



MELHORIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NUMA EMPRESA DE SOLUÇÕES DE ENERGIA

LEANDRO AUGUSTO DA SILVA MARTINS

novembro de 2019

MELHORIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NUMA EMPRESA DE SOLUÇÕES DE ENERGIA

Leandro Augusto da Silva Martins

1091008

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

MELHORIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NUMA EMPRESA DE SOLUÇÕES DE ENERGIA

LEANDRO AUGUSTO DA SILVA MARTINS

1091008

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva e da Engenheira Rafaela Carla Barros Casais, ambos pertencentes ao Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)

2019

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Professora Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Engenheira Rafaela Carla Barros Casais

Assistente do 1º triénio, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Professora Doutora Isabel da Silva Lopes

Professora Auxiliar, Departamento de Produção e Sistemas,

Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

A realização da minha dissertação de mestrado só foi possível graças ao apoio de todos aqueles que, direta ou indiretamente, me acompanharam ao longo desta etapa.

O meu primeiro agradecimento dirige-se à minha filha, Íris Martins, pela compreensão da falta de disponibilidade de minha parte, para as brincadeiras e passeios.

Agradeço à minha família, particularmente aos meus pais, por todo o apoio, confiança e compreensão ao longo de todo o meu percurso.

Ao Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva e Engenheira Rafaela Carla Barros Casais, por todo o apoio bibliográfico disponibilizado, assim como todo o apoio e orientação prestada ao longo do projeto.

Agradeço também a todos os meus professores no Instituto Superior de Engenharia do Porto pelo conhecimento transmitido, que ao longo dos anos contribuíram para a minha formação.

À empresa *Efacec Power Solutions, S.A.*, onde sou colaborador, pela oportunidade de realizar este projeto e a todos os colaboradores e colegas de trabalho, pelo acompanhamento, disponibilidade, auxílio e conhecimento transmitido.

Por último, mas não menos importante, aos meus amigos e colegas de mestrado, em especial ao José Silva, pela ajuda, disponibilidade e paciência que tiveram comigo ao longo destes dois anos.

PALAVRAS CHAVE

Gestão do Plano de Manutenção Preventiva, Criticidade dos Equipamentos, Manutenção Produtiva Total, Manutenção Centrada na Fiabilidade, Manutenção Autónoma, Manutenção Preventiva, Indicadores de Desempenho, Desperdício de Tempo

RESUMO

Na indústria, os processos produtivos e os ativos estão em constante mudança. Assim sendo, a revisão, melhoria contínua e atualização do projeto é essencial para a sua sustentabilidade.

Este projeto, realizado de janeiro de 2018 a maio de 2019, consistiu no desenvolvimento de ferramentas e aplicação de métodos e filosofias, com intuito de melhorar a Gestão das Manutenções Preventivas (MP) na empresa *Efacec Power Solutions, S. A. (EPS)*. Após a identificação dos principais problemas e soluções, com vista a apoiar a tomada de decisão, no desenvolvimento do trabalho foi aplicada uma estratégia de manutenção mista, baseada no RCM (*Reliability Centered Maintenance*) e TPM (*Total Productive Maintenance*).

Com vista a apoiar a tomada de decisão, foi elaborado e implementado um método de classificação da criticidade dos equipamentos com base na importância para o processo produtivo, o que resultou numa classificação dos ativos em três classes (1, 2 e 3). Após o estudo dos equipamentos, foi definida uma nova reestruturação na Gestão do Plano de Manutenção Preventiva (PMP), que resultou num novo fluxograma de decisões e ações do plano, revisão dos Registos de Manutenção Preventiva (RMP), implementação de Manutenção Autónoma (MA) em equipamentos críticos, elaboração de uma ferramenta de controlo e registo das anomalias encontradas no decorrer das intervenções, desenvolvimento de uma ferramenta para controlo e registo de KPIs (*Key Performance Indicators*) e estabeleceu-se uma lista de parceiros capazes de auxiliar no cumprimento e resolução de problemas encontrados nas operações de manutenção.

Concluído o trabalho acima descrito, podem ser identificadas melhorias significativas ao nível da gestão da manutenção. Foram identificados os ativos com criticidade 1 (60 equipamentos), verificou-se uma redução do desperdício de tempo nas MP, onde o RMP foi revisto e melhorado, assim como uma diminuição do número de falhas em equipamentos onde foram aplicadas as MA, num deles chegando aos 66%, e o cumprimento do PMP aumentou em 12% no PT (*Power Transformer*). Para além do descrito atrás, foram introduzidos KPIs tais como, MTTR (*Mean Time To Repair*), MDT (*Mean Down Time*), MWT (*Mean Waiting Time*) e MTBF (*Mean Time Between Failure*).

KEYWORDS

Preventive Maintenance Plan Management, Equipment Criticality, Total Productive Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Autonomous Maintenance, Preventive Maintenance, Performance Indicators, Waste of Time

ABSTRACT

In industry, production processes and assets are constantly changing, so reviewing, continually improving and updating the project is essential to its sustainability.

This project, held from January 2018 to May 2019, consisted of the development of tools and application of methods and philosophies in order to improve the Preventive Maintenance Management (PM) at Efacec Power Solutions, S. A. (EPS). After identifying the main problems and solutions to support decision-making, a mixed maintenance strategy based on the Reliability Centered Maintenance (RCM) and Total Productive Maintenance (TPM) was applied in the development of the work.

In order to support decision-making, a method of grading equipment criticality based on importance to the production process was developed and implemented, resulting in a classification of assets into three classes (1, 2 and 3). After the study of the equipment, a new restructuring of the Preventive Maintenance Plan Management (PMP) was defined, which resulted in a new flowchart of decisions and actions of the plan, revision of the Preventive Maintenance Records (PMR), implementation of Autonomous Maintenance (AM) in critical equipment, elaboration of a tool to control and record the anomalies found in Preventive Maintenance (PM), development of a tool for controlling and recording Key Performance Indicators (KPIs) and a list of partners able to assist in the fulfillment and resolution of maintenance problems.

Following the work described above, significant improvements in maintenance management can be identified. Critical assets 1 (60 equipment's) were identified, there was a reduction in waste time in PM where PMR was revised and improved, as well a decrease in the number of equipment failures where the AM was applied, in one of them it reaches 66%, and the PMP compliance increased by 12% in the PT (Power Transformer). In addition to the above, KPIs such as MTTR (Mean Time To Repair), MDT (Mean Down Time), MWT (Mean Waiting Time) and MTBF (Mean Time Between Failure) have been introduced.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

3C	Análise do Caso, Causas e Contramedidas
AMT	Aparelhagem de Média Tensão
CNC	<i>Computerized Numerical Control</i> (Controlo Numérico Computorizado)
DMI	Departamento de Manutenção Industrial
DT	<i>Distribution Transformer</i>
EPS	<i>Efacec Power Solutions</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Planeamento de Recursos Empresariais)
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (Análise do Modo de Falha e Efeitos)
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional para a Padronização)
JIT	<i>Just in Time</i>
KPIs	<i>Key Performance Indicators</i> (Indicadores de Desempenho)
MA	Manutenção Autónoma
MC	Manutenção Corretiva
MCE	Manutenção Corretiva de Emergência
MCP	Manutenção Corretiva Planeada
MDT	<i>Mean Down Time</i> (Tempo Médio de Imobilização)
MP	Manutenção Preventiva
MPC	Manutenção Preventiva Condicionada
MPS	Manutenção Preventiva Sistemática
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i> (Tempo Médio Entre Falhas)
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> (Tempo Médio Para Reparação)
MWT	<i>Mean Waiting Time</i> (Tempo Médio de Espera)
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (Eficiência Global do Equipamento)
OS	Ordem de Serviço

PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i> (Planear-Fazer-Verificar-Agir)
PMA	Plano de Manutenção Autónoma
PMP	Plano de Manutenção Preventiva
PP	Planeamento da Produção
PT	<i>Power Transformer</i>
QAS	Qualidade Ambiente e Segurança
KPI	<i>Key Perfomance Indicator</i>
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (Manutenção Centrada na Fiabilidade)
RMP	Registo de Manutenção Preventiva
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
SRV	<i>Service</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
TTR	<i>Time To Repair</i> (Tempo até a Reparação)
VP	<i>Vapour Phase</i>

Lista de Unidades

kV	Quilovolt
kVA	Quilovolt-ampere (Potência Aparente)
u.t	Unidades Temporais

Lista de Símbolos

€	Euros
%	Percentagem

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	Cinco palavras japonesas, todas começadas por “S”, que estabelecem o ambiente cultural de melhoria contínua e que permitem a criação de ambientes de trabalho adequados ao controlo visual e pensamento <i>Lean</i> .
<i>Backlog</i>	Tarefas à espera de serem executadas.
<i>Brainstorming</i>	Estrangeirismo para “tempestade de ideias”, é uma técnica de dinâmica de grupo, com a finalidade de explorar a potencialidade criativa de um indivíduo ou grupo.
Diagrama <i>Ishikawa</i>	Também conhecido por diagrama espinha-de-peixe. É uma representação gráfica que tem como objetivo ajudar a identificar, explorar e mostrar as possíveis causas de um problema ou acontecimento específico.
<i>Jidoca</i>	Método <i>Lean</i> que tem como premissa a deteção das falhas quando acontecem, visa identificar se o erro ocorre durante o processo de produção.
<i>JIT</i>	Sistema de produção repetitiva, no qual o processamento e movimentação de materiais ocorra à medida que são necessários.
<i>Kanban</i>	Palavra japonesa que significa “cartão”. Metodologia utilizada para garantir maior controlo sobre o processo produtivo, organizando o fluxo de materiais e de informação.
<i>Lean</i>	Filosofia de gestão focada na redução de desperdícios, utilizando os recursos de forma mais eficiente, com vista a promover as atividades que realmente acrescentam valor para o cliente.
<i>Lock-out</i>	Estrangeirismo para “imobilização”.
<i>Outsourcing</i>	Estrangeirismo para “terceirização”, é um processo de contratação por parte de uma empresa/indivíduo de uma outra empresa/indivíduo para a execução de uma tarefa específica.
Partes Ativas	Partes da composição de um transformador, constituída por: bobinas (enrolamento secundário e primário) e pelo núcleo de ferro magnético.
PDCA	Metodologia interativa de gestão de quatro passos: planear; executar; verificar e agir. Tem como objetivo um controlo e melhoria contínua de processos e produtos.

<i>Poka-Yoke</i>	Ferramenta da qualidade utilizada para prevenir a ocorrência de erros de forma simples e precisa.
SMED	Método utilizado para uma rápida mudança de ferramenta.
<i>Software</i>	Conjunto de meios não materiais que servem para o tratamento automático da informação, e permite o “diálogo” entre o homem e o computador.
<i>Spare Parts</i>	Estrangeirismo para “peças de reposição”.
<i>Standard</i>	Estrangeirismo para “padronizar”.
<i>Stock</i>	Estrangeirismo para “inventário”.
SWOT	Ferramenta de qualidade que permite fazer um diagnóstico estratégico da empresa, no meio em que está inserida.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - PRINCIPAIS OBJETIVOS DA MANUTENÇÃO PINTO (2013)	9
FIGURA 2 - PERSPETIVA DA MANUTENÇÃO EM FUNÇÃO DO TEMPO. ADAPTADO DE KARDEC & NASCIF (2001)	11
FIGURA 3 - TIPOS DE MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE PINTO (2013)	11
FIGURA 4 - GESTÃO DA MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE KOBACZY, PRABHAKAR MURTHY (2008)	19
FIGURA 5 - NÍVEIS DE DECISÃO DE <i>OUTSOURCING</i> . ADAPTADO DE PINTELON, PARODI-HERZ (2008)	27
FIGURA 6 - MERCADOS DE ATUAÇÃO. FONTE: EFACEC	37
FIGURA 7 - REVISÃO DA HISTÓRIA DA EFACEC. FONTE: WWW.EFACEC.PT, QUEM SOMOS (2019)	38
FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO DOS CENTROS DE PRODUÇÃO, SRV E O DMI, NA ÁREA FABRIL. ADAPTADO DE WWW.EFACEC.PT, QUEM SOMOS (2019)	40
FIGURA 9 - DEPARTAMENTOS DA PRODUÇÃO DT. FONTE: EPS	41
FIGURA 10 - MÁQUINA DE CORTE DE CHAPA MAGNÉTICA	41
FIGURA 11 - BOBINADORA DE FIO	41
FIGURA 12 - INSTALAÇÃO DE SECAGEM E ENCHIMENTO DE TRANSFORMADORES	41
FIGURA 13 - DEPARTAMENTOS DE PRODUÇÃO SHELL. FONTE: EPS	42
FIGURA 14 - MÁQUINA DE FRESAR E BISELAR CARTÃO (1), FRESADORA CNC (2)	42
FIGURA 15 - EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE A ALMOFADAS DE AR	42
FIGURA 16 - INSTALAÇÃO DE SECAGEM VP	42
FIGURA 17 – DEPARTAMENTOS DE PRODUÇÃO CORE. FONTE: EPS	43
FIGURA 18 - BOBINADORAS	43
FIGURA 19 - MÁQUINA DE CORTE	43
FIGURA 20 - INSTALAÇÃO DE SECAGEM DE BOBINAS	43
FIGURA 21 - CENTRO DE CORTE E MAQUINAGEM DE CALÇOS	43
FIGURA 22 - DEPARTAMENTOS COMUNS A SHELL E CORE. FONTE:EPS	44
FIGURA 23 - LABORATÓRIO DE ENSAIOS ELÉTRICOS	44
FIGURA 24 - MÁQUINA DE CORTE DE CHAPA MAGNÉTICA	44
FIGURA 25 - EQUIPAMENTOS DE TRATAMENTO E ENCHIMENTO DE ÓLEO	44
FIGURA 26 - UNIDADE DE TRATAMENTO E ENCHIMENTO DE ÓLEO	45

FIGURA 27 - GRUPO DE VÁCUO MÓVEL	45
FIGURA 28 - ORGANOGRAMA ANTERIOR DO DMI DA EPS	46
FIGURA 29 - ORGANOGRAMA NOVO DO DMI DA EPS	47
FIGURA 30 - TOTAL DE FALHAS NOS CENTROS DE PRODUÇÃO DT E PT DA EPS	48
FIGURA 31 - TAXA DE CUMPRIMENTO DO PMP NA EPS EM 2017	48
FIGURA 32 - DIAGRAMA CAUSA EFEITO DE AVALIAÇÃO DAS CAUSAS PARA A BAIXA TAXA DE CUMPRIMENTO DO PMP NA EPS	49
FIGURA 33 - TEMPO MÉDIO DE REALIZAÇÃO DA MP NO VP DO CENTRO DE PRODUÇÃO SHELL DA EPS	49
FIGURA 34 - FERRAMENTA DE CLASSIFICAÇÃO DE ATIVOS NA EPS	54
FIGURA 35 - DISTRIBUIÇÃO DA CRITICIDADE DOS ATIVOS DO POLO DA ARROTEIA DA EPS	54
FIGURA 36 – NÚMERO E CRITICIDADE DOS ATIVOS DO POLO DA ARROTEIA DA EPS	54
FIGURA 37 - FLUXOGRAMA NOVO DA GESTÃO DO PMP DA EPS	57
FIGURA 38 - FLUXOGRAMA ANTIGO DA GESTÃO DO PMP DA EPS	58
FIGURA 39 - FOLHA DE PLANEAMENTO SEMANAL DAS MP ENVIADO AOS CENTROS DE PRODUÇÃO DA EPS	58
FIGURA 40 - CUMPRIMENTO DO PMP DO CENTRO DE PRODUÇÃO DT DA EPS NO ANO 2018	59
FIGURA 41 - CUMPRIMENTO DO PMP DO <i>SERVICE</i> DA EPS NO ANO 2018	59
FIGURA 42 - CUMPRIMENTO DO PMP DO CENTRO DE PRODUÇÃO PT DA EPS NO ANO DE 2018	60
FIGURA 43 - FICHA DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA DA EPS	62
FIGURA 44 - NÚMERO DE INTERVENÇÕES CORRETIVAS ANTES E DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DAS MA NA EPS	62
FIGURA 45 - TAXA DE REDUÇÃO DO NÚMERO DE INTERVENÇÕES CORRETIVAS DEPOIS DA IMPLEMENTAÇÃO DA MA NA EPS	63
FIGURA 46 - METODOLOGIA UTILIZADA NA REVISÃO DOS RMP DA EPS	64
FIGURA 47 - ANÁLISE SWOT DOS RMP ATUAIS DA EPS	64
FIGURA 48 - RMP ANTERIOR DAS BOBINADORAS DE FIO DO DT DA EPS	65
FIGURA 49 - RMP NOVO DAS BOBINADORAS DE FIO DO DT DA EPS	66
FIGURA 50 - REUNIÃO DE FIM DE TURNO NO DMI DA EPS	67
FIGURA 51 - TEMPOS MÉDIOS DE REALIZAÇÃO DA MP NO VP DO CENTRO DE PRODUÇÃO SHELL DA EPS ANTES DA REVISÃO DA RMP	68
FIGURA 52 - TEMPO MÉDIO DA REALIZAÇÃO DA MP NO VP DO CENTRO DE PRODUÇÃO SHELL DA EPS DEPOIS DA REVISÃO DAS RMP	68

FIGURA 53 - FERRAMENTA DE APOIO AO CONTROLO E GESTÃO DAS ANOMALIAS DETETADAS NAS MP DA EPS	69
FIGURA 54 - FLUXOGRAMA DE DECISÃO NA DETEÇÃO DE ANOMALIAS NA REALIZAÇÃO DAS MP DA EPS	72
FIGURA 55 - QUADRO DE PLANEAMENTO DIÁRIO DAS INTERVENÇÕES DA EPS	73
FIGURA 56 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE CUMPRIMENTO DIÁRIO DO PMP, NO ANO DE 2019 NO POLO DA ARROTEIA DA EPS	74
FIGURA 57 - EVOLUÇÃO DA TAXA DE MANUTENÇÕES CORRETIVAS DE EMERGÊNCIA DIÁRIA, NO ANO 2019 NO POLO DA ARROTEIA DA EPS	75
FIGURA 58 - CUSTOS COM O PESSOAL NA EPS EM 2018	77
FIGURA 59 - TOP 5 DE CUSTOS EM EQUIPAMENTOS DA EPS EM 2018	78
FIGURA 60 - TOP 5 DAS ANOMALIAS DETETADAS NO EQUIPAMENTO COM MAIS CUSTOS EM 2018 NA EPS	78
FIGURA 61 - CUSTOS DAS MANUTENÇÕES NA EPS	79
FIGURA 62 - METODOLOGIA UTILIZADA NA REALIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO NO DMI DA EPS	80
FIGURA 63 - INDICADORES DE DESEMPENHO DO DMI NA EPS. FONTE: EFACEC	110

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - EXPECTATIVAS E ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE KARDEC & NASCIF (2001)	10
TABELA 2 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA. ADAPTADO DE WIREMAN (2004) E PINTO (2013)	12
TABELA 3 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DA MCE. ADAPTADA DE PINTO (2013)	14
TABELA 4 - NÍVEIS DE MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE MARTINS (2014)	16
TABELA 5 - INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO (KPIs). ADAPTADO DE PINTO (2013)	17
TABELA 6 - INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO, ÁREA DE APLICAÇÃO E MELHORES PRÁTICAS NA INDÚSTRIA. ADAPTADO DE AMARAL (2016); (WIREMAN (1998); SMITH (2008) E BENDAYA ET AL (2009)	18
TABELA 7 - PARÂMETROS DE CÁLCULO DO OEE. ADAPTADO DE STAMATIS (2010)	20
TABELA 8 - 5S. ADAPTADO DE VERES ET AL (2017)	21
TABELA 9 - TIPOS DE TÉCNICAS DE ANÁLISE DE CRITICIDADE DE ATIVOS. ADAPTADO DE MARQUEZ (2007)	23
TABELA 10 - RESUMO DO CONCEITO LEAN. ADAPTADO DE SMITH & HAWKINS (2004)	23
TABELA 11 – RESUMO DO CONCEITO LEAN. ADAPTADO DE SMITH & HAWKINS (2004) (CONTINUAÇÃO)	24
TABELA 12 - DESPERDÍCIOS NA MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE SMITH & HAWKINS(2004)	24
TABELA 13 - DESPERDÍCIOS NA MANUTENÇÃO. ADAPTADO DE SMITH & HAWKINS (2004)(CONTINUAÇÃO)	25
TABELA 14 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS	28
TABELA 15 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS (CONTINUAÇÃO)	29
TABELA 16 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS (CONTINUAÇÃO)	30
TABELA 17 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS (CONTINUAÇÃO)	31
TABELA 18 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS (CONTINUAÇÃO)	32
TABELA 19 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS (CONTINUAÇÃO)	33
TABELA 20 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS (CONTINUAÇÃO)	34
TABELA 21 - VISÃO, MISSÃO, PROPÓSITOS E VALORES DA EPS. ADAPTADO DE WWW.EFACEC.PT, QUEM SOMOS (2019)	38
TABELA 22 - VISÃO, MISSÃO, PROPÓSITOS E VALORES DA EPS. ADAPTADO DE WWW.EFACEC.PT, QUEM SOMOS (2019) (CONTINUAÇÃO)	39

TABELA 23 - TIPO DE PRODUTOS DESENVOLVIDOS NO POLO DA ARROTEIA. WWW.EFACEC.PT, QUEM SOMOS (2019).	39
TABELA 24 - TIPO DE PRODUTOS DESENVOLVIDOS NO POLO DA ARROTEIA. WWW.EFACEC.PT, QUEM SOMOS (2019) (CONTINUAÇÃO)	40
TABELA 25 - RESUMO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS DO DMI DA EPS	50
TABELA 26 – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS ATIVOS E OS RESPECTIVOS NÍVEIS	51
TABELA 27 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE DE ATIVO	52
TABELA 28 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE 1	52
TABELA 29 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE 2	53
TABELA 30 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE 3	53
TABELA 31 - PLANO DE ESTRATÉGIAS A ADOTAR NOS EQUIPAMENTOS, SEGUNDO A SUA CRITICIDADE NA EPS	55
TABELA 32 - TABELA RESUMO DAS POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA OS PRINCIPAIS PROBLEMAS NO DMI DA EPS	56
TABELA 33 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA	61
TABELA 34 – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS DETETADAS NAS MP DA EPS	70
TABELA 35 – INDICADOR TAXA DE CUMPRIMENTO DO PMP DIÁRIO, FÓRMULA DE CÁLCULO E ORIGEM NA EPS	74
TABELA 36 - INDICADOR TAXA DE MANUTENÇÃO CORRETIVA DE EMERGÊNCIA DIÁRIO, FÓRMULA DE CÁLCULO E ORIGEM NA EPS	75
TABELA 37 - INDICADORES DE DESEMPENHO ANALISADOS NA EPS	76
TABELA 38 - ANÁLISE DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS	83
TABELA 39 - RESULTADO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO	84
TABELA 40 - SUGESTÕES DE MELHORIAS FUTURAS	86

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Enquadramento do trabalho	3
1.2	Objetivos do projeto	3
1.3	Metodologia utilizada	4
1.4	Empresa de acolhimento	4
1.5	Estrutura da Dissertação	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	Manutenção	9
2.1.1	Evolução do conceito de manutenção	10
2.1.2	Tipos de manutenção	11
2.1.3	Manutenção Planeada e Não Planeada.....	11
2.1.4	Manutenção Preventiva (MP).....	12
2.1.4.1	Manutenção Preventiva Sistemática (MPS)	13
2.1.4.2	Manutenção Preventiva Condicionada (MPC)	13
2.1.4.3	Manutenção Corretiva Planeada (MCP).....	13
2.1.5	Manutenção Corretiva de Emergência (MCE)	14
2.1.6	Manutenção, Segurança e Saúde no Trabalho	15
2.1.7	Níveis de Manutenção	15
2.2	Indicadores de desempenho da manutenção	17
2.2.1	Outros indicadores	18
2.3	Gestão da manutenção	19
2.3.1	Evoluções recentes na gestão de manutenção	20
2.3.1.1	Manutenção Produtiva Total (TPM).....	20
2.3.1.2	Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM)	21
2.3.1.2.1	Identificação e Hierarquia de Ativos	22
2.3.1.3	Manutenção Lean	23
2.3.1.4	Desperdícios na Manutenção	24
2.3.2	Capacidade de planeamento de Manutenção.....	25
2.3.3	Planeamento da manutenção em linha com a Produção.....	26
2.3.4	Manutenção Interna Vs Outsourcing	27
2.4	Estudo e análise de outros Trabalhos Realizados	28
3	DESENVOLVIMENTO	37

3.1	Apresentação da empresa	37	
3.1.1	Revisão da história.....	38	
3.1.2	Visão, Missão, Propósito e Valores da empresa	38	
3.1.3	Unidades de Negócio.....	39	
	3.2	Caracterização da empresa	40
3.2.1	Centro de produção DT	41	
3.2.2	Centro de produção Shell	42	
3.2.3	Centro de produção Core	43	
3.2.4	Departamentos comuns a Shell e Core	44	
3.2.5	Service	45	
3.3	Caracterização do Problema	46	
3.3.1	Análise da Estrutura Organizacional do DMI	46	
3.3.2	Análise Interna do DMI	47	
3.3.3	Análise dos Indicadores de Desempenho do DMI	48	
3.3.3.1	Número de Falhas	48	
3.3.3.2	Taxa de Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva (PMP)	48	
3.3.3.3	Tempo de Realização da Manutenção Preventiva (MP)	49	
3.3.4	Resumo dos Principais Problemas Identificados	50	
3.4	Criticidade dos Ativos da EPS	50	
3.4.1	Metodologia de Atribuição de Criticidade dos Ativos na EPS.....	51	
3.4.1.1	Atribuição de Classe de Ativos	52	
3.4.2	Análise Crítica dos Resultados da Ferramenta de Classificação dos Ativos.....	54	
3.5	Estratégia de abordagem consoante a criticidade	55	
3.6	Metodologia de Abordagem das Possíveis Soluções	56	
3.6.1	Gestão do Plano de Manutenção Preventiva	57	
3.6.1.1	Resultados da implementação do novo modelo de Gestão do Plano de Manutenções Preventivas.....	59	
3.6.2	Planos de Manutenções Autónomas (PMA)	61	
3.6.2.1	Resultados esperados da implementação da Manutenção Autónoma (MA)	62	
3.6.3	Revisão e melhoria dos Registos de Manutenção Preventiva (RMP)	63	
3.6.3.1	Resultados da implementação do novo modelo de Registo de Manutenção Preventiva (RMP)	68	
3.6.4	Controlo das anomalias encontradas na realização das MP	69	
3.6.4.1	Atribuição de Classe de Anomalias	71	
3.7	Indicadores de Desempenho da Manutenção Implementados.....	73	
3.7.1	Ferramenta desenvolvida para análise e controlo dos KPIs	73	
3.7.1.1	Taxa de Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva Diário.....	74	
3.7.1.2	Taxa de Manutenção Corretiva de Emergência Diária	75	

3.7.1.3	MWT, MTBF; MDT, Top 5 Cumulative Material Cost+Other Costs e Top 5 Actual Month Material Cost+Other Costs	76
3.7.1.4	Indicadores financeiros	77
3.7.1.4.1	Custos com pessoal	77
3.7.1.4.2	Custo das Intervenções de Manutenção	78
3.7.1.5	Conclusões da Análise dos Indicadores da Manutenção da EPS.....	79
3.8	Metodologia utilizada na realização do projeto	80
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	83
4.1	Conclusões	83
4.2	Sugestão de Outras Possíveis Melhorias	86
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃOReferências	89
6	ANEXOS	95
6.1	ANEXO 1 – Representação dos planos de MA	95
6.2	ANEXO 2 – Representação da folha de registo de presenças nas formações das MA.....	97
6.3	ANEXO 3 – Representação da folha de registo da realização de MA.....	98
6.4	ANEXO 4 – Registos de Manutenção Preventiva (RMP), antes e depois das melhorias.....	99
6.5	ANEXO 5 – Tempos da realização da MP antes e depois da melhoria dos RMP.....	105
6.6	ANEXO 6 – Representação da ferramenta de auxílio, para registo e controlo das anomalias detetadas nas MP	107
6.7	ANEXO 7 – Indicadores de desempenho diários do DMI	109
6.8	ANEXO 8 – Indicadores de desempenho retirados do <i>Microsoft Power BI</i>	110
6.9	ANEXO 9 – Evolução do número total de falhas de 2015 a 2018, no DT e PT	111
6.10	ANEXO 10 – Representação da ferramenta de registo do planeamento diário na EPS.....	112
6.11	ANEXO 11 – Evolução dos custos das manutenções durante os anos de 2017 e 2018	113
6.12	ANEXO 12 – Representação da ferramenta do Planeamento Semanal, enviada ao Planeamento da Produção	114
6.13	ANEXO 13 – Representação da folha de controlo de tarefas e horas do <i>outsourcing</i>	115

INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento do trabalho
 - 1.2 Objetivos do projeto
 - 1.3 Metodologia utilizada
- 1.4 Empresa de acolhimento
- 1.5 Estrutura da Dissertação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do trabalho

Em pleno século XXI, uma empresa só é viável se for competitiva e inovadora. A constante evolução tecnológica e a competitividade industrial, obrigam a que, atualmente, as empresas tenham a capacidade de se adaptarem à mudança e à evolução dos mercados. A competitividade baseia-se numa indústria de gestão integrada, com trabalho de equipa entre vários setores que convergem todos para o mesmo propósito.

As indústrias focam-se sobretudo na produção e de tudo o que a rodeia (clientes, necessidades, recursos, contexto político e social) de modo a otimizar a eficiência operacional, a qualidade e a produtividade.

A necessidade do Departamento de Manutenção acompanhar a constante mudança e complexidade do processo industrial, requer que este seja estruturado de forma sólida e tenham um planeamento devidamente delineado. No sentido, de acompanhar este contexto industrial, surge a necessidade de implementar novas metodologias de Gestão da Manutenção Industrial, que surgem como solução, para a melhoria do seu desempenho, destacando-se a Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM) e a Manutenção Produtiva Total (TPM) (Press, 2003).

A realização deste projeto surge da necessidade da EPS (*Efacec Power Solutions*) em implementar novas metodologias e ferramentas na gestão da Manutenção, e ter um maior controlo na taxa de cumprimento do plano, assim como na assertividade das Manutenções Preventivas. O presente trabalho aborda a reestruturação dos Registos das Manutenções Preventivas de máquinas e equipamentos, a gestão do planeamento com a produção, assim como, implementação de ferramentas de melhoria de desempenho da manutenção.

1.2 Objetivos do projeto

O presente projeto tem como principal objetivo a melhoria operacional e da Gestão da Manutenção Preventiva na empresa *Efacec Power Solutions*. Pretende-se, através de uma revisão da documentação dos fabricantes, histórico de atividades, recomendações dos operadores dos equipamentos e técnicos de manutenção, obter uma reestruturação da manutenção, a qual se deverá traduzir numa melhoria do serviço prestado, diminuindo os tempos de paragem das máquinas e equipamentos, que por sua vez deverá refletir numa maior competitividade e produtividade da empresa.

A realização deste projeto tem como suporte os seguintes objetivos práticos:

- Implementar um sistema de manutenção preventiva com maior abrangência, profundidade, assertividade e eficácia, abrangendo Pessoas, Produção, Processo e Informação;
- Estabelecer os recursos necessários para concretizar as atividades;
- Monitorizar KPI's de "Taxa de realização das manutenções preventivas"; "Custos de manutenção"; "Taxas mensais de avarias"; MTTR; MWT; MTBF;
- Implementar Manutenção Autónoma e criar Rotinas em máquinas e equipamentos críticos;
- Tirar conclusões, validar as soluções propostas e estabelecer um modelo que possa ter resultados positivos, com vista a ser aplicado noutra empresa.

1.3 Metodologia utilizada

Na elaboração do presente projeto, com vista a alcançar os objetivos propostos, a metodologia utilizada foi a investigação – ação, que é descrita em seguida:

- Etapa 1 – Identificação do problema e objetivos;
- Etapa 2 – Revisão bibliográfica sobre ferramentas e estratégias de manutenção, com base na identificação do problema e objetivos previamente identificados;
- Etapa 3 – Análise e recolha de dados do caso de estudo;
- Etapa 4 – Identificação dos parâmetros a melhorar;
- Etapa 5 – Seleção de propostas de melhoria e debate de ideias;
- Etapa 6 – Plano de implementação; formação aos colaboradores;
- Etapa 7 – Implementação do plano;
- Etapa 8 – Medição de novos resultados;
- Etapa 9 – Análise crítica dos resultados obtidos;
- Etapa 10 – Validação das propostas de melhoria apresentadas;
- Etapa 11 – Sugestão de possíveis novas melhorias.

1.4 Empresa de acolhimento

O presente projeto desenvolveu-se na empresa *Efacec Power Solutions*, SGPS, S.A. situada no parque empresarial Arroiteia (Poente), S. Mamede de Infesta. A EPS é uma empresa Portuguesa com mais de 100 anos de história, perfil exportador e com presença internacional em mais de 65 países. Após vários processos de reestruturação, nos dias de hoje é uma empresa mais virada para o futuro, com grande capacidade de adaptabilidade e inovação, focada no desenvolvimento de produtos e sistemas com forte valor acrescentado, atuando no desenvolvimento de infraestruturas para importantes sectores da atividade económica. Como tal, é referência mundial nos setores da Energia, do Ambiente e Indústria, da Mobilidade e dos Transportes.

1.5 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação organiza-se em quatro capítulos principais. O primeiro capítulo diz respeito à *Introdução* ao projeto, onde é efetuado o enquadramento temático, definição de objetivos, metodologia utilizada, apresentação da empresa onde será realizado e, por fim, é apresentada a estrutura do relatório.

No segundo capítulo, *Revisão Bibliográfica*, divide-se em dois tópicos, sendo o primeiro uma apresentação do tema manutenção e todo o seu contexto. No segundo tópico, foi abordado o tema gestão da manutenção e a sua evolução ao longo do tempo. Neste capítulo são apresentadas metodologias e estratégias de manutenção, vindas de vários autores, que constituem as bases para o desenvolvimento prático do projeto, com fundamentação em livros e publicações científicas especializadas.

No terceiro capítulo, *Desenvolvimento*, que diz respeito ao trabalho prático propriamente dito, é caracterizada a empresa EPS, os problemas a ser analisados e solucionados. São apresentadas as metodologias e ferramentas desenvolvidas e conclusões das soluções implementadas.

Por último, o quarto capítulo corresponde às *Conclusões e Sugestão de Outras Possíveis Melhorias*, onde os resultados do projeto são analisados e, são apresentadas novas sugestões de melhoria para possíveis trabalhos futuros, no que diz respeito ao desempenho da manutenção.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.2 Indicadores de desempenho da manutenção

2.3 Gestão da manutenção

2.4 Estudo e análise de outros Trabalhos Realizados

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

A manutenção assume um papel fundamental para um bom desempenho da organização, sendo que para isso seja importante a ausência de falhas não planejadas que interrompam o normal funcionamento do sistema.

Segundo Duffuaa *et al.* (1998) a principal responsabilidade da manutenção é fornecer um serviço que permita a uma organização atingir os seus objetivos. As responsabilidades específicas variam, dependendo da organização, no entanto na generalidade elas seguem os seguintes pontos:

- Manter os ativos e equipamentos em boas condições e em segurança, para executar as funções pretendidas;
- Realizar todas as atividades de manutenção, incluindo preventivas, preditivas, corretivas, revisões gerais, modificação de projeto e manutenção de emergência, de um modo eficaz e eficiente;
- Conservar e controlar o uso de peças, e material de substituição;
- Intervenção em novas plantas e expansão das infraestruturas;
- Gestão de instalações e conservação de energia.

Pinto (2013) define os objetivos da manutenção industrial de forma semelhante a Cabral (2006), assumindo que um dos objetivos prioritários é a maximização da disponibilidade dos equipamentos. A Figura 1, apresenta os principais objetivos da manutenção, propostos por Pinto (2013), onde refere que são quase todos incompatíveis entre si, pelo que se torna quase impossível otimizá-los em simultâneo, estando os responsáveis da gestão da manutenção incumbidos de encontrar a melhor solução, de forma a servir os interesses da organização.



Figura 1 - Principais objetivos da manutenção Pinto (2013)

2.1.1 Evolução do conceito de manutenção

No passado, a manutenção era vista como um mal necessário, que fazia parte da resolução dos problemas nos equipamentos afetos à produção. Nos últimos anos, a manutenção tem passado por várias alterações que a conduziram a uma evolução exponencial, passando a ter um papel fulcral na contribuição para atingir todos os objetivos do negócio, passando a ser um setor estratégico para as organizações (Tabela1) (Figura 2). Estas alterações consistem no aumento significativo de ativos físicos (equipamentos e infraestruturas) a serem mantidos, assim como a sua complexidade técnica e diversidade, obrigando ao desenvolvimento de novas técnicas de manutenção, mudanças a nível de organização e responsabilidades da manutenção. Por sua vez, essas estratégias consideram formalmente parcerias e *outsourcing* da função manutenção (Kardec & Nascif, 2001).

Tabela 1 - Expectativas e estratégias de manutenção. Adaptado de Kardec & Nascif (2001)

Gerações da Manutenção	Expectativas e estratégias de manutenção
1ª Geração	Indústria pouco mecanizada, com equipamentos simples, sobredimensionados. As ações de manutenção eram focadas nas reparações após avarias.
2ª Geração	Aumento da mecanização na indústria, assim como a sua complexidade técnica, o que levou a um aumento significativo no investimento na manutenção, surgindo assim a manutenção focada na prevenção da avaria, com intervalos de tempo definidos. Assim sendo, o aumento do peso dos custos da manutenção levou ao aumento da importância do planeamento da manutenção.
3ª Geração	Passa a ser dada elevada importância aos períodos de indisponibilidade dos ativos, devido ao aparecimento de metodologias dependentes da fiabilidade dos equipamentos, bem como ao aumento da exigência dos padrões de qualidade por parte dos clientes. Foram desenvolvidas metodologias complexas de gestão da manutenção, como o <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) e <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM).
4ª Geração	Hoje em dia, com o aumento da competitividade global, o foco é maximizar a eficácia dos ativos, minimizar falhas e maximizar ganhos. Surgem novos desafios à gestão da manutenção, como: gestão de risco; fiabilidade humana; precisão na medição e demonstração de resultados.



Figura 2 - Perspetiva da manutenção em função do tempo. Adaptado de Kardec & Nascif (2001)

2.1.2 Tipos de manutenção

Ao longo dos anos, a importância da manutenção e, conseqüentemente toda a gestão necessária, tem vindo a sofrer mudanças, assumindo um papel cada vez mais importante nas organizações. Existem diversos fatores em que esse papel é relevante, como garantir a disponibilidade dos ativos e instalações, evidenciando a otimização da fiabilidade, custos e segurança (Moreira, 2018).

Atualmente, existem várias designações e modelos de manutenção (Figura 3), alguns dos quais, segundo Pinto (2013), são duplicações de outros. O importante deverá ser conhecer as características e o tipo de abordagem de cada modelo.

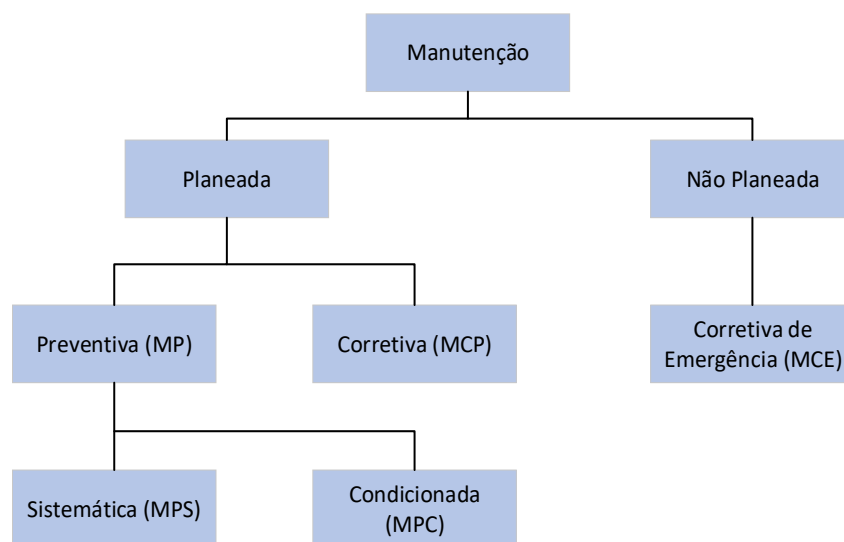


Figura 3 - Tipos de manutenção. Adaptado de Pinto (2013)

2.1.3 Manutenção Planeada e Não Planeada

Do ponto de vista da gestão, existe a necessidade de distinguir se os trabalhos de manutenção são planejados ou não planejados. A manutenção planejada consiste em trabalhos que antevêm a possibilidade de marcação prévia, como garantir a disponibilidade

dos equipamentos, tarefas a realizar antecipadamente e, existência de material necessário, de forma a afetar o mínimo possível a produção. Este tipo de manutenção implica um maior controlo dos ativos e da capacidade.

Os trabalhos não planeados são referentes a situações imprevistas, não envolve qualquer tipo de planeamento ou preparação, e a execução será determinada pela natureza da situação (Amaral, 2016; Pinto, 2013).

2.1.4 *Manutenção Preventiva (MP)*

A manutenção preventiva, tem como objetivo reduzir ou evitar falhas nos equipamentos. Com este propósito, usam-se planos, com intervalos de tempo definidos segundo critérios estabelecidos ou seguindo as recomendações indicadas pelo fabricante. Segundo Pinto (2013), este tipo de manutenção é adequado a equipamentos que exibam comportamento regular, e que permitam estimar com rigor os modos de falha e as respetivas necessidades de manutenção.

Este tipo de manutenção apresenta vários tipos de vantagens e desvantagens, que se encontram a seguir na Tabela 2.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens da Manutenção Preventiva. Adaptado de Wireman (2004) e Pinto (2013)

Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Melhor controlo dos custos de manutenção; • As operações e paragens são programadas de acordo com a produção; • Aumento da longevidade dos equipamentos; • Maior controlo das peças de substituição; • Reduz custos de não manutenção; • Menor número de avarias; • Aumento da disponibilidade dos equipamentos.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento dos custos de mão de obra, e de peças de substituição; • Exige um planeamento bem definido; • A frequência de trabalhos pode ser demasiado elevada; • Pode provocar conflitos com a produção, devido à necessidade de condicionar o equipamento para cumprir o plano; • Não assegura que a Manutenção Corretiva de Emergência (MCE) seja totalmente eliminada.

2.1.4.1 *Manutenção Preventiva Sistemática (MPS)*

Este tipo de manutenção é efetuado de acordo com um calendário e intervalos de tempo estabelecidos em função do tipo de equipamentos, antes de ocorrer a falha, com o objetivo de preservar o ativo no seu estado normal de funcionamento.

De acordo com Pinto (2013), este modelo é baseado no estudo da fiabilidade, ou seja, na análise da probabilidade de ocorrência de avarias, devido ao desgaste e uso dos componentes, recorrendo a registos históricos.

2.1.4.2 *Manutenção Preventiva Condicionada (MPC)*

Conhecida também por Manutenção Preditiva, engloba ações de monitorização contínuas ou periódicas, como testes, inspeções, análises estatísticas e de tendência, das ocorrências. Tem como objetivo, prever o momento e, tomar decisões para a ação planeada, de modo a evitar a falha. Aplicada do modo correto, pode resultar em elevadas reduções dos custos de manutenção e aumento significativo da disponibilidade dos ativos (Gulati, 2013).

Nos casos em que a aproximação de avarias é precedida de aviso prévio e, se verifica a possibilidade de planear a ação antes de ocorrer a falha, também devem ser consideradas MPC (Cabral, 2006).

Pinto (2013), sugere que os principais parâmetros analisados pela MPC são:

- Temperatura, pressão e rotação de veios;
- Óleos lubrificantes;
- Gases de combustão;
- Circuitos elétricos;
- Vibrações e ruídos.

2.1.4.3 *Manutenção Corretiva Planeada (MCP)*

Este conceito de manutenção tem denominações distintas, sendo também designada por Manutenção de Melhoria (MM). Esse tipo de manutenção tem como objetivo melhorar o desempenho do equipamento, adequabilidade a funções específicas e incorporação de novas características, assim como otimizar a segurança de funcionamento do equipamento (Cabral, 2006).

Pinto (2013) considera a MCP um bom exemplo de engenharia de manutenção, pois tem como objetivo adaptar ou corrigir erros na conceção ou instalação dos equipamentos, defendendo que os investimentos feitos neste modelo podem resultar em ganhos significativos para a organização.

2.1.5 Manutenção Corretiva de Emergência (MCE)

O conceito de Manutenção Corretiva de Emergência é, de acordo com Cabral (2006), uma tarefa de reparação de avarias que surjam sem aviso prévio, e cuja possibilidade de resolução não tenha sido decidida pelo gestor.

Este modelo é considerado, um modelo reativo, pois só existe uma reação após a ocorrência da falha. Este modelo é de fácil implementação, visto que dispensa uma estrutura organizada, bastando dispor dos meios humanos e materiais para a realização dos trabalhos. Quando o custo e consequência das falhas é inferior ao custo da realização das ações preventivas, pode-se considerar uma boa prática a adotar (Pinto, 2013).

Tabela 3 - Vantagens e desvantagens da MCE. Adaptada de Pinto (2013)

Vantagens	<ul style="list-style-type: none">• Aplicada em equipamentos pouco importantes para a produção;• Menores custos de manutenção em equipamentos pouco influentes no processo produtivo;• As intervenções são realizadas apenas quando necessário;• Modelo de fácil implementação;• Custos reduzidos de gestão e planeamento.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none">• Aumento dos custos de mão de obra;• Aumenta custo de peças de substituição;• Elevado <i>stock</i> de material de substituição;• Interfere diretamente no fluxo produtivo;• Necessidade de intervenção imediata;• Necessidade de disponibilidade de mão de obra imediata;• Frequente surgimento de situações imprevistas.

2.1.6 Manutenção, Segurança e Saúde no Trabalho

A manutenção influencia a segurança e a saúde dos trabalhadores de duas maneiras. Em primeiro lugar, uma manutenção regular, corretamente planejado e executada, é essencial para manter as máquinas e o ambiente de trabalho seguros e fiáveis. Em segundo lugar, a própria manutenção deve ser executada de forma segura, com uma proteção adequada dos trabalhadores que a efetuam, e das restantes pessoas presentes no local de trabalho. Por executarem uma gama de atividades ampla e diversificada, os trabalhadores de manutenção estão expostos a muitos e variados perigos no local de trabalho, estando sujeitos a riscos físicos, riscos químicos, riscos biológicos e riscos psicossociais. A ausência ou uma inadequada manutenção, podem causar situações de perigo, acidentes e problemas de saúde.

As falhas de manutenção, podem contribuir para a ocorrência de grandes desastres, com consequências extremamente prejudiciais para as pessoas e o ambiente.

O processo de manutenção deve começar na fase de planeamento e concessão, mesmo antes dos trabalhadores executarem as tarefas. É essencial aplicar procedimentos apropriados de avaliação de riscos nas operações e introduzir medidas de prevenção apropriadas, de modo a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos nessas atividades. Após a conclusão das operações, devem ser efetuadas verificações especiais (inspeções e ensaios) para comprovar que a manutenção foi convenientemente efetuada e que não foram criados novos riscos. Ao longo de todo o processo, a gestão da manutenção deve assegurar que a manutenção é corretamente coordenada, programada e executada conforme o planejado, e que o equipamento ou local de trabalho ficou em boas condições de segurança para ser utilizado (osha.europa.eu, 2010).

2.1.7 Níveis de Manutenção

Segundo Amaral (2016), a prestação de manutenção pode ser classificada em cinco níveis, em função dos seguintes fatores:

- Natureza e complexidade dos trabalhos a executar;
- Local da intervenção;
- Meios materiais requisitados;
- Documentação necessária.

Na Tabela 4, estão descritos os cinco níveis de manutenção, podendo assumir características diferentes mediante a organização e autores. No entanto, a maioria das versões apelam a uma maior interligação entre a produção e a manutenção (Amaral, 2016; Marquez, 2007).

Tabela 4 - Níveis de Manutenção. Adaptado de Martins (2014)

Níveis de manutenção	Descrição	Executante
1º	Tarefas simples, como, limpeza, lubrificação, verificação de níveis, ensaios, afinações simples. Não existe a necessidade de meios materiais e documentação específica do equipamento.	Operador
2º	Ações base de substituição de elementos ou operações de manutenção preventiva.	Operador ou técnico qualificado
3º	Engloba ações complexas, como identificação e diagnóstico de avarias, a reparação por substituição de componentes funcionais e reparações menores.	Técnico qualificado ou equipa de manutenção
4º	Trabalhos importantes de manutenção corretiva e preventiva. Exige o domínio de técnicas ou tecnologias especializadas.	Equipa de manutenção ou técnicos especializados
5º	Trabalhos de renovação, de construção ou de reparação importantes. Exige um conhecimento específico do equipamento.	Equipa de manutenção, técnicos especializados ou fabricante

2.2 Indicadores de desempenho da manutenção

Os indicadores de desempenho da manutenção medem o resultado das atividades, utilizando recursos para manter um ativo, ou restaurar até um estado em que o seu desempenho seja o desejado para a função. Segundo a norma ISO 22400:2014, refletem as razões de sucesso das organizações. Estes dependem de fatores externos e internos, tais como: localização; cultura; tamanho; taxa de utilização e idade, e é alcançado implementando manutenções corretivas, preventivas e melhorias, utilizando trabalho; informação; materiais; metodologias organizacionais; ferramentas e técnicas operacionais. Assim sendo, devem ser capazes de mostrar hipóteses de melhoria e possibilitar a análise, para detetar o problema que pode causar a ineficiência, e auxiliar na solução do problema (Wireman, 2004).

Na Tabela 5, são apresentadas breves definições e equações dos principais KPI's (*Key Performance Indicator*) medidos ao longo do projeto (Pinto, 2013).

Tabela 5 - Indicadores de desempenho da manutenção (KPIs). Adaptado de Pinto (2013)

Indicador	Descrição	Equação
Tempo médio entre falhas (MTBF)	Tempo médio decorrido entre falhas	$MTBF = \frac{\text{Tempo total de operação}}{\text{Número total de avarias}}$
Tempo médio de reparação (MTTR)	Tempo médio necessário para a reparação de uma falha	$MTTR = \frac{\text{Tempo total de reparações}}{\text{Número total de reparações}}$
Tempo médio de espera (MWT)	Tempo médio de espera desde que o equipamento está avariado, até que seja iniciada a intervenção	$MWT = \frac{\text{Tempo total de espera}}{\text{Número total de avarias}}$
Tempo médio de imobilização (MDT)	Tempo médio de imobilização de um equipamento	$MDT = MTTR + MWT$

2.2.1 Outros indicadores

Na Tabela 6, constam outros indicadores de desempenho da manutenção retirados da bibliografia, a sua área de aplicação e as melhores práticas na indústria.

Tabela 6 - Indicadores de desempenho da manutenção, área de aplicação e melhores práticas na indústria. Adaptado de Amaral (2016); (Wireman (1998); Smith (2008) e Ben-Daya *et al* (2009)

KPI	Área de aplicação	Melhores práticas na indústria
Custo de manutenção / Custo de substituição	Financeiro	< 2% a 3%
Manutenção Planeada / Total de manutenções	Planeamento	> 90%
Horas de manutenção planeada / Horas de trabalho	Planeamento	≈ 85-95%
Manutenção corretiva de emergência	Planeamento	< 10%
Frequência de falhas	Fiabilidade	Contexto específico (falhas/ u.t.)
Horas de indisponibilidade devido a manutenção planeada	Indisponibilidade	Contexto específico (horas)
Horas de MP / Horas totais disponíveis de manutenção	Estratégia da manutenção (mensal)	≈ 20%
Horas de MPC / Horas totais disponíveis de manutenção	Estratégia da manutenção (mensal)	≈ 50%
Horas de MCP / Horas totais disponíveis de manutenção	Estratégia da manutenção (mensal)	≈ 20%
Horas de MCE / Horas totais disponíveis de manutenção	Estratégia da manutenção (mensal)	≈ 10%
Percentagem de cumprimento dos planos de manutenção sistemática ou condicionada	Planeamento/Execução	> 90%

2.3 Gestão da manutenção

Uma manutenção de qualidade significa a alocação correta de todos os recursos (pessoas, material de substituição e ferramentas) para decidir tomar a melhor combinação possível de ações a tomar, de forma a garantir uma maior fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e instalações.

A definição da estratégia é determinante para o bom desempenho da manutenção na organização, e determina a eficácia e eficiência da implementação dos planos de manutenção. A estratégia de manutenção passa por garantir: técnicos com competências necessárias; fazer uma correta preparação do trabalho e gestão da informação; garantir as ferramentas necessárias para a boa execução das tarefas; cumprir os planos de manutenção. O planeamento é a atividade de planear as ações de manutenção (por exemplo, inspeções, substituições e reparações) (Márquez, 2007; Kobbacy, Prabhakar Murthy, 2008).



Figura 4 - Gestão da manutenção. Adaptado de Kobbacy, Prabhakar Murthy (2008)

2.3.1 Evoluções recentes na gestão de manutenção

No início do século passado, as indústrias eram pouco ou nada mecanizadas, tinham processos produtivos simples e, muitas vezes com um excesso de capacidade. Com a entrada do novo século, tornaram-se altamente automatizadas e tecnologicamente complexas, paralelamente tornaram-se mais críticas a nível de fiabilidade e disponibilidade. Assim sendo, foi necessário criar um movimento em direção a níveis mais altos de padronização e normalização, conceitos como otimização do ciclo de vida dos ativos. Também os requisitos da gestão da manutenção se tornaram obrigatórios. Paralelamente à evolução, o crescente foco no cliente provoca uma pressão maior, especialmente nos ativos mais críticos. A capacidade de lidar com prazos de entrega, flexibilidade e qualidade, é fundamental para as decisões da produção. Assim sendo, a fiabilidade e disponibilidade dos ativos, assume um papel cada vez mais importante para os negócios de sucesso. Espera-se que a gestão da manutenção, assim como toda a sua envolvente, estejam em constante mudança, o que permitiu o desenvolvimento de novos e inovadores métodos de trabalho.

2.3.1.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A manutenção produtiva total (TPM) é uma filosofia que envolve a participação total de todos os níveis da organização, tem como objetivo maximizar a eficácia dos equipamentos e estabelecer um sistema completo de manutenção preventiva.

O TPM utiliza várias técnicas, algumas das quais universais, como *6Sigma*, análise de Pareto e diagramas *Ishikawa*. Outros conceitos e técnicas como SMED, *Poka Yoke*, OEE e, os 5S, são específicas do TPM (Kobbacy & Murthy, 2008).

A eficácia global do equipamento (OEE) é uma ferramenta fundamental para monitorizar a utilização efetiva da capacidade de produção, com métricas bem definidas e que permitem facilmente comparar diferentes linhas, verificando a evolução das mesmas ao longo do tempo. Tem como principal objetivo “zero perdas, zero desperdício e zero acidentes”. O OEE é calculado recorrendo a três fatores, que são determinados como mostra na Tabela 7 (Stamatis, 2010).

Tabela 7 - Parâmetros de cálculo do OEE. Adaptado de Stamatis (2010)

Parâmetros	Fórmula
Disponibilidade	$\frac{\text{Tempo disponível} - \text{Tempo de paragens}}{\text{Tempo disponível}} \times 100$
Desempenho	$\frac{\text{Tempo de ciclo} \times \text{Unidades produzidas}}{\text{Tempo de ciclo}} \times 100$
Qualidade	$\frac{\text{Unidades produzidas} - \text{Unidades defeituosas}}{\text{Unidades produzidas}} \times 100$

A ferramenta 5S assume-se como um pilar fundamental na prática *Lean*, que procura a eliminação do desperdício, e consiste em cinco passos básicos nas boas práticas no local de trabalho (Veres *et al*, 2017).

Na Tabela 8 é possível ver a explicação da ferramenta:

Tabela 8 - 5S. Adaptado de Veres *et al* (2017)

Nome	Descrição
<i>Seiri</i> (Triagem)	Eliminar tudo o que não for necessário para a execução do trabalho;
<i>Seiton</i> (Arrumação)	Definir, de forma organizada um local para todos os itens, de modo a que possam ser colocados no local de origem após a utilização;
<i>Seison</i> (Limpeza)	Arrumar e limpar regularmente os equipamentos e o local de trabalho, repondo as condições originais de funcionamento;
<i>Seiketsu</i> (Normalização)	Documentar e uniformizar o método de arrumação e limpeza, através da utilização de procedimentos <i>standar</i> . Estes documentos devem passar a informação de forma clara e intuitiva;
<i>Shitsuke</i> (Disciplina)	Manter os procedimentos, estabelecendo disciplina, e através de auditorias 5S ao espaço.

A implementação dos 5S, além de eliminar diversos desperdícios, tem diversas vantagens, tais como: aumentar a eficiência e, conseqüentemente, a da empresa; melhorar o ambiente de trabalho; melhorar a segurança; reduzir custos; reduzir a perda de tempo dos recursos e melhorar a fiabilidade dos equipamentos (Veres *et al*, 2017).

2.3.1.2 Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM)

A Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM) é uma estratégia que tem como principais objetivos a diminuição dos custos, o aumento da fiabilidade dos ativos e dar a conhecer às organizações o nível de risco de avarias que enfrentam (Moubray, 1997). Trata-se de um processo estruturado e pensado para desenvolver um plano de manutenção eficiente e assertivo, de forma a minimizar a ocorrência da falha, tendo sempre em conta fatores ambientais, de segurança, operacionais e de relação custo-benefício (Gulati, 2013).

Segundo Moubray (1997), o modelo RCM é baseado em sete questões sobre o equipamento em análise:

- Quais são as funções de cada equipamento e qual o seu desempenho padrão?
- De que modo pode não cumprir o seu trabalho?
- O que pode causar cada falha?
- O que acontece quando ocorre cada falha?
- Qual o nível de importância de cada falha?
- O que pode ser feito para prever ou prevenir cada falha?
- O que fazer caso não seja encontrada uma solução adequada?

A análise FMEA, é uma das ferramentas utilizadas na RCM, e pode ser definida como uma análise sistemática de modos de falha potenciais, com o objetivo de prevenir falhas. Os benefícios deste tipo de análise são os seguintes (M. Ben-Daya *et al*, 2009):

- Aumento da satisfação do cliente, com a promoção de segurança e fiabilidade;
- Melhoria da eficiência do desenvolvimento de produtos ou processos em termos de tempos, custos, fiabilidade e produção;
- Documentação, definição de prioridades e comunicação de riscos potenciais;
- Redução da ocorrência de falhas catastróficas;
- Melhoria do trabalho da equipa de manutenção, ao sugerir tarefas de manutenção preventiva para minimizar falhas potenciais.

2.3.1.2.1 Identificação e Hierarquia de Ativos

Antes de uma organização aplicar a RCM, esta deve ter conhecimento e registo de todos os seus ativos e a sua localização. Os ativos que devem ser alvo desta estratégia são mais facilmente identificáveis se houver um correto registo de falhas, segundo uma hierarquia bem definida.

Determinar a criticidade de um ativo, consiste em avaliar a importância que este desempenho no processo produtivo da organização, tendo em conta o desempenho do equipamento (disponibilidade e fiabilidade), custos, segurança e aspetos ambientais (Campbell & Jardine, 2001; Santos *et al*, 2018).

A diferenciação dos ativos justifica-se e, é importante por diversos motivos, tais como:

- Controlo de ações de manutenção no equipamento;
- Controlo de peças de substituição;
- Controlo de tempos.

Existem várias técnicas de análise da criticidade, podendo estas serem, qualitativas ou quantitativas, Tabela 9.

Tabela 9 - Tipos de Técnicas de análise de criticidade de ativos. Adaptado de Marquez (2007)

Técnica	Descrição	Método	Utilização
Qualitativa	Baseada nas opiniões, experiência e intuição das pessoas envolvidas no processo.	Votação, inquéritos e questionários.	Quando o ativo não é quantificável ou os dados históricos não estão disponíveis ou não são de confiança.
Quantitativa	Baseada em informações e dados históricos dos ativos.	Análise de dados e informação dos ativos.	Quando os dados históricos estão disponíveis e são de confiança.

2.3.1.3 Manutenção Lean

A manutenção *Lean* é um pré-requisito para o sucesso de uma organização *Lean*. Pode ser definida como uma operação de manutenção proativa que envolve planeamento e programação das atividades de manutenção, praticadas por equipas qualificadas que promovem a manutenção autónoma, formação e desenvolvimento de competências e a melhoria contínua (Smith & Hawkins, 2004).

Na Tabela 10 e Tabela 11, está feito um sumário do conceito *Lean*.

Tabela 10 - Resumo do conceito *Lean*. Adaptado de Smith & Hawkins (2004)

Pensamento <i>Lean</i>	Descrição
Princípios proeminentes	<ul style="list-style-type: none"> • Foco no cliente; • Fazer mais com menos (eliminação do desperdício); • Qualidade na fonte.
Princípios de implementação	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa (fluxo de processo/valor); • Aplicar (fluxo de processo); • Seletividade (<i>pull</i>); • Melhoria contínua (otimização).
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Planear-Fazer-Verificar-Agir (PDCA); • O cliente é o próximo processo da linha de produção; • Qualidade pela primeira vez, qualidade para sempre; • Entrada no mercado ou saída do produto; • Estrutura de gestão nivelada; • Deixe os dados falarem; • Controlo de variabilidade e prevenção de ocorrência.

Tabela 11 – Resumo do conceito *Lean*. Adaptado de Smith & Hawkins (2004) (continuação)

Pensamento <i>Lean</i>	Descrição
Conceitos	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de desperdício; • Cadeia de abastecimento integrada; • Característica e valor do cliente; • Criação de valor organizacional; • Gestão comprometida; • Compromisso do trabalhador/valorização do trabalhador; • Fiabilidade otimizada do equipamento; • Sistemas de medição (desempenho do <i>Lean</i>); • Linhas de comunicação para toda a empresa; • Fazer e manter as mudanças culturais.
Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> • 5S; • Sete Resíduos Mortais; • Fluxo de trabalho padronizado; • Fluxo de valor; • <i>Kanban</i>; • <i>Jidoca</i>; • <i>Poka-Yoke</i>, • <i>JIT (Just-in-Time)</i>.

2.3.1.4 Desperdícios na Manutenção

Desperdício refere-se a toda e qualquer atividade que, na perspetiva das partes interessadas, não acrescenta valor. Paralelamente, é algo que o cliente não está disposto a pagar, sendo que estes podem ser evitados a bem de todas as partes. A Tabela 12 e Tabela 13 demonstram o tipo e a descrição dos tipos de desperdício na manutenção.

Tabela 12 - Desperdícios na manutenção. Adaptado de Smith & Hawkins(2004)

Desperdício	Exemplos
Excesso de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de manutenção desnecessária; • Registos excessivos; • Componentes substituídos demasiado cedo; • Excesso de rastreamento.
Esperas	<ul style="list-style-type: none"> • Atrasos; • Falta de material; • Perda de tempo à procura de material, peças e ferramentas; • Deslocação aos armazéns e oficinas; • Falta de operador no equipamento; • Indisponibilidade do equipamento.

Tabela 13 - Desperdícios na manutenção. Adaptado de Smith & Hawkins (2004)(continuação)

Desperdício	Exemplos
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Ferramentas armazenadas longe do posto de trabalho, que necessitam de transporte; • Deslocação desnecessárias dos técnicos; • Realização de tarefas com material/ferramentas desnecessárias; • Deslocação à oficina para consulta de documentação.
Processamento	<ul style="list-style-type: none"> • Ordem de trabalho ineficiente ou aleatória; • Comunicações das falhas excessivas ou demoradas; • Formação ineficaz; • Incapacidade de transmitir as instruções necessárias.
Inventário	<ul style="list-style-type: none"> • Excesso de peças em armazém; • Peças obsoletas; • Falta de catalogação dos itens; • Desorganização do armazém; • Falta de peças.
Movimento	<ul style="list-style-type: none"> • Perda de tempo na procura de informação, tais como: diagramas esquemáticos; manuais; lista de peças; histórico de reparações.
Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> • Refazer e reparar repetidamente o trabalho; • Má realização das manutenções; • Realização de tarefas adicionais, resultado de falta de mão-de-obra ou qualificações.

2.3.2 Capacidade de planeamento de Manutenção

A capacidade de planeamento determina os recursos necessários, incluindo técnicos, administrativos, equipamentos, ferramentas e local para a execução das manutenções de forma eficiente, com o objetivo de responder aos objetivos do departamento de manutenção. Um dos aspetos críticos da capacidade da manutenção são o número, e as valências requeridas aos técnicos para a execução das tarefas. Assim sendo é difícil determinar o quantidade necessário de recursos. Para uma melhor utilização da mão de obra, as empresas tendem a diminuir o número de técnicos abaixo da sua necessidade. Isso provavelmente levará a um acumular de trabalho não realizado. Esse *backlog* pode ser anulado quando a capacidade for maior que a carga. Fazer estimativas a longo prazo é uma das áreas mais críticas no planeamento da capacidade da manutenção (Duffuaa *et al*, 1998).

2.3.3 *Planeamento da manutenção em linha com a Produção*

Um bom planeamento da manutenção, integrado com o plano da produção, pode resultar numa redução de custos consideráveis. Essa integração é crucial, porque a manutenção e a produção têm uma relação direta. Qualquer tipo de falha, resulta numa interrupção da produção, o que leva a custos adicionais devido a tempos de inatividade, diminuição da produtividade e qualidade, ineficiência no uso dos trabalhadores e ativos.

Nos últimos anos, tem havido um interesse considerável em modelos que tentam integrar produção, qualidade e manutenção. Tendo em conta que no passado estes aspetos eram tratados como problemas separados, hoje em dia os modelos têm em conta as interdependências mútuas. O planeamento da produção, geralmente, tem como responsabilidades, determinar tamanhos de lotes e avaliar as necessidades de capacidade, sendo estas influenciadas por falhas. Por outro lado, a manutenção tem como função, prevenir as avarias e melhorar a qualidade (Kobbacy & Murthy, 2008).

A produção é frequentemente interrompida durante a manutenção, surgindo a necessidade de definir, quando a fazer, de forma a minimizar essa afetação, tendo em conta as necessidades da produção. Assim sendo, o planeamento de ambos tem de estar bem definido, de forma a que sejam cumpridos da melhor forma possível, sabendo que são objetivos complicados de atingir.

2.3.4 Manutenção Interna Vs Outsourcing

De acordo com Duffuaa *et al.* (1998), a este nível a gestão da manutenção considera os meios para a determinação da sua capacidade. Os principais meios disponíveis são: internos, por meio de contratação direta; *outsourcing*; ou uma combinação das duas. Os critérios de seleção incluem fatores estratégicos, tecnológicos e económicos. Os critérios a ter em conta são os seguintes:

- Disponibilidade e fiabilidade a longo prazo;
- Capacidade para alcançar os objetivos e, de realizar as tarefas estabelecidos pela organização;
- Custos a longo prazo;
- O sigilo organizacional;
- Impacto a longo prazo nas competências dos técnicos de manutenção;
- Acordos entre fabricantes ou órgãos reguladores, que estabelecem especificações para a manutenção e emissões ambientais.

Na Figura 5, estão identificados os níveis de decisão de *outsourcing*.



Figura 5 - Níveis de decisão de *outsourcing*. Adaptado de Pintelon, Parodi-Herz (2008)

2.4 Estudo e análise de outros Trabalhos Realizados

Na execução deste projeto, foram estudados e analisados inúmeros trabalhos práticos realizados por outros autores, que visavam a implementação do TPM, implementação do RCM, Manutenção Autônoma, melhoria do OEE, 5S na Manutenção e Indicadores de Desempenho, das quais se salientam os representados na Tabela 14 a Tabela 20.

Tabela 14 - Referências de trabalhos práticos

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Araújo <i>et al.</i> (2017)	<p>Este caso de estudo, foi desenvolvido numa linha de produção, com a finalidade de melhorar uma célula semiautomática, de forma a torná-la totalmente automática. Foi aplicado um estudo cuidadoso sobre o movimento dos trabalhadores, especialmente nas operações de movimentação, simultaneamente foram verificadas possíveis colisões, que poderiam comprometer o projeto. Foi definido um novo <i>layout</i> da linha de produção, assim como a eliminação do trabalho manual e interrupções, permitindo um fluxo de trabalho regular.</p> <p>A aplicação deste sistema levou a um aumento da eficiência de cerca de 40 % do tempo de ciclo, assegurando outros ganhos em termos de produtividade, como a diminuição das peças rejeitadas.</p>
Costa <i>et al.</i> (2017)	<p>O desafio deste trabalho, foi projetar um equipamento totalmente automatizado, capaz de realizar tarefas de montagem de componentes para limpa pára-brisas de veículos. Para tal, desenvolveram uma máquina totalmente automatizada, evitando o trabalho humano, podendo o operador focar-se em atividades como a alimentação e manutenção do equipamento.</p> <p>Concluíram que a automação é a melhor opção para melhorar a produção e qualidade dos produtos, permitindo simultaneamente a flexibilidade e agilidade em relação aos requisitos do mercado.</p>

Tabela 15 - Referências de trabalhos práticos (continuação)

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Guariente <i>et al.</i> (2017)	<p>Este trabalho, teve como objetivo implementar a manutenção autônoma numa linha de produção de tubos de ar condicionado para o sector automóvel, assim como, reduzir o número de paragens dos equipamentos devido a falhas. Para tal foram aplicadas as sete etapas deste tipo de manutenção.</p> <p>Deste projeto resultou uma diminuição do número de intervenções, resultando num aumento de 10 % na taxa mensal de disponibilidade do equipamento, bem como de 8 % no OEE (<i>Overall equipment effectiveness</i>) durante o mesmo período de tempo. Simultaneamente, como consequência dessas aplicações, verificou-se um aumento do MTBF, assim como, uma redução no MTTR devido ao uso de práticas de gestão, como o TPM.</p>
Costa <i>et al.</i> (2018)	<p>Este projeto, teve como principal objetivo a implementação da metodologia 5S numa célula de uma máquina, usada no processo de soldadura de gruas, com o objetivo de criar um posto de trabalho mais eficiente e seguro.</p> <p>A implementação desta metodologia, levou a resultados notáveis, tanto na área de produção, como na qualidade e segurança. Estas mudanças refletiram-se num nível mínimo de desperdícios, assim como, na redução dos tempos de trabalho, que por sua vez, levaram a um melhor cumprimento dos prazos de entrega e na satisfação do cliente.</p>
Moreira <i>et al.</i> (2018)	<p>Este caso de estudo, teve como objetivo a redução do uso de produtos tóxicos, e nos custos gerais do <i>offset</i> do processo de impressão, assim como, promover um aumento de produtividade nesse tipo de indústria. Para tal, foi implementado um procedimento inicial de calibração; uma redução de poluentes, e foi utilizado um novo ativador secador, para evitar operações de manutenção.</p> <p>O tempo médio de instalação foi reduzido em 8 minutos e 20 segundos em relação a 4 anos atrás; o custo da não-conformidade foi reduzido em 32,9 %; o MTBF foi aumentado em dois dos três equipamentos estudados; o MTTR foi reduzido e um dos três equipamentos analisados; o OEE do equipamento estudado foi reduzido entre 2 e 4 %; o desempenho da empresa em relação à qualidade do produto foi aprimorado.</p>

Tabela 16 - Referências de trabalhos práticos (continuação)

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Neves <i>et al.</i> (2018)	<p>Este trabalho, visou identificar problemas e encontrar soluções através da combinação do ciclo PDCA (<i>Plan-Do-Check-Act</i>) e, das ferramentas 5S, e 5W2H (<i>5 Whys + 2 Hows</i>), implementadas num programa de melhoria contínua, com vista a normalizar o processo, garantindo lucros reais em produtos tipicamente com valor agregado crítico.</p> <p>A implementação destas ferramentas, levou a um impacto significativo no processo de produção de tecelagem, com ganhos de 10 % semanais no tempo útil dos operadores.</p>
Santos <i>et al.</i> (2018)	<p>Este projeto, foi desenvolvido numa indústria multinacional e, focou-se na produção de pneus para a indústria automóvel. A melhoria contínua do equipamento APEX foi alcançada com a implementação de: automação dos movimentos do transporte e da bandeja entre os subprocessos de corte e aplicação; a implementação da metodologia 5S; a automação do processo de corte e atualização dos dispositivos de segurança; e o controlo automatizado do subprocesso de separação.</p> <p>Todas estas soluções levaram a uma redução de 38 % no custo de manutenção do equipamento. O tempo de paragem devido a falhas diminuiu 62 %, e o desempenho aumentou 9%.</p>
Magalhães <i>et al.</i> (2018)	<p>Neste caso de estudo, pretendeu-se mostrar um novo conceito de sistema de interconexão entre diferentes processos, com a finalidade de diminuir o desperdício de tempo. Além disso, pretendeu-se mostrar que, substituindo operações robotizadas por sistemas automáticos mais baratos, é possível reduzir o tempo de ciclo e melhorar a qualidade de entrega de peças de uma operação para a próxima.</p> <p>Com o conceito desenvolvido neste trabalho, foi possível afirmar que é pode-se reduzir o tempo de produção e / ou tempos logísticos, atuando diretamente nos sistemas.</p>

Tabela 17 - Referências de trabalhos práticos (continuação)

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Pombal <i>et al.</i> (2019)	<p>O objetivo deste trabalho foi a implementação de metodologias <i>Lean</i>, na gestão de materiais consumíveis nas oficinas de manutenção de uma empresa industrial. Para tal, fez-se um ajuste/redução do volume de materiais, reorganizando a sua localização.</p> <p>O desenvolvimento deste projeto permitiu uma melhoria na organização do armazém de materiais de consumo, através da implementação da metodologia 5S, bem como uma redução do tempo necessário para a localização do material consumível, usando uma gestão visual (aproximadamente 70 %). Além disso, foi verificada uma melhor gestão do <i>stock</i>, através da reformulação do <i>Kanban</i> (cerca de 30 %), assim como, uma redução no tempo necessário para reabastecer o material de armazém, através do <i>mizusumashi</i> (com uma melhoria esperada de 50 %).</p>
Monteiro <i>et al.</i> (2019)	<p>Este caso de estudo, foi desenvolvido numa metalúrgica, onde foram identificados desperdícios relacionados com a movimentação de peças grandes, e não conformidades detetadas antes e depois da entrega do produto aos clientes. A eliminação desses desperdícios, contribuíram para um aumento significativo do lucro da empresa.</p> <p>Com a utilização de várias ferramentas <i>Lean</i>, foi possível atingir o objetivo da empresa. Entre outras melhorias na produtividade e redução de desperdício, foi verificada uma redução de 59 % no tempo necessário para a movimentação de peças até 1000 kg, assim como, uma redução das não conformidades detetadas fora da empresa (2.04 %), e 3.99 % nas não conformidades internas.</p>
Ferreira <i>et al.</i> (2019)	<p>O objetivo deste trabalho foi criar um <i>Key Performance Indicator</i> (KPI), que permitisse à empresa, avaliar o trabalho realizado em atividades de manutenção, bem como um modelo para avaliar a obsolescência de componentes eletrônicos das máquinas utilizadas numa linha de produção. Para tal, foram realizados estudos de caso para ajudar a validar o novo modelo de abordagem.</p> <p>Foram desenvolvidas duas ferramentas que ajudaram o departamento de manutenção na sua gestão diária, de uma forma positiva. Conclui-se também que, tanto o modelo de obsolescência como o KPI, podem ser adaptados em relação aos objetivos da organização.</p>

Tabela 18 - Referências de trabalhos práticos (continuação)

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Santos <i>et al.</i> (2019)	<p>Este trabalho consistiu no desenvolvimento e aplicação de um método prático e estruturado da classificação da criticidade de equipamentos, num grupo líder de alimentos em Portugal, baseado na sua importância para o processo produtivo. Esta classificação resultou na divisão em três categorias (A, B e C). Para tal, foram incluídos cinco fatores: Qualidade, Disponibilidade, Segurança e Meio Ambiente, Custos e Complexidade Tecnológica.</p> <p>A classificação desses ativos permitiu a definição de estratégias de abordagem por categoria, o que motivou a aplicação de uma metodologia de Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM), revisão dos Planos de Manutenção Preventiva (PMP) e a integração de ativos críticos num Sistema de Gestão Informatizada da Manutenção (CMMS).</p>
Pinto <i>et al.</i> (2019)	<p>Neste trabalho, foi apresentado um caso de estudo realizado numa empresa multinacional relacionada com a produção de peças para a indústria automóvel. Para tal, foi necessário implementar KPI's para cumprir a norma IATF 16949: 2016, e criar um modelo de gestão de peças de reposição. A introdução dessas mudanças levou à aplicação de algumas ferramentas <i>Lean</i>, com vista a melhorar os procedimentos e fluxos de informação.</p> <p>Foram implementados os KPI's (MTBF, MTTR e OEE), sendo estes os requisitos da norma, permitindo a monitorização dos resultados e respetivas evoluções. Projetos de melhoria <i>Lean</i> foram realizados em conjunto com a monitorização de resultados. Neste caso, as metodologias SMED e 5S foram aplicadas para reduzir o tempo de <i>setup</i>. A organização dos moldes e componentes permitiu uma redução do tempo de <i>setup</i> externo em cerca de 11 %, assim como, uma melhor gestão da resolução de avarias e pequenos problemas na produção, o que permitiu uma melhoria no OEE para valores como 90.22 %.</p>
Chandrasekaran <i>et al.</i> (2019)	<p>O principal objetivo deste estudo foi analisar os parâmetros do processo utilizando metodologias como ferramentas <i>Lean</i> e de melhoria, incluindo as ferramentas de qualidade <i>Taguchi</i>. Para realizar a otimização, foram utilizadas técnicas como DOE (<i>Design of Experiences</i>), análise ANOVA, simulações numéricas, <i>brainstorming</i>.</p> <p>Estas técnicas, após a sua implementação, permitiram uma redução de sucata de 14 % para 9 %.</p>

Tabela 19 - Referências de trabalhos práticos (continuação)

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Moreira <i>et al.</i> (2017)	<p>Este estudo pretendeu desenvolver e apresentar as vantagens reais da integração de processos usando automação, em oposição a uma diversidade de processos automatizados interdependentes. Para atingir os objetivos, foi necessária uma análise cuidadosa do processo, bem como uma ligação adequada entre eles, de forma a compatibilizar todos os diferentes processos envolvidos, resultando numa nova abordagem para uma nova célula de produção, e um equipamento foi projetado e contruído.</p> <p>Este trabalho permitiu concluir que, através do projeto mecânico e automação adequados, é possível: promover a integração das operações de submontagem; manter alto ou até mesmo aumentar a produtividade e a flexibilidade; eliminar todas as preocupações de qualidade dos produtos relacionadas com as diferentes tarefas executadas nas diferentes estações de trabalho.</p>
Costa <i>et al.</i> (2017)	<p>Este estudo foi desenvolvido numa empresa de produção de pneus, com o objetivo de melhorar o processo de extrusão de borracha de dois semi-produtos dos pneus: o piso e a parede lateral. Para cumprir os objetivos foi adotada a metodologia <i>Six Sigma</i>, utilizado ferramentas como o ciclo DMAIC (Definir - Medir - Analisar - Melhorar – Controlar), Pareto e diagrama <i>Ishikawa</i>.</p> <p>As ações implementadas contribuíram para uma redução significativa do material não conforme, 0.89 %, aproximadamente cinco toneladas / dia. Este tipo de abordagem resultou num impacto financeiro significativo nas despesas da empresa, 165.000 € / ano.</p>
Antoniolli <i>et al.</i> (2017)	<p>Os principais objetivos deste estudo, desenvolvido na indústria automóvel, foram padronizar as operações, diminuir ou eliminar o número de atividades que não geram valor agregado, aumentar a produtividade e associar ações de melhoria contínua ao processo em questão, a fim de eliminar o desperdício. Para tal foram utilizados conceitos e definições da metodologia <i>Standard Work</i>, que sustenta a filosofia <i>Lean Thinking</i> e o <i>Kaizen</i>.</p> <p>Com este estudo foi possível adequar os objetivos da produção e os tempos de ciclo à capacidade da linha. A produtividade e a eficiência das máquinas e trabalhadores também foram aumentadas, Devido à eliminação de desperdícios e geração de valor, foi possível elevar a média geral da OEE em 16%, de 70% para 86%.</p>

Tabela 20 - Referências de trabalhos práticos (continuação)

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
Barbosa <i>et al.</i> (2017)	<p>O objetivo deste estudo foi otimizar o processo de produção de uma linha de montagem, durante os anos de maior volume de produção, aplicando metodologias <i>Lean</i> e PDCA, com base num plano de ação. Sendo alcançado com uma atualização do equipamento e eliminação / redução do desperdício em várias áreas, tais como: problemas no fornecimento; movimentação do operador; confiabilidade do equipamento; o balanceamento de tarefas; definição e padronização dos métodos de trabalho.</p> <p>Este projeto gerou um aumento de produtividade de 41% na linha, o que resultou no aumento significativa na capacidade de resposta às exigências e necessidades dos clientes.</p>
Silva <i>et al.</i> (2018)	<p>O principal objetivo deste trabalho é estabelecer as principais diretrizes para o uso de fundição sob pressão em peças estéticas, evitando ou diminuindo as operações de acabamento, reduzindo tarefas e reduzindo o custo final. Para tal, em primeiro foi desenhado diagrama <i>Ishikawa</i> considerando todos os possíveis fatores que influenciam os resultados finais da fundição. Ao longo do trabalho, e para solucionar o problema, foram realizadas simulações numéricas usando o <i>software</i> SolidCast™, estudando o fluxo de material no molde e as linhas de fusão correspondentes, assim como a realização de testes empíricos para correlacionar os resultados com os parâmetros.</p> <p>Após as experiências, foi possível traçar algumas diretrizes para obter melhores resultados no processo de fundição sob pressão de <i>Zamak</i> de peças estéticas complexas, permitindo economizar tempo nas próximas abordagens.</p>
Rosa <i>et al.</i> (2017)	<p>Este caso de estudo visou otimizar o processo de produção de uma linha de montagem com o objetivo de aproximar a produção real considerada no orçamento e exigência previamente estabelecida. Esse objetivo foi alcançado com a eliminação de tarefas que não agregam valor, com a redução do desperdício associados ao processo produtivo, e através do uso de ferramentas e metodologias <i>Lean</i>.</p> <p>Esse projeto permitiu um aumento na produção de 43% na linha de montagem, de 229 peças / hora para 327 peças / hora. A taxa de ocupação foi reduzida em 30%, eliminando assim a necessidade de ativar parcialmente 2º turno e liberar a ocupação do 1º turno em 17 %</p>

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Apresentação da empresa
- 3.2 Caracterização da empresa
- 3.3 Caracterização do Problema
- 3.4 Criticidade dos Ativos da EPS
- 3.5 Estratégia de abordagem consoante a criticidade
- 3.6 Metodologia de Abordagem dos Problemas
- 3.7 Indicadores de Desempenho da Manutenção Implementados

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação da empresa

Fundada em 1948, a Efacec é uma empresa portuguesa, com sede em Arroteia-Leça do Balio, com 2330 colaboradores, que opera nas atividades de energia, engenharia, transportes e mobilidade, sendo líder mundial no mercado de infraestruturas de carregamento rápido para veículos elétricos. Possui perfil fortemente exportador, com presença em quase todos os continentes, marcando presença em países como Espanha, República Checa, Brasil, Argentina, Chile EUA, Angola, Moçambique, Marrocos e Índia.



Figura 6 - Mercados de atuação. Fonte: Efacec

3.1.1 Revisão da história

Na Figura 7 está apresentada a evolução da história da empresa.

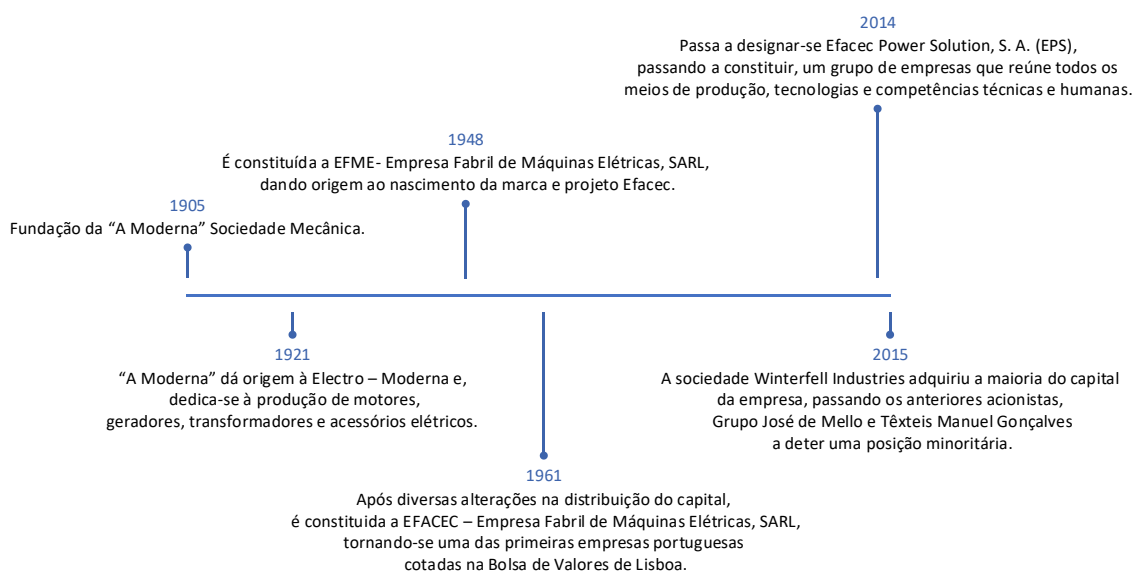


Figura 7 - Revisão da história da Efacec. Fonte: www.efacec.pt, Quem Somos (2019)

3.1.2 Visão, Missão, Propósito e Valores da empresa

Hoje, mais virada para o futuro e preparada para novos e importantes desafios, a EPS pode afirmar que é uma marca de prestígio e uma das maiores empresas industriais do país, graças à sua capacidade de resiliência, adaptabilidade e de aptidão para inovar.

Nas Tabelas 21 e 22 serão apresentados a visão, missão, propósitos e valores da empresa.

Tabela 21 - Visão, Missão, Propósitos e valores da EPS. Adaptado de www.efacec.pt, Quem Somos (2019)

Visão	Antecipar soluções para um mundo sustentável na nova era energética.
Missão	Criar valor com soluções de energia, ambiente e transportes que melhorem o dia a dia de todos, através da integração de diferentes competências e de tecnologias inovadoras. Desenvolver pessoas numa organização de aprendizagem e melhoria contínua.
Propósito	Criar um futuro mais inteligente para uma vida melhor.

Tabela 22 - Visão, Missão, Propósitos e Valores da EPS. Adaptado de www.efacec.pt, Quem Somos (2019) (continuação)

Valores	<ul style="list-style-type: none"> • Fiabilidade – Assegurar rigor em todas as etapas do ciclo de produção, para que os clientes e utilizadores possam confiar em cada solução; • Sustentabilidade – Orientação para soluções integradas e eficientes, com um impacto significativo na economia, sociedade e ambiente; • Competência – Guiada pela inovação e experiência. O <i>know-how</i> permite pensar em cada projeto em todas as suas dimensões, oferecendo soluções integradas e chave na mão; • Audácia – Persegue novos desafios que permitam superar as próprias conquistas e antecipar soluções; • Humanismo – É uma equipa feita de pessoas e para pessoas, e que em conjunto com os fornecedores, clientes e utilizadores, criam a sua essência.
----------------	--

3.1.3 Unidades de Negócio

Focada no desenvolvimento de produtos e sistemas com forte valor acrescentado, atuam no desenvolvimento de infraestruturas para importantes setores da atividade económica:



- Produtos de energia (transformadores, aparelhagem, *service* e automação);
- Sistemas (energia, ambiente e indústria e transportes);
- Mobilidade (mobilidade elétrica).

Abaixo, nas Tabelas 23 e24, estão representados os produtos desenvolvidos no polo da Arroiteia, onde foi desenvolvido este projeto.

Tabela 23 - Tipo de produtos desenvolvidos no polo da Arroiteia. www.efacec.pt, Quem Somos (2019).

Descrição	Imagem
Transformadores de Potência (PT) tipo Shell ou Core.	

Tabela 24 - Tipo de produtos desenvolvidos no polo da Arroteia. www.efacec.pt, Quem Somos (2019) (continuação)

Descrição	Imagem
Transformadores de Distribuição (DT) tipo Herméticos (Imersos), Powercast (Secos) e “Pole Monted”.	
Service (SRV)	

3.2 Caracterização da empresa

A EPS, situada no polo da Arroteia-Leça do Balio, é constituída por um centro de *Service* e quatro centros de produção, dos quais, três serão analisados com mais detalhe neste projeto, uma vez que a manutenção do centro de Aparelhagem (AMT) é realizada por outra equipa. Neste polo estão integrados o processo de montagem, fabricação de alguns componentes, secagem, tratamento de óleo e reparação de transformadores, reparação de motores, assim com o armazém de matérias primas e componentes.

A Figura 8, mostra a distribuição dos centros de produção, SRV, e o departamento de manutenção industrial (DMI), na área industrial.



Figura 8 - Distribuição dos centros de produção, SRV e o DMI, na área fabril. Adaptado de www.efacec.pt, Quem Somos (2019)

3.2.1 Centro de produção DT

No centro de produção DT, são fabricados: transformadores trifásicos de distribuição de 50 a 6300 kVA, até 36 kV, herméticos, imersos em óleo mineral, para instalação interior ou exterior; transformadores trifásicos de distribuição secos, capsulados em resina, de 250 a 6300 kVA, até 36 kV, comercialmente designados *PowerCast*, e transformadores trifásicos de distribuição de 50 a 100 kVA, até 36 kV, herméticos, imersos em óleo mineral, para instalação interior ou exterior, designados “*Pole Monted*” (www.efacec.pt, Quem Somos, 2019).

Na Figura 9 estão demonstrados os departamentos da produção.

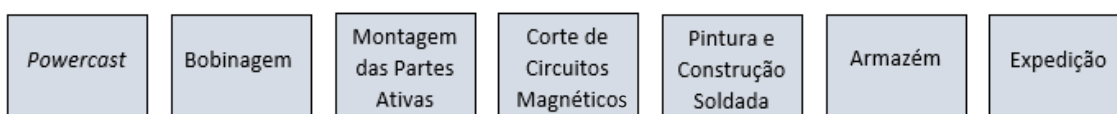


Figura 9 - Departamentos da produção DT. Fonte: EPS

Este centro de produção conta com cerca de 300 colaboradores e 208 equipamentos, dos quais se destacam:

- Máquina de corte de chapa magnética, Figura 10;
- Bobinadoras de fio, Figura 11;
- Máquina de produção de alhetas;
- Granalhadora;
- Instalação de vazamento de Araldite®;
- Instalações de secagem e enchimento, Figura 12.



Figura 10 - Máquina de corte de chapa magnética



Figura 11 - Bobinadora de fio



Figura 12 - Instalação de secagem e enchimento de transformadores

3.2.2 Centro de produção Shell

No centro de produção Shell, são fabricados transformadores de potência de 1500 MVA e de 525 kV até 1625 kV. Estes são construídos por bobinas retangulares de pequena espessura e grandes superfícies. Todas são isoladas entre si por barreiras de cartão, com calços de cartão, permitindo o arrefecimento do óleo isolante. Neste tipo de transformador, existe a possibilidade de construção em fases dissociáveis, ou seja, é formado por três conjuntos monofásicos ligados por uma tampa comum, que recebe as travessias e as ligações entre fases e regulador em carga (www.efacec.pt, Quem Somos, 2019).

Na Figura 13, estão demonstrados os departamentos da produção.



Figura 13 - Departamentos de produção SHELL. Fonte: EPS

Este centro de produção conta com cerca de 300 colaboradores e 192 equipamentos, dos quais se destacam:

- Máquina de fresar e biselar cartão, Figura 14;
- Fresadora CNC, Figura 14;
- Equipamentos de transporte a almofadas de ar, Figura 15;
- Instalação de secagem de transformadores, *Vapour-Phase* (VP), Figura 16.



Figura 14 - Máquina de fresar e biselar cartão (1), Fresadora CNC (2)



Figura 15 - Equipamentos de transporte a almofadas de ar



Figura 16 - Instalação de secagem VP

3.2.3 Centro de produção Core

No centro de produção Core, são fabricados transformadores de potência até 60 MVA e de 400 kV até 1425 kV. Estes são constituídos por bobinas cilíndricas, de pequena espessura e grande superfície. Todas são isoladas entre si por barreiras de cartão, com réguas e calços de cartão permitindo o arrefecimento do óleo isolante (www.efacec.pt, Quem Somos, 2019)

Na Figura 17, estão demonstrados os departamentos da produção.



Figura 17 – Departamentos de produção CORE. Fonte: EPS

Este centro de produção conta com cerca de 300 colaboradores e 176 equipamentos, dos quais se destacam:

- Bobinadoras, Figura 18;
- Máquina de corte, Figura 19;
- Fresadora CNC;
- Instalação de secagem de transformadores, VP, Figura 20.

Nas figuras abaixo estão representados alguns desses equipamentos.



Figura 18 - Bobinadoras



Figura 19 - Máquina de corte



Figura 20 - Instalação de secagem de bobinas



Figura 21 - Centro de corte e maquinagem de calços

3.2.4 Departamentos comuns a Shell e Core

Na área fabril, existem departamentos que trabalham paralelamente com os centros de produção Shell e Core. Estes, executam trabalhos que são comuns, uma vez que em certas fases do processo, convergem para as mesmas necessidades.



Figura 22 - Departamentos comuns a Shell e Core. Fonte:EPS

Estes departamentos assumem uma importância significativa no processo, uma vez que o seu planeamento terá de ser muito bem definido e estruturado, pois envolve dois centros de produção. Conta com cerca de 100 colaboradores e 80 equipamentos, dos quais se destacam:

- Laboratório de ensaios, Figura 23;
- Máquina de corte de chapa magnética, Figura 24;
- Unidades de tratamento e enchimento de óleo, Figura 25.



Figura 23 - Laboratório de ensaios elétricos



Figura 24 - Máquina de corte de chapa magnética



Figura 25 - Equipamentos de tratamento e enchimento de óleo

3.2.5 Service

O SRV é uma unidade de negócio, que permite prestar serviços em equipamentos próprios ou de outros fabricantes, tais como, reparação PT tipo Shell e Core, DT, máquinas rotativas, instalações e gestão de ativos, AMT.

Esta unidade conta com cerca de 150 colaboradores e 277 equipamentos, dos quais se destacam:

- Unidades de tratamento e enchimento de óleo, Figura 26;
- Grupos de vácuo, Figura 27;
- Máquina de calibrar rotores.



Figura 26 - Unidade de tratamento e enchimento de óleo



Figura 27 - Grupo de vácuo móvel

3.3 Caracterização do Problema

Com a nova reestruturação da empresa, surgiram outros métodos de gestão nos departamentos de produção, assim como, de todos os serviços de apoio à mesma. No DMI surgiram novos desafios, como implementar um sistema de manutenção preventiva com maior abrangência, profundidade, assertividade e eficácia, abrangendo Pessoas, Produção, Processo e Informação. Deste modo, à data da dissertação, o DMI ainda se encontra em reestruturação e adaptação.

3.3.1 Análise da Estrutura Organizacional do DMI

O projeto para o desenvolvimento da presente dissertação foi realizado no DMI da EPS. Desde o início de 2018, paralelamente ao projeto, o DMI sofreu uma reestruturação a nível organizacional, assim como no número de elementos da equipa técnica. A gestão da manutenção, conforme esquema na Figura 28, era composta pelo responsável do departamento, um encarregado geral responsável pela gestão das intervenções de manutenções, dois chefes de equipa responsáveis pela gestão do pessoal, um administrativo responsável pela gestão de *stock* e uma equipa de dez técnicos responsáveis pelas intervenções nos equipamentos, totalizando quinze pessoas.

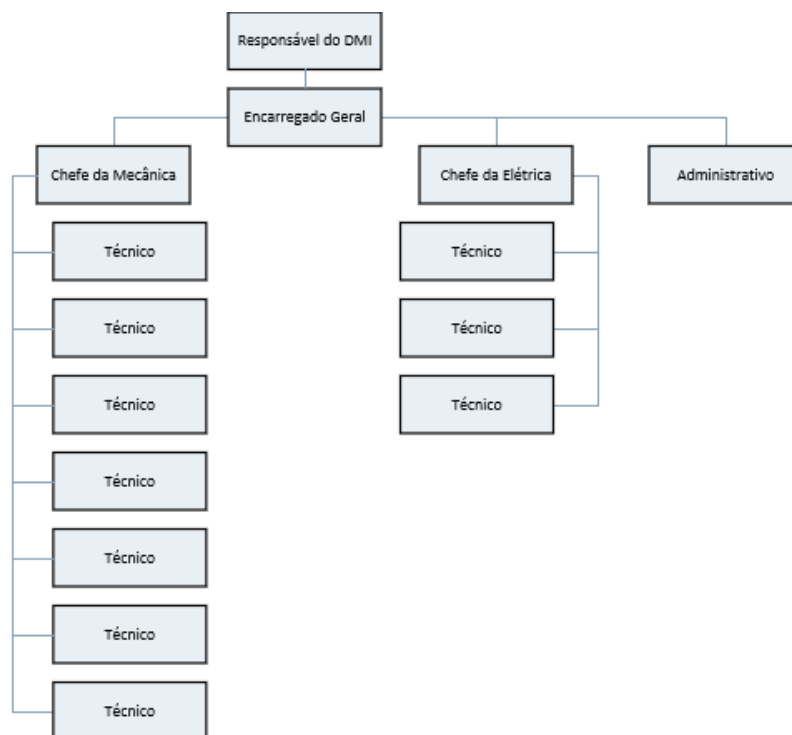


Figura 28 - Organograma anterior do DMI da EPS

Com a reestruturação, conforme Figura 29, o departamento sofreu uma grande mudança. Continua a ter um responsável pelo departamento, um administrativo e um responsável pela engenharia de melhoria, um responsável pelas MC, um administrativo que dá apoio técnico quando necessário e um responsável pela gestão das MP, um administrativo responsável pela gestão de *stock*, requisições de trabalhos e equipas de *outsourcing*, e dois técnicos responsáveis pelas intervenções nos equipamentos.

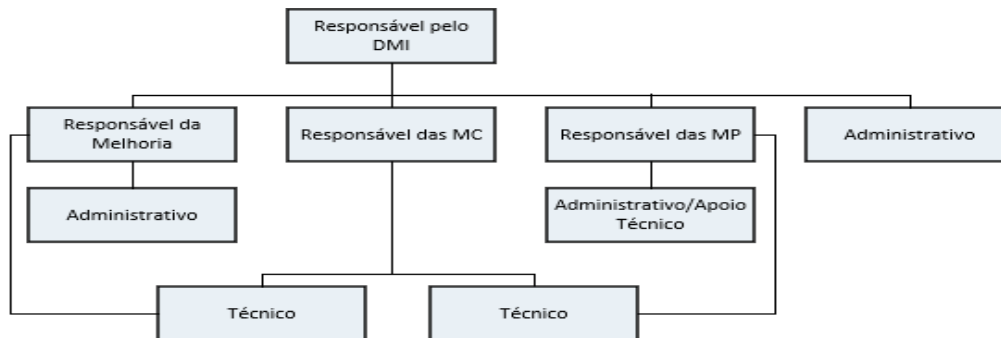


Figura 29 - Organograma novo do DMI da EPS

3.3.2 Análise Interna do DMI

Os gestores da manutenção, em conjunto com os elementos da equipa técnica, avaliaram os pontos fracos dos seus processos internos através de *brainstorming*, identificação de problemas evidentes e recolha de opiniões dos departamentos de produção.

Alguns dos problemas identificados foram:

- Falta de registos e baixa organização de dados;
- Fraco planeamento das tarefas;
- Má gestão dos materiais de substituição;
- Pouca assertividade nas MP;
- Falta de *software* dedicado à gestão da manutenção.

Estes problemas consistem na presença de:

- Bases de dados pouco fidedignas, desatualizadas ou sem registos;
- Processo de manutenção diária era baseada na disponibilidade do equipamento no dia;
- Má priorização das atividades ou equipamentos;
- Planos de Manutenção Preventiva (PMP) pouco detalhados;
- Registos de Manutenção Preventiva (RMP) pouco detalhados e incompletos.

Estes problemas podem implicar excesso de trabalho em inventário no armazém de material de substituição e dificuldades de controlo de custos, assim como leitura errada dos indicadores de desempenho a serem avaliados. Outras implicações no processo de manutenção diária encontrada, foi o planeamento com a produção, que muitas vezes não coincidia, acarretando dificuldades no planeamento e cumprimento dos planos de MP.

3.3.3 Análise dos Indicadores de Desempenho do DMI

De modo a complementar e verificar a análise anterior, foram estudados alguns dos indicadores do DMI, que auxiliam na identificação de novos problemas e na priorização de áreas ou departamentos da produção a intervir.

3.3.3.1 Número de Falhas

O número de falhas na EPS, apresentam valores muito elevados, ultrapassando as centenas, nos últimos três anos, Figura 30.

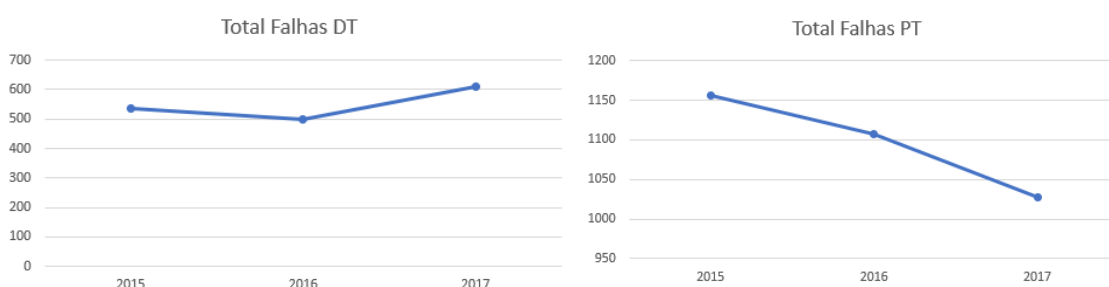


Figura 30 - Total de falhas nos centros de produção DT e PT da EPS

Um dos fatores que contribuiu para um grande número de falhas ocorridas nestes últimos três anos, está relacionado com o aumento das jornadas de trabalho, sendo que na maioria dos equipamentos é de vinte o quatro horas, gerando um grande desgaste, aumentando a quantidade de solicitações de manutenções curativas. Outro fator que contribuiu para esse aumento, foi a falta ou a baixa assertividade das MP, assim como a ausência de manutenções de 1º nível, na grande maioria dos equipamentos.

3.3.3.2 Taxa de Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva (PMP)

A taxa de cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva (PMP) na EPS de janeiro a dezembro de 2017 apresenta uma média de 82 %, bastante inferior ao objetivo, fixado em 95%. Na Figura 31, é evidente no DT que o objetivo foi cumprido, mas no PT e Geral apresentam taxas inferiores ao desejado.

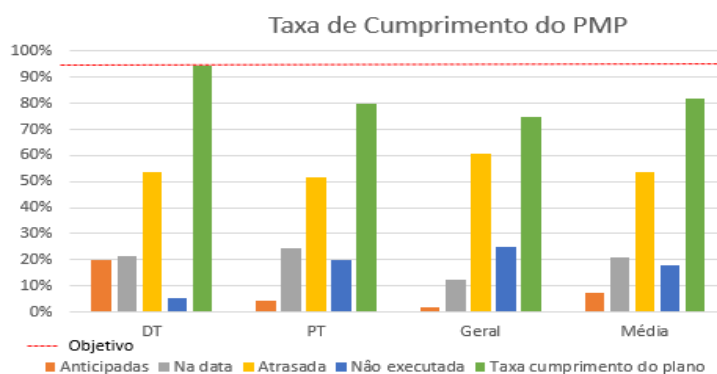


Figura 31 - Taxa de cumprimento do PMP na EPS em 2017

Pela análise do gráfico da Figura 31, é evidente que o cumprimento do PMP tem um valor de manutenções preventivas atrasadas muito alto e taxa de cumprimento médio abaixo do objetivo.

Foram identificadas as principais causas para os atuais índices:

- Incumprimento do plano de manutenção preventiva;
- Insuficiente monitorização dos equipamentos;
- Planeamento desajustado com a produção;
- Falta de registo do cumprimento das inspeções;
- Planeamento desajustado das tarefas de manutenção preventiva e corretiva;
- Falta de assertividade na manutenção preventiva.

Assim sendo, foi efetuada uma análise causa efeito para tentar identificar e perceber as causa primárias que originam as baixas taxas de cumprimento dos PMP, Figura 32.

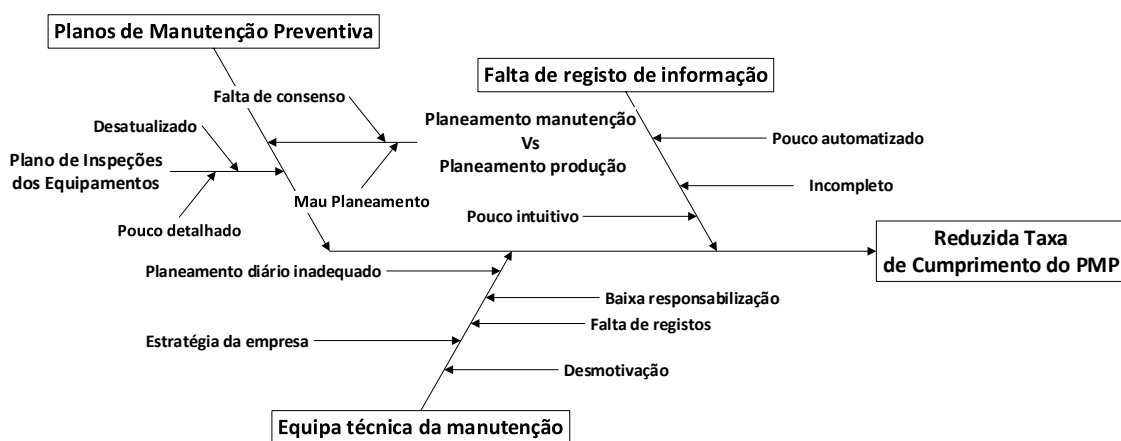


Figura 32 - Diagrama causa efeito de avaliação das causas para a baixa taxa de cumprimento do PMP na EPS

3.3.3.3 Tempo de Realização da Manutenção Preventiva (MP)

Com intuito de perceber a assertividade dos Registos de Manutenção Preventiva (RMP), foi realizado um acompanhamento aos técnicos, de modo a perceber os pontos em que os planos podiam ser melhorados. Na Figura 33, é apresentado um exemplo dos tempos de uma MP.

	Técnico 1 (minutos)	Técnico 2 (minutos)	Técnico 1 (percentagem)	Técnico 2 (percentagem)	Média (percentagem)	Desvio Padrão
Tempo útil de intervenção	480	477	75,6%	75,1%	75,4%	1,5
Procura de peças /materiais	24	5	3,8%	0,8%	2,3%	9,5
Procura de ferramentas	15	12	2,4%	1,9%	2,1%	1,5
Trabalho administrativo	5	15	0,8%	2,4%	1,6%	5
Esperas	45	44	7,1%	6,9%	7,0%	0,5
Deslocações	16	23	2,5%	3,6%	3,1%	3,5
Transporte	30	10	4,7%	1,6%	3,1%	10
Discussões	14	35	2,2%	5,5%	3,9%	10,5
Preparação	6	14	0,9%	2,2%	1,6%	4
TOTAL	635	635	100%	100%	100%	0
TOTAL DESPÉRDIO	155	158	24,4%	24,9%	24,6%	1,5

Figura 33 - Tempo Médio de Realização da MP no VP do centro de produção Shell da EPS

Esta observação realizou-se numa manutenção preventiva ao *Vapour Phase* (VP), do centro de produção Shell, com uma equipa formada por dois técnicos, onde foram detetadas as seguintes situações:

- Tempo desperdiçado na procura de material de apoio (depósito para líquidos de sucata), o que obrigou à paragem de um dos técnicos;
- Falta de preparação da necessidade de ferramentas;
- Material e paletes na zona de trabalho, obrigando os dois técnicos a esperarem, até que a produção resolvesse a situação;
- Trabalhos não planeados antecipadamente, os técnicos só tomam conhecimento das tarefas no próprio dia de manhã;
- Sem estimativa da duração da intervenção – Inexistência de indicadores de desempenho;
- Ferramentas desajustadas à tarefa;
- Coordenação entre os dois técnicos ineficiente.

3.3.4 Resumo dos Principais Problemas Identificados

Os principais problemas identificados no DMI da EPS podem ser resumidos na Tabela 25.

Tabela 25 - Resumo dos principais problemas do DMI da EPS

Área	Descrição
Gestão/Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de entendimento com a produção; • Falta de pessoal para a execução das tarefas; • Falta de registo atualizada dos equipamentos.
Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de dados para análise de resultados.
PMP	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de manutenção desatualizado; • Registo de Manutenções Preventivas pouco detalhado; • Falta de definição e responsabilização do processo dos PMP; • Tempo de intervenção nas MP desajustado.

3.4 Criticidade dos Ativos da EPS

Na área fabril da EPS existem diversos equipamentos e instalações, em que cada um assume diferentes graus de importância no processo, sendo que as áreas da manutenção, operações, qualidade ambiente e segurança da empresa, devem definir quais os equipamentos mais críticos, para assim rentabilizarem os seus recursos, com o intuito de responderem mais eficazmente às exigências do mercado.

3.4.1 Metodologia de Atribuição de Criticidade dos Ativos na EPS

De modo a obter-se uma diferenciação sistemática dos equipamentos na EPS, foi necessário desenvolver uma formulação de uma metodologia interna de classificação da criticidade dos equipamentos, no cenário operacional em que se encontra.

A metodologia tem como base uma técnica de análise qualitativa, no entanto sempre que possível foram auxiliados de uma técnica quantitativa. De salientar que todo o processo de definição da criticidade dos equipamentos, foi desenvolvido por uma equipa multidisciplinar, constituída pelos departamentos de Manutenção, Engenharia, Produção e Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS).

Os critérios definidos na avaliação dos ativos foram, a Qualidade, a Segurança e o Ambiente, a Disponibilidade, os Custos e a Complexidade Tecnológica. Cada um desses critérios foi categorizado em três níveis de avaliação, conforme se observa na Tabela 26.

Tabela 26 – Critérios de avaliação dos ativos e os respetivos níveis

Fatores de Avaliação	Critérios de avaliação		
	Nível A	Nível B	Nível C
Qualidade Efeitos sobre a qualidade dos produtos	Crítico para a qualidade do produto	Afeta indiretamente a qualidade do produto	Não causa impacto na qualidade do produto
Segurança e Ambiente Riscos potenciais para as pessoas e ambiente	Risco de acidente grave	Risco moderado de acidente	Risco mínimo de qualquer tipo de acidente
Disponibilidade Efeitos sobre o processo produtivo	Interrompe totalmente a produção	Interrompe parcialmente a produção	Não interrompe a produção
Custos Valores monetários das reparações	Elevados	Moderados	Baixos
Complexidade Tecnológica Efeitos sobre o tempo de reparação, especialização técnica e material	Tempo médio de reparação elevada, alta especialização	Tempo médio de reparação e especialização moderados	Não apresenta riscos

3.4.1.1 Atribuição de Classe de Ativos

A classificação dos ativos dividiu-se em três classes, a Classe 1, Classe 2 e Classe 3, em função dos critérios anteriormente analisados, Tabela 26.

Para atribuição das classes de criticidade elaborou-se a Tabela 27, abaixo apresentada. O método é descrito com mais detalhe na secção 3.5.4.1, uma vez que o critério é o mesmo.

Tabela 27 - Critérios de avaliação de criticidade de ativo

Nível	A	B	C
Qualidade			
Segurança e Ambiente			
Disponibilidade			
Produção			
Custos			
Complexidade Tecnológica			

Classe de Criticidade 1

Esta classe diz respeito aos equipamentos que afetam diretamente a qualidade do produto, envolvam riscos elevados para a segurança do pessoal ou ambiente. A esta classe pertencem também os ativos que interrompam totalmente a produção ou envolvam custos elevados de reparação, ou exijam tempos de reparação elevados e alta complexidade tecnológica. Na Tabela 28 estão representados os critérios de avaliação de criticidade 1.

Tabela 28 - Critérios de avaliação de criticidade 1

Níveis	A	B	C
Qualidade			
Segurança e Ambiente			
Disponibilidade			
Produção			
Custos			
Complexidade Tec.			

Classe de Criticidade 2

A classe B é referente aos ativos que afetem indiretamente a qualidade do produto, ou interrompam parcialmente a produção, assim como apresentem riscos de acidente, custos e complexidade tecnológica moderadas, representada na Tabela 29.

Tabela 29 - Critérios de avaliação de criticidade 2

Níveis	A	B	C
Qualidade			
Segurança e Ambiente			
Disponibilidade			
Produção			
Custos			
Complexidade Tec.			

Classe de Criticidade 3

A classe de criticidade 3 integra os ativos que não afetam a qualidade do produto, não causam, qualquer risco a nível de segurança e ambiente, não interrompam a produção e contemplem custos e complexidade tecnológica com baixo impacto.

Tabela 30 - Critérios de avaliação de criticidade 3

Níveis	A	B	C
Qualidade			
Segurança e Ambiente			
Disponibilidade			
Produção			
Custos			
Complexidade Tec.			

Na Figura 34, pode-se observar a ferramenta para classificar a classe de criticidade dos equipamentos. Esta foi desenvolvida em *MSEXcel*[®] e tem por objetivo a definição, controle e rastreio da criticidade dos equipamentos da EPS.

efacec Transformadores		DMI - Departamento Manutenção Industrial				Efacec CT		
Lista de Equipamentos Críticos								2018
Área	Cód BaaN	Equipamento	Marca	Ano	Modelo	Nº de série	Criticidade	
Core - Acab/Expedição	10M225	Plataforma elevatória	SKYJACK	2007	SJIII-3220M	600507	3	
Core - Acab/Expedição	10M226	Plataforma elevatória	SKYJACK	2007	SJIII-3220M	600508	3	
Core - Acab/Expedição	10M248	Cabina Pintura (filtros secos)	A. Eléctrica	2008	CPS	443	3	
Core - Acab/Expedição	10M256	Plataforma Elevatória 450 kg	Advanced handlin	2008	SC-450-D-M-BE	O12077-4-10012077-4-1	3	
Core - Acab/Expedição	10M284	Granalhadora	Norblast	2008	SD9	8M0213	3	
Core - Acab/Expedição	10M310	Grupo Vácuo Móvel	Efacec	2009			2	
Core - Acab/Expedição	10M326	Maquina Soldar MIG/MAG	REHM	2009	Megapuls 500	208728	3	
Core - Acab/Expedição	10M327	Maquina Soldar MIG/MAG	REHM	2009	Megapuls 500	209813	3	
Core - Acab/Expedição	10M374	Estufa Eléctrica	Termometálicas	2009	Estufa	61/2009	3	
Core - Acab/Expedição	10M387	Maquina Lavar Pinceis (Cab. Pintura)	Uni-ram	2011	UG4000VMW, UG2000DW, UN	72088 TO 72130	3	
Core - Acab/Expedição	10M389	Regenerador de Solventes	SET	2011			3	
Core - Acab/Expedição	10M409	Maquina de Espuma	Instapak	2011		901	3	
Core - Acab/Expedição	10M410	Plataforma Elevatória 500kg	Bishamon	2011	BX50WCE	T0000392	3	
Core - Acab/Expedição	10M433	Empilhador 5 ton	Clark	2012	C50SD	P4550 0207 9801KF	1	

Figura 34 - Ferramenta de classificação de ativos na EPS

3.4.2 Análise Crítica dos Resultados da Ferramenta de Classificação dos Ativos

A análise dos dados do grau de criticidade dos equipamentos torna-se importante para a definição dos ativos e centros de produção a serem analisados com maior detalhe, de forma a melhorar os índices de desempenho.

Na Figura 35 e Figura 36, observam-se o número de ativos e a sua distribuição, pelas três classes de criticidade no polo da Arroteia da EPS.

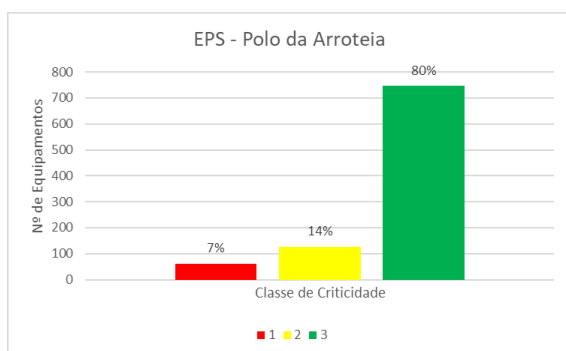


Figura 35 - Distribuição da criticidade dos ativos do polo da Arroteia da EPS

	1	2	3	TOTAL
DT	22	20	166	208
PT Geral	13	20	47	80
ST	9	35	147	191
CT	13	35	128	176
SRV-VP	1	16	23	40
SRV-VNVG	1	0	146	147
SRV-VS	1	0	89	90
Total	60	126	746	932

Figura 36 – Número e criticidade dos ativos do polo da Arroteia da EPS

O valor de equipamentos pertencentes à classe 1, aquela que irá ser alvo de uma análise mais detalhada, é de 7 %, ou seja, 60 equipamentos. Este valor é baixo, relativamente ao número de ativos existentes. Isto deve-se ao facto de muitos deles serem facilmente substituíveis, não sendo críticos no processo produtivo. De referir que a criticidade dos equipamentos é muito volátil, visto que EPS é uma empresa de engenharia e, o tipo, a quantidade, os prazos de entrega entre outros fatores, dependem muito das encomendas recebidas. Um equipamento que num ano não é considerado crítico, no ano a seguir pode ser, e vice-versa. Isto leva a que esta análise seja verificada e atualizada todos os anos, ou sempre que existam novos projetos.

Após esta análise, a equipa envolvida no processo concordou com a criticidade de equipamentos obtida na análise dos resultados, estando assim apta para ser iniciada a próxima fase.

3.5 Estratégia de abordagem consoante a criticidade

Após a conclusão da classificação dos ativos e obtidas as três categorias: 1, 2 e 3, foram definidas estratégias, de forma a priorizar os equipamentos em função das suas classes.

Na Tabela 31, estão presentes algumas ações e comportamentos a adotar para as diferentes classes de criticidade, segundo a estratégia da EPS.

Tabela 31 - Plano de estratégias a adotar nos equipamentos, segundo a sua criticidade na EPS

Ramos da Manutenção	Níveis de Criticidade		
	1	2	3
• Monitorização e acompanhamento das condições operacionais.			
• Manutenção baseada em preventivas sistemáticas.			
• Implementação de melhoria após avaria recorrente.			
• Atualização do Plano de Manutenção.			
• Melhoria dos Registos de Manutenção Preventiva.			
• Análise contínua do desempenho do equipamento.			
• Análise imediata das anomalias detetadas.			
• Substituição de peças, em detrimento da recuperação.			
• Disponibilidade de peças de substituição e de recomendação do fabricante.			
• Prioridade para investimentos que visem a melhoria do desempenho, fiabilidade e qualidade dos ativos.			

3.6 Metodologia de Abordagem das Possíveis Soluções

Após a análise do DMI da empresa, identificar os pontos a serem trabalhados e, considerando a disponibilidade e confiança nos dados obtidos, deverá ser iniciada a etapa onde se apresentam soluções para combater os problemas encontrados.

Pela análise da Tabela 32, pode-se concluir que se pretende implementar uma reestruturação de processos e informação do DMI. Esta reestruturação deve estar paralelamente ligada entre a gestão e o planeamento, de modo a que resulte numa atividade diária da equipa técnica mais eficaz, eficiente e assertiva, traduzindo-se em resultados positivos e quantificáveis.

Tabela 32 - Tabela resumo das possíveis soluções para os principais problemas no DMI da EPS

Área	Possíveis Soluções
Gestão/Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer um método de entendimento com o planeamento da produção; • Criar um grupo de parceiros capaz de auxiliar na execução das tarefas preventivas; • Estabelecer um plano de preventivas bem definido, de modo a sustentar um plano de ações corretivas planeadas.
Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver plataforma de registo dos indicadores de desempenho; • Investir na responsabilização e delegação de tarefas; • Otimizar o RMP, de modo a diminuir os desperdícios nas intervenções.
PMP	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão do PMP; • Otimizar e planear os PMP, de modo a aumentar a disponibilidade da equipa técnica ou, se necessário, subcontratar técnicos; • Criação de MA; • Controlo e gestão das anomalias encontradas nas MP.

3.6.1 Gestão do Plano de Manutenção Preventiva

De forma a melhorar a gestão do PMP, a equipa de trabalho, realizou uma reestruturação da gestão do PMP, conforme fluxograma na Figura 37.

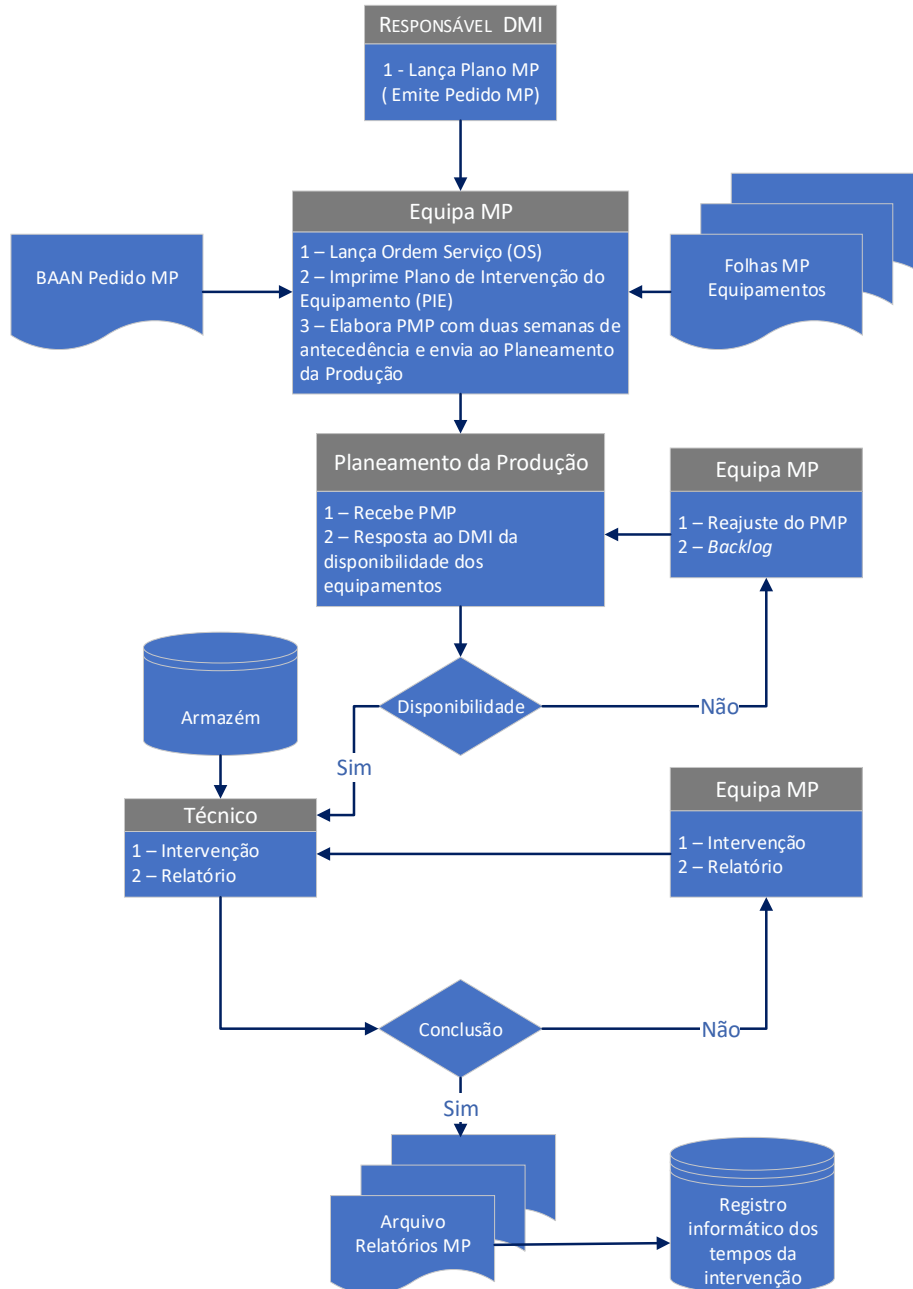


Figura 37 - Fluxograma novo da gestão do PMP da EPS

A principal diferença para a anterior gestão do PMP, Figura 38, é o facto de o Planeamento da Produção (PP), receber antecipadamente, ou seja, duas semanas antes a informação relativamente aos ativos a necessitarem de manutenção preventiva e, com isto, dar uma resposta antecipada da disponibilidade dos equipamentos.

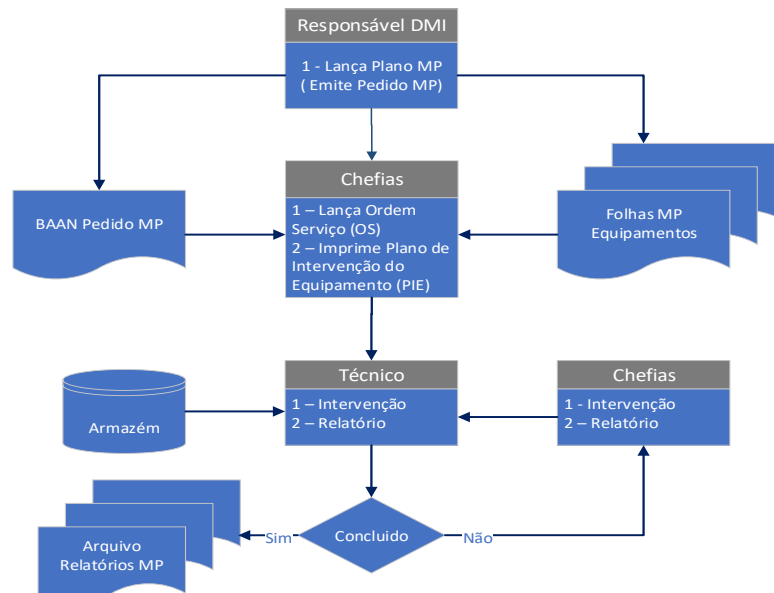


Figura 38 - Fluxograma antigo da gestão do PMP da EPS

A ferramenta elaborada para fornecer a informação necessária sobre quais os ativos, o tempo de duração, centro de produção e os dias em que serão realizadas as intervenções, foi desenvolvida no *MSExcel®*, Figura 39. Com esta abordagem, pretende-se um aumento da realização das MP, assim como o aumento da sua assertividade, uma melhor gestão da disponibilidade dos técnicos, e um melhor planeamento com a produção.

FOLHA DE PLANEAMENTO SEMANAL - MANUTENÇÕES

Máquina	Designação	Setor	NP	06.00	06.30	07.00	07.30	08.00	08.30	09.00	09.30	10.00	10.30	11.00	11.30	12.00	12.30	13.00	13.30	14.00	14.30	15.00	15.30	16.00	16.30	17.00		
Segunda	10M19901	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19902	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19903	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19904	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M099	Guilhotina	CT																									
Terça	10M19905	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19906	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19907	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19908	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M1423	Máquina de decapar manual	CT																									
Quarta	40E1131	Ponte rolante	DT																									
	40P322	Ponte rolante	DT																									
	10M19909	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19910	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19911	Desenrolador de caretas	CT																									
Quinta	10M19912	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M14901	Pressa 2000	CT																									
	10M14902	Pressa 2000	CT																									
	10M14903	Pressa 2000	CT																									
	10M19913	Desenrolador de caretas	CT																									
Sexta	10M19914	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19915	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M19916	Desenrolador de caretas	CT																									
	10M022.09	Solving	ST																									
	40COR068	Corte de chapa	DT																									
10M19917	Desenrolador de caretas	CT																										
10M19918	Desenrolador de caretas	CT																										
10M19919	Desenrolador de caretas	CT																										
40V2M010	Vassamentos	DT																										
10M19920	Desenrolador de caretas	CT																										
10M19921	Desenrolador de caretas	CT																										

Figura 39 - Folha de planeamento semanal das MP enviado aos centros de produção da EPS

3.6.1.1 Resultados da implementação do novo modelo de Gestão do Plano de Manutenções Preventivas

Com o novo modelo de gestão, foram observadas melhorias significativas no cumprimento do PMP. Os fatores que influenciaram essa melhoria foi a implementação de um planeamento previamente definido, com duas semanas de antecedência, o que permitiu uma melhoria na gestão da equipa técnica, dos equipamentos a intervir, assim como, a convergência com a disponibilidade dos ativos com o planeamento da produção.

Na Figura 40, Figura 41 e Figura 42, podemos verificar a taxa de cumprimento do PMP dos centros de produção DT, PT e *Service*, no ano 2018.

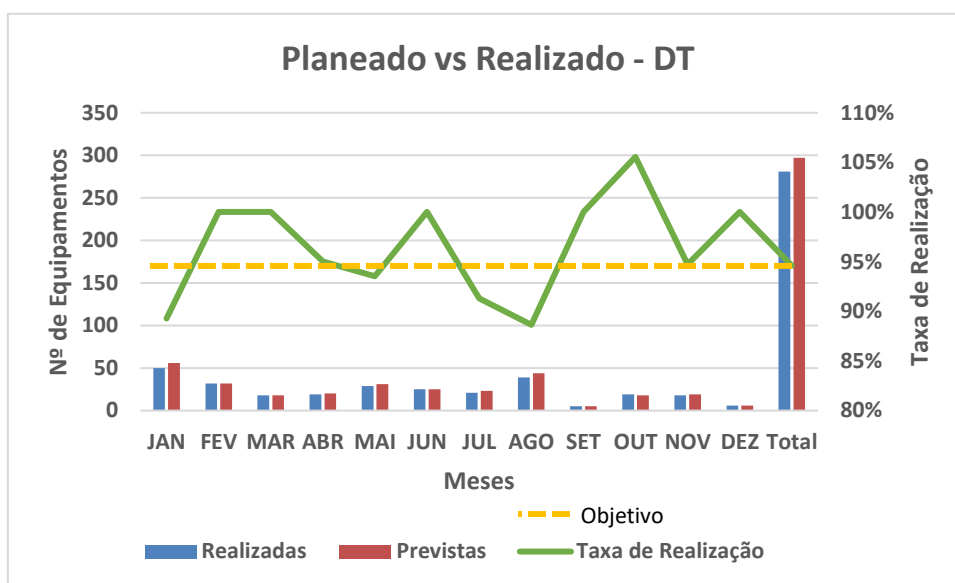


Figura 40 - Cumprimento do PMP do centro de produção DT da EPS no ano 2018

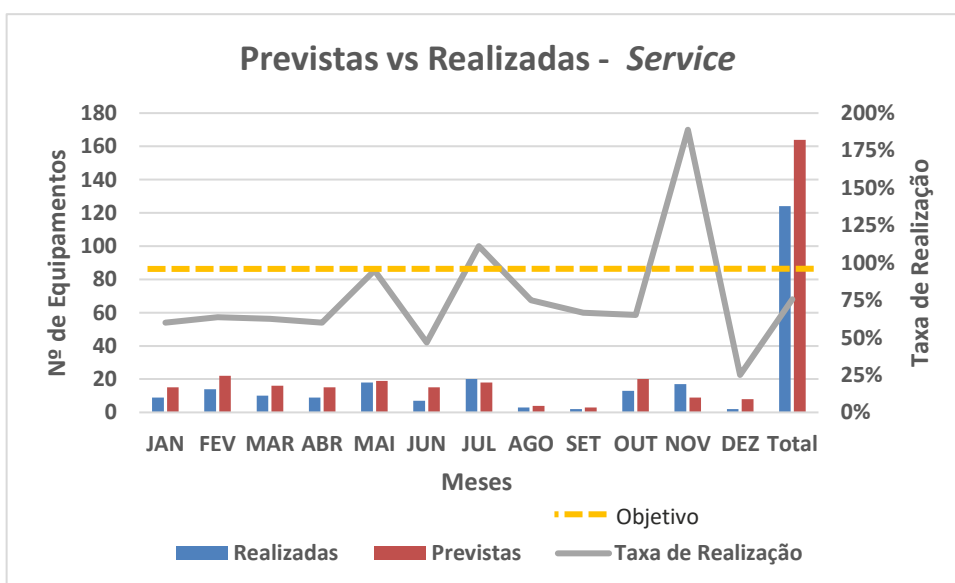


Figura 41 - Cumprimento do PMP do *Service* da EPS no ano 2018

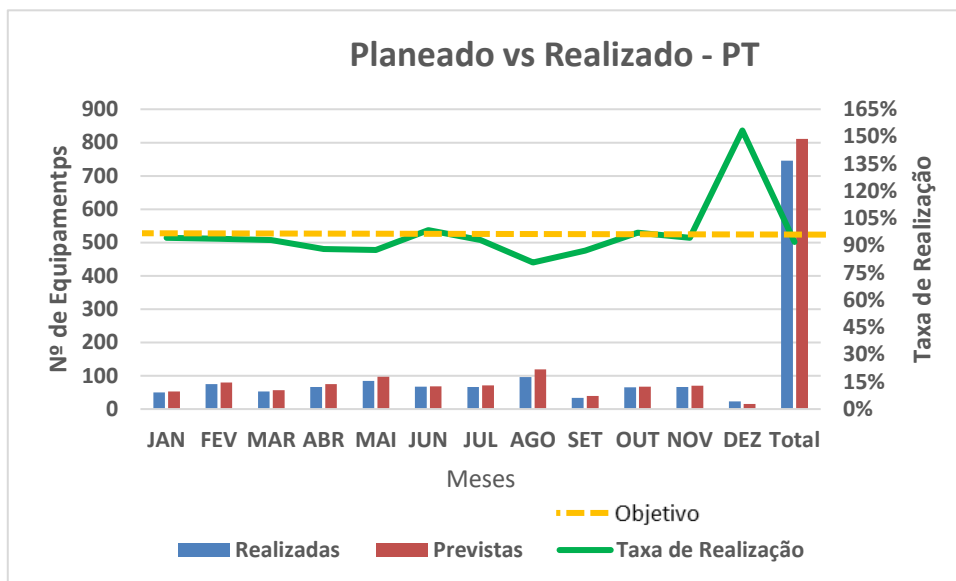


Figura 42 - Cumprimento do PMP do centro de produção PT da EPS no ano de 2018

Após a análise dos resultados das taxas de cumprimento do PMP, verificou-se que, o centro de produção DT apresenta um resultado igual ao ano 2017, ou seja 95%, o valor definido como objetivo. No entanto, é de salientar que o valor varia muito com o decorrer do ano. Isto deve-se ao facto de a produção não ser contante e, apesar de todo o cuidado com o planeamento das MP, por vezes não se tornou uma tarefa fácil de realizar.

No *Service*, a taxa de cumprimento do plano ficou bastante abaixo relativamente ao objetivo da organização, 95%, verificando-se uma taxa de cumprimento de 76 %. Este resultado deve-se ao facto de grande parte dos ativos serem utilizados em obras externas, de tal forma que muitos deles não se encontram no polo da Arroiteia no período da realização da MP. De forma a cumprir a realização das MP desses equipamentos, os responsáveis do SRV comunicam ao DMI a disponibilidade desses, aquando da sua chegada ao polo. Muitas dessas MP são MPC, realizadas pelos operadores do equipamento na obra em que se encontram, sempre com a salvaguarda do apoio do DMI, caso algo corra fora do normal.

Nos centros de produção PT, os resultados foram melhores, relativamente ao ano 2017. Verificou-se um aumento de 12 %, ou seja 92 % de cumprimento do plano. Apesar do aumento, ficou um pouco abaixo do objetivo, 95 %. De notar que, em relação ao DT, a realização do plano, apresenta valores mais constantes ao longo do ano. Isto verifica-se, pois, a produção neste centro foi mais contante. No entanto, existem equipamentos em que, devido à sua importância no processo produtivo, torna-se difícil a disponibilidade para a realização das MP

3.6.2 Planos de Manutenções Autônomas (PMA)

Após análise do número de falhas realizada na secção 3.3.3.1, a equipa resolveu implementar, a ferramenta de melhoria, Manutenção Autônoma (MA), em ativos com um nível de criticidade maior, 43 equipamentos. Para tal, foram elaborados planos de manutenção, onde estão descritos os procedimentos a serem realizados nessas intervenções. Estas serão realizadas pelos operadores dos equipamentos, após aprovação pelo departamento de Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS), e formação dada pelos responsáveis do DMI.

Desta forma, é preciso seguir as sete etapas especificadas para a sua utilização, como indica Márquez (2007), apresentadas na Tabela 33.

Tabela 33 - Descrição das etapas da implementação da Manutenção Autônoma

Etapa	Descrição	Ação
1	Limpeza Inicial	
2	Eliminação de pontos de sujidade e locais de difícil acesso	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de instruções de limpeza; • Uso da filosofia 5S.
3	Padrões de limpeza e inspeção	
4	Inspeção geral do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Uso da ficha de instruções para identificar problemas dos equipamentos; • Utilização de técnicas de gestão visual, com o objetivo de facilitar a identificação de problemas nos equipamentos.
5	Inspeção geral do processo	
6	Manutenção Autônoma sistemática	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de folhas de registo de anomalias ou melhorias nos segmentos de segurança, manutenção e produção, com a finalidade de desenvolver uma mentalidade autônoma dos colaboradores, de forma a que se sintam integrados no projeto.
7	Gestão autônoma	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de folhas de verificação da MA, como método de controlo da sua realização; • Formação prática junto dos colaboradores e responsáveis dos centros de produção, com o objetivo de mostrar a importância desta implementação.

Na Figura 43, está representado um plano de manutenção autónoma (PMA), assim como no Anexo 1.

No Anexo 2 e Anexo 3 estão representadas as folhas de controlo das formações, e verificação da realização da MA.





MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - PLANO DIÁRIO 10M337 - Fresadora CNC BERMAQ							
Nº Seq.	Grupo	Local	Ação / Metodologia	Meios / Ferramentas	EPI	Parag. Func.	Foto
1	Bermaq	Botão de emergência	Verificar estado e funcionamento do botão de emergência. Na existência de alguma anomalia, solicitar intervenção de imediato.			FIP	
2	Bermaq	Cabeça principal	Limpar a superfície de encaixe do cone porta-ferramentas. Atenção: Não "soprar" para o interior da cabeça. "Soprar" à volta da cabeça e limpar com panos a cabeça.	 Pistola de ar comprimido Panos Break Cleaner		P	

Figura 43 - Ficha de manutenção autónoma da EPS

3.6.2.1 Resultados esperados da implementação da Manutenção Autónoma (MA)

Após a implementação, no início de 2018, e realização das sete etapas da MA, obteve-se uma redução do número de avarias ocorridas nos equipamentos analisados. Na Figura 44, podemos verificar o número de intervenções realizadas, no ano de 2017 e 2018, com o objetivo de analisar os resultados antes e depois da implementação das melhorias, de forma a validar a ferramenta.

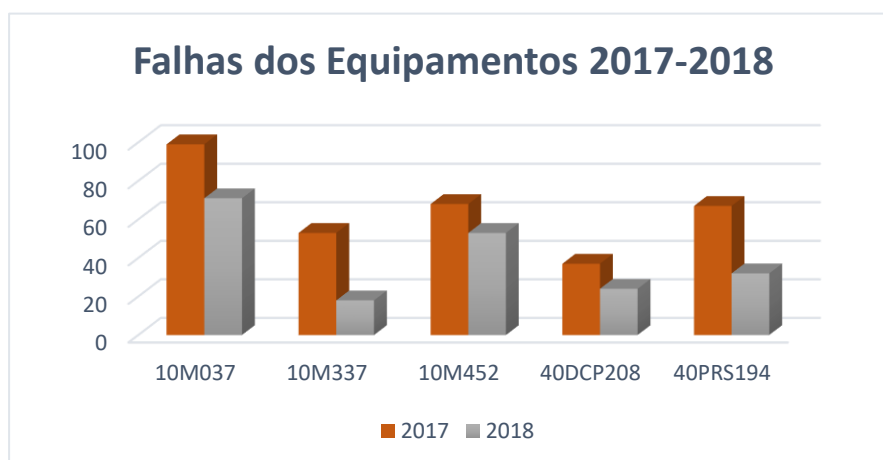


Figura 44 - Número de intervenções corretivas antes e depois da implementação das MA na EPS

Com esta ferramenta de melhoria, obteve-se uma redução significativa no número de ocorrência de falhas, em todos os ativos em que foi implementada. Na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** podemos verificar a taxa de redução de falhas. Em dois desses equipamentos, verificou-se uma redução acima dos 50%.

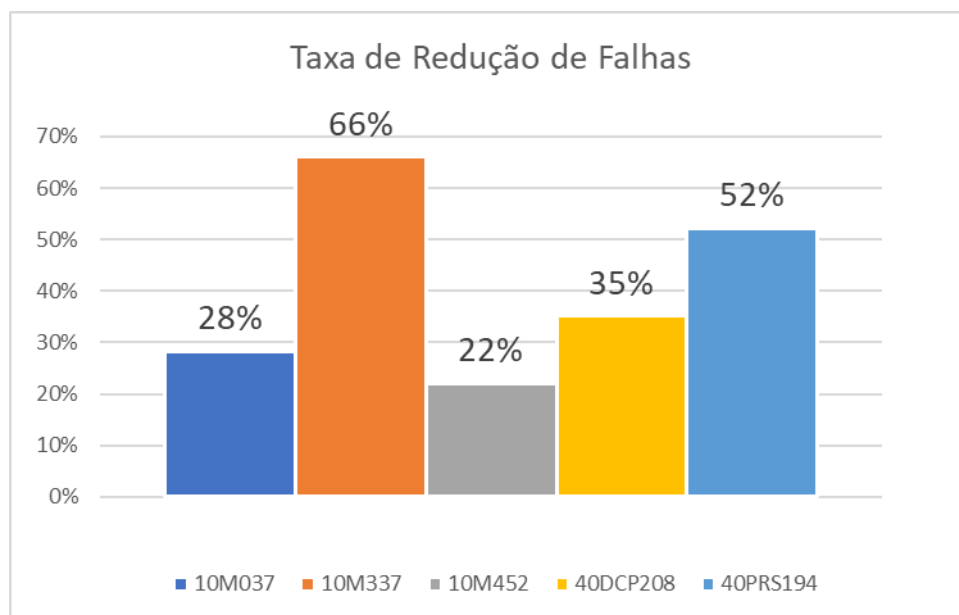


Figura 45 - Taxa de redução do número de intervenções corretivas depois da implementação da MA na EPS

3.6.3 Revisão e melhoria dos Registos de Manutenção Preventiva (RMP)

Um dos principais problemas encontrado no incumprimento do PMP foi o desperdício de tempo, e a falta de assertividade na execução das tarefas de MP, conforme verificado na secção 3.3.3.3, de tal forma que, foi necessário efetuar uma revisão dos RMP da EPS. Dado que apenas foram efetuadas análises dos ativos de criticidade 1, a revisão e melhoria apenas poderá acontecer nestes equipamentos. Deste modo, na presente secção serão revistos os planos de inspeção em função da criticidade dos equipamentos.

A revisão e melhoria dos RMP será focada numa revisão geral das atividades, de forma a melhorar a sua assertividade e a acrescentar as ferramentas, assim como, o material necessário para a execução das atividades, seguindo a metodologia descrita na Figura 46.

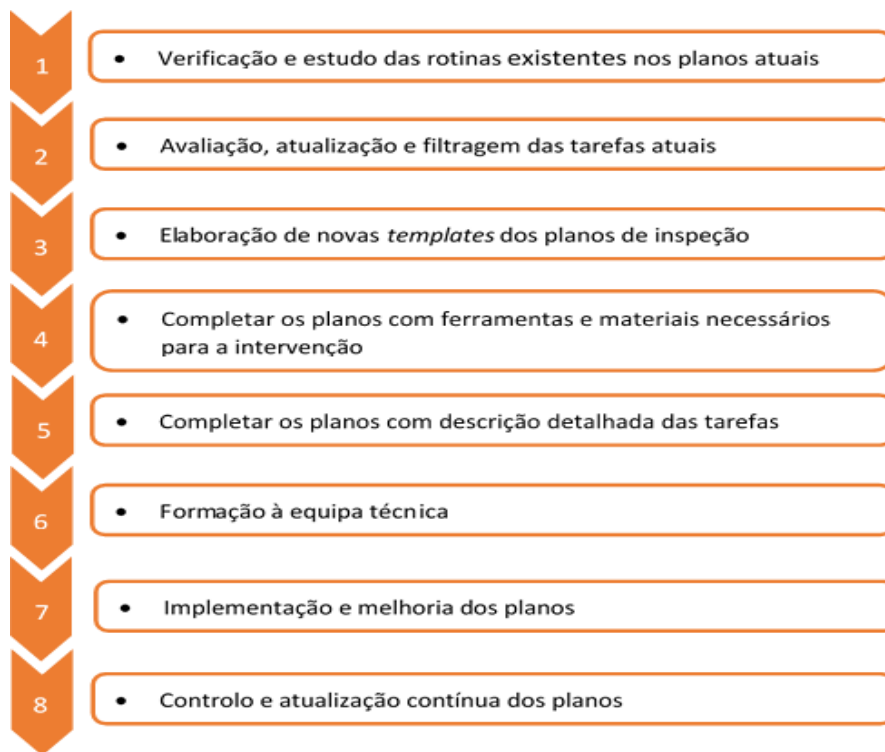


Figura 46 - Metodologia utilizada na revisão dos RMP da EPS

Na fase 1 da metodologia descrita, a equipa de trabalho reuniu os RMP efetuados atualmente nos ativos em análise. Para auxiliar na análise dos pontos positivos e negativos que se traduzem em oportunidades e ameaças, realizou-se uma análise SWOT presente na Figura 47.

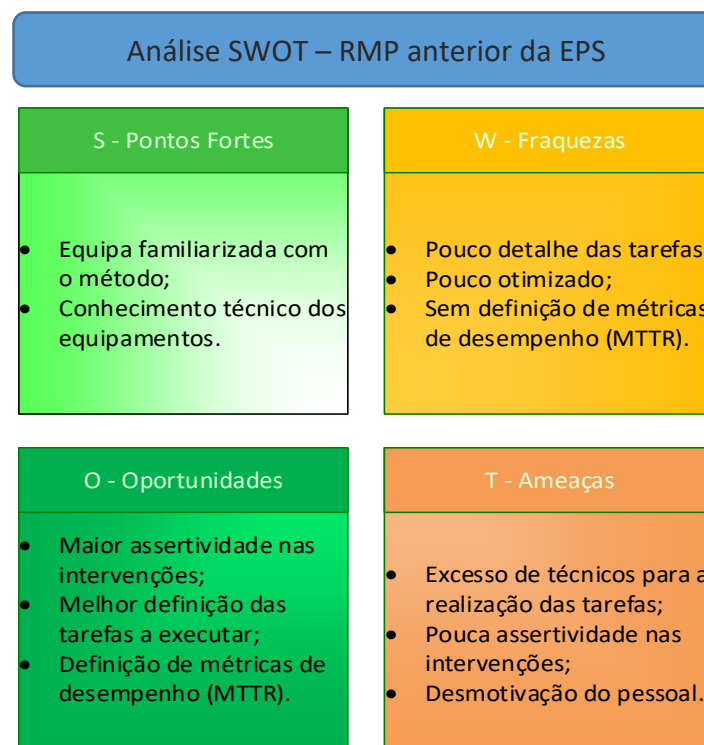


Figura 47 - Análise SWOT dos RMP atuais da EPS

Na etapa 2, as tarefas são avaliadas, filtradas e validadas, de modo a identificar e eliminar ineficiências, tais como:

- Ações sem interesse prático e desnecessárias;
- Desperdício de tempo;
- Duração das tarefas desajustado ou inexistente;
- Planeamento das tarefas tardio ou inexistente.

Nesta fase, a experiência da equipa técnica, assim como dos responsáveis do DMI, foram de elevada importância.

As etapas 3, 4 e 5 consistem na elaboração dos novos RMP, de modo a obter planos mais adaptados aos equipamentos e sistemas a serem inspecionados, de fácil entendimento e rápido preenchimento.

No Anexo 4, Figura 48 e Figura 49, estão representados um registo anterior e um novo, respetivamente.

efacec Transformadores		DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL Transformadores de Distribuição		efacec Transformadores		DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL Transformadores de Distribuição	
Registo N.º 12-09-001-02				Registo N.º 12-09-001-02			
REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA				REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA			
Equipamento	Bobinadora de fio nº1676			ANOMALIAS DETECTADAS			
Código	40BOB056	Sector	DT – Bobinagem	Pos.	Descrição	Data Resolução	
Tipo – S	Semestral	Data (J/F)	a				
Lista de matérias necessários	Líquido de limpeza – MI40C0012 Massa lubrificante – M40IC00053 Brack clean – MI40C0003 Penetrante – MI40C0002						
Ferramentas Específicas	Pinça amperimétrica						
Pos.	Descrição	Situação NC C		Comentários			
E 00	Verificar e testar todos os componentes de segurança do equipamento (listar equipamentos específicos)			Reparar se necessário			
E 01	Verificar painel de comandos e estado dos mesmos.			Reparar se necessário			
E 02	Limpeza quadro eléctrico e reaperto das ligações.			Reparar se necessário			
E 03	Reapertar e verificar encoders			Reparar se necessário			
M 01	Verificar folgas na caixa de velocidades			Reparar se necessário			
M 02	Verificar acionamentos (mandri e carro)			Reparar se necessário			
M 03	Verificar nível de óleo da caixa de velocidades			Reparar se necessário			
M 04	Verificar funcionalidades do sistema alimentador de papel			Reparar se necessário			
M 05	Verificar estrutura da Máquina			Reparar se necessário			
M 06	Verificar freio do mandri			Reparar se necessário			
G 01	Aspecto geral. Limpeza da máquina.						
G 02	Teste do equipamento com operador da máquina						
Rubrica: _____							
LEGENDA		SEGURANÇA		AMBIENTE			
NC: Não Conforme C: Conforme E xx: Eléctrica M xx: Mecânica		Utilizar EPI de operação		Colocação dos resíduos em contentor próprio			
OBS.:							
Rubrica: _____							
Este documento é propriedade de EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.							
Distribuição: PTM							
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página		
2004-01-15	2009-06-15	-	J. M. Viana	12-09-001-02	1 / 2		
Este documento é propriedade de EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.							
Distribuição: PTM							
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página		
2004-01-15	2009-06-15	-	J. M. Viana	12-09-001-02	2 / 2		

Figura 48 - RMP anterior das Bobinadoras de fio do DT da EPS

Como verificado nas figuras anteriores, foram feitas alterações significativas em 14 RMP, tais como:

1. *Layout* do equipamento;
2. Ferramentas necessárias para a execução das tarefas;
3. Materiais necessários para a realização da MP;
4. Descrição detalhada das tarefas a executar;
5. Tempo previsto para a realização da MP.

A etapa 6 diz respeito à formação da equipa técnica. Esta fase tem como objetivo formar os responsáveis pelas intervenções sobre a nova metodologia de abordagem aos RMP. Nesta etapa os elementos da equipa técnica receberam formação no que dizia respeito aos novos procedimentos a serem tomados em conta na realização das MP, sendo esses:

- No dia anterior será definido quem, quantos e quais os equipamentos a serem inspecionados. Essa informação será transmitida numa pequena reunião, no fim do turno de trabalho;
- No dia anterior à realização das tarefas, os técnicos responsáveis farão uma preparação das ferramentas e materiais de substituição necessários;
- A equipa de gestão será responsável por disponibilizar os materiais de apoio à realização das tarefas.

Na Figura 50, pode observar-se uma reunião a ocorrer com a finalidade de definir o plano de trabalhos para o dia seguinte.



Figura 50 - Reunião de fim de turno no DMI da EPS

A etapa 7 consistiu na implementação da primeira versão dos RMP e, em conjunto com a equipa técnica, os planos foram ajustados e melhorados, de forma a reduzir os desperdícios e a cumprir o planeamento com a produção, procedendo-se também a uma reavaliação dos tempos planeados inicialmente.

A última etapa, 8, consistiu num acompanhamento e atualização sistemática dos RMP, originando uma melhoria contínua e adaptabilidade destes aos equipamentos e equipa técnica.

3.6.3.1 Resultados da implementação do novo modelo de Registo de Manutenção Preventiva (RMP)

À data da dissertação, a revisão dos RMP e planos de MA para os equipamentos propostos não se encontra ainda finalizado.

A revisão dos RMP, iniciou-se pela revisão dos ativos de criticidade 1, estando definido para 60 ativos. Deste modo, a revisão dos RCM começou por ser efetuada em ativos em que a equipa de trabalho tinha definido que essas intervenções apresentavam muitos desperdícios de tempo, conforme verificado na secção 3.3.3.3.

Na Figura 51 e Figura 52, podemos verificar os tempos de desperdício verificados na intervenção do VP Shell, antes e depois da melhoria das RMP, respetivamente.

	Técnico 1 (minutos)	Técnico 2 (minutos)	Técnico 1 (percentagem)	Técnico 2 (percentagem)	Média (percentagem)	Desvio Padrão
Tempo útil de intervenção	480	477	75,6%	75,1%	75,4%	1,5
Procura de peças /materiais	24	5	3,8%	0,8%	2,3%	9,5
Procura de ferramentas	15	12	2,4%	1,9%	2,1%	1,5
Trabalho administrativo	5	15	0,8%	2,4%	1,6%	5
Esperas	45	44	7,1%	6,9%	7,0%	0,5
Deslocações	16	23	2,5%	3,6%	3,1%	3,5
Transporte	30	10	4,7%	1,6%	3,1%	10
Discussões	14	35	2,2%	5,5%	3,9%	10,5
Preparação	6	14	0,9%	2,2%	1,6%	4
TOTAL	635	635	100%	100%	100%	0
TOTAL DESPÉRDÍCIO	155	158	24,4%	24,9%	24,6%	1,5

Figura 51 - Tempos Médios de Realização da MP no VP do centro de produção Shell da EPS antes da revisão da RMP

	Técnico 1 (minutos)	Técnico 2 (minutos)	Técnico 1 (percentagem)	Técnico 2 (percentagem)	Média (percentagem)	Desvio Padrão
Tempo útil de intervenção	485	477	88,8%	87,4%	88,1%	4
Procura de peças /materiais	2	3	0,4%	0,5%	0,5%	0,5
Procura de ferramentas	1	4	0,2%	0,7%	0,5%	1,5
Trabalho administrativo	5	0	0,9%	0,0%	0,5%	2,5
Esperas	20	23	3,7%	4,2%	3,9%	1,5
Deslocações	5	7	0,9%	1,3%	1,1%	1
Transporte	17	6	3,1%	1,1%	2,1%	5,5
Discussões	8	21	1,5%	3,8%	2,7%	6,5
Preparação	3	5	0,5%	0,9%	0,7%	1
TOTAL	546	546	100%	100%	100%	0
TOTAL DESPÉRDÍCIO	61	69	11,2%	12,6%	11,9%	4

Figura 52 - Tempo Médio da realização da MP no VP do centro de produção Shell da EPS depois da revisão das RMP

Após acompanhamento aos técnicos, verificou-se uma redução no tempo médio de reparação (MTTR), 12,7%, efetuada pelos dois técnicos envolvidos no processo, 89 minutos, assim como uma redução significativa dos tempos de desperdício, 94 minutos no Técnico 1 e 89 minutos no caso do Técnico 2. Após a análise dos dados, a equipa envolvida, resolveu implementar esta metodologia nos restantes ativos da empresa. No Anexo 5 estão representados outros estudos.

3.6.4 Controlo das anomalias encontradas na realização das MP

Após a realização das intervenções de MP, identificou-se uma oportunidade de melhoria do problema, que resulta no controlo e gestão das anomalias detetadas. De forma a efetuar-se um controlo mais assertivo das tarefas que ficam pendentes resultante da inspeção realizada, elaborou-se uma ferramenta no *MSEXCEL®*. O registo é feito pelo responsável pela MP. Essa ferramenta é constituída entre outros, por:

- Registo da anomalia encontrada;
- Responsável pela resolução;
- Número de cadastro do ativo;
- Centro de produção onde está inserido o ativo;
- Criticidade da anomalia;
- Tipo de falha (elétrica, mecânica, falta de limpeza, falta de lubrificação).

Na Figura 53 e Anexo 6, está representada a ferramenta elaborada.

efac		Anomalias Detetadas MP												Manutenção Industrial			
Responsável	NºCadastro	Equipa	Data da Anomalia	Anomalia Detetada	Criticidade	Tipo	Resolução	Parceiros	Estado	ER	Data Resolução	Hora Início Res.	Hora Fin Res.	Comentários	Link Fotos	RTT (est)	RTT (est)
2378 - Leandro Martins	10M312	FT-Snell Isolantes	25/06/2019	fechadura da porta em mau estado	3	Medânica	Interno	MAIO									
2378 - Leandro Martins	10M312	FT-Snell Isolantes	02/07/2019	painel de comandos desajustados	3	Elétrica	Interno		Concluído		24/07/2019	9:30	10:15				
2378 - Leandro Martins	10M396	PT-Core Boilingem	26/06/2019	Não funciona/Necessaria baterias	3	Limpeza	Fornecedor	ALMAG	Disponibilidade Equipamento								
2378 - Leandro Martins	MP068	SRV-Oficina	08/07/2019	Botão de emergência danificado	1	Certificação			Disponibilidade Parceiro								
2378 - Leandro Martins	MP068	SRV-Oficina	08/07/2019	grades do eixo em mau estado	3	Hidráulica		FLUXUTUBOS	Em Execução								
2378 - Leandro Martins	10M195	SRV-Oficina	05/07/2019	necessário substituir barramento	2	Estrutura			ER Solicitada								
2378 - Leandro Martins	10M475	PT-CE	08/07/2019	cabos de alimentação curto	3	Elétrica			Falta ER								
2378 - Leandro Martins	10M475	PT-CE	08/07/2019	regulação da corrente falha	3	Elétrica			OK								
2378 - Leandro Martins	40M321	DT-Power	09/07/2019	portas em mau estado	3	Certificação											
2378 - Leandro Martins	40E1149	DT-Montagem Irmãos	12/07/2019	fuga de óleo, na bomba de circulação, da unidade de tratamento de óleo	3	Estrutura											
2378 - Leandro Martins	40M280	DT-Power	15/07/2019	tomadas auxiliares não funcionam	2	Elétrica	Interno		Concluído		15/07/2019	8:30	9:45				
2378 - Leandro Martins	10M156	SRV-Vorte	08/07/2019	baterias perdem a carga rapidamente	2	Limpeza											

Figura 53 - Ferramenta de apoio ao controlo e gestão das anomalias detetadas nas MP da EPS

Na altura de deteção da anomalia, o DMI encontra-se numa situação em que terá de tomar decisões sobre o procedimento a tomar. Desta forma, foi elaborada uma diferenciação sistemática das anomalias, foi necessário desenvolver uma formulação de uma metodologia interna de classificação da sua criticidade, no cenário operacional em que se encontra o ativo.

A metodologia tem como base uma técnica de análise qualitativa, no entanto sempre que possível, foram auxiliados por uma técnica quantitativa, Tabela 34.

Tabela 34 – Critérios de avaliação das anomalias detetadas nas MP da EPS

Fatores de Avaliação	Critérios de avaliação		
	Nível A	Nível B	Nível C
Qualidade Efeitos sobre a qualidade dos produtos	Crítico para a qualidade do produto, pode gerar reclamação do cliente	Afeta indiretamente a qualidade do produto, sem possibilidade de reclamação do cliente	Não causa impacto na qualidade do produto, sem possibilidade de reclamação do cliente
Segurança e Ambiente Riscos potenciais para as pessoas e ambiente	Risco de acidente grave e problemas de contaminação para o meio ambiente	Risco moderado de acidente, só material, mas não com o meio ambiente	Risco mínimo de qualquer tipo de acidente
Disponibilidade Efeitos sobre o processo produtivo	Interrompe totalmente a produção, sem nenhuma alternativa a curto prazo	Interrompe parcialmente a produção, com alternativa imediata	Não interrompe a produção, com outras alternativas imediatas
Custos Valores monetários das reparações	Elevados (>3500 €)	Moderados (500 € > custos < 3500 €)	Baixos (< 500 €)
Complexidade Tecnológica Efeitos sobre o tempo de reparação, especialização técnica e material	Tempo médio de reparação elevado (≥ 90 minutos), alta especialização com materiais importados ou de fabricação demorada	Tempo médio de reparação ($60 \text{ minutos} \leq \text{tempo de reparação} < 90 \text{ minutos}$) e especialização moderados, envolvendo alguns fatores complicados, como fornecedor único e materiais de fabricação	Tempo médio de reparação baixo (< 60 minutos) e nível de especialização dominados pela empresa

3.6.4.1 Atribuição de Classe de Anomalias

A classificação das anomalias dividiu-se em três classes, a Classe 1, Classe 2 e Classe 3, em função dos critérios anteriormente analisados, Tabela 34 e descrito na secção 3.4.1.1, uma vez que o critério de avaliação é o mesmo.

Classe de Criticidade 1

Esta classe é referente às anomalias que:

- São equipamentos críticos para a qualidade do produto, pode gerar reclamação do cliente;
- Estejam associados a risco de acidente grave e problemas de contaminação para o meio ambiente;
- Interrompam totalmente a produção, sem nenhuma alternativa a curto prazo;
- Envolvam tempos, e custos de reparação elevados ou exijam elevada complexidade tecnológica.

Visto isto, as anomalias definidas como classe 1 são as que reúnem as seguintes condições:

- Pelo menos um dos níveis A são afetados;

Classe de Criticidade 2

A classe de criticidade 2 é composta por anomalias que:

- Afetam indiretamente a qualidade do produto;
- Estejam associados a risco moderado de acidente, só material, mas não com o meio ambiente;
- Apresentam disponibilidade, custos e complexidade tecnológica moderadas.

Deste modo, as anomalias definidas como classe 2 são as que reúnem as seguintes condições:

- Pelo menos um dos níveis B são afetados, sendo os outros níveis B ou C
- Pelo menos dois dos níveis B são afetados.

Classe de Criticidade 3

A classe 3 integra as anomalias que:

- Não causam impacto na qualidade do produto;
- Não interrompem a produção;
- Riscos de segurança e ambiente, custos e complexidade tecnológica baixo.

Deste modo, a tomada de decisão sobre a criticidade é principalmente tomada sobre uma técnica de avaliação qualitativa, uma vez que essa tem que ser dada praticamente de imediato. A avaliação é feita pelo DMI, chefe do departamento de produção onde está alocado o equipamento, quando da existência de dúvidas e, ou complexidade mais exigente, a avaliação será feita pelo departamento de Qualidade Ambiente e Segurança (QAS).

As anomalias de classe 1, são resolvidas no momento, sempre que possível, ou implicam o *lock-out* do ativo.

No caso da classe 2, implica uma análise detalhada. A resolução do problema será efetuada o mais rápido possível, dependendo da disponibilidade do equipamento, ou materiais que sejam precisos substituir, isto sem nunca pôr em causa a segurança dos operadores nem a qualidade do produto.

A classe 3, diz respeito a anomalias que não apresentam qualquer tipo de risco. Estas poderão ser resolvidas na próxima MP, ou sempre que haja disponibilidade do equipamento e do DMI no que diz respeito a materiais e técnico.

Na Figura 54 está representado o fluxograma de decisão aquando da deteção de anomalias nas MP.

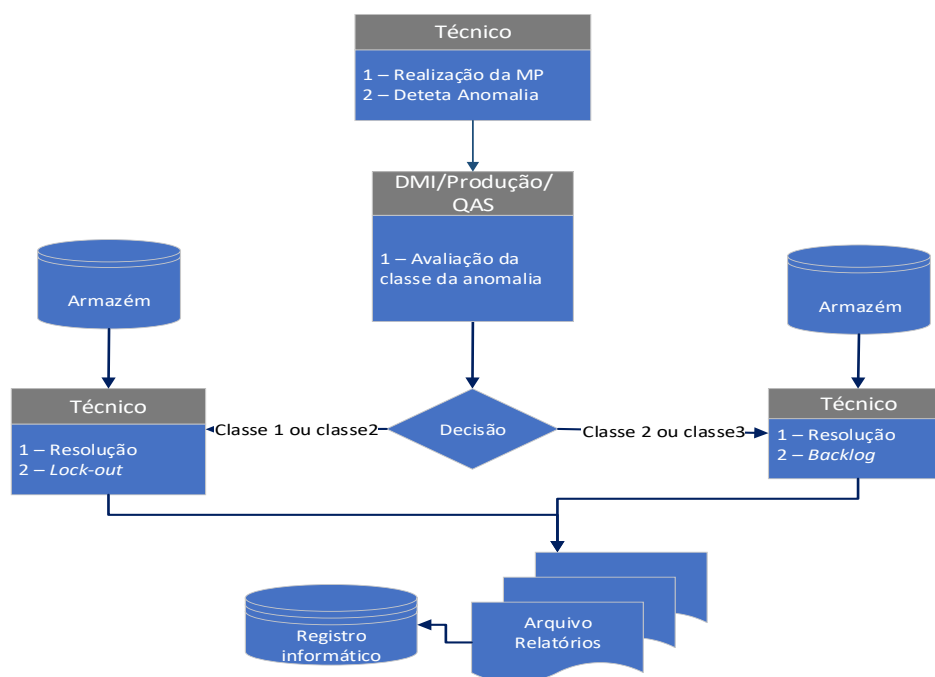


Figura 54 - Fluxograma de decisão na deteção de anomalias na realização das MP da EPS

No momento de rastreamento das anomalias detetadas, no processo anterior, não existia um acompanhamento que permitisse um controlo e gestão das mesmas, uma vez que eram apenas registadas em papel, acabando por ficar esquecidas, sem registo informático, sem avaliação de métricas de desempenho, e rastreamento de anomalias.

Esta ferramenta mostrou-se muito útil, uma vez que permite:

- Verificar o estado de resolução;
- Identificar, se for o caso, o parceiro contactado para a resolução da mesma;
- Controlar métricas de desempenho, como o WTTR e TTR (Time to Repair);
- Definir responsabilidades de resolução do problema;
- Verificar se a avaria é recorrente, procedendo posteriormente a uma análise mais detalhada da ocorrência.

3.7 Indicadores de Desempenho da Manutenção Implementados

Os KPIs (*Key Performance Indicators*) assumem um papel preponderante no processo de melhoria contínua. Nesta secção, serão abordados novos indicadores que foram aplicados, ou se encontram em desenvolvimento. Esses indicadores devem mostrar os resultados esperados em função das alterações efetuadas na reestruturação da gestão da manutenção. Os KPIs analisados focam-se sobretudo em indicadores de desempenho operacional na EPS (ISO 22400:2014).

3.7.1 Ferramenta desenvolvida para análise e controlo dos KPIs

De forma a abordar e analisar indicadores de desempenho, desenvolveu-se uma ferramenta no *MSEXCEL*[®], (Figura 55) (Anexo7). A sua elaboração tem como principal objetivo controlar: a taxa de cumprimento do plano de manutenção preventiva; a taxa de avarias e a taxa de manutenção corretivas de emergência em relação à taxa de manutenções planeadas. De notar que a ferramenta ainda se encontra em desenvolvimento e em processo de melhoria.

efacec		Planeamento Diário					Sem 7	Responsável SS: Pedro Dias	16/02/2019	
Transformadores		08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
Conectivos	Bruno	MI								
	Fabrizio	10M221.01					10M221.04			
	Nelson	40ENS147					40COR068			
Prev	Leandro	40ENS147					40ENS146			
	MAJO	40ENS147					40ENS146			
Sub-Contratação	ALMAG	10M308			10M022					
	PONTES	10M308			10M022					
	S-QUADRADO									
	DMST	40ENS147					40ENS146			
	DMST	40ENS147					40ENS146			
	Metal Solutions									
	Fluxitubos									
	Assis & Veloso									
A ELÉCTRICA.LDA.										
OUTSOURCING										

MP Planeada MC Programada MC Urgente Responsável Piquete: Nelson Gonçalves

Figura 55 - Quadro de planeamento diário das intervenções da EPS

O quadro é preenchido no final do turno, em conjunto com os técnicos, de modo a registar as intervenções realizadas e os tempos de cada uma. Após o registo diário das métricas, é elaborado o planeamento do dia seguinte, conforme o descrito na etapa 6 da secção 3.5.3.

Aqui são definidas a manutenção preventiva planeada, a verde, a manutenção corretiva planeada, a azul, e a manutenção corretiva de emergência, sempre que ocorram, a vermelho.

3.7.1.1 Taxa de Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva Diário

O indicador taxa de cumprimento do plano de manutenção preventiva diário, consiste no número de intervenções realizadas face ao número planeado. O registo é realizado de modo manual, conforme descrito na secção 3.6.1.

Tabela 35 – Indicador taxa de cumprimento do PMP diário, fórmula de cálculo e origem na EPS

Indicador	Fórmula de cálculo	Dados
Cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva Diário (%)	$\frac{\text{Preventivas Planeadas}}{\text{Preventivas Realizadas}} \times 100$	Registo Manual

Na EPS, apenas existe registo deste indicador a partir do ano de 2019. Na Figura 55, pode ser observada a evolução deste indicador. O objetivo definido para este indicador é de 95%. De salientar que os valores analisados se encontram dentro dos registos das melhores práticas na indústria, $\approx 85 - 95\%$, apenas registando um valor um pouco abaixo no mês de março. Esta análise é feita pelo número de equipamentos a intervir. O número de horas despendido em cada intervenção, está a ser implementado.

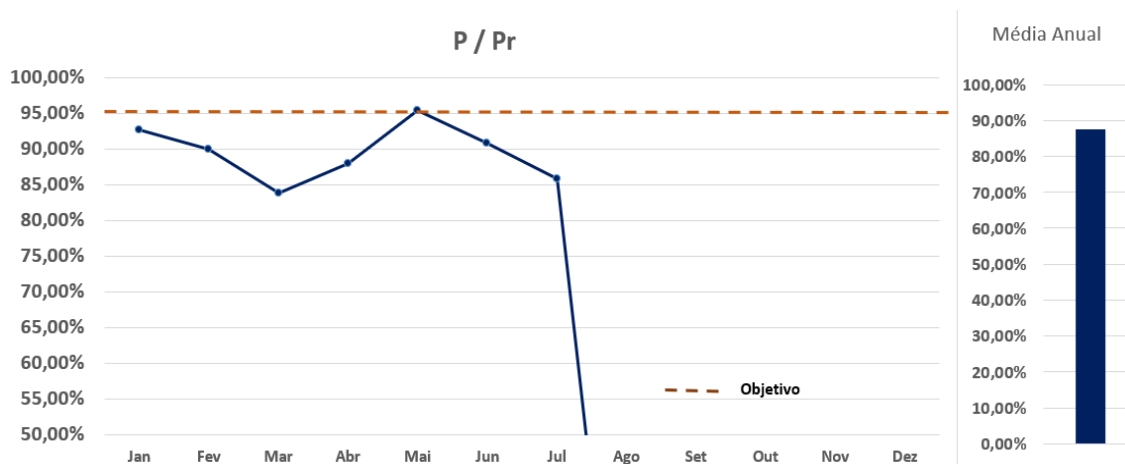


Figura 56 - Evolução da taxa de cumprimento diário do PMP, no ano de 2019 no polo da Arroteia da EPS

3.7.1.2 Taxa de Manutenção Corretiva de Emergência Diária

Como indicado na Tabela 36, a taxa de manutenção corretiva diária, representa o número de falhas ocorridas em relação ao número total de manutenção.

Tabela 36 - Indicador taxa de manutenção corretiva de emergência diário, fórmula de cálculo e origem na EPS

Indicador	Fórmula de cálculo	Dados
Taxa de Manutenção Corretiva de Emergência diária (%)	$\frac{\text{Manutenções Corretivas de Emergência}}{\text{Total Manutenções}} \times 100$	Registro Manual

Como indicado na secção 3.6.1.1, apenas existe registo deste indicador a partir do ano de 2019. Na Figura 57, mostra-se a evolução deste indicador durante o ano. De notar que os valores são relativamente altos em relação ao objetivo, 5%, e que nos meses de março e julho o valor apresentou um valor muito elevado. Isto deveu-se ao facto de nesses meses a empresa ter laborado 24 horas/dia, o que levou a um aumento significativo do número de ocorrências.

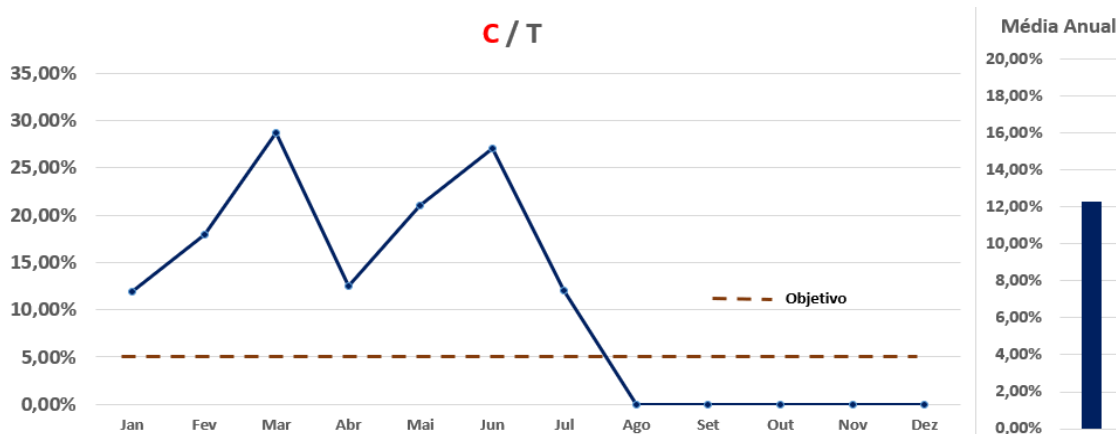


Figura 57 - Evolução da taxa de manutenções corretivas de emergência diária, no ano 2019 no polo da Arroteia da EPS

3.7.1.3 MWT, MTBF; MDT, Top 5 Cumulative Material Cost+Other Costs e Top 5 Actual Month Material Cost+Other Costs

De forma a auxiliar a gestão da manutenção, no início de 2019 com o auxílio das ferramentas desenvolvidas, em sintonia com o *software* de ERP (*Enterprise Resource Planning*) usado na EPS, tornou-se possível controlar e verificar indicadores de desempenho, ver Anexo 8, importantes para um planeamento mais eficaz e eficiente do DMI. Estes permitem identificar os ativos com valores acima do esperado, permitindo adotar estratégias com o intuito de eliminar ou reduzir as causas desses acontecimentos.

Na Tabela 37 estão representados os indicadores de desempenho analisados com a ferramenta *Microsoft Power BI*.

Tabela 37 - Indicadores de desempenho analisados na EPS

Indicador	Método de Cálculo
MTBF	Média da diferença das datas entre as diferentes intervenções por equipamento.
MWT	Média da diferença da data de início da execução real da atividade, com a data do registo da OS (Ordem de Serviço).
MTTR	Média da diferença da data final da execução real com a data de início da execução real da OS.
MDT	Média da diferença da data de registo da OS com a data final de execução real da tarefa.
Top 5 Avarias	Top 5 da soma das avarias registadas no Equipamento.
Top 5 Cumulative MatCost+OtherCosts	Top 5 da soma do custo de material e outros, acumulados ao longo do ano.
Top 5 Actual Month MatCost+OtherCosts	Top 5 dos custos em material e outros custos, para o mês atual.

3.7.1.4 Indicadores financeiros

3.7.1.4.1 Custos com pessoal

Após a reestruturação do DMI, o controlo do custo com o *outsourcing*, surge como um novo indicador a estudar, como forma de justificar a estratégia adotada.

Esta surge da necessidade de redução de custos fixos com os técnicos, uma vez que na maioria das vezes não se justificava um número tão elevado. Nesta fase, o planeamento das manutenções conforme referido na secção 3.5.1 assume um papel de relevância elevada, uma vez que a gestão tem a necessidade de saber os recursos necessários para a execução das tarefas planeadas. Definiu-se um conjunto de parceiros com disponibilidade de colaboração com a EPS, de forma a conseguir cumprir as metas estabelecidas pela organização. Na Figura 58, pode-se verificar os resultados desta nova estratégia.

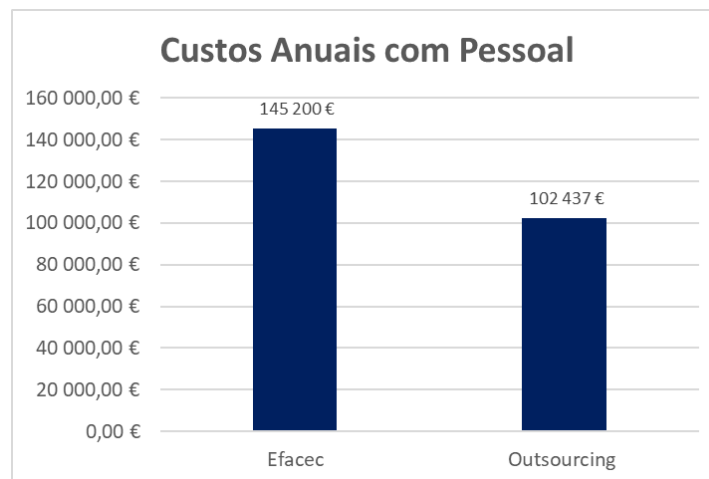


Figura 58 - Custos com o pessoal na EPS em 2018

Como se pode observar, os custos de *outsourcing*, são significativamente menores em relação aos custos da estratégia anterior, menos 29,50%, ou seja, 42 763 €.

De salientar que a estratégia a nível de redução de custos é eficiente, mas exige uma grande disponibilidade de interação de todo o DMI. Novos métodos de gestão estão a ser implementados, como:

- Planeamento de intervenções com o *outsourcing* e produção;
- Disponibilidade de parceiros;
- Plano de formação aos parceiros;
- Número de pessoas necessárias para a realização das tarefas diárias, de forma a cumprir o PMP.

3.7.1.4.2 Custo das Intervenções de Manutenção

O controlo do custo era efetuado com base num valor anual, de gastos totais em manutenções realizadas. Apesar de ser um método convencional, pouco discriminativo, não permitia rastrear a origem dos custos, centro de produção ou equipamento.

Com a realização da hierarquia de ativos, Figura 59, passou a ser possível controlar os equipamentos com os custos mais elevados, de forma a estudar a origem desses resultados.

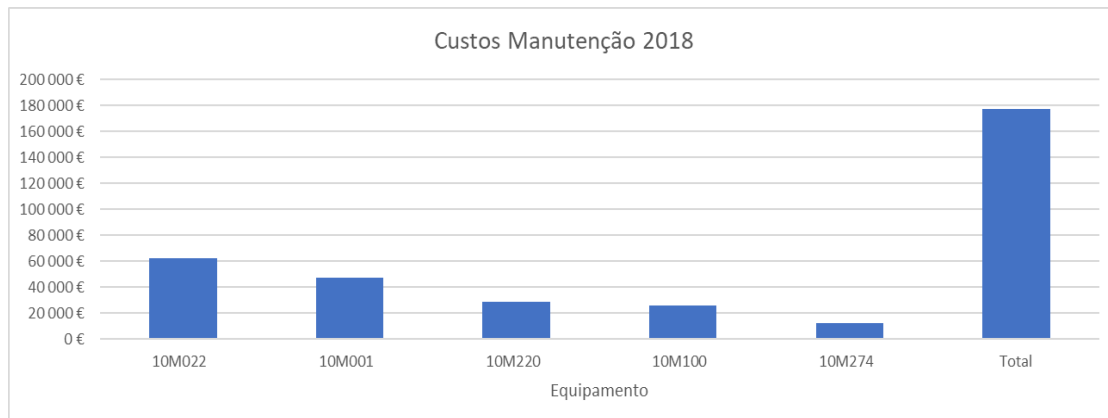


Figura 59 - Top 5 de custos em equipamentos da EPS em 2018

Como podemos verificar, é possível analisar o *top 5* de equipamentos com custos mais elevados. No ano de 2018, o equipamento que representou um maior custo foi o 10M022, Equipamento Almofadas ar Transporte de PT, com 62 144 €.

De forma a perceber a origem dos custos, realizou-se uma análise ao *top 5* das anomalias detetadas. Essa análise, Figura 60, passou a permitir registar o tipo de custo associado a cada equipamento, para uma posterior melhoria desse indicador. Neste caso particular, verificou-se que a origem dos gastos era toda em materiais, com um total de 50 524 €.

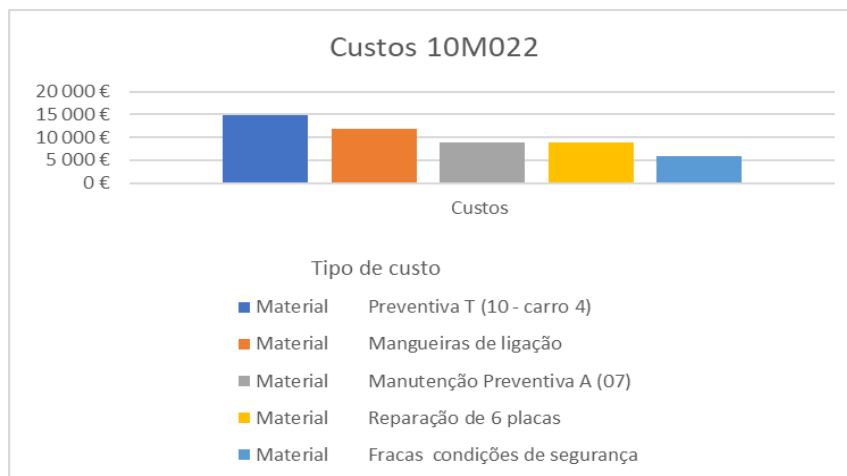


Figura 60 - TOP 5 das anomalias detetadas no equipamento com mais custos em 2018 na EPS

3.7.1.5 Conclusões da Análise dos Indicadores da Manutenção da EPS

No que diz respeito aos indicadores operacionais, foi identificada a oportunidade de tratar indicadores como o MTBF, MTTR, MWT e MDT, uma vez que já foi implementada uma ferramenta para análise dos dados. Estes indicadores podem ser úteis para completar a análise da taxa de avarias, permitindo: comparar tempos médios entre falhas de equipamentos semelhantes, de diferentes centros de produção; efetuar uma análise do desempenho da equipa técnica; ajustar os tempos programados para as intervenções; obter dados de ativos mais complexos a nível de manutenção; avaliar possíveis alterações nos equipamentos de forma a melhorar os resultados; ajustar os procedimentos das intervenções. Desta forma, estes indicadores poderiam ser importantes no auxílio nas tomadas de decisões, tanto para a gestão como para a equipa técnica, estando a ser estudada a sua aplicação na EPS.

Para além dos indicadores abordados, foi identificado pela gestão da manutenção a necessidade de desenvolver uma forma de identificar os materiais mais relevantes, de forma a criar *spare parts* para os ativos mais críticos, com o objetivo de contribuir positivamente no tempo de resposta da manutenção.

Quanto a resultados da implementação do projeto apresentado, verificou-se um impacto positivo a nível de indicadores, como o cumprimento do PMP, que após ajuste e novos métodos de abordagem, aproximaram-se dos objetivos da EPS. Com o cumprimento do PMP, é expectável uma diminuição da taxa de MCE e, como consequência, um aumento da disponibilidade dos ativos. Uma ferramenta que, após o seu amadurecimento poderá trazer resultados muito positivos no que diz respeito à taxa de avarias, são as MA, desenvolvendo responsabilidade nos operadores, uma vez que muitas das ocorrências poderiam ser evitadas com intervenções do tipo limpeza e lubrificação.

No que diz respeito aos indicadores financeiros, à medida que os novos planos de inspeção são implementados, é esperada uma diminuição de custos, uma vez que serão identificadas várias oportunidades de melhoria a serem implementadas. Na Figura 61, podemos verificar a evolução dos custos, antes (2017) e depois (2018) da implementação das ferramentas de melhoria, resultando numa diminuição de 120 060 €

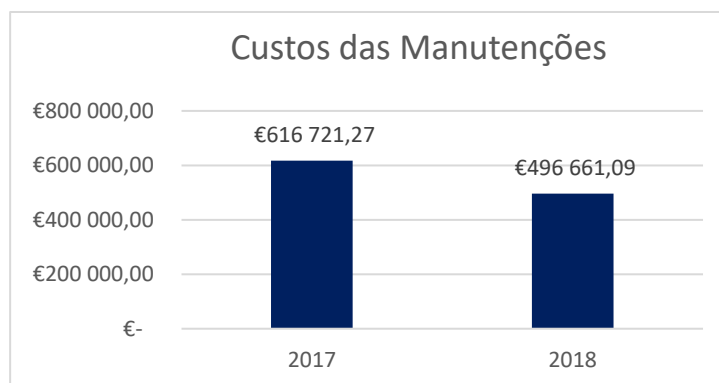


Figura 61 - Custos das manutenções na EPS

3.8 Metodologia utilizada na realização do projeto

Na Figura 62, está representada a metodologia utilizada no projeto realizado no DMI da EPS. O diagrama representa as entradas, o objetivo, as saídas e os resultados obtidos com a utilização das ferramentas e metodologias usadas no desenvolvimento da dissertação.

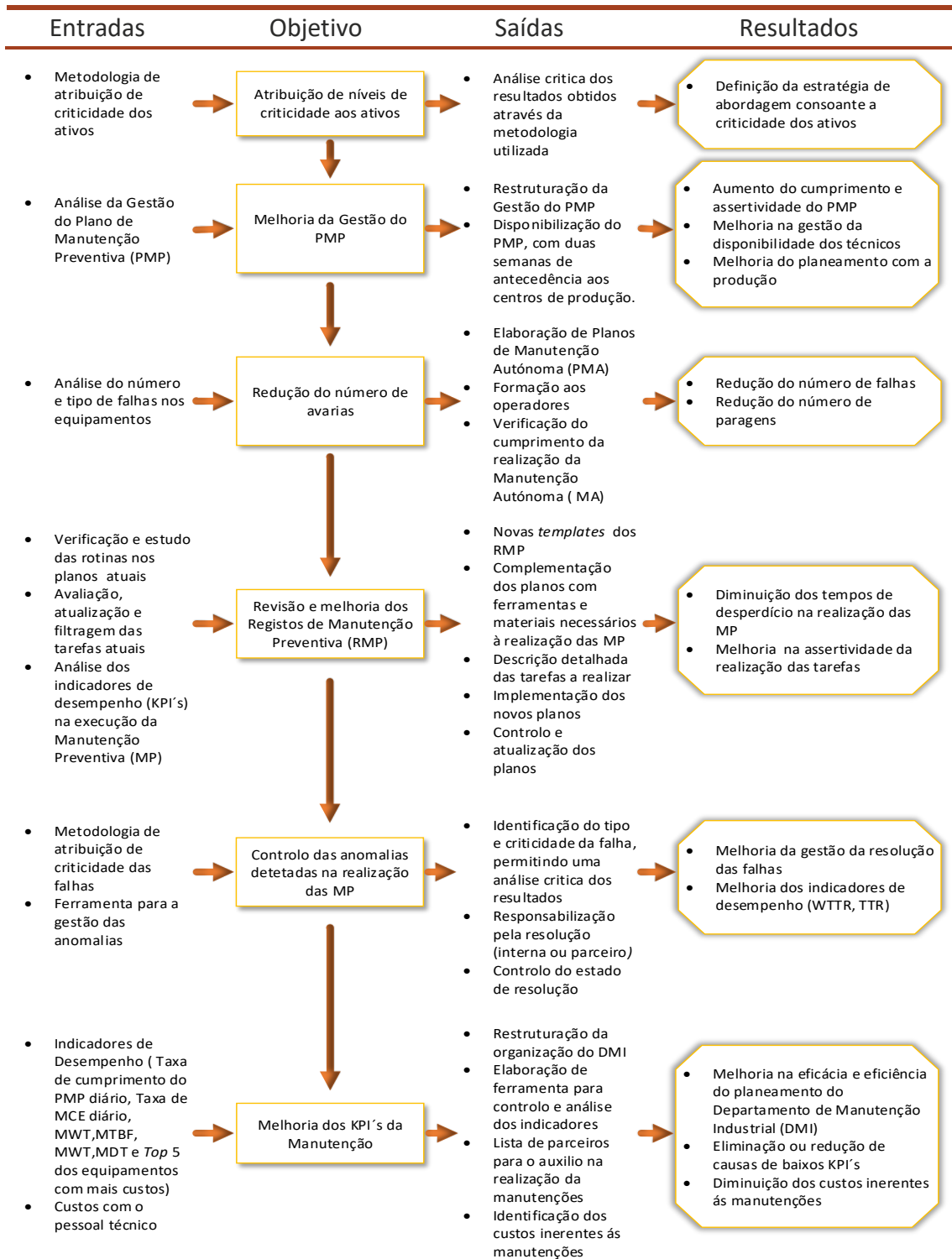


Figura 62 - Metodologia utilizada na realização da dissertação no DMI da EPS

CONCLUSÕES

4.1 Conclusões

4.2 Sugestão de Outras Possíveis Melhorias

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões




Atingido o fim do projeto, foram evidenciados resultados positivos a nível organizacional, de forma a cumprir os objetivos.

O desenvolvimento deste trabalho visou a melhoria geral do PMP, com a introdução de ferramentas de melhoria, de forma a garantir uma maior disponibilidade dos equipamentos, assim como diminuição dos desperdícios associados à realização da manutenção.

De salientar que a grande diversidade de equipamentos e instalações, assim como de processos produtivos, tornam difícil a definição de prioridades na gestão do PMP. Dependendo do: tipo ou da introdução de novos produtos; dos horários laborais; dos tempos de produção, a criticidade dos ativos sofre uma constante mudança. Visto isto, a gestão da manutenção, vê-se obrigada a uma constante revisão e adaptação.

De uma forma geral, considera-se que a grande parte dos objetivos definidos no projeto inicial foram cumpridos, estando sintetizados na Tabela 38.

Tabela 38 - Análise das soluções propostas

Área	Objetivo	Estado
Gestão/Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> Disponibilização do planeamento das MP atempado à produção; Definição de um grupo de parceiros capaz de auxiliar na execução das tarefas. 	Efetuada 
Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de uma plataforma de registo do planeamento e indicadores de desempenho. 	Efetuada 
PMP	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer criticidade dos equipamentos em função da sua importância para o processo produtivo; Melhoria do RMP e criação de MA em equipamentos críticos; Criação de uma plataforma de registo e controlo das anomalias encontradas nas MP. 	Em Execução 

Ao longo do Desenvolvimento, foram realizadas conclusões das propostas de solução, complementadas com análises quantitativas dos resultados das fases do projeto. Na Tabela 39 estão resumidas as principais soluções e resultados da sua implementação.

Tabela 39 - Resultado da implementação das propostas de solução

Propostas/Solução	Resultados da implementação
Classificação da Criticidade dos equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Classificação da criticidade de todos os equipamentos dos centros de produção do polo da Arroteia; • Estudo e análise crítica dos resultados (Classe 1 – 6,6%; Classe 2 – 13,6%; Classe 3 – 79,8%); • Desenvolvimento de uma ferramenta de gestão e controlo dos ativos.
Definição de uma estratégia de abordagem dos ativos consoante a criticidade	<ul style="list-style-type: none"> • Estratégia de gestão a aplicar às três classes de ativos (1,2 e 3) nos centros de produção do polo da Arroteia.
Gestão do PMP	<ul style="list-style-type: none"> • Reestruturação da gestão do PMP; • Elaboração de uma ferramenta para fornecer a informação necessária aos centros de produção, sobre quais os ativos, o tempo de duração e os dias em que serão realizadas as intervenções; • Implementação, formação e validação de rotinas de inspeção resultantes dos novos RCM; • Aumento de 12% no cumprimento das MP, nos centros de produção PT; • Registo e controlo das MP do centro de produção <i>Service</i>; • Diminuição dos tempos de desperdício e MTTR na realização das MP, após revisão dos RMP; • Diminuição das falhas em ativos onde foram aplicadas as MA, cerca de 50% em dois desses equipamentos; • Elaboração de uma ferramenta de controlo das anomalias encontradas nas MP; • Classificação da criticidade das anomalias, assim como nova estratégia de gestão das classes de criticidade.
Análise e controlo dos KPIs	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de uma ferramenta para análise e controlo dos indicadores de desempenho (em desenvolvimento); • Controlo do custo com o pessoal de <i>outsourcing</i>; • Controlo do custo dos equipamentos.

Em todas as fases do projeto, o trabalho em equipa demonstrou ser fundamental para a qualidade dos resultados obtidos. Tanto para a realização das ferramentas informáticas, como no desenvolvimento das melhorias aplicadas nos RMP, na realização e implementação das MA, no contacto com parceiros que cumpram os requisitos desejados, sentiu-se uma equipa dinâmica e com disponibilidade para colaborar.

No final da dissertação, foram verificados os indicadores de desempenho implementados na EPS, nos quais seriam prováveis obter melhorias. Comparando igual período de 2017 e 2018 (janeiro a dezembro) para a EPS, verifica-se uma diminuição significativa, na taxa de avarias nos ativos onde foram aplicadas as sugestões de melhoria, Anexo 9. De notar um aumento significativo no cumprimento do PMP, nos centros de produção PT, cerca de 12%, assim como uma diminuição dos tempos de desperdício e assertividade na realização das MP, Anexo 5. Espera-se que, após a aplicação total das propostas de solução, estas melhorias se acentuem, uma vez que a estratégia de melhoria se encontra em execução.

Para além dos benefícios obtidos pela empresa, o colaborador adquiriu proveitos a nível pessoal e profissional, onde sobressaem:

- Consolidação dos conhecimentos teóricos e aplicação prática dos mesmos;
- Melhoria das capacidades de trabalho em equipa, definição de prioridades, resolução de problemas;
- Aquisição de competências a nível de responsabilidade, negociação com parceiros, formação aos colaboradores e apresentação/demonstração de resultados à direção.

Na realização da dissertação, foi verificado que a aplicação de métodos e filosofias, não é tão linear, como à partida o parece ser. Cada organização é composta por características distintas, sendo por vezes difícil definir qual a melhor estratégia a adotar para a resolução dos problemas identificados. Neste projeto, foram adotadas estratégias das metodologias TPM e RCM, uma vez que ambas têm como objetivo contribuir para melhorar a Gestão da Manutenção, assegurando o melhor desempenho dos ativos no seu contexto operacional, utilizando diversas ferramentas para cumprir o esperado, contribuindo como apoio significativo na identificação e, resolução de oportunidades de melhoria a realizar na EPS.

Com este projeto conclui-se também que, para além de todas as filosofias, métodos ou estratégias, um dos fatores mais importantes para a aplicação de todas estas teorias, é a capacidade de envolver todas as pessoas no projeto, de forma a conseguir atingir os objetivos propostos. Ter a capacidade de manter os colaboradores motivados, integrados, responsáveis pelo seu desempenho, torna-se uma tarefa difícil, uma vez que o processo de melhoria e execução do Plano de Manutenção é um processo contínuo, envolvendo várias áreas da empresa, sendo que a manutenção é uma parte com impacto significativo no desempenho das partes interessadas.

4.2 Sugestão de Outras Possíveis Melhorias

Com a concretização dos objetivos propostos, foram verificadas outras oportunidades de melhoria, sendo estas fundamentais para manter o bom funcionamento e as ferramentas desenvolvidas em condições de serem utilizadas da melhor forma. Grande parte das ações passa por uma necessidade contínua de atualização dos equipamentos, assim como do controlo das peças de substituição. Na Tabela 40, estão demonstradas algumas dessas necessidades e sugestões de melhoria.

Tabela 40 - Sugestões de melhorias futuras

Área	Sugestões de Melhoria
Sistema Informático de gestão	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de um <i>software</i> de gestão da manutenção que permita retirar dados em tempo real e resolver as causas de forma mais eficiente.
Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> Implementar ferramentas tais como, análise 3C e FMEA, de forma a tratar os problemas identificados; Implementação de novos indicadores, com intuito de medir a assertividade e a eficiência do departamento de manutenção.
PMP	<ul style="list-style-type: none"> Implementar rotinas com periodicidade curta em ativos de maior criticidade; Realização de pequenas reuniões com o planeamento da produção, de forma a validar a disponibilidade do equipamento para a realização das MP; Aumentar o número de MA, e verificação/validação do seu cumprimento; Motivação da equipa, de forma a fazê-la sentir como parte do projeto; Criação de <i>stock</i> de <i>spare parts</i> para a realização das intervenções.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 Referências

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 Referências

- A. C. Marquez. (2007). *The Maintenance Management Framework - Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer. ISBN: 9781846288210.
- A. J. A. Magalhães, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho. (2018). "A novel concept of bent wires sorting operation between workstations in the production of automotive parts". *Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineer, Vol. 41:25*. Obtido de <https://doi.org/10.1007/s40430-018-1522-9>
- A. Moreira, F. J. G. Silva, A. I. Correia, T. Pereira, L. P. Ferreira, F. de Almeida. (Junho de 2018). "Cost reduction and quality improvements in the printing industry". *Procedia Manufacturing, Vol. 17*, pp. 623-630.
- Amaral, F. D. (2016). *Gestão da Manutenção na Indústria*. LIDEL. ISBN: 9789897521515.
- B. Barbosa, M. T. Pereira, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho. (Junho de 2017). "Solving quality problems in tyre production preparation process: a practical approach". *Procedia Manufacturing, Vol. 11*, pp. 1239 - 1246.
- B. M. D. N. Moreira, Ronny M. Gouveia, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho. (Junho de 2017). "A Novel Concept Of Production And Assembly Processes". *Procedia Manufacturing, Vol. 11*, pp. 1385 - 1395.
- BS EN, 15341:2007. (s.d.). *Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators*.
- C. Rosa, F. J. G. Silva, L. P. Ferreira. (Junho de 2017). "Improving the quality and productivity of steel wire-rope assembly lines for the automotive". *Procedia Manufacturing, Vol. 11*, pp. 1035–1042.
- Cabral, J. P. (2006). *"Organização e Gestão da Manutenção"* (5 ed.). Lisboa: LIDEL. ISBN: 9789727574407.
- Campbell, D., & Jardine, A. K. (2001). *Maintenance excellence : optimizing equipment life-cycle decisions*. New York: Dekker. ISBN: 9759780824704971.
- Carlos Monteiro, Luís P. Ferreira, Nuno O. Fernandes, F. J. G. Silva, Ivo Amaral. (Junho de 2019). "Improving the Machining Process of the Metalwork Industry by Upgrading Operative Sequences, Standard Manufacturing Times and Production Procedure Changes". *Procedia Manufacturing, Vol. 00*, pp. 000 - 000.

- Claúdio Costa, Luís P. Ferreira, José C. Sá, F. J. G. Silva. (2018). "Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company". *DAAAM International Scientific Book*, pp. 001 - 012. ISBN: 9783902734198. doi:10.2507/daaam.scibook.2018.01
- D. Press. (2003). *Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), for Automotive, Aerospace, and General Manufacturing Industries. In Guidelines for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), for Automotive, Aerospace, and General Manufacturing Industries*. CEP Press. ISBN: 9780203009680.
- EN 13306:2010. (2010).
- F.J.G. Silva, Raul D.S.G. Campilho, L. P. Ferreira, M. T. Pereira. (2018). "Establishing Guidelines to Improve the High-Pressure Die Casting Process of Complex Aesthetics Parts". *Transdisciplinary Engineering Methods for Social Innovation of Industry 4.0*. doi:10.3233/9781614998983887
- G. F. L. Pinto, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, R. B. Casais, A. J. Fernandes, A. Baptista. (Junho de 2019). "Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools". *Procedia Manufacturing, Vol. 00*, pp. 000- 000.
- Gulati, R. (2013). *Maintenance and Reliability Best Practices* (2 ed.). Industrial Press. ISBN: 9780831134341.
- I. Antonioli, P. Guariente, T. Pereira, L. Pinto Ferreira, F. J. G. Silva. (2017). "Standardization and optimization of an automotive components production line". *Procedia Manufacturing, Vol. 13*, pp. 1120 - 1127.
- ISO,22400:2014. (s.d.). Automation systems and integration - Key performance indicators(KPIs) for manufacturing operations management.
- Kardec, A., & Nascif, J. (2001). *Manutenção - Função Estratégica*. São Paulo: QUALITYMARK. ISBN: 9788573033236.
- Khairy A.H. Kobbacy, D.N. Prabhakar Murthy. (2008). *Complex System Maintenance Handbook*. Springer. ISBN: 9781848000100.
- Liliane, Pintelon; Alejandro, Parodi-Herz. (2008). Maintenance: An Evolutionary Perspective. Em *Complex System Maintenance Handbook* (pp. 22 - 48). ISBN: 9781848000100.
- M. Ben-Daya, A. Raouf, J. Knezevic, D. Ait-Kadi, & Duffuaa, S. O. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. ISBN: 9781848824713.
- Martins, E. (14 de 05 de 2014). *Níveis de Manutenção*. Obtido de Value Stream: <https://vstream.wordpress.com/2014/05/14/niveis-da-manutencao/>
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance*. ISBN: 9780831131463.
- Nowlan, F. S., & Heap, H. (1978). "Reliability-centered Maintenance," *National Technical Information Service, USA Department of Commerce*. Obtido de

https://www.maintenance.org/fileSendAction/fcType/0/fcOid/399590942963794131/filePointer/399590942964794719/fodoid/399590942964794717/Pages_from_RCMOrig.pdf.

- osha.europa.eu. (2010). *Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho*. Obtido de osha.europa.eu: <https://osha.europa.eu/pt/tools-and-publications/publications/factsheets/90>
- P. Guariente, I. Antonioli, L. Pinto Ferreira, T. Pereira, F. J. G. Silva. (Junho de 2017). "Implementing autonomous maintenance in a automotive components manufacturer". *Procedia Manufacturing*, Vol. 13, pp. 1128–1134.
- P. Neves, F. J. S. Silva, T. Pereira, A. Gouveia, C. Pimentel. (Junho de 2018). "Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products". *Procedia Manufacturing*, Vol. 17, pp. 696-704.
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. ISBN: 9789727578771.
- R. Chandrasekaran, R.D.S.G. Campilho, F.J.G. Silva. (Junho de 2019). "Reduction of scrap percentage of cast parts by optimizing the process parameters". *Procedia Manufacturing*, Vol. 00, pp. 000- 000.
- R. F. L. Santos, F. J. G. Silva, R. M. Gouveia, R. D. S. G. Campilho, M. T. Pereira, L. P. Ferreira. (Junho de 2018). "The Improvement of an APEX Machine involved in the Tire Manufacturing Process". *Procedia Manufacturing*, Vol. 17, pp. 571-578.
- R. J. S. Costa, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho. (2017). A novel concept of agile assembly machine for sets applied in the automotive industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 91, pp. 4043 - 4054. doi:10.1007/s00170-017-0109-4
- S. Ferreira, F. J. G. Silva, R. B. Casais, M. T. Pereira, L. P. Ferreira. (Junho de 2019). "KPI development and obsolescence management in industrial maintenance". *Procedia Manufacturing*, Vol. 00, pp. 000 - 000.
- S. O. Duffuaa, A. Raouf. (1998). *Planning and Control of Maintenance Systems: Modelling and Analysis*. Springer International Publishing, ISBN: 9783319198026. doi:10.1007/978-3-319-19803-3
- Siqueira, I. P. (2005). *Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação*. ISBN: 8573038802, 9788573038804.
- Smith, R. (2008). "Use leading KPIs to spot trouble,". Plant Services.
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean Maintenance : Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share*. Elsevier Science. ISBN: 9780080478906.
- Stamatis, H. (2010). *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. ISBN 9781439814062.

- T. Costa, F. J. G. Silva, L. Pinto Ferreira. (Junho de 2017). "Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology". *Procedia Manufacturing*, Vol. 13, pp. 1104 - 1111.
- T. Santos, F. J. G. Silva, S. F. Ramos, R. D. S. G. Campilho, L. P. Ferreira. (Junho de 2019). "Asset Priority Setting for Maintenance Management in the Food Industry". *Procedia Manuf.*, Vol. 00, pp. 000 - 000.
- T. Wireman. (2004). *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. Industrial Press. ISBN: 9780831131685.
- T. Wireman,. (1998). *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*. New York: Industrial Press. ISBN: 978-0831132446.
- Tomé Pombal, Luís Pinto Ferreira, J. C. Sá, Maria Teresa Pereira, F. J. G. Silva. (Junho de 2019). "Implementation of Lean Methodologies in the Management of Consumable Implementation of Lean Methodologies in the Management of Consumable". *Procedia Manufacturing*, Vol. 00, pp. 000-000.
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & K., & A.-A. (2017). *Case study concerning 5S method impact in an automotive company*. *Procedia Manufacturing*. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- W. F. S. Araújo, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, J. A. Matos. (2017). Manufacturing cushions and suspension mats for vehicle seats: a novel cell concept. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 90, pp. 1539 -1545. doi:10.1007/s00170-016-9475-6
- Wireman, T. (2004). *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. Industrial Press.
- www.efacec.pt. (2019). "Uma nova era de futuro". Obtido de https://www.efacec.pt/wp-content/uploads/2017/05/RC_2016_PT.pdf
- www.efacec.pt. (20 de Março de 2019). *Quem Somos*. Obtido de [www.efacec.pt: https://www.efacec.pt/quem-somos/](http://www.efacec.pt/quem-somos/)

ANEXOS

- 6.1 ANEXO 1 – Representação dos planos de MA
- 6.2 ANEXO 2 – Representação da folha de registo de presenças nas formações das MA
 - 6.3 ANEXO 3 – Representação da folha de registo da realização de MA
- 6.4 ANEXO 4 – Registos de Manutenção Preventiva (RMP), antes e depois das melhorias
 - 6.5 ANEXO 5 – Tempos da realização da MP antes e depois da melhoria dos RMP
 - 6.6 ANEXO 6 – Representação da ferramenta de auxílio, para registo e controlo das anomalias detetadas nas MP
 - 6.7 ANEXO 7 – Indicadores de desempenho diários do DMI
 - 6.8 ANEXO 8 – Indicadores de desempenho retirados do *Microsoft Power BI*
- 6.9 ANEXO 3 – Evolução dos custos das manutenções durante os anos de 2017 e 2018
 - 6.10 ANEXO 4 – Evolução do número total de falhas de 2015 a 2018, no DT e PT
- 6.11 ANEXO 8 – Representação da ferramenta de registo do planeamento diário na EPS
 - 6.12 ANEXO 12 – Representação da ferramenta do Planeamento Semanal, enviada ao Planeamento da Produção
- 6.13 ANEXO 13 – Representação da folha de controlo de tarefas e horas do *outsourcing*

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1 – Representação dos planos de MA

Plano Mensal da MA do equipamento 10M337

Nº Seq.		Grupo	Local	Ação / Metodologia	Meios / Ferramentas	EPI	Parag. Func.	Foto
6		Bombas vácuo Busch	Carcaça	Limpar carcaça exterior.	Aspiração Panos	 	P	
7		Unidade de arrefecimento Ultracool	Condensador	Limpar ventoinha de ar, de dentro para fora.	Pistola de ar comprimido Panos	 	P	
8		Unidade de arrefecimento Ultracool	Unidade de arrefecimento	Limpar unidade, tanto interior como exterior, eliminando o pó existente.	Aspiração Panos	 	P	

Tempo Previsto: 40 min.

Observações:


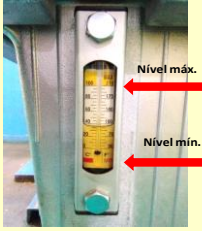

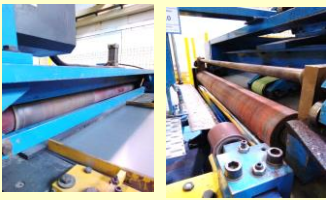





Usar sempre os EPI adequados para cada ação a realizar.

Em caso de dúvida, não execute, não force o equipamento. Contacte a Manutenção Industrial.

SIMBOLOGIA DA FREQUÊNCIA DA MANUTENÇÃO:			
			
Diário	Semanal	Quinzenal	Mensal
SIMBOLOGIA DA AÇÃO DE MANUTENÇÃO:			
			
Inspeção Visual	Lubrificação	Substituição	Limpeza

Equipamento	10M337 - Fresadora CNC BERMAQ	Responsável	7500 - Cláudio Santos	Equipe	Isolinda Correia
Data	29/06/2018	Co-Responsável	2096 - Bruno Mendes	Departamento	Métodos Controlados - Dep. Manutenção Industrial









Plano Diário da MA do equipamento 10M037

Nº Seq.		Grupo	Local	Ação / Metodologia	Meios / Ferramentas	EPI*	Parag. Func.	Foto
1	Desenrolador	Unidade hidráulica	Verificar nível de óleo da unidade hidráulica do desenrolador. Se o nível de óleo se encontrar abaixo da marca mínima, repor o nível até à marca máxima.	Óleo Renolin B15 Funil		P		
2	Transporte	Rolo de entrada e saída	Verificar eventuais danos, desgaste ou ruídos nos rolos de entrada e saída. Na existência de alguma anomalia, solicitar intervenção. Ex: Superfície desnivelada, fissuras.			F/P		
3	Transporte	Roletes	Verificar eventuais danos, desgaste ou ruídos nos roletes ao logo do equipamento. Na existência de alguma anomalia, solicitar intervenção.			F/P		
4	Transporte	Unidade hidráulica	Verificar possíveis fugas de ar do equipamento que não sejam habituais. Na existência de alguma anomalia, reparar (re-apertos, encaixes) ou solicitar intervenção caso não seja possível reparação.			P		
5	Transporte	Sensores de Leitura / Células Laser	Limpar todos os sensores de leitura de chapa posicionados nas guias, no empilhamento e todas as células laser do equipamento. Em especial os quatro sensores de limite de máquina antes e após do corte (antes do bico de pato antes do rolo de saída).	Pistola de ar comprimido		F/P		

Tempo Previsto: 10 min.

Observações:

*Usar sempre os EPI adequados para cada ação a realizar além dos obrigatórios (capacete, óculos, farda / colete e sapatos).
Em caso de dúvida, não execute, não force o equipamento. Contacte a Manutenção Industrial.

SIMBOLOGIA DA FREQUÊNCIA DA MANUTENÇÃO:			
			
Diário	Semanal	Quinzenal	Mensal
SIMBOLOGIA DA AÇÃO DE MANUTENÇÃO:			
			
Inspeção Visual	Lubrificação	Substituição	Limpeza

Equipamento	10M037 - Georg PT	Responsável	7588 - Cláudio Santos	Equipa	Chapa Magnética - PT
Data	25/06/2018	Co-Responsável	2379 - Fabrizio Gianformaggio	Departamento	Melhoria Contínua - Dep. Manutenção Industrial

6.3 ANEXO 3 – Representação da folha de registo da realização de MA



MELHORIA CONTÍNUA
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL



REGISTO DE REALIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO PRIMÁRIA

Equipamento	40PRS194 - Máquina de produção de alhetas		
Mês / Ano	Setembro / 2018	Equipa	15T600 - Montagem Const. Soldada - DT

			03/09 - 07/09	10/09 - 14/09	17/09 - 21/09	24/09 - 28/09	
			Semana 36	Semana 37	Semana 38	Semana 39	
Operador	Diário	Segunda	T1				
			T2				
			T3				
		Terça	T1				
			T2				
			T3				
		Quarta	T1				
			T2				
			T3				
	Quinta	T1					
		T2					
		T3					
	Sexta	T1					
		T2					
		T3					
	Semanal						
	Quinzenal						
	Mensal						

Assinatura Semanal – Chefe de Equipa (Comprova que foi efetuada a Manutenção Primária conforme o procedimento)										
Chefe Equipa	Semana 1		Nº Mec		Data		Semana 4		Nº Mec	Data
	Semana 2		Nº Mec		Data		Semana 5		Nº Mec	Data
	Semana 3		Nº Mec		Data		Semana 6		Nº Mec	Data

Notas:

- Os operadores inserem o número mecanográfico sempre que realizarem a manutenção primária, diária, semanal, quinzenal e mensal de acordo com o manual afixado.
- O chefe de equipa deve assinar em cada semana, comprovando que a sua equipa realizou corretamente a manutenção primária.

6.4 ANEXO 4 – Registos de Manutenção Preventiva (RMP), antes e depois das melhorias

Representação do RMP antes da melhoria, no equipamento 10M001

efacec
Transformadores

DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Equipamento	Instalação de secagem Vapour Phase		
Código	10M001	Sector	PT – Shell
Tipo – T	TRIMESTRAL	Data (M/F)	a

Lista de matérias necessários	Líquido de limpeza – M140CS0012
	Massa lubrificante – M140CS0063
Ferramentas Específicas	Brake clean – M140CS003
	Penetrante – M140CS002
	Tireias
	Pinça amperimétrica
	Big bag
	Plataforma elevatória

Pos.	Descrição	Situação		Comentários
		NC	C	
E M 00	Verificar e testar todos os componentes de segurança do equipamento			Botões de emergência
1	GERAL			
M 1.1	Substituir o óleo do grupo hidráulico do cilindro de movimentação do carro (Ninas Nytro 11EN).			
M 1.2	Lubrificar os fusos e redutores do sistema de elevação da porta da cuba (Fuchs Renolt LXM2). Análise geral de todo o sistema de elevação.			
M 1.3	Lubrificar, por bomba manual, as chumaceiras de articulação da pala existente entre o chão da cuba e o chão do edifício (Fuchs Renolt GP2).			
M 1.4	Limpeza geral dos equipamentos e óleos derramados.			
M 1.5	Substituir se necessário o querosene da instalação e limpar os depósitos 3.8, 5.1 e 4.27.			
1	DEPÓSITOS QUEROSENE Item 1.1 e 1.2			Abri as tampas de arjenimento antes de efectuar as operações de manutenção
E 1.1	Verificar níveis LC 1.3 e LC 1.4			Calibração e limpeza de sondas de nível Retirar sondas e limpar
M 1.2	Verificar existência de fugas e estado geral dos componentes (válvulas, bombas).			

Este documento é propriedade de EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.

Distribuição: PTM					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	1 / 4

efacec
Transformadores


DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

M 4.2	Análise geral das bombas 2.6, 5.3, 9.1, e do resto da instalação.			Assinalar pontos de fuga
M 4.3	Verificar nível do termofluido e acrescentar se necessário.			
6	PURIFICADOR DE ÓLEO			
E 5.1	Verificar níveis de condensados. Proceder às drenagens manuais, se necessário.			
M 5.1	Verificar se há ruído de cativação da bomba dupla de engrenagens Winkermann mod. GPA21010E30RGE330 (N.º 8.3 do esquema).			Se tal se verificar, parar a máquina para limpeza do filtro n.º 8.2
M 5.2	Verificar pressão que acusa o pressostato de segurança PD18.7. Se acusar muito próximo de 4 bar, parar a máquina para substituir o elemento filtrante do filtro tipo FF10/2 (N.º 8.7 do esquema) (Elemento filtrante Dominick Hempter ref. ZCPP2005L).			
8	UTAS			
E 5.1	Verificar estado de funcionamento das sondas e atuadores e QE.			
M 5.2	Verificar correias, polias e estado dos ventiladores.			
M 5.3	Limpeza/substituição dos filtros.			
G 01	Aspecto geral.			Considerar limpeza, pintura e envolvimento de instalação (iluminação, temperatura, etc.).
G 02	Verificar/Testar equipamento em Produção (com operador da máquina)			

Rubrica: _____

LEGENDA	SEGURANÇA	AMBIENTE
NC: Não Conforme C: Conforme	Utilizar EPI de operação 	Colocação dos resíduos em contentor próprio
E xxx: Eléctrica M xxx: Mecânica		

OBS.:

Este documento é propriedade de EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.

Distribuição: PTM					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	3 / 4

Representação do RMP depois da melhoria, no equipamento 10M001

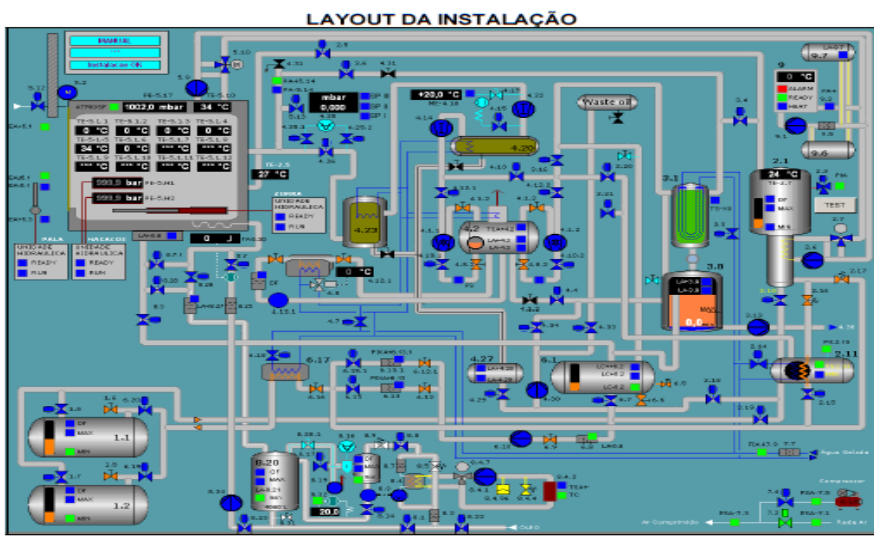
efacec
Transformadores

DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Equipamento	Vapour Phase	Marca	Hedrich	
Código	10M001	Sector	Shell	
Tipo – T		Data (I/F)	a	Tempo Estimado: 8h



Este documento é propriedade da EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.

Distribuição: PTMI					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	1 / 18

efacec
Transformadores

DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

MATERIAL AUXILIAR	
DESCRIÇÃO	IMAGEM
• 2 X BIG BAG'S	
• BOMBA DE MEMBRANAS	

FERRAMENTAS	
DESCRIÇÃO	IMAGEM
• CHAVES UMBRAKO	
• CHAVES TIPO MEIA LUA	
• CHAVES BOCAS (10/13/17/19/24)	
• CHAVE DE FENDAS E ESTRELA	
• MULTIMETRO	
• PAQUÍMETRO	
• BOMBA DE LUBRIFICAÇÃO	

Este documento é propriedade da EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.

Distribuição: PTMI					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	2 / 18

Representação do RMP depois da melhoria, no equipamento 10M001 (continuação)

efacec
Transformadores

DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

MATERIAL NECESSÁRIO	
DESCRIÇÃO	IMAGEM
<ul style="list-style-type: none"> FILTRO DE FELTRO 	
<ul style="list-style-type: none"> FILTRO DE SACO 25 MÍCRON (Cód. Am. MI10MM015) 	
<ul style="list-style-type: none"> FILTROS DE EXAUSTÃO (Cód. Am. MI10M243000) 	
<ul style="list-style-type: none"> FILTROS DE ÓLEO (Cód. Am. MI10M09301004) 	
<ul style="list-style-type: none"> RESISTÊNCIA CERÂMICA (Cód. Am. MI10MM236) 	
<ul style="list-style-type: none"> ÓLEO VKO1S ISO 100 	

Este documento é propriedade da EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.

Distribuição: PTMI					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	3 / 18

efacec
Transformadores

DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Pos.	Imagem	Descrição	Situação	
			NC	C
QUADRO ELÉTRICO GERAL				
E 0.1		Verificar e testar: <ul style="list-style-type: none"> Funcionalidade do botão de emergência (2) e de corte geral (1) do quadro elétrico geral 		
E 0.2		Verificar: <ul style="list-style-type: none"> Estado geral dos componentes elétricos 1. – Reaperto geral dos componentes do quadro elétrico (1) 		
E 0.3		Verificar e testar: <ul style="list-style-type: none"> Funcionalidade do botão de emergência (1) da galeria 		

Este documento é propriedade da EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.

Distribuição: PTMI					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	4 / 18

Representação do RPM depois da melhoria, no equipamento 10M351



DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Equipamento	Plataforma de Tesoura Elétrica	Marca	UPRIGH AB38	
Código	10M352	Sector	Shell	
Tipo – T	TRIMESTRAL	Data (I/F)	a	Tempo Estimado: 4h



Este documento é propriedade da EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita

Distribuição: PTMI					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	1 / 7



DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

FERRAMENTAS	
DESCRIÇÃO	IMAGEM
• CHAVES UMBRAKO	
• CHAVES BOCAS (10/13/17/19/24,27)	
• CHAVE DE FENDAS E ESTRELA	
• MULTIMETRO	
• BOMBA DE LUBRIFICAÇÃO	
• DENSIMETRO	

MATERIAL NECESSÁRIO	
DESCRIÇÃO	IMAGEM
• ÓLEO FUCHS "RENOLIN B15 VG 46" (Cod. Arm. M110CS0077)	
• ÁGUA DESTILADA	
• LUBRIFICANTE MULTIUSOS	

Este documento é propriedade da EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita

Distribuição: PTMI					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	2 / 7

Representação do RPM depois da melhoria, no equipamento 10M351 (continuação)



DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Pos.	Imagem	Descrição	Situação	
			NC	C
E 0.1		<p>Verificar e testar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Funcionalidade do botão de emergência (1) e (2) 		
E 0.2		<p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estado geral do painel de comandos (1) e (2) 		
E 0.3		<p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estado das baterias de tração (1), nos dois lados da plataforma: <ol style="list-style-type: none"> – Verificar nível e densidade da água destilada <ol style="list-style-type: none"> 1.1. – Retirar (2) e repor nível de água destilada, se for necessário – Reaperto dos bornes das baterias 		
E 0.4 M 0.1		<p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Estado do sistema hidráulico de elevação (1): <ol style="list-style-type: none"> – Fugas nas ligações e mangueiras (1) – Estado das ligações elétricas (3) 		

Este documento é propriedade da EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.

Distribuição: PTMI					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	3 / 7



DEPARTAMENTO MANUTENÇÃO INDUSTRIAL
Transformadores de Potência

Registo N.º 11-09-001-02

REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

LEGENDA	SEGURANÇA	AMBIENTE
<p>NC: Não Conforme C: Conforme</p> <p>E xx: Elétrica M xx: Mecânica</p>	<p>Utilizar EPI de operação</p>	<p>Colocação dos resíduos em contentor próprio</p>
OBS.:		

Este documento é propriedade da EFACEC, destina-se a uso interno e não pode ser utilizado por terceiros sem autorização escrita.

Distribuição: PTMI					
Emissão	Alterações: B	Execução	Aprovação	N.º Documento	Página
2004-01-15	2009-06-15	-	J.M. Viana	11-09-001-02	6 / 7

6.5 ANEXO 5 – Tempos da realização da MP antes e depois da melhoria dos RMP

Tempos da realização da MP antes da realização da melhoria do RMP no equipamento 40BOB056.

	Técnico 1 (minutos)	Técnico 2 (minutos)	Técnico 1 (percentagem)	Técnico 2 (percentagem)	Média (percentagem)	Desvio Padrão
Tempo útil de intervenção	115	97	62,8%	53,0%	57,9%	9,0
Procura de peças /materiais	8	12	4,4%	6,6%	5,5%	2,0
Procura de ferramentas	5	3	2,7%	1,6%	2,2%	1,0
Trabalho administrativo	5	3	2,7%	1,6%	2,2%	1,0
Esperas	20	20	10,9%	10,9%	10,9%	0,0
Deslocações	16	23	8,7%	12,6%	10,7%	3,5
Transporte	5	2	2,7%	1,1%	1,9%	1,5
Discussões	3	9	1,6%	4,9%	3,3%	3,0
Preparação	6	14	3,3%	7,7%	5,5%	4,0
TOTAL	183	183	100%	100%	100%	0,0
TOTAL DESPERDÍCIO	68	86	37,2%	47,0%	42,1%	9,0

Tempos da realização da MP depois da realização da melhoria do RMP, no equipamento 40BOB056.

	Técnico 1 (minutos)	Técnico 2 (minutos)	Técnico 1 (percentagem)	Técnico 2 (percentagem)	Média (percentagem)	Desvio Padrão
Tempo útil de intervenção	98	87	80,3%	71,3%	75,8%	5,5
Procura de peças /materiais	1	12	0,8%	9,8%	5,3%	5,5
Procura de ferramentas	0	1	0,0%	0,8%	0,4%	0,5
Trabalho administrativo	2	0	1,6%	0,0%	0,8%	1,0
Esperas	5	5	4,1%	4,1%	4,1%	0,0
Deslocações	5	7	4,1%	5,7%	4,9%	1,0
Transporte	5	2	4,1%	1,6%	2,9%	1,5
Discussões	1	3	0,8%	2,5%	1,6%	1,0
Preparação	5	5	4,1%	4,1%	4,1%	0,0
TOTAL	122	122	100,0%	100,0%	100,0%	0,0
TOTAL DESPERDÍCIO	24	35	19,7%	28,7%	24,2%	5,5


Tempos da realização da MP antes da realização da melhoria do RMP, no equipamento 10M351.

	Técnico 1 (minutos)	Técnico 2 (minutos)	Técnico 1 (percentagem)	Técnico 2 (percentagem)	Média (percentagem)	Desvio Padrão
Tempo útil de intervenção	67	97	38,7%	59,5%	49,1%	15,0
Procura de peças /materiais	22	12	12,7%	7,4%	10,0%	5,0
Procura de ferramentas	7	12	4,0%	7,4%	5,7%	2,5
Trabalho administrativo	10	3	5,8%	1,8%	3,8%	3,5
Esperas	8	3	4,6%	1,8%	3,2%	2,5
Deslocações	47	13	27,2%	8,0%	17,6%	17,0
Transporte	5	2	2,9%	1,2%	2,1%	1,5
Discussões	1	7	0,6%	4,3%	2,4%	3,0
Preparação	6	14	3,5%	8,6%	6,0%	4,0
TOTAL	173	163	100%	100%	100%	5,0
TOTAL DESPERDÍCIO	106	66	61,3%	40,5%	50,9%	20,0

Tempos da realização da MP depois da realização da melhoria do RMP, no equipamento 10M351.
















	Técnico 1 (minutos)	Técnico 2 (minutos)	Técnico 1 (percentagem)	Técnico 2 (percentagem)	Média (percentagem)	Desvio Padrão
Tempo útil de intervenção	98	68	77,8%	69,4%	73,6%	15,0
Procura de peças /materiais	2	8	1,6%	8,2%	4,9%	3,0
Procura de ferramentas	0	3	0,0%	3,1%	1,5%	1,5
Trabalho administrativo	6	0	4,8%	0,0%	2,4%	3,0
Esperas	2	2	1,6%	2,0%	1,8%	0,0
Deslocações	10	7	7,9%	7,1%	7,5%	1,5
Transporte	3	2	2,4%	2,0%	2,2%	0,5
Discussões	0	3	0,0%	3,1%	1,5%	1,5
Preparação	5	5	4,0%	5,1%	4,5%	0,0
TOTAL	126	98	100%	100%	100%	14,0
TOTAL DESPERDÍCIO	28	30	22,2%	30,6%	26,4%	1,0

6.6 ANEXO 6 – Representação da ferramenta de auxílio, para registo e controlo das anomalias detetadas nas MP

 Anomalias Detetadas MP						
Responsável	NºCadastro	Equipa	Data da Anomalia	Anomalia Detetada	Criticidade	Tipo
2378 - Leandro Martins	40PRS194	DT-FS	18/11/2018	Cablagem ressequida pelo óleo da mangueira	3	Elétrica
2379 - Leandro Martins	40PRS194	DT-FS	18/11/2018	Caminho do cabo danificado	3	Elétrica
2380 - Leandro Martins	40PRS194	DT-FS	18/11/2018	Falta um fim de curso na porta da viradeira	2	Elétrica
2381 - Leandro Martins	10M401	PT-Core Montagem	20/11/2018	Falta fim de curso do comando de paragem numérica dos carros	2	Elétrica
2382 - Leandro Martins	MP020	SRV-Oficina	15/11/2018	Falta iluminação	3	Elétrica
2383 - Leandro Martins	MP056	SRV-Oficina	15/11/2018	Necessário verificar geometria do torno	1	Mecânica
2384 - Leandro Martins	MP056	SRV- Oficina	15/11/2018	Motor carro de avanço avariado	2	Mecânica
2385 - Leandro Martins	MP056	SRV- Oficina	15/11/2018	Ruido fora de normal no arranque a frio	3	Mecânica
2386 - Leandro Martins	MP056	SRV- Oficina	15/11/2018	Bomba óleo de corte não funciona	2	Mecânica
2387 - Leandro Martins	MP186	SRV- Oficina	15/11/2018	Lampada "Bomba Água" fundida	2	Elétrica
2388 - Leandro Martins	MP186	SRV- Oficina	15/11/2018	Necessário verificar geometria do torno	2	Mecânica
2389 - Leandro Martins	10M310	PT-Core Processos Especiais	18/11/2108	Sinoblocos da bomba de vazio primária danificados	3	Mecânica
2378 - Leandro Martins	40PNT216	DT-FS	11/025/2019	Rodas da plataforma do primário danificadas	3	Mecânica

Tipo	Resolução	Parceiros	Estado	ER	Data Resolução	Hora Inicio Res.	Hora Fim Res.	Comentários	Link Fotos
Elétrica	Interno		ER Solicitada	ss					
Elétrica	Interno		Em Execução						
Elétrica	Parceiro	MAJO	CL					ref. NM11VZA-MC2069	
Elétrica	Parceiro	S-QUADRADO	Disponibilidade Parceiro						
Elétrica	Parceiro	METAL SOLUTIONS	Disponibilidade Técnicos						
Mecânica			Concluído		29/08/2019				
Mecânica			Disponibilidade Equipamento						
Mecânica			Falta ER						
Mecânica			Falta ER						
Elétrica			Falta ER						
Mecânica			Falta ER						
Mecânica			Falta ER						
Mecânica			Falta ER					preciso criar condições para a substituição	AvariasMP Anexos\Fotos\40PNT216.jpg

6.7 ANEXO 7 – Indicadores de desempenho diários do DMI

 efacec Transformadores MANUTENÇÃO INDUSTRIAL			Σ Preventivas Planeadas (P)	Σ Preventivas Realizadas (Pr)	Total Corret. (C)	Total Int. (T)	$\frac{Pr}{P}$	$\frac{C}{T}$
Corretivas	 2666	Bruno	181	167	83	250	92,27%	33,20%
	 2379	Fabrizio	281	222	54	276	79,00%	19,57%
	 2213	Nelson	311	260	29	289	83,60%	10,03%
Prev.	 2378	Leandro	28	25	2	27	89,29%	7,41%
Sub Contratação	 MAJO	MAJO	437	400	39	439	91,53%	8,88%
	 ALMAG	ALMAG	264	232	36	268	87,88%	13,43%
	 PONTES	PONTES	75	67	8	75	89,33%	10,67%
	 S-QUADRADO	S-QUADRADO	7	6	0	6	85,71%	0,00%
	 DMST	DMST	245	233	3	236	95,10%	1,27%
	 Metal Solutions	Metal Solutions	322	291	18	309	90,37%	5,83%
	 Fluxitubos	Fluxitubos	0	0	0	0		
	 Assis & Veloso	Assis & Veloso	3	2	0	2	66,67%	0,00%
	 A ELÉCTRICA LDA.	A ELÉCTRICA LDA.	1	0	0	0	0,00%	
	 OUTSOURCING	OUTSOURCING	16	16	0	16	100,00%	0,00%

6.8 ANEXO 8 – Indicadores de desempenho retirados do Microsoft Power BI

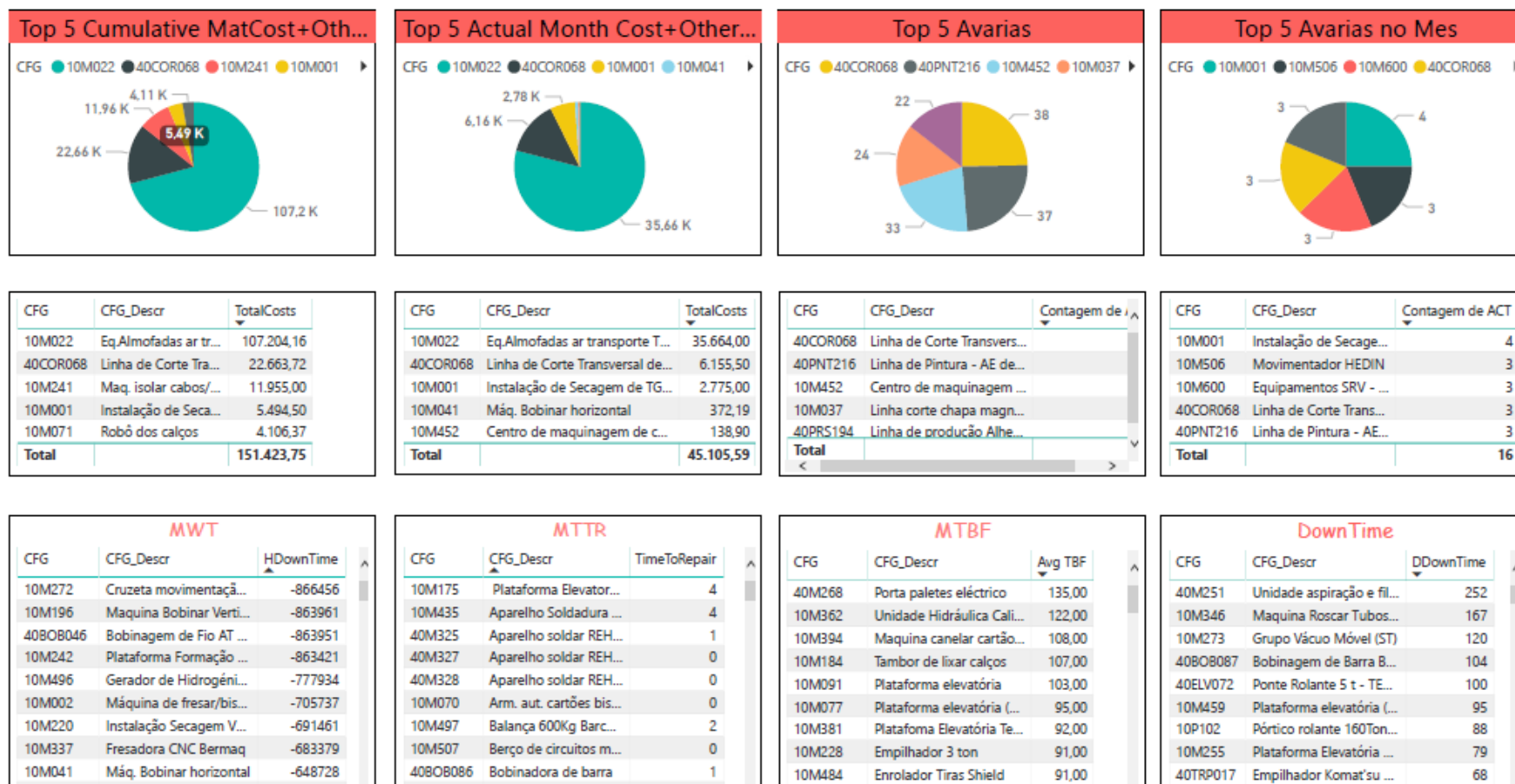
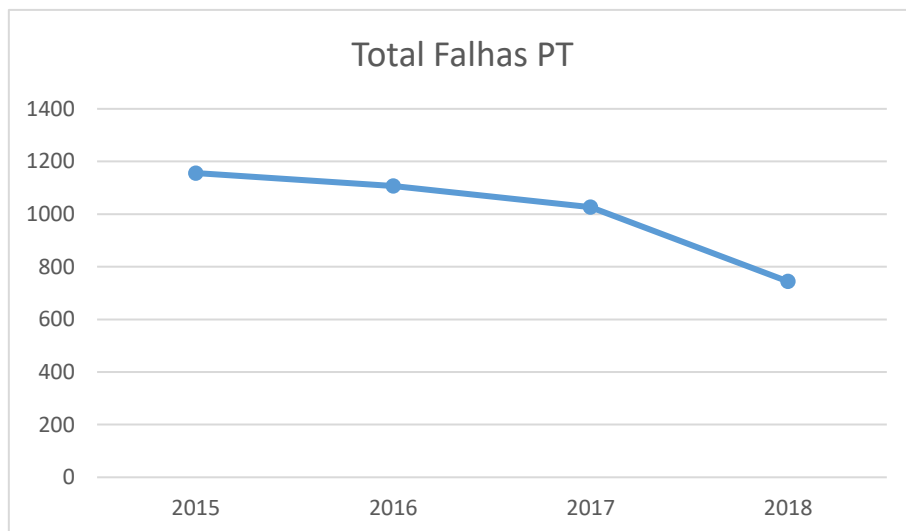
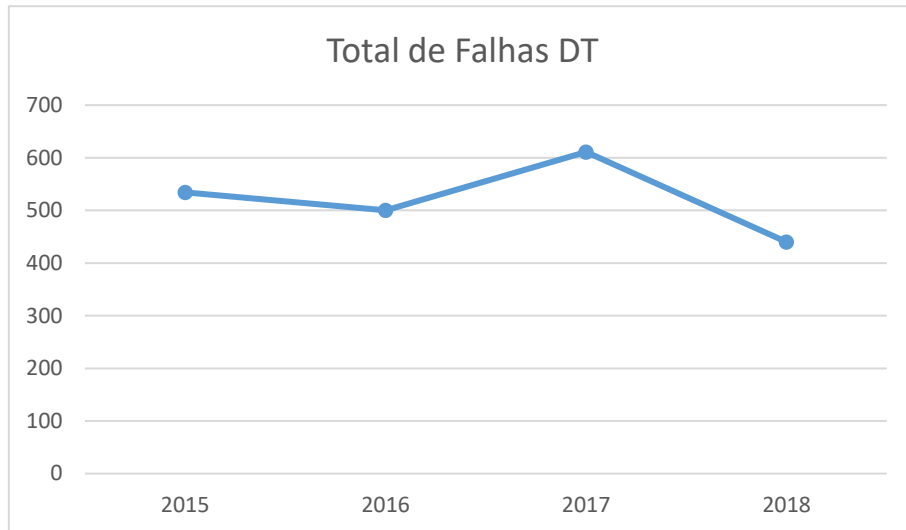



Figura 63 - Indicadores de desempenho do DMI na EPS. Fonte: Efaced

6.9 ANEXO 9 – Evolução do número total de falhas de 2015 a 2018, no DT e PT



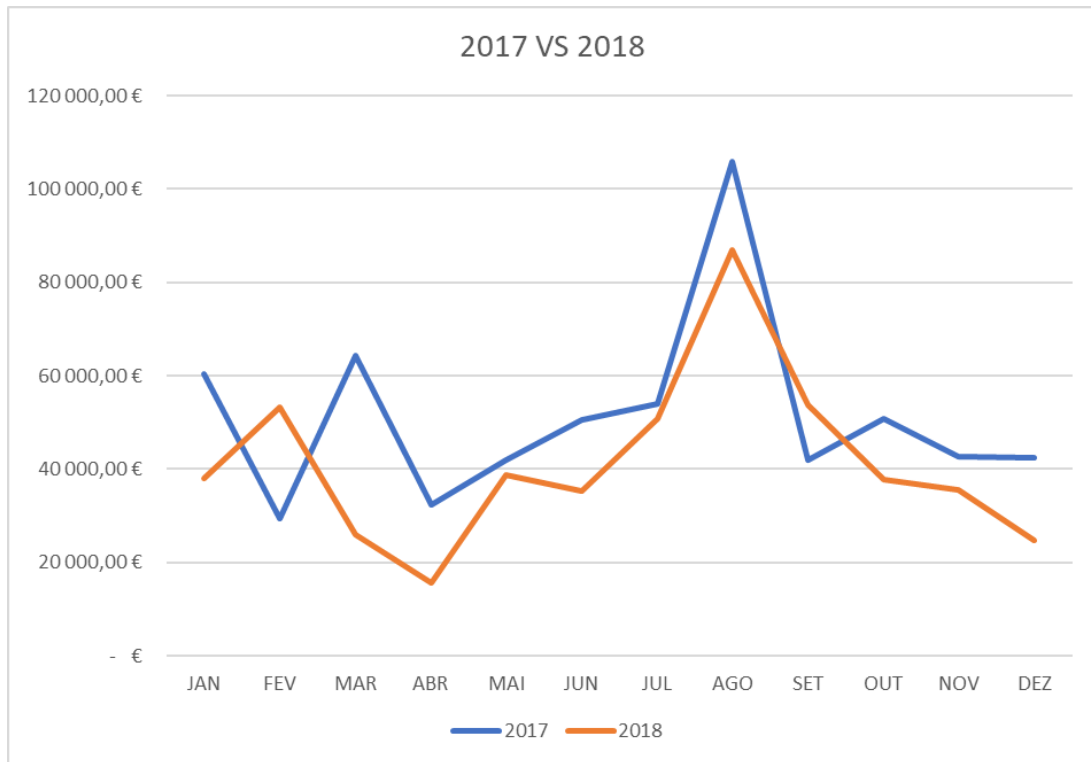
6.10 ANEXO 10 – Representação da ferramenta de registo do planeamento diário na EPS

efacec Transformadores MANUTENÇÃO INDUSTRIAL		Planeamento Diário					Sem 7	Responsavel 5S : Pedro Dias			16/02/2019	
		08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00		
Corretivas	 2666 Bruno	MI										
		MI										
	 2379 Fabrizio	10M221.01					10M221.04					
		10M221.01					40COR068					
	 2213 Nelson	40ENS147					40ENS146					
		40ENS147										
Prev.	 2378 Leandro											
Sub Contratação	 MAJO	40ENS147					40ENS146					
		40ENS147					40ENS146					
	 ALMAG	10M308			10M022							
		10M308			10M022							
	 PONTES											
	 S-QUADRADO											
	 DMST	40ENS147					40ENS146					
		40ENS147					40ENS146					
	 Metal Solutions											
	 Fluxitubos											
	 Assis & Veloso											
	 A ELÉTRICA LDA.											
 OUTSOURCING												

MP Planeada MC Programada MC Urgente

Responsavel Piquete : Nelson Gonçalves


6.11 ANEXO 11 – Evolução dos custos das manutenções durante os anos de 2017 e 2018



6.12 ANEXO 12 – Representação da ferramenta do Planeamento Semanal, enviada ao Planeamento da Produção

efacec Transformadores				FOLHA DE PLANEAMENTO SEMANAL - MANUTENÇÕES																			
Máquina	Designação	Setor		08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	
Segunda	10M145	PLATAFORMA	G																				
	10M242	PLATAFORMA	CT																				
	10M353	PLATAFORMA	G																				
	10M294	GRUPO ELECTROGENICO	ST																				
	10M296	COMPRESSOR	ST																				
	10M335	UNIDADE HIDRAULICA	ST																				
	10M341	BISELADORA	ST																				
	10M362	UNIDADE HIDRAULICA	CT																				
	10M376	LIXADORA	CT																				
Terça	10P032	PONTE ROLANTE	SRV																				
	10P105	PONTE ROLANTE	CT																				
	10P123	PONTE ROLANTE	SRV																				
	10M037	LINHA DE CORTE DE CHAPA	G																				
	10M100	REDE DE AR	G																				
Quarta	10M071	ROBO DE CALÇOS	ST																				
	10M452	CORTE D CALÇOS	CT																				
	10M412	MAQUINA DE ISOLAR CABO	ST																				
Quinta	10M001	INST. DE SECAGEM VAPOR FASE	ST																				
	10M451	SERROTE DE DISCO	CT																				
	10M415	APARELHO DE SOLDAR	CT																				
	10M001	INST. DE SECAGEM VAPOR FASE	ST																				
Sexta	40VZM010	ARALDITES	DT																				
	10M236.1	UNIDASDE DE VACUO	CT																				
	10M236.2	UNIDASDE DE VACUO	CT																				
	10M237	PURIFICADOR	CT																				
Sábado	40VZM010	INSTALAÇÃO DE ARALDITES	DT																				
Notas:																							
	MANUTENÇÃO PREVENTIVA																						

6.13 ANEXO 13 – Representação da folha de controlo de tarefas e horas do *outsourcing*

		Folha Controlo Horas - Prestadores Serviço							2018
Manutenção Industrial		Parceiro: _____							Sem: _____
Horas	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sabado	Domingo		
06:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
07:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
08:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
09:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
10:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
11:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
12:00	Almoço								
13:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
14:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
15:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
16:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
17:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
18:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
19:00	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:	OS:		
	M100	M100	M100	M100	M100	M100	M100	M100	
	M110	M110	M110	M110	M110	M110	M110	M110	
	M130	M130	M130	M130	M130	M130	M130	M130	
	M150	M150	M150	M150	M150	M150	M150	M150	
MI_FolhaControloHoras-Parceiro.XLS								Pag.	