilidade dos equipamentos e ainda a possibilidade de, no futuro, se alterar um elemento do alimentador de anilhas para eliminar as avarias repetitivas a si associadas.

1.3 Organização do documento

O documento apresentado está estruturado em cinco capítulos e respetivos subcapítulos. No primeiro capítulo é introduzido o tema e os objetivos do projeto a apresentar, a metodologia aplicada no trabalho e ainda a estrutura do relatório de estágio.

No segundo capítulo é apresentada a empresa onde se desenvolveu o projeto, a Renault CACIA, a sua cultura, organização, metodologia de trabalho e produtos. Aborda-se ainda a importância da manutenção para a Renault CACIA e algumas das suas ferramentas de manutenção.

No terceiro capítulo é exposto o enquadramento teórico necessário à realização do trabalho: a manutenção e as suas políticas, a gestão da manutenção e algumas ferramentas aplicadas na gestão da manutenção.

No quarto capítulo é realizada a análise ao estado inicial da linha de produção em estudo, apresentada a unidade elementar de trabalho e a linha *Semelle*. Ainda neste capítulo, é definido o plano de trabalhos e exposto os diferentes estudos de caso: Revisão e atualização dos Planos de Manutenção Autónoma, Dossiê da máquina de lavar 2288, Paragem de Agosto e Revisão e atualização dos Planos de Manutenção Preventiva.

Por último, no capítulo cinco são apresentadas as conclusões do projeto, as principais limitações, assim como as propostas de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Manutenção na empresa Renault CACIA S.A

No decorrer deste capítulo é apresentada a empresa onde foi desenvolvido o projeto de estágio, a Renault CACIA. Esta empresa pertence ao grupo Renault, uma conceituada e influente organização na Indústria Automóvel. Para desenvolver o trabalho, em conformidade com os padrões do grupo, é importante conhecer qual a sua história, visão, estrutura organizacional e valores pelos quais se rege.

De acordo com o tema do projeto é fundamental perceber qual o papel da manutenção no dia a dia da empresa, como é gerida e quais as principais ferramentas usadas na mesma. Ainda neste capítulo, são apresentados os produtos fabricados e mencionado a linha de produção onde se foca o projeto.

2.1 Grupo Renault

Em 1898, a criatividade e interesse de Louis Renault por veículos automóveis juntamente com o apoio financeiro dos seus irmãos, Marcel e Fernand, deu origem à Renault Frères. Hoje em dia, a Renault Frères é um grupo constituído por cinco marcas: a Renault, a Dacia, a Renault Samsung Motors (RSM), a Alpine e a LADA. As suas instalações estão sediadas em 39 países, com um total de 179 565 colaboradores capazes de idealizar, gerir, fabricar e vender veículos em 125 países, figura 2.1. Em 2019, vendeu 3.8 milhões de automóveis em todo o mundo. [1]



O grupo Renault tem como missão fornecer mobilidade sustentável para todo mundo. Para tal, usa estratégias capazes de antecipar e gerenciar questões ambientais para criar novas oportunidades de serviços e inovações tecnológicas, como por exemplo, os veículos eléctricos e a aplicação da economia circular na sua organização.

A sua ambição é ser capaz de melhorar a economia e a sociedade, tornando-as mais positivas, inclusivas e sustentáveis. O seu foco no trabalho em equipa para criar inclusão e mobilidade sustentável faz com que a organização seja considerada uma das organizações líderes no setor automóvel. [2]

A Renault instalou-se em Portugal em 1929, com o primeiro stand de vendas da marca no país. Em 1990, iniciou o Projeto Renault que, além da vertente comercial, integrava duas importantes valências económicas: a implementação de um projeto industrial e o desenvolvimento de uma rede de fornecedores locais para a indústria automóvel. Este projeto permitiu à Renault Portugal tornar-se numa das principais empresas do país através das fábricas da Guarda (1980-1989), Setúbal (1980-1998) e Cacia (1981-). [3]

2.2 Renault CACIA

Atualmente, a Renault está representada em Portugal pela fábrica Renault CACIA, figura 2.2, no distrito de Aveiro. O início da sua atividade foi em 1981 com a produção de caixas de velocidades, prosseguindo para a maquinação e montagem de motores e em 1988 começou a produzir componentes mecânicos para serem exportados na sua totalidade para as outras fábricas do grupo.



Figura 2.2: Vista aérea da Renault CACIA. [4]

Em 2001, o Grupo Renault implementou em todas as instalações o Sistema de Produção Renault (SPR), que assegurava tanto a elevada qualidade dos produtos como a performance e segurança dos produtos nas instalações. Quinze anos mais tarde, o SPR foi substituído pelo Alliance Production Way (APW), devido à Aliança Renault-Nissan. Em virtude desta aliança, a Renault CACIA estabeleceu a visão de "*Ser a referência nas fábricas mecânicas a nível da Aliança pela competitividade dos nossos produtos e excelência da nossa equipa humana, para assegurarmos o nosso futuro industrial*".

Nos dias de hoje, a empresa mantém a produção de caixas de velocidades tal como de componentes mecânicos, nomeadamente bombas de óleo, árvores de equilibragem e outros componentes em ferro fundido e alumínio. A totalidade dos produtos destina-se às fábricas Renault e Nissan para a montagem de veículos, situadas em países como Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, África do Sul, Irão e Índia.[4]

2.2.1 Produtos

A Renault CACIA produz componentes mecânicos para as restantes fábricas de carroçaria-montagem do Grupo Renault. Como referido anteriormente, os produtos são divididos em dois setores: Caixas de Velocidade e Componentes Mecânicos.

Em relação às caixas de velocidade, a Renault CACIA produz dois tipos de caixas de velocidades, a caixa JR e a caixa ND, figura 2.3. Produz ainda, componentes para a fabricação das caixas de velocidade: as árvores (primárias e secundárias), a caixa diferencial, os pinhões e os respetivos cárteres.

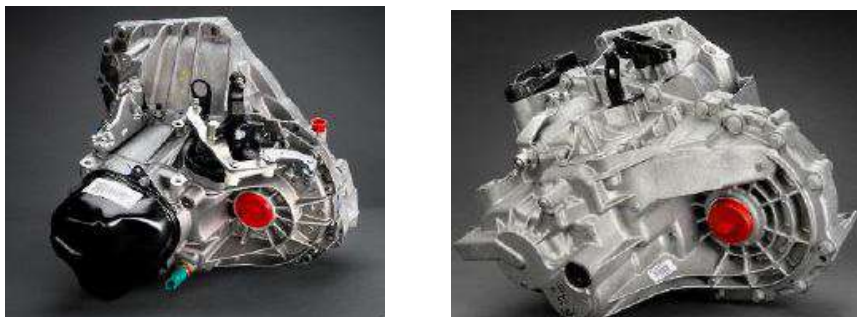


Figura 2.3: Caixas de velocidade, JR à esquerda e ND à direita.

Relativamente aos componentes mecânicos, a Renault CACIA produz uma grande variedade de componentes como bombas de óleo cilindrada fixa/variável, tampa da culassa, árvores de equilibragem M9, coroas, cárter de distribuição, cárter intermédio, entre outros. Nas figuras 2.4 e 2.5 ilustram-se alguns dos componentes produzidos neste setor.

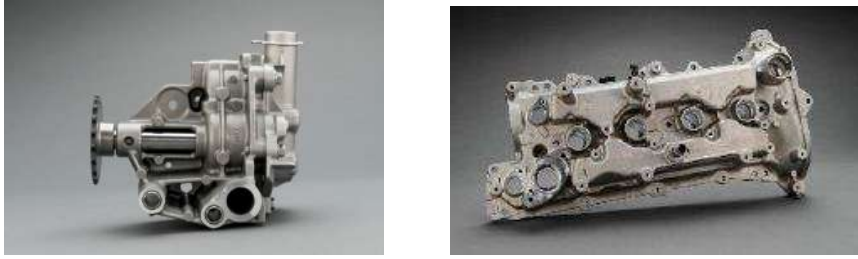


Figura 2.4: Bombas de óleo e tampa da culassa, Renault CACIA.



Figura 2.5: Árvores de equilibragem e coroa, Renault CACIA.

2.2.2 Organização Interna

A sua estrutura organizacional, consiste na distribuição de tarefas por vários departamentos, ilustrados na figura 2.6. Todos estes departamentos respondem diretamente à direção da Renault CACIA.



Figura 2.6: Organigrama da Renault CACIA.

O departamento da fabricação é subdividido em dois departamentos, o da produção de Caixas de Velocidade (DCV) e o da produção de Componentes Mecânicos (DCM). Estes são organizados por *ateliers* de produção (AT), constituídos pelas respectivas unidades elementares de trabalho (UET) e os postos de trabalho. A divisão da produção

por *ateliers* permite um acompanhamento personalizado e um controlo mais eficiente e particular de cada produto fabricado.

O DCM é constituído por 3 *ateliers* : o *atelier* 3 (AT 3); o *atelier* 4 (AT 4) e o *atelier* 6 (AT 6). Os produtos produzidos por ateliers são:

- **AT 3:** Bombas de óleo de cilindrada Fixa/Variável (Fxx, H, K, M, R);
- **AT 4:** Chapéus (apoio da cambota) H4/H5, árvores de equilibragem (cárter+pinhões+árvore) M9T, coroas da árvore de equilibragem M9T e os pinhões PK6;
- **AT 6:** Cárter intermédio H, cárter de distribuição H, tampa da culassa H, caixa multifunções K4/F4 (BSE), eixos balanceiros D4, coroas da caixa diferencial e os coletores de escape K4/F4.

O presente trabalho está inserido no AT 6, no DCM, na UET 3444, na linha *Semelle* responsável pela produção do Cárter Intermédio, figura 2.7.



Figura 2.7: Cárter Intermédio.

2.3 A manutenção na Renault CACIA

O APW padroniza as práticas de todos os membros da Aliança, isto é, estandardiza todas as funções, como a logística, a qualidade, a engenharia, a manutenção, em todas as instalações. Neste sistema, a manutenção tem a função de fornecer à empresa a fiabilidade e a disponibilidade das instalações e dos equipamentos industriais, de forma a responder às exigências dos utilizadores e à regulamentação, respeitando os objetivos de qualidade, custo, prazo, segurança e ambiente.

Desta forma, a Renault CACIA reparte a gestão da manutenção em dois tipos, a manutenção corretiva e a manutenção preventiva. A manutenção corretiva é praticada momentaneamente em função das anomalias, ou seja, uma restauração imediata ou uma implementação de um caminho imediato de substituição. A manutenção preventiva é a manutenção realizada em momentos pré-definidos ou de acordo com critérios estabelecidos anteriormente para evitar, ou reduzir, a probabilidade de falha ou a degradação de um equipamento. A empresa divide ainda, a manutenção preventiva em manutenção preventiva sistemática e preventiva condicionada. A manutenção sistemática é aplicada nas intervenções de limpeza, de inspeção, de controlo, de troca de peças de desgaste realizadas sobre uma instalação em funcionamento ou em paragem, mas sem causa de investigação prévia. A manutenção condicionada ou preditiva é baseada na vigilância

do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos deste funcionamento integrando as ações que decorrem. [5]

De acordo com a complexidade da tarefa de manutenção, a Renault CACIA classifica as intervenções corretivas e preventivas da manutenção em 5 níveis:

- **Nível 1:** Ações simples e necessárias para a execução de operações. Normalmente as intervenções são realizadas por operadores em elementos de fácil e seguro acesso. A manutenção preventiva é considerada uma manutenção autónoma.
- **Nível 2:** Ações que requerem o uso de procedimentos simples. Normalmente as intervenções são realizadas por operadores. A manutenção preventiva é considerada uma manutenção autónoma.
- **Nível 3:** Operações que requerem o uso de procedimentos complexos, como gamas/FOS. As operações são garantidas pelos profissionais da manutenção, com tarefas de fiabilidade, de restauração, de formação, de análises e seguimentos, melhorias, apoiadas por especialistas de manutenção transversais da fábrica.
- **Nível 4:** Operações que requerem um conhecimento mais profundo de uma tecnologia ou técnica a aplicar. As operações são garantidas pelos profissionais da manutenção, com tarefas de fiabilidade, de restauração, de formação, de análises e seguimentos, melhorias, apoiadas por especialistas-manutenção transversais da fábrica.
- **Nível 5:** Operações cujo procedimento requer uma determinada destreza sobre a técnica ou tecnologia a aplicar. As operações são garantidas pelos fabricantes dos equipamentos ou pelos fornecedores de componentes.

A política de manutenção preventiva da Renault CACIA, tem como objectivo manter o bom desempenho das instalações de produção, com o menor custo possível, tendo em consideração as restrições de custo e a organização operacional. Neste sentido, é preciso diminuir o tempo de manutenção preventiva e o custo dos seus objetivos, intervir enquanto as máquinas estão a operar ou quando as instalações estão desligadas. A manutenção profissional e autónoma deve ser distribuída pelos fornecedores em conformidade com os períodos máximos de operação. Tendo em conta o tipo de avaria e o tipo de prática de manutenção a implementar, o grupo da manutenção usa e aplica ferramentas de trabalho específicas.

Na Renault CACIA, cada departamento da fabricação tem o seu grupo de manutenção. O grupo é constituído pelo Chefe de Ateliê (CA) da manutenção, pelos Chefes da Unidade Elementar de Trabalho (CUET) da manutenção corretiva e preventiva e pelo CUET da automação, figura 2.8.

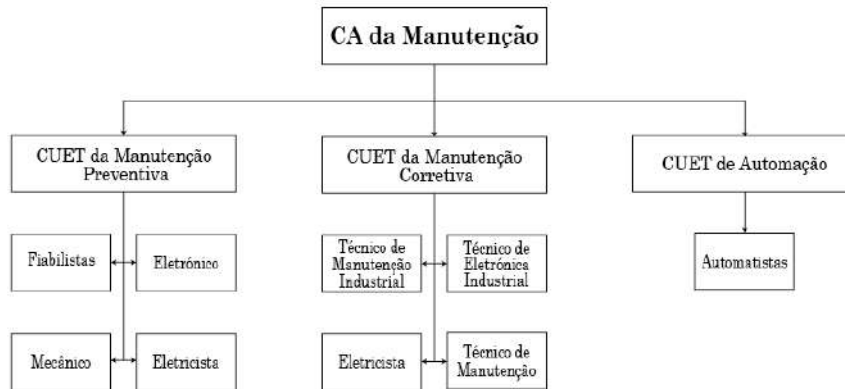


Figura 2.8: Organograma do grupo de manutenção.

Cada CUET tem a seu encargo equipas de trabalho, constituídas por mecânicos, electricistas, automatistas e técnicos de manutenção, que são responsáveis pela realização das tarefas de reparação. O CUET da manutenção preventiva dispõem ainda de fiabilistas na sua equipa que têm como função analisar e acompanhar tanto as linhas de produção como os seus equipamentos, de forma a criarem ações de melhoria para aumentarem a disponibilidade e fiabilidade das linhas/equipamentos e evitar falhas rotineiras.

2.3.1 TPM na Renault CACIA

O sistema *Total Productive Maintenance* (TPM) é uma abordagem completa da manutenção dos equipamentos. O TPM assenta sobre a prevenção, a deteção e a correção das anomalias antes que elas criem perdas reais. É apoiado na melhoria contínua, na capacidade dos operadores desenvolverem tarefas de manutenção e nas funções de suporte para identificar as anomalias, analisar e eliminar as causas.

Na Renault CACIA, o TPM é responsável por garantir que os aspetos do *Management of Media Performance* (MPM), relativamente à manutenção são devidamente considerados e cumpridos.

O MPM é a metodologia que permite pilotar e implementar ações para manter e melhorar a performance dos meios de produção. O MPM tem dois objetivos principais: [6]

- Manter e melhorar o desempenho médio de uma linha de produção;
- Garantir a qualidade dos produtos para alcançar a sincronização com o cliente.

De acordo com os seus objetivos, é possível construir um sistema que elimine todas as perdas e desperdícios: "*Zero Acidentes, Zero Defeitos e Zero Avarias*". Para tal, é importante que a manutenção e a fabricação trabalhem em equipa, figura 2.9. [7]

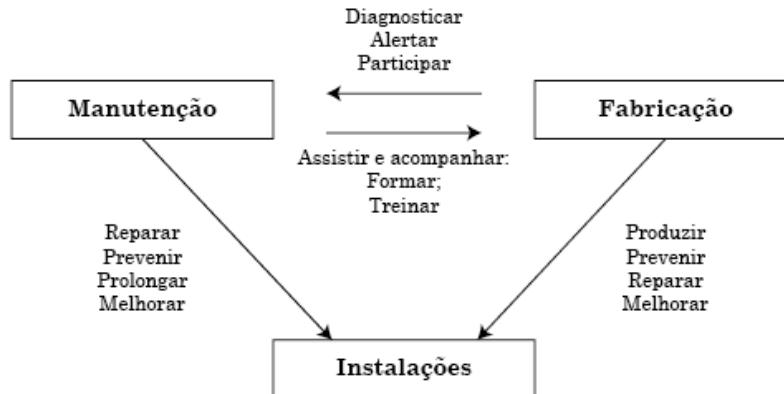


Figura 2.9: Metodologia MPM.[7]

A manutenção tem como função prevenir as falhas que ocorrem nas linhas de produção, usando os planos de manutenção preventiva dos equipamentos planeia as ações de manutenção, nas paragens de manutenção programadas, quer sejam para aplicar a manutenção autónoma (Planos de Manutenção Autónoma) ou técnica (Planos de Manutenção Profissional). A produção deve comunicar as falhas que ocorrem nas linhas à manutenção e realizar os planos de manutenção autónoma (limpeza, verificação e lubrificação) para conservar o bom estado dos equipamentos.

2.4 Ferramentas de Manutenção

2.4.1 Ordem de Trabalho

Quando os equipamentos avariarem ou existe algum erro nas peças devido a uma falha nos equipamentos, o operador da linha deve comunicar o sucedido ao seu supervisor e decidir se o equipamento necessita da intervenção da equipa da manutenção. Se tal acontecer, é necessário abrir uma Ordem de Trabalho (OT) no sistema computacional da empresa, Gestão da Manutenção Assistida por Computador (GMAO). A OT deve descrever o tipo de avaria, o local onde aconteceu, o tipo de técnico de manutenção (electricista, mecânico, electrónico, etc) necessário e qual a prioridade da OT. As OT podem ser classificadas com 4 tipos de prioridade:

- **Prioridade Muito Alta (0):** A avaria no equipamento compromete toda a linha de produção, não produz qualquer tipo de peças. Por exemplo, a garra de um braço robótico não estar a funcionar.
- **Prioridade Alta (1):** A avaria no equipamento compromete parcialmente a produção, produz uma quantidade inferior à esperada. Por exemplo, falha no tempo de ciclo de introdução de um tampão.
- **Prioridade Média (2):** A avaria no equipamento não compromete a produção. Por exemplo, uma parafuso com desgaste.

- **Não Prioritária (3):** A intervenção é resultante da manutenção preventiva, necessita de um planeamento prévio. Por exemplo, a substituição de um componente não homologado.

Após a abertura da OT, o grupo da manutenção diferencia a OT de acordo com o tipo de manutenção preventiva ou correctiva, para que o respetivo CUET a planifique de acordo com a sua prioridade e a delegue ao técnico indicado. Por último, o técnico destacado para realizar a ação de manutenção tem a tarefa de fechar a OT no GMAO. Porém, antes disso é necessário comentar a OT, isto é, descrever a anomalia que existia no equipamento antes da reparação (Sintoma), a causa da anomalia (Causa), as ações realizadas para eliminar/reparar a anomalia e se foi bem sucedido ou não (Remédio) e ainda deve mencionar as razões que levaram ao tempo utilizado na intervenção (Tempo).

Relativamente à manutenção preventiva existem ordens de trabalho que são abertas periodicamente, sem o aparecimento de uma anomalia da linha de produção. Estas OT são programadas automaticamente pelo GMAO, de acordo com as tarefas estabelecidas no Plano de Manutenção Preventiva da Renault CACIA para o equipamento em questão.

2.4.2 Plano de Manutenção Preventiva

Na Renault CACIA, o plano de Manutenção Preventiva (PMP) é um documento com ações de manutenção preventiva pré-estabelecidas para cada equipamento. As ações são definidas tendo em consideração os resultados e os desempenhos esperados, as orientações estratégicas, as recomendações dos fornecedores, as exigências regulamentares e a capitalização das experiências dos profissionais de manutenção.

O PMP, anexo A.1, deve ser explícito com todas as informações necessárias para a realização da ação, tais como:

- O subconjunto e o elemento onde se vai intervir;
- Descrever de forma sintética a operação que se vai realizar;
- Informar sobre a duração da intervenção e a sua periodicidade;
- O estado do equipamento, isto é, equipamento parado com tensão (PCT) ou sem tensão (PST) ou equipamento em marcha (MEP) ou sem produção (MSP);
- As ferramentas ou equipamentos necessários à intervenção e as peças devidamente referenciadas;

De acordo com, as tarefas definidas no PMP é possível elaborar os Planos de Manutenção Autónoma, os Planos de Manutenção Profissional e praticar o MPM nas linhas de produção.

O Plano de Manutenção Preventiva permite controlar e preservar o bom estado do equipamento, assim como o seu bom funcionamento. Deste modo, a empresa consegue reduzir os custos de manutenção, gerir a reserva do material sobresselente, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e obter um fluxo de produção mais regular.

2.4.3 Plano de Manutenção Autônoma

O Plano de Manutenção Autônoma (PMA) estabelece as ações de manutenção que o operador da linha de produção realiza nos equipamentos enquanto decorre o *Management Media Performance* (MPM) na linha. A sua prática serve para garantir que os equipamentos estão sempre em boas condições de funcionamento, diminuindo a velocidade de degradação dos mesmos.

As tarefas do PMA, anexo A.2, são simples e de rápida execução. Na Renault CACIA dividem-se em 3 grupos: limpeza, lubrificação, e verificação. Além da tarefa, a tabela do PMA tem que indicar o subconjunto e o elemento onde se vai realizar a ação, o material necessário à sua realização, o tempo médio necessário à execução da mesma, a sua periodicidade e outras informações relevantes para a execução da ação.

A periodicidade da ação varia consoante o equipamento e a própria ação de manutenção, pois os equipamentos apresentam diferentes funcionalidades e conseqüentemente diferentes agentes de desgaste. As tarefas podem ser realizadas com diferentes periodicidades, por turnos, diariamente, semanalmente, quinzenalmente, mensalmente,...., anualmente.

Junto a cada equipamento/ilha, os operadores têm acesso ao respetivo Plano de Manutenção Autônoma. Com o intuito de ajudar o operador a fazer uma rápida e objetiva leitura do PMA recorre-se à gestão visual, isto é, as tarefas são numeradas e associadas a uma imagem ilustrativa no PMA e um pictograma local a indicar qual a ação a realizar. Dependendo do grupo a que pertence a tarefa, os pictogramas, A.3, são distinguidos em três cores, amarelo, azul e vermelho.

A Renault CACIA utiliza ainda uma ferramenta auxiliar ao PMA, a Ficha de Manutenção Autônoma (FMA). Esta serve para listar as tarefas que o operador realizou no tempo estabelecido para o PMA e qual o estado da tarefa no fim da intervenção. A tarefa pode apresentar três estados: tarefa realizada sem anomalia detetada, tarefa não realizada e tarefa realizada com uma anomalia detetada e corrigida. A FMA não é de uso obrigatório. [7]

2.4.4 Plano de Manutenção Profissional

O Plano de Manutenção Profissional (PMPro) consiste nas tarefas de manutenção programada a serem realizadas pelos técnicos da manutenção durante a paragem semanal de quatro horas em cada unidade elementar de trabalho. O PMPro e o PMA apresentam uma estrutura muito semelhante, no entanto, o PMPro diferencia-se na complexidade das tarefas e na forma como elas se apresentam no plano. No PMPro não existem ilustrações a localizar as tarefas, o que faz com que não seja necessário numerar cada uma das ações descritas.

Neste tipo de plano existem dois tipos de manutenção:

- A manutenção sistemática, consiste na substituição de elementos que apresentam algum desgaste com o intuito de evitar problemas futuros derivados ao desgaste dos mesmos;
- A manutenção condicionada, consiste na análise de diversos fatores que influenciam o bom funcionamento dos equipamentos, como as vibrações, as tensões e ruídos, de

modo a prever futuras ocorrências de avarias através da comparação com valores-padrão de funcionamento do equipamento.

As ações do PMPPro são planeadas com o auxílio do sistema GMAO. Este define quais as OT e consecutivamente as ações do PMPPro a realizar para o período em questão, posteriormente o grupo da manutenção emite as OT e encarrega-se de as distribuir pelos técnicos da manutenção.

2.4.5 5 Porquês

Após a ocorrência de uma avaria, os técnicos de manutenção e/ou os fiabilistas procedem à identificação da causa raiz dos problemas que levaram à anomalia. Uma das ferramentas *Lean* usadas na Renault CACIA para a identificação da causa raiz é o método dos 5 Porquês, figura 2.10.

Facto a tratar			ANÁLISE PORQUÊ		Validação da Análise e das Ações	
Data: _____ Local: _____		Número de Ocorrência: _____	Temas: Meio Ambiente - Confiabilidade - Manutenção - Segurança - Qualidade - Outros: _____		Nome: _____ Função: _____	
Descrição e informações relativas à sua deteção: _____			Piloto: _____ Data da Análise: _____		Duração: _____ Nota robustez: _____	
Porque 1	Porque 2	Porque 3	Porque 4	Porque 5	Ações de Eradicação	PRazo/PRAZa
						Foto: _____ Prazo: _____
						Foto: _____ Prazo: _____
						Foto: _____ Prazo: _____
						Foto: _____ Prazo: _____
						Foto: _____ Prazo: _____
						Foto: _____ Prazo: _____

Figura 2.10: Tabela dos 5 Porquês.[7]

Tendo em consideração o tipo de avaria, os fiabilistas perguntam "porquê" a cada causa identificada até chegarem à raiz do problema. As várias respostas às respectivas perguntas permitem estruturar o problema e facilitar a obtenção de uma solução que irá conduzir à eliminação do mesmo.

O 5 Porquês é uma das ferramentas mais efetivas e simples usadas na Renault CACIA para a análise da causa raiz dos problemas. Esta ferramenta permite que o grupo de manutenção encontre a verdadeira razão da avaria, isto é, conhecer a causa raiz da anomalia, tendo analisando todos os potenciais fatores e impactos da mesma, evitando o conhecimento superficial dos problemas.

2.4.6 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) é uma técnica aplicada na Renault CACIA como objetivo de melhorar continuamente um processo produtivo, um produto ou um

equipamento.

Como o seu nome indica, a sua execução é baseada em quatro passos:

- **P (Planear)**:Diagnosticar; definir o objetivo, planear o que será feito, estabelecer metas e as metodologias a adotar;
- **D (Executar)**: Preparar os documentos e procedimentos, pilotar e implementar as metodologias e as ações planeadas, em conformidade com as metas estabelecidas;
- **C (Verificar)**: Medir os resultados, avaliar as soluções, verificar de maneira contínua os trabalhos; preparação de normas e revisão do processo;
- **A (Agir)**: Corrigir rotas, executar ações corretivas ou de melhoria; implementar como procedimento standard.

2.4.7 *QC Story*

Na Renault CACIA, os problemas surgem quando existe um desvio entre uma qualquer situação desejada e a observada na realidade. Uma forma de analisar o porquê da existência deste tipo de problemas é o uso de ferramentas como o *QC Story*.

A estrutura do *QC Story* é idêntica à de um formulário, só que neste caso, a finalidade é a resolução e/ou mitigação de problemas. A primeira parte do formulário corresponde ao estado da situação da avaria, isto é, o grupo da manutenção tem que identificar o problema, explicar o porquê e a urgência de se discutir o problema, retratar através de fotos/esquemas a situação atual e estabelecer os objetivos a alcançar e o plano de atividades para o resolver. A segunda parte corresponde à análise, plano de ação e resultado, mais concretamente, encontrar as causas raiz do problema, definir as ações para erradicar as causas raizes e aplica-las, verificar se o objetivo foi alcançado e se necessário standarizar e planear ações futuras.

Este método não permite o uso de especulações e a existência de um desvio do que é esperado, tem que ser comprovado com dados extraídos do terreno.

2.5 Indicador de eficiência

Os indicadores de desempenho ou *Key Indicators Performance* (KPI) são índices que relacionam as metas da organização com a sua situação atual. A partir do cálculo dos KPI, a empresa consegue quantificar o seu desempenho e ficar a conhecer aspetos onde precisa de implementar acções de melhoria até atingir os níveis de excelência pretendidos.

Na Renault CACIA, o indicador mais influente é o Rendimento Operacional.

2.5.1 Rendimento Operacional

O Rendimento Operacional (RO) tem o mesmo objetivo que o *Overall Equipment Efficiency* (OEE), medir o desempenho global dos equipamentos e identificar as perdas no processo produtivo. O valor de RO depende da Disponibilidade operacional (Do), da Eficiência (Rv) e da Taxa de qualidade (Tq), ilustrado na equação 2.1.

$$RO = Do \times Rv \times Tq \times 100(\%) \quad (2.1)$$

O desempenho é o quociente entre o Tempo de Funcionamento e o Tempo Afetado, equação 2.2.

$$Do = \frac{\text{Tempo de Funcionamento}}{\text{Tempo Afetado}} \quad (2.2)$$

O Tempo de Funcionamento engloba o tempo de bom funcionamento e o tempo de funcionamento degradado. Enquanto que o Tempo Afetado é a soma do tempo de funcionamento com o tempo de paragens próprias e paragens induzidas.

A eficiência é o quociente entre o Tempo de Bom Funcionamento e o Tempo de Funcionamento, equação 2.3.

$$Rv = \frac{\text{Tempo de Bom Funcionamento}}{\text{Tempo de Funcionamento}} \quad (2.3)$$

O Tempo de Bom Funcionamento é o tempo em que se produzem peças boas ou com defeitos, sem a existência de micro-paragens e sem degradações de tempo de ciclo.

A taxa da qualidade depende do número de fabrico de peças boas e do número total de peças fabricáveis, equação 2.4.

$$Tq = \frac{\text{Peças Boas Fabricadas}}{\text{Total de Peças Fabricadas}} \quad (2.4)$$

Um dos problemas do cálculo do RO é a contabilização sem desvios do tempo, quer de funcionamento quer de paragens. De forma a evitar este tipo de erros, a Renault CACIA formulou a seguinte equação 2.5, para o cálculo do RO.

$$RO = \frac{\text{Peças Boas Fabricadas}}{\text{Total de Peças Planeadas}} \times 100(\%) \quad (2.5)$$

Os valores de RO são atualizados diariamente e estão representados nos locais onde se realizam as reuniões matinais, os chamados pontos de fábrica com o Chefe do Ateliê, os Chefes da Unidade Elementar de Trabalho (CUET) das linhas de fabricação, o fiabilista do Ateliê e os CUET da qualidade.

O valor de RO nem sempre é o esperado, uma vez que, as linhas de produção sofrem perdas que o influenciam negativamente. As perdas são classificadas em 4 tipos:

- Perdas de paragens induzidas, isto é, por falta de peças ou por falta de energia;
- Perdas de paragens funcionais, como por exemplo a mudança de uma ferramenta;
- Perdas de paragens por avarias quer nos equipamentos quer nas ferramentas;
- Perdas do modo degradado, como as micro-paragens ou alteração no tempo de ciclo.

Estas perdas são contabilizadas pelo indicador Não Rendimento Operacional(NRO), onde a sua soma com o RO contabiliza os 100%.

Capítulo 3

Manutenção e as suas estratégias

Este capítulo apresenta o enquadramento teórico, juntamente com a revisão de literatura. Inicialmente, é definido o conceito de manutenção, a sua história e evolução, assim como os diferentes tipos de manutenção. De seguida, é abordada a gestão da manutenção, referindo a sua importância e função no ambiente industrial. É ainda apresentada a metodologia TPM e os indicadores de desempenho usados para quantificar o desempenho da manutenção nas empresas. Por último, são abordadas algumas ferramentas usadas pelas empresas para obterem melhores resultados.

3.1 A Manutenção

Ao longo do tempo, o conceito de manutenção foi alvo de sucessivas atualizações. No passado, a manutenção era caracterizada apenas pela substituição de peças/componentes de uma máquina quando esta avariava; era comparada a um "mal necessário". [8]

Hoje em dia, a Norma Europeia NP EN 13306:2007 define a manutenção como: *Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante um ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo e repô-lo num estado em que se pode desempenhar a função requerida.* [9]

Assim sendo, a manutenção tem a função de garantir o bom desempenho dos equipamentos de forma a assegurar tanto o bom funcionamento de todo o sistema (disponibilidade, eficiência e qualidade do produto), como a sua vida útil e segurança do mesmo com o menor consumo possível. Deste modo, a manutenção permite às organizações alcançar as suas metas e objetivos com o máximo de produção e desempenho. [10]

3.1.1 História da Manutenção

A constante evolução da sociedade obrigou a manutenção a adaptar-se às novas e diferentes necessidades, quer sejam tecnológicas, humanas ou económicas.

De acordo com Kardec e Nascif, a evolução da manutenção é dividida em três gerações: [11]

- 1^o Geração

A primeira geração é relativa ao período antes da Segunda Guerra Mundial. A indústria era pouco mecanizada, os equipamentos usados eram muito simples e muitas das vezes sobredimensionados. Neste tipo de indústria não existia a necessidade

de realizar manutenção preventiva e sistemática mas sim de realizar **manutenção corretiva**: limpezas, lubrificações, e reparações apenas quando necessárias.

- 2º Geração

A segunda geração abrange o período pós Segunda Guerra Mundial até meados dos anos 60. O período da guerra provocou um aumento na procura de bens e produtos, ao mesmo tempo que a oferta de mão de obra industrial diminuía, promovendo assim, a mecanização dos equipamentos e conseqüentemente a criação de instalações indústrias mais complexas.

A produtividade passou a ser um fator prioritário para as empresas e para tal era necessário garantir o bom funcionamento dos equipamentos, tentando evitar ao máximo as suas avarias. Deste modo, surgiu o conceito de **manutenção preventiva** que definia intervenções nos equipamentos em intervalos fixos (trimestrais, mensais,...).

Com a aplicação da **manutenção preventiva**, as ações de manutenção passaram a ser mais recorrentes, aumentando o seu custo de aplicação para as empresas. Assim sendo, as organizações sentiram a necessidade de procurarem novas soluções para alongar o tempo de vida útil dos equipamentos.

- 3º Geração

A terceira geração surge partir dos anos 70, quando a indústria sofria uma notória evolução e mudança. A mecanização e automação eram cada vez mais aplicadas nas linhas de produção, e aos poucos a confiabilidade e fiabilidade eram pontos decisivos em diversos setores. No entanto, o uso em grande escala da automação mostrou que quanto maior a ocorrência de falhas e avarias, maior eram as conseqüências, quer na qualidade dos produtos, quer na segurança no ambiente fabril, quer no meio ambiente. Posto isto, as empresas passaram a ter uma maior preocupação pelos danos causados das constantes avarias e a dar mais atenção às políticas de segurança e de preservação ambiental.

Esta época reforçou o conceito de **manutenção preditiva**, intensificou a sua utilização e promoveu a crescente aplicação da confiabilidade no setor da Manutenção e da Engenharia. O avanço da informática permitiu desenvolver softwares robustos para o planeamento, controlo e acompanhamento dos serviços de manutenção.

3.2 Políticas de Manutenção

As necessidades e características específicas de cada indústria tornam essencial a análise cuidada do tipo de produção da empresa e posteriormente, a escolha adequada da política de manutenção a aplicar. Em virtude da divergência da classificação de políticas de manutenção, o presente trabalho é baseado na norma europeia.

De acordo com a norma europeia, a manutenção apresenta dois grandes grupos: a Corretiva e a Preventiva, figura 3.1. [9]

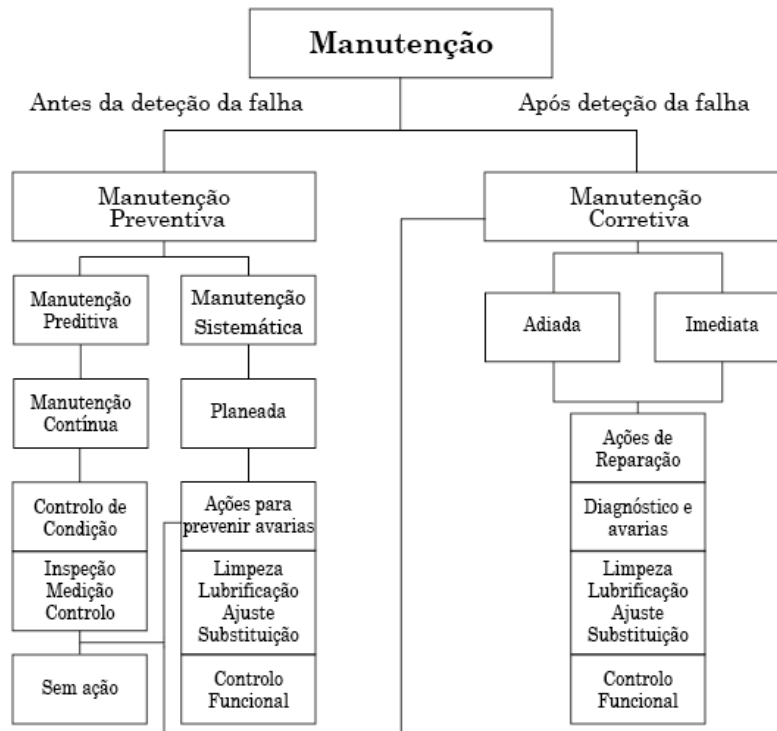


Figura 3.1: Classificação das políticas de manutenção [9]

3.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é a maneira mais antiga, espontânea e simples de intervir num equipamento. De acordo com Mobley, a manutenção corretiva é realizada apenas quando a máquina avaria, por outras palavras, *If it ain't broke, don't fix it*. [12]

Assim sendo, todas as ações corretivas são executadas em função de uma avaria ou de uma diminuição de desempenho, com a finalidade de reestabelecer o estado normal de funcionamento do equipamento. [13]

Na maioria das vezes, este tipo de manutenção decorre em três etapas: Diagnóstico do problema; Reparo e/ou substituição de componentes com defeito; Verificação da ação de reparo. [14]

A manutenção corretiva pode dividir-se em dois tipos: [11]

- **Manutenção Corretiva Não Planeada:** Ocorre quando existe uma avaria inesperada no equipamento, sendo impossível programar a reparação. Normalmente implica perda de produção e qualidade tendo um custo associado elevado.
- **Manutenção Corretiva Planeada:** É considerada a correção do desempenho quando este é menor do que o esperado, não provocando impactos na produção. A reparação pode ser realizada num momento mais conveniente.

3.2.2 Manutenção Preventiva

A análise da frequência das avarias retificadas pela manutenção corretiva, o conhecimento sobre a vida útil das peças fornecidas e o diagnóstico das máquinas permitiu desenvolver uma nova política de manutenção, a manutenção preventiva. [15]

A manutenção preventiva é a assistência prestada para manter os equipamentos/instalações a funcionar com níveis satisfatórios de desempenho, recorrendo a inspeções sistemáticas, deteção e correção de falhas antes destas ocorrerem ou antes de se tornarem falhas graves. [13]

Este tipo de manutenção é realizado em intervalos pré-definidos ou de acordo com critérios precisos. O seu objetivo é fornecer a máxima confiabilidade e segurança do sistema com o mínimo de recursos de manutenção. [16]

A manutenção preventiva apresenta várias vantagens: [17]

- Funcionamento contínuo dos equipamentos;
- Correções de avarias/falhas em horários anteriormente definidos;
- Influência positivamente a produção, não provocando paragem repentinas nas linhas de produção;
- Melhor controlo e gestão do consumo de materiais e sobressalentes.

A manutenção preventiva é dividida em dois tipos: Manutenção Preditiva e Manutenção Sistemática.

A manutenção sistemática planeia periodicamente as intervenções aos equipamentos, mas sem monitorização prévia do estado do equipamento. Normalmente, são ações que se cumprem baseadas nas recomendações dos fabricantes. [18]

3.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é um modelo da manutenção preventiva orientada para as condições, isto é, em vez de se guiar pelo tempo médio da falha do equipamento para programar as atividades de manutenção, monitoriza continuamente as condições técnicas, a eficiência do sistema e outros indicadores ou parâmetros para determinar o tempo real da falha ou perda de eficiência. [19]

A manutenção por condição estabelece os parâmetros de desempenho através de uma série de ações, tais como: inspeções visuais, controlos não destrutivos, testes operacionais ou funcionais, sem comprometer o sistema mecânico dos equipamentos. Estas ações, realizadas em momentos específicos, permitem perceber o desempenho dos componentes dos equipamentos. [12]

Este tipo de manutenção usa a tendência dos parâmetros monitorizados para prever possíveis falhas. Por isso, deve ser entendida como um processo de diagnóstico, que fornece indicações sobre o estado das máquinas permitindo o planeamento das atividades, com base nas condições reais dos componentes e não no tempo de operação. [12]

3.3 Gestão da Manutenção

Hoje em dia, o aumento da produção, da variedade e qualidade de produtos juntamente com o alcance do poder competitivo no mercado estão entre os objetivos básicos das empresas. A crescente preocupação com estes fatores originou o aparecimento de novas áreas na gestão, entre elas, a gestão da manutenção. [20]

A gestão da manutenção é definida como o conjunto de atividades de gestão que determinam os objetivos ou as prioridades da manutenção (definindo metas a alcançar pelos departamentos de gestão e de manutenção), as estratégias de manutenção (definindo métodos de gestão para alcançar os objetivos da manutenção), e as suas responsabilidades. É ainda responsável por implementar e gerir todos os trabalhos, recorrendo à manutenção planeada, ao controlo e supervisão da manutenção, para melhorar as atividades de manutenção e de gestão da organização. [21]

A função da gestão da manutenção consiste no planeamento, organização, liderança e controlo das atividades da manutenção, figura 3.2. O planeamento desenvolve os objetivos e metas a serem alcançadas. As metas podem ser quantificadas relativamente à disponibilidade, à taxa de qualidade e à produção. A organização, fornecimento de recursos e liderança das atividades leva à sua correta execução e ao sucessivo alcance das metas. O controlo está relacionado com a monitorização, medição do desempenho, avaliação do alcance dos objetivos e do estabelecimento de ações corretivas, se necessário. [22]

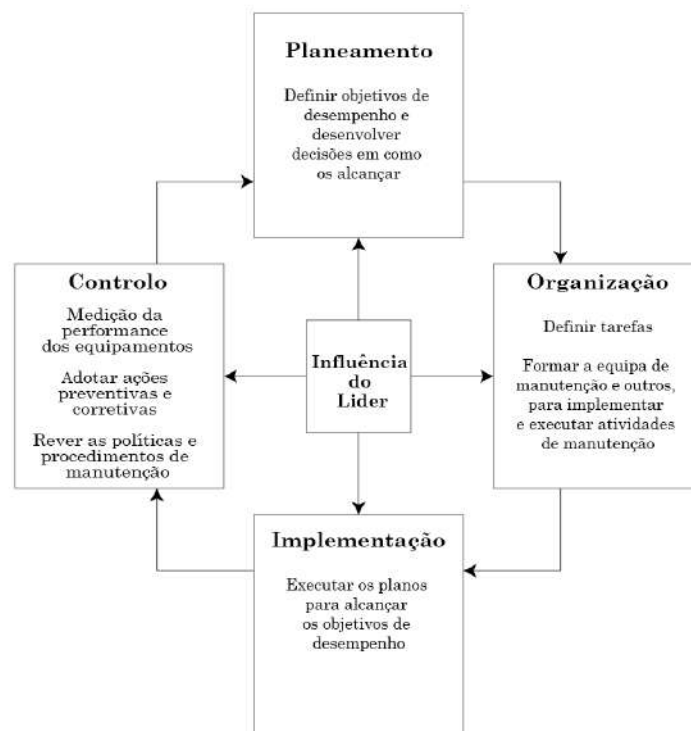


Figura 3.2: Gestão da manutenção: As suas funções. [22]

A manutenção, a engenharia e a gestão da manutenção trabalham em paralelo para obterem um sistema completo e integrado da manutenção, figura 3.3. A aplicação de novas estratégias, tecnologias e metodologias de manutenção têm a finalidade de obter a melhor administração de custos associados à manutenção. [23]

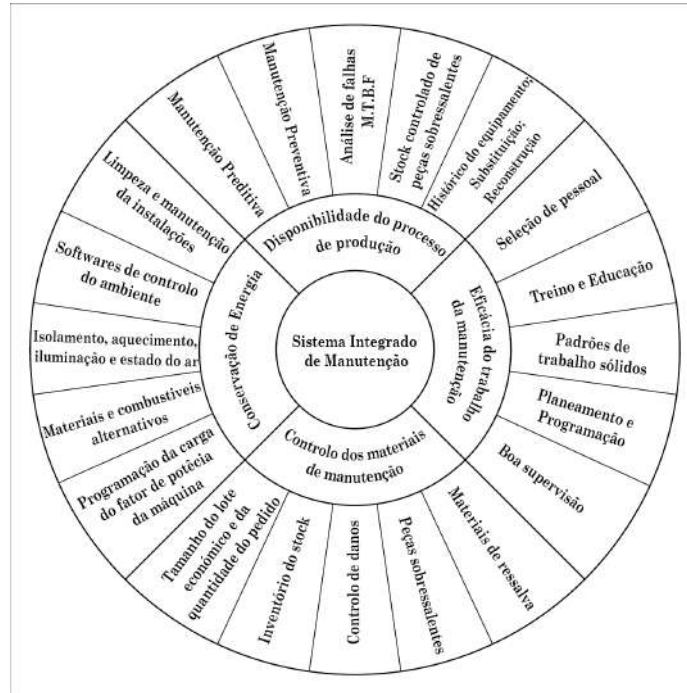


Figura 3.3: Atividades associadas a um sistema integrado. [23]

Existem diversas abordagens relativamente à gestão de manutenção, este documento apenas mencionará a Manutenção Produtiva Total (TPM).

3.3.1 Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance (TPM) – ou em português, Manutenção Produtiva Total - é uma estratégia para melhorar a produtividade, com recurso a práticas aprimoradas de manutenção. O TPM é reconhecido como uma excelente ferramenta para aumentar a performance, a capacidade e o trabalho de equipa nas instalações fabris. [24]

Nakajima, o pai do TPM e o vice-presidente do *Japan Institute of Plant Maintenance* (*JIPM*), considera o TPM uma combinação da manutenção preventiva americana com os conceitos japoneses de gestão total da qualidade com a finalidade de eliminar perdas nos equipamentos através da aplicação da manutenção autónoma por meio de atividades diárias envolvendo a força total de trabalho dos operadores. [22]

De acordo com Nakajima, a definição completa do TPM engloba: [12]

- Tentativa de maximizar a eficiência das instalações fabris e dos seus equipamentos relativamente à eficiência económica e ao seu lucro;

- Criação de um sistema complexo de manutenção produtiva, que inclua a manutenção preventiva e a melhoria contínua da viabilidade da manutenção para toda a vida útil dos equipamentos;
- Envolvimento de todos os funcionários da empresa nas tarefas da manutenção, desde a gestão de topo até aos trabalhadores do chão de fábrica;
- Encorajar a prática da manutenção através de pequenas atividades de grupos autónomos de manutenção produtiva.

O TPM surgiu no Japão, com o intuito de apoiar o sistema de produção *Just In Time Manufacturing* (JIT). Os japoneses acreditam que só compensa aplicar atividades *Lean* nas suas instalações se os equipamentos estiverem seguros e eficientes. Na figura 3.4 é possível observar a relação entre o TPM e a filosofia *Lean*, onde o TPM é representado como a principal atividade para a aplicação da maioria das filosofias *Lean* e complementar ao *Total Quality Management* (TQM), o JIT e o *Total Employee Involvement*. [25]

Deste modo, a integração do TPM com a produção *Lean* cria um abrangente e consistente conjunto de práticas industriais direccionadas à melhoria contínua do desempenho fabril. [26]

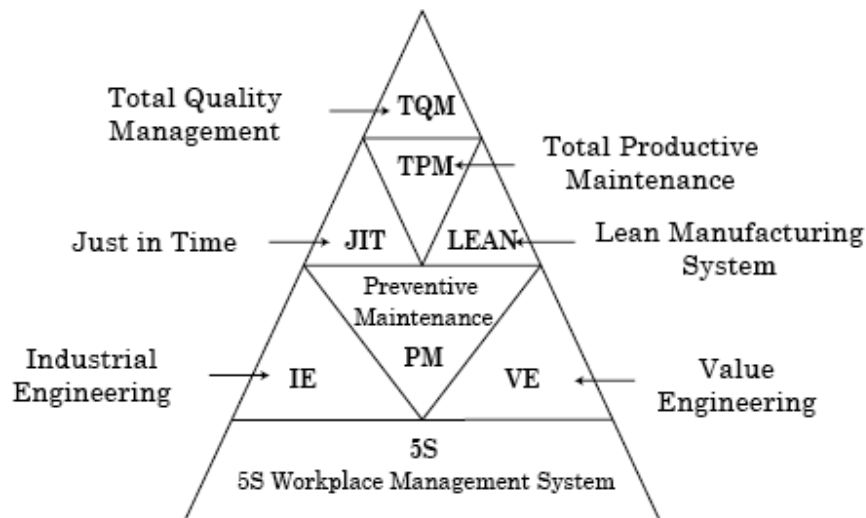


Figura 3.4: Relação entre o TPM e a filosofia *Lean*. [25]

A implementação do TPM encaminha as organizações à prática da manutenção preventiva e produtiva de forma inteligente envolvendo todos os níveis da estrutura organizacional da empresa. [22]

Os responsáveis pelas atividades TPM têm a tarefa de conduzir e supervisionar ações TPM, tais como, definir de forma clara e objetiva a melhor sequência de atividades, separar as atividades/tempo que o operador tem para cada equipamento, descrever o trabalho por equipamento, especificar as ferramentas a usar e de formar os operadores em manutenção. Promovendo o envolvimento dos operadores na preparação da sequência de atividades e na implementação de *standards*, tais como: limpeza, inspeção, trocas de ferramenta, atividades de manutenção, melhoria contínua e otimização de *standards*,

permite aos operadores a adaptação a atividades de manutenção autónoma e motiva os mesmos a serem auto suficientes e autónomos, cuidando dos equipamentos sem ser necessária uma ordem de trabalho. [27]

Desta forma, o TPM cria uma mudança favorável na atitude dos operadores, que através do trabalho em equipa e partilha de conhecimentos/experiência, alcançam os objetivos levando ao aumento da confiança nas suas capacidades. A própria organização acaba por perceber a importância do papel do operador para o bom funcionamento de toda a unidade fabril. [25]

A sua prática tem como objetivo alcançar zero avarias, zero defeitos, zero acidentes e zero desperdícios. [24] A avaliação comparativa através do indicador *Overall Equipment Efficiency (OEE)*, da produtividade (P), da qualidade (Q), do custo (C), da entrega (D), da segurança (S) e da moral (M) contribui para que a empresa consiga atingir o objetivo final do TPM: *zero breakdown, zero defect, zero machine stoppage, zero accidents, zero pollution*. [25]

Os Pilares do TPM

A Manutenção Total Produtiva é uma das ferramentas com mais valor acrescentado na aquisição de elevados standards de eficiência em todas as organizações. A prática correta do TPM assenta em oito pilares, cada um deles com objetivos específicos para atingir níveis elevados de desempenho em cada organização. [28]

A estrutura aceite pelo *JIPM*, relativamente aos pilares do TPM, está ilustrada na figura 3.5.

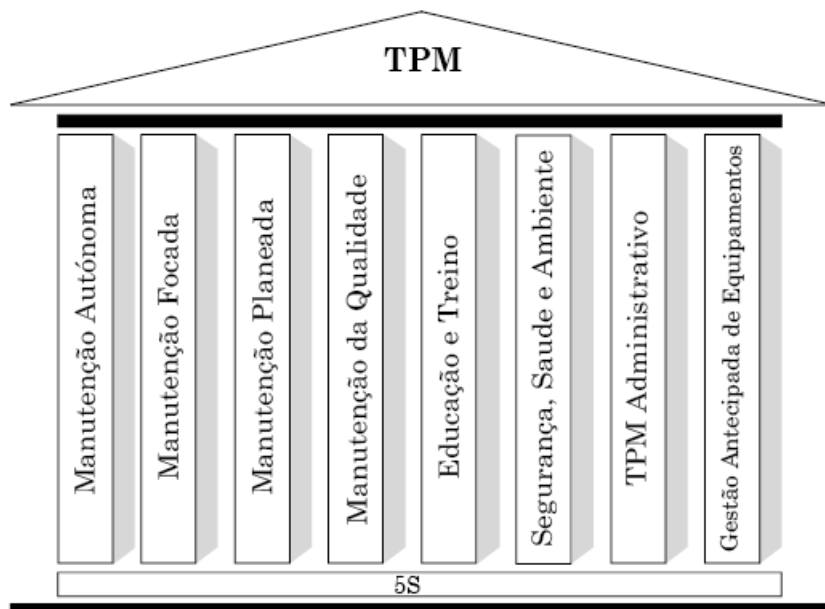


Figura 3.5: Os 8 pilares do TPM. [28]

5S

Os 5S são considerado o *housekeeping* dos japoneses, os problemas não são reconhecidos quando o local de trabalho não está organizado. Uma empresa estruturada e limpa consegue expor de forma clara os seus problemas e dar-lhes uma oportunidade de melhoria. Nos casos em que os 5S são desvalorizados, a empresa rapidamente alcança os 5D: *Delays, Defects, Dissatisfied customers, Declining profits and Demoralized employees*. [28]

As cinco ideologias que dão nome à ferramenta 5S têm origem nas palavras japonesas: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*. Quando traduzidas as cinco palavras significam organização, ordenação, limpeza, *standard* e disciplina. [28]

- *Seiri* - Tirar: separar os itens necessários dos desnecessários para a realização das tarefas no local de trabalho e remover os que não são necessários;
- *Seiton* - Ordenar: criar locais adequados para arrumar e organizar cada item. Nesta etapa é necessário definir a frequência de utilização do objeto, o local de arrumação com base na atividade de aplicação e o tamanho da localização;
- *Seiso* - Limpar: limpeza correta e regular dos equipamentos e locais de trabalho. Neste modo, é possível reduzir o risco de acidente e facilita a inspeção dos produtos.
- *Seiketsu* - Standardizar: após a implementação dos três primeiros S, documentar e padronizar as práticas de forma clara e de fácil compreensão. Nesta etapa é necessário estabelecer o estado de referência dos itens e as atividades a executar no posto.
- *Shitsuke* - Melhorar: O último S consiste em desenvolver um método que garanta a implementação da técnica 5S. Para tal, é necessário executar e melhorar os *standards*, verificar a sua boa aplicação, aplicar ações corretivas e melhorar a situação atual, o que requer disciplina e foco. Normalmente, são realizadas auditorias para garantir a sustentabilidade do método.

A aplicação dos 5S permite identificar e eliminar o desperdício no local de trabalho e estabelecer e manter um ambiente produtivo e de qualidade na organização. Deste modo, a organização consegue olhar para problemas que frequentemente são negligenciados. [29]

1. Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma, ou em japonês *Jishu Hozen*, é considerada a parte mais ambiciosa na implantação do TPM, uma vez que, depende da posição e atitude do operador relativamente à necessidade de mudança. [30]

Neste pilar, o operador tem a responsabilidade de realizar pequenas ações de manutenção nos equipamentos, como limpeza, lubrificação, inspeção visual, aperto de peças, etc. O objetivo da manutenção autónoma é atingir operações sem falhas nos equipamentos, operadores versáteis e flexíveis tanto para operar como para realizar tarefas de manutenção nos equipamentos e eliminar defeitos através da participação ativa dos empregados. [28]

2. Manutenção Focada

Manutenção focada ou *Kaizen*, que significa "mudança para melhor", é uma ferramenta de melhoria contínua. O objetivo do *Kaizen* é alcançar e manter zero perdas, usando detalhados e completos procedimentos *Kaizen*, análise FMEA, *Poka Yoke*, etc. [28]

O conceito recorre a grupos pequenos de 6-8 pessoas, que trabalham em equipa para proativamente eliminar defeitos, aplicar ações de melhoria contínua e aumentar a eficácia global dos equipamentos (OEE). [31]

3. Manutenção Planeada

O pilar da manutenção planeada permite alcançar e manter a disponibilidade dos equipamentos, otimizar o custo de manutenção, melhorar a confiabilidade e a prática da manutenção nos equipamentos, trabalhar com zero falhas e quebras nos equipamentos e assegurar a disponibilidade das peças de reposição. Deste modo, a empresa consegue trabalhar com máquinas sem qualquer tipo de problema e produzir componentes de alta qualidade, dando satisfação total ao cliente. [28]

O equipamento é avaliado através de indicadores de falha: o *Mean Time Between Failures* e o *Mean Time To Repair*, que permitem organizar a manutenção planeada de acordo com as falhas previstas. [31]

As iniciativas de manutenção planeada passa por delinear eficientes e consistentes planos de manutenção preventiva e de TBM (*Time Base Maintenance*), tendo em consideração o ciclo de vida dos equipamento, estabelecer metas para a manutenção preventiva e obter os melhores valores nos indicadores de falha. [25]

4. Manutenção da Qualidade

O foco da manutenção da qualidade é a satisfação do cliente, isto é, entregar os produtos ao cliente com a maior qualidade possível. [28]

Este tipo de manutenção procura equilibrar os erros com possíveis técnicas preventivas para estabelecer e controlar as condições ideais de funcionamento dos equipamentos. Implementa técnicas de análise causa-raiz no processo de qualidade para eliminar os defeitos mais recorrentes. A manutenção da qualidade trabalha para alcançar zero defeitos e concilia problemas de qualidade com projetos de melhoria. [31]

5. Educação e Treino

A educação e o treino de todos os membros da empresa são ações imperativas para adquirir conhecimento sobre o TPM e alcançar os seus objetivos delineados na metodologia TPM. [31]

A implementação do TPM obriga a que os operadores sejam ensinados a operar corretamente com as máquinas e que os membros da manutenção tenham o conhecimento necessário para as manter. Obriga ainda que os operadores sejam treinados

para realizar pequenas e múltiplas tarefas de manutenção, como inspeções, ajustes, verificações e a trabalhar em equipa com o grupo da manutenção, que é treinado para realizar precisas supervisões às ações de TPM. [19]

6. Segurança, Saúde e Ambiente

O objetivo da segurança, saúde e ambiente é assegurar que o local de trabalho é seguro, sustentável e que não apresenta riscos à saúde nem à segurança. [31]

Este pilar promove a criação de procedimentos *standard* para operações e a adaptação tanto das operações como das ferramentas ao local de trabalho. Deste modo, a empresa consegue trabalhar diariamente para alcançar um dos objetivos do TPM: zero acidentes, e um local de trabalho mais seguro e benéfico à saúde dos seus colaboradores. [25]

7. TPM Administrativo

O TPM administrativo é o pilar responsável pela implementação do TPM em funções e atividades administrativas, com a finalidade de eliminar as perdas existentes e aumentar a produtividade e eficiência neste setor da organização. [31]

As perdas que este pilar pretende eliminar são perdas de processamento, de custo (em áreas administrativas como as compras, marketing e vendas), de precisão, perdas por comunicação, por inatividade, por falhas nos equipamentos administrativo, etc. [28]

Uma das ferramentas que usualmente é aplicada na implementação do TPM administrativo são os 5S. [25]

8. Gestão Antecipada de Equipamentos

A gestão antecipada de equipamentos é centrada em técnicas de planeamento de projetos com o objetivo de diminuir as fases de arranque de equipamentos e produtos, otimizando o seu tempo de desenvolvimento. Este pilar requer a compreensão e o conhecimento prático do desenvolvimento dos equipamentos para auxiliar a aplicação do TPM em novos equipamentos, muitas das vezes o conhecimento advém do conhecimento existente de outros equipamentos. Desta forma, a empresa consegue minimizar problemas nos novos equipamentos com recurso a manutenção menos complexa e mais robusta devido à revisão prática e ao envolvimento e comunicação dos funcionários antes da instalação de novos equipamentos. [31]

3.3.2 Indicadores de Desempenho

Os indicadores de desempenho, em inglês, *Key Performance Indicators*, permitem monitorizar continuamente toda a gestão do processo e garantir os melhores desempenhos do mesmo. [32]

Os KPI podem ser classificados em três grupos: económico, técnico e organizacional. Na manutenção, os indicadores de desempenho mais usados são os indicadores técnicos, tais como, o *Mean Time to Repair* (MTTR), o *Mean Time Between Failures* (MTBF), etc. [33]

Mean Time To Repair

Mean Time to Repair representa o tempo que o técnico demora para reparar uma avaria e a recuperar a funcionalidade do equipamento. O cálculo do MTTR depende do tempo total utilizado na reparação das avarias (TR) e do número de avarias, equação 3.1. [33]

$$MTTR = \frac{TR}{N^{\circ} \text{ de avarias}} \quad (3.1)$$

Mean Time Between Failures

Mean Time Between Failures expressa a fiabilidade dos equipamentos da empresa, registando o tempo médio entre falhas. Este tempo médio é considerado o tempo que decorre, em média, entre duas avarias consecutivas. O objetivo deste indicador é que seja o mais elevado possível, uma vez que, MTBF elevado, significa inexistência de avarias e equipamentos a trabalhar, o máximo de tempo possível. O MTBF é calculado pelo quociente entre o tempo de funcionamento (TF) e o número de avarias, equação 3.2. [33]

$$MTBF = \frac{TF}{N^{\circ} \text{ de avarias}} \quad (3.2)$$

A fiabilidade dos equipamentos é a aptidão que um bem tem em cumprir uma função solicitada em determinadas condições durante um certo intervalo de tempo. [9]

Mean Waiting Time

Mean Waiting Time (MWT) revela a eficiência dos técnicos da manutenção a reparar os equipamentos. O MWT é caracterizado como o tempo médio de espera de atendimento aos pedidos de reparação das avarias, num dado período de tempo.

O cálculo do MWT depende do tempo de espera e do número de avarias, equação 3.3. [34]

$$MWT = \frac{\text{Tempo de Espera}}{N^{\circ} \text{ de avarias}} \quad (3.3)$$

Overall Equipment Effectiveness

Overall Equipment Effectiveness (OEE) é considerado o indicador de referência da metodologia TPM, tendo a função de medir a performance dos equipamentos. O OEE tem em consideração todos os problemas relacionados com o desempenho dos equipamentos, falhas de qualidade, eficiência técnica e a eficiência do processo. [19]

De acordo com o modelo de Nakajima, este indicador agrupa as perdas em três categorias: perdas de disponibilidade, perdas de velocidade e perdas de qualidade, figura 3.6.

Nas perdas de disponibilidade estão contabilizadas as perdas devido ao tempo de inatividade dos equipamentos e ao tempo de configurações dos mesmos. As perdas de velocidade incluem quebras no ritmo de produção por pequenas paragens e desacelerações. As perdas de qualidade englobam o tempo gasto na produção de produtos que acabam por falhar no teste de qualidade, o que origina tempo de produção defeituoso e tempo de trabalho a dobrar. Falhas, configurações, pequenas paragens, desacelerações, retalhos e retrabalho são considerados "as seis grandes perdas". [35]

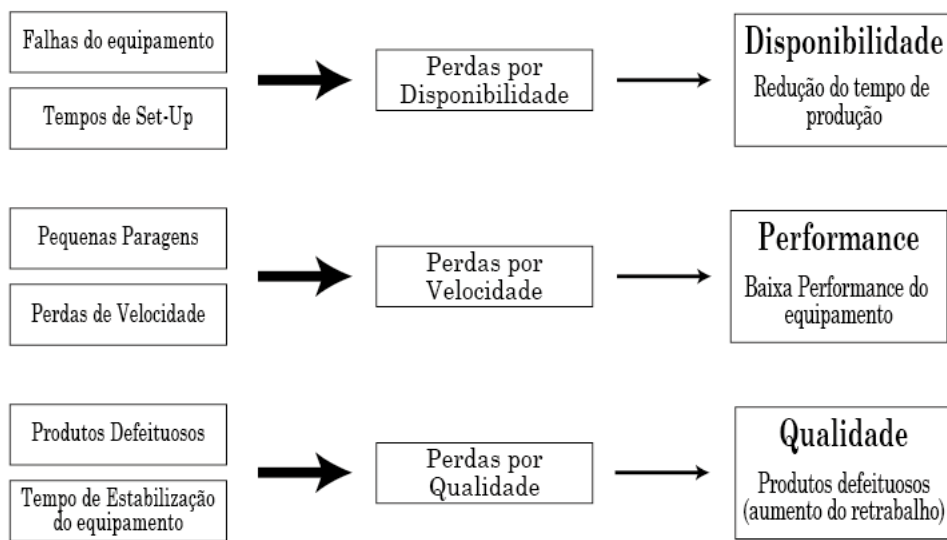


Figura 3.6: As 6 grandes perdas e o OEE.

A fórmula do OEE considera a disponibilidade, a taxa de desempenho e a taxa de qualidade dos equipamentos. O uso destes parâmetros no cálculo do OEE permite que todos os departamentos se envolvam de forma a obter o melhor valor de OEE. [19]

A fórmula pode ser expressa da seguinte forma, equação 3.4.

$$OEE = Disponibilidade \times Taxa \ de \ Desempenho \times Taxa \ de \ Qualidade \quad (3.4)$$

A disponibilidade é dada pelo quociente entre o tempo em que o equipamento está em funcionamento e o tempo total disponível de utilização do equipamento, equação 3.5.

$$Disponibilidade = \frac{Tempo \ de \ Funcionamento}{Tempo \ Total \ de \ Disponibilidade} \times 100 \quad (3.5)$$

O tempo total disponível de utilização do equipamento corresponde ao tempo em que o equipamento está a ser utilizado pela produção, já a contar com o tempo em que este vai estar parado devido a intervenções da manutenção ou a paragens programadas do equipamento. O tempo de funcionamento corresponde à subtração do tempo de paragens não programadas ao tempo total disponível de utilização do equipamento.

A taxa de desempenho relaciona o tempo de ciclo teórico com o tempo de ciclo real, equação 3.6.

$$\text{Taxa de Desempenho} = \frac{\text{Tempo de Ciclo Teórico}}{\text{Tempo de Ciclo Real}} \times 100 \quad (3.6)$$

A taxa de qualidade é calculada, equação 3.7, como o rácio entre o número de peças conformes produzidas e o número total de peças produzidas num determinado período de tempo.

$$\text{Taxa de Qualidade} = \frac{N^{\circ} \text{ de peças conformes produzidas}}{N^{\circ} \text{ total de peças produzidas}} \times 100 \quad (3.7)$$

3.4 Ferramentas utilizadas na Gestão da Manutenção

3.4.1 Análise Multicritério

A análise multicritério permite percentuar os equipamentos através da sua importância para a empresa, índice de criticidade. Para tal, a empresa analisa todas as falhas do equipamento. De seguida estabelece, avalia e quantifica os critérios relevantes para a organização relativamente ao equipamento em questão e por fim, determina os fatores e índices de criticidade dos equipamentos. Este índice permite classificar o equipamento de acordo com a sua importância para a empresa, que em simultâneo, com fatores económicos e técnicos, ajuda a decidir quais os planos de manutenção a aplicar, bem como os recursos de manutenção a distribuir. [36]

3.4.2 5 Whys

5 Whys, em português, 5 Porquês, é uma das técnicas mais utilizadas para minimizar ou eliminar as perdas de qualidade do OEE. Taiichi Ohno, o pai do sistema de produção da Toyota, era um defensor da aplicação dos 5 Porquês para descobrir a causa raiz dos problemas. Esta ferramenta consiste em questionar "porquê" cinco vezes, ou as vezes que forem necessárias, até há resposta ao problema em questão. A sua aplicação permite distinguir os sintomas das causas dos problemas, que muitas das vezes se confundem e levam a resultados enganosos. O uso eficaz desta análise permite criar ações corretivas e desenvolver possíveis ações preventivas de longo prazo. [37]

3.4.3 Gestão Visual

A gestão visual consiste na aplicação de todas as ferramentas e metodologias visuais que informam e exibem diretrizes ou requisitos dentro das organizações. A sua prática pode ser implementada em dois domínios ligeiramente diferentes.

No primeiro domínio apenas como ferramenta informativa, isto é, a gestão visual é utilizada exclusivamente para se visualizar informação, sem estabelecer qualquer tipo de requisito ou norma. A planta e o *layout* de fabricação, placas e etiquetas com o nome ou numeração de equipamentos são alguns exemplos de aplicação deste domínio. No segundo domínio, além de transmitir visualmente informação, são aplicadas ferramentas de gestão visual para exibir requisitos, definir direções e orientar ações. Tais como semáforos, cartões *Kanban*, instruções de trabalho, gráficos dos KPI. [38]

3.4.4 Software de Gestão de Manutenção

Software de Gestão de Manutenção são sistemas suportados por plataformas informáticas capazes de gerir todo o setor da manutenção, com a possibilidade de serem integrados nos sistemas já existentes da empresa. A sua implementação possibilita que o grupo da manutenção, a qualquer momento, aceda, recupere e analise informações relativas a todos os tipos de trabalhos, de forma a planear e controlar ações de manutenção. Atualmente existem inúmeros sistemas de tecnologias de informação referentes à gestão da manutenção, cada organização deve selecionar o que mais se adequa ao seu tipo de estrutura organizacional. [22]

O principal objetivo da aplicação desta ferramenta é conseguir atuar, da melhor forma possível, na execução das intervenções de manutenção preventiva, minimizando as intervenções corretivas. [39]

Capítulo 4

Estudo de Casos

Neste capítulo é exposto todo o trabalho prático desenvolvido no projeto de fiabilização na linha *Semelle* da Renault CACIA. O capítulo começa com a apresentação da linha, situando-a na instalação fabril e explicando o processo produtivo. Segue depois a análise da situação inicial da *Semelle*, mencionando e avaliando o valor do RO obtido no ano de 2019. Posteriormente, é apresentado e explicado todo o plano de trabalhos e, por fim, são descritos os estudos de caso desenvolvidos.

4.1 UET do Cárter Intermédio

4.1.1 Implantação da linha *Semelle*

A Unidade Elementar de Trabalho (UET) 3444 está inserida no departamento dos componentes mecânicos, do complexo industrial da Renault CACIA, e é onde acontecem todos os processos responsáveis pela produção do cárter intermédio.

O cárter intermédio, figura 4.1, é o componente rígido da parte inferior do motor de um automóvel, que tem como função acumular e manter a quantidade de óleo necessária para a lubrificação do motor.



Figura 4.1: Cárter intermédio Renault Cacia.

Na Renault CACIA, a linha geral de produção do cárter intermédio é intitulada de linha de produção *Semelle*, que é constituída por 3 linhas de produção. A linha 1 e 2 estão representadas pela área delimitada a vermelho na figura 4.2 e a linha 3 pela área verde na figura 4.2.

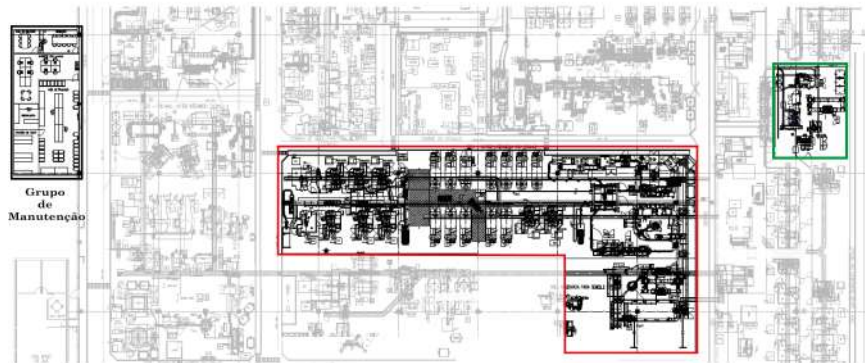


Figura 4.2: Planta da área de fabrico do Cárter Intermédio.

O processo produtivo dos cárteres intermédios é constituído por três etapas: pré-maquinação, maquinação e montagem. O *layout* das linhas de produção é constituído por centros de maquinação CNC, transportadores, máquinas de lavar e postos de montagem, como é possível ver na figura 4.3. Na pré-maquinação, os blocos brutos são inseridos manualmente nas paletes dos transportadores para que o robô direcione os brutos pelos postos de pré-maquinação pretendidos. Realizada a pré-maquinação, as peças retornam ao transportador e seguem para a operação de lavagem. De seguida, realizam-se testes de estanqueidade no posto de controlo. Se a peça estiver dentro dos conformes, passa para a maquinação. Caso contrário, é redirecionada para a sucata.

Ao serem aceites no posto de controlo, o operador coloca as peças nas paletes do transportador e estas são encaminhadas para os postos de maquinação. Nas operações de maquinação, a peça é maquinada horizontalmente e depois verticalmente. Após a maquinação, o operador retira a peça e coloca-a novamente no transportador para a operação de lavagem.

Por último, os cárteres seguem para a montagem. Na Renault CACIA, a montagem é realizada de duas formas: nas linhas 1 e 2, ocorre em ilhas, totalmente automatizado e automático, enquanto que, na linha 3, a etapa de montagem já necessita de operadores para realizar o transporte do cárter entre postos. Nesta etapa são inseridos diversos componentes nos cárteres intermédios. No fim é realizado um teste de estanqueidade, de controlo e garantia da qualidade da peça.

Na figura 4.3 é possível ver ainda uma área denominada de Placa Anti-Emulsão, que corresponde à ilha da montagem da placa anti-emulsão no cárter intermédio. Esta zona está dividida em duas partes: o pórtico e a montagem. O pórtico tem como função carregar os cárteres das ilhas 1 e 2 para a ilha da Placa Anti-Emulsão. Após o carregamento e identificação do tipo de cárter, este segue em direção ao posto de montagem para fixar a placa anti-emulsão no seu interior, com o auxílio de 4 anilhas. A placa anti-emulsão é carregada no posto de montagem, através do transportador com paletes, previamente preenchido pelo o robô.

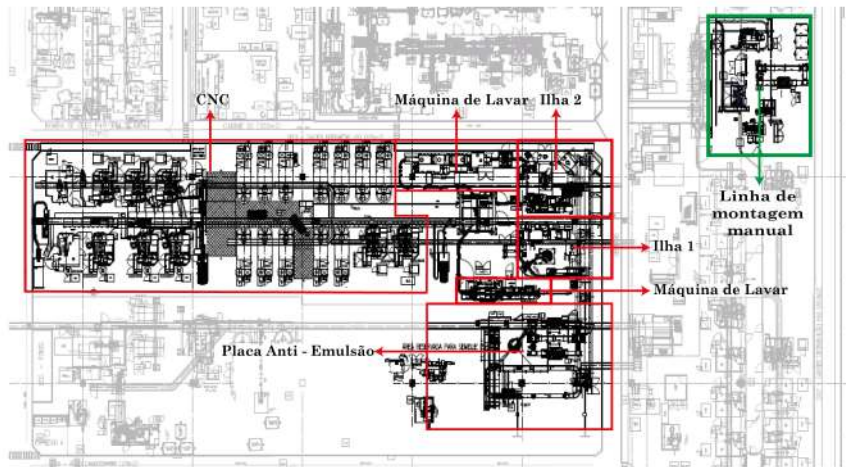


Figura 4.3: Layout da Linha *Semelle*.

Os estudos de caso apresentados neste projeto são principalmente focados na etapa de montagem dos cárteres intermédios. Esta etapa do processo de fabrico de cárteres intermédios é dividida em 2 postos de montagem.

Nas ilhas, o robô pega no cárter, que está no posto de carga, e coloca-o no posto um. Neste posto são inseridos quatro tampões de diâmetro 22mm, uma esfera de 6mm e uma válvula de permutador. No fim desta montagem, o robô retira a peça e coloca-a no posto de montagem dois, onde são colocados um tampão de 16mm, uma válvula de óleo e onde é verificada a existência de um furo. Com a montagem dos componentes concluída, o robô retira a peça finalizada, coloca uma nova e leva a finalizada para a máquina de estanqueidade. As *smelles* (cárteres finalizados) com resultados satisfatórios são depositadas em tapetes de evacuação, prontas para seguirem para o operador. As que não cumprirem os requisitos são colocadas noutros tapetes de evacuação e depositadas na sucata.

Na linha nº3, os postos de montagem têm a mesma função porém, é o operador que retira e coloca as peças entre postos.

4.1.2 Indicador de *performance* da linha

A análise da situação inicial da linha *Semelle* inclui a apresentação e avaliação do principal indicador da Renault CACIA, para medir o desempenho dos equipamentos e instalações.

O Rendimento Operacional é o indicador usado pela Renault CACIA para medir a eficiência nas suas unidades fabris e que corresponde ao OEE. A figura 4.4 compara mensalmente o valor real de RO, referente à produção do cárter intermédio, com o valor objetivo de RO para o ano de 2019. A linha contínua do grafico representa os objetivos de RO propostos enquanto que as colunas cinzentas representam os valores obtidos ao longo do ano.

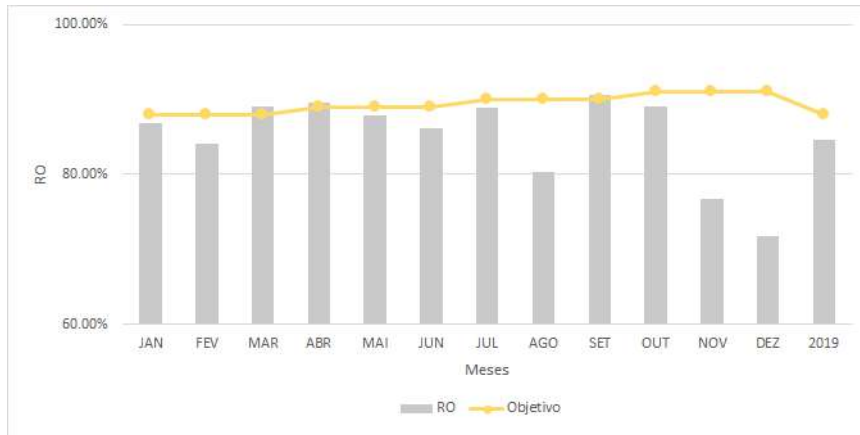


Figura 4.4: RO do processo fabril do Cárter Intermédio (%), 2019.

Em 2019, o valor pretendido de RO era de 88%, contudo a média anual mostra que o valor ficou pelos 84.6%. Na figura 4.4 é possível observar que apenas nos meses de março, abril e setembro a produção de cárteres intermédios atingiu o valor pretendido de RO. É possível verificar, ainda, que um dos meses com o valor mais baixo de RO, é o mês de agosto, uma vez que é o mês de paragem da fábrica. Contudo, o mês de dezembro foi o que obteve o menor valor de RO, no ano de 2019, 71.7%.

4.1.3 Planificação das ações de melhoria

De acordo com a análise inicial da performance da linha *Semelle*, foi elaborado o plano de trabalho para aumentar o rendimento operacional da linha através da aplicação da metodologia TPM e *Lean*. O plano de trabalho serve de guia para a seleção dos estudos de caso a apresentar neste documento, e foi estruturado pela fiabilista do ateliê 6 juntamente com o CUET do grupo de manutenção.

O plano é dividido em quatro etapas:

1. Revisão dos Planos de Manutenção Autónoma (PMA) já existentes e desenvolvimento dos PMA para máquinas que ainda não têm;
2. Pesquisa e identificação das avarias que mais penalizam o Rendimento Operacional (RO) e posteriormente aplicar melhorias;
3. Revisão dos Planos de Manutenção Preventiva (PMP) e atualizá-lo, tendo em conta as avarias mais penalizantes, anteriormente identificadas;
4. Organização de uma paragem programada (MPM).

A implementação do plano de trabalhos visa a redução de custos, eliminação de avarias, redução dos tempos de paragem da linha de produção *Semelle*, obtenção de níveis de produtividade, qualidade e fiabilização elevados e aumento do nível de apoio à manutenção autónoma.

4.2 Desenvolvimento do Plano de Trabalhos

4.2.1 Estudo de Caso 1: Revisão e atualização dos Planos de Manutenção Autônoma

O Plano de Manutenção Autônoma (PMA) define ações de manutenção autônoma para os operadores aplicarem nas suas linhas de produção, melhorando a cultura dos operadores através da troca de conhecimentos entre os técnicos de manutenção e os operadores. Desta forma, é possível alcançar e prolongar a vida útil dos equipamentos, uma vez que, os próprios operadores estão aptos a identificar anomalias nos seus equipamentos e realizar pequenos reparos, evitando paragens desnecessárias.

O primeiro estudo de caso tem como objetivo uniformizar e atualizar os planos de manutenção autônoma na montagem da linha *Semelle*. A aplicação de PMA nas linhas de produção da Renault CACIA já acontece há algum tempo, contudo ainda existem alguns equipamentos que não têm nenhum plano associado, ou têm mas está desatualizado/desenquadrado ou os operadores não o executam corretamente, por falta de tempo ou de conhecimento.

Definido o objetivo da tarefa, foi elaborada uma tabela para conhecer quais os equipamentos que possuem ou não planos de manutenção autônoma, tabela 4.1.

Tabela 4.1: Tabela Resumo: PMA carregados no sistema.

Linha nº 1		
Máquina	PMA	
	Sim	Não
62015822 (Estanqueidade)		
62018611 (Montagem)		
Linha nº2		
Máquina	PMA	
	Sim	Não
62018186 (Montagem)		
62018139 (Estanqueidade)		
Linha nº3		
Máquina	PMA	
	Sim	Não
62016749 (Montagem- Tamponagem)		
62018385 (Estanqueidade 3 cilindros)		
62018986 (Estanqueidade 4x4)		
62019279 (Placa Anti-Emulsão)		
62018426 (Montagem)		

De acordo com a tabela resumo, foi possível concluir que apenas uma máquina, a 62018611 da linha nº 1 da montagem, não tem o PMA carregado no sistema.

O próximo passo consistiu em conhecer a data de criação dos PMA e a existência de atualizações nos mesmos, tabela 4.2.

Tabela 4.2: Informações dos PMA das máquinas.

Linha nº 1		
Máquina	Data de Criação	Última Atualização
62015822 (Estanqueidade)	09/2017	10/2017
Linha nº2		
Máquina	Data de Criação	Última Atualização
62018186 (Montagem)	04/2016	Nunca foi atualizado
62018139 (Estanqueidade)	09/2017	10/2017
Linha nº3		
Máquina	Data de Criação	Última Atualização
62016749 (Montagem-Tamponagem)	11/2011	05/2017
62018385 (Estanqueidade 3 cilindros)	05/2019	Nunca foi atualizado
62018986 (Estanqueidade 4x4)	11/2019	Nunca foi atualizado
62019279 (Placa Anti-Emulsão)	—	Nunca foi atualizado
62018426 (Montagem CI)	11/2019	Nunca foi atualizado

Segundo a tabela 4.2, na linha nº 3 a maioria dos equipamentos têm planos de manutenção autónoma recentes, podendo ser uma das razões pela qual não sofreram atualizações, à exceção da máquina de tamponamento dos cárteres que apresenta o PMA mais antigo da linha *Semelle*, anexos B.4, B.5, B.6, B.7 e B.8. Nas linhas nº 1 e 2 os equipamentos apresentam PMA com datas de criação e de atualização muito próximas, de 2016/17, anexos B.1, B.2 e B.3. Contudo, na linha nº 2, o PMA da máquina responsável pela montagem nunca sofreu qualquer tipo de revisão ou atualização.

De seguida, foram realizadas as primeiras visitas às linhas com o objetivo de conhecer a opinião dos operadores sobre a prática dos Planos de Manutenção Autónoma e o estado inicial dos equipamentos.

Da conversa com os operadores, era notório algum descontentamento com a carga horária prevista para a realização das tarefas do PMA, uma vez que a maioria dos equipamentos apresentavam tempos irrealistas para a realização das tarefas do PMA. Os operadores explicaram ainda que, aliado à má gestão da carga horária das tarefas, muitas das vezes os objetivos que tinham a cumprir por orientação da produção, não lhes deixava tempo para realizar as tarefas.

Ao inspecionar os equipamentos era visível a deficiente manutenção autónoma por parte dos operadores. As máquinas tinham pequenas peças espalhadas no posto de trabalho, existiam resíduos de cola, óleo de lubrificação e limalha em todos os postos de trabalho, figura 4.5.



Figura 4.5: Estado inicial dos equipamentos.

É de mencionar que, de acordo com o operador da linha n^o3, o cârter 4×4 vai ser deslocado para outra seção da fábrica. Logo, a revisão e atualização do PMA da Estaqueidade 4 × 4 e da Tamponagem deixam de ser alvo de estudo no presente projeto.

Após a conversa com os operadores foram analisados os PMA já existentes e comprovou-se a existência de tempos inadequados, de 15 a 30 minutos, para a realização das ações simples de manutenção autónoma. O PMA da máquina da montagem da linha n^o2, mostra isso mesmo, figura 4.3.

Tabela 4.3: Tarefas com carga horária inadequada- Máquina 62018186.

Subconjunto	Elemento	Operação	Tempo Previsto (hh:mm:ss)
(1.04) Armário Elétrico	Exterior	(1.04) Limpar/Inspeccionar	0:20:00
(1.06) Máquinas	Detetores	(1.06) Limpar/Inspeccionar	0:15:00
(1.07) Máquinas	Apoio das peças	(1.07) Limpar/Inspeccionar	0:15:00

Na análise foi possível verificar que, todos os PMA definiam a maioria das suas tarefas para momentos em que os equipamentos estavam sem produção, em vez de conciliar os períodos de produção com os períodos estabelecidos para a realização das tarefas de manutenção autónoma, figura 4.6.

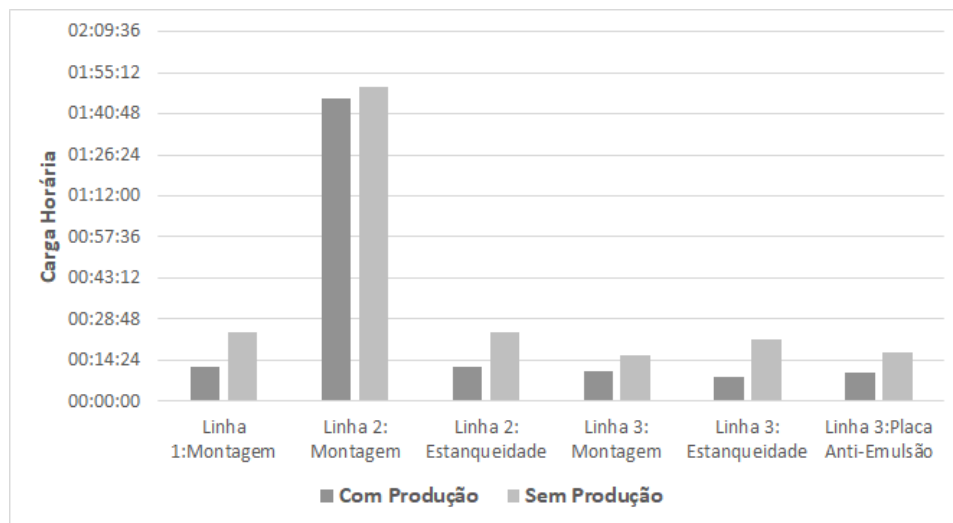


Figura 4.6: Carga horária consoante o estado da máquina.

Por último, a análise verificou ainda a existência de PMA apenas com as tarefas básicas e gerais a todos os equipamentos e também a existência de tarefas que já não se enquadravam no tipo de manutenção autónoma.

Realizada a revisão dos Planos de Manutenção Autónoma, a atualização incidiu:

1. Na uniformização de todos os PMA, implementando tarefas gerais a todos os equipamentos e a mesma estrutura visual;
2. Na seleção das tarefas de manutenção autónoma adequadas para cada equipamento;

3. No ajuste da carga horária;
4. Na reorganização da gestão visual dos PMA.

A uniformização consiste na implementação da nova estrutura dos PMA, isto é, implementação de dez ações básicas e gerais a todos os equipamentos já com todos os parâmetros definidos e estabelecidos. O grupo da limpeza contém metade das ações gerais: operações de limpeza, de inspeção na estrutura exterior e interior dos equipamentos e a operação de vaziar/substituir o elemento de filtro no ar condicionado do armário elétrico, tabela 4.4.

Tabela 4.4: Ações gerais de limpeza.

Grupo	SubConjunto	Elemento	OPeração a Efectuar	Tempo Previsto (min:SS)	Periodicidade (min:SS)	Estado Máquina	Valores Limites	Ferramenta	FOS/Gama (S/N) Siste./Condi.	Substituição Peças	
										Quantidade	Designação / Ref.
Limpeza	(1.01) Circ. Pneumático	Garrata purga ---- P1	Purgar (Alertar Manutenção em caso preseça de humidade)	00:00:30	304	MEP	OK / NOK	Manual	N	S	
	(1.02) Máquina	Zona Exterior	Limpar / Inspeccionar	00:03:00	304	MEP	Limpo	Manual / Visual	N	S	Trapos reutilizáveis
	(1.03) Painel de Comando	Painel ---- PO1	Limpar / Inspeccionar / Verificar estado de conservação.	00:01:00	4301	PCT	Limpo	Manual / Visual	N	S	Trapos reutilizáveis
	(1.04) Máquina	Zona Interior	Limpeza e inspeção (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	00:05:00	4301	PST	Limpo	Manual / Visual	N	S	Trapos reutilizáveis
	(1.05) Armário elétrico	Copo / Ar condicionado	Vaziar / Substituir elemento de filtro	00:01:00	4301	MEP	Limpo	Manual / Visual	S	S	Manta Filtro (260x200 mm)

A outra metade das ações gerais estão no grupo da verificação/segurança. São ações para verificar o estado de conservação dos objetos fulcrais para o manuseamento do equipamento em segurança, como botoneiras, fechos de portas, blindagens, etc, tabela 4.5.

Tabela 4.5: Ações gerais de verificação/segurança.

Grupo	SubConjunto	Elemento	OPeração a Efectuar	Tempo Previsto (min:SS)	Periodicidade (min:SS)	Estado Máquina	Valores Limites	Ferramenta	FOS/Gama (S/N) Siste./Condi.	Substituição Peças	
										Quantidade	Designação / Ref.
Verif./Segur.	(3.01) Segurança	Botoneiras Emergência (x4)	Verificar estado conservação	0:00:30	3EQ	MEP	OK/ NOK	Visual	N	C	
	(3.02) Proteções	Blindagens	Verificar estado / Fixação	0:00:30	3EQ	MEP	OK/ NOK	Visual	N	C	
	(3.03) Fechos portas	Chaves/fechos/paraf. Inv.	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:00:30	3EQ	PCT	OK/ NOK	Visual	N	C	
	(3.04) Sinalização	Lâmpadas	Executar teste de lâmpadas ---- PO1	0:00:30	304	MEP	OK/ NOK	Visual	N	C	
	(3.06) Gr. Tratamento de Ar	Manômetro	Verificar pressão (P=5.5 bar)	0:00:30	4301	MEP	±0.5 bar	Manual / Visual	N	C	

Com as tarefas gerais apresentadas e implementadas em todos os PMA, a próxima etapa consistiu em seleccionar e definir as ações de manutenção autónoma para cada equipamento.

As ilhas robotizadas executam as mesmas funções na montagem do cárter intermédio, através de dois postos de trabalho, um de controlo e um braço mecânico (robô). Contudo, apresentam uma disposição diferente dos equipamentos. Portanto, a escolha das ações específicas de manutenção autónoma para a ilha 1 são adequadas para a ilha 2 e vice-versa. Relativamente aos postos de montagem, figura 4.7, inicialmente existiam seis ações específicas implementadas, no entanto, com base na análise dos postos de trabalho e o plano de manutenção dos equipamentos foi possível criar novas ações específicas de limpeza e de verificação/segurança.



Figura 4.7: Postos de montagem das ilhas robotizadas, posto n°1 à esquerda e posto n°2 à direita.

As tarefas de limpeza são ações de inspeção e limpeza em zonas que acumulam muita limalha vinda da maquinaria do cárter ou devido há "gordura" dos componentes a inserir no produto, que se vão acumulando e degradando os equipamentos, são as ações a azul na tabela 4.6. Existem ainda duas novas ações deste grupo, que já estavam no plano de manutenção dos equipamentos mas que ainda não faziam parte do PMA, são as ações a verde na tabela 4.6.

Tabela 4.6: Ações específicas de limpeza para a montagem- Linha n° 1 e 2.

Grupo	SubConjunto	Elemento	Operação a Efectuar	Tempo Previsto (h:m:ss)	Periodicidade	Estado Máquina	Valores Limites	Ferramenta
Limpeza	(1.01) Circ. Pneumático	Garrafa purga ---- P1	Purgar (Alertar Manutenção em caso preseça de humidade)	0:00:30	S04	MEP	OK / NOK	Manual
	(1.02) Exterior da ilha	Maquinas	Limpar / Inspeccionar	0:03:00	S04	MEP	Limpo	Manual / Visual
	(1.03) Painel de Comando	Painel ---- P01	Limpar / Inspeccionar / Verificar estado de conservação	0:01:00	4S01	PCT	Limpo	Manual / Visual
	(1.04) Interior da ilha	Maquinas	Limpeza e inspeção (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0:05:00	S02	PST	Limpo	Manual / Visual
	(1.05) Armário Elétrico	Copo / Ar condicionado	Vazar / Inspeccionar e Substituir se necessário elemento de F	0:01:00	4S01	MEP	OK / NOK	Manual / Visual
	(1.06) Armário Elétrico	Exterior	Limpar / Inspeccionar	0:02:00	S04	MEP	Limpo	Manual/Visual
	(1.07) Grupo Hidráulico	Exterior	Limpar / Inspeccionar	0:03:00	S04	PCT	Limpo	Manual/Visual
	(1.08) Maquinas	Doltores	Limpar / Inspeccionar (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0:05:00	S02	PCT	Limpo	Manual/Visual
	(1.09) Maquinas	Aço das peças	Limpar / Inspeccionar (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0:03:00	S02	PCT	Limpo	Manual/Visual
	(1.10) Motor	Filtro	Substituir elemento de filtro	0:05:00	S02	MEP	OK / NOK	Manual
	(1.11) Robot	Pinças	Limpar / Inspeccionar (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0:05:00	S04	PCT	Limpo	Manual/Visual
	(1.12) Zona de descarga	Taboetas	Limpar / Inspeccionar (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0:05:00	S04	MSP	OK / NOK	Manual/Visual
	(1.13) Posto 1	Calha de transporte das lamp	Limpar e Inspeccionar (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0:03:00	4S01	PCT	Limpo	Manual/Visual
	(1.14) Posto 2	Vácuoestato (x4)	Substituir (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0:05:00	S02	PCT	OK / NOK	Manual/Visual
	(1.15) Posto2	filtro de vácuoestato(x2)	Substituir (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0:05:00	S02	PCT	OK / NOK	Manual/Visual
	(1.16) Maquinas Exteriores	Interior dos Vibradores	Limpar	0:03:00	S04	MEP	OK / NOK	Manual/Visual

Nas visitas às ilhas foi observado que o grupo de tratamento de ar e o grupo hidráulico não estavam visualmente assinalados com tarefas básicas de manutenção autónoma. Quando consultado o PMA confirmou-se que não existiam tarefas implementadas para estes grupos. Sendo assim, foram adicionadas duas tarefas de verificação/segurança: uma de verificação do estado de conservação do filtro do grupo de tratamento do ar e outra de verificação das pressões no manómetro do grupo hidráulico.

Ainda no grupo de verificação/segurança, foi implementada mais uma tarefa com o objetivo de diminuir o número de OT associadas aos rilenes das pinças do robô. As pinças do robô são constituídas por quatro rilenes que quando estão danificados criam alertas no sistema, que por sua vez, leva à paragem do ciclo de trabalho. A criação da tarefa de verificação do estado de conservação dos rilenes serve para o operador identificar se estes estão realmente danificados ou apenas com folga ou sujidade. Consoante o seu estado, o operador ou chama o grupo de intervenção da manutenção ou realiza a manutenção autónoma dos rilenes. As tarefas estão a azul na tabela 4.7.

Tabela 4.7: Ações específicas de verificação/segurança para a montagem- Linha nº 1 e 2.

Grupo	SubConjunto	Elemento	OPeração a Efectuar	Tempo Previsto (in:mm:ss)	Periodicidade	Estado Máquina	Valores Limites	Ferramenta
Verif./Segur.	(3.01) Segurança	Botoneiras Emergência (x4)	Verificar estado conservação	0:00:30	3EQ	MEP	OK/ NOK	Visual
	(3.02) Segurança	Barreiras de Segurança(x2)	Verificar estado de conservação e testar estado de funcionamento	0:02:00	302	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual
	(3.03) Proteções	Blindagens	Verificar estado / Fixação	0:00:30	3EQ	MEP	OK/ NOK	Visual
	(3.04) Fechos portas	Chaves/fechos/paraf. Inv.	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:00:30	3EQ	PCT	OK/ NOK	Visual
	(3.05) Sinalização	Lâmpadas	Executar teste de lâmpadas ---- PO1	0:00:30	304	MEP	OK/ NOK	Visual
	(3.06) Gr. Tratamento de Ar	Manómetro (x4)	Verificar pressão (P=5.5 bar)	0:01:00	4301	MEP	+/-0.5 bar	Visual
	(3.07) Gr. Tratamento de Ar	Filtro (x3)	Verificar estado de conservação	0:01:00	4301	MEP	OK/NOK	Visual
	(3.08) Gr. Hidraulico	Manómetro	Verificar pressões	0:00:30	302	MEP	OK/ NOK	Visual
	(3.09) Zona de Trabalho	Pinos de centragem	Verificar estado conservação e aperto (Aplicar Fundam. Seg-2	0:02:00	302	PCT	OK/ NOK	Visual
	(3.10) Zona de Trabalho	Esteiras	Verificar estado conservação (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTD-	0:02:00	302	PCT	OK/ NOK	Visual
	(3.11) Locite P1 e P2	Goteiras	Verificar saída de locite pelo tubo de distrib. (Aplicar Fundam.	0:01:00	4301	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual
	(3.12) Locite P1 e P2	Agulha de distribuição	Verificar estado conservação da agulha (Aplicar Fundam. Seg-	0:01:00	4301	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual
	(3.13) Robot	Rilene (x4)	Verificar o estado de conservação e Substituir (Aplicar Fundam	0:02:00	302	PCT	OK/ NOK	Visual/Manual

Nas máquinas de estanqueidade das ilhas, figura 4.8, as ações específicas existentes eram muito completas e abrangiam muitos locais de intervenção, porém as ações gerais de limpeza eram muito vagas, e no geral, as ações apresentavam uma disposição no PMA muito desorganizada e confusa.



Figura 4.8: Máquinas de estanqueidade, Linhas nº 1 e 2.

Portanto, foi necessário organizar e estruturar todas as ações presentes no PMA e adicionar três novas ações específicas: duas de limpeza e uma de lubrificação. As novas ações de limpeza surgiram de uma ida à máquina, onde o cilindro e o pc do laser estavam cheios de pó e limalha. A ação de lubrificação já estava carregada no plano de manutenção do equipamento contudo, ainda não fazia parte do PMA. As respectivas tarefas estão a azul na tabela 4.8.

Tabela 4.8: Ações específicas de limpeza e lubrificação da máquina de estanqueidade-Linhas nº 1 e 2.

Grupo	SubConjunto	Elemento	Operação a Efectuar	Tempo Previsto (h:mm:ss)	Periodicidade	Estado Máquina	Valores Limites	Ferramenta
Limpeza	(1.01) Circ. Pneumático	Garrafa purga ---- P1	Purgar (Alertar Manutenção em caso preseça de humidade).	0.00.30	304	MEP	OK / NOK	Manual
	(1.02) Máquina	Zona Exterior	Limpar / Inspeccionar / aberto e estado dos acrílicos	0.03.00	304	MEP	Limpo	Manual / Visual
	(1.03) Painel de Comando	Painel ---- PC1	Limpar / Inspeccionar / Verificar estado de conservação	0.01.00	4501	PCT	Limpo	Manual / Visual
	(1.04) Máquina	Zona Interior	Limpeza e inspeção (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0.05.00	4501	PST	Limpo	Manual / Visual
	(1.05) Armário elétrico	Zona Exterior	Limpeza	0.01.00	4501	MEP	Limpo	Manual
	(1.06) Armário elétrico	Copo / Ar condicionado	Vazar / Substituir elemento de filtro	0.01.00	4501	MEP	OK/NOK	Manual
	(1.07) Zona de Trabalho	Mesa apoio peça	Limpeza e inspeção (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0.01.00	502	PCT	OK / NOK	Manual / Visual
	(1.08) Zona de Trabalho	Placagem peça	Limpeza e inspeção (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0.02.00	502	PCT	Limpo	Manual / Visual
	(1.09) Zona de Trabalho	Cilindros	Limpeza (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0.02.00	502	PCT	Limpo	Manual
	(1.10) Zona de Trabalho	Deletores	Limpeza e inspeccionar estado de funcionamento (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0.01.00	502	PCT	Limpo	Manual / Visual
	(1.11) Aspiração	Filtro aspirador	Substituir manta de feltro	0.03.00	4501	PCT	OK / NOK	Manual
	(1.12) Laser	Pc. do Laser	Limpeza e substituição da manta de feltro (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0.03.00	502	PCT	Limpo	Manual
Lub	(2.01) Estrutura Interior	Palms de esferas(x2)	Lubrificação (Aplicar Fundam. Seg-2 - LOTO-Intervenção)	0.03.00	502	PCT	OK/ NOK	Manual

Na terceira linha de produção do cárter intermédio, os PMA existentes apenas contêm as ações gerais de limpeza e de verificação/segurança. Uma justificação para tal é o facto de serem os PMAs mais recentes e sem atualizações.

A estrutura do equipamento de montagem e de estanqueidade da 3ª linha, figura 4.9, é totalmente diferente da estrutura dos equipamentos das ilhas, contudo as suas funcionalidades são muito semelhantes, o que torna possível a aplicação de algumas ações específicas das ilhas à 3ª linha 3.



Figura 4.9: Linha nº3: à esquerda a máquina de montagem e à direita a máquina de estanqueidade.

A implementação das tarefas específicas na linha nº3 tanto de limpeza como de verificação permitem evitar o desgaste de componentes importantes na etapa de montagem, como as agulhas da *Loctite*, os pinos de centragem do cárter, os detetores de posição do cárter, o rings, etc. No caso da estanqueidade da linha 3, também foram implementadas ações para verificar o estado de conservação destes componentes e ações de limpeza para a zona de trabalho, o laser do pc, etc.

No Plano de Manutenção Autónoma da placa-anti emulsão da linha nº3, figura 4.10, não foram encontradas situações específicas que justifiquem a implementação de novas ações de manutenção autónoma. Este apenas foi estruturado com as tarefas gerais, tabelas 4.4 e 4.5, e reorganizado a nível da gestão visual das tarefas.



Figura 4.10: Placa Anti-Emulsão da Linha nº3.

É de realçar que todas as tarefas descritas nos PMA atualizados têm a devida informação sobre a peça sobressalente e a ferramenta a aplicar.

Relativamente à carga horária, foram revistos os tempos de todas as tarefa com o intuito de eliminar cargas horárias excessivas, os novos tempos estão compreendidos no intervalo de trinta segundos a dez minutos.

Esta melhoria permite que os PMA atualizados tenham uma carga horária muito menor. Se inicialmente, consoante o estado da máquina, os operadores tinham, no máximo, de despender até uma hora e cinquenta minutos, agora conseguem despender apenas até cinquenta minutos. Na figura 4.11, é possível observar a nova carga horária para todas as linhas.

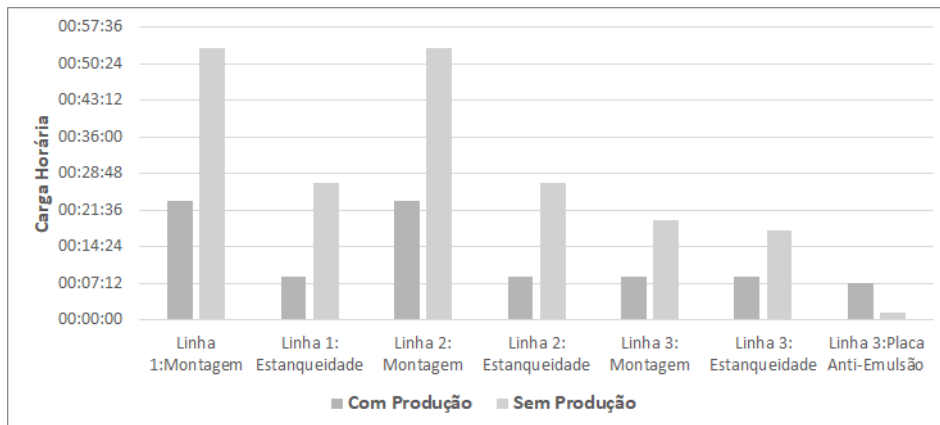


Figura 4.11: Nova carga horária consoante o estado da máquina

Apesar de reduzida a carga horária em todos os PMA, o único que apresenta uma maior carga horária no período de produção do que no período sem produção, é o PMA da placa anti-emulsão da linha nº3. Uma razão para o sucedido é o facto de as restantes linhas apresentarem tarefas específicas de manutenção autónoma para componentes interiores dos postos de trabalho, que só podem ser intervencionados quando não existe produção de forma a não comprometer a segurança dos operadores.

Por fim, foi realizada a adaptação da gestão visual dos Planos de Manutenção Autônoma às novas tarefas implementadas.

No caso do PMA da montagem da linha nº1, foi necessário tirar todas as fotografias aos locais onde os operadores vão intervir e numerá-las com as repetitivas tarefas. Na figura 4.12 são apresentadas algumas fotografias com a localização das respetivas tarefas.

Nos restantes PMA, as fotografias dos equipamentos/postos de trabalho já existiam, foi apenas necessário numerar as novas tarefas nos locais corretos.

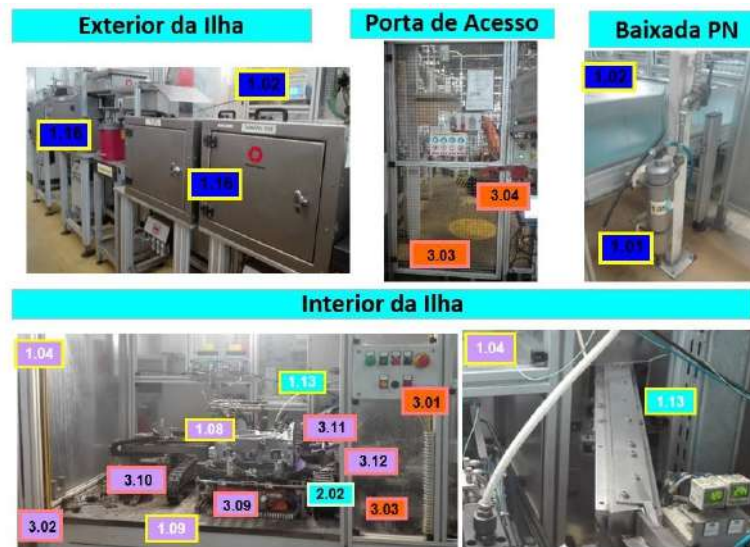


Figura 4.12: Fotografias numeradas com as respetivas tarefas-Posto de montagem da Linha nº1.

Contudo, todos os PMA foram atualizados quanto à numeração completa do equipamento. A figura 4.13 mostra a alteração da numeração completa no PMA da estanqueidade da linha nº3.

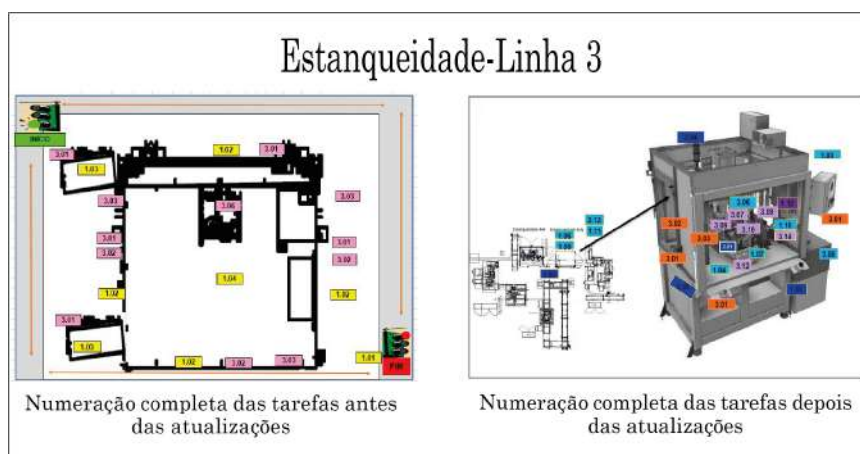


Figura 4.13: Apresentação da numeração completa antes e depois das atualizações do PMA.

Os Planos de Manutenção Autônoma atualizados estão disponíveis no Anexo C.

4.2.2 Estudo de Caso 2: Dossiê Máquina de Lavar 2288

A qualidade do produto é influenciada por todas as etapas do seu processo produtivo. No caso do cárter intermédio, a sua qualidade é decidida desde a maquinação até ao último passo da montagem. A ocorrência da mínima falha ou erro durante estas fases compromete a sua aprovação. Este estudo de caso relata a forma como a equipa de manutenção trabalha para eliminar e evitar este tipo de erros.

Em 2019, na linha nº1 da *Semelle* surgiu um problema de qualidade nos cárteres, isto é, no fim da etapa de lavagem, entre a maquinação e a montagem, as peças apareciam cheias de limalha. Esta anomalia estava associada a falhas na lavagem ou à lavagem deficiente efetuada pela a máquina de lavar *Rösler*, com o número 2288, figura 4.14.



Figura 4.14: Equipamento defeituoso.

Este tipo de problema aconteceu várias vezes no ano de 2019 e sempre com avarias diferentes. De acordo com as análises que a equipa da manutenção realizou quando chegou ao local de intervenção, foi possível constatar três tipos de avarias:

1. Máquina de lavar funcionava com o motor da bomba desligado;
2. Máquina lavava sem liquido de lavagem;
3. Máquina com os bicos de lavagem entupidos.

Como a presença de limalha nos cárteres era um acontecimento recorrente devido às avarias descritas anteriormente e como algumas destas avarias eram longas (carga horária > 8h), o grupo decidiu abrir um dossiê.

O dossiê funciona como uma pasta com várias ferramentas, tais como o *Summary Report*, os 5 Porquês, o *QCStory*, que têm como objetivo apresentar e explicar o problema, conhecer e analisar as suas causas e apresentar as medidas corretivas a aplicar de forma

a eliminar o problema. A seguir ao seu preenchimento, o dossiê é apresentado a todos os colaboradores do grupo de manutenção e mais tarde a todo o ateliê, para generalizar o problema e dar a conhecer as soluções a aplicar, caso volte a acontecer um problema deste tipo.

O presente estudo de caso consistiu na realização do quadro dos 5 Porquês para finalizar o dossiê do problema em questão.

A anomalia em estudo é uma anomalia antiga sendo impossível obter informações do processo de intervenção ou de análise em tempo real. A informação usada foi baseada no relatório de fim de semana, de 4 a 5 de Maio de 2019, e no *Summary Report*, anexo D.1, previamente elaborado pelo grupo de manutenção.

O relatório de fim de semana relata as ações adotadas pelos técnicos de manutenção para solucionar a avaria em questão. No relatório da avaria descrita no ponto 1, os técnicos implementaram um conjunto de medidas corretivas para erradicar a falha da máquina 2288, a figura 4.15 esquematiza essas medidas.

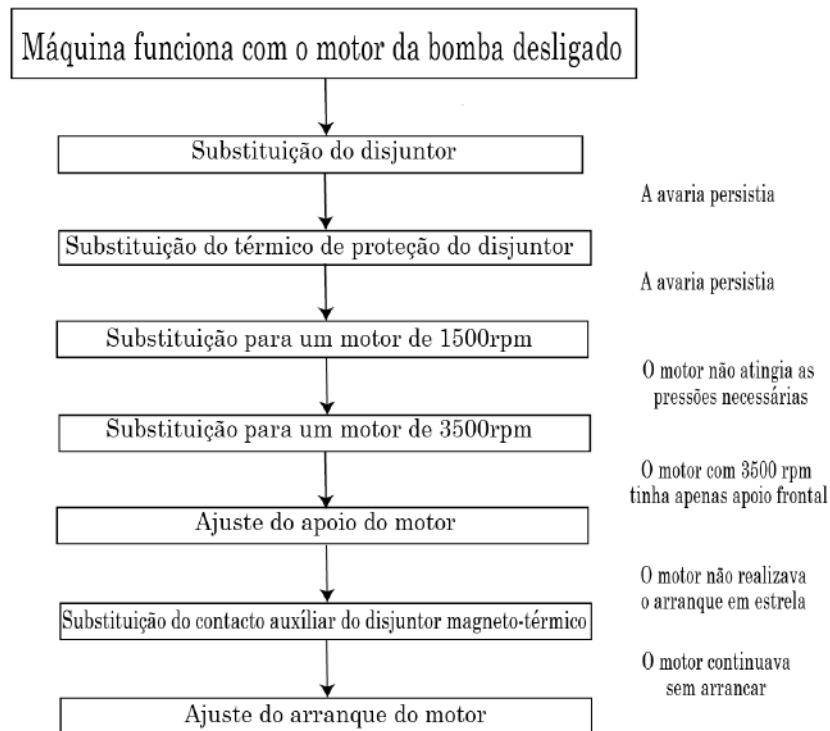


Figura 4.15: Ações temporárias adotadas pelos técnicos de manutenção.

Após a intervenção a máquina ficou operacional, eliminando o problema de qualidade. Contudo, o motor usado para resolver a avaria não correspondia ao motor indicado pelo representante da marca, imagem à esquerda da figura 4.16, por isto, esta ficou a aguardar a sua chegada e em Junho de 2019 foi colocado o morto correto, imagem à direita da figura 4.16.



Figura 4.16: Motor da máquina 2288, durante a intervenção à esquerda e no fim da intervenção à direita.

Relativamente à segunda avaria, que causava este problema na qualidade das peças, a equipa da manutenção concluiu que a válvula reguladora estava presa/danificada e não abria, como a electroválvula da máscara de lavagem não dava *feedback* de posição, a máquina de lavar continuou a trabalhar normalmente. Como medida corretiva imediata da avaria, a equipa substituiu as válvulas reguladoras e eliminou o problema.

A última avaria estava associada ao uso de válvulas de membrana na máquina de lavar, imagem à esquerda da figura 4.17. Com o passar do tempo este tipo de válvulas sofre degradação natural e a sua membrana de borracha começa a soltar detritos de borracha. Neste caso, os detritos soltos acabaram por entupir os bicos da lavagem. Não foi possível implementar medidas corretivas imediatas para erradicar o problema.

De forma a evitar que este tipo de avarias voltem a acontecer, o grupo de manutenção pensou em medidas específicas, *standards* e definitivas para cada uma delas.

Na avaria do contacto auxiliar do térmico, criaram uma ação preventiva anual no PMP do equipamento 2288 que consiste na substituição do Contactor+Térmico+Bloco Auxiliar, ação sublinhada a amarelo no anexo D.3. Assim, pelo menos uma vez no ano, estes componentes são avaliados e substituídos pela equipa de manutenção, mantendo o seu bom estado de funcionamento.

Relativamente à avaria das válvulas reguladoras, o grupo decidiu aplicar pressoestatos digitais nos ramais das tubagens a jusante das válvulas para detetar futuras falhas de pressão. Deste modo, é possível saber quando a válvula está com problemas de pressão (abrir/fechar).

A única medida aplicada ao problema do entupimento dos bicos, foi a de uniformizar o tipo de válvulas a usar em todas as máquinas de lavar *Rösler*. Quando comparada a máquina 2288 com as restantes máquinas de lavar, esta era a única que ainda usava válvulas de membrana, as outras já tinham sido atualizadas para válvulas de globo, válvulas que não contêm o elemento de borracha. Assim sendo, o grupo decidiu substituir as válvulas da máquina 2288 pelas válvulas globo, válvula direita da figura 4.17, uniformizando as válvulas globo a todas as máquinas de lavar, eliminando o problema dos detritos de borracha.



Figura 4.17: Válvula da máquina 2288, válvula de membrana à esquerda e válvula de globo à direita .

Reunida toda a informação sobre as avarias da máquina 2288 e as respetivas soluções criadas pela equipa de manutenção, foi possível preencher o quadro dos 5 Porquês. A figura 4.18 apresenta o resultado final da ferramenta 5 Porquês.

Porque 1	Porque 2	Porque 3	Porque 4	Porque 5	Ações de Erradicação	Piloto
Presença de limança na peça no final da lavagem	A máquina de lavar funcionava sem ter o motor da bomba a funcionar	O motor danificado fez disparar o térmico, que estava danificado, substitui-se mas o problema continuava	O contacto auxiliar do térmico com problemas (colado)	Degradação natural	Criação no PMP uma ação anual para substituir o Contactor + Térmico + Bloco Auxiliar	Piloto: Luís Vaz 14/06/2019
	Máquina de lava sem liquido de lavagem	A eletroválvula da mascara de lavagem avariada (não tinha feedback de posição)	Degradação natural		Aplicação de pressoestatos digitais nos ramais das tubagens a jusante das válvulas reguladoras para detetar falhas de pressão; Substituição das válvulas reguladoras	Piloto: Luís Vaz 15/06/2020 05/09/2019
	Lavagem deficiente porque os bicos de lavagem estavam entupidos com detritos de borracha	A válvula de membrana estava degradada e soltava os detritos de borracha	Degradação natural		Substituição das válvulas de membranas por válvulas de globo para eliminar a libertação de detritos de borracha	Piloto: Luís Vaz 08/06/2020

Figura 4.18: 5 Porquês do problema de qualidade.

A causa raiz das avarias foi a degradação natural dos componentes o que é muito comum neste tipo de equipamento, uma vez que, este sofre um uso diário e massivo por parte da produção e muitas das vezes, sem a adequada monitorização do estado dos seus componentes. Todas as ações criadas e já implementadas tiveram como principal objetivo melhorar o acompanhamento do estado dos componentes, aplicando medidas preventivas e monitorizando-os.

Por fim, foi ainda melhorado o *Summary Report*, anexo D.2, com a adição de fotos com os respetivos comentários e organização da informação relativamente às ações criadas.

4.2.3 Estudo de caso 3: Paragem de Agosto

A Paragem de agosto, ou Paragem Anual (PA), é a altura do ano em que a produção para e os equipamentos são intervencionados corretivamente e preventivamente pela equipa da manutenção. Todos os trabalhos são organizados e estruturados ao longo do ano para que na paragem anual esteja tudo pronto para a sua execução.

Os trabalhos realizados são classificados em dois tipos:

1. Ações do Plano de Manutenção Preventiva (PMP): testar o funcionamento das válvulas do circuito de segurança, das barreiras de segurança, verificar folgas de cilindros, casquilhos, substituir peças com tempos de intervenção elevados, etc.
2. Ações de planos de trabalho criados ao longo do ano, que requerem tempo ou condições processuais que só são possíveis quando não existem trabalhos por parte da produção, ou que por falta de material têm de ser realizados no mês da paragem. A maioria destas ações de trabalho, são ações de melhoria do equipamento ou ações para aumentar a segurança de trabalho no equipamento.

Esta altura no ano, apesar de ser destinada à manutenção de todos os equipamentos, deve ser usada para aprimorar as máquinas que mais falhas e custos apresentam para a Renault CACIA. De forma a conhecer alguns dos equipamentos mais problemáticos do ateliê 6, foi analisado o gráfico Gravidade-Frequência do mês de maio de 2020, figura 4.19. Este gráfico relaciona a frequência com que os equipamentos de cada AT sofrem avarias ou paragens não programadas com o tempo (em horas) que cada equipamento esteve sob intervenção da manutenção.

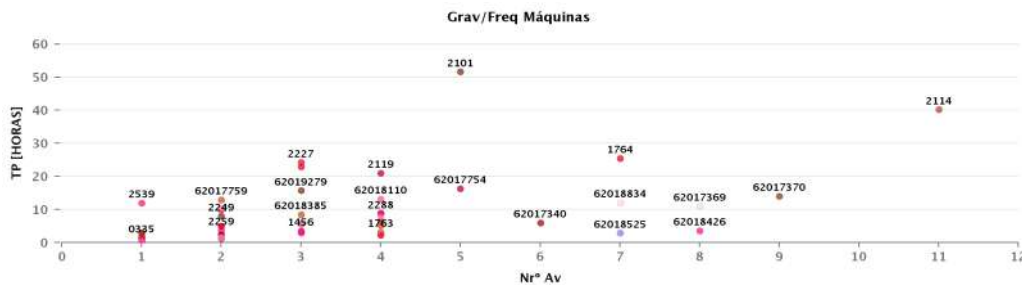


Figura 4.19: Gráfico Gravidade-Frequência de maio de 2020-Ateliê 6.

Da análise do gráfico da figura 4.19 foi possível constatar que dentro no ateliê 6 a UET 3444 era a que apresentava o maior número de avarias, 125 avarias com um total de 331 horas despendidas a intervir pela equipa de manutenção. Os equipamentos críticos deste mês pertenciam à linha de produção *Semelle*, mais concretamente, o 2101, que em 5 avarias precisou de 50 horas para as resolver, e o 2114, que registou o maior número de avarias do mês.

Foi ainda observado o gráfico do *Mean Time To Repair* (MTTR) da UET 3444 do respetivo mês. Os equipamentos que apresentavam os piores valores do indicador continuavam, a ser na sua maioria, equipamentos da linha *Semelle*, figura 4.20.

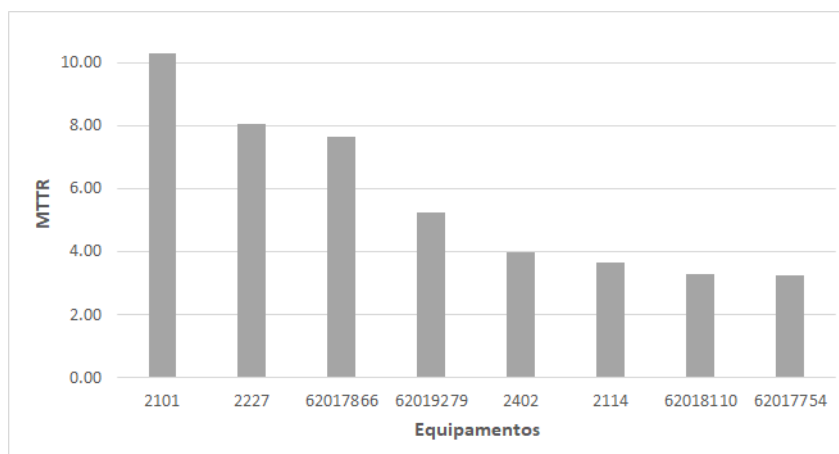


Figura 4.20: MTTR dos piores equipamentos da UET 3444.

De seguida, com a informação obtida nos gráficos foi elaborada a tabela 4.9, com os equipamentos a analisar para a PA, indicando o número de avarias, horas a intervir, o MTTR e o tipo de equipamento. De realçar que apenas foram selecionados os equipamentos pertencem à produção do cârter intermédio.

Tabela 4.9: Informação sobre os equipamentos críticos da *Semelle*.

Nº Equipamento	Nº Avarias	Nº Horas	Tipo	MTTR
2114	11	40	GROB	3,66
2101	5	50	GROB	10,33
2227	3	25	GROB	8,08
62017754	5	12	DMG	3,27
62017866	3	23	DMG	7,67
62018525	7	1	Placa Anti-Emulsão	<1
62018834	7	12	Carga Automática Ilha 1	<2

O primeiro passo consistiu em pesquisar e conhecer as avarias mais recorrentes e mais longas que ocorreram nos equipamentos, desde janeiro até ao início de junho. As avarias foram analisadas tendo em consideração o tipo de equipamento: GROB, DMG, Placa Ani-Emulsão e Ilha nº1.

De acordo com a informação anotada nas Ordens de Trabalho (OT) do GMAO, foram registadas as avarias longas/mês e as que aconteciam com mais frequência, repetitivas. Estas últimas apresentam tempos de intervenção mais curtos, comparativamente às outras.

GROB

As GROB são os centros de maquinação usados na fábrica para realizar etapas da maquinação, figura 4.21.



Figura 4.21: Centros de maquinação GROB.

O equipamento 2114, tabela 4.10, nos primeiros cinco meses do ano apresentou, inúmeras vezes, problemas relacionados com a falta de pressão no aperto da peça e problemas no seu sistema hidráulico. No que diz respeito às suas avarias longas, este apresentou defeitos a marcar o zero do motor e no sistema de lubrificação central.

Tabela 4.10: Avarias mais frequentes na máquina 2114.

Máquina 2114	
Janeiro	Duração(Horas)
Defeito(Def) no aperto da peça (x3)	13:00+3:00+1:00
Paleta fora da posição, defeito na mesa rotativa	10:00
Falha do pressoestato hidráulico na posição fixa	12:30
Fevereiro	Duração(Horas)
Erro no circuito de med do motor (x2)	16:00+2:00
Def A1, erro a marcar zero do motor no circuito	13:00
Falta de pressão no sistema de lubrificação central	12:00
Falha de pressão no aperto (x8)	Avaria repetitiva
Março	Duração(Horas)
Defeito de hardware	0:45
Pressão de aperto NOK	0:30
Abril	Duração(Horas)
Fuga hidráulica(Mangueira degradada + Bomba com fuga)	1:00
Maió	Duração(Horas)
Def A1 no motor(x4)	4:00+6:00+6:30+0:30
Defeito de pressão no aperto da peça	5:00
Bomba hidráulica não debita caudal e pressão necessários	4:30

O centro de maquinação 2227, comparativamente com os outros, foi o que apresentou menor número de avarias ao longo dos meses. As suas avarias foram na maioria problemas com o aperto das pinças, que dificultava o agarrar corretamente na peça.

No mês de maio, foi quando ocorreu a sua primeira avaria longa (20:00 horas), uma fuga hidráulica no sistema por causa de problemas numa mangueira, tabela 4.11.

Tabela 4.11: Avarias mais frequentes na máquina 2227.

Máquina 2227	
Janeiro	Duração(Horas)
Def de aperto na pinça 2	Repetitiva
Def de pressão na pinça 1: válvulas de seq. desapertadas	4:00
Fevereiro	Duração(Horas)
Def na pressão de aperto da pinça 2	2:00
Abril	Duração(Horas)
Vibração nas faces da peça: Patins com folga	3:00
Maior	Duração(Horas)
Fuga de óleo hidráulico: mangueira danificada	20:00

A máquina 2101, tabela 4.12, manifestou alguns problemas relativamente ao aperto das paletes, problemas tanto nos rolamentos como na régua da árvore e também falhas devido à degradação do estado de conservação das pinças. Em relação às avarias mais demoradas foi possível constatar: falhas no eixo y para marcar o zero do motor e erros no *encoder* B do motor.

Tabela 4.12: Avarias mais frequentes na máquina 2101.

Máquina 2101	
Janeiro	Duração(Horas)
Queda da ferramenta da árvore: Pinças danificadas (x2)	2:00+7:00
Def no aperto da paleta(x3)	Repetitiva
Def na excentricidade da árvore: Régua danificada	12:00
Fevereiro	Duração(Horas)
Def YA3 a marcar o zero do motor(x3)	12:00+0:10+4:00
Def na pressão de aperto da paleta	1:00
Def na troca de ferramenta: pinça danificada	3:30
Março	Duração(Horas)
Rolamentos da árvore muito danificados	10:00
Maior	Duração(Horas)
Paleta não fixa: Cabos NOK	6:40
Erro no eixo Y: motor Y avariado	15:00
Def no circito de medição de hardware do eixo: Encoder B com erros	22:00

DMG

Na linha *Semelle*, as máquinas DMG, figura 4.22, são usadas como centros de maqui-
nação na etapa de pré-maqui-
nação, como é o caso da 62017754 e da 62017866.



Figura 4.22: Centros de maqui-
nação DMG.

No decorrer de Março e Maio, o centro de maqui-
nação 62017754 apresentou proble-
mas repetitivos na troca de ferramenta devido à existência excessiva de limalha. Outro
problema foram as avarias recorrentes no sistema de refrigeração, nas suas válvulas,
pressoestatos, eletroválvulas e no nível de óleo no tanque. Este equipamento apresentou
ainda uma avaria nos rolamentos que influenciava a saúde dos trabalhadores, os rola-
mentos estavam tão danificados que causavam um ruído excessivo para os ouvidos dos
trabalhadores.

Contudo, a avaria mais longa foi a do canal de ar da paleta, estava entupido e sempre
a dar defeito no fugómetro, demorou 88h a ser resolvido, tabela 4.13.

Tabela 4.13: Avarias mais frequentes na máquina 62017754.

Máquina 62017754	
Janeiro	
Def de pressão no hidráulico: Computador rot NOK	Duração(Horas)
	18:00
Def no fugómetro: Canal de ar da paleta entupido	88:00
Sistema de refrigeração: eletroválvula NOK + válvulas e filtro de óleo NOK(x2)	2:30+1:30
Fevereiro	
Def no sistema de refrigeração: Tanque cheio não deixa anular o alerta do defeito	Duração(Horas)
	6:00
Def. débito de óleo de corte: Falta de pressão + válvula e pressoestatos danificados(x2)	1:00+4:00
Março	
Def. na troca de ferramenta: muita limalha(x6)	Duração(Horas)
	Repetitiva
Def. no sistema de refrigeração: pressoestato desafinado + falta de óleo no tanque(x2)	0:30+0:30
Maio	
Ruído excessivo: Rolamentos gripados	Duração(Horas)
	12:00
Def. na troca de ferramenta: muita limalha(x3)	Repetitiva
Def. em Y na monitorização da posição: Falta de óleo	4:00

A DMG 62017866, ao longo dos cinco meses, revelou defeitos principalmente no grupo hidráulico que adquiria temperaturas elevadas e baixas pressões, tabela 4.14.

Tabela 4.14: Avarias mais frequentes na máquina 62017866.

Máquina 62017866	
Janeiro	Duração(Horas)
Def no grupo hidráulico: temperatura elevada	1:50
Abril	Duração(Horas)
Def no grupo hidráulico: sobre-aquecimento + pressão hidráulica baixa	3:00
Def no grupo hidráulico: temperatura elevada, fuga interna nas válvulas	3:00
Maio	Duração(Horas)
Def no variador Ox: disjuntor sempre a disparar	7:00
Def no sistema hidráulico: entrada avariada	8:00
Def de temperatura elevada no motor: válvula danificadas	8:00

Placa Anti-Emulsão

Ao analisar as avarias da máquina 62018525, figura 4.23 foi possível verificar que esta era um pouco diferentes das restantes máquinas apresentadas neste estudo de caso.



Figura 4.23: Máquina 62018525.

Este equipamento não apresentava avarias longas ($MTTR < 1$) nem uma grande diversidade nas suas avarias. Contudo, ela manifestava todos os meses uma avaria muito específica e repetitiva: problemas a inserir/detetar as anilhas na montagem da placa anti-emulsão no cárter intermédio, tabela 4.15.

Tabela 4.15: Avarias mais frequentes na máquina 62018525.

Máquina 62018525	
Janeiro	Duração(Horas)
Def no Intec: anilhas encravadas e falhas no alimentador de anilhas(x7)	Repetitiva
Def na deteção da anilha: sujidade + falha na fotocelúla	Repetitiva
Fevereiro	Duração(Horas)
Anilhas encravadas: calha desalinhada +falha da fibra ótica	Repetitiva
Def. Intec(problema com as anilhas): detetores desafinados	Repetitiva
Março	Duração(Horas)
Paletes encravadas: amortecimento NOK+ detetores desafinado	Repetitiva
Anilhas encravadas: Calha encrava as anilhas	Repetitiva
Maió	Duração(Horas)
Calha do Intec(calha que transporta anilhas): degradada e desalinhada	Repetitiva

Ilha nº1

Na máquina 62018834, o elemento que registou maior número de avarias foi o transportador, que encravava as paletes por estar desalinhado ou por causa do tapete, que encravava por ter componentes degradados e desalinhados. Ainda foi possível constatar que, esta máquina também apresentou algumas falhas com tempos de intervenção consideráveis, como foi o caso do posicionamento de detetores e lasers, tabela 4.16.

Tabela 4.16: Avarias mais frequentes na máquina 62018834.

Máquina 62018834	
Janeiro	Duração(Horas)
Def. detetor do cilindro de aperto da paleta: detetor desalinhado	3:00
Robô com falhas: manga degradada e os cabos partiram	3:00
Fevereiro	Duração(Horas)
Def. no sinal do laser: desafinado	2:00
Março	Duração(Horas)
Paletes pressas: transportador desalinhado	0:30
Correia do elavador de paletes NOK: Fusível em falta	0:40
Abril	Duração(Horas)
Tapete do transportador de paletes NOK(x4)	1:50+1:00+2:00+1:00
Maió	Duração(Horas)
Tapete do transportdor NOK: corrente encravada+ guias desalinhadas +degradação (x5)	4:00+1:00+1:35+1:30
Def no transportador superior: Encrava(x2)	3:00+0:30

Conhecendo as principais avarias de todos os tipos de equipamentos, o próximo passo consistiu em estruturar, com o auxílio da fiabilista do Ateliê, uma lista de ações a realizar na paragem de Agosto. Para tal, foi necessário recorrer ao Plano de Manutenção Preventiva dos equipamentos e perceber se existia alguma ação já programada e verificar a existência de planos de trabalho.

Por último, foi associado o material a cada ação, especificando o tipo de material ou elemento a substituir e indicando a sua referência no sistema GMAO.

A maioria das avarias associadas às GROB eram problemas de aperto nas pinças/garras do armazém, fugas no grupo hidráulico, falhas na árvore, no motor e nos eixos do equipamento. Deste modo, as ações para a PA relacionadas com as GROB passaram por aprimorar estes componentes, tabela 4.17.

Tabela 4.17: Ações para a paragem anual: GROB.

Tarefa	Material	Referência
Verificar as pinças/garras armazenadas: garras + molas+ folga	Garra rep.44 "grob"	R900566044
Limpar bomba hidráulica/turbina	_____	_____
Verificar/Retificar manguerias hidráulica	_____	_____
Substituir os orings do bloco hidráulico	Já estão no grupo	
Verificar/Substituir cablagem: válvulas/pressostatos	Cabo P/pressoestato forma A 18mm Cabo M(M12) Bobine18mm 1m por Cabo bobine (M12)18MM RST 5VAD3C41228/1M	R100582841 R100253226 R100330025
Verificar canos de régua/motor/encoders: retirar cablagem excedente	_____	_____
Verificar as guilhotinas do eixo Y: verificar /substituir o rail guia	Rail guia "STAR"	R100167299
Verificar a guilhotina eixo X: verificar/substituir as correias	Correia dent.P5 LG750 L10 Correia dent. "BINDER"	R100138445 R100139375
Verificar sistema de lubrificação: substituir lubrificador	Lubrificador-EP "SNR"(MASSA)	R100013199

Relativamente às DMG, as avarias mais frequentes e problemáticas eram avarias relacionadas com o sistema de refrigeração, a elevada temperatura do grupo hidráulico e defeitos na troca de ferramenta. Na tabela 4.18, estão as ações definidas para aplicar nas DMG durante a PA.

Tabela 4.18: Ações para a paragem anual: DMG.

Tarefa	Material	Referência
Verificar o sistema de refrigeração: verificar/substituir o filtro	Elemento filtro 20MIC	R100646710
Substituir liquido refrigerante	Já existe no grupo	
Verificar o sistema de refrigeração: corrigir as pressões	pressões:2.5 bar	
Verificar o grupo hidráulico: carregar acumulador geral + grupo hidráulico aperto	_____	_____
Verificar/Substituir tubagens hidráulicas	_____	_____
Substituir o filtro do G.hidráulico	Elemento filtro 03811169 020 BH/SFREE	R100680375
G.Hidráulico: reparar/subst válvulas drawback	Vedante tipo N 20X28X4 O'ring 20X3 NITRILE 70SH	X031252102 X045254102
Substituir molas trocador ferramenta	Mola Compr Sec. Ret.17X11X50 Mola Compr 17X11X80	R904113129 R904113130

A máquina da placa anti-emulsão teve inúmeros problemas com a inserção das anilhas, quer seja por problemas nos detetores quer seja na própria calha onde as anilhas se movem. Para tentar minimizar este problema foram definidas ações preventivas e organizado um plano de ações, tabela 4.19.

Tabela 4.19: Ações para a paragem anual: Placa Anti-Emulsão.

Tarefa	Material	Referência
Verificar/Substituir a calha	Calha no grupo	—
Verificar/Substituir a fibra óptica	Fibra Óptica "Telemec" REF:XUF-N12301	X849635789
Verificar/ Ajustar as foto-células	—	—
Modificar gaveta de envio das anilhas para permitir fixação total do cilindro da gaveta	Melhoria entregue ao progresso contínuo	—
Plano de Ações: Criar elemento de gestão visual para assinalar avarias	Corpo p/sinaliz.verm c/led	R100201068
	Corpo completo "TELEMEC"	R100217520
	Corpo p/sinaliz.verm c/led	R100217670
	Bloco lum.verm.24VAC/DC "TELEMEC"	R100249494
	Caixa metálica 80X175X74,5 (6 botões)	X721128702

Finalmente, as ações definidas para a máquina 62018834 tiveram como principal objetivo reduzir avarias no transportador, tabela 4.20.

Tabela 4.20: Ações para a paragem anual: Ilha nº1.

Tarefa	Material	Referência
Revisão mecânica no pórtico	—	—
Verificar os lubrificadores auto pórtico	—	—
Revisão das paletes	—	—
Afinar batentes	—	—

4.2.4 Estudo de caso 4: Revisão e atualização dos Planos de Manutenção Preventiva

Na Renault CACIA, a prática dos Planos de Manutenção Preventiva (PMP) garante à empresa que todos os equipamentos são frequentemente monitorizados e cuidados, como por exemplo no MPM semanal de cada linha ou na PA, preservando o seu estado de conservação. Assim, a empresa consegue reduzir as paragens não programadas, aumentar a fiabilidade da linha, a disponibilidade do equipamento e reduzir o custo de manutenção.

Posto isto, é de extrema importância que os PMP estejam o mais atualizados e coerentes possíveis com o uso e desgaste do equipamento, de forma a que a intervenção do técnico de manutenção seja a mais correta. O objetivo deste trabalho passa por corrigir e melhorar o PMP de duas máquinas de estanqueidade, uma da ilha nº2 e outra da linha nº3, figura 4.24.

A atualização dos PMP pode resultar na adição, remoção ou alteração de algumas ações, tendo em conta os seguintes fatores:

- Periodicidade da ação;
- Complexidade da ação;
- Adequação da tarefa ao equipamento

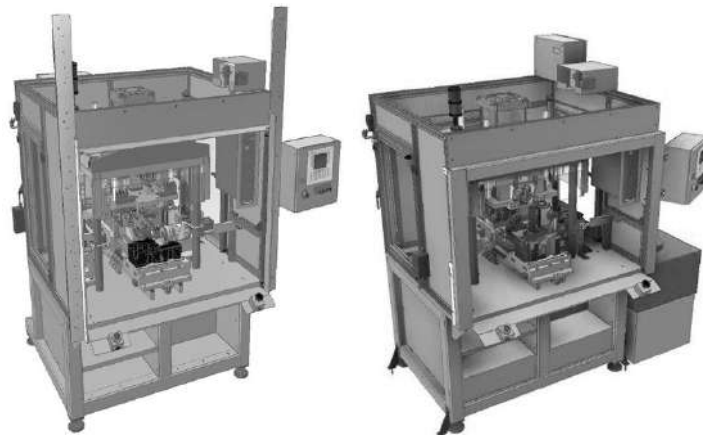


Figura 4.24: Figura ilustrativa das máquinas de estanqueidade, à esquerda a máquina da ilha 2 e à direita a máquina da linha 3.

Estanqueidade ilha nº2: Máquina 62018139

Inicialmente, foi analisado o PMP do fornecedor com o intuito de conhecer as tarefas de manutenção aconselhadas pelo fabricante para manter o bom estado da máquina, anexo E.1 e E.2.

A maioria das tarefas presentes no PMP do fornecedor eram tarefas muito simples, de limpeza ou de verificação do estado do componente, e na sua maioria de curta duração, entre 1 a 5 minutos. Como esperado, continha também as tarefas obrigatórias de segurança do equipamento: verificar a existência dos componentes de segurança, o seu estado de conservação e funcionamento. As tarefas longas variavam entre 10 a 15 minutos e estavam associadas à verificação do estado dos elementos do circuito pneumático, dos detetores do elect/autómato, do o'ring de vedação do tamponamento e à limpeza do laser, das face de tamponamento e do interior e exterior do equipamento. Quando comparado com o PMA do respectivo equipamento, anexo C.3, foi possível verificar que a maioria das tarefas do PMP do fornecedor correspondiam às tarefas já implementadas no atual Plano de Manutenção Autónoma.

Relativamente à periodicidade das tarefas, este tinha nove tarefas diárias de 1 a 2 minutos, onze tarefas semanais com durações de 1 a 15 min, treze tarefas quinzenais de 2 a 10 min e três tarefas mensais de 5 a 10 min.

De seguida, foi examinado o PMP da Renault CACIA, anexo E.3, E.4 e E.5. As tarefas eram baseadas em verificações de funcionamento, inspeções mecânicas e elétricas e substituições de componentes da máquina. Comparativamente ao PMP do fornecedor, estas tarefas apresentavam uma acrescida complexidade, uma vez que, era necessário conciliar o conhecimento dos componentes mecânicos e elétricos com o modo de funcionamento da máquina. Contudo, foram identificadas duas tarefas desatualizadas no PMP: a ação do ATEQ, o circuito pneumático já não aplica o ATEQ, e a ação de marcação do tecnifor, uma vez que, a máquina já não realiza esta operação, figura 4.25.

Sub-conjunto	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	Valores limites
MP Es tecnifor	marcacao	verificar desgaste e funcionam ento	5	84		
circuito pneumatico	ateq	verificar funcionamento e fil tro	5	84	MEP	

Figura 4.25: Ações desatualizadas do PMP de CACIA.

Em relação à periodicidade, a empresa estabeleceu tarefas com períodos de realização de 84 dias até 720 dias, sendo que, a maioria realiza-se de seis em seis mês. Em conversa com a fiabilista do ateliê concluiu-se que muitas das tarefas trimestrais não eram executadas com a periodicidade estabelecida, uma vez que, os componentes não se degradavam a uma velocidade tão rápida. Por isso, estas ações deviam ser especialmente revistas, ajustado a periodicidade conforme a necessidade dos equipamentos.

Com o intuito de conhecer quais os componentes que mais originavam avarias e qual o tipo de avarias foram analisadas as OT de setembro de 2019 a junho de 2020. De notar que no mês de abril a máquina não registou nenhuma avaria.

A tabela 4.21 resume quais os componentes que apresentaram mais anomalias e a respetiva avaria.

Tabela 4.21: Componentes e as suas anomalias: Máquina 62018139.

Mês	Componentes	Anomalia
Setembro	Foto-célula não deteta tipo de cárter Detetores do tipo de peça	Não estava ajustada Posicionamento incorreto Não estava afinada
Outubro	Pino de placagem e do furo Fibra ótica	Partidos Danificada
Novembro	Detetores: da loctice, do tipo de peça e do cilindro de tamponamento Hastes do cilindro	Desajustados Desafinados Empenadas
Dezembro	Detetores: de tamponamento, datamatrix, da loctite	Desafinados Desalinhados
Janeiro	Detetores: tamponamento sup, tamponamento vertical Vedantes Fibra ótica	Desalinhado Desajustados Fugas de AP/ BP Danificada
Fevereiro	Detetores: do tipo de peça, de segurança	Desalinhado Danificado
Março	Cilindro Sonda	Danificado
Maio	Calha P2	Desalinhada

Ao longo dos meses, os elementos que causaram mais anomalias foram os detetores, que ou estavam desajustados ou desalinhados, e a fibra ótica, que rapidamente se danificava. Os detetores já tinham uma operação preventiva no PMP de CACIA mas

com uma periodicidade que não era cumprida (84 dias), então seria adequado ajustar a periodicidade da tarefa e adicionar a fibra ótica ao subconjunto do Circuito Eléctrico.

Nas OT foi ainda possível encontrar uma avaria associada ao cilindro sonda, que no PMP de CACIA, não têm qualquer tarefa preventiva associada.

Relativamente aos elementos com periodicidade de 84 dias, nas OT não foi encontrado nenhuma anomalia que justificasse a aplicação de um período tão regular, até porque alguns dos elementos têm ações quinzenais no PMA para verificar o seu estado de conservação. Logo, o período mais correto seria o de 180 dias e não de 84 dias.

No subconjunto Marcador Laser, com uma periodicidade inicial de 720 dias, e o elemento cilindro de deslocação do sub conjunto Mesa Porta Peça, com uma periodicidade inicial de 180 dias, teria mais sentido a sua periodicidade ser ajustada para 360 dias. Uma vez que, no caso do Marcador Laser, este é normalmente intervencionado anualmente na PAe no caso no cilindro de deslocação não existe registo de anomalias que o justifiquem uma ação preventiva de 180 dias.

A seguir, com o auxílio da fiabilista, verificou-se que existiam determinados componentes da estanqueidade, que apesar de não estarem registados nas OT e de não serem prioritários, não tinham nenhuma ação preventiva no PMP, como é o caso do *filtermister* do sistema de aspiração, do *datalogic* do sistema de marcação e do leitor de código de barras da máquina.

Por último, foi clarificada a tarefa de verificação do estado do componente para verificação do estado de conservação, empeno, limpeza e nos casos dos detetores ou fotocélulas para verificação do estado de conservação, ajuste e posição.

Resumidamente, de acordo com toda a informação recolhida e analisada foi possível criar uma lista de tópicos para atualizar o PMP da máquina 62018139:

- Retirar as tarefas referentes ao ATEQ e ao *tecnifor*, figura 4.25;
- Acrescentar tarefas preventivas para os componentes mencionados nas OT que não tem ações no PMP: a fibra ótica, o cilindro sonda;
- Acrescentar tarefas preventivas básicas para elementos da estanqueidade que não tinham ações de manutenção agendadas;
- Alterar a periodicidade de algumas tarefas;
- Clarificar a tarefa de verificação do estado do elemento.

As tarefas propostas para a melhoria do PMP da máquina 62018139 estão registadas na tabela 4.22: a amarelo estão as ações em que se propõem alterar/clarificar o português e/ou a periodicidade e a verde as ações/elementos que se propõem adicionar ao PMP.

Tabela 4.22: Tarefas proposta para a melhoria do PMP.

Subconjunto	Elemento	Operação	Tempo Previsto (hh:mm:ss)	Periodicidade	Estado da Máquina
Armário elétrico	Documentação técnica	Verificar existência e estado	00:00:005	360	MEP
Circuito elétrico	Detetores e fibra ótica	Verificar estado, ajuste e posição	0:00:10	180	PCT
Circuito pneumático	Cilindro desloca. masc	Verificar estado de conservação, empeno e limpeza	00:00:10	180	PCT
	Cilindro marcação	Verificar estado de conservação, empeno e limpeza	00:00:10	360	PCT
	Cilindro Tamponamento	Verificar estado de conservação, empeno e limpeza	00:0:10	180	PCT
	Cilindro Sonda	Verificar estado de conservação, empeno e limpeza	00:00:10	180	PCT
Marcador laser	Controlador	Limpeza	00:00:10	360	MEP
		Substituição dos ventiladores	00:00:30	360	PST
Máscara	Guia e casquilhos	Verificar folgas, desgaste e lubrificação	00:00:05	180	MEP
	Molas de compressão	Verificar estado de conservação	00:00:05	180	MEP
Mesa	Batentes mecânicos	Verificar estado, aperto e reapertar se necessário	00:00:15	180	PCT
Mesa porta peça	Cilindro deslocamento	Verificar estado de conservação, empeno, limpeza e funcionamento	00:00:10	180	MEP
	Rails	Verificar folgas e desgaste	00:00:05	180	PCT
Sistema de aspiração	Filtermister	Verificar estado de funcionamento	00:00:02	180	PCT
Código de barras	Leitor	Verificar estado de conservação e de funcionamento	00:00:02	180	PCT
Modelos	Celula laser	Verificar estado de conservação, ajuste e posição	00:00:02	180	PCT
Sistema de marcação	Datalogic	Verificar estado de conservação e funcionamento	00:00:02	180	MEP

Estanqueidade linha nº3: Máquina 62018986

A atualização do PMP da máquina 62018986 seguiu as mesmas etapas de revisão e atualização do PMP da estanqueidade da ilha nº2:

- Análise do PMP do fornecedor;
- Análise do PMP de CACIA;
- Análise das OT de setembro de 2019 a junho de 2020.

As tarefas existentes no PMP do fornecedor, anexo E.6 e E.7, eram tarefas que não requeriam um conhecimento profundo sobre os componentes do equipamento, tal como aconteceu na máquina 62018139. No geral, as tarefas serviam para prestar serviço de limpeza aos componentes, verificar o seu estado de conservação e dos elementos de segurança. Os tempos previstos para a sua realização variavam entre 1 a 15 minutos, as ações mais longas estavam relacionadas com a verificação do estado dos elementos do circuito pneumático e dos detetores do elect/autómato e a ações de limpeza do laser, das face de tamponamento e do interior e exterior do equipamento. Relativamente à distribuição temporal das tarefas, o fabricante estabeleceu dez tarefas diárias, com duração de 1 a 2 minutos, treze tarefas semanais, de 1 a 15 minutos, catorze tarefas quinzenais de 2 a 5 minutos e três tarefas mensais com duração de 5 a 10 min.

Quando comparadas com as tarefas do Plano de Manutenção Autónoma, anexo C.5, estas voltam a ser muito semelhantes. As ações do PMP do fornecedor não requerem a intervenção por parte de um técnico de manutenção, uma vez que, são ações básicas de manutenção e qualquer operador de linha as pode realizar.

Ao analisar o PMP de CACIA, anexo E.8, E.9, E.10 e E.11, verificou-se que as ações eram baseadas ou em verificações do estado de conservação e de funcionamento dos elementos ou limpeza dos mesmos ou ainda em substituições de componentes. Este tipo de ações já exige um grau de conhecimento mais elevado sobre os componentes mecânicos e eléctricos da máquina. Foi possível ainda verificar uma ação desadequada ao equipamento, a substituição das baterias do autómato, pois atualmente já não se usam baterias mas sim um pequeno elemento chamado cartão, figura 4.26.

Sub-conjunto		Elemento	Acção por efectuar	TP	P	EM	Valores limites
MP	Es						
armario ele		automato	substituicao das baterias	10	720		

Figura 4.26: Ação desatualizada do PMP de CACIA.

No Plano de Manutenção Preventiva da empresa constatou-se que existiam duas ações para verificar o posicionamento e estado de detetores ou células, diferindo apenas na localização do elemento, figura 4.27. Para uniformizar o PMP desta estanqueidade com o da estanqueidade da ilha nº2, decidiu-se tirar os detetores e células do subconjunto Geral Máquina e criar o subconjunto Circuito Eléctrico com a ação de verificação para os detetores e as células. Relativamente, à ação dos detetores magnéticos foi movida do subconjunto Sistema de tamponamento para o da Máquina Geral, pois são bem evidentes na máquina não sendo necessário especificar o lugar.

Sub-conjunto		Elemento	Acção por efectuar	TP	P	EM	Valores limites
MP	Es						
geral maquina		detetores e celulas	verificar estado de conservacao e fixacao	10	180	PCT	
sist.tampon.superior		detectores magnetico	verificar estado de conservacao e fixacao	10	180	PCT	

Figura 4.27: Antiga ação de verificação dos detetores.

Relativamente ao conjunto de guiamento do equipamento, pensou-se em generalizar a ação de verificar as folgas e o desgaste. Esta ação aparecia cinco vezes no PMP em subconjuntos diferentes, figura 4.28. Para tal, moveu-se a ação dos subconjuntos de Sistemas de Tamponamento e de Mesa para a Geral Máquina e assim a ação aplica-se a todos os seus subconjuntos .

Sub-conjunto	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	limites
MP Es mesa	rails e patins	verificar folgas desgaste e lubrificação		10	84	PCT
sist.tampon.superior	guias e casquilhos	verificar folgas desgaste e lubrificação		5	180	PCT
sist.tampon/marcacao	rails e patins	verificar folgas desgaste e lubrificação		5	84	PCT
sistema tampon.dir	guias e casquilhos	verificar folgas desgaste e lubrificação		5	84	PCT
sistema tampon.esq.	guias e casquilhos	verificar folgas desgaste e lubrificação		5	84	PCT

Figura 4.28: Repetição da ação do conjunto de guiamento- PMP de CACIA.

Verificou-se ainda, que faltava uma ação no PMP de CACIA relativamente ao sub-conjunto Armário Elétrico, a de verificar a existência e estado de conservação da sua documentação técnica.

Em relação à periodicidade das ações da máquina 62018986 a Renault CACIA estabeleceu também as ações de 84 dias até 720 dias. No entanto na linha nº3 acontecia o mesmo que na ilha nº2, muitas das tarefas não eram executadas no período estabelecido. Portanto, a periodicidade devia ser revista e ajustada consoante a sua necessidade.

Para ajustar a periodicidade e conhecer elementos da máquina que precisem de ações preventivas no PMP foram revistas as OT de setembro de 2019 a junho de 2020, tabela 4.23.

Tabela 4.23: Componentes e as suas anomalias: Máquina 62018986.

Mês	Componentes	Anomalia
Novembro	Cilindro de cima Válvulas de entrada Datamatrix	Descentrado/Desajustado Presas(falta de limpeza) Keyence desafinado
Dezembro	Detetor diversidade Sensor Detetor cilindro tampão	Avariado/Degradado Não deteta peça/ Desalinhado Desajustado
Janeiro	Foto-célula do tipo de peça Haste do cilindro	Danificada Calcinada
Fevereiro	Cilindro arco da cambota Mola Tamponamento O'rings d.116mm Tampão da face 500/600	Danificado
Março	Cilindro de tamponamento Casquilho do tamponamento O'rings e molas de tamponamento Foto-célula de diversidade	Preso Folga Danificados Degradada
Maio	Bolacha do tamponamento Cilindro do filtro	Degradada Oxidado

Nos meses de setembro, outubro e abril a máquina não registou avarias. De acordo com a tabela 4.23, foi possível verificar que o sistema problemático da máquina, era o sistema

de tamponamento, com o seus componentes (as molas, o'rings, casquilhos, tampão e os cilindros) constantemente danificados/degradados. Verificou-se ainda que, tal como na estanqueidade da ilha nº2, a da linha nº3 também apresentava algumas anomalias devido ao posicionamento dos detetores/foto-células de diversidade.

No PMP de CACIA já existiam ações para os detetores e para os cilindros, por isso, apenas foi necessário rever a operação e ajustar a sua periodicidade. A periodicidade dos cilindros foi ajustada consoante o tipo de cilindro e o seu desgaste. Os cilindros de tamponamento sofriam uma degradação muito maior que o cilindro 250/160, portanto a periodicidade do cilindro 250/160 poderia ser mais espaçada do que a dos cilindros de tamponamento. O cilindro de deslocamento tinha uma periodicidade de 84 dias, no entanto, como não apresentava anomalias com regularidade a sua periodicidade poderia ser ajustada para 180 dias. Assim sendo, o cilindro 250/160 poderia ter uma periodicidade de 360 dias.

Relativamente, a outros elementos com periodicidades de 84 dias a maioria foi ajustada para 180 dias, uma vez que, os elementos não apresentavam a necessidade de ser verificados num espaço de tempo tão curto. O subconjunto do Circuito Pneumático foi o único que passou de 84 dias para uma periodicidade anual (360 dias).

Foi ainda ajustada a periodicidade do subconjunto Marcador Laser porque normalmente as ações descritas no PMP eram executadas com mais frequência do que o período estabelecido no PMP, por isso, teria mais sentido a sua periodicidade ser de 360 dias do que de 720 dias.

Em conjunto com a fiabilista do AT6 constatou-se que faltavam ações preventivas para os elementos de segurança do subconjunto Modo degradado, concretamente testar o funcionamento das barreiras de segurança e da paragem de segurança.

Por último, foi clarificada a tarefa de verificação do estado do componente para verificação do estado de conservação, empeno, limpeza e nos casos dos detetores ou foto-células para verificação do estado de conservação, ajuste e posição.

Tendo em conta todos os aspetos anteriormente referidos, as propostas para atualizar o PMP da estanqueidade da linha nº3 são:

- Retirar a tarefa do elemento automático: Substituição das baterias;
- Generalizar e uniformizar as tarefas dos detetores e do conjunto de guiamento;
- Acrescentar a tarefa do sub conjunto do Armário Elétrico e do Modo degradado;
- Adicionar o elemento mola ao subconjunto Sistema Tamp/Marcação, com a respetiva tarefa;
- Rever a periodicidade das operações;
- Clarificar a operação de verificação do estado de conservação.

Na tabela 4.24, resumem-se todas as propostas de atualização ao PMP da máquina 62018986. A amarelo estão as ações em que se propõem alterar o português e/ou a periodicidade e a verde as ações/elementos que se propõem adicionar ao PMP.

Tabela 4.24: Tarefas propostas para a melhoria do PMP.

Subconjunto	Elemento	Operação	Tempo Previsto (hh:mm:ss)	Periodicidade	Estado da Máquina
Armário elétrico	Documentação técnica	Verificar existência e estado	00:00:05	360	MEP
Circuito elétrico	Detetores e fibr ótica	Verificar estado, ajuste e posição	0:00:10	180	MEP
Circuito pneumático	Distribuição/regulação	Verificar estado de conservação e funcionamento	00:00:10	360	MEP
Máquina geral	Rails e patins	Verificar folgas e desgaste	00:00:05	180	PCT
	Guias e casquilhos	Verificar folgas e desgaste	00:00:05	180	PCT
	Dettores magnéticos	Verificar estado de conservação e de funcionamento	00:00:05	180	PCT
Marcador laser	Controlador	Limpeza	00:00:10	360	MEP
		Substituição dos ventiladores	00:00:30	360	PST
Modo degradado	Barreiras de segurança	Testar funcionamento	00:00:03	180	MEP
	Paragem de emergência	Testar funcionamento	00:00:03	180	MEP
Mesa	Batentes mecânicos	Verificar estado, aperto e reapertar se necessário	00:00:15	180	PCT
	Cilindro deslocamento	Verificar estado de conservação, empeno, limpeza e funcionamento	00:00:05	180	PCT
	Esteira p/cabos	Verificar estado de conservação e funcionamento	00:00:05	180	MEP
Sistema tampon.sup	Cilindro tamponamento	Verificar estado de conservação, empeno, limpeza e funcionamento	00:00:05	180	PCT
	Cilindro 250/160	Verificar estado de conservação, empeno, limpeza e funcionamento	00:00:05	360	PCT
Sistema tampon. marcação	Cilindro tamponamento	Verificar estado de conservação, empeno, limpeza e funcionamento	00:00:05	180	PCT
	Marcação letra	Verificar desgaste e funcionamento	00:00:02	360	PCT
	Multiplicador de pressão	Verificar desgaste e funcionamento	00:00:02	180	PCT
	Molas de compressão	Verificar desgaste e funcionamento	00:00:05	180	MEP
Sistema tampon.dir	Cilindro tamponamento	Verificar estado de conservação, empeno, limpeza e funcionamento	00:00:05	180	PCT
Sistema tampon.esq	Cilindro pneumático	Verificar estado de conservação, empeno, limpeza e funcionamento	00:00:05	180	PCT
Sistema de aspiração	Filtermister	Verificar estado de funcionamento	00:00:02	180	PCT
Código de barras	Leitor	Verificar estado de conservação e de funcionamento	00:00:02	180	PCT
Modelos	Célula laser	Verificar estado de conservação, ajuste e posição	00:00:02	180	PCT
Sistema de marcação	Datalogic	Verificar estado de conservação e funcionamento	00:00:02	180	MEP

As propostas de melhoria dos PMP das máquinas de estanqueidade foram aprovadas pela fiabilista do AT 6, que se comprometeu a enviar as propostas aos serviços técnicos para alterarem informaticamente os planos de manutenção preventiva.

Capítulo 5

Conclusão, Limitações e Trabalhos Futuros

Neste último capítulo é apresentada a conclusão de todo o projeto desenvolvido, assim como as limitações sentidas ao longo da sua realização. Por fim, são sugeridos trabalhos futuros para melhoria da fiabilidade da linha *Semelle*, de realçar o da etapa de montagem da placa anti-emulsão do cárter intermédio.

5.1 Conclusão

A performance das instalações fabris está intimamente relacionada com o seu nível de produtividade. Quanto menor o número de avarias, de paragens não programadas, de defeitos e desperdícios, maior é a disponibilidade e fiabilidade de todos os equipamentos da linha de produção.

As paragens não programadas nos equipamentos são uma das principais causas de não produtividade e conseqüentemente baixos níveis de desempenho. A implementação da manutenção de forma contínua e atualizada permite monitorizar tanto o estado de funcionamento como o de conservação dos equipamentos e evitar este tipo de acontecimento. Para tal, é necessário gerir, acompanhar, avaliar e melhorar os planos de manutenção aplicados na empresa.

Na Renault CACIA, as atividades de manutenção baseiam-se na implementação dos pilares do TPM em toda a organização. No entanto, a sua implementação só por si não é suficiente para garantir o melhor e contínuo funcionamento da produção. É necessário verificar, ajustar e atualizar as ações TPM à funcionalidade, ao estado e uso dos equipamentos, evitando a degradação dos mesmos. Os estudos de caso apresentados ao longo deste documento foram desenvolvidos tendo em conta essa necessidade.

No primeiro estudo de caso, realizada a análise dos Planos de Manutenção Autónoma (PMA) dos equipamentos da etapa de montagem da linha *Semelle*, foi evidente a necessidade de os atualizar. A maioria dos equipamentos já continha PMA, contudo, apresentavam tanto ações incompletas e desenquadradas com a sua aplicação, como períodos de intervenção incorretos, que aumentavam o desleixe por parte dos operadores na prática da manutenção autónoma. A atualização e uniformização dos PMA na *Semelle*, permitiu assegurar que todos os equipamentos têm implementadas todas as ações básicas

e gerais de limpeza e verificação, que todas as ações específicas de manutenção autónoma vão de encontro à funcionalidade e estrutura dos equipamentos e que o tempo de intervenção está devidamente estabelecido e dividido entre os períodos de produção e não produção. Desta forma, é possível assegurar o bom estado de conservação e de funcionamento dos equipamentos, diminuindo as avarias devido ao desgaste e à degradação dos seus componentes, aumentando a sua disponibilidade e consecutivamente a fiabilidade da linha.

O segundo estudo de caso consistiu na conclusão de um dossiê com o preenchimento do quadro dos 5 Porquês e melhoria do *Summary Report* para solucionar um defeito de qualidade dos cárteres intermédios, após realizarem a etapa de lavagem na linha nº1 da *Semelle*. O quadro dos 5 Porquês expõe e conclui, de forma sintética, as causas-raiz do problema e as ações corretivas e preventivas aplicadas para o solucionar e eliminar. A conclusão deste dossiê permite à empresa ter uma série de soluções já estabelecidas caso volte a acontecer um problema deste tipo em qualquer ateliê de fabricação, o que permite diminuir o tempo de resposta dos técnicos da manutenção e aumentar a fiabilidade da linha.

O terceiro estudo de caso apoiou-se na análise de gráficos de Gravidade-Frequência e do indicador *Mean Time To Repair* (MTTR) para complementar e aprimorar as ações corretivas para a Paragem Anual. De acordo com a informação dos gráficos foram selecionados os equipamentos mais prejudiciais no mês de maio para a linha *Semelle*, averiguadas as suas avarias ao longo de cinco meses. Por fim, foram pensadas e definidas ações para reduzir/eliminar os problemas registados nas Ordens de Trabalho e melhorar o estado de conservação e funcionamento dos equipamentos.

O último estudo de caso focou-se na revisão e melhoria das ações, da estanqueidade da ilha nº2 e linha nº3, destinadas aos técnicos de manutenção no *Management Media Performance* (MPM). A análise do Plano de Manutenção Preventiva (PMP) do fornecedor permitiu concluir que as suas ações de manutenção preventiva eram muito simples, a sua maioria já estavam implementadas no PMA de CACIA e que eram inadequadas para os técnicos, uma vez que, não apresentavam complexidade para tal. Relativamente ao PMP de CACIA, as ações já exigiam um conhecimento mais aprofundado sobre o funcionamento e a estrutura das máquinas e dos seus componentes, o que requeria a intervenção por parte de um técnico. Contudo, constatou-se que o PMP de CACIA continha algumas ações desadequadas e até apresentava falhas nas ações estabelecidas, uma vez que, existiam componentes sem ações preventivas associadas. De forma a melhorar o PMP usado, foram pensadas e propostas novas ações preventivas e reestruturadas algumas das já existentes. A implementação e prática das ações propostas aumenta o tempo de vida dos equipamentos, assegurando o bom estado de funcionamento e conservação dos mesmo, contribuindo para um menor número de avarias não programadas e aumentado a sua disponibilidade.

É de referir que infelizmente não foi possível planear nem realizar um MPM na linha *Semelle* com as atualizações propostas tanto nos PMA como nos PMP dos equipamentos analisados.

Por fim, apesar de não ter sido possível quantificar o Rendimento Operacional e avaliar de forma quantitativa o impacto do trabalho desenvolvido, a realização deste projeto implementou soluções de melhoria e de otimização em ações de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos na linha *Semelle*. A sua prática irá diminuir o número de

avarias por equipamento, de paragens não programadas e conseqüentemente aumentar a disponibilidade e fiabilidade da linha.

5.2 Limitações

A principal limitação observada na linha *Semelle*, que compromete a eficácia da metodologia TPM, é escassez de operadores nos postos de trabalho. Nas visitas à linha era notório a falta de operadores para a execução de todas as tarefas, quer sejam elas da produção ou da manutenção, e a falta de tempo para a sua execução. Deste modo, os operadores acabam por se desleixarem nas tarefas de manutenção autónoma, acabando por comprometer o bom estado de conservação e de funcionamento dos equipamentos e o funcionamento da equipa de manutenção, uma vez que, têm que realizar trabalhos que não lhes compete. Como sugestão, a chamada de mais operadores durante os paragens de *Management Media Performance* (MPM), para auxiliar nas atividades de manutenção autónoma, seria uma mais valia. Uma melhor coordenação entre o grupo de manutenção e a produção, juntamente com uma maior abertura e flexibilidade de ambos, irá ajudar os operadores a aprimorarem e a darem valor à prática de uma gestão pessoal nas atividades a desenvolver e a importância da sua função para o sucesso da empresa.

Relacionado diretamente com a realização deste trabalho, a maior dificuldade encontrada foi a gestão e coordenação do tempo com os trabalhos a desenvolver, devido à situação pandémica que atravessámos, que levou ao cancelamento do estágio por dois meses. Durante este período de tempo não foi possível desenvolver qualquer tipo de trabalho ou avanço na componente prática do projeto, apenas foi analisada toda a informação teórica relativa ao estudo de caso nº2. A retoma gradual da empresa à atividade permitiu também a retoma presencial ao estágio de forma condicionada para que se cumprissem todas as normas de segurança e higiene impostas pela Direção Geral de Saúde: foi reduzida a carga horária semanal e a equipa de manutenção foi dividida por grupos para evitar ajuntamentos dentro do grupo de manutenção. Toda esta situação acabou por condicionar o desenvolvimento dos estudos de caso, não sendo possível executar o último ponto do plano de trabalhos: implementação e avaliação dos Planos de Manutenção Autónoma e Preventiva no MPM da *Semelle*.

5.3 Trabalhos futuros

A análise e realização dos estudos de caso apresentados é apenas o começo da reformulação e melhoria das atividades TPM na Renault CACIA. A continuação do projeto engloba:

- Informar e formar os operadores de linha sobre a uniformização dos Planos de Manutenção Autónoma e sobre as novas ações implementadas e cada equipamento;
- Formar os operadores para a importância e o impacto da execução correta e contínua das tarefas de manutenção autónoma no bom funcionamento dos equipamentos;
- Implementar as tarefas propostas para a atualização dos Planos de Manutenção Preventiva, informando depois os técnicos sobre as alterações nos PMP;

- Aplicar o mesmo sistema de inserção de anilhas da linha nº3 na ilha da Placa Anti-Emulsão, máquina 62018525, para eliminar os defeitos sistemáticos de anilhas encravadas no *intec*, anexo F.

Bibliografia

- [1] Groupe Renault, **The groupe around the world** [Em linha]. [Consult. 05 maio 2020]. Disponível: <https://group.renault.com/en/our-company/locations/> .
- [2] Groupe Renault, **Our corporate and social responsibility** [Em linha]. [Consult. 06 maio 2020]. Disponível: <https://group.renault.com/en/our-commitments/our-corporate-and-socialresponsibility/> .
- [3] **Fundação Grupo Renault Portugal: objetivos e plano de ação** [Em linha]. Fleet Magazine, 2018. [Consult. 06 maio 2020]. Disponível: <https://fleetmagazine.pt/2018/11/23/fundacao-renault-portugal/> .
- [4] Groupe Renault, **Renault Cacia** [Em linha]. [Consult. 07 maio 2020]. Disponível: <https://www.renault.pt/renault-cacia.html> .
- [5] **Aplicar uma organização standard**, 2005. Groupe Renault, pp.1-12.
- [6] Goutierre, J.-**Maintenance Preparation Process in an industrial project**, 2012. Group Renault, pp.1-21.
- [7] Zohr, I.-**Management de la performance**, 2019. Group Renault.
- [8] Lopes, I., Senra, P., Vilarinho,S., Sá, V., Teixeira, C., Lopes, J., Alves, A., Oliveira, A. J., Figueiredo, M.-**Requirements Specification of a Computerized Maintenance Management System - A Case Study**. In Procedia CIRP [Em linha]. Vol.52 (2016), pp.268-273. Elsevier.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.047>. ISSN: 22128271
- [9] European Committee for Standardization -**UNI EN 13306: Maintenance-Maintenance terminology**. UK: British Standard, 2017. ISBN: 978 0 580 90370 0
- [10] Velmurugan, R., Dhingra, T.-**Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function: A conceptual framework**. International Journal of Operations and Production Management [Em linha]. Vol.35, nº12 (2015), pp.1622-1661. Elmerald.
<http://dx.doi.org/10.1108/IJOPM-01-2014-0028>. ISSN: 0144-3577
- [11] Kardec, A., Nascif, J.-**Manutenção: função estratégica**. 3ªed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009. ISSN: 978-85-7303-898-9.
- [12] Fedele, L.-**Methodologies and Techniques for Advanced Maintenance**. Londres: Springer, 2011. ISSN: 978-0-85729-102-8.

- [13] Dhillon, B.S.-**Engineering maintenance : a modern approach**. Estados Unidos da América: CRC Press LLC, 2000. ISBN: 1-58716-142-7.
- [14] Wang, H.,Pham, H.-**Reliability and Optimal Maintenance**. Londres: Springer, 2006. ISSN: 1614-7839.
- [15] Almeida,S,P.-**Manutenção Mecânica Industrial:Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada**. São Paulo: Érica, 2014. ISBN: 978-85-365-1572-4.
- [16] Stenström, C., Norrbin,P., Parida, A., Kumar,U.-**Preventive and corrective maintenance – cost comparison and cost–benefit analysis**. Structure and Infrastructure Engineering [Em linha]. Vol.12, n^o5 (2015), pp.603-617. <https://doi.org/10.1080/15732479.2015.1032983>. ISSN: 1573-2479.
- [17] De Menezes, G., Santos, M., Chaves, G.-**O pilar manutenção planeada da Manutenção Produtiva Total (TPM): aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade (RCM)** . Revista Gestão Industrial [Em linha]. Vol. 11, n^o4 (2015), pp.01-35. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.3895/gi.v11n4.3004>. ISSN: 1808-0448.
- [18] Prata,H.-**Manual de Manutenção de Edifícios: Guia Prático**.2^aed. Lisboa: Publindústria, 2014. ISBN: 978-1-291-35923-7.
- [19] Mobley, R.-**An Introduction to Predictive Maintenance**.2^aed. Estados Unidos da América: Plant Engineering, 2002. ISBN: 0-7506-7531-4.
- [20] Arslankaya,S., Atay,H.-**Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products**. Procedia - Social and Behavioral Sciences [Em linha]. Vol.207 (2015), pp.214-224. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.090>. ISSN: 18770428.
- [21] Márquez, A.-**The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance**. Springer, 2007. ISBN: 13: 9781846288203.
- [22] Ben-Daya, M., Duffuaa, S., Knezevic, J., Ait-Kadi, D., Raouf, A.-**Handbook of maintenance management and engineering**. Nova Iorque: Springer, 2009. ISBN: 978-1-84882-471-3.
- [23] Niebel,B.-**Engineering Maintenance Management**.2^aed. Nova Iorque: Taylor & Francis Group, 1994. ISBN: 0-8247-9247-5.
- [24] Moore, R.-**Making Common Sense Common Practice models for manufacturing excellence**.3^aed. Elsevier, 2004. ISBN: 0-7506-7821-6.
- [25] Ahuja,I., Khamba, J.-**Total Productive Maintenance:Literature review and directions**. International Journal of Quality Reliability Management [Em linha]. Vol.25, n^o7(2008), pp.709-759. Emerald. <http://doi.org/10.1108/02656710810890890>. ISSN: 0265-671X.

- [26] Bakri,A., Rahim, A., Yusof, N., Ahmad, R. -**Boosting Lean Production via TPM**. Procedia - Social and Behavioral Sciences [Em linha]. Vol.65 (2012), pp.485-491. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.153>. ISSN: 18770428
- [27] Oliveira, J., Sá, J., Fernandes, A.-**Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company**. Procedia Manufacturing [Em linha]. Vol.13 (2017), pp.1082-1089. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>. ISSN: 23519789.
- [28] Singh, R., Gohil, A., Shah, D., Desai, S.-**Total Productive Maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study**.. In Procedia Engineering [Em linha]. Vol.51 (2013), pp.592-599. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>. ISSN: 18777058.
- [29] Veres, C., Marian, L., Moica, S., Al-Akel, K.-**Case study concerning 5S method impact in an automotive company**. In Procedia Manufacturing [Em linha]. Vol.22 (2018), pp.900-905. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>. ISSN: 23519789.
- [30] Thun, J.-**Supporting Total Productive Maintenance by mobile devices**. Production Planning and Control [Em linha]. Vol.19, n^o 4 (2008), pp.430-434. Taylor Francis Group.
<https://doi.org/10.1080/09537280802034588>. ISSN: 0953-7287.
- [31] Agustiadny, T., Cudney, E.-**Total productive maintenance**. Total Quality Management and Business Excellence [Em linha]. (2018), pp.1-8. Taylor Francis Group.
<https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1438843>. ISSN: 1478-3363
- [32] Ante, G., Facchini, F., Mossa., Digiesi, S.-**Developing a key performance indicators tree for lean and smart production systems**. IFAC-PapersOnLine [Em linha]. Vol.51, n^o11 (2018), pp.13-18. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.227>. ISSN: 24058963.
- [33] Pinto, G., Silva, F., Campilho, R., Casais, R., Fernandes, A., Batista, A.-**Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools**. In Procedia Manufacturing [Em linha]. Vol.38 (2019), pp.1582-1591. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>. ISSN: 23519789.
- [34] Stenström,C., Norrbin, P., Parida, A., Kumar, U.-**Preventive and corrective maintenance – cost comparison and cost–benefit analysis**. Structure and Infrastructure Engineering [Em linha]. Vol.12, n^o5 (2016), pp.603-617. Taylor Francis Group.
<https://doi.org/10.1080/15732479.2015.1032983>. ISSN: 17448980.
- [35] Schiraldi, M., Varisco, M.-**Overall Equipment Effectiveness: consistency of ISO standard with literature**.Computers and Industrial Engineering [Em linha]. Vol.145 (2020), pp.1-10. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106518>. ISSN: 03608352.

- [36] Hijes, F., Cartagena, J.-**Maintenance strategy based on a multicriterion classification of equipments**. Reliability Engineering and System Safety [Em linha]. Vol.91, nº4 (2006), pp.444-451. Elsevier.
<http://doi.org/10.1016/j.ress.2005.03.001>. ISSN: 09518320.
- [37] Benjamin, S., Marathamuthu, M., Murugaiah, U.-**The use of 5-WHYs technique to eliminate OEE's speed loss in a manufacturing firm**. Journal of Quality in Maintenance Engineering [Em linha]. Vol.21, nº4 (2015), pp.419-435. Elsevier.
<https://doi.org/10.1108/JQME-09-2013-0062>. ISSN: 13552511.
- [38] Torghabehi, Y., Maki, A., Kurczewski, K., Abdekhodae, A.-**Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach**. International Journal of Lean Six Sigma [Em linha]. Vol.7, nº2 (2016), pp.187-210. Emerald.
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>. ISSN: 20404174.
- [39] Kans, M.-**An approach for determining the requirements of computerised maintenance management systems**. Computers in Industry [Em linha]. Vol.59, nº1 (2008), pp.32-42. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.06.003>. ISSN: 01663615.

Anexos

Apêndice A

Ferramentas Renault



Figura A.3: Pictograma do PMA.

Apêndice B

PMA Antigos

Plano de Manutenção Autónoma

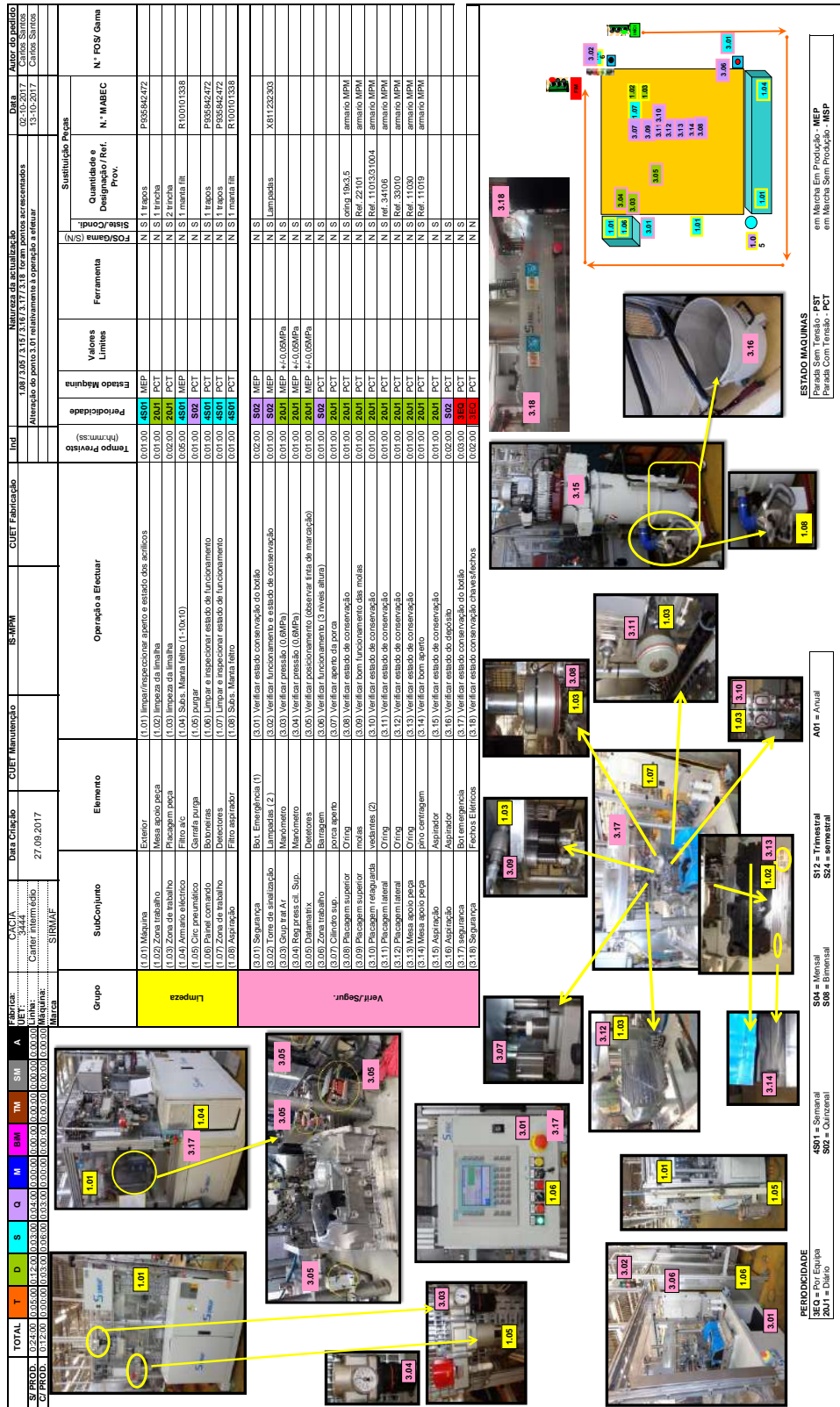


Figura B.1: PMA: Estanqueidade, ilha n°1.

Plano de Manutenção Autónoma

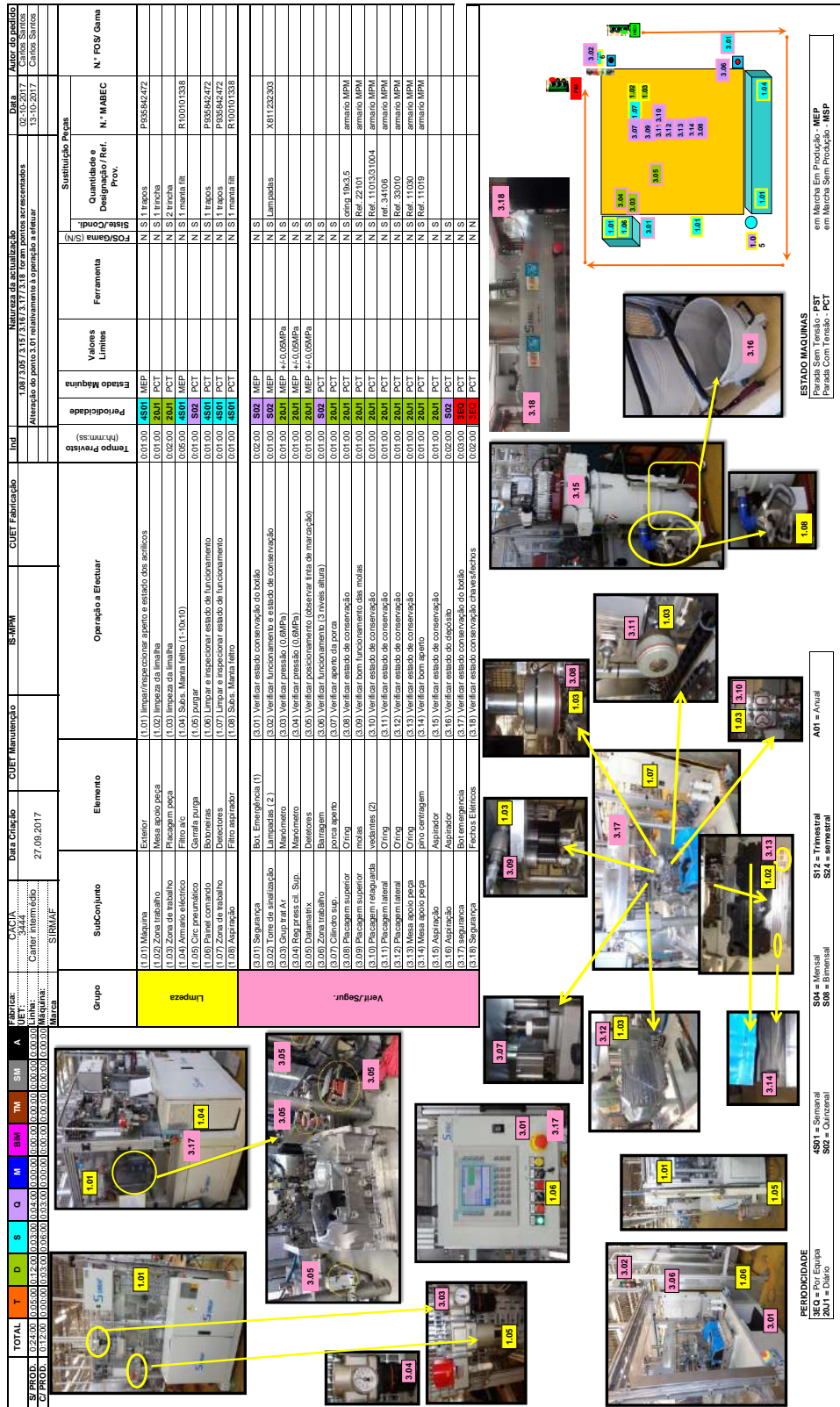


Figura B.3: PMA: Estanqueidade, ilha nº2.

Plano de Manutenção Autónoma

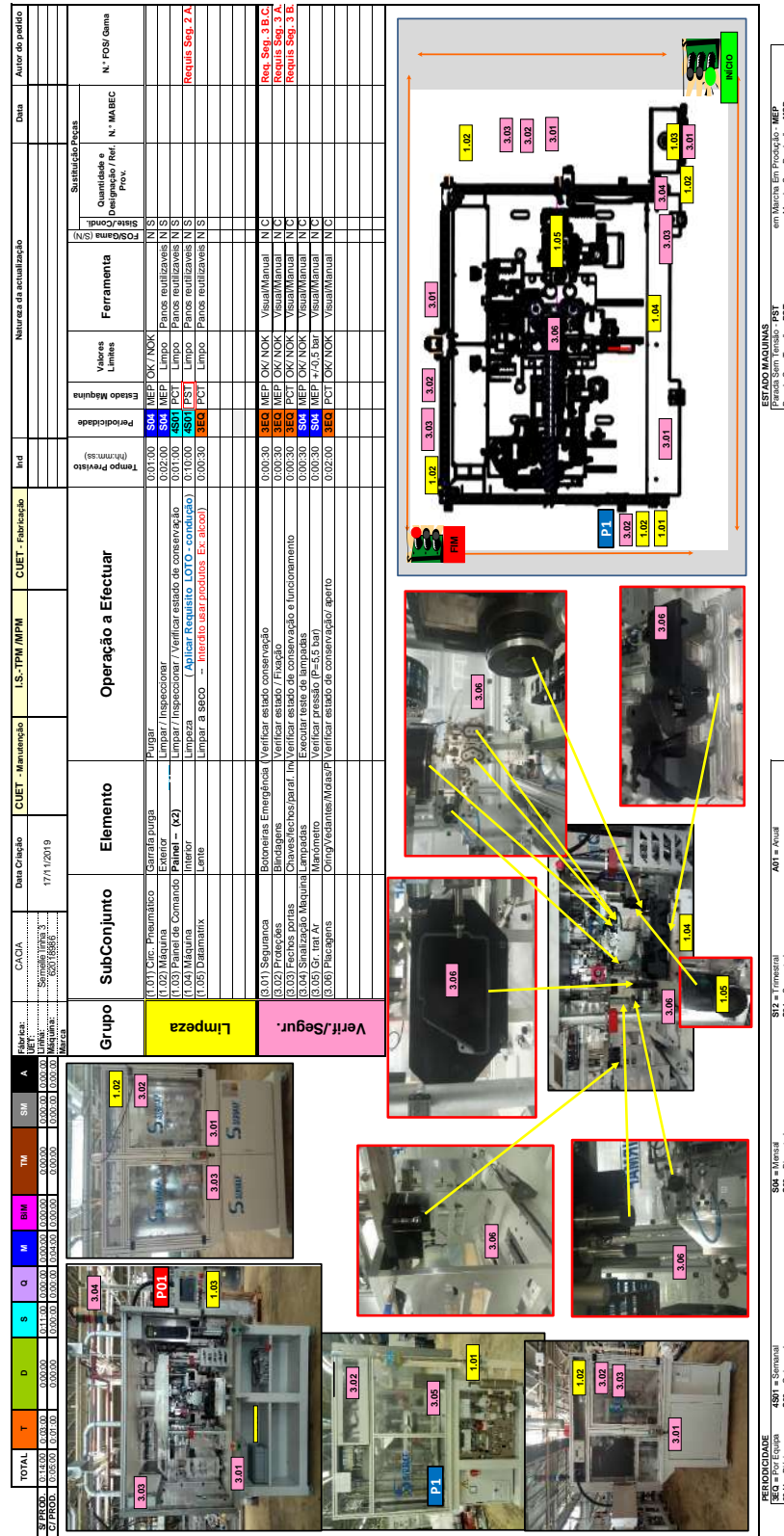


Figura B.6: PMA: Estanquidade 4x4, linha nº3.

Plano de Manutenção Autónoma

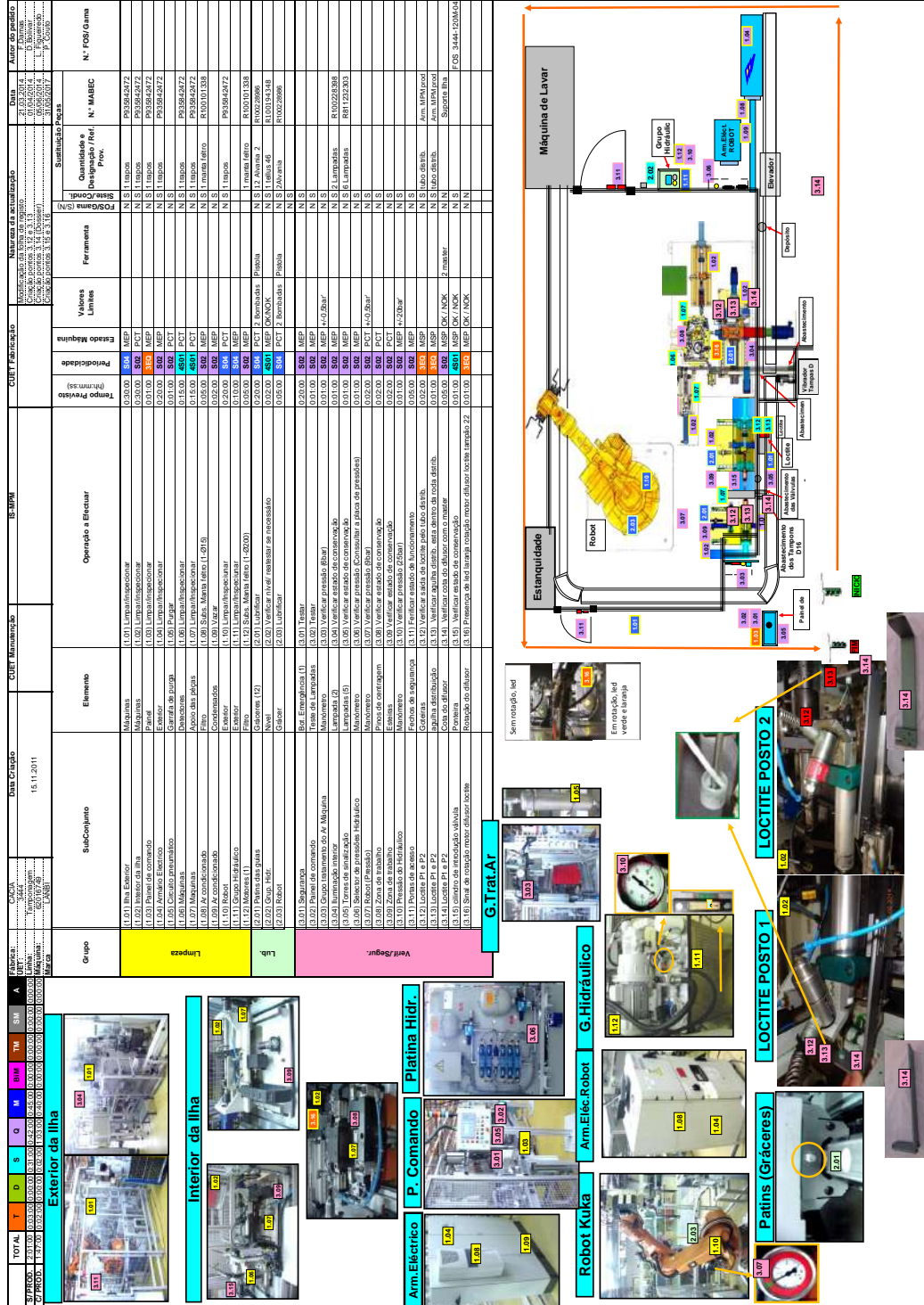


Figura B.7: PMA: Tamponagem, linha n°3.

Apêndice C

PMA Atualizados

Plano de Manutenção Autónoma

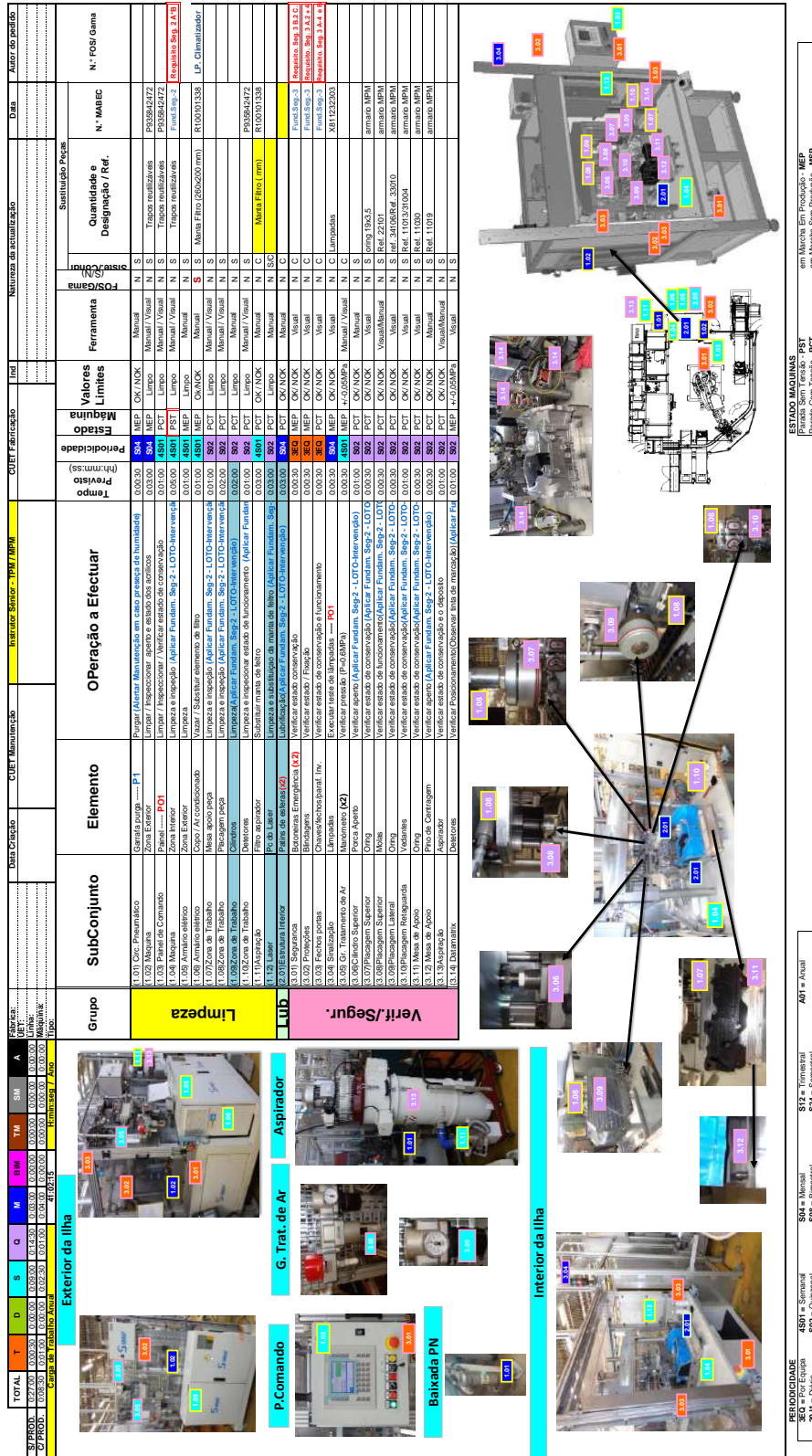


Figura C.1: PMA: Estanqueidade, ilha n.º1.

ESTADO MAQUINAS
 Parado Sem Versão - PST
 Parado Com Versão - PCT
 em Máquina Em Produção - MEP
 em Máquina Sem Produção - MBP

PERIODICIDADE
 360 = Por Equipa
 261 = Diário
 894 = Mensal
 895 = Semanal
 896 = Mensal
 897 = Mensal
 898 = Mensal
 899 = Mensal
 900 = Mensal
 901 = Mensal
 902 = Mensal
 903 = Mensal
 904 = Mensal
 905 = Mensal
 906 = Mensal
 907 = Mensal
 908 = Mensal
 909 = Mensal
 910 = Mensal
 911 = Mensal
 912 = Mensal
 913 = Mensal
 914 = Mensal
 915 = Mensal
 916 = Mensal
 917 = Mensal
 918 = Mensal
 919 = Mensal
 920 = Mensal
 921 = Mensal
 922 = Mensal
 923 = Mensal
 924 = Mensal
 925 = Mensal
 926 = Mensal
 927 = Mensal
 928 = Mensal
 929 = Mensal
 930 = Mensal
 931 = Mensal
 932 = Mensal
 933 = Mensal
 934 = Mensal
 935 = Mensal
 936 = Mensal
 937 = Mensal
 938 = Mensal
 939 = Mensal
 940 = Mensal
 941 = Mensal
 942 = Mensal
 943 = Mensal
 944 = Mensal
 945 = Mensal
 946 = Mensal
 947 = Mensal
 948 = Mensal
 949 = Mensal
 950 = Mensal
 951 = Mensal
 952 = Mensal
 953 = Mensal
 954 = Mensal
 955 = Mensal
 956 = Mensal
 957 = Mensal
 958 = Mensal
 959 = Mensal
 960 = Mensal
 961 = Mensal
 962 = Mensal
 963 = Mensal
 964 = Mensal
 965 = Mensal
 966 = Mensal
 967 = Mensal
 968 = Mensal
 969 = Mensal
 970 = Mensal
 971 = Mensal
 972 = Mensal
 973 = Mensal
 974 = Mensal
 975 = Mensal
 976 = Mensal
 977 = Mensal
 978 = Mensal
 979 = Mensal
 980 = Mensal
 981 = Mensal
 982 = Mensal
 983 = Mensal
 984 = Mensal
 985 = Mensal
 986 = Mensal
 987 = Mensal
 988 = Mensal
 989 = Mensal
 990 = Mensal
 991 = Mensal
 992 = Mensal
 993 = Mensal
 994 = Mensal
 995 = Mensal
 996 = Mensal
 997 = Mensal
 998 = Mensal
 999 = Mensal
 1000 = Mensal

RENAULT INTERNAL

Plano de Manutenção Autônoma

Grupo	Sub-Conjunto	Elemento	Operação a Efectuar	Tempo (hr:min)	Períodicidade		Estado Máquina	Limites	Ferramenta	Materiais de actualização		Data	Autor do plano
					Frequência	Quantidade				Substituição Peças			
										FOS/Gama	S/MS/Condi		
DATA CRIAÇÃO: 01/11/2011 CRIADO POR: M. FERREIRA MARTINS REVISÃO Nº: 01 DATA REVISÃO: 02/11/2011													
Limpeza	(L01) Cric. Pneumático	Limpeza externa	Limpeza externa	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza interna	Limpeza interna	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza do motor	Limpeza do motor	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza do sistema de injeção	Limpeza do sistema de injeção	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza do sistema de escape	Limpeza do sistema de escape	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza do sistema de transmissão	Limpeza do sistema de transmissão	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza do sistema de direção	Limpeza do sistema de direção	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza do sistema de suspensão	Limpeza do sistema de suspensão	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza do sistema de freio	Limpeza do sistema de freio	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Limpeza do sistema de iluminação	Limpeza do sistema de iluminação	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
Lub.	(L02) Óleo. Motor	Óleo motor	Óleo motor	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo hidráulico	Óleo hidráulico	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo de transmissão	Óleo de transmissão	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo de direção	Óleo de direção	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo de suspensão	Óleo de suspensão	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo de freio	Óleo de freio	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo de iluminação	Óleo de iluminação	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo de sistema de injeção	Óleo de sistema de injeção	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo de sistema de escape	Óleo de sistema de escape	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Óleo de sistema de transmissão	Óleo de sistema de transmissão	0:05:00	504	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
Vert./Segur.	(S01) Sistema de Segurança	Verificação de funcionamento	Verificação de funcionamento	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de conservação	Verificação de estado de conservação	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de limpeza	Verificação de estado de limpeza	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de lubrificação	Verificação de estado de lubrificação	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de tensão	Verificação de estado de tensão	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de funcionamento	Verificação de estado de funcionamento	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de conservação	Verificação de estado de conservação	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de limpeza	Verificação de estado de limpeza	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de lubrificação	Verificação de estado de lubrificação	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	
		Verificação de estado de tensão	Verificação de estado de tensão	0:05:00	502	MEP	OK / NOK	Manuais / Visual	Manuais	Manuais / Visual	Manuais / Visual	PI3564242	

ESTADOS MÁQUINAS
em Marcha Em Produção - MEP
Paradas Com Trabalho - PCT

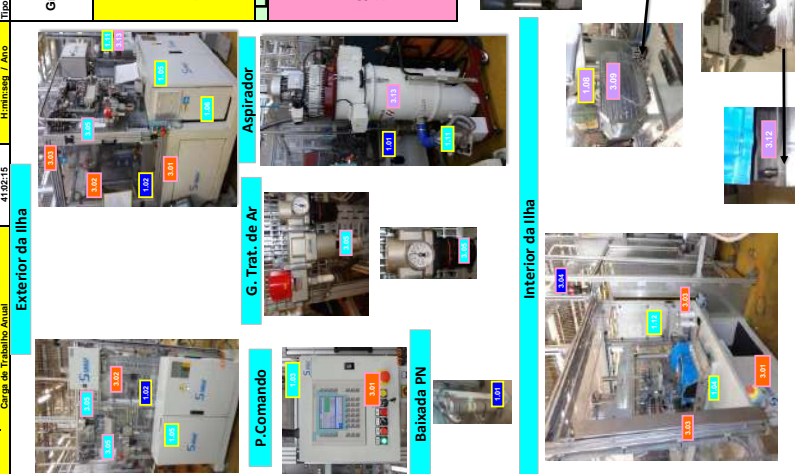
ESTADOS MAQUINE
4501 = Semaval
500 = Quotzenal
502 = Quotzenal
504 = Anual

RENAULT INTERNAL

Figura C.2: PMA: Montagem, ilha nº01.

Plano de Manutenção Autônoma

Grupo	Subconjunto	Elemento	Operação a Efectuar	COEF. Manutenção		Período	Estado Máquina		Valores Limites	Ferramenta	Folha/Guia	Natureza da Manutenção		Data
				Instalar	Manter / PM / MPM		Inspeção	Limpeza				Manter / Visual	Limpeza / Mecânica	
Limpieza		(1.01) Cic. Pneumático	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	304	MEP	OK / NOK	Manual	304	MEP	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.02) Pneu. de Comando	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	304	MEP	OK / NOK	Manual	304	MEP	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.03) Pneu. de Comando	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	304	MEP	OK / NOK	Manual	304	MEP	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.04) Magneto	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.05) Zona Exterior	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.06) Armário elétrico	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.07) Zona de Trabalho	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.08) Zona de Trabalho	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.09) Zona de Trabalho	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.10) Zona de Trabalho	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.11) Aspiração	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(1.12) Laser	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(2.01) Estrutura Interior	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.01) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
Verif./Segur.		(3.02) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.03) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.04) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.05) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.06) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.07) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.08) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.09) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.10) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.11) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.12) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.13) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		
		(3.14) Segurança	Manter / Visual	Verificar estado de conservação e lubrificação	4501	PCF	OK / NOK	Manual	4501	PCF	OK / NOK	Manter / Visual		



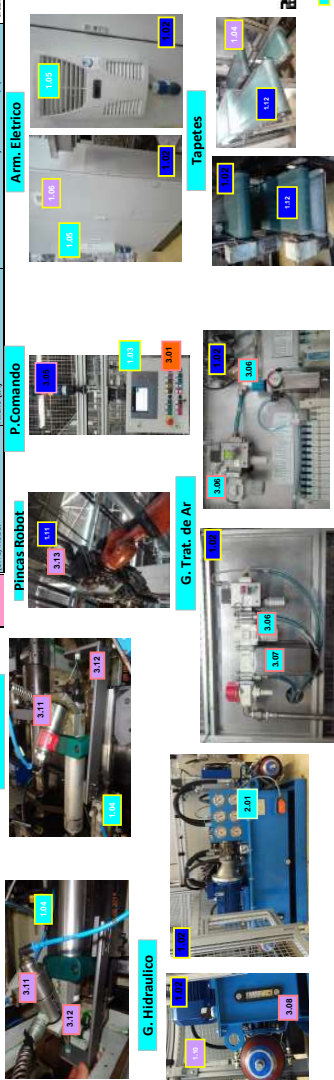
PERIODICIDADE	4501 = Semanal	504 = Mensal	512 = Trimestral	514 = Anual
	302 = Pós-Escrita	508 = Bimestral	513 = Semestral	515 = Anual
	201 = Diário	502 = Mensal	511 = Semestral	514 = Anual

ESTADO MACQUINAS: Máquina Sim Testado - PST em Máquina Sim Testado - MSP em Máquina Sim Testado - PCT em Máquina Sim Testado - MSP

Figura C.3: PMA: Estanqueidade, ilha n^o2.

Plano de Manutenção Autónoma

GRUPO	Subconjunto	Elemento	Operação a Efectuar	Tempo (minutos)	Frequência	Estado Máquina	Valores Limites	Ferramenta	FOS/Contas	Quantidade a Despejar Ref.	Sistema/Ref.	N.º MABEC	N.º FOS/Gema	MATERIAIS DE CONSUMO			
														QTY	UNID.		
														QUET - Equipagem		Data	
														Materiais		Materiais	
														Materiais		Materiais	
Limpieza	1.011 Cete Parquetado	Carregar água	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua									
	1.021 Escudo de Fina	Limpar / Fregar	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.031 Painel de Comando	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.041 Interior da Ilha	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.051 Armário de Ferramentas	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.061 Armário de Ferramentas	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.071 Grupo Hidráulico	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.081 Máquinas	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.091 Máquinas	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.101 Máquinas	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
Lub	1.121 Zona de descarga	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.131 Posto 1	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.141 Posto 2	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.151 Posto 3	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.161 Máquinas Externas	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.211 Grupo Hidráulico	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.221 Sistema de Guitamento	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.231 Segurança	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.241 Segurança	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.251 Segurança	Manutenção	Limpar / Fregar	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
Vert/Segur.	1.301 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.302 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.303 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.304 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.305 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.306 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.307 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.308 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.309 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									
	1.310 Fecho portas	Manutenção	Verificar estado de conservação e funcionamento	0:05:00	4:04	MEP	OK / NOK	Manua / Visual									

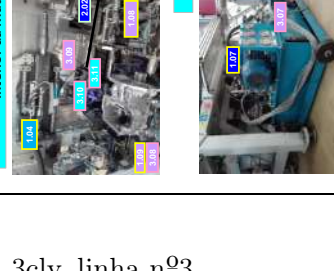
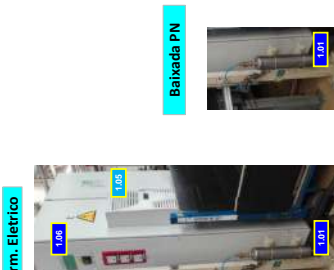
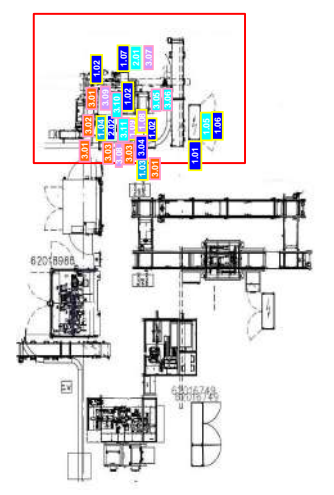


ESTADO MÁQUINAS em Máquinas Em Produção - MEP em Máquinas Sem Produção - MSP em Máquinas Com Utilização - PCT

Figura C.4: PMA: Montagem, ilha nº02.

Plano de Manutenção Autônoma

TOTAL		T	D	S	Q	M	BR	TM	SM	A	MATERIAIS		DATA	FECHA	AUTOR DE PLANILHAS			
37 PROD.	31750	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	10300	
37 PROD.	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	1324200	
Grupo	Subconjunto	Elemento	Operação a Efectuar	Tempo Previsto (h/m/n/SS)	Periodicidade	Máquina	Valores Límites	Feramenta	FOS/Comdi	Quantidade e Designação / Ref.	N.º MAREC	Data						
Limpeza	(1.01) Mec. Pneumático	Garrafa polpa ----- P1	Purgar (Alterar Manutenção em caso pressão de humidade)	0:05:30	308	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	N	S								
		Zona Exterior	Limpar / Inspeccionar	0:05:00	308	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	N	S	Trigos neutrais							
		Zona Interior	Limpar / Inspeccionar / verificar estado de conservação	0:01:00	4501	PCT	OK/ NOK	Manuais/ Visual	N	S	Trigos neutrais							
		Zona de Trabalho	Limpar / Inspeccionar / verificar estado de conservação	0:01:00	4501	PCT	OK/ NOK	Manuais/ Visual	N	S	Trigos neutrais							
Lubr	(1.02) Manta de Comando	Óleo Ar condicionado	Verificar nível do óleo / Lubrificar / substituir o elemento de filtro	0:01:00	4501	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	S	C	Meta Extra (1.011 mm)							
		Óleo Ar condicionado	Verificar / Inspeccionar e Substituir o elemento de filtro	0:01:00	4501	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	S	C	Meta Extra (1.011 mm)							
		Óleo Ar condicionado	Verificar / Inspeccionar e Substituir o elemento de filtro	0:01:00	4501	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	S	C	Meta Extra (1.011 mm)							
		Óleo Ar condicionado	Verificar / Inspeccionar e Substituir o elemento de filtro	0:01:00	4501	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	S	C	Meta Extra (1.011 mm)							
		Óleo Ar condicionado	Verificar / Inspeccionar e Substituir o elemento de filtro	0:01:00	4501	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	S	C	Meta Extra (1.011 mm)							
		Óleo Ar condicionado	Verificar / Inspeccionar e Substituir o elemento de filtro	0:01:00	4501	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	S	C	Meta Extra (1.011 mm)							
		Óleo Ar condicionado	Verificar / Inspeccionar e Substituir o elemento de filtro	0:01:00	4501	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	S	C	Meta Extra (1.011 mm)							
		Óleo Ar condicionado	Verificar / Inspeccionar e Substituir o elemento de filtro	0:01:00	4501	MEP	OK/ NOK	Manuais/ Visual	S	C	Meta Extra (1.011 mm)							
Verif/Segur.	(1.03) Sistema de Guarnetado	Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Placa de guia-corrente (G)	Lubrificar (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
Arm. Elétrico	(3.01) Siga	Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Emergência (E3)	Verificar estado de conservação / funcionamento	0:05:30	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
P.Comando	(3.02) Fichos portais	Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação e aperto (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
G. Hidraulico	(3.03) Zona de Trabalho	Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação	Verificar estado de conservação (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:05:00	308	PCT	OK/ NOK	Visual	N	S	Servos de molas							
G. Trat. de Ar	(3.04) Zona de Trabalho	Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							
		Verificar estado de conservação da água	Verificar estado de conservação da água (Aplicar Funam. Seg-2 - LOTD-Invisível)	0:07:00	4501	MEP	OK/ NOK	Visual/Manual	N	S	Servos de molas							



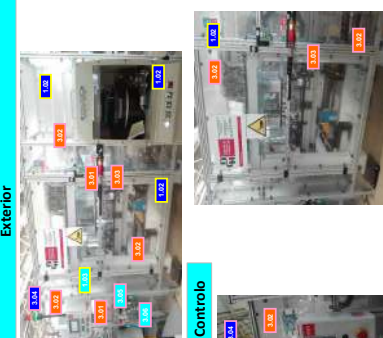

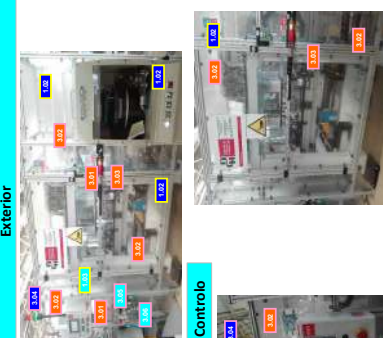



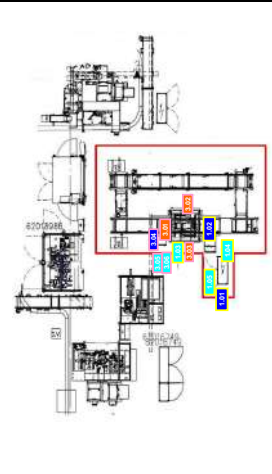
ESTADO MÁQUINAS
Máquina em Manutenção: M3P
Plano de Manutenção: M3P

PERIODICIDADE
151 = Semanal
201 = Mensal
251 = Trimestral

ARM. ELÉTRICO
304 = Arm. Elétrico
305 = Arm. Elétrico

Figura C.6: PMA: Montagem 3cly, linha nº3.

Plano de Manutenção Autônoma

TOTAL		T	D	S	C	M	BM	TM	SM	A	Grupos	Subconjunto	Elemento	Operação a Efectuar	Tempo Previsto (min:ss)	Periodicidade	Estado Máquina	Valores Limites	Ferramenta	FOS/Gama	Sustituição Peças	Quantidade e Designação / Ref.	N.º MABEC	N.º FOS Gama												
SI/PROD.	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20												
CP/PROD.	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20	03/03/20												
Grupos	<p>Exterior</p> 																																			
Grupos	<p>Verif./Segur.</p> 																																			
Grupos	<p>Limpeza</p> 																																			
Grupos	<p>Ar Condicionado</p> 																																			
Grupos	<p>Gr. Tratamento de Ar</p> 																																			
Grupos	<p>Baixada de PN</p> 																																			
Grupos	<p>Diagrama</p> 																																			

PERIODICIDADE: 480T = Semanal, 96T = Mensal, 192T = Trimestral, 384T = Anual
 240T = Bimestral, 480T = Semestral, 960T = Anual
 192T = Trimestral, 384T = Semestral, 768T = Anual
 480T = Semestral, 960T = Anual

Figura C.7: PMA: Placa Anti-Emulsão, linha nº3.

Apêndice D

Máquina de Lavar 2288

Summary Report		05 2 0 1		Data de fecho Problema UET		Data do problema Alerte UET	
Informações mínimas para ORCC estabelecido		Local do problema		Data de ocorrência		Data do problema Alerte UET	
1. Nome do Problema		Semele GEN2 - Presença de limpa (avaria máquina lavar 2288 Bomba Lavagem)		03/05/2019		Alerte UET	
Quantidade de produtos implicados		UET (MAQ.2288)		Recurência		Alerte UET	
Outras perdas devidas ao problema		CGR / VIN / P/J / Lot / N°		Novo pb		Alerte UET	
Modelo		Hxx GEN2		Sim		Alerte UET	
Código peça		Código incidente		Outras informações		Alerte UET	
3. Análise da situação atual		Proteções no processo antes da deteção do problema (lógica MQA)		Existiam proteções no processo implicado pelo problema? Na UET		Se existiam proteções, porque não foram eficazes?	
Observação do posto de trabalho (OPT)		Desvio - (causa da não deteção)		5. 4M		Análise 5P OC Story Causa-raiz	
Medidas corretivas provisórias (proteção cliente)		Data		A partir de Lote/CCR/VIN/P/J/N°		Causa-raiz	
Substituição térmico		Pedronho		05/05/2019		Causa-raiz	
Substituição Motor da Bomba 1500 RPM		Pedronho		05/05/2019		Causa-raiz	
Substituição Motor da Bomba 3000 RPM		Pedronho		05/05/2019		Causa-raiz	
Substituição de contacto auxiliar		Pedronho		05/05/2019		Causa-raiz	
Ajuste do arranque estrele-triangulo no		Pedronho		05/05/2019		Causa-raiz	
Eficácia das medidas corretivas provisórias		Validação / Standardização		proteção cliente		Causa-raiz	
Verificação (no local + dados)		NOK -> Estava estragado, mas continuou o problema				Causa-raiz	
Substituição térmico		NOK -> Pouca pressão				Causa-raiz	
Substituição Motor da Bomba 1500 RPM		NOK -> Dificuldade de arranque				Causa-raiz	
Substituição Motor da Bomba 3000 RPM		NOK -> Dificuldade no arranque				Causa-raiz	
Substituição de contacto auxiliar		OK				Causa-raiz	
Ajuste do arranque estrele-triangulo no		Produtos/veículos/peças não-conformes				Causa-raiz	
Tratamento?		Triagem		Prazo		Responsável	
Principal Causa-raiz		Fotos ou desenho do defeito				Responsável	
Medida corretiva definitiva		Quem		Data		A partir de Lote/CCR/VIN/P/J/Etiqueta/N°	
Substituição do T. térmico e contacto auxiliar		Pedronho		05/05/2019			
Aplicação de motor control		Azevedo		01.06.2019			
7. Efeito das medidas corretivas (gráfico de seguimento dos defeitos)		Frequência & duração					
8. Medidas corretivas definitivas para standardizar		Standardização		Quem		Data	
Criação de PMP - Substituição de condutor e Bico auxiliar - Anál		Causa-raiz		01.06.2019			

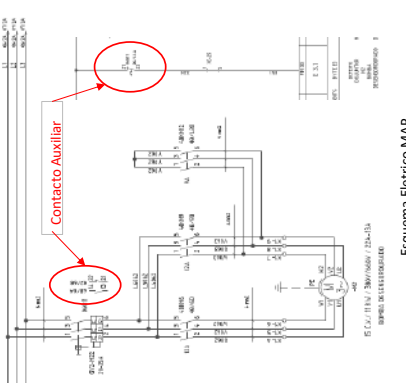


Figura D.1: Summary Report inicial.

Summary Report		Codificação	
Informações mínimas para GRQC estabilizado		05	2 0 1
1. Nome do Problema Semelhe GEN2 - Presença de limalha (avaria máquina lavar-2288 Bomba Lavagem)		Local do problema UET (MAO.2288)	
Quantidade de produtos implicados ROSLER		Data da ocorrência 03/05/2019	
Outras perdas devidas ao problema Código peça		Recorrência Novo pb Sin	
2. Descrição do problema Código incidente		Outras informações Alerta Cliente (Triagem)	
3. Análise da situação atual Proteções no processo antes da deteção do problema (lógica MOA) Existiam proteções no processo implicado pelo problema? Na UET		UET responsável (analisar rápida, medidas corretivas) Top manager Superior Hierarquia Responsável	
4. Medidas corretivas provisórias (proteção cliente) Quem Data Pedronho 05/05/2019		Fora da UET	
Substituição do disjuntor Pedronho 05/05/2019		Observação do posto de trabalho (OPT) Desvio - (causa da não deteção)	
Substituição do térmico de proteção do disjuntor Pedronho 05/05/2019		Causa-raiz ANUSBY US STORY	
Substituição para um Motor da Bomba X79284225(1500 RPM) Pedronho 05/05/2019		Data de fecho do problema Alerta UET	
Substituição para um Motor da Bomba X79484300(3000 RPM) Pedronho 05/05/2019		Data do problema Alerta UET	
Ajuste do apoio do Motor (Coblear um tipo) Pedronho 05/05/2019		Data do problema Alerta UET	
Substituição do contacto auxiliar do disjuntor magnético-térmico da bomba principal Pedronho 05/05/2019		Data do problema Alerta UET	
Ajuste do arranque estrela-triângulo Pedronho 05/05/2019		Data do problema Alerta UET	
Eficácia das medidas corretivas provisórias (proteção cliente) NOK-O disjuntor estava danificado. Após a sua substituição o problema continua		Data do problema Alerta UET	
Verificação (no local + Grabs)		Data do problema Alerta UET	
Substituição do disjuntor NOK-O térmico de proteção disparava, foi substituído mas o problema mantém-se		Data do problema Alerta UET	
Substituição do térmico de proteção do disjuntor NOK-O motor estava danificado e não estava homologado, substituição para um Motor com 1500 RPM. Não atinha as pressões necessárias.		Data do problema Alerta UET	
Substituição para um Motor da Bomba X79284225(1500 RPM) NOK-Alteração para um Motor de 3000 RPM mas apenas com fixação frontal. Provocando um arranque defeituoso		Data do problema Alerta UET	
Substituição para um Motor da Bomba X79484300(3000 RPM) NOK- Calçar o Motor com um tipo para ter a fixação total. Continuava a não realizar o arranque estrela-triângulo.		Data do problema Alerta UET	
Ajustar o apoio do Motor (Coblear um tipo) NOK-O Motor continuava sem arrancar.		Data do problema Alerta UET	
Substituição do contacto auxiliar do disjuntor magnético-térmico da bomba principal OK-O Motor ficou a funcionar		Data do problema Alerta UET	
Ajuste do arranque estrela-triângulo		Data do problema Alerta UET	
5. Produtos/veículos/peças não-conformes Quantidade Tratamento? Triagem Responsável		Data do problema Alerta UET	
6. Medidas corretivas definitivas (erradicação do problema) Quem Data Pedronho 05/05/2019		Data do problema Alerta UET	
Substituição do Térmico e contacto auxiliar Aplicação de motor correto Azevedo 07/06/2019		Data do problema Alerta UET	
Substituição das válvulas reguladoras ??????? 05/09/2019		Data do problema Alerta UET	
7. Efeito das medidas corretivas (gráfico de seguimento dos defeitos) Frequência & duração		Data do problema Alerta UET	
8. Medidas corretivas definitivas para standardizar Standardização Quem Data Criação de PNP - Substituição de contacto - Bloco auxiliar - Anual Azevedo 14/06/2019		Data do problema Alerta UET	
Aplicação de pressostatos digitais no circuito de lavagem Alteração das válvulas de membrana por válvulas de globo		Data do problema Alerta UET	
Alteração das válvulas de membrana por válvulas de globo		Data do problema Alerta UET	
Fotos ou desenho do defeito		Data do problema Alerta UET	
Esquema Eléctrico MAP		Data do problema Alerta UET	
Aquarda a chegada do motor correto com o apoio devido para aplicar na máquina.		Data do problema Alerta UET	
Após troca do disjuntor e contacto auxiliar foram feitos vários testes na MAL tentando alterar/eliminar o defeito, mas sem sucesso.		Data do problema Alerta UET	

Figura D.2: Summary Report final.

cabos/ condutores	acondicionar cablagem e limpeza	8	360	M.E.P.	eq151a01el	el
componente eletricos	substituir 6x11: 48km5-48km5-45	45	360		eq151a01a	el
condutores	reaperto linhas forca, comando e terras	15	360		eq151a01el	el

Figura D.3: Nova ação preventiva do PMP.

Apêndice E

PMP

4500 TMP.xls

Plano de Manutenção Preventiva												
Fabrica: CACIA												
Equipamento : OPI 80												
Matricula : 154500CM403												
Sub-conjunt (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (60 C. Max)	Tempo previsto (hh:mm:ss)	Periodicidade (4 C.)	Estado máquina (3 C.)	Valores limites (10 C. Max)	Ferramenta (20 C. Max)	Gama (S/N)	Siste./Condi.	Substituição peças		Especialidade (2 C.)
										Quantidade e designação / ref. Fornc. (40 C. Max)	Número MABEC (10 C.)	
Nº gama (10 C. Max)	Nº intervenção (10 C.)	AM (1 C.)	MP (1 C.)									
Segurança	Protecções fixas	Verificar a existência das protecções de segurança	00:01:00	J01	MEP						4500-100-01000	
Segurança	Protecções fixas	Verificar o seu estado e aperto	00:01:00	S01	MHP						4500-100-01000	
Segurança	Perfido de acesso	Teste de funcionamento	00:01:00	J01	MEP						4500-100-01000	
Carteização	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	S01	AHT						4500-100-01000	
Estrutura inferior	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	S01	AHT						4500-100-11000	
Estrutura inferior	Centrador parcial	Verificar estado / aperto	00:05:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				4099-100-11013	ES20 204 901
Estrutura inferior	Centrador total	Verificar estado / aperto	00:05:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				4099-100-11019	ES30 598 213
Tamponamento face 100	O ring inferior HP	Verificar estado / limpar	00:03:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				4099-100-11028	ES30 598 219
Tamponamento face 100	O ring inferior 2	Verificar estado / limpar	00:03:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				5332-100-11004	ES30 598 228
Estrutura inferior	Palins de esternas	Lubrificação	00:03:00	S01	AHT						4500-100-11000	ES30 598 832
Tamponamento face 200	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	S01	AST						4500-100-21000	ES20 204 901
Tamponamento face 200	Ponteira Contacto 2	Verificar estado	00:02:00	J01	AHT						4500-100-21006	ES30 598 416
Tamponamento face 200	Ponteira Contacto 1	Verificar estado	00:02:00	J01	AHT						4099-100-21006	ES30 598 424
Tamponamento face 200	O ring vedação LP	Verificar estado / limpar	00:10:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				4099-100-21007	ES30 598 425
Tamponamento face 200	O ring vedação HP	Verificar estado / limpar	00:02:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				5332-100-11002	ES30 598 830
Placa Tamponamento GEN 1	O ring vedação HP	Verificar estado / limpar	00:02:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				4099-100-22101	ES30 598 131
Sistema Apalpação Furos	Pino de apalpação	Verificar estado / limpar	00:02:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				4099-100-21009	ES30 598 427
Tamponamento face 300	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	S01	AST						4500-100-31000	ES30 598 143
Tamponamento face 300	Vedante HP1	Verificar estado / limpar	00:02:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				4500-100-31009	ES20 204 986
Tamponamento face 300	Vedante HP 2	Verificar estado / limpar	00:02:00	JEQ	AHT		Utilizar Trincha				4500-100-31011	ES20 204 988
Tamponamento LP 302/330 Face 300	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	S01	AST						4500-100-32000	ES20 204 994

Page 1

Figura E.1: PMP do fornecedor, ilha nº2.

4500 TMP.xls

Tampornamento LP 302/330 Face 300	Punção	Verificar estado	00:02:00 J01	AHT																
Tampornamento LP 302/330 Face 300	O ring p/ vedação	Verificar estado / limpar	00:02:00 JEQ	AHT	Utilizar Trincha															
Tampornamento LP 302/330 Face 300	Sei de juntas frontales para conector F-F11-13 Øint. 14,0*16,0mm	Verificar estado / limpar	00:02:00 JEQ	AHT	Utilizar Trincha															
Tampornamento face 500	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00 S01	AST																
Tampornamento face 600	O ring Vedação	Verificar estado	00:02:00 J01	AHT	Utilizar Trincha															
Tampornamento face 600	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00 S01	AST																
Tampornamento face 600	O ring	Verificar estado / limpar	00:02:00 JEQ	AHT	Utilizar Trincha															
Sistema de marcação	Laser ARES 30W	Limpar/inspeccionar - Ver cap. 5.2 pag. 63 do manual contido na documentação	00:10:00 S01	AST																
Tampornamento Sup. HP 1	O ring NBR 70 Sh	Verificar estado	00:02:00 J01	AHT	Utilizar Trincha															
Tampornamento Sup. HP 1	O ring NBR 70 Sh	Verificar estado	00:02:00 J01	AHT	Utilizar Trincha															
Elect/Automat.	Detect./espelh refle.	Verificar seu estado	00:15:00 S01	MHP																
Elect/Automat.	Cabos fichas de lig.	Verificar seu estado	00:05:00 S04	AST																
Elect/Automat.	Carre CX1	Verificar seu estado	00:01:00 J01	MEP																
Ciclo pneumatico	Cil. Pneumaticos	Verificar seu estado	00:10:00 S04	AST																
Ciclo pneumatico	Racores reg. caudal	Verificar seu estado	00:10:00 S04	AST																

Nota: na operação de manutenção da máquina estanqueidade é obrigatório a utilização ocular de proteção.

Figura E.2: PMP do fornecedor, ilha nº2.



Plano de Manutenção Preventiva

Fábrica : RENAULT CACIA S.A.

EFP : CA01_A_H--_CAR
CARTER INTERMEDIO

Equipamento : 1995405 / 62015822
MAQUINA ESTANQ.CD H4 SIRMAF

MP	Sub-conjunto	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	Valores limites	Ferramenta	G S	Quantidade & Designação	N° MABEC	N° gama	N° intervenção	AM
	armario ele	cablagem	verificar acondicionamento dos cabos e culhas	10	360	MEP							7821a01el	el
		portas	verificar fechos e juntas veda- ento	2	360	MEP							7821a01el	el
	armario electrico	documentacao tecnica	verificar existencia e estado	5	180	MEP							5822s24el	el
	circuito electrico	detectores	verificar estado e fixacao	5	84								5822s12el	el
	circuito pneumático	ateq	verificar funcionamento e fito	5	84	MEP							5822s12mc	mc
		cilindro desloc.masc	verificar desgaste e funcionam- ento	5	84	MEP							5822s12mc	mc
		cilindro marcacao	verificar desgaste e funcionam- ento	5	180	MEP							5822s24mc	mc
		cilindros tamponamen- ento	verificar desgaste e funcionam- ento	5	180								5822s24mc	mc
		distribuidor/regulacao	verificar e estado conservac- ao e funcionamento	5	180	MEP							5822s24mc	mc
		grupo trat/ar- fos	verificar funcionamento e fito	5	180	MEP							5822s24mc	mc

Legenda : 18 - Equipamento Original
19 - Manutenção Preventiva
20 - Manutenção Corretiva
21 - Manutenção de Emergência
22 - Manutenção de Segurança

Página 1 / 3

Data de actualização : 20.05.2019
Data de impressão : 18.02.2020

Figura E.3: PMP de CACIA, ilha n°2.

Sub-conjunto	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	Valores limites	Ferramenta	G. S	Quantidade & Designação	N.º MABEC	N.º gama	N.º intervenção	AM
MP Es	atq	verificar conforme procediment o	15	360								cala(0)ten	en
marcador laser	controlador	limpeza do controlador	10	720								8385a02el	el
		substituicao dos ventiladores	30	720								8385a02el	el
mascara	guias casquilhos	verificar folgas desgaste e lu brificacao	5	180	MEP							5822s12mc	mc
	molas compressao	verificar estado de conservaca o	5	84	MEP							5822s12mc	mc
mesa	batentes mecânicos	verif aperto e reapertar se ne cessário	15	84								5822s12mc	mc
mesa deslocacao peca	amortecedor	substituir	30	720					2.000 -amortecedor hid ml 4x1,5, 12mm rbc1412	r100123679		8139a02mc	mc
mesa porta peca	cilindro deslocament	verificar desgaste e funcionam ento	5	84	MEP							5822s12mc	mc
	rails e patins	verificar folgas desgaste e lu brificacao	5	84	MEP							5822s12mc	mc
modo degradado	barreiras seguranca	testar funcionamento	3	180								582224el	el
	paragem emergencia	testar funcionamento	3	180								582224el	el
painel comando	paragem emergencia	testar funcionamento	3	180								582224el	el
porta (direita)	fecho de seguranca	testar funcionamento	3	180								582224el	el
porta (esquerda)	fecho de seguranca	testar funcionamento	3	180								582224el	el
porta modo degradad	fecho de seguranca	testar funcionamento	3	180								582224el	el

Controlador de Segurança
 CACIA - Ilha n.º 2
 ANO 2019

Página 2 / 3

Data de actualização: 20.05.2019
 Data de impressão: 18.02.2020

Figura E.4: PMP de CACIA, ilha n.º2.

Sub-conjunto	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	Valores limites	Ferramenta	G. S	Quantidade & Designação	N.º MABEC	N.º gama	N.º intervenção	AM
MP Es tecnifor	marecaco	verificar desgaste e funcionam ento	5	84								5822s12el	el


Capítulo 18 - Plano de Manutenção, Reparação e Reabastecimento
 18.02.02 - Manutenção de Equipamentos de Manutenção
 ANEXO X - P-AM

Página 3 / 3

Data de actualização: 20.05.2019
 Data de impressão : 18.02.2020

Figura E.5: PMP de CACIA, ilha n.º2.

5422 TMP.xls

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <h3>Plano de Manutenção Preventiva</h3> <p>Fabrica: CACIA</p> </div> </div>															
Equipamento : Estanquidade Semelle HR14 4x4															
Matricula : 185422CM635															
Sub-conjunto (20 C. Max)	Elemento (20 C. Max)	Operação a efectuar (60 C. Max)	Tempo previsto (hh:mm:ss)	Periodicidade (4 C.)	Estado máquina (3 C.)	Valores limites (10 C. Max)	Ferramenta (20 C. Max)	Gama (S/N)	Siste./Condi.	Quantidade e designação / ref. Forneç. (40 C. Max)	Número MABEC (10 C.)	Nº Intervenções (10 C.)	AM (1 C.)	MP (1 C.)	Especialidade (2 C.)
Segurança	Proteções fixas	Verificar a existência das proteções de segurança	00:01:00	001	MEP					5422-100-01000	ER87.267.001				
Segurança	Proteções fixas	Verificar o seu estado e aperto	00:01:00	001	MHP					5422-100-01000	ER87.267.001				
Segurança	Pedão de acesso	Teste de funcionamento	00:01:00	001	MEP					5422-100-01000	ER87.267.001				
Centrifugação	Genral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	001	AHT					5422-100-01000	ER87.267.001				
Estrutura inferior	Genral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	001	AHT					5422-100-11000	ER87.267.004				
Estrutura inferior	Centrador parcial	Verificar estado / aperto	00:05:00	001	AHT		Utilizar Tranda			4098-100-11013	ER80.598.213				
Estrutura inferior	Centrador total	Verificar estado / aperto	00:05:00	001	AHT		Utilizar Tranda			4098-100-11019	ER80.598.219				
Tamponamento face 100	O ring inferior HP	Verificar estado / limpar	00:03:00	001	AHT		Utilizar Tranda			4098-100-11028	ER80.598.228				
Estrutura inferior	Patins de esferas	Lubrificação	00:03:00	001	AHT					5422-100-11000	ER87.267.004				
Tamponamento face 200	Genral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	001	AST					5422-100-21000	ER87.267.071				
Tamponamento face 200	Ponteira Contacto 2	Verificar estado	00:02:00	001	AHT					5422-100-21011	ER87.267.082				
Tamponamento face 200	Item 5422-100-21016	Verificar estado	00:02:00	001	AHT					5422-100-21016	ER87.267.087				
Tamponamento face 200	Ponteira Contacto 1	Verificar estado	00:02:00	001	AHT					4098-100-21007	ER80.598.425				
Tamponamento face 200	Item 5422-100-21002	Verificar estado	00:02:00	001	AHT					5422-100-21002	ER87.267.073				
Sistema Tamponamento HR13 4x4	Item 5422-100-21102	Verificar estado	00:02:00	001	AHT					5422-100-21102	ER87.267.095				
Sistema Tamponamento HR3 4x4	Apolo P	Verificar estado / limpar	00:02:00	001	AHT		Utilizar Tranda			P 2015 M6					
Sistema Tamponamento HR3 4x4	Apolo P	Verificar estado / limpar	00:02:00	001	AHT		Utilizar Tranda			28106-03001555					
Sistema Tamponamento HR13 4x5	O ring vedação	Verificar estado / limpar	00:02:00	001	AHT		Utilizar Tranda			O ring NBR 70 Shore 250x4	ER87.267.127				
Placa Tamponamento GEN 1	O ring vedação	Verificar estado / limpar	00:02:00	001	AHT		Utilizar Tranda			O ring NBR 70 Shore 255x4	ER87.267.126				
Tamponamento face 200	O ring vedação HP	Verificar estado / limpar	00:02:00	001	AHT		Utilizar Tranda			4098-100-22101	ER80.598.131				
Tamponamento face 300	Genral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	001	AST					5422-100-31000	ER87.267.120				
Tamponamento face 300	Borracha Oblongo	Verificar estado / limpar	00:02:00	001	AHT		Utilizar Tranda			0163.9407.01	ER80.308.314				

Page 1

Figura E.6: PMP do fornecedor, linha nº3.

5422 TMP.xls

Tamponeamento face 300	Borracha curva	Verificar estado / limpar	00:02:00	BEQ	AHT	Utilizar Trindaba	0103.0407.02	ER30.206.318			
Tamponeamento LP 302/330	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	SHI	AST		4500-100-32000	ER30.204.994			
Tamponeamento LP Fase 300	Punção	Verificar estado	00:02:00	BOI	AHT		Punção Leira E (4mm)				
Tamponeamento LP 302/330 Fase 300	O ring pv vedação	Verificar estado / limpar	00:02:00	BEQ	AHT	Utilizar Trindaba	4098-100-32105	ER30.596.623			
Tamponeamento LP 302/330 Fase 300	Set de juntas frontais para conector F-FH-13 Øint. 14,0*16,0mm	Verificar estado / limpar	00:02:00	BEQ	AHT	Utilizar Trindaba	F-FH-13 - Weh				
Tamponeamento face 500	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	SHI	AST		4500-100-33000	ER30.206.303			
Tamponeamento face 600	Outrg Vedação	Verificar estado	00:02:00	BOI	AHT		4098-100-33010	ER30.596.710			
Tamponeamento face 600	Geral	Limpar/inspeccionar	00:10:00	SHI	AST	Utilizar Trindaba	5422-100-54000	ER37.267.121			
Tamponeamento face 600	O ring	Verificar estado / limpar	00:02:00	BEQ	AHT		4098-100-34106	ER30.596.819			
Sistema de marcação	Laser ARES 50W	Limpar/inspeccionar - Ver manual do fabricante contido na documentação	00:10:00	SHI	AST		5422-100-54000	ER37.267.121			
Sistema de troca de placas superiores	Platinas de esferas	Lubrificação	00:03:00	SHI	AHT		5422-100-50000	ER37.267.019			
Sistema de troca de placas superiores	Item 5422-100-50004	Verificar estado / limpar	00:02:00	BEQ	AHT	Utilizar Trindaba	5422-100-50004	ER37.267.023			
Elect.Automat.	Datad. Isopelil relle.	Verificar seu estado	00:15:00	SHI	MHP		5422-100E.0001				
Elect.autonom.	Cabos fichas de lig.	Verificar seu estado	00:05:00	SHI	AST		5422-100E.0001				
Elect.autonom.	Caras CX1	Verificar seu estado	00:01:00	BOI	MHP		5422-100E.0001				
Cilindro pneumático	CU Pneumáticos	Verificar seu estado	00:10:00	SHI	AST		5422-100E.0001				
Cilindro pneumático	Resorres reg. causal	Verificar seu estado	00:10:00	SHI	AST		5422-100E.0001				

[Vous arrivez sur la dernière ligne du fichier, pour continuer, insérez des lignes au dessus de celle-ci, après avoir ôté la protection (Pensez à la remettre pour éviter des erreurs de manipulation).

Nota: na operação de manutenção da máquina estanqueidade é obrigatório a utilização ocultos de proteção.

Figura E.7: PMP do fornecedor, linha nº3.

Plano de Manutenção Preventiva



Fábrica : RENAULT CACIA S.A.

**EFP : CA01_A_H--_CAR
CARTER INTERMEDIO**

**Equipamento : 2274278 / 62018986
ESTANQ SIRMAF - SEMELLE H5 4X4**

MP	Sub-conjunto	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	Valores limites	Ferramenta	G S	Quantidade & Designação	N° MABEC	N° gama	N° Intervenção	AM
	armario ele	automato	substituicao das baterias	10	720								8986af01en	en
		cablagem	verificar acondicionamento dos cabos e culhas	10	360	MEP							8986af01el	el
		portas	verificar fechos e juntas vedaçao	2	360	MEP							8986af01el	el
	aspiracao fumos	filtermister	verificar funcionamento	2	180	PCT							8986s24mc	mc
	circuito pneumatico	distribuição	verificar estado de conservacao e funcionamento	10	84	MEP							8986s12mc	mc
		regulacao	verificar estado de conservacao e funcionamento	10	84	MEP							8986s12mc	mc
	circuito seguranc.pa	valvula phot1	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24mc	mc
		valvula phot2	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24mc	mc
		valvula phot3	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24mc	mc
		valvula phot5	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24mc	mc
	codigo barras	leitor	verificar funcionamento	2	84	PCT							8986s12el	el
	controlo estanq.	ateq	verificar conforme procediment	15	360	PCT							ca01en	en

Controlado por: **MAFALDA FERREIRA MARTINS**
 Data de actualizacao: **04.10.2019**
 Data de impressao: **08.07.2020**

Página 1 / 4

Figura E.8: PMP de CACIA, linha n°3.

Sub-conjunto	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	Valores limites	Ferramenta	G. S	Quantidade & Designação	N.º MABEC	N.º gama	N.º intervenção	AM
MP Es geral maquina	detetores e células	verificar estado de conservaça o e fixaçao	10	180	PCT							8986s24el	el
grupo tratamento ar	filtro regulador	verificar funcionamento (subst ituir filtro se necessário)	5	180	PCT							8986s24mc	mc
marcador laser	válvula arranq/prog	testar funcionamento	5	180	PCT							8986s24mc	mc
	controlador	limpar controlador	10	720								8986a02el	el
		substituir ventiladores	30	720								8986a02el	el
mesa	batentes mecanicos	verif aperto e reapertar se ne cessario	15	84								8986s12mc	mc
	cilindro deslocament	verificar desgaste e funcionam ento	5	84	PCT							8986s12mc	mc
	esteira p/cabos	verificar desgaste e funcionam ento	2	180	MEP							8986s24mc	mc
	rails e patins	verificar folgas desgaste e lu brificacao	10	84	PCT							8986s12mc	mc
mesa deslocacao peca	amortecedor	substituir	30	720					2,000 -amortecedor hid ml 4x1,5, 1,2mm rbel412	r100123679		8986a02mc	mc
modelos	células laser	testar funcionamento (com e se m sonda)	2	84	PCT							8986s12el	el
painel de comando	paragem emergencia	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24el	el
porta lado direito	fecho de segurancia	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24el	el
	paragem emergencia	testar funcionamento (wex3)	3	180	PCT							8986s24el	el
porta traseira	fecho de segurancia	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24el	el

Controlador de Qualidade
 Engenharia de Manutenção
 Engenharia de Segurança
 ANMP X - AN

Página 2 / 4

Data de actualização :04.10.2019
 Data de impressão : 08.07.2020

Figura E.9: PMP de CACIA, linha n.º3.

Sub-conjunto MP Es	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	Valores limites	Ferramenta	G. S	Quantidade & Designação	N.º MABEC	N.º gama	N.º intervenção	AM
	paragem emergencia	testar funcionamento (wvx4)	3	180	PCT							8986s24el	el
sist.tampon.superior	cilindr.tamponamento	verificar desgaste e funcionam ento	2	180	PCT							8986s24mc	mc
	cilindro 250/160	verificar desgaste e funcionam ento	5	180	MEP							8986s24mc	mc
	detectores magnetico	verificar estado de conservaça o e fixacao	10	180	PCT							8986s24mc	mc
	guias e cusquinhos	verificar folgas desgaste e lu brificacao	5	180	PCT							8986s24mc	mc
sist.tampon/marcacao	cilindr.tamponamento	verificar desgaste e funcionam ento	5	180	PCT							8986s24mc	mc
	marcacao letra	verificar desgaste e funcionam ento do cilindro de impacto	2	84	PCT							8986s12mc	mc
	multiplicad.pressao	verificar desgaste e funcionam ento	2	84	PCT							8986s12mc	mc
	rails e patins	verificar folgas desgaste e lu brificacao	5	84	PCT							8986s12mc	mc
sistema marcacao	datalogic	verificar funcionamento	2	84	MEP							8986s12el	el
sistema tampon.dir	cilindro pneumatico	verificar desgaste e funcionam ento	5	180	PCT							8986s24mc	mc
	guias e cusquinhos	verificar folgas desgaste e lu brificacao	5	84	PCT							8986s12mc	mc
sistema tampon.esq.	cilindro pneumatico	verificar desgaste e funcionam ento	5	180	PCT							8986s24mc	mc

Controlado por: Mafalda Ferreira Martins
 Data de actualização: 04.10.2019
 Data de impressão: 08.07.2020

Página 3 / 4

Figura E.10: PMP de CACIA, linha n.º3.

Sub-conjunto	Elemento	Ação por efectuar	TP	P	EM	Valores limites	Ferramenta	G. S	Quantidade & Designação	N.º MABEC	N.º gama	N.º intervenção	AM
MP	Es												
	guias e casquilhos	verificar folgas desgaste e lubrificação	5	84	PCT							8986s12mc	mc
	zona carregamento	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24el	el
	paragem emergencia	testar funcionamento	3	180	PCT							8986s24el	el

Controlado por: Mafalda Ferreira Martins
 Data de actualização: 04.10.2019
 Data de impressão: 08.07.2020

Página 4 / 4

Figura E.11: PMP de CACIA, linha nº3.

Apêndice F

Máquina 62018525



Mecanismo de inserção da ilha da Placa Anti-Emulsão: o atual



Mecanismo de inserção da Placa Anti-Emulsão da linha nº 3: o proposto

Figura F.1: Alteração na máquina 62018525.