



Otimização da Gestão do Processo da Manutenção numa Empresa de Energia, Sistemas e Mobilidade

ANA CRISTINA RESENDE VIANA

outubro de 2022

POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DO PROCESSO DA MANUTENÇÃO NUMA EMPRESA DE ENERGIA, SISTEMAS E MOBILIDADE

Ana Cristina Resende Viana

1200208

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DO PROCESSO DA MANUTENÇÃO NUMA EMPRESA DE ENERGIA, SISTEMAS E MOBILIDADE

Ana Cristina Resende Viana

1200208

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 da Doutora Rafaela Carla Barros Casais, pertencente ao Instituto Superior de Engenharia do Porto.

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos

Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutora Rafaela Carla Barros Casais

Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Catarina Judite Morais Delgado Castelo Branco

Professora Auxiliar, Faculdade de Economia da Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer à minha família, particularmente aos meus pais, por todo o apoio, confiança, compreensão e muita paciência ao longo de todo o meu percurso académico, que só se tornou possível graças a eles.

Um especial agradecimento à Professora Doutora Rafaela Carla Barros Casais, por toda a ajuda e orientação prestadas ao longo deste projeto, assim como todo o apoio bibliográfico disponibilizado.

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

À Efacec Power Solutions, S.A., pela oportunidade proporcionada para o desenvolvimento da dissertação de mestrado em âmbito profissional e a todos os colaboradores que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste projeto, em especial às equipas de Manutenção Industrial e Engenharia Industrial, onde destaco Leandro Martins e João Ribeiro, pelo acompanhamento, disponibilidade, auxílio, conhecimento e visão partilhados. Aos colegas António Pedro Lopes, Elisabete Ferreira e Hélder Bessa que também providenciaram algum do seu tempo e apoio neste projeto.

Por último, aos meus amigos, pelo companheirismo, apoio e boa disposição que contribuíram significativamente para a minha motivação diária.

A todos, um honesto e humilde obrigado.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão do Plano de Manutenção Preventiva, Manutenção Produtiva Total, Manutenção Preventiva, Manutenção Autônoma, Planeamento de Recursos Empresariais, Digitalização, Indicadores de desempenho

RESUMO

A revisão, atualização e melhoria contínua dos processos produtivos, revelam-se um ponto importante para a possível otimização de qualquer indústria.

Este projeto foi desenvolvido no âmbito da dissertação do Mestrado em Engenharia Mecânica e consistiu, inicialmente, no estudo e análise dos ativos e ferramentas de gestão previamente utilizados no departamento de manutenção industrial (DMI) da empresa Efacec Power Solutions (EPS). O passo seguinte passou pelo desenvolvimento da presente dissertação que, seguindo uma metodologia de *Action Research* (AR), funcionou como uma pesquisa de pressupostos, metodologias e ferramentas a implementar na empresa.

Assim, o principal objetivo deste trabalho resume-se à otimização da gestão da manutenção preventiva (MP), adequando e atualizando os métodos já utilizados, com o apoio da Indústria 4.0 (I4.0) e aplicação de uma estratégia baseada na metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*).

Com vista a apoiar a tomada de decisão, foi elaborada uma análise aos equipamentos, com maior ênfase nos considerados críticos para a empresa. Após o estudo dos equipamentos, foi definida uma nova reestruturação na gestão do plano de Manutenção Preventiva, com base nas metodologias TPM, que resultou na implementação de intervenções de Manutenção Autônoma (MA), otimização dos manuais de manutenção preventiva (MMP) e desenvolvimento de uma ferramenta associada, otimização do *layout* do DMI e higienização do ERP (*Enterprise Resource Planning*) e ainda o desenvolvimento de ferramentas para o controlo e registo de KPI's.

Concluído o trabalho, foram observadas melhorias significativas ao nível da gestão da manutenção, entre as quais foi identificada uma redução do tempo de desperdício na realização de MP, cerca de 60%, devido à revisão realizada aos MMP e à introdução de uma tecnologia mais *user friendly* para os operadores, assim como uma diminuição do número de intervenções corretivas nos equipamentos onde foi aplicada MA, com uma média correspondente a 41%. Por fim, foram ainda introduzidos KPI's relativos ao levantamento dos tempos das atividades, tais como, MTTA, MTTR, MRT, MDT, MTBF.

KEYWORDS

Preventive Maintenance Plan Management, Total Productive Maintenance, Preventive Maintenance, Autonomous Maintenance, Enterprise Resource Planning, Digitalization, Performance Indicators

ABSTRACT

The review, updating and continuous improvement of the production processes are meaningful for the potential optimization of any industry.

This project was developed as part of the final internship of the Master's in Mechanical Engineering and consisted of the study and analysis of assets and management tools previously used in the industrial maintenance department at Efacec Power Solutions, S. A. (EPS). The next step was the development of this dissertation following an Action Research (AR) methodology, which worked as an assumption research with different methodologies and tools to be implemented in the company.

Therefore, the main goal of this work sum up to the optimization of the Preventive Maintenance Management, adapting and improving the methods already used, supported by Industry 4.0 and application of a strategy based on the TPM methodology.

In order to support the decision-making, an analysis of the equipment was carried out, with greater emphasis on those considered critical for the company. Then, a new restructuring of the Preventive Maintenance Plan Management was defined, based on TPM methodologies, which resulted in the implementation of Autonomous Maintenance, improvement of preventive maintenance records and development of a user-friendly tool, optimization of the department layout, cleansing of the ERP data base and the development of tools for recording and control of KPI's.

Once the work has been completed, significant improvements were noted in terms of maintenance management. A reduction in waste of time during the execution of preventive maintenance was identified, in the order of 60%, due to the revision of the preventive maintenance records and the introduction of a user-friendly technology for operators, as well as a decrease in the number of corrective interventions in assets where AM was applied, with an average corresponding to 41%. Finally, KPIs related to the survey of activity times were also introduced, such as MTTA, MTTR, MRT, MDT and MTBF.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AR	<i>Action Research</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BSC	<i>Balanced Score-Card</i>
CNC	<i>Computerized Numerical Control (Controlo Numérico Computorizado)</i>
DIT	<i>Diffusion of Innovation Theory</i>
EPS	<i>Efacec Power Solutions</i>
FANP	<i>Fuzzy Analytic Network Process</i>
I4.0	Indústria 4.0
IATF	<i>Inter-Agency Task Force for the Management of Emerging Infectious Diseases</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISM	<i>Interpretive structural modelling</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization (Organização Internacional para a Padronização)</i>
JIPE	<i>Japan Institute of Plant Engineers</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator (Indicadores de Desempenho)</i>
MA	Manutenção autónoma
MC	Manutenção corretiva
MCE	Manutenção corretiva de emergência
MCP	Manutenção corretiva planeada
MCP	Manutenção corretiva planeada
MDT	<i>Mean Down Time (Tempo Médio de Imobilização)</i>
MHS	<i>Mahasawat Water Treatment Plant</i>
MM	Manutenção de melhoria
MP	Manutenção preventiva
MPC	manutenção Preventiva condicionada
MPR	<i>Modulating Purchase Processes (Modulação dos processos de compra)</i>
MPS	Manutenção preventiva sistematica
MRP	<i>Mean Repair Time</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failure (Tempo Médio Entre Falhas)</i>

MTTA	<i>Mean Time to Attend</i> (Tempo Médio de Espera)
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i> (Tempo Médio Para Reparação)
MWA	<i>Metropolitan Waterworks Authority</i>
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i> (Eficiência Global do Equipamento)
PBI	<i>Software PowerBI</i> [®]
ROKA	<i>Republic of Korea Airforce</i>
RPR	<i>Re-aligning Purchase Processes</i> (Re-alinhamento de processos de compra)
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
SST	segurança e saúde do trabalho
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
TPS	Sistema Toyota de Produção

Lista de Símbolos

h	Horas
€	Euros
%	Porcentagem

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 Lean.
Análise Pareto	Ferramenta com o objetivo de ordenação das causas de perdas ou defeitos, permitindo a identificação e classificação dos principais problemas e, conseqüentemente, extingui-los.
BAAN	Software de Enterprise Resource Planning, desenvolvido originalmente por Jan Baan – Produto Baan Infor ERP LN
<i>Dashboard</i>	Painéis que mostram métricas e indicadores importantes para alcançar objetivos e metas traçadas de forma visual, facilitando a compreensão das informações geradas.
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>Kaizen</i>	É um composto de duas palavras japonesas que juntas se traduzem como "boa mudança" ou "melhoria". No entanto, Kaizen passou a significar "melhoria contínua" por meio de associação com a metodologia e os princípios lean.
<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>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>Visual Management</i>	Forma de comunicação utilizada para fornecer uma visão instantânea e de fácil compreensão das operações em chão de fábrica.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de AR, adaptado de (Wohlin & Runeson, 2021).....	2
Figura 2 – Logo da empresa Efacec Power Solutions, S.A.	4
Figura 3 - Tipos de manutenção, adaptado da Norma NP EN 13306, 2021.	10
Figura 4 – Pressupostos de um KPI, adaptado de (Wiktorsson <i>et al.</i> , 2018).....	14
Figura 5 – A principal diferença entre MTTR e MRT, retirado de (Ding <i>et al.</i> , 2014).	16
Figura 6 – Tridimensionalidade do OEE, retirado de (Regattieri, 2016).	16
Figura 7 – Perdas e influências no cálculo do OEE, adaptado de (Heng <i>et al.</i> , 2019).....	17
Figura 8 – Países de Atuação. Fonte: Efacec.	35
Figura 9 – Revisão histórica da EPS. Adaptado de (www.efacec.pt, Quem-somos, 2022).....	36
Figura 10 – Polo Arroiteia-Leça do Balio e Polo Maia da EPS, respetivamente.....	40
Figura 11 –Distribuição dos centros de produção existentes no Polo da Arroiteia da EPS.	41
Figura 12 – Distribuição do tipo de equipamentos na EPS.	41
Figura 13 – Centros de trabalho alocados no Centro de produção DT.	42
Figura 14 – Centros de trabalho alocados no Centro de produção SHELL.	43
Figura 15 – Centros de trabalho alocados no Centro de produção CORE.	44
Figura 16 – Centros de produção comuns entre SHELL e CORE.	45
Figura 17 – Lista de equipamentos Críticos na EPS	49
Figura 18 – Distribuição da criticidade dos ativos na EPS, de acordo com a ferramenta referida.	50
Figura 19 – Organograma estrutura DMI	51
Figura 20 – Total de falhas e total de intervenções preventivas nos centros de produção DT da EPS.	52
Figura 21 – Total de falhas e total de intervenções preventivas nos centros de produção PT da EPS.....	53
Figura 22 – Variação da produção total nos centros de produção DT da EPS.	53
Figura 23 – Variação da produção total nos centros de produção PT da EPS.	54
Figura 24 – Taxa de cumprimento do plano de manutenções preventivas ao longo dos anos.	55
Figura 25 – Distribuição da idade dos equipamentos na EPS em TRF.	56
Figura 26 – Fluxograma de execução de uma intervenção de Manutenção Preventiva.	57
Figura 27 – Tempo médio de realização de uma MP no VP do centro de produção SHELL.	58

Figura 28 – Análise SWOT do projeto de otimização das intervenções de Manutenção Preventiva.	64
Figura 29 – Exemplo de manual de Manutenção Autónoma.	66
Figura 30 – Ação de sensibilização relativamente à metodologia TPM e Manutenções Autónomas.	67
Figura 31 – Template Capa.	68
Figura 32 – Template folha de registo de realização.	68
Figura 33 – Base de dados equipamento.	69
Figura 34 – Folha de monitorização de realização.	69
Figura 35 – Número de intervenções curativas antes e depois da implementação das melhorias.	70
Figura 36 – Taxa da Redução de MC's nos equipamentos analisados após implementação de MA.	70
Figura 37 – Processo de revisão e atualização dos RMP da EPS.	71
Figura 38 – Lista de incidências relatadas ao longo dos anos de um Mandril do centro de produção CORE.	72
Figura 39 – Registo de MP do equipamento Mandril Expansível anterior.	73
Figura 40 – Manual de MP Mandril Expansível atual – Capa.	74
Figura 41 – Manual de MP Mandril Expansível atual – <i>Check-List</i>	74
Figura 42 – Relatório final de Manutenção Preventiva em mau estado.	75
Figura 43 – Esquema base para funcionamento da app.	76
Figura 44 – Maquete UI da App para realização de manutenções preventivas.	77
Figura 45 – Fluxograma de execução de uma intervenção de Manutenção Preventiva, após implementação da App.	79
Figura 46 – Tempo médio de realização de uma MP no VP do centro de produção SHELL, antes da implementação do Projeto.	80
Figura 47 – Tempo médio de realização de uma MP no VP do centro de produção SHELL, após a implementação do Projeto.	80
Figura 48 – Estado do DMI antes da mudança de layout.	82
Figura 49 – Estado do armazém superior antes da organização.	83
Figura 50 – Mapa de identificação da localização dos itens.	84
Figura 51 – Espaço direcionado à equipa	85
Figura 52 – Resultado da reutilização de materiais para a elaboração de bancos, mesas e vasos.	86
Figura 53 – Layout DMI antes da intervenção.	86
Figura 54 – Layout final do DMI.	87

Figura 55 – Armazém superior antes e depois da implementação, respetivamente. (Parte A).....	88
Figura 56 – Armazém superior antes e depois da implementação, respetivamente. (Parte B).....	88
Figura 57 – Armazém superior antes e depois da implementação, respetivamente. (Parte C).....	89
Figura 58 – Fluxograma da metodologia do processo de Higienização de ERP.....	90
Figura 59 – Estado das Ordens de Serviço antes e depois da higienização realizada em ERP em ambas as companhias.....	91
Figura 60 – Ferramenta de Registo de atividades.	92
Figura 61 – Registo de Manutenções Corretivas.....	93
Figura 62 – Registo de Manutenções Preventivas.....	94
Figura 63 – Registo de Manutenções de Melhoria.....	94
Figura 64 – Folha de registo e controlo de Ordens de Compra.....	95
Figura 65 – Apresentação plataforma Sharepoint Engenharia e Manutenção Industrial da EPS.	97
Figura 66 – Exemplo de apresentação de KPI’s utilizados na MI da EPS em PBI – Sharepoint.	97
Figura 67 – Variação da produção e custos de manutenção associados de 2020 a 2021 na EPS.	98
Figura 68 – Top 5 Custos em equipamentos na EPS em 2020.....	99
Figura 69 – Comparação dos custos de equipamentos na EPS em 2020 e 2021.	99
Figura 70 – Taxa da Redução de custos nos equipamentos após implementação das metodologias na EPS.	100
Figura 71 – Top 5 Custos em equipamentos na EPS em 2021.....	100
Figura 72 – Distribuição dos custos de manutenção no equipamento 10M032 em 2021 na EPS.	101

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de manutenção. Adaptado de (AFNOR, 2003).	9
Tabela 2 – Tipos de manutenção.	11
Tabela 3 – Descrição dos pressupostos de um KPI, adaptado de (Wiktorsson <i>et al.</i> , 2018).	14
Tabela 4 – Indicadores de desempenho da manutenção.	15
Tabela 5 – Parâmetros de cálculo do OEE, adaptado de (Stamatis, 2017).	17
Tabela 6 – Referências de trabalhos práticos – KPI's.	17
Tabela 7 – definição de cada uma das letras do TPM, adaptado de (Ben-Daya <i>et al.</i> , 2009)	23
Tabela 8 – Principais perdas de produção, adaptado de (Ben-Daya <i>et al.</i> , 2009).	24
Tabela 9 – Oito pilares do TPM, adaptado de (Ben-Daya <i>et al.</i> , 2009).	24
Tabela 10 – adaptado de (Costa <i>et al.</i> , 2018) e (Ribeiro <i>et al.</i> , 2019)	26
Tabela 11 – Referências de trabalhos práticos – TPM.	27
Tabela 12 – Visão, Missão, Propósito e Valores da EPS. Adaptado de (www.efacec.pt, Quem-somos, 2022)	36
Tabela 13 – Produtos desenvolvidos na fábrica TRF da EPS. Adaptado de (www.efacec.pt, Quem-somos, 2022)	38
Tabela 14 – Critérios de avaliação dos ativos e respetivos níveis.	46
Tabela 15 – Critérios de avaliação de Criticidade 1.	47
Tabela 16 – Critérios de avaliação de Criticidade 2.	48
Tabela 17 – Critérios de avaliação de Criticidade 3.	49
Tabela 18 – Resumo dos principais problemas encontrados no DMI da EPS.	59
Tabela 19 – Resumo das possíveis soluções para os principais problemas no DMI da EPS.	63
Tabela 20 – Descrição das etapas de implementação da MA.	65
Tabela 21 – Medidas a aplicar relativamente à otimização da área DMI.	82
Tabela 22 – Indicadores de desempenho analisados na EPS.	96
Tabela 23 – Análise do Estado das soluções propostas no projeto.	106
Tabela 24 – Resultados da implementação das propostas de solução.	107
Tabela 25 – Sugestões de melhorias futuras.	109

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Objetivos	1
1.3	Metodologia	2
1.4	Estrutura da Dissertação	3
1.5	Local/Empresa de acolhimento.....	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1	Manutenção	8
2.1.1	Conceito de manutenção	8
2.1.2	Objetivos e importância da manutenção	8
2.1.3	Níveis da manutenção	9
2.1.4	Tipos de manutenção	10
2.1.5	Indústria 4.0 na manutenção	12
2.2	Indicadores de desempenho (KPI's).....	13
2.2.1	Importância e objetivos dos KPI's	13
2.2.2	Indicadores de desempenho da manutenção	14
2.2.3	Referências bibliográficas de trabalhos realizados	17
2.3	Manutenção Produtiva Total (TPM).....	22
2.3.1	Conceito de TPM	22
2.3.2	Objetivos do TPM	23
2.3.3	Principais perdas de produção	23
2.3.4	Oito Pilares do TPM.....	24
2.3.4.1	5S com base no TPM.....	25

2.3.4.2	Manutenção autônoma	27
2.3.5	Referências bibliográficas de trabalhos realizados	27
3	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA, DO PROCESSO E DO PROBLEMA.....	35
3.1	Apresentação da Empresa	35
3.1.1	Evolução Histórica da Empresa	36
3.1.2	Missão, Visão e Valores	36
3.1.3	Unidades de Negócio.....	37
3.2	Caracterização da Empresa	40
3.2.1	Centro de Produção DT	42
3.2.2	Centro de Produção SHELL	43
3.2.3	Centro de Produção CORE.....	44
3.2.4	Centro de Produção Comum entre SHELL e CORE	45
3.2.5	Caracterização dos Ativos segundo a sua Criticidade	46
3.2.6	Estrutura organizacional DMI	50
3.3	Caracterização do Problema	51
3.3.1	Análise dos Indicadores de Desempenho.....	52
3.3.1.1	Relação Entre Número de Falhas e Número de Intervenções Preventivas	52
3.3.1.2	Taxa de Cumprimento do Plano de Manutenções Preventivas	54
3.3.1.3	Status dos Equipamentos	55
3.3.1.4	Tempo de Realização de Manutenções Preventivas	57
3.3.2	Resumo dos Principais Problemas Identificados	59
4	DESENVOLVIMENTO DO CASO DE ESTUDO E RESULTADOS	63
4.1	Metodologia de Abordagem dos Problemas	63
4.1.1	Planos de Manutenção Autônoma (PMA).....	64
4.1.1.1	Resultados da implementação de Manutenção Autônoma	70
4.1.2	Otimização das Intervenções de Manutenção Preventiva	71
4.1.2.1	Processo de revisão e atualização dos manuais de MP	71
4.1.2.2	Digitalização do Processo de Manutenções Preventivas	74

4.1.2.3	Resultados da Otimização das Intervenções de MP	78
4.1.3	Melhoria do Layout do DMI	81
4.1.3.1	Resultados da alteração do layout do DMI.....	86
4.1.4	Higienização do ERP	89
4.1.4.1	Resultados da higienização do ERP.....	90
4.2	Indicadores de Desempenho da Manutenção Implementados.....	92
4.2.1	Folha de Controlo diário.....	92
4.2.2	Controlo de Ordens de Serviço.....	93
4.2.3	Controlo de Ordens de Compra	94
4.2.4	Resultado da Implementação das Ferramentas.....	95
4.2.5	Dashboard de apresentação de indicadores	97
4.3	Custos de Manutenção	98
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	106
5.1	Conclusões	106
5.2	Proposta de Trabalhos Futuros.....	109
6	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	114
7	ANEXOS.....	121
7.1	Anexo 1 – Representação de Plano de Manutenção Autónoma mensal do equipamento 10M364	121
7.2	Anexo 2 – Representação da folha de registo de presenças nas formações das MA..	122
7.3	Anexo 3 – Apresentação realizada na ação de formação relativa às metodologias TPM	123
7.4	Anexo 4 – Conteúdos programáticos relativos à formação de sensibilização	123
7.5	Anexo 5 – Registo de MP antigo do equipamento Mandril Expansível	124
7.6	Anexo 6 – Manual de MP do equipamento Mandril Expansível atual.....	125
7.7	Anexo 7 – Maquete UI da App para realização de manutenções preventivas	127

7.8	Anexo 8 – Tempos da realização da MP no equipamento Vapour Phase	128
7.9	Anexo 9 – Fluxograma de execução de uma intervenção de Manutenção Preventiva	130
7.10	Anexo 10 – Resultados da alteração do <i>layout</i> do DMI	132
7.11	Anexo 11 – Caracterização das fases de OS	134
7.12	Anexo 12 – Folha de controlo diário	135
7.13	Anexo 13 – Ferramenta de controlo de OS	135
7.14	Anexo 14 – Ferramenta de controlo de OC	137
7.15	Anexo 15 – Variação da produção e custos de manutenção associados de 2020 a 2021 na EPS	138

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia

1.4 Estrutura

1.5 Local/Empresa

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

No contexto atual da economia mundial, pode-se afirmar que uma empresa só é viável se for competitiva e inovadora. A constante evolução tecnológica e a competitividade industrial, obrigam a que as empresas tenham a capacidade de se adaptarem à mudança e à evolução dos mercados, com grande foco nas necessidades dos clientes. (Moreira *et al.*, 2018)

De forma a melhorar a sua competitividade, as empresas focam-se em implementar ações de melhoria constantes, de modo a otimizar a eficiência operacional, a qualidade e a produtividade.

O crescente aumento e evolução da tecnologia, começa a encaminhar as empresas para o caminho da Indústria 4.0, que associado a outras metodologias e estruturas de gestão, já previamente implementadas, se destaca pelas suas grandes vantagens nas organizações. (Tortorella *et al.*, 2021)

A realização deste projeto surge da necessidade da empresa em otimizar as suas metodologias e ferramentas na gestão da Manutenção, com suporte da I4.0, a fim de se obter um maior controlo nos indicadores de desempenho gerais da empresa.

1.2 Objetivos

O presente projeto tem como principal objetivo a melhoria operacional e da Gestão da Manutenção Preventiva na empresa *Efacec Power Solutions*, que propõe a implementação da metodologia TPM e os seus respetivos indicadores de desempenho, com um grande foco na melhoria das intervenções de manutenção preventiva e digitalização de todo o seu processo. Desta forma, pretende-se obter uma melhoria geral nos índices de manutenção, a diminuição de avarias e um aumento significativo no índice global da empresa, que por sua vez se deverá refletir numa maior produtividade e competitividade da empresa.

Através da implementação do modelo proposto para a Gestão da Manutenção Preventiva, são apresentados os seguintes objetivos práticos:

- Implementar Manutenção Autónoma e criar Rotinas em máquinas e equipamentos críticos;

- Adequar os Manuais de Manutenção Preventiva (MMP) dos equipamentos à criticidade estabelecida;
- Desenvolver uma ferramenta integrada no ERP (*Enterprise Resource Planning*) e documentação capaz de auxiliar os processos e ações diárias de manutenção;
- Implementar e monitorizar novos KPI's ligados à manutenção.

1.3 Metodologia

O desenvolvimento deste trabalho teve como principal metodologia a *Action Research* (AR). AR é uma das várias metodologias de pesquisa que se refere, particularmente, aos vários tipos de atividade para abordar sistematicamente o desafio da pesquisa, baseando-se em suposições e justificações das escolhas feitas – “conjunto de crenças e acordos comuns partilhados entre cientistas sobre como os problemas devem ser entendidos e abordados”.

A AR tem suas raízes nas ciências sociais e foi desenvolvida para mudar um sistema social através da pesquisa. Surgiu como uma reação à pesquisa, criando conhecimento sem colocá-lo em ação. Desta forma, é estimulado o crescimento de novos conhecimentos, de forma a melhorar as práticas educativas e a resolução de problemas. (Klima Ronen, 2020)

Para melhor e mais sucinta aplicação, foi desenvolvido um processo cíclico de 5 fases, representado na Figura 1: Diagnóstico; Plano de ação; Tomada de ação; Avaliação; Especificação/aprendizagem, que permite uma aplicação contínua desta ferramenta. (Wohlin & Runeson, 2021)

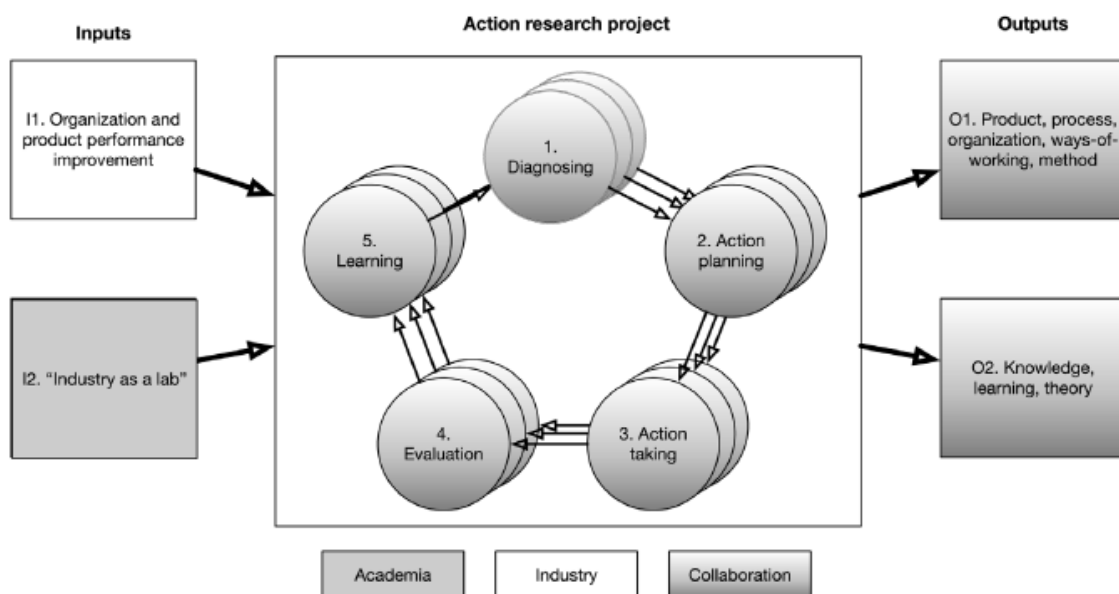


Figura 1 – Modelo de AR, adaptado de (Wohlin & Runeson, 2021).

No contexto da metodologia AR, com vista a alcançar os objetivos propostos na elaboração do presente projeto foram utilizadas as etapas descritas em seguida:

1. Identificação do problema e definição de objetivos;
2. Revisão bibliográfica sobre ferramentas e estratégias de manutenção com base nos problemas identificados e objetivos previamente definidos;
3. Análise e recolha de dados direcionados ao caso de estudo;
4. Identificação dos parâmetros a melhorar;
5. Seleção de propostas de melhoria e debate de ideias;
6. Implementação das propostas;
7. Análise de novos resultados;
8. Validação das propostas de melhoria apresentadas;
9. Sugestão de possíveis melhorias.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação organiza-se em cinco capítulos principais. O primeiro capítulo diz respeito à introdução do projeto, onde é efetuada a contextualização, definição de objetivos, metodologia a utilizar, estrutura da dissertação, por fim, a apresentação da empresa onde se propõe realizar o caso de estudo.

O segundo capítulo é destinado à Revisão bibliográfica. Este divide-se em três principais temas, sendo o primeiro uma apresentação do tema manutenção e todo o seu contexto. O segundo tema é referente aos indicadores de desempenho, que se encontram já implementados ou se pretendem desenvolver, ao longo do trabalho. No último tema, é abordada a manutenção produtiva total, com as suas características e metodologias próprias, que constituem as bases para o desenvolvimento prático do projeto. Todos os tópicos são devidamente fundamentados em livros e publicações científicas especializadas.

O terceiro capítulo diz respeito à caracterização da empresa, do processo e do problema, onde é iniciada a análise ao estudo de caso, sendo recolhidas informações sobre a empresa EPS e respetivos indicadores de desempenho a melhorar.

O quarto capítulo representa o desenvolvimento do caso de estudo e seus resultados. Neste são apresentadas as metodologias e ferramentas desenvolvidas para a abordagem dos problemas e respetivos resultados após implementação das mesmas.

Por último, é apresentado o capítulo correspondente às Conclusões e Propostas de Trabalhos Futuros, onde os resultados do projeto são todos analisados e apresentadas novas sugestões de melhoria para possíveis trabalhos futuros, no que diz respeito ao desempenho da manutenção.

1.5 Local/Empresa de acolhimento

A empresa onde este projeto se irá desenvolver é a *Efacec Power Solutions, SGPS, S.A.* Situada no parque empresarial Arroiteia (Poente), S. Mamede de Infesta, é uma referência mundial nos setores da Energia, Ambiente e Indústria, Mobilidade e transportes. A EPS é uma empresa portuguesa com mais de 100 anos de história, perfil exportador e com presença internacional em mais de 65 países. O período de recolha de dados e implementação do projeto compreende-se entre setembro de 2021 e maio de 2022.

Na Figura 2 é apresentado o logo da empresa.



Figura 2 – Logo da empresa Efacec Power Solutions, S.A.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.2 Indicadores de desempenho

2.3 Manutenção Produtiva Total

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.1.1 Conceito de manutenção

De acordo com a Norma NP EN 13306, 2021, manutenção é o conjunto de ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, produto ou serviço, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa desempenhar a função desejada.

Já segundo Smith *et al.* (2003), o foco da manutenção é “preservar as capacidades funcionais do equipamento e sistemas em operação” e, de acordo com Moubray *et al.* (1997), tem como objetivo “garantir que os equipamentos continuam a realizar a tarefa que os utilizadores desejam que eles realizem”. Kobbacy *et al.* (2008) definem ainda que a manutenção pode ser considerada como “um conjunto de atividades necessárias para manter os ativos na condição operacional desejada, ou para restaurá-los até essa condição”

2.1.2 Objetivos e importância da manutenção

A manutenção é uma atividade essencial no ciclo de vida do equipamento, garantindo que atinja alta disponibilidade da máquina com baixo custo (Pinto *et al.*, 2020). Os principais objetivos da manutenção passam por aumentar a produção, utilizando o mínimo de recursos, com foco nos bens de cada empresa, transformando-as tecnologicamente para que o processo seja mais robusto e controlado (Pinto *et al.*, 2019).

Independentemente do tipo de indústria, a manutenção deixou de ser uma atividade apenas de reposição de funcionamento, com custo para as empresas, para se tornar cada vez mais uma atividade de criação de valor (Guariente *et al.*, 2017).

Assim, ao longo dos anos, a importância da manutenção e, conseqüentemente, de toda a gestão necessária está em constante evolução, assumindo cada vez mais um papel importante nas organizações, de forma a garantir a disponibilidade de ativos e instalações, destacando a otimização da fiabilidade, custos e segurança (Moreira *et al.*, 2018).

2.1.3 Níveis da manutenção

A prestação de manutenção pode ser classificada em cinco níveis, em função dos seguintes fatores: (Amaral, 2016; NP EN 13306, 2021)

- A natureza e complexidade dos trabalhos a realizar;
- O local de intervenção;
- Os meios materiais requisitados;
- A documentação necessária.

Na Tabela 1, estão descritos os cinco níveis de manutenção, com base na Norma AFNOR FD X60-000, 2003, que podem assumir características ligeiramente diferentes consoante a organização, indústria e autor.

Tabela 1 – Níveis de manutenção. Adaptado de (AFNOR, 2003).

Níveis de manutenção	Descrição	Executante
Nível I	Afinações simples previstas pelo construtor, sem necessidade de desmontagem do equipamento, ou substituição de elementos acessíveis de forma segura.	Operador
Nível II	Reparações que requerem procedimentos simples e/ou ferramentas auxiliares, associadas a manutenção preventiva sistemática.	Operador ou técnico qualificado
Nível III	Operações que requerem procedimentos complexos e/ou equipamentos de suporte portáteis, que requerem uma operação complexa, previstos nas instruções da manutenção, geralmente associada ao diagnóstico de falha e manutenção preventiva complexa.	Técnico qualificado
Nível IV	Trabalhos importantes de manutenção corretiva e preventiva. Exige o domínio de técnicas ou tecnologias especializadas.	Técnico especializado
Nível V	Trabalhos de renovação, construção ou reparação importantes. Este nível exige um conhecimento específico do equipamento.	Técnico especializado ou fabricante

2.1.4 Tipos de manutenção

O trabalho de manutenção pode ser distinguido como planeado – Manutenção Proativa – ou não planeado – Manutenção Reativa. Geralmente, é preferível uma abordagem proativa, evitando paragens inesperadas, uma vez que a falha de um equipamento pode desencadear outras falhas paralelamente (Ferreira *et al.*, 2020).

A manutenção planeada consiste em atividades que previnem possíveis avarias, garantindo maior disponibilidade de equipamentos, por isso, as tarefas precisam de ser realizadas com antecedência, bem como estarem definidos os materiais de substituição necessários, de forma a afetar a produção o mínimo possível. O trabalho não planeado refere-se a situações imprevistas, não envolve qualquer planeamento ou preparação, e a execução é determinada pela natureza da situação (Martins *et al.*, 2020).

Atualmente, existem várias designações e modelos de manutenção, alguns dos quais, segundo Pinto *et al.* (2013), são duplicações de outros. Segundo a Norma NP EN 13306 (2021), a manutenção divide-se em três grandes grupos: manutenção de melhoria (MM), manutenção corretiva (MC) e manutenção preventiva (MP), representados na Figura 3 e descritos na Tabela 2.

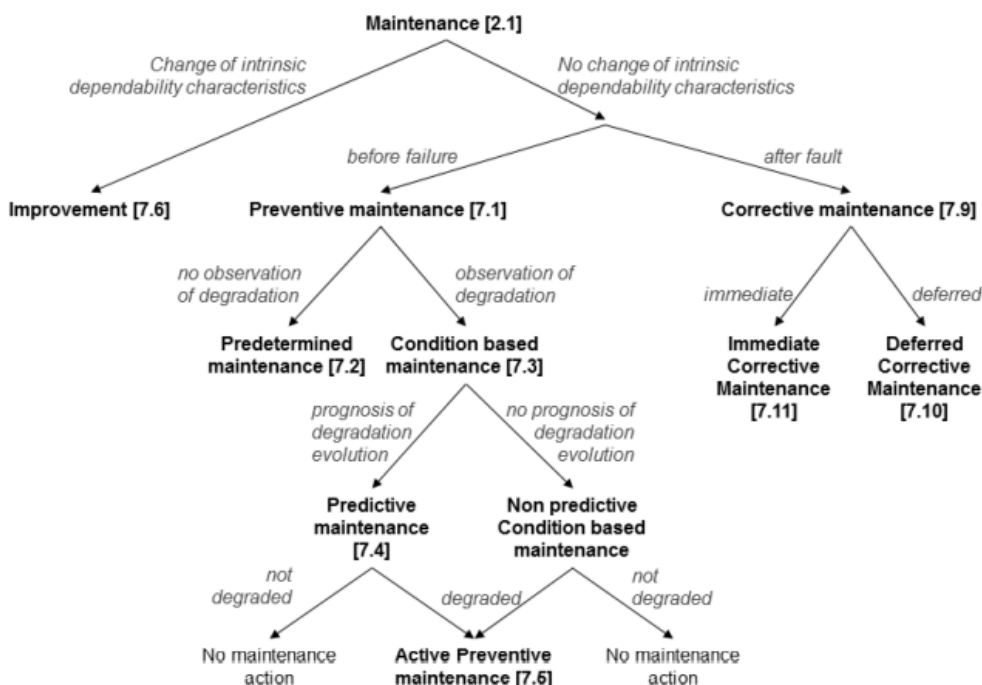


Figura 3 - Tipos de manutenção, adaptado da Norma NP EN 13306 (2021).

Tabela 2 – Tipos de manutenção.

Tipo de manutenção	Descrição
Manutenção Corretiva	Manutenção executada após o reconhecimento de uma avaria e com o propósito de restaurar o equipamento para o estado desejado, ou seja, em que pode desempenhar a função requerida (NP EN 13306, 2021).
Manutenção Corretiva Planeada	MC que não é imediatamente realizada após a detecção de uma falha, mas é atrasada de acordo com as regras definidas pela gestão, de forma a adaptar ou corrigir erros na conceção ou instalação dos equipamentos (Pinto, 2013;NP EN 13306, 2021).
Manutenção Corretiva de Emergência	MC que é realizada no momento exato após a detecção de uma falha para evitar consequências inaceitáveis (NP EN 13306, 2021). Este modelo é considerado um modelo reativo, pois só existe uma reação após a ocorrência da falha. É de fácil implementação, visto que dispensa uma estrutura organizada, bastando dispor dos meios humanos e materiais para a realização dos trabalhos e, 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).
Manutenção Preventiva	A MP tem como objetivo, reduzir ou eliminar a degradação dos equipamentos, diminuindo a probabilidade de existência de falha (Theissler <i>et al.</i> , 2021). Para tal, são gerados planos com intervalos de tempo, definidos de acordo com critérios estabelecidos ou seguindo as recomendações indicadas pelo fabricante. Este tipo de manutenção é mais adequado a equipamentos que exibam comportamento regular, e que permitam estimar com rigor os modos de falha e as respetivas necessidades de manutenção (Pinto, 2013).
Manutenção Preventiva Sistemática	Manutenção que deve ser elaborada de acordo com um calendário que contenha intervalos de tempo estabelecidos consoante o tipo de equipamento, antes de ocorrer a falha. Tem como objetivo preservar o ativo no estado desejado de funcionamento com base no estudo da fiabilidade do mesmo, isto é, análise da probabilidade

	de ocorrência de falhas, recorrendo ao seu histórico de avarias (Pinto, 2013; Márquez, 2007).
Manutenção Preventiva Condicionada	Manutenção com foco na condição ou estado atual do equipamento, inclui avaliação das condições físicas e análise das possíveis ações de manutenção subsequentes (NP EN 13306, 2021). Foca-se em prever quando uma avaria vai ocorrer para ser possível a sua prevenção, através de ações de monitorização contínua ou periódica, como testes, inspeções, análises estatísticas e de tendência das ocorrências. Aplicada da forma correta, pode resultar em grandes reduções dos custos de manutenção e aumento significativo da disponibilidade dos equipamentos (Gulati, 2013).
Manutenção Preditiva	Semelhante à Manutenção Preventiva Condicionada (MPC), esta é uma estratégia de manutenção baseada na condição real de um ativo, determinada a partir de medições e testes não invasivos, a sua principal diferença foca-se no equipamento utilizado nas tarefas. Este tipo de abordagem da manutenção permite aproveitar ao máximo a vida útil dos elementos da máquina, permitindo que ações preventivas e corretivas sejam otimizadas, prevendo o momento ótimo exato para a ação de manutenção. Desta forma pode ser evitado o calendário tradicional ou tarefas de manutenção direcionadas ao tempo de operação (Gulati, 2013; Theissler <i>et al.</i> , 2021).
Manutenção de Melhorias	Manutenção com o objetivo de 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).

2.1.5 Indústria 4.0 na manutenção

O paradigma da Indústria 4.0 faz com que as empresas e os seus processos de fabrico se tornem mais inteligentes através da adoção de várias tecnologias, tais como a automatização altamente desenvolvida, processos de digitalização, sensores, entre outros (Franciosi *et al.*, 2020). Novos conceitos e tendências, como sistemas *ciber* físicos – Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT) ou gémeos digitais são, atualmente, predominantes na investigação e desenvolvimento (Bartelt *et al.*, 2020).

Esta revolução não só traz uma descontinuidade tecnológica, como também um futuro em que as expectativas sobre os sistemas de fabrico são muito altas, resultando em ganhos substanciais de produtividade, níveis significativamente mais elevados de automatização e melhorias drásticas na eficiência dos recursos. Por esta razão, é de esperar que os avanços do fabrico digitalizado aumentarão drasticamente e, conseqüentemente, a necessidade de gestão de manutenção extraordinária (Bokrantz *et al.*, 2017).

Este desenvolvimento pretende garantir a segurança funcional ao longo do ciclo de vida do produto, limitando simultaneamente os custos de manutenção. O exemplo de uma abordagem crucial para o conseguir, é a manutenção preditiva (Theissler *et al.*, 2021).

Segundo Bokrantz *et al.* (2017) quando a manutenção preditiva está devidamente implementada, as expectativas incluem, por exemplo, uma redução de 30 a 50% do tempo total de paragem da máquina.

2.2 Indicadores de desempenho (KPI's)

2.2.1 Importância e objetivos dos KPI's

Hoje em dia, com o aumento da competitividade global, o foco é maximizar a eficácia dos equipamentos, maximizar os ganhos e minimizar falhas (Santos *et al.*, 2019). A complexidade da produção eleva cada vez mais, devido a novos ciclos de vida de produtos, grandes variedades de peças a produzir e mercados cada vez mais dinâmicos. Por estas razões, um sistema de produção precisa de ter um bom desempenho em todas as circunstâncias. Para tal, o desempenho precisa de ser medido corretamente (Stricker *et al.*, 2017).

A Norma NP EN 15341 (2019) descreve um sistema de gestão de indicadores de desempenho chave (KPI) da função da manutenção, salientando que o desempenho da manutenção é o resultado de atividades complexas, sob a influência de fatores económicos, técnicos e organizacionais. Estes indicadores, definidos como um conjunto de medidas que se centram nas principais atividades críticas, são considerados o núcleo da monitorização do desempenho, permitindo a avaliação e melhoria da eficiência, eficácia e sustentabilidade da manutenção e dos seus bens imobilizados (Schiraldi & Varisco, 2020).

Assim, os indicadores representam medidores importantes a considerar desde o início da estratégia de fabrico, durante as fases de desenvolvimento do produto e do sistema de fabrico, interligando os objetivos empresariais e de mercado aos recursos de produção. Estes indicadores servem, geralmente, três objetivos principais: Melhorar,

controlar e reportar, conforme a Figura 4 e descritos na Tabela 3 (Wiktorsson *et al.*, 2018).

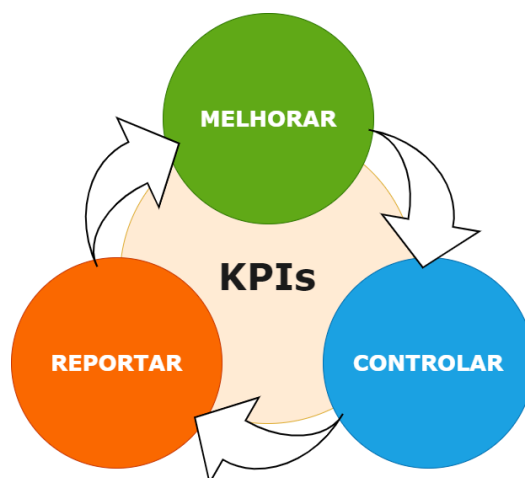


Figura 4 – Pressupostos de um KPI, adaptado de (Wiktorsson *et al.*, 2018).

Tabela 3 – Descrição dos pressupostos de um KPI, adaptado de (Wiktorsson *et al.*, 2018).

Objetivo	Descrição
Melhorar	Os KPI's dão uma compreensão do estatuto e prioridade dentro das melhorias, assim as medidas e indicadores servem de base para uma melhoria contínua no processo.
Controlar	O controlo do processo ocorre em todos os níveis do sistema e com diferentes escalas de tempo, ou seja, desde a medição de um parâmetro de qualidade específico numa máquina usada para ajustar um processo, até ao acompanhamento mensal do desempenho da entrega ao nível da fábrica.
Reportar	Os resultados dos KPI's são a base para vários relatórios, como relatórios internos entre níveis de administração, relatórios públicos para acionistas, autoridades e público. Estes podem ser necessários por questões legislativas ou utilizados em análises comparativas.

2.2.2 Indicadores de desempenho da manutenção

Os KPI's utilizados na manutenção são o *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time To Repair* (MTTR), *Mean Time To Attend* (MTTA) e *Overall Equipment Effectiveness* (OEE),

representados na Tabela 4 (Guariente et al., 2017; Moreira et al., 2018; Pinto et al., 2019).

Tabela 4 – Indicadores de desempenho da manutenção.

Indicador	Fórmula
MTBF (<i>Mean Time Between Failure</i>)	$= \frac{\text{Tempo total de operação}}{\text{Número total de avarias}}$
MTTR (<i>Mean Time to Repair</i>)	$= \frac{\text{Tempo total de reparação}}{\text{Número total de reparações}}$
MRT (<i>Mean Repair Time</i>)	$= \frac{\text{Tempo efetivo de reparação}}{\text{Número total de reparações}}$
MTTA (<i>Mean Time to Attend</i>)	$= \frac{\text{Tempo total de espera}}{\text{Número total de avarias}}$
MDT (<i>Mean Down Time</i>)	$= MTTA + MRT$
OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)	$= \text{Disponibilidade} \cdot \text{Performance} \cdot \text{Qualidade}$

MTBF, em português o tempo médio entre falhas, representa o tempo médio esperado para a ocorrência de uma falha num determinado equipamento. Esta métrica representa a fiabilidade de um ativo, ou seja, quanto maior for o valor de MTBF maior será a sua fiabilidade (Kumar et al., 2021).

MTTR, também conhecido como Mean Time To Restoration, reflete o tempo médio necessário para a restauração de um ativo, diferente do Mean Repair Time (MRT), que representa apenas o tempo efetivamente necessário na reparação. O MTTR inclui o tempo perdido desde o momento em que um alerta é acionado até o início da reparação – MTTA, como é possível observar na Figura 5 (NP EN 13306, 2021).

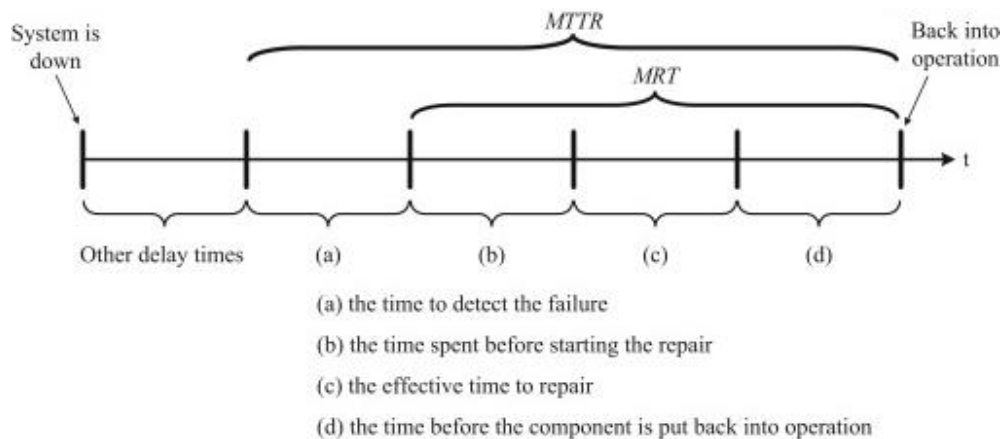


Figura 5 – A principal diferença entre MTTR e MRT, retirado de (Ding *et al.*, 2014).

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é um indicador de performance que permite medir a eficiência global do equipamento, através deste indicador torna-se possível determinar qual a eficiência da produção de uma empresa, departamento ou máquina (De Ron & Rooda, 2006). Este é considerado um indicador tridimensional, como representa a Figura 6, por ter em consideração três diferentes indicadores no seu cálculo: O tempo de operação útil – Disponibilidade; a eficiência da operação (produzir na capacidade normal) – Eficiência; e a qualidade do produto – Qualidade (Moreira *et al.*, 2018).

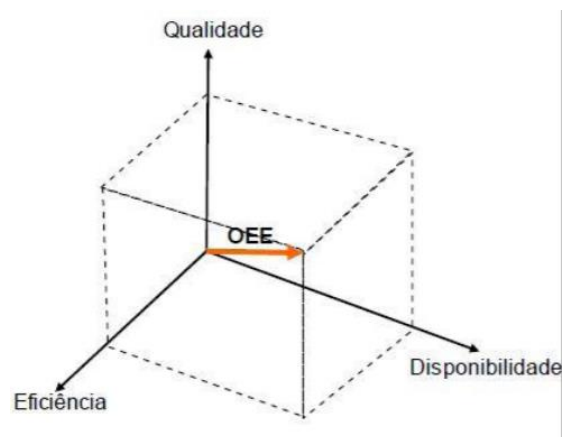


Figura 6 – Tridimensionalidade do OEE, retirado de (Regattieri, 2016).

Assim, a métrica do OEE tem como finalidade o fabrico de apenas boas peças (Q) o mais rápido possível (P) e sem tempo de paragem (D), este conceito está ilustrado na Figura 7 (Muñoz-Villamizar *et al.*, 2018) e todos os índices referidos podem ser determinados através das respetivas equações, representadas na Tabela 5.

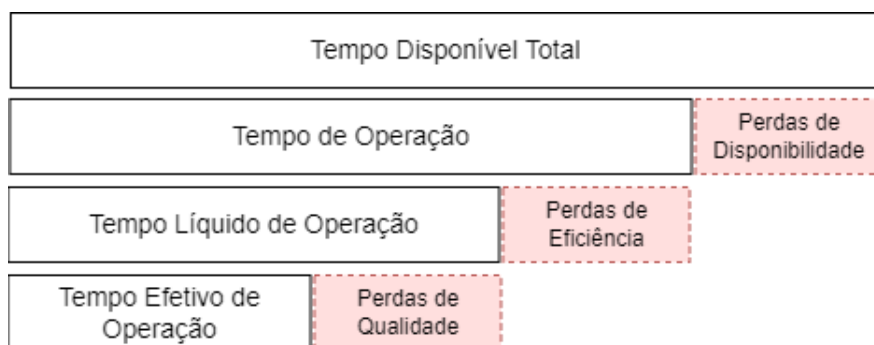


Figura 7 – Perdas e influências no cálculo do OEE, adaptado de (Heng *et al.*, 2019).

Tabela 5 – Parâmetros de cálculo do OEE, adaptado de (Stamatis, 2017).

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

2.2.3 Referências bibliográficas de trabalhos realizados

No desenvolvimento deste subcapítulo, foram utilizadas diversas referências bibliográficas. Na Tabela 6 estão apresentados, descritos e resumidos alguns exemplos de casos de estudo da implementação de indicadores de desempenho, com sucesso, em diversas áreas da indústria.

Tabela 6 – Referências de trabalhos práticos – KPI's.

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Pinto <i>et al.</i> , 2019)	Este projeto, desenvolvido numa empresa dedicada à produção de vedações de borracha para a indústria automóvel, teve como principal objetivo a implementação de KPI's, de acordo com o modelo padronizado do IATF

16949:2016. A metodologia utilizada foi então a aplicação de ferramentas *Lean*, como SMED, 5S, MTTR, MTBF e OEE, melhorando os procedimentos realizados e o fluxo de informação. Com isto, obtiveram-se como resultados uma redução do tempo de *setup* de cerca de 11% e um OEE superior a 90%.

(Moreira *et al.*, 2018)

Este caso de estudo teve como objetivo reduzir o consumo de consumíveis de impressão tóxicos ao máximo, melhorando o desempenho do equipamento, de forma a tornar a empresa mais rentável. Desenvolvido na Marsil, uma empresa de impressão localizada no distrito do Porto, em Portugal, seguiu os seguintes passos: criação de um processo de calibração inicial; redução da utilização de poluentes; introdução de um novo programa de limpeza; criação de um novo ativador de secagem. Através da utilização das ferramentas MTBF, MTTR e OEE, foi possível analisar e obter os resultados que apresentam efetivamente uma melhoria na performance da empresa, com a diminuição do tempo de *setup* (8 min), uma poupança de cerca de 1130€ e uma diminuição de cerca de 33% dos custos de não conformidade.

(Ferreira *et al.*, 2019)

Este trabalho teve como objetivo criar um KPI que permitisse que uma empresa, no setor de fatiamento de queijo, avaliasse o trabalho realizado nas atividades de manutenção, bem como um modelo que avaliasse a obsolescência dos componentes eletrónicos presentes nas máquinas incluídas na sua linha de produção. A metodologia passou pela criação das duas ferramentas: um novo KPI para avaliar o trabalho realizado na manutenção, e uma ferramenta de tomada de decisão para avaliar a obsolescência de componentes eletrónicos, de forma escolher a melhor abordagem de mitigação. Estas ferramentas foram desenvolvidas com sucesso e resultaram nas seguintes conclusões: O KPI é mais recomendado para ser usado em trimestres. Uma vez que as melhorias na manutenção podem levar algum tempo para serem avaliadas. O modelo de obsolescência, apesar de neste caso ter sido aplicado a um conjunto de componentes

eletrônicos, não significa que não possa ser utilizado também com componentes mecânicos.

(Rodríguez-Padial et al., 2015)

Este caso de estudo foi desenvolvido abrangendo e analisando diferentes áreas de produção. O principal objetivo foi integrar as funções estratégicas com o BSC (*Balanced Score-Card*), utilizando o AHP (*Analytic Hierarchy Process*), onde os KPI's são associados aos objetivos da empresa, com o intuito de maximizar a eficiência da planta através da manutenção. De forma a atingir este objetivo, foi proposto um sistema modular de apoio à decisão. A estrutura deste modelo foi realizada em quatro etapas: ponderação dos critérios (perspetivas), ponderação dos KPI's, ponderação das alternativas (áreas) para cada subcritério (KPI) e coleta de vetores para priorização de áreas. Assim, pode-se concluir que o modelo AHP-BSC apresenta as seguintes vantagens: permite avaliar a consistência individual e repensar os pesos até um determinado nível de consistência individual. o modelo é vantajoso no processamento de dados, ou seja, os dados do processo industrial podem ser incorporados como variáveis quantitativas, qualitativas ou uma mistura de ambos. E, por fim, permite avaliar a sensibilidade do modelo, facilitando observar a sensibilidade às incertezas nos dados e a robustez da decisão do grupo.

(Sohn et al., 2006)

Este trabalho teve como objetivo contribuir para a ROKA (*Republic of Korea Airforce*), de forma a melhorar a disponibilidade operacional de aeronaves e estabelecer uma gestão logística eficaz. Para tal, foi desenvolvido um modelo de regressão de *Weibull* para efeitos aleatórios, com o intuito de prever, tanto o MTBF quanto o MTTR, de módulos instalados de aeronaves de combate, com base nas suas características e condições operacionais. O modelo de regressão de efeitos aleatórios foi aplicado a vários campos, refletindo algumas co variáveis de variação temporal relacionadas às características dos módulos instalados e condições operacionais ao longo do tempo. A partir deste modelo, poderia ser realizado o teste para validar escolhas e, sendo flexível, poderá acomodar várias formas de dados.

(Santos *et al.*, 2019)

Este projeto teve como objetivo o desenvolvimento e aplicação de um método prático e estruturado de criticidade de classificação de equipamentos pela sua importância para o processo produtivo. Este seguiu uma metodologia de classificação dos equipamentos em 3 categorias (A, B e C), com os seguintes fatores de avaliação: qualidade, disponibilidade, segurança e ambiente, custos e complexidade tecnológica, através de métodos qualitativos e quantitativos. Este método foi aplicado a quatro fábricas diferentes (uma fábrica de sêmola, duas fábricas de massa e uma fábrica de biscoitos) de um importante grupo alimentar em Portugal e obteve como resultados a diminuição de 201,6 homens hora/ano dedicados aos planos de manutenção preventiva da fábrica de massas 1, uma redução de 0,73% da Taxa de Indisponibilidade Global KPI, devido à falha, e um melhor controle e previsão do principal Resultado de Desempenho da manutenção e dos custos de manutenção.

(Oliveira *et al.*, 2016)

Este caso de estudo visa identificar e analisar a utilização de indicadores de desempenho de manutenção adotados pelas empresas do polo industrial de Manaus, no Brasil. Foi desenvolvido e enviado um questionário às empresas do polo industrial e os dados recebidos foram analisados, a fim de identificar comportamentos das empresas relativamente à utilização de indicadores de desempenho da área de manutenção. Uma elevada percentagem de empresas indicaram que adotam indicadores, no entanto a frequência de utilização é baixa. Também foi notado com base na resposta que as empresas, em geral, não reconhecem os seus baixos desempenhos, com um nível básico de gestão da manutenção, o que significa que estas empresas têm a oportunidade de fazer melhorias e de obter ganhos importantes.

(Amrina *et al.*, 2019)

Este projeto propõe uma abordagem difusa multicritério para avaliar a manutenção sustentável na indústria da borracha. Foi desenvolvido utilizando o método do modelo estrutural interpretativo (ISM) e o processo de rede analítica difusa (FANP). O modelo de relação de rede foi construído utilizando o método ISM, enquanto os pesos de importância

dos KPI's foram atribuídos através do método FANP. A integração do método ISM e FANP proporcionou uma melhor compreensão sobre as relações entre os KPI's e a sua importância, de modo a ajudar a desenvolver uma avaliação complexa do problema. O modelo de avaliação permite que as empresas de borracha conheçam e compreendam o seu nível de desempenho na manutenção sustentável e, assim, possam tomar as medidas adequadas para melhorar o seu desempenho de manutenção sustentável.

(Zhang *et al.*, 2021)

Este artigo desenvolve uma abordagem baseada na ontologia para automaticamente calcular o KPI para apoiar a avaliação energética de edifícios. A abordagem proposta integra a construção informação do BIM (*Building Information Modeling*) e informação sobre energia e ambiente recolhida por redes de sensores. É desenvolvido um KPI para estabelecer uma fórmula que conecte dados estáticos e dinâmicos gerados em fase de operação do edifício. O resultado mostra que esta abordagem relaciona a fórmula KPI com os dados gerados na fase de operação do edifício e pode automaticamente dar o resultado após a definição do espaço e tempo de interesse, apoiando assim o desempenho do edifício benchmarking com conjuntos de dados maciços em diferentes níveis de detalhes.

(Muchiri *et al.*, 2011)

Neste trabalho foi desenvolvido um quadro concetual que fornece uma linha de orientação para a escolha de indicadores de desempenho de manutenção, através do alinhamento dos objetivos de fabrico e dos objetivos de manutenção. O quadro concetual fornece uma abordagem genérica do desenvolvimento de medidas de desempenho de manutenção com espaço para personalização, no que diz respeito às necessidades da empresa. O objetivo foi assegurar que os processos chave de manutenção, que podem levar a resultados desejados, fossem levados a cabo e avaliados. Esta investigação demonstra que os KPI's não devem ser definidos isoladamente, mas sim o resultado de uma cuidadosa análise da interação da função de manutenção com outras funções organizacionais.

2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM)

2.3.1 Conceito de TPM

O pensamento *Lean* é uma filosofia que surgiu como um sistema de gestão, com o objetivo de desenvolvimento de processos visando à redução contínua de desperdícios ao longo do processo, eliminando atividades que consomem recursos e não agregam valor ao produto final. Esta filosofia é baseada no Sistema Toyota de Produção (TPS), mas cujos princípios podem ser aplicados a qualquer atividade industrial (Neves *et al.*, 2018).

As ferramentas *Lean* aprimoram a melhoria contínua numa ampla gama de atividades e serviços industriais. Num estudo realizado na área da manutenção, a implementação destas ferramentas permitiu identificar, reduzir e eliminar diferentes tipos de desperdícios no setor. As principais contribuições foram a minimização do erro humano, a análise e eliminação de atividades de manutenção desnecessárias, a redução do tempo gasto em reparos e o aumento da manutenção autónoma (MA) (Pombal *et al.*, 2019).

O conceito de Manutenção Produtiva Total (TPM) foi desenvolvido no Japão para apoiar o sistema da filosofia *Lean*, como uma das suas principais ferramentas (Ben-Daya *et al.*, 2009). Promovido por Seiichi Nakajima, tendo sido a Nippondenso a primeira fábrica a aplicar a ideia, em meados de 1971, com o apoio do *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE) que, posteriormente, origina o *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM).

A filosofia TPM procura envolver a participação integral de todos os níveis da organização, desde a liderança até aos restantes trabalhadores, embora com papéis diferenciados. TPM procura maximizar a eficácia e produtividade do equipamento, e estabelecer um sistema completo de MP, utilizando várias técnicas, tais como 6Sigma, análise Pareto, diagramas de *Ishikawa*, e conceitos ou ferramentas como SMED, *Poka Yoke*, OEE e 5S.

Neste ambiente, as atividades devem ficar bem definidas, consolidando a ideia de que o serviço deve ser autocontrolado e “cada um cuida dos seus próprios equipamentos”, ou seja, começa a surgir uma ideia de MA - uma das características do TPM. Esta ideia incorpora e concilia conceitos de MP, incluindo tarefas como inspeções, limpezas, substituições e reparos planeados, de forma a evitar falhas comprometedoras e controlar a deterioração da máquina (Pinto *et al.*, 2020).

Em concordância com a definição do TPM, cada uma das letras possui um significado próprio como se encontra descrito na Tabela 7.

Tabela 7 – definição de cada uma das letras do TPM, adaptado de (Ben-Daya *et al.*, 2009)

Letra	Significado
Total	Significa considerar todos os aspetos no sistema de produção e envolver todos departamentos, de cima para baixo.
<i>Productive</i>	Significa garantir o máximo de eficiência, enquanto a produção prossegue, minimizando problemas de produção.
<i>Maintenace</i>	Significa manutenção no sentido amplo, com o objetivo de obter o maior ciclo de vida útil do sistema de produção. É relevante a manutenção autónoma do equipamento.

2.3.2 Objetivos do TPM

O principal foco do TPM passa pelo aumento da eficiência das máquinas e maximização da produção do equipamento, com o intuito de aumentar o valor dentro de uma organização, eliminando, sistematicamente, o desperdício, tempos de ciclo ineficientes e defeitos de qualidade nos processos (Ben-Daya *et al.*, 2009).

Segundo Afefy (2013), Kocher *et al.* (2012) Ben-Daya *et al.* (2009), os principais objetivos da TPM podem-se sintetizar-se nos seguintes pontos:

- Promover a máxima eficiência dos equipamentos/instalações;
- Criar e implementar um sistema de manutenção produtiva para a totalidade do ciclo de vida dos equipamentos;
- Envolver todas as funções da empresa que planeiam, definem ou usam o equipamento na implementação do TPM;
- Promover a participação ativa de todos, desde os operadores até aos gestores de topo;
- Criar pequenos grupos, que através da motivação, promovam as técnicas e métodos do TPM.

2.3.3 Principais perdas de produção

De forma a ser possível alcançar o objetivo principal do TPM, torna-se essencial que a manutenção deixe de ser vista como uma ação não produtiva e passe a ser uma ação predominante na empresa, sendo possível atingir as zero perdas, zero desperdícios e zero acidentes, eliminando as seis grandes perdas que diminuem o desempenho global dos processos produtivos, representadas na Tabela 8 (Dowlatshahi, 2008).

Tabela 8 – Principais perdas de produção, adaptado de (Ben-Daya *et al.*, 2009).

Perdas	Motivo
Perdas por paragens	Paragens devidas a falas ou avarias nos equipamentos.
	Paragens para configurações e ajustes – troca de ferramentas, afinação, etc.
Perdas de velocidade	Operações em vazio – esperas ou micro paragens.
	Reduções na cadência dos equipamentos, que provocam atrasos no processo produtivo.
Perdas por defeitos	Defeitos de qualidade e necessidade de retrabalho.
	Redução do processo produtivo, motivada pelo arranque e mudança de produtos.

2.3.4 Oito Pilares do TPM

A metodologia TPM envolve um plano de implementação de oito pilares, descritos na Tabela 9, que prepara um caminho para um excelente planeamento, organização, monitorização e controlo de práticas, resultando no aumento substancial da produtividade, através da manutenção controlada, redução de custos de manutenção e redução de tempos de preparação e de paragem (Kigsirisin *et al.*, 2016; Rajput & Jayaswal, 2012; Tortorella *et al.*, 2021).

Tabela 9 – Oito pilares do TPM, adaptado de (Ben-Daya *et al.*, 2009).

Pilares	Descrição
Manutenção autónoma	Todas as atividades rotineiras de manutenção do equipamento são executadas autonomamente pelos operadores do equipamento, senso de “da minha máquina cuido eu”, seguindo um conceito de trabalho em equipa.
Manutenção planeada	Planeamento e realização sistemática de atividades de manutenção, por técnicos qualificados, com o objetivo de se

	manter o equipamento em condições ideais de funcionamento, de forma a não haver interrupções não planejadas e avarias.
Melhoria contínua	Análise contínua com o intuito de identificar problemas no equipamento. Se for o caso, descobrir a sua causa e eliminá-la ou reduzir significativamente o seu efeito, promovendo uma melhoria na eficiência do sistema.
Formação e treino	Informar colaboradores sobre a tecnologia, controle de qualidade e competências interpessoais, promovendo uma qualificação pluridisciplinar dos operadores e o seu alinhamento com as metas organizacionais. Deve ser realizada uma avaliação e atualização periódica das competências.
Manutenção da Qualidade	Objetivo principal de atingir zero defeitos. Todas as atividades importadas à prática da manutenção devem estar documentadas, garantindo a eficiência de todas as atividades organizacionais.
Saúde, Segurança e meio ambiente	Objetivo principal de alcançar o Zero acidentes. Deve ser garantido um ambiente de trabalho seguro, prevenir erros humanos, promover um ambiente de trabalho apropriado e existir procedimentos operacionais padrão.
Office TPM	Melhorar as sinergias entre as várias funções da organização. Deve ser aplicada a metodologia 5S nos escritórios e áreas de trabalho.
Controlo Administrativo	Minimizar os problemas e o tempo de execução em novos Equipamentos, através da utilização e aprendizagem de sistemas existentes para a aplicação em novos sistemas e promovendo as iniciativas de melhoria da manutenção.

2.3.4.1 5S com base no TPM

O 5S é um método japonês utilizado na organização do espaço de trabalho, de uma forma limpa, eficiente e segura, a fim de alcançar um ambiente de trabalho produtivo. Esta ferramenta é uma base essencial ao TPM e um ponto de partida para qualquer empresa que queira ser reconhecida como um produtor responsável, digno de um

estatuto de classe mundial (Veres *et al.*, 2018). O método 5S inclui cinco fases, brevemente descritas na Tabela 10.

Tabela 10 – adaptado de (Costa *et al.*, 2018) e (Ribeiro *et al.*, 2019)

Nome	Descrição
<i>Seiri</i> (Organizar)	Eliminar tudo o que não é realmente necessário no local de trabalho.
<i>Seiton</i> (Arrumar)	Organizar todos os itens necessários, a fim de minimizar o tempo e o esforço de procura.
<i>Seiso</i> (Limpar)	Arrumar e limpar regularmente os equipamentos e o local de trabalho.
<i>Seiketsu</i> (Padronizar)	Normalizar, ou seja, documentar e uniformizar o método de arrumação e limpeza, através da utilização de procedimentos standard, para utilização diária.
<i>Shitsuke</i> (Disciplinar)	Disciplinar todos os colaboradores para que se mantenham os procedimentos referidos acima.

Com o desenvolvimento e evolução do TPM ao longo dos anos, surge um novo S, a Segurança. A Segurança surge devido à necessidade de compromisso entre a metodologia 5S com o enquadramento legal e normativo de Segurança e Saúde do Trabalho (SST) que as empresas têm de cumprir (Swanson, 2014).

Segundo (Jiménez *et al.*, 2015; Veres *et al.*, 2018) a metodologia 5S acarreta alguns objetivos que desenvolvem as seguintes vantagens:

- Melhoria do ambiente de trabalho;
- Prevenção de acidentes;
- Incentivo à criatividade;
- Redução de custos;
- Eliminação de desperdício;
- Fomentar o trabalho em equipa;
- Melhoria das relações humanas;
- Melhoria da qualidade de produtos e serviços.

2.3.4.2 Manutenção autónoma

Um dos oito pilares do TPM é a Manutenção Autónoma. Esta ferramenta tem como objetivo eliminar todos os desperdícios associados à paragem no sistema produtivo por avaria, que interferem diretamente no desempenho do processo.

Este é um tipo de manutenção de primeiro nível, diretamente ligado ao operador, com atividades de manutenção como limpeza, lubrificação e pequenos reapertos. Uma grande percentagem de anomalias pode ser evitada com este tipo de manutenção (Guariente *et al.*, 2017).

Por esta razão, a manutenção autónoma é essencial para a implementação do TPM, permitindo uma maior produtividade, com o apoio dos colaboradores da empresa.

Para a implementação deste pilar, é então necessário dar maior responsabilidade aos operadores, que devem estar plenamente conscientes do seu papel, garantindo tanto a qualidade do produto final, como o funcionamento eficiente das máquinas, podendo ser necessário serem feitas formações e avaliações aos colaboradores, de forma a alcançar uma melhoria significativa no desempenho dos equipamentos (Martins *et al.*, 2020).

2.3.5 Referências bibliográficas de trabalhos realizados

No desenvolvimento deste subcapítulo, foram utilizadas inúmeras referências bibliográficas de trabalhos práticos realizados, com sucesso, que visam a implementação do TPM na manutenção, das quais se salientam na Tabela 11.

Tabela 11 – Referências de trabalhos práticos – TPM.

Referências bibliográficas	Descrição do trabalho
(Ribeiro <i>et al.</i> , 2019)	<p>Este trabalho teve como objetivo a melhoria da disponibilidade de uma linha de produção de cárteres intermédios, considerada crítica, numa empresa da área automóvel. Para tal, foi feita uma implementação de TPM suportado por ferramentas <i>Lean</i>, tais como: 5S, <i>visual management</i>, treino e formação dos operadores.</p> <p>Esta aplicação resultou numa linha de produção mais organizada e, conseqüentemente, num aumento de 12% do valor de OEE, aumento de 31 horas no valor MTBF, diminuição de cerca de 1 hora no valor MTTR.</p>

(Pinto *et al.*, 2020)

O desafio deste trabalho foi a implementação de um plano estratégico de manutenção, com o objetivo de reduzir o número de intervenções curativas nos ativos. Desenvolvido numa empresa de embraiagens e controlos hidráulicos, foram introduzidos quatro pilares do TPM: Eliminação dos principais problemas, MA, MP, Formação e treino. Como principais resultados, foi atingido um aumento da disponibilidade das máquinas CNC, uma diminuição do tempo de paragem por falha de 23 e 38% e um aumento de 5% no OEE geral.

(Ferreira *et al.*, 2020)

Este projeto tem como objetivo a melhoria dos procedimentos de manutenção, com o intuito de aumentar a eficiência e eficácia. O projeto foi desenvolvido através de dados recolhidos de um estudo previamente realizado numa planta de processamento de comida. De forma a efetivamente se alcançar a melhoria no processo, foi estabelecida uma sequência, mais correta possível, de ferramentas a utilizar, entre elas: FMEA, SMED, 5S, RPR, MPR e MPC.

(Martins *et al.*, 2020)

Este caso de estudo, desenvolvido numa empresa dedicada ao desenvolvimento, produção e manutenção de transformadores de potência e transmissão, tem como objetivo a melhoria da gestão da manutenção preventiva, através da aplicação de diferentes métodos e filosofias, como a MPC e TPM. A Principal metodologia utilizada neste estudo foi de AR e obteve como resultados importantes poupanças na empresa, com uma redução de cerca de 120.000€.

(Guariente *et al.*, 2017)

Este projeto teve como principal objetivo o aumento da disponibilidade das máquinas e equipamentos, através da implementação da MA. Desenvolvido numa empresa dedicada ao fabrico de tubos de ar condicionado no setor automóvel, para a implementação de um dos pilares do TPM, foi necessário passar primeiro por alguns passos de mapeamento do setor, identificação de problemas e oportunidades de melhoria e, finalmente, a implementação faseada da MA. Isto resultou numa redução da taxa de avarias das máquinas e do MTTR, aumento do MTBF,

aumento de cerca de 10% do indicador de eficiência mensal e 8% do OEE.

(Dowlatshahi, 2008)

Este trabalho, desenvolvido na indústria maquiladora mexicana, teve como objetivo investigar a importância, o papel e a prevalência de manutenção industrial eficaz na indústria maquiladora, através de uma metodologia de AR juntamente com a realização de um questionário a diferentes colaboradores de várias empresas, recolha de dados e análise estatística, tendo sido concluído que: As funções de fabrico e engenharia representam uma grande percentagem das áreas de colaboração com o departamento de manutenção; Não existia capacidade dos principais gerentes para fornecer vários recursos para o adequado funcionamento da manutenção industrial; Os gerentes de topo desempenham um pequeno papel na manutenção; Falta de certificação ISO pelo especialista maquiladora.

(Vilarinho *et al.*, 2017)

Este projeto teve como objetivo criar um procedimento de *design* para desenvolver *dashboards*, que adotam princípios de *Kaizen*, TPM e *Visual managment*, para apoiar e melhorar o desempenho de equipamentos e processos produtivos, para implementar no chão de fábrica. Para tal, foi estudada uma empresa piloto de fundição que produz peças em ligas de alumínio, através de moldagem por injeção para a indústria automóvel, telecomunicações, entre outras. Este passou por várias fases: diagnóstico à área de produção, levantamento de requisitos para o *dashboard*, definição de *template*, assegurar a existência de recursos necessários e implementação, avaliação e melhoria do *dashboard* e ações associadas. A implementação do procedimento foi bem-sucedida, resultando em diversos benefícios para a empresa piloto. O desenvolvimento e implementação de novos recursos de suporte ao *dashboard* levou a uma reestruturação do sistema de, que resultou num sistema mais completo e organizado. Consequentemente, conseguiu-se um controlo mais rigoroso da eficácia dos processos e equipamentos. Por outro lado, todas as etapas do procedimento permitiram detetar lacunas e oportunidades de melhoria

associadas à gestão de desempenho de equipamentos e processos produtivos.

(Kigsirisin *et al.*, 2016)

Este trabalho foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Água *Mahasawat* (MHS), pertencente à Autoridade Metropolitana de Águas (MWA) na Tailândia, onde foram considerados dois grupos de cloradores para estudo. Teve como objetivo implementar a Estratégia dos Oito Pilares (EPS), uma das estratégias do TPM, para reduzir a quebra de equipamentos, diminuir a perda de água e aumentar a eficácia do equipamento. Como resultados, foram revelados a redução da taxa de falha e aumento de disponibilidade, eficiência e qualidade, após a prática de EPS. Deu-se um aumento no OEE (0.92% e 1.10%) e no NEE (1.75% e 2.08%) nas fases de ambos os casos. Como consequência, os cloradores foram capazes de operar continuamente por mais tempo com alta eficiência. E a usina pode produzir maior quantidade de água qualificada para os clientes, monitorando o processo de tratamento de água final via Custo Lucro.

(Wakjira *et al.*, 2012)

O objetivo deste artigo é avaliar as contribuições das iniciativas de TPM para melhorar o desempenho de uma indústria de fabrico de malte etíope. Este estudo foi realizado no setor de fabrico de *Asella Malt Industry, Asella*, Etiópia, África. Assim, foi feita uma implementação faseada do TPM. O valor OEE foi calculado e analisado antes e após a implementação. Nesta indústria é essencial maximizar a eficácia da produção, ou seja, examinar os *inputs* do processo de produção e identificar e eliminar as perdas associadas a cada um. Através do foco no processo TPM, o custo e a qualidade foram melhorados. O OEE melhorou significativamente e a deterioração do equipamento foi eliminada, por esta a operar com eficiência.

(Tortorella *et al.*, 2021)

Este artigo visa examinar a integração das tecnologias Indústria 4.0 nas práticas de TPM em várias empresas de fabrico de grande porte. Para isso, foi realizada uma investigação empírica com base em quatro estudos de caso em fabricantes localizados no Sul do Brasil. Guiado pela Teoria da *Diffusion of Innovation Theory* (DIT), os resultados

indicam que a integração da I4.0 no TPM resultam em benefícios e barreiras associadas aos atributos do DIT. A incorporação de tecnologias I4.0 ao TPM deve melhorar o processo de tomada de decisão, ajudando as empresas a alcançar a excelência operacional.

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA, DO PROCESSO E DO PROBLEMA

3.1 Apresentação da Empresa

3.2 Caracterização da Empresa

3.3 Caracterização do Problema

3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA, DO PROCESSO E DO PROBLEMA

No capítulo anterior descreveram-se as ideias e as ferramentas teóricas fundamentais ao desenvolvimento da presente dissertação. Este capítulo é dedicado à apresentação da empresa, do processo e dos problemas encontrados.

3.1 Apresentação da Empresa

A *Efacec Power Solutions* (EPS) é uma empresa portuguesa, fundada em 1948, com sede em Arroiteia-Leça do Balio, que opera nas atividades de energia, engenharia, transportes e mobilidade. Com cerca de 2000 colaboradores, apresenta um perfil fortemente exportador, com presença em quase todos os continentes, incluindo países como Espanha, Europa central, Índia, Argélia, Angola, Moçambique, Brasil, Chile, Argentina, França, Grécia, Tunísia, Marrocos, Dinamarca, Suécia e EUA, representados na Figura 8.– Países de Atuação. Fonte: Efacec.

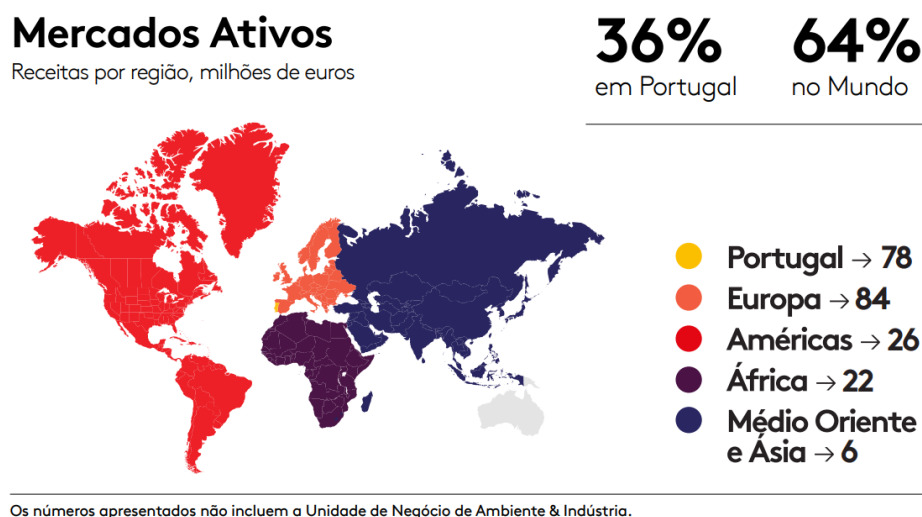


Figura 8 – Países de Atuação. Fonte: Efacec.

3.1.1 Evolução Histórica da Empresa

Na Figura 9 é apresentada a evolução da história da EPS.

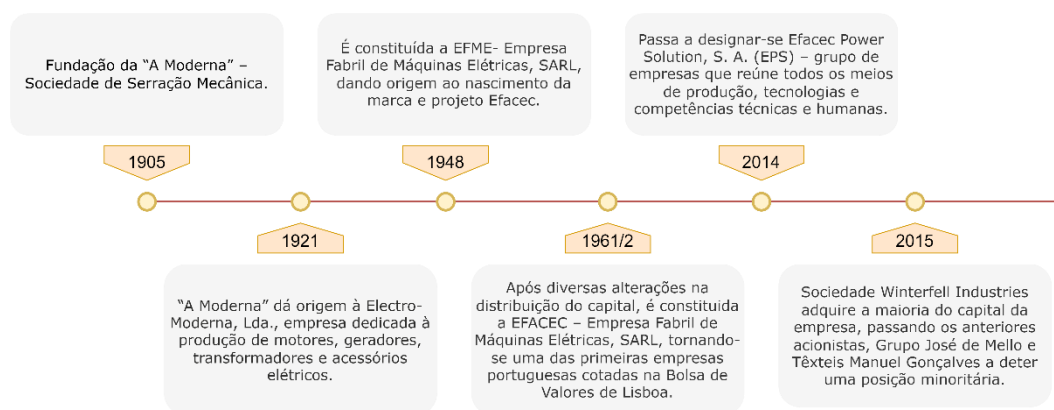


Figura 9 – Revisão histórica da EPS. Adaptado de (www.efacec.pt, Quem-somos, 2022)

3.1.2 Missão, Visão e Valores

Nos dias de hoje, mais virada para o futuro e preparada para novos e importantes desafios, a EPS afirma ser uma marca de prestígio e uma das maiores empresas industriais do país, graças à sua capacidade de resiliência, adaptabilidade e aptidão para inovar.

Na Tabela 12 é apresentado a visão, missão, propósito e valores da EPS.

Tabela 12 – Visão, Missão, Propósito e Valores da EPS. Adaptado de (www.efacec.pt, Quem-somos, 2022)

Visão	Antecipar soluções para um mundo sustentável na nova era energética.
Missão	Criar valor com soluções de Energia, Ambiente e Transportes que melhoram o dia a dia de todos, através da integração de diferentes competências e das tecnologias mais inovadoras. Desenvolver pessoas numa organização de aprendizagem e melhoria contínua.
Propósito	Acreditar e trabalhar para um futuro melhor e mais inteligente.

Valores

- **Fiabilidade:** Assegurar rigor em todas as etapas do ciclo de produção: inovação, criação, desenvolvimento e entrega. 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 know-how 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, fugindo da uma zona de conforto;
 - **Humanismo:** É uma equipa feita de pessoas e para pessoas, que em conjunto com 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, atua no desenvolvimento de infraestruturas para importantes sectores da atividade económica, tais como:

- Produtos de energia – Transformadores (TRf), *Service* (SRV), aparelhagem e automação (AMT);
- Sistemas (ASE) – Energia, ambiente e indústria e transportes;
- Mobilidade (EEM) – Mobilidade elétrica.

Na Tabela 13, são apresentados os produtos desenvolvidos na fábrica TRF, situada no polo da Arroiteia, onde foi elaborado o projeto.

Tabela 13 – Produtos desenvolvidos na fábrica TRF da EPS. Adaptado de (www.efacec.pt, Quem-somos, 2022)

Descrição	Imagem
Transformadores de Potência (PT) do tipo <i>Shell</i>	
Transformadores de Potência (PT) do tipo <i>Core</i>	
Transformadores de Distribuição (DT) do tipo Herméticos (Imersos), incluindo: <ul data-bbox="296 1541 608 1653" style="list-style-type: none">• <i>Large Distribution Transformers (LDT)</i>;• <i>Pole Mounted</i>.	

Transformadores de Distribuição (DT) do tipo *PowerCast* (Secos)



Subestações Móveis



Service (SRV)



3.2 Caracterização da Empresa

A EPS está dividida entre o Polo da Arroteia-Leça do Balio e a sucursal da Maia. A Figura 10 representa, respetivamente, o Polo Arroteia-Leça do Balio e o Polo Maia da EPS.



Figura 10 – Polo Arroteia-Leça do Balio e Polo Maia da EPS, respetivamente.

O Polo Arroteia-Leça do Balio é constituído por quatro centros de produção TRF e um centro de *Service*. Neste polo estão integrados processos de fabrico de alguns componentes, montagem, secagem, tratamento de óleo, reparação de transformadores e reparação de motores, assim como armazéns de matérias-primas e componentes.

Já o Polo situado na Maia é constituído por dois principais centros de trabalho, um deles direccionado aos sistemas de energia, ambiente e transportes e o outro direccionado à Mobilidade eléctrica.

A Figura 11 representa a distribuição dos centros de produção TRF, *Service* (SRV), e o departamento de manutenção industrial (DMI), na área industrial da Arroteia.

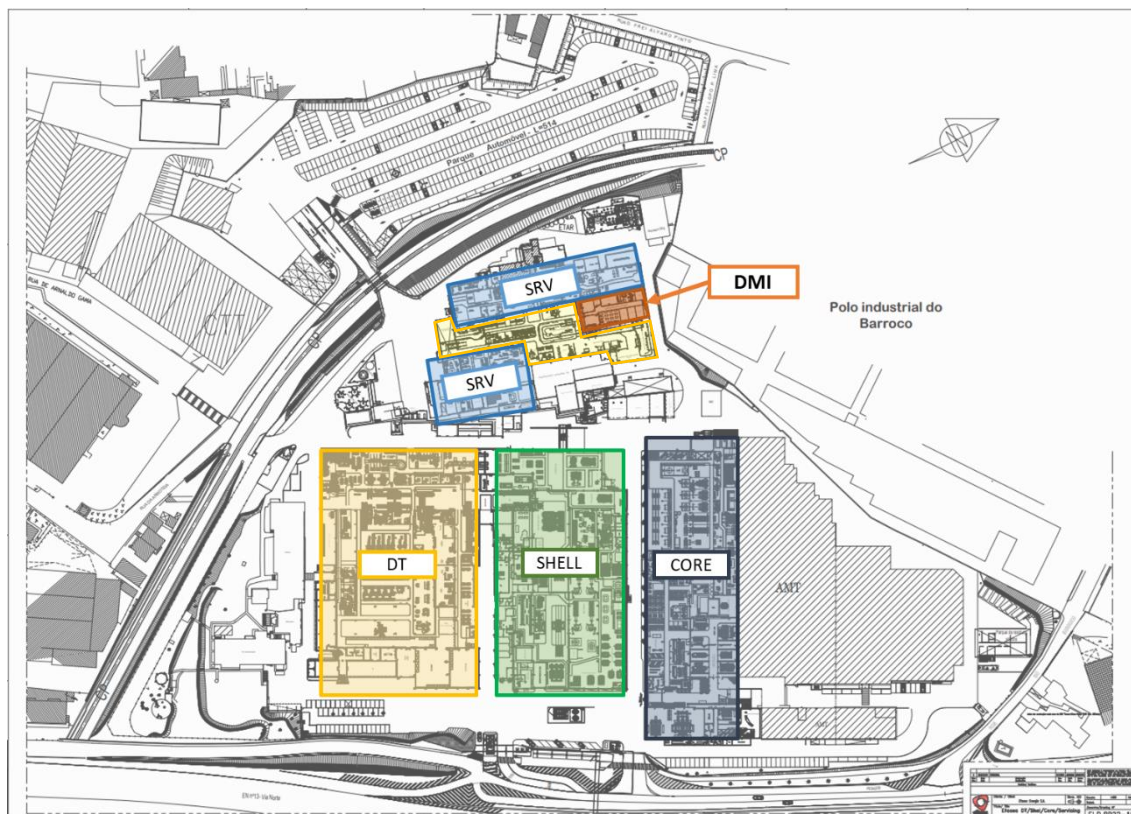


Figura 11 –Distribuição dos centros de produção existentes no Polo da Arroteia da EPS.

De forma a compreender a distribuição dos equipamentos na EPS, foi elaborado um levantamento de informação relativamente ao tipo e quantidade de equipamentos existentes por unidade. A Figura 12 representa o número de equipamentos existentes e a sua distribuição por cada unidade de produção.

	TRF	SRV	AMT	ASE	EEM
Equipamentos Elevação (Pontes rolantes)	126	12	20	4	2
Acessórios de Elevação (Correntes)	144	41	30	3	4
Equipamentos de movimentação de carga (Empilhadores, Porta-paletes)	60	6	20	5	18
Equipamentos Auxiliares (Escadas, plataformas de trabalho e Estropos)	444	100	45	10	19
Equipamentos genéricos (Máquinas e Instalações)	564	148	50	79	37
Ferramentas portáteis	500	80	400	179	142
Equipamentos de gás	46	9	3	0	0
Equipamentos de medida (Sujeitos a calibração)	981	325	97	383	177
Total	2865	721	665	663	400

Figura 12 – Distribuição do tipo de equipamentos na EPS.

No âmbito deste projeto, apenas os equipamentos que se encontrem nos seguintes grupos: Equipamentos de Elevação; Equipamentos Genéricos e Equipamentos de Gás foram considerados, uma vez que estes são os grupos de intervenção pela manutenção industrial.

3.2.1 Centro de Produção DT

No centro de produção DT são fabricados os transformadores de distribuição seguintes (www.efacec.pt, Quem-somos, 2022) :

- Transformadores trifásicos de distribuição herméticos, imersos em óleo mineral, de 50 kVA a 20 MVA, até 72,5 kV, para instalações interior ou exterior;
- Transformadores trifásicos de distribuição secos, capsulados em resina, de 250 a 6300 kVA, até 36 kV, comercialmente designados por *PowerCast*;
- Transformadores trifásicos de distribuição de 50 a 100 kVA, até 36 kV, herméticos, imersos em óleo mineral, para instalação interior ou exterior, designados de *Pole Monted*;
- Transformadores trifásicos de distribuição do tipo LDT (*Large Distribution Transformers*) de 7 MVA.

Para desenvolvimentos destes produtos, existem os seguintes Centros de Trabalho no edifício DT, representados na Figura 13:

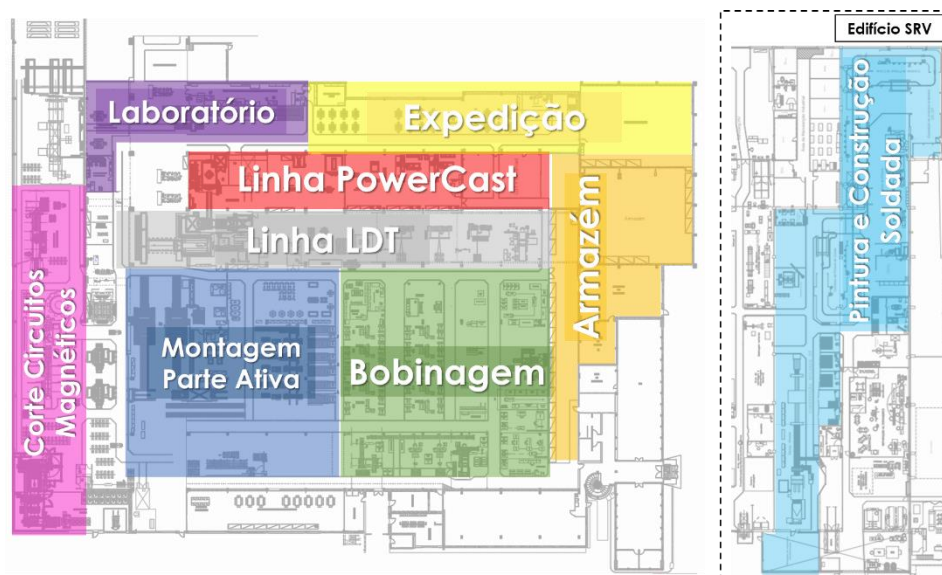


Figura 13 – Centros de trabalho alocados no Centro de produção DT.

Neste Centro de Produção estão alocados cerca de 200 equipamentos, dos quais se destacam, dentro do tipo de equipamentos genéricos:

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

3.2.2 Centro de Produção SHELL

No centro de produção Shell são fabricados transformadores de potência até 1500 MVA e de 525 kV até 1625 kV. Este tipo de transformador é constituído por bobinas retangulares de pequena espessura e grandes superfícies. Estas, por sua vez, 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, três conjuntos monofásicos ligados por uma tampa comum, que recebem as travessias e as ligações entre fases e regulador em carga. (www.efacec.pt, Quem-somos, 2022)

Para o possível desenvolvimento deste produto, existem os Centros de Trabalho, representados na Figura 14.

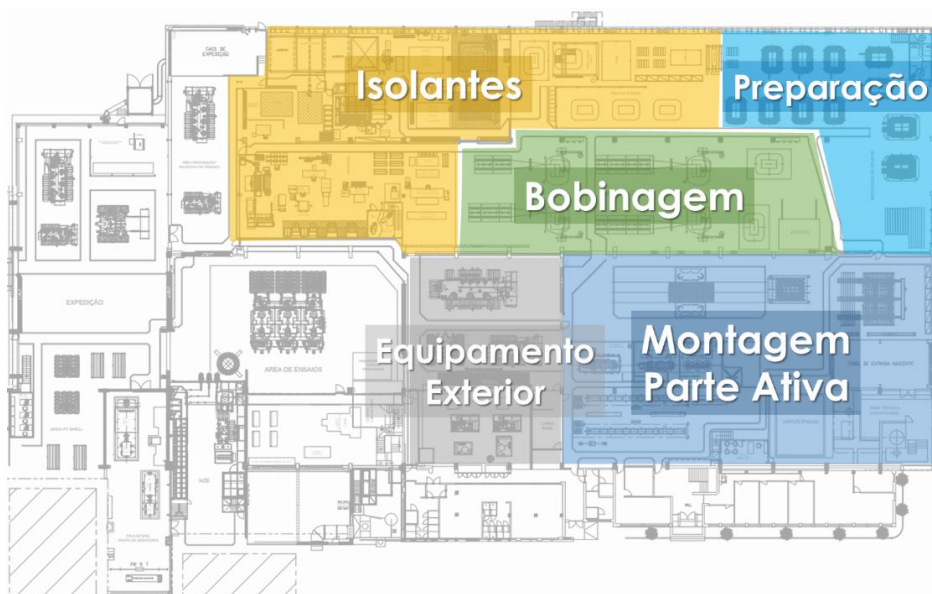


Figura 14 – Centros de trabalho alocados no Centro de produção SHELL.

Neste Centro de Produção estão alocados cerca de 190 equipamentos, dos quais se destacam alguns, dentro do tipo de equipamentos genéricos, tais como:

- Equipamentos de transporte a almofadas de ar;
- Fresadora CNC;
- Instalação de secagem de transformadores – *Vapour-Phase* (VP);
- Máquinas de fresar e biselar cartão.

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. Este tipo de transformador é constituído por bobinas cilíndricas, de pequena espessura e grande superfície. Estas, por sua vez, 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, 2022)

Para o possível desenvolvimento deste produto, existem os Centros de Trabalho, representados na Figura 15.

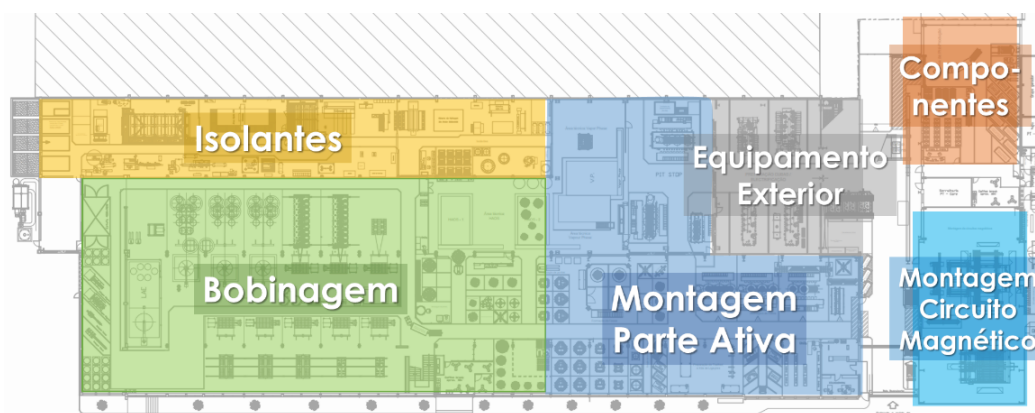


Figura 15 – Centros de trabalho alocados no Centro de produção CORE.

Neste Centro de Produção estão alocados cerca de 180 equipamentos, dos quais se destacam, dentro do tipo de equipamentos genéricos:

- Bobinadoras;
- Instalação de secagem de transformadores – VP;
- Fresadora CNC;
- Máquinas de corte.

3.2.4 Centro de Produção Comum entre SHELL e CORE

Na fábrica TRF existem ainda centros de produção CORE e SHELL que trabalham paralelamente na mesma área fabril, uma vez que executam trabalhos semelhantes em determinadas fases do processo de fabrico.

Na Figura 16 são representados os centros de produção comuns entre SHELL e CORE.

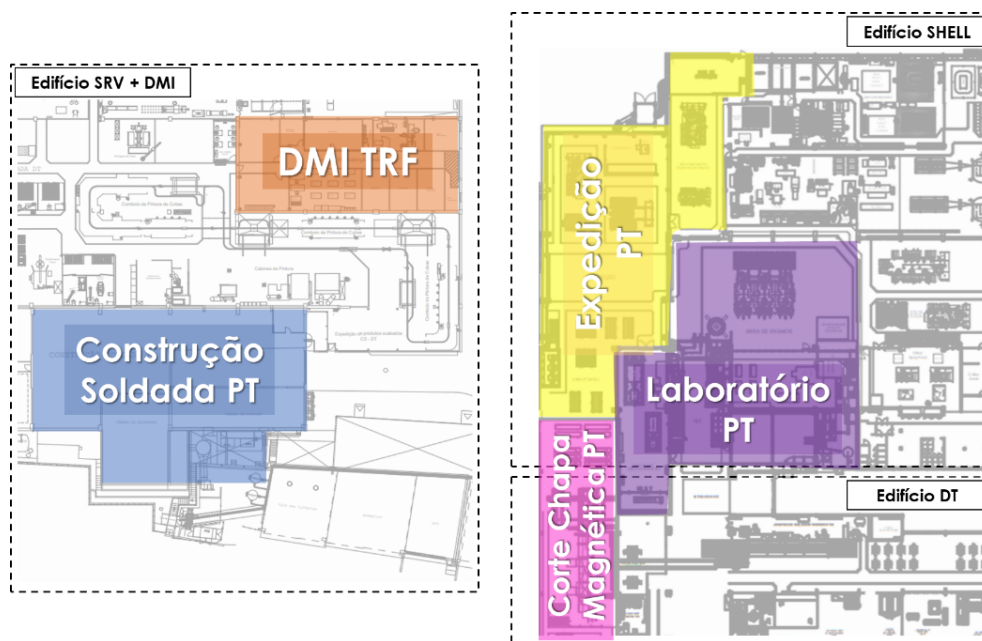


Figura 16 – Centros de produção comuns entre SHELL e CORE.

Uma vez que se encontram envolvidos dois centros de produção diferentes, o planeamento nestas áreas deve ser muito bem definido e estruturado, representando uma importância significativa no processo.

Nesta junção de centros de trabalho encontram-se alocados cerca de 80 equipamentos genéricos, dos quais se destacam:

- Laboratório de ensaios;
- Máquina de corte de chapa magnética;
- Unidades de tratamento e enchimento de óleo.

3.2.5 Caracterização dos Ativos segundo a sua Criticidade

Na EPS, para além da divisão realizada segundo o tipo de equipamento, os ativos encontram-se subdivididos consoante o seu nível de criticidade. Esta diferenciação tem como objetivo definir a estratégia de ação, de forma a priorizar os equipamentos em função das suas classes.

Esta metodologia de classificação interna da criticidade dos equipamentos, elaborada por uma equipa multidisciplinar, constituída pelos departamentos de Manutenção, Engenharia, Produção e Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS), tem como base uma técnica de análise qualitativa, no entanto, sempre que possível, auxiliada de uma técnica de análise quantitativa.

Os critérios definidos para a avaliação dos ativos são a Qualidade, a Segurança e o Ambiente, a Disponibilidade, os Custos e a Complexidade Tecnológica. Cada um destes critérios é categorizado em três níveis de avaliação, conforme se verifica na Tabela 14.

Tabela 14 – Critérios de avaliação dos ativos e 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
DISPONIBILIDADE Efeitos sobre o processo produtivo	Interrompe totalmente a produção	Interrompe parcialmente a produção	Não interrompe a produção
CUSTOS Valores monetários envolvidos nas reparações	Elevados	Moderados	Baixos
AMBIENTE E SEGURANÇA Riscos potenciais para as pessoas e meio ambiente	Risco de acidente grave	Risco moderado de acidente	Risco mínimo de qualquer tipo de acidente

COMPLEXIDADE**TECNOLÓGICA**

Efeitos sobre o tempo de reparação, especialização e material	Tempo de reparação elevado ou requer alta especialização	Tempo de reparação e especialização moderados	Não apresenta riscos
---	--	---	----------------------

A atribuição da classificação dos ativos encontra-se dividida em três classes: a Classe 1, Classe 2 e Classe 3, em função dos critérios analisados na Tabela 14.

A **Classe de Criticidade 1** diz respeito aos equipamentos que afetam diretamente a qualidade do produto ou que envolvam riscos elevados para a segurança pessoal ou ambiental. Pertencem ainda os ativos que interrompam totalmente a produção ou envolvam elevados custos de reparação, ou que exijam um tempo de reparação elevado ou alta especialização por parte dos técnicos de reparação.

Desta forma, os ativos definidos com a Classe 1 são os que satisfazem a condição seguinte:

- A existência de pelo menos um dos fatores de Nível A assinalados na Tabela 15.

Tabela 15 – Critérios de avaliação de Criticidade 1.

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

A **Classe de Criticidade 2** é composta por equipamentos que afetem indiretamente a qualidade do produto ou interrompam parcialmente a produção, ou que apresentem riscos, custos e uma complexidade tecnologia moderados.

Assim, os ativos definidos com a Classe 2 são os que satisfazem a condição seguinte:

- A existência dos fatores de Nível B assinalados na Tabela 16.

Tabela 16 – Critérios de avaliação de Criticidade 2.

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

A **Classe de Criticidade 3** representa os equipamentos que não afetam diretamente a qualidade do produto, nem causam qualquer risco a nível de segurança e ambiente, não interrompam a produção e possuam custos e uma complexidade tecnológica com baixo impacto.

De modo que, os ativos definidos com a Classe 3 são os que satisfazem as condições seguintes:

- Apenas a existência do fator de Nível B assinalado na Tabela 17;
- A existência de algum dos fatores de Nível C assinalados na Tabela 17;
- Os restantes casos não contemplados anteriormente.

Tabela 17 – Critérios de avaliação de Criticidade 3.

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

Na Figura 17 é apresentada a base de dados relativa à criticidade dos equipamentos na EPS. A partir desta ferramenta, desenvolvida no *Software MExcel®*, é possível verificar a definição do tipo de equipamento e realizar o controlo e rastreio da criticidade dos equipamentos da EPS.

efacec Transformadores		DMI-Departamento Manutenção Industrial				EfacecTRF		Critico 2 - Critico 3 - Não Critico
Lista de Equipamentos Críticos								
Área	Cód BaaN	Equipamento	Marca	Ano	Modelo	2022		
Power/Cast	40M333	Punçoadora Pneumática	Efacec?					3
Power/Cast	40M338	Guilhotina EBA 6655	EBA	2013				3
Secagem Enchimento	40AQC139	Estufa eléctrica (entrada cubas)	A. Eléctrica	2007	E.G.	449		3
Secagem Enchimento	40AQC157	Estufa eléctrica (duas portas)	M. SIMÕES & CA.	1972	CBC-M-3X1.8X4	1653/1		3
Secagem Enchimento	40AQC158	Estufa a gás	A. Eléctrica	2006	EG	423		3
Secagem Enchimento	40ECH148	Instalação de secagem e enchimento (CIDOF)	HEDRICH					2
Secagem Enchimento	40ECH149	Instalação de secagem e enchimento HAVOF	EFACEC	2007	HAVOF			2
Secagem Enchimento	40ECH150	Máquina de ensaio de cubas	EFACEC	2008	DEI (MP)			3
Secagem Enchimento	40M269	Grupo de vácuo móvel - combi	Busch	2009	BU200903	060309-A		2
Secagem Enchimento	40M331	Máquina Atesto Transformadores com Óleo (MATO)	EFACEC		DEI-MATO	1		3
Power/Cast	40MTG246	Mesa de Montagem de Power Cast - Pequena	EFACEC					3
Chapa Magnética	10M037	Linha Corte Chapa Magnética	GEORG	1992	TBA/ME 800x5000	3258		1
Chapa Magnética	10M422	Virador de bobines motorizado	ACL	2011	VM-3500	017/2011		3
Chapa Magnética	10P046	Ponte rolante (GEORG PT)	TEGOPI		6,3 TON	1922		3
Construção Soldada	10M055	Instalação de decapagem	Efacec					1
Construção Soldada	10M056	Câmara de Pintura Grandes Cubas	A. Eléctrica	1992				2
Construção Soldada	10M095	Furadora radial	E.F.L.		AJAX	7103		3
Construção Soldada	10M097	Serra fita	FABRIS	1997	SN250	2574		3
Construção Soldada	10M317	Máquina Dobrar Tubos	Paul Averbach					3
Construção Soldada	10M318	Furadora Radial c/ mesa	MakIMAK (MACOSER)	2008	MF 40 PC	804062		3

Figura 17 – Lista de equipamentos Críticos na EPS

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. Para além disso, na EPS a criticidade dos equipamentos é muito volátil, uma vez que esta é uma empresa de engenharia na qual o tipo, quantidade, prazos de entrega, entre outros fatores, dependem muito das encomendas recebidas, o que significa que um

equipamento que num certo ano não seja considerado crítico, possa vir a ser no ano seguinte e vice-versa, por esta razão, este documento deve ser atualizado anualmente conforme a metodologia descrita anteriormente.

Na Figura 18 é possível observar a distribuição dos ativos, em 2022, pelas três classes de Criticidade, na fábrica de transformadores da EPS. Na classe de Criticidade 1, ativos alvo de uma análise mais detalhada, o número de equipamentos é 31, correspondendo a 4% do número total de equipamentos. Na classe de Criticidade 2, o número de equipamentos é 71, ou seja, 10% do total. Na classe de Criticidade 3, o número de equipamentos é de 636, ou seja, os restantes 86%.

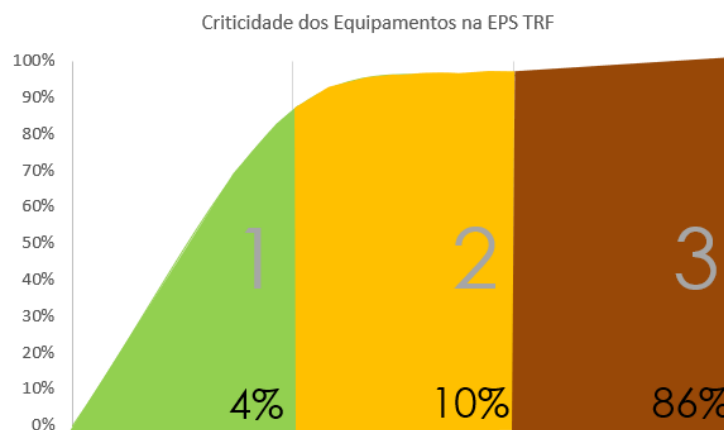


Figura 18 – Distribuição da criticidade dos ativos na EPS, de acordo com a ferramenta referida.

3.2.6 Estrutura organizacional DMI

O projeto para o desenvolvimento da presente dissertação foi realizado no Departamento da Manutenção Industrial Transformadores (DMI TRF) da EPS.

A estrutura a nível organizacional do departamento, representada na Figura 19, é composta pelo responsável do DMI, um responsável de Logística, com a tarefa de gestão de stocks, ordens de serviço e ordens de compra, um responsável pelas MP's e um responsável pelas MC's, os quais gerem os sete técnicos responsáveis pelas intervenções nos equipamentos, dependendo da necessidade.

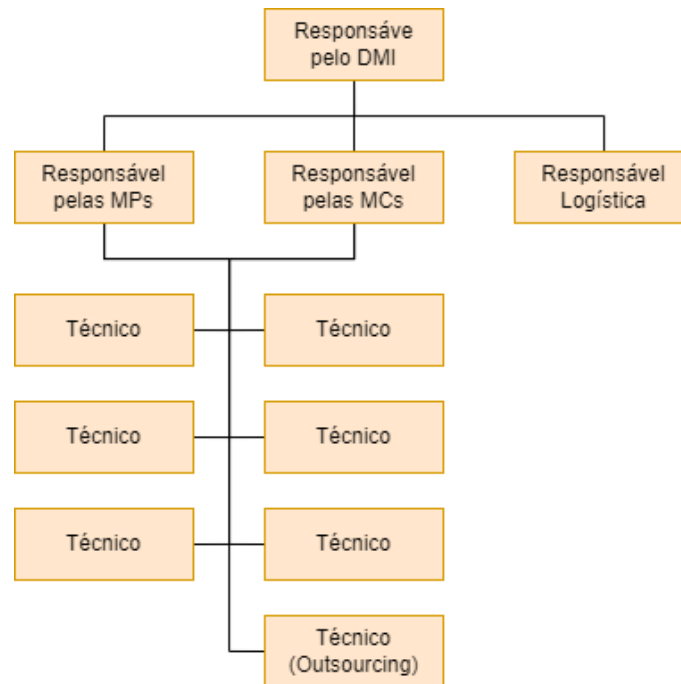


Figura 19 – Organograma estrutura DMI

3.3 Caracterização do Problema

No âmbito da aplicação da metodologia *Action Research*, o primeiro passo para o desenvolvimento do caso prático baseou-se na observação, identificação e análise dos problemas.

Após uma análise e avaliação geral pela gestão da manutenção, em conjunto com os elementos da equipa técnica, através de *brainstorming*, foram detetados alguns pontos negativos nos processos internos.

Alguns dos problemas identificados foram:

- Elevada necessidade de intervenções corretivas;
- Falta de *software* dedicado à gestão da manutenção;
- Falta de registos e baixa organização de dados;
- Falta de KPI's de apoio à gestão;
- Desperdícios ambientais.

Estes problemas resultam na presença de:

- Bases de dados desatualizadas e desorganizadas ou sem registos e pouco fidedignas;
- Idade média dos equipamentos em TRF superior a 15 anos;
- MP's contemplam substituições periódicas e programadas sem ter em consideração estado efetivo do equipamento;
- Inexistência do controlo global da eficiência do equipamento, impossibilitando a identificação e resolução de perdas;
- Indevida utilização de recursos;
- Registos de Manutenção Preventiva pouco detalhados e incompletos.

3.3.1 Análise dos Indicadores de Desempenho

3.3.1.1 Relação Entre Número de Falhas e Número de Intervenções Preventivas

Apesar do elevado número de intervenções preventivas, o número de falhas na EPS tem vindo a apresentar valores muito significativos, ao longo dos anos. É possível observar esta comparação entre intervenções preventivas e corretivas na Figura 20 e Figura 21.

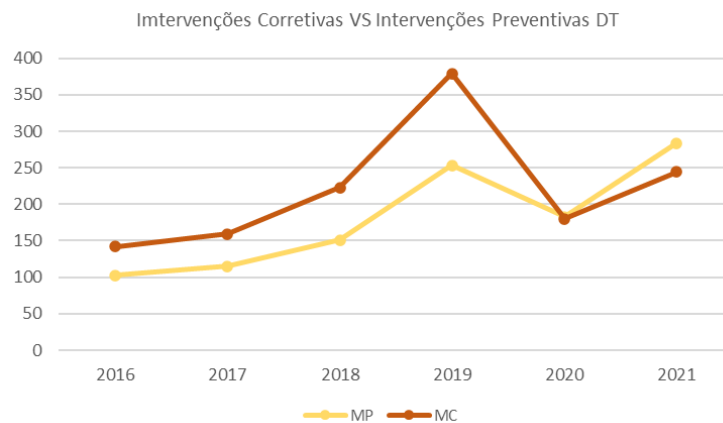


Figura 20 – Total de falhas e total de intervenções preventivas nos centros de produção DT da EPS.

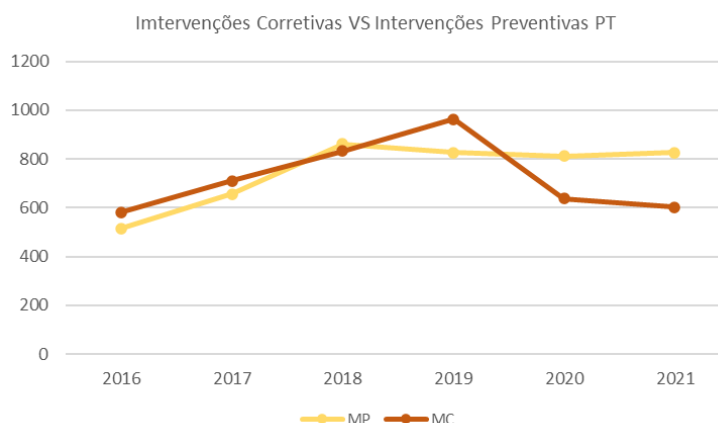


Figura 21 – Total de falhas e total de intervenções preventivas nos centros de produção PT da EPS.

Um dos fatores que contribuiu para o aumento constante do número de falhas, representadas nos gráficos até 2019, está relacionado com o aumento das jornadas de trabalho dos equipamentos, originando uma maior taxa de desgaste dos mesmos. A diminuição súbita de intervenções corretivas a partir do ano de 2020 nos dois centros de produção encontra-se associada à redução radical da produção, devido à situação pandémica vivida, resultando na falta de recursos e paragem de equipamentos.

Na Figura 22 e Figura 23 é possível verificar a proporcionalidade existente entre a produção e o número de falhas, nos últimos quatro anos.

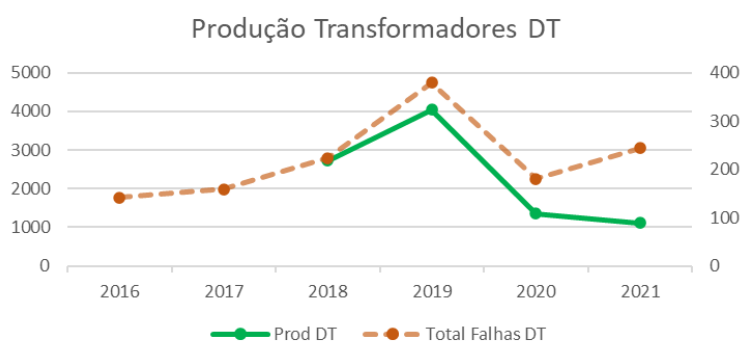


Figura 22 – Variação da produção total nos centros de produção DT da EPS.

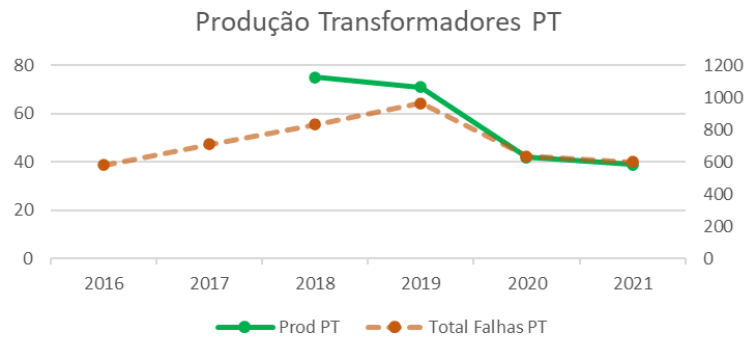


Figura 23 – Variação da produção total nos centros de produção PT da EPS.

Nos gráficos das figuras acima apresentados é ainda possível verificar que, apesar da tentativa de acompanhamento do aumento das incidências com intervenções preventivas, é notável a existência de mais intervenções curativas do que preventivas. Um dos fatores que contribuiu para este aumento foi a falta de assertividade das MP's, assim como a ausência ou ineficiência de manutenções de 1º nível nos equipamentos.

A análise dos gráficos permite ainda salientar a ausência de evolução das MP's, nos últimos quatro anos, resultando na estabilidade apresentada.

3.3.1.2 Taxa de Cumprimento do Plano de Manutenções Preventivas

A taxa de cumprimento do Plano de Manutenções Preventivas (PMP) na EPS em 2021 resultou em 95.2%, que vai ao encontro do objetivo fixado pela empresa de 95%. No entanto é possível verificar na Figura 24 uma diminuição da taxa, que em 2019 foi de 97%, ao longo dos anos.

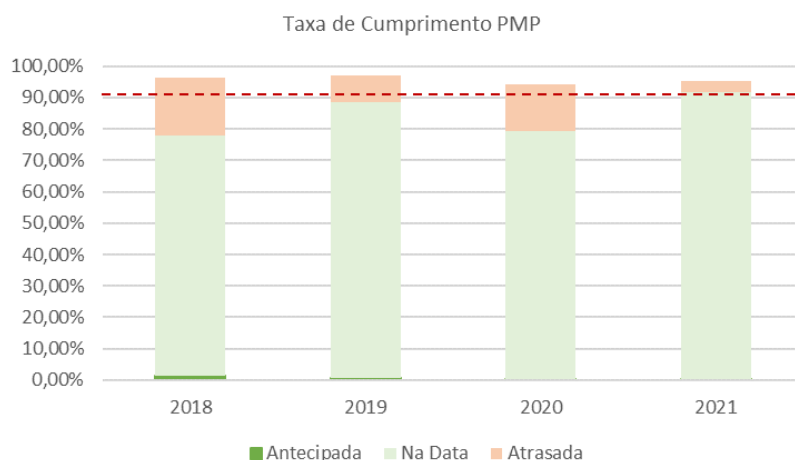


Figura 24 – Taxa de cumprimento do plano de manutenções preventivas ao longo dos anos.

Pela análise do gráfico da Figura 24, é possível verificar que, apesar do cumprimento do PMP estipulado, existe um valor de manutenções preventivas atrasadas muito alto e uma evidente redução da taxa de cumprimento de MP's, nos dois últimos anos.

O facto de o resultado da análise da taxa de cumprimento do PMP estar de acordo com os objetivos estipulados, representa a ineficácia das intervenções preventivas realizadas, uma vez que não cumprem com o objetivo de prevenir com eficiência as manutenções corretivas, verificando-se com alguma regularidade a existência de anomalias, mesmo após a realização de preventivas.

3.3.1.3 Status dos Equipamentos

Um dos fatores relevantes na adequação das manutenções preventivas é a idade dos equipamentos. A Figura 25 representa a distribuição da idade dos equipamentos no polo da Arroteia da EPS.

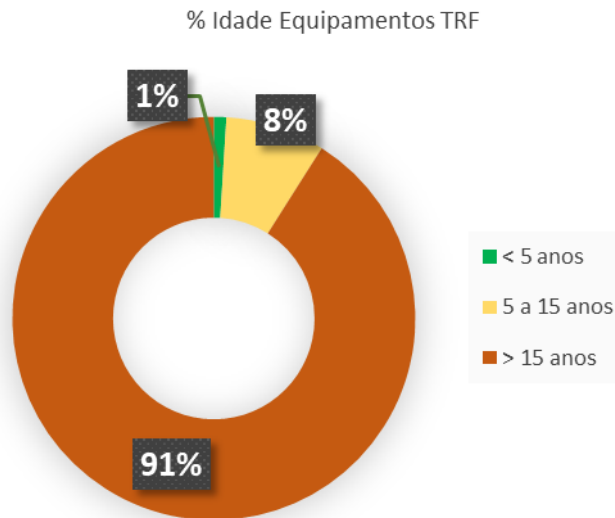


Figura 25 – Distribuição da idade dos equipamentos na EPS em TRF.

Como é possível verificar no gráfico da Figura 25, dos equipamentos existentes na unidade TRF, aos quais são realizadas manutenções preventivas na unidade TRF, cerca de 90% apresenta idade avançada. Uma vez que a idade, e consequente degradação dos equipamentos, é um fator de risco de avaria, deveria haver uma grande incidência de manutenções preventivas ou uma excelente eficácia nesse tipo de intervenções nestes equipamentos.

Outro fator importante são as alterações efetuadas nos equipamentos. Após ter sido realizado algum *upgrade*, é importante atualizar a sua manutenção, uma vez que esta pode já não ter os procedimentos corretos ou até em falta.

Também deve ser tido em conta a taxa de utilização de um certo equipamento, sendo esta mais um fator de degradação. É importante, por isso, adequar a manutenção do equipamento ao seu atual regime de utilização, de forma a não existirem MP's em exagero ou avarias por falta de intervenções.

3.3.1.4 *Tempo de Realização de Manutenções Preventivas*

O processo de realização de uma intervenção de manutenção preventiva, representado no fluxograma da Figura 26, inicia-se com a emissão do pedido de MP, pelo responsável do DMI, de acordo com o plano elaborado previamente, e prolonga-se por várias fases ao encargo do responsável das MP's, até ser efetivamente realizada a operação pelos técnicos de manutenção. Todo este processo termina apenas após a verificação e validação pelo responsável de MP's dos registos elaborados e posterior registo informático dos mesmos.

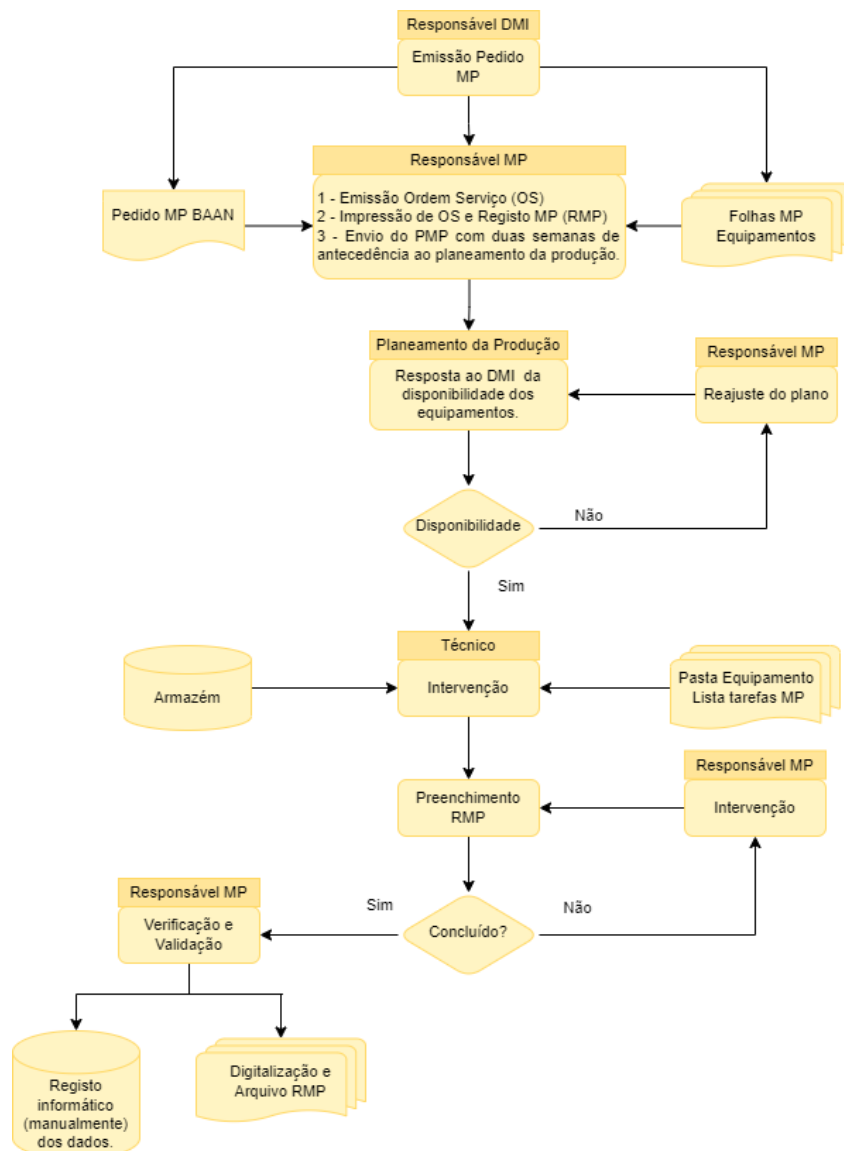


Figura 26 – Fluxograma de execução de uma intervenção de Manutenção Preventiva.

De forma a compreender o nível de assertividade dos Manuais de Manutenção Preventiva (MMP) e a distribuição do tempo necessário pelas tarefas realizadas em todo o processo, foi realizado um acompanhamento a todos os membros presentes no processo, de modo a perceber os pontos em que esta estrutura poderia vir a ser melhorada. Na Figura 27 é apresentado um exemplo da distribuição dos tempos numa intervenção de manutenção preventiva.

Responsável	Tarefa	Tempo (min)	Tempo (%)
Resp. MP ou Resp. DMI	#1 Gerar OS (BAAN)	1,5	0,2%
	#2 Imprimir OS	1,5	0,2%
	#3 imprimir RMP *1	3	0,5%
	#4 atribuição de MP aos técnicos	2	0,3%
Técnicos	#5 tempo de intervenção	477	71,9%
	#6 Procura de Spares	20	3,0%
	#7 Procura de Ferramentas	12	1,8%
	#8 Esperas	44	6,6%
	#9 Deslocações	23	3,5%
	#10 Transporte	15	2,3%
	#11 Discussões	35	5,3%
	#12 Preparação	14	2,1%
	#13 Preenchimento RMP (após realização)	5	0,8%
Resp. MP ou Resp. DMI	#14 verificação e validação da MP pelo responsável	5	0,8%
	#15 digitalização	2	0,3%
	#16 tempo de registo da MP no sistema *2	3	0,5%
	#17 Passar informação para excel OS	0,75	0,1%
TOTAL (min/MP)		663,75	100%
TOTAL DESPERDÍCIO		186,75	28%

*1. Ir a pasta, escolher, abrir pdf e imprimir. Ir à impressora, levantar, organizar, agrafar.

*2. Ir ao email, abrir, transferir.

Figura 27 – Tempo médio de realização de uma MP no VP do centro de produção SHELL.

O levantamento apresentado na Figura 27 realizou-se numa intervenção de manutenção preventiva ao equipamento *Vapour Phase* (VP), localizado no centro de produção Shell, onde foram encontradas as situações seguintes:

- Falta de preparação das ferramentas necessárias;
- Tempo desperdiçado na procura de *Spares*, devido à desorganização do armazém;

- Tempo desperdiçado na execução de tarefas manuais que poderiam ser realizadas automaticamente pelo ERP – cerca de 12% do desperdício;
- Desorganização da zona de trabalho, obrigando os dois técnicos a esperarem, até que a produção resolvesse a situação;
- Inexistência de controlo da duração da intervenção, impossibilitando a utilização de indicadores de desempenho;
- Ferramentas desajustadas à tarefa;
- Indevida definição das tarefas a realizar, provocando algumas dificuldades na tomada de decisão pelos técnicos.

3.3.2 Resumo dos Principais Problemas Identificados

Na Tabela 18 são apresentados os principais problemas identificados no DMI da EPS de forma resumida.

Tabela 18 – Resumo dos principais problemas encontrados no DMI da EPS.

Área	Descrição do Problema
Gestão/Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> • Indevida utilização de recursos; • Falta de registo de atualizações nos equipamentos; • Idade média dos equipamentos elevada.
MMP	<ul style="list-style-type: none"> • Ineficiência das manutenções preventivas; • Registos de Manutenções preventivas pouco detalhados e desatualizados;
Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de dados para análise de resultados; • Dificuldade de interação com ERP.

DESENVOLVIMENTO DO CASO DE ESTUDO E RESULTADOS

4.1 Metodologia de Abordagem dos Problemas

4.2 Indicadores de Desempenho da Manutenção Implementados

4.3 Custos de Manutenção

4 DESENVOLVIMENTO DO CASO DE ESTUDO E RESULTADOS

4.1 Metodologia de Abordagem dos Problemas

A segunda fase da metodologia *Action Research* assenta na definição de novas ações face aos problemas identificados e nos objetivos propostos.

Após a elaboração de uma análise geral em torno do DMI da EPS e abordados todos os pontos com necessidades de melhoria, tendo em consideração a disponibilidade e confiança nos dados obtidos, pode ser iniciada a fase de apresentação de soluções que funcionam como resposta aos problemas encontrados.

Na Tabela 19, estão apresentadas as principais resoluções para os problemas apresentados na secção 3.3.2.

Tabela 19 – Resumo das possíveis soluções para os principais problemas no DMI da EPS.

Área	Descrição de Possíveis Soluções
Gestão/Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de uma aplicação de apoio à gestão de recursos, com registos de atividades e atualizações nos equipamentos; • Otimização do Layout do DMI.
PMP	<ul style="list-style-type: none"> • Revisão e atualização dos RMP, de forma a diminuir os desperdícios nas intervenções; • Otimização dos RMP através da introdução de técnicas de monitorização, aumentando a eficiência das MP's; • Otimização de MA's.
Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de uma plataforma de registo de indicadores de desempenho de fácil acesso e intuitiva; • Higieneização do ERP.

A partir da Tabela 19, é possível concluir que se pretende implementar uma reestruturação de processos e informações do DMI. Esta reestruturação deve estar

interligada entre a gestão e o planeamento, resultando numa atividade diária da equipa técnica mais eficaz, eficiente e assertiva, traduzindo-se em resultados quantificáveis, positivamente.

Uma das principais necessidades indicadas foi a otimização das intervenções de manutenção preventiva, que implica o cumprimento de várias soluções apontadas anteriormente.

De forma a auxiliar a abordagem deste processo de revisão e atualização, a equipa de trabalho reuniu-se e realizou uma análise SWOT, com o objetivo de analisar os pontos positivos e negativos agregados ao projeto, apresentados na Figura 28.

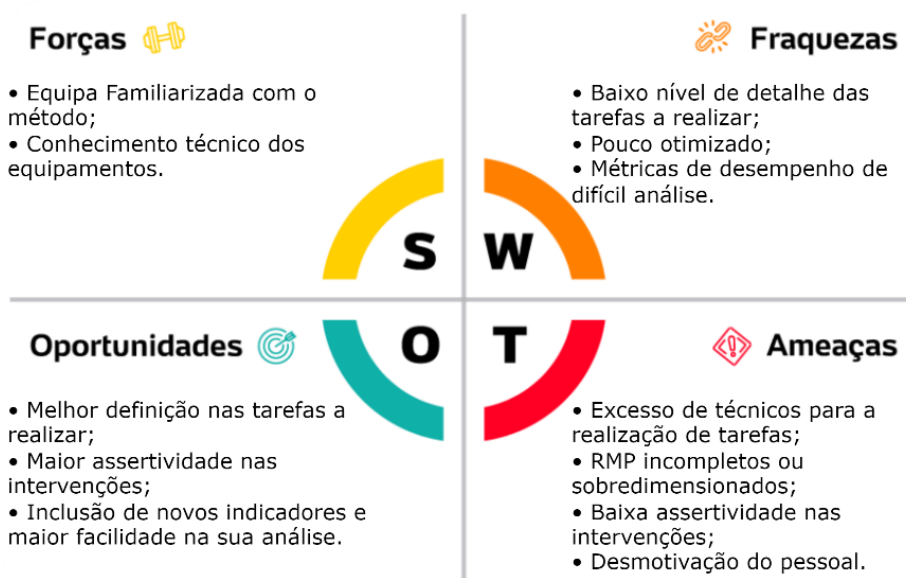


Figura 28 – Análise SWOT do projeto de otimização das intervenções de Manutenção Preventiva.

4.1.1 Planos de Manutenção Autónoma (PMA)

Após análise interna do DMI, verificou-se que a ferramenta de melhoria – Manutenção Autónoma (MA) apresentava oportunidades de melhoria, de forma a atuar contra o número de intervenções corretivas necessárias, analisadas na secção 3.3.1.1, uma vez que esta não estava devidamente implementada. Por essa razão, foi determinada uma nova metodologia para o desenvolvimento de planos de manutenção autónoma (PMA).

Para tal, foram revistas e seguidas as sete etapas especificadas por Marquez, 2017 para a sua utilização, representadas na Tabela 20.

Tabela 20 – Descrição das etapas de implementação da MA.

Etapa	Descrição
1 Limpeza inicial	
2 Eliminação de fontes de sujidade e áreas inacessíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de Instruções de Limpeza; • Eliminação das sujidades e conservação do ambiente limpo através da filosofia 5S.
3 Definição de padrões de limpeza e inspeção	
4 Inspeção geral do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Uso da folha de instruções para identificar os problemas dos equipamentos; • Utilização de técnicas de gestão visual que facilitem a identificação dos problemas dos equipamentos por parte dos operadores e técnicos de manutenção.
5 Inspeção geral do processo	
6 Manutenção autónoma sistemática	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de folhas de registo de anomalias ou melhorias nos segmentos de segurança, manutenção e produção, com o intuito de desenvolver uma mentalidade autónoma por parte dos colaboradores, integrando-os no processo.
7 Gestão autónoma	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de folhas de verificação de MA como um método de controlo da sua realização; • Formação prática a cada colaborador e responsáveis dos centros de produção, apresentando os objetivos e importância desta implementação.

Os planos de manutenção autónoma são elaborados a partir de análises causa-raiz, como o método 3C's. Esta ferramenta permite analisar o Caso, as Causas e definir

Contra-medidas, desta forma é possível estruturar os problemas de forma objetiva e apresentar propostas de melhoria concretas, como *retrofittings* ou *revampings*.

Os resultados desta ferramenta são aproveitados para a implementação da MA.

Estas intervenções serão realizadas pelos operadores dos equipamentos, após ter sido dada aprovação pelo departamento de Qualidade, Ambiente e Segurança (QAS), e uma formação pelos responsáveis do DMI.

Na Figura 29 está representado um plano de manutenção autónoma (PMA), assim como no Anexo 1. No Anexo 2 estão representadas as folhas de controlo das formações para MA.

MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - PLANO MENSAL								
TOM364 - Furadora Radial								
Nº Seq.	Grupo	Local	Ação / Metodologia	Materiais / Ferramentas	EPI	Frequ. Func.	Foto	Vídeo
1	Coluna	Gota da coluna	1) Limpar coluna em toda a extensão, posteriormente lubrificar com óleo RENOLIN B15. 2) Injetar óleo RENOLIN B15 nos locais assinalados. Subir e descer o braço na vertical garantindo uma lubrificação em toda a extensão do curso. RENOLIN B15: MI10C3009B			M		
2	Fuso	Engrenagem do fuso	1) Rodar a chapa azul para acesso à engrenagem 2) Aplicar massa DURAPLEX EP2 rodando a chapa azul. DURAPLEX EP2: MI10C3009B			M		
8	Cabeçote	Nível de óleo	Verificar nível de óleo. Deverá estar compreendido entre as marcas, equivalendo a 2/3 do visor. - Caso esteja abaixo do nível máximo, solicitar intervenção via Saan			M		

SIMBOLOGIA DA FREQUÊNCIA DA MANUTENÇÃO:				
				Mensal

SIMBOLOGIA DA AÇÃO DE MANUTENÇÃO:				
Inspeção Visual	Lubrificação			

Figura 29 – Exemplo de manual de Manutenção Autónoma.

Para cada equipamento, deve ser analisado o modo de operação, manual do equipamento, manual de manutenção preventiva, assim como o histórico de avarias, definindo quais as tarefas adequadas a realizar pelos operadores.

Em cada manual, e em cada tarefa, deverá constar:

- A ordem da tarefa (sequência);
- A descrição;
- Os meios (ferramentas a utilizar; Spares);
- Os EPI;
- A necessidade de paragem do equipamento;
- A duração estimada;
- Fotografia do equipamento;
- Vídeo e/ou imagem demonstrativo;

Previamente à implementação de MA e juntamente com outras formações, foi realizada uma formação de sensibilização dirigida a todos os operadores, relativamente à filosofia TPM e manutenções autónomas, com o objetivo de apresentar a sua importância e principais conceitos – Figura 30.

No Anexo 3 e Anexo 4 estão representados a apresentação realizada na ação de formação e respetivos conteúdos programáticos.



Figura 30 – Ação de sensibilização relativamente à metodologia TPM e Manutenções Autónomas.

Como apoio à monitorização da realização destas intervenções, foi idealizada uma plataforma para registos de MA em formato *MSEXcel*[®], com a finalidade de otimizar todos os temas relacionados com o TPM, tais como, *Templates*, Registos de Execução, Anomalias e Ordens de Serviço associadas à sua reparação. Com isto, a informação trona-se disponível a qualquer um e a sua consulta simplificada.

Esta plataforma apresenta os objetivos seguintes:

- Compilar toda a informação de registos e anomalias no mesmo documento (TPM);
- Facilitar o preenchimento do registo e o acesso às informações;
- Tornar possível a monitorização da execução.

Na Figura 31, Figura 32, Figura 33 e Figura 34 é possível observar o template e bases de dados para registo da ferramenta criada para controlo de MA.

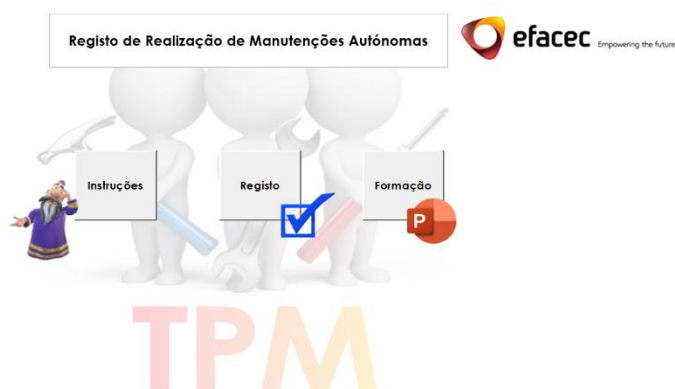


Figura 31 – Template Capa.

Figura 32 – Template folha de registo de realização.

TPM		TPM - 10M037 (Corte de Chapa Magnética)				efacec Empowering the future	SEMANA
Frequência	Data	Colaborador	Número	Anomalias deletadas	Pedido de intervenção		
Semanal	08/03/2022	José Augusto Martins	352			S10.22	
Semanal	16/03/2022	José Augusto Martins	352	Fuga de ar	26558	S11.22	
Semanal	25/03/2022	José Augusto Martins	352			S12.22	
Semanal	01/04/2022	José Augusto Martins	352			S13.22	
Semanal	07/04/2022	José Augusto Martins	352			S14.22	
Semanal	14/04/2022	José Augusto Martins	352	Fuga de óleo no desenrolador	26750	S15.22	
Semanal	29/04/2022	José Augusto Martins	352			S17.22	

Figura 33 – Base de dados equipamento.

Equipamento	Periodicidade	Conformidade	S01.22; S02.22; S03.22; S04.22; S05.22; S06.22; S07.22; S08.22; S09.22; S10.22; S11.22; S12.22; S13.22; S14.22; S15.22; S16.22; S17.22; S18.22; S19.22; S20.22; S21.22;																				
			S01.22	S02.22	S03.22	S04.22	S05.22	S06.22	S07.22	S08.22	S09.22	S10.22	S11.22	S12.22	S13.22	S14.22	S15.22	S16.22	S17.22	S18.22	S19.22	S20.22	S21.22
40VZM010	Mensal	NE																					
40VZM010	Após vazamento												1										
10M037	Semanal	C									1	1	1	1	1	1		1					
10M037	Mensal	NE																					
10M098	Semanal	NE																					
10M098	Mensal	NE																					
40ECH149	Antes de Enchimento																						
40ECH149	Mensal	NE																					
10M496	Ligar																						
10M496	Desligar																						
10M033	Semanal	NE																					
10M063	Semanal	NC										2	1		1		1						
10M246	Semanal	NE																					
MCH	Semanal	NE																					

NE – Não Executado;
 C – Conforme;
 NC – Não Conforme;
 (Cinzento) – Periodicidade não regular.

Figura 34 – Folha de monitorização de realização.

Na base de dados direcionada à monitorização, representada na Figura 34, é possível verificar a conformidade do equipamento, consoante a sua necessidade de manutenção. Assinalado a “NE”, ou seja, “Não Executado” significa que nenhuma manutenção foi realizada até ao momento, “C” representa que o equipamento se encontra Conforme e “NC” Não Conforme. No caso das células a cinzento, significa que a periodicidade da MA não é regular, por essa razão não é possível realizar o cálculo de conformidade como nos restantes equipamentos.

4.1.1.1 Resultados da implementação de Manutenção Autônoma

Após a sensibilização realizada a todos os operadores e implementação e realização das etapas definidas da MA, alcançou-se uma redução do número de avarias ocorridas nos equipamentos implementados. Na Figura 35, é possível verificar o número de incidências corretivas, no ano de 2020 e 2021, em alguns dos equipamentos nos quais foi implementada a MA, de forma a analisar os resultados da aplicação das melhorias.

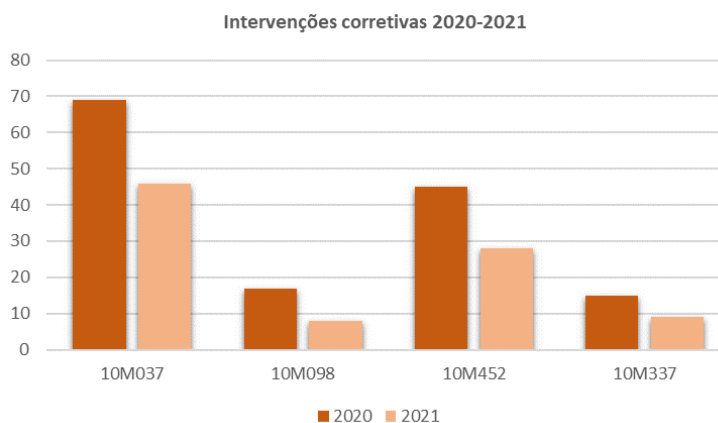


Figura 35 – Número de intervenções curativas antes e depois da implementação das melhorias.

Através da implementação desta ferramenta de melhoria, foi notável a redução do número de incidências corretivas em todos os ativos nos quais foi implementada. É possível verificar a taxa de redução de falhas na Figura 36. Nesta amostra de equipamentos na qual foi realizada a melhoria, é possível observar uma média de redução de falhas de 41%.

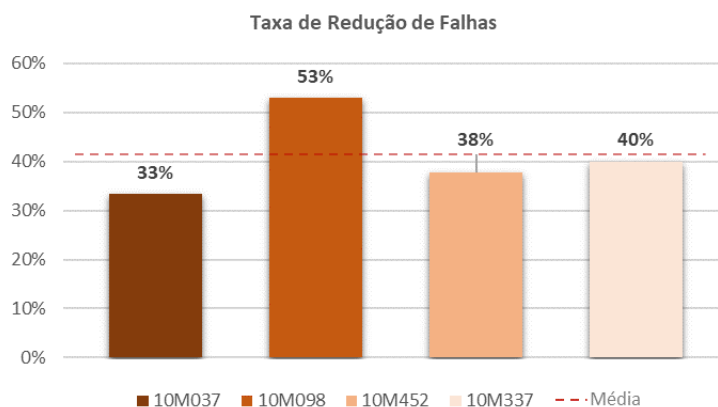


Figura 36 – Taxa da Redução de MC's nos equipamentos analisados após implementação de MA.

4.1.2 Otimização das Intervenções de Manutenção Preventiva

4.1.2.1 Processo de revisão e atualização dos manuais de MP

Um dos principais problemas encontrados na análise interna do DMI foi a ineficiência com que as manutenções preventivas preveniam as corretivas, verificando-se com alguma regularidade a existência de anomalias, mesmo após a realização de intervenções preventivas, e os manuais de manutenção preventiva serem os mesmo utilizados desde o comissionamento dos equipamentos, sendo que estes têm uma média de 20 anos.

Por essa razão, as MP's não previnem com eficiência as MC's, conforme verificado na secção 3.3.1. Assim, foi necessário efetuar uma revisão e devida adequação dos manuais de manutenção preventiva dos equipamentos instalados em TRF, com a finalidade de aumentar a sua fiabilidade e segurança dos mesmos.

Toda a metodologia de revisão e adequação foi abordada e determinada pela equipa de trabalho e, posteriormente, descrito o seu processo, dividido em três principais fases, conforme representado na Figura 37.

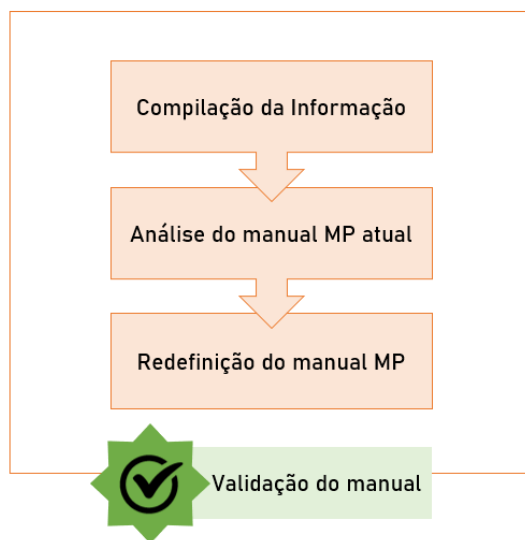


Figura 37 – Processo de revisão e atualização dos RMP da EPS.

Na primeira fase da metodologia descrita, a equipa de trabalho reuniu o histórico de falhas e avarias do equipamento em estudo para análise, uma vez que na área fabril da

EPS existem diversos equipamentos e instalações, dos quais apresentam uma idade média elevada e esse fator influencia diretamente no aumento da criticidade dos mesmos.

Em seguida, foi analisado o estado atual do equipamento, de forma a compreender o ponto de desgaste do mesmo, face à sua utilização, uma vez que o ativo pode não ter a mesma utilização praticada originalmente. Por fim, foram ainda analisadas as recomendações dos fornecedores e realizados *Brainstormings* com os operadores e técnicos de manutenção, que permitem uma análise qualitativa de possíveis problemas e complicações.

A Figura 38 representa o exemplo de uma lista de incidências num dos equipamentos TRF revistos.

	E	I	J	K	L	M
1	Date	Configuration	S.O.	Act	Status	Description
2	11/06/15	10M033	M11003765	10	Free	o buraco do pino está estragado está em perigo. É muito urgente resolver problema.
3	03/08/15	10M033	M11003990	10	Free	substituir os parafusos mandris das maquinas verticais d-650 a d-1250.
5	29/09/15	10M033	M11003975	10	Free	o mandril não abre.urgente
6	02/11/15	10M033	M11004067	10	Free	o mandril tem o prato desapertado 10m03309
7	15/01/16	10M033	M11004233	10	Closed	Reparação mandril 28 (pratos empenados devido a queda)
8	18/03/16	10M033	M11004385	10	Free	tem os parafusos da anilha limitadora de abertura partida de um lado. mandril 900/1500 10m03314.
9	05/04/16	10M033	M11004436	10	Free	a peça do limitador do mandril partiu.10m03314
11	13/10/16	10M033	M11004838	10	Closed	o mandril está a derramar ole mandril chinês 10m033032
12	12/01/17	10M033	M11005026	10	Free	peça de prender pega do mandril partida
13	15/05/17	10M033	M11005371	10	Closed	mandril com 2 penas empenadas
14	21/06/17	10M033	M11005452	10	Closed	mandril não fecha.
15	28/07/17	10M033	M11005510	10	Closed	Mandril todo aberto varia de medidas em pontos diferentes
17	13/02/18	10M033	M11005922	10	Closed	Revisão do mandril 24 e 25
19	27/03/19	10M033	M11006792	10	Closed	suporte de manilhas partido
20	02/12/19	10M033	M11007349	10	Closed	Reparação de mandril
22	19/10/21	10M033	M11008562	10	Closed	Revisão Geral - 10M033.07
23	19/10/21	10M033	M11008563	10	Closed	Revisão Geral - 10M033.12
24	22/10/21	10M033	M11008582	10	Closed	10M033.06 - Melhoria de equipamento
25	26/10/21	10M033	M11008593	10	Free	10M033.16 - Preventiva
26	26/10/21	10M033	M11008595	10	Costed	PR21-180 - Mandris bobinagem
27	29/10/21	10M033	M11008600	10	Completed	10M033.23 - Melhoria de equipamento

Figura 38 – Lista de incidências relatadas ao longo dos anos de um Mandril do centro de produção CORE.

Na segunda etapa, foi efetuada uma análise aos manuais de intervenções preventivas já existentes, nos quais foram revistos alguns pontos, tais como:

- Periodicidade da manutenção;
- Tarefas a realizar e ordem de execução;
- Quantidade e tipo de técnicos necessários;
- Tempo previsto de realização;
- Lista de materiais e ferramentas a utilizar.

A experiência dos diferentes responsáveis no DMI e respetiva equipa técnica representam elevada importância nesta fase.

Na terceira fase, foi efetuado o processo de transcrição de todos os dados relevantes para a plataforma base dos manuais, em formato *MSEXcel*[®]. Uma vez criada uma nova base de dados com o processo atual, sucedeu-se a fase de inclusão de tarefas que estejam em falta, em especial tarefas de manutenção preditiva.

Na última etapa foi realizada a análise e validação do novo manual, por alguém com bom conhecimento dos processos de manutenção, por exemplo o responsável de MP's.

No Anexo 5 e Anexo 6, Figura 39, Figura 40 e Figura 41, estão representados um registo anterior e um novo, respetivamente.

Equipamento	MANDRIL EXPANSÍVEL		
Código	10M033 -	Sector	PT – Core
Tipo – A	ANUAL	Data (I/F)	a
Lista de materiais necessários	Líquido de limpeza--MI40CS0012 Massa lubrificante – M40ICS0053 Brake clean ----- MI40CS003 Penetrante ----- MI40CS002		TEMPO PREVISTO 1x 8h
Ferramentas Específicas	Pinça amperimétrica		

Pos.	Descrição	Situação		Comentários
		NC	C	
E 00	Verificar e testar todos os componentes de segurança do equipamento (listar equipamentos específicos)			Em mandris que utilizem acionamento elétrico
E 01	Verificação dos componentes eléctricos e reaperto de ligações.			Em mandris que utilizem acionamento elétrico
M 01	Verificação dos elementos de expansão (fusos, fêmeas, guias, redutores, etc.)			
M 02	Verificar estado das fixações aparafusadas			
M 03	Verificação do estado dos pontos e elementos de arrasto (furações, pernos de arrasto, etc.)			
M 04	Verificação do estado das réguas e acessórios			
G 01	Aspecto geral. Limpeza e lubrificação da máquina.			
G 02	Teste do equipamento com operador da máquina			

Rubrica: _____

LEGENDA	SEGURANÇA	AMBIENTE
NC: Não Conforme C: Conforme	Utilizar EPI de operação	Colocação dos resíduos em contentor próprio

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 / 3

Figura 39 – Registo de MP do equipamento Mandril Expansível anterior.

Equipamento	Mandril Expansível
Código Baan	10M033
Sector	PT - Core

Manutenção Preventiva 10M033_16	
Tempo total de manutenção (min)	150
Custo total spares	7,37 €
Nº total técnicos	2
Custo mão de obra	108,17 €
Custo total de manutenção	115,54 €

Figura 40 – Manual de MP Mandril Expansível atual – Capa.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Códic.	Equipame	Sech.	Mer.	Sub-equipame	Preventiva/Predi	Periodicid.	Pa	Tarefa	Imagi	Spares	Quantid.	Custo spares	Tempo est. (m)	Nº técnicos/or	Custo/técni	Ferrament	Recomendaç
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 01	Verificação dos elementos de expansão: Fusos, Pêraes, Gaxos, Redutores.					20	2	14,67		
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 02	Verificação de estado dos pontos e elementos de anelato. Furações, Pêraes de anelato.					5	2	3,67		
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 03	Verificação dos alhas de elevação.					5	2	3,67		
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 04	Verificação do estado das regulagens e acessórios.					10	2	7,33		
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 05	Reaperto de todas as fixações aparafusadas.					30	2	22,00		
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preditiva	S	M 06	Verificar homogeneidade do diâmetro do mandril. Medição início, meio e fim do diâmetro do mandril, em 3 posições: totalmente aberto, meio aberto e fechado. Valor máximo de variação: +/- 15 mm. Lupa da máquina.					20	2	14,67		Medidor de diâmetro digital (ou Fita concentricidade massal)
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	G 01	Lubrificação da máquina.		MIXC5002 MIXC5003	0,8L 0,3L	5,60	30	2	22,00		
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	G 02	Lubrificação da máquina.		MIXC5004 MIXC5005	0,1 0,3g	1,70	25	2	18,33		Bomba de lubrificação
10M-033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	G 03	Verificação do equipamento com o operador da máquina.					5	1	183		

Figura 41 – Manual de MP Mandril Expansível atual – Check-List.

4.1.2.2 Digitalização do Processo de Manutenções Preventivas

No momento de análise e avaliação dos processos necessários para a realização das intervenções de manutenção preventiva, identificou-se uma oportunidade de melhoria que visa eliminar alguns desperdícios associados ao procedimento realizado, analisado essencialmente na secção 3.3.1.4.

Por esta razão foi iniciado, durante o projeto, um processo de digitalização associado à atualização dos manuais de manutenção preventiva, com o objetivo de eliminar ao máximo o consumo de papel existente e reduzir o tempo gasto em impressões, digitalizações e processamento da informação escrita nos manuais.

A Figura 42 representa um exemplo de um relatório final de manutenção preventiva, indevidamente apresentável e pouco legível.

The image shows two pages of a preventive maintenance report form. The left page is a structured form with the following sections:

- Header:** "Relatório de Manutenção Preventiva" (Preventive Maintenance Report).
- Equipment Information:** Fields for equipment name, number, and location.
- Checklist:** A table with columns for "Item", "Quantidade", and "Observações". It lists various maintenance tasks such as "Verificar o nível do óleo", "Lubrificar o equipamento", etc.
- Summary Table:** A table at the bottom with columns for "Item", "Quantidade", "Observações", and "Status".

The right page contains handwritten notes and a signature, indicating the report is in a "mau estado" (poor state).

Figura 42 – Relatório final de Manutenção Preventiva em mau estado.

O processo de digitalização das manutenções preventivas teve como base o *software* MSPowerApps®, que funciona como modo de interface entre operadores, responsáveis e bases de dados. A Figura 43 representa o esquema de funcionamento da aplicação desenhada especificamente para melhorar o processo de intervenções de manutenção preventiva.

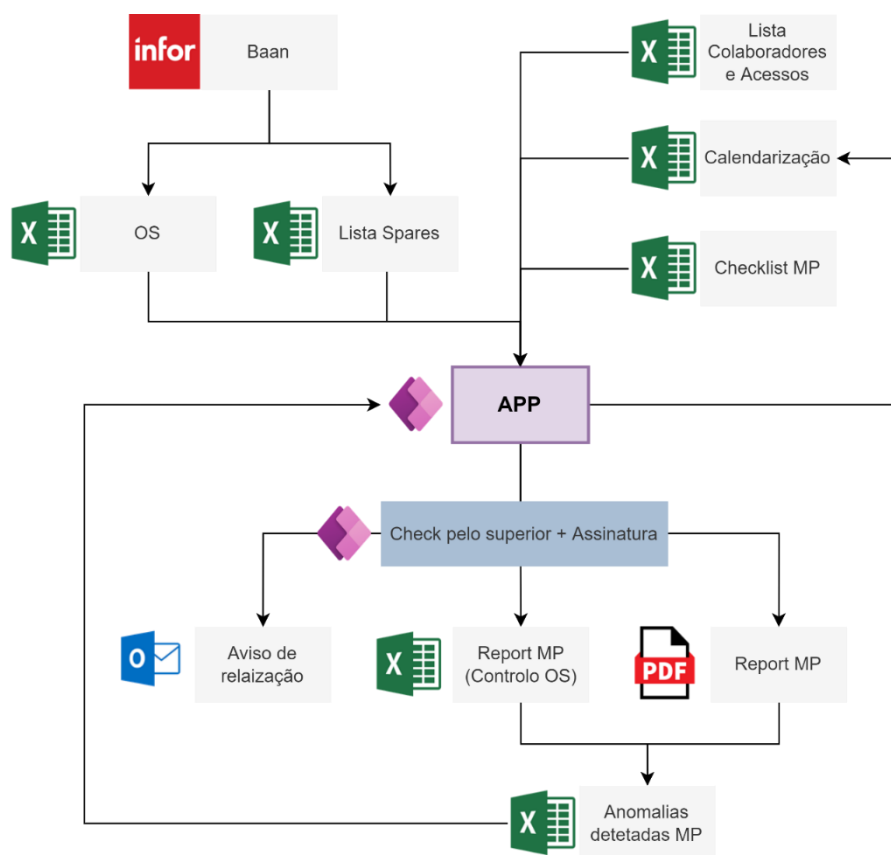


Figura 43 – Esquema base para funcionamento da app.

Para o devido funcionamento da aplicação foi necessário gerar uma rede de bases de dados, já existentes ou criadas para o projeto, que se interligassem e facilitassem o processo.

Assim, esta ferramenta abrange diferentes tópicos:

- Relação direta com ERP (*Software Infor LN®*)
- Emissão de Ordem de Serviço (OS);
- Planeamento de MP's;
- *Report* e avisos de realização;
- Preenchimento automático de dados – inclusão de KPI's.

Na Figura 44 e Anexo 7 está representada a maquete base para a *User Interface* (UI) da aplicação para este projeto de digitalização.

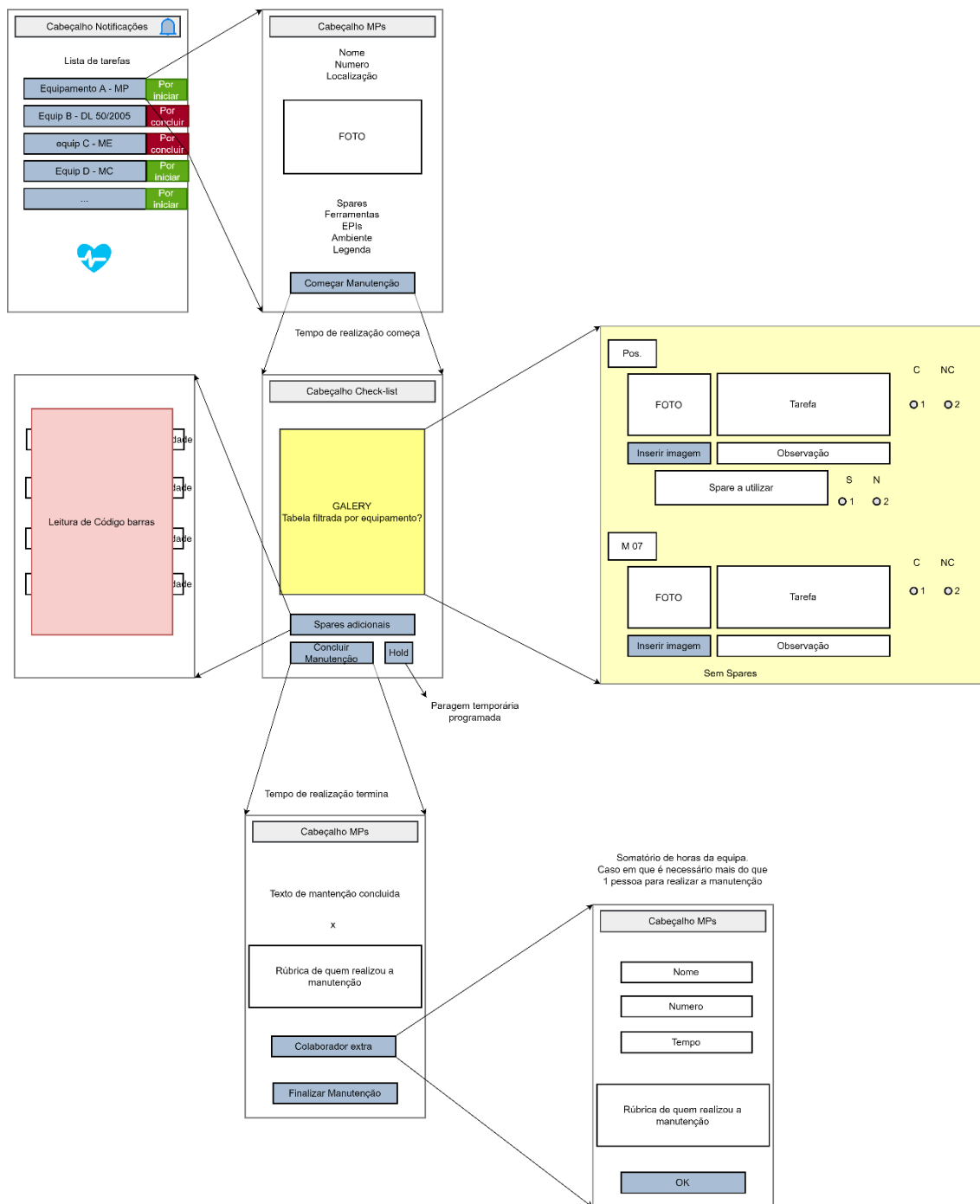


Figura 44 – Maquete UI da App para realização de manutenções preventivas.

Nesta UI (*User Interface*), o operador tem acesso ao menu de notificações, que o informa quais os seus objetivos naquela semana e que manutenções deve realizar, de acordo com o planeamento realizado pelo responsável do DMI. Neste menu é possível ainda verificar o estado da manutenção do equipamento em questão – Por terminar/ Por iniciar. No momento da intervenção, o operador tem acesso à *check-list* para responder e, se for necessário a utilização de *spares*, deve realizar um scan para as contemplar.

Tudo isto em conjunto com imagens ou vídeos explicativos. O operador tem ainda a possibilidade de adicionar alguma observação e anexar uma fotografia e, se for necessário algum *spare* extra, adicionar no fim através da leitura de código de barras.

A aplicação contabiliza o tempo necessário para responder à lista de tarefas e associa diretamente à OS relacionada. No caso de estar mais do que um operador a realizar a intervenção, deve ser adicionada a identificação de qualquer operador extra presente e ambos devem assinar para que a intervenção seja totalmente concluída.

4.1.2.3 Resultados da Otimização das Intervenções de MP

À data da dissertação, não foi possível finalizar a revisão dos MMP para os equipamentos propostos e a aplicação ainda se encontra em desenvolvimento.

A revisão dos MMP's estava definida para 70 equipamentos e partiu pela revisão dos ativos de criticidade de nível 1, uma vez que estes foram definidos como equipamentos cuja falha representa um efeito muito negativo no sistema de produção, conforme verificado na secção 3.3.1.

O desenvolvimento da aplicação de apoio à realização das intervenções de manutenção preventiva não estava planeado no início do projeto, no entanto é espectável que esta represente uma redução de cerca de 400 horas desperdiçadas em atividades como impressões e digitalizações de relatórios de manutenção preventiva e uma redução da utilização de 8400 folhas anualmente, apenas em Manutenções Preventivas. Para além da mitigação destes desperdícios ambientais e de recursos, são alocadas vantagens como:

- A informação estar 100% online e disponível a qualquer operador;
- Existência do controlo exato dos tempos de operação, devido ao conta-relógio existente;
- Existência de um maior controlo na realização das tarefas executadas durante a intervenção;

- Existência de um maior controlo no preenchimento dos relatórios de MP;
- Aumento da qualidade e segurança da intervenção, graças à introdução de imagens e/ou vídeos explicativos.

No fluxograma da Figura 45 e Anexo 9, é possível verificar as diferenças entre o processo de execução de uma intervenção de manutenção preventiva antes e depois da implementação da aplicação, uma vez que os processos apresentados a verde representam tarefas totalmente realizadas pela aplicação ou as quais terão um processo facilitado graças a ela.

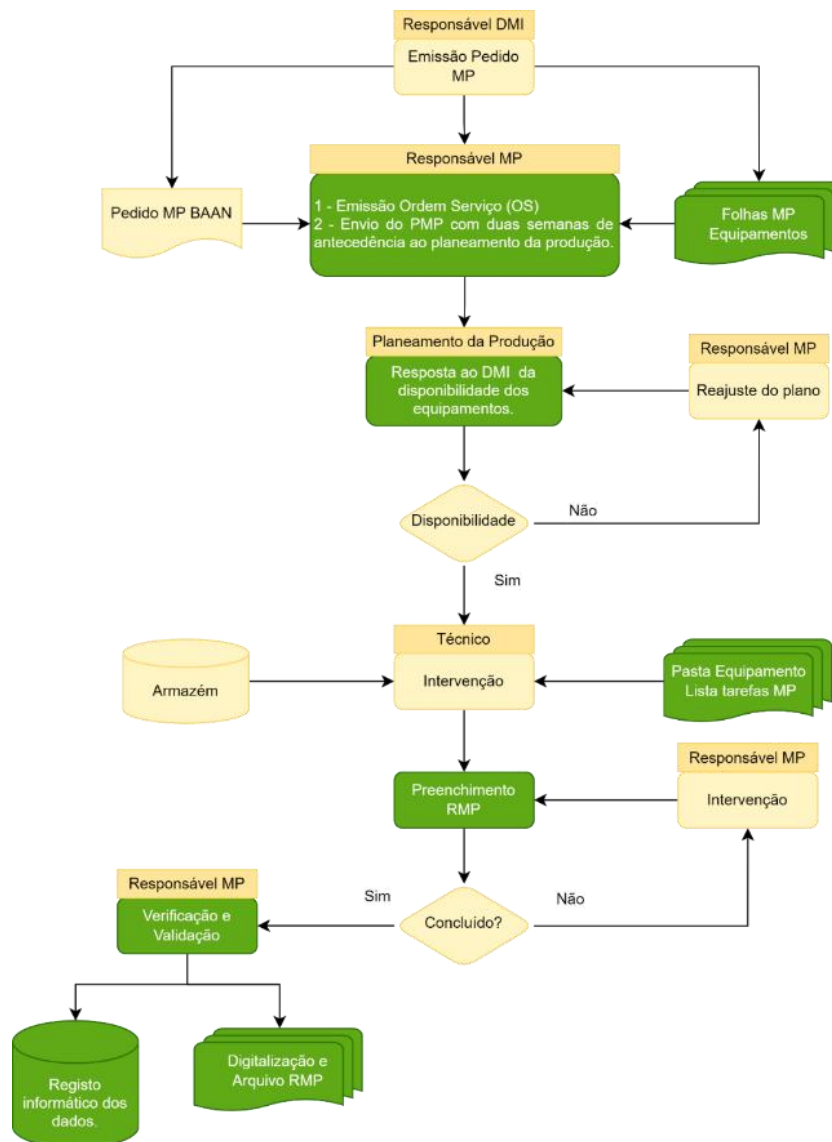


Figura 45 – Fluxograma de execução de uma intervenção de Manutenção Preventiva, após implementação da App.

A Figura 46 e Figura 47, representam a distribuição dos tempos resultantes do levantamento realizado na intervenção de manutenção preventiva na instalação VP do Centro de Produção SHELL, antes e depois do início da implementação deste projeto, respetivamente.

Responsável	Tarefa	Tempo (min)	Tempo (%)
	#1 Gerar OS (BAAN)	1,5	0,2%
Resp. MP ou	#2 Imprimir OS	1,5	0,2%
Resp. DMI	#3 imprimir RMP *1	3	0,5%
	#4 atribuição de MP aos técnicos	2	0,3%
	#5 tempo de intervenção	477	71,9%
	#6 Procura de Spares	20	3,0%
	#7 Procura de Ferramentas	12	1,8%
	#8 Esperas	44	6,6%
Técnicos	#9 Deslocações	23	3,5%
	#10 Transporte	15	2,3%
	#11 Discussões	35	5,3%
	#12 Preparação	14	2,1%
	#13 Preenchimento RMP (após realização)	5	0,8%
	#14 verificação e validação da MP pelo responsável	5	0,8%
Resp. MP ou	#15 digitalização	2	0,3%
Resp. DMI	#16 tempo de registo da MP no sistema *2	3	0,5%
	#17 Passar informação para excel OS	0,75	0,1%
TOTAL (min/MP)		663,75	100%
TOTAL DESPERDÍCIO		186,75	28%

*1. Ir a pasta, escolher, abrir pdf e imprimir. Ir à impressora, levantar, organizar, agrafar.

*2. Ir ao email, abrir, transferir.

Figura 46 – Tempo médio de realização de uma MP no VP do centro de produção SHELL, antes da implementação do Projeto.

Responsável	Tarefa	Tempo (min)	Tempo (%)
	#1 Gerar OS (BAAN)	1,5	0,3%
Resp. MP ou	#2 Imprimir OS	0	0,0%
Resp. DMI	#3 imprimir RMP *1	0	0,0%
	#4 atribuição de MP aos técnicos	0,5	0,1%
	#5 tempo de intervenção	477	86,5%
	#6 Procura de Spares	5	0,9%
	#7 Procura de Ferramentas	4	0,7%
	#8 Esperas	23	4,2%
Técnicos	#9 Deslocações	6	1,1%
	#10 Transporte	15	2,7%
	#11 Discussões	12	2,2%
	#12 Preparação	5	0,9%
	#13 Preenchimento RMP (após realização)	0	0,0%
	#14 verificação e validação da MP pelo responsável	2	0,4%
Resp. MP ou	#15 digitalização	0,25	0,0%
Resp. DMI	#16 tempo de registo da MP no sistema *2	0,2	0,0%
	#17 Passar informação para excel OS	0,25	0,0%
TOTAL (min/MP)		551,7	100%
TOTAL DESPERDÍCIO		74,7	14%

*1. Ir a pasta, escolher, abrir pdf e imprimir. Ir à impressora, levantar, organizar, agrafar.

*2. Ir ao email, abrir, transferir.

Figura 47 – Tempo médio de realização de uma MP no VP do centro de produção SHELL, após a implementação do Projeto.

Após o acompanhamento realizado à execução total da intervenção, verificou-se uma redução no tempo médio de imobilização total (MDT) de 112 minutos, correspondendo a 17%, assim como uma redução muito significativa dos tempos de desperdício, de 187 para 75 minutos, cerca de 60%.

4.1.3 Melhoria do Layout do DMI

Durante a análise e caracterização dos problemas existentes no DMI, foram apresentadas diversas soluções benéficas a implementar como melhorias no departamento. Uma das soluções, descrita na secção 4.1, referia a otimização do *Layout* do DMI.

Esta transformação permitiu uma influência indireta na otimização das intervenções de manutenção preventiva, uma vez que permite a diminuição de alguns dos desperdícios de tempo significativos.

Desta forma, foi elaborado em equipa uma sessão de *brainstorming* onde se discutiram as situações que apresentavam possibilidade de melhoria, entre estas encontravam-se as seguintes:

- Desorganização das mesas e bancadas de trabalho;
- Inexistência de definição do local dos equipamentos;
- Desorganização de arrumação (documentos, ferramentas, equipamentos de escritório) objetos obsoletos ou que não pertenciam ao local de trabalho;
- Local desarrumado na zona de receção de equipamentos (células);
- Armazém desorganizado, resultando no desconhecimento do *stock* existente;
- *Layout* não otimizado.

O passo seguinte passou pela discussão das propostas de melhoria para os problemas apresentados e planeamento de todo o processo. Este processo passou essencialmente pela aplicação da metodologia 5S, de forma a mitigar quaisquer desperdícios existentes:

1. *Seiri* – Organizar;
2. *Seiton* – Arrumar;
3. *Seiso* – Limpar;
4. *Seiketsu* – Padronizar;
5. *Shitsuke* – Disciplinar.

Após discussão entre a equipa relativamente às ações a serem tomadas, foram determinados os principais pontos a implementar considerados relevantes no processo, entre eles:

- Otimização da área utilizada;
- Organização do armazém;
- Criação de um espaço de equipa.

A Figura 48 representam o estado do DMI, antes da alteração do *layout*.

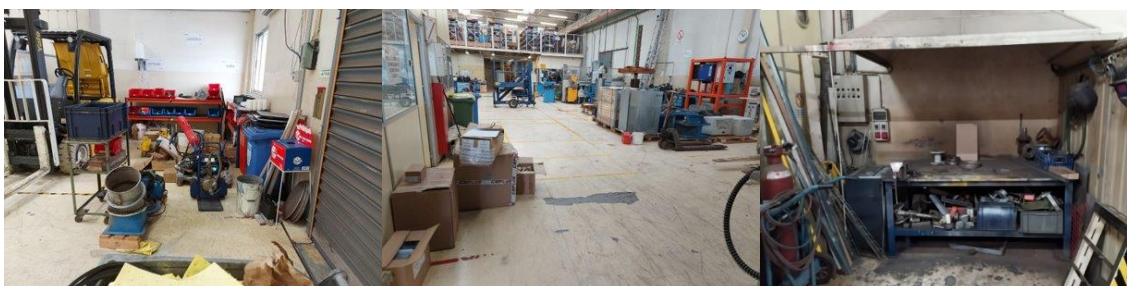


Figura 48 –Estado do DMI antes da mudança de layout.

Na Tabela 21 são apresentadas as medidas tomadas relativamente à otimização da área utilizada e, respetivamente, os seus objetivos.

Tabela 21 – Medidas a aplicar relativamente à otimização da área DMI.

Medida a Aplicar	Objetivos da Aplicação
Separação os objetos que não tinham utilidade para a realização dos trabalhos ou que não pertencessem ao posto;	Otimização da área
Eliminação de equipamentos desnecessários na área, por exemplo armazenamento do empilhador no armazém externo que só é utilizado esporadicamente;	Aumento de espaço disponível e diminuição de riscos de acidente

Alteração do posicionamento das máquinas existentes na área do centro de maquinagem;	Redução da área ocupada e otimização do acesso aos componentes a maquinar
Eliminação da infraestrutura de exaustão, sendo substituída por uma unidade portátil de aspiração de fumos;	Melhoria da flexibilidade nas operações de soldadura e redução do espaço quando este não se encontra em utilização
Mudança da localização do gabinete, que permitiu libertar a zona de entrada, para instalação das células de receção de equipamentos para reparação, assim como otimizar a disposição das secretárias e equipamentos do escritório e melhorar o conforto;	Área menos suscetível a correntes de ar, mais confortável e com melhor dinâmica de equipa
Remarcação ou novas marcações das áreas de trabalho.	Aumento da segurança

Na Figura 49 é possível observar o estado do armazém antes da organização.

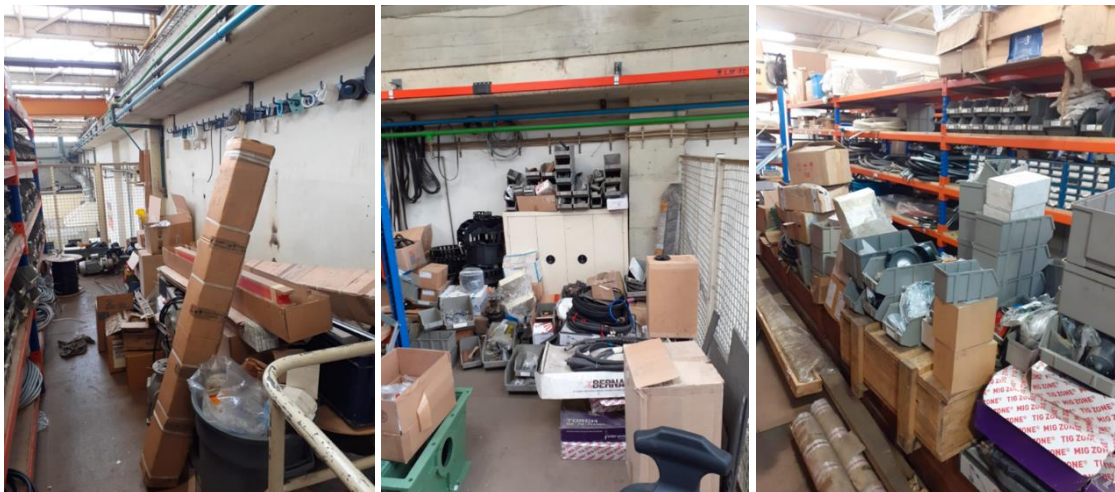


Figura 49 – Estado do armazém superior antes da organização.

A etapa de organização do armazém passou por 5 fases, entre elas:

- Inventário e limpeza;
- Definição da localização de artigos, ou seja, atribuição de numeração aos locais e atualização do local nos artigos, representado na Figura 50;
- Registo de artigos sem codificação, por exemplo artigos adquiridos para equipamentos e que não deram entrada no armazém;
- Atualização dos valores para stock mínimo dos artigos;
- Reposicionamento de estantes e artigos por tipologia, por exemplo colocação dos artigos pesados no piso inferior.

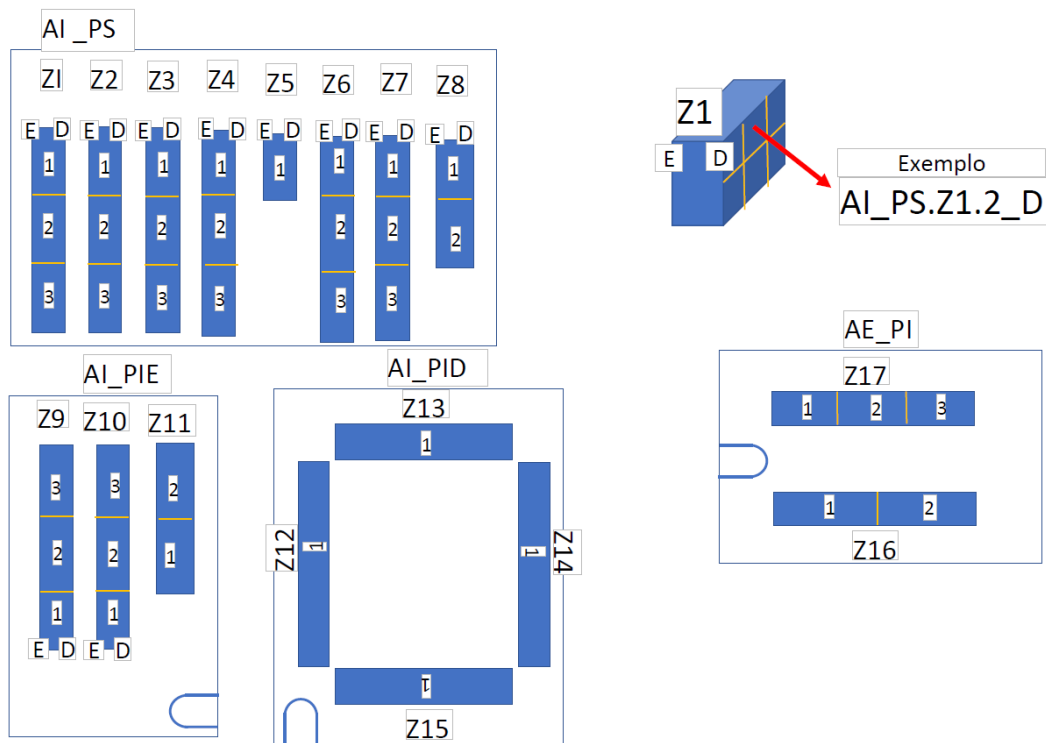


Figura 50 – Mapa de identificação da localização dos itens.

A implementação dos 5S é um processo contínuo e o último senso, da disciplina, apresenta sempre maior dificuldade, uma vez que é necessário que os colaboradores participem ativamente na manutenção dos 4S iniciais, tornando os 5S numa rotina que faz parte do seu ambiente de trabalho. Por essa razão, a última alteração realizada foi a criação de um espaço direcionado à equipa.

A criação deste espaço amplificou a motivação dos colaboradores, uma vez que estarão a usar um espaço criado por eles para eles. Na Figura 51 é apresentado o espaço de equipa criado.



Figura 51 – Espaço direcionado à equipa

Este espaço foi preparado para uma rotina diária da manutenção, por exemplo *Stand-Up Meetings*, mas também para possibilitar determinados eventos, tais como ações de formação ou apresentações.

Para além disso, esta nova área foi remodelada de forma sustentável, pelo mínimo custo possível e no âmbito da reutilização de materiais. Na Figura 52 são apresentados alguns bancos, cadeiras, vasos e outros elementos elaborados através da reutilização de bidões, paletes, restos de madeira, acrílicos, vasos de latas de conserva e frascos de vidro.



Figura 52 – Resultado da reutilização de materiais para a elaboração de bancos, mesas e vasos.

4.1.3.1 Resultados da alteração do layout do DMI

O processo de alteração e melhoria do *layout* durou um total de três semanas, nas quais todos os colaboradores deixaram os seus postos em *stand-by* permitindo um compromisso a 100% com o projeto, uma vez que era desejado demorar o mínimo de tempo possível. Para além dos colaboradores pertencentes ao DMI, ainda foi possível contar com a colaboração de operadores de diferentes áreas, dado que o nível de produção era bastante reduzido.

Na Figura 53 e Figura 54 é possível verificar as diferenças resultantes da alteração do *layout* da área de Manutenção industrial.

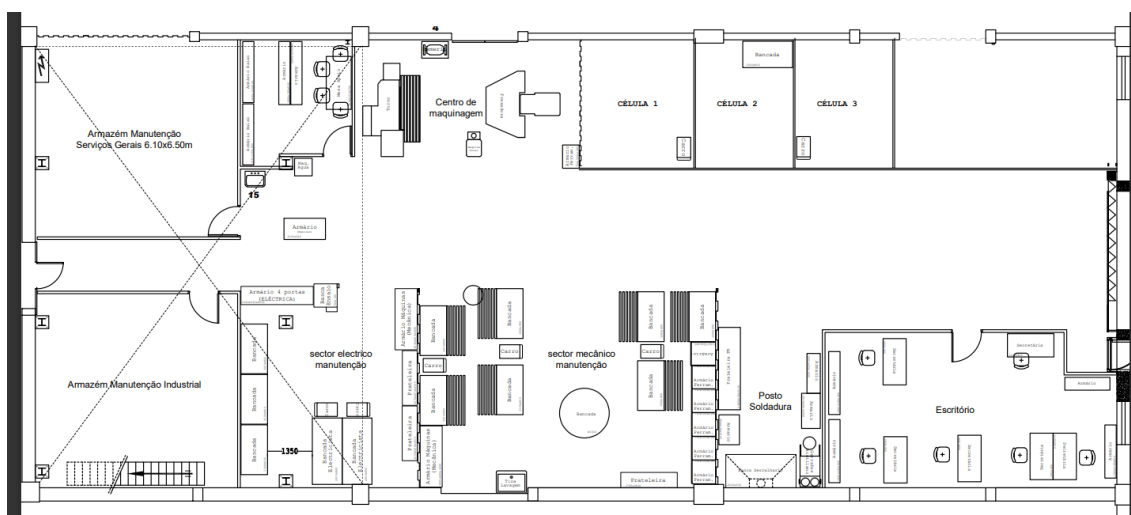


Figura 53 – Layout DMI antes da intervenção.



Figura 54 – Layout final do DMI.

Nas figuras acima apresentadas, é possível verificar a conclusão de alguns dos objetivos referidos na Tabela 21, tais como:

- Otimização da área geral, e aumento do espaço disponível
- Otimização da área do centro de maquinagem e melhoria do acesso aos seus componentes;
- Otimização da área do gabinete e melhoria do seu conforto;
- Eliminação de movimentos desnecessários;
- Aumento da segurança e redução do risco de acidentes.

Já o processo de organização do armazém contabilizou cerca de 900 horas consumidas pela equipa de trabalho, resultou numa diferença de 400 000€ encontrados em *stock* e foi necessário codificar cerca de 720 novos artigos.

Na Figura 55, Figura 56 e Figura 57 é apresentado o resultado da implementação desta melhoria.



Figura 55 – Armazém superior antes e depois da implementação, respetivamente. (Parte A)



Figura 56 – Armazém superior antes e depois da implementação, respetivamente. (Parte B)



Figura 57 – Armazém superior antes e depois da implementação, respetivamente. (Parte C)

4.1.4 Higienização do ERP

O *software* utilizado como ERP para gestão de informação na EPS designa-se Infor LN®.

De forma a suportar toda a otimização das manutenções preventivas referida na secção 4.1.2, foi fundamental existir um procedimento de higienização dos dados base a serem utilizados, tal como a reorganização e atualização dos equipamentos em ativo, a sua periodicidade de manutenção, materiais e ferramentas necessários na mesma, entre outros.

O processo contínuo de fecho de OS resulta numa base de dados mais limpa e de fácil análise. A sua correta realização apresenta uma melhor precisão de dados retirados de cada ordem de serviço, como por exemplo, o tempo necessário para realização de determinada intervenção.

As ordens de serviço encontram-se diretamente associadas ao ERP, sendo este processo realizado inteiramente no *software* Infor LN®, também conhecido por BAAN.

O fluxograma da Figura 58 representa a metodologia utilizada para o processo de fecho e OS e, conseqüentemente, higienização do ERP. No fluxograma estão ainda representadas as fases pelas quais a OS passa durante este processo, caracterizadas no Anexo 11.

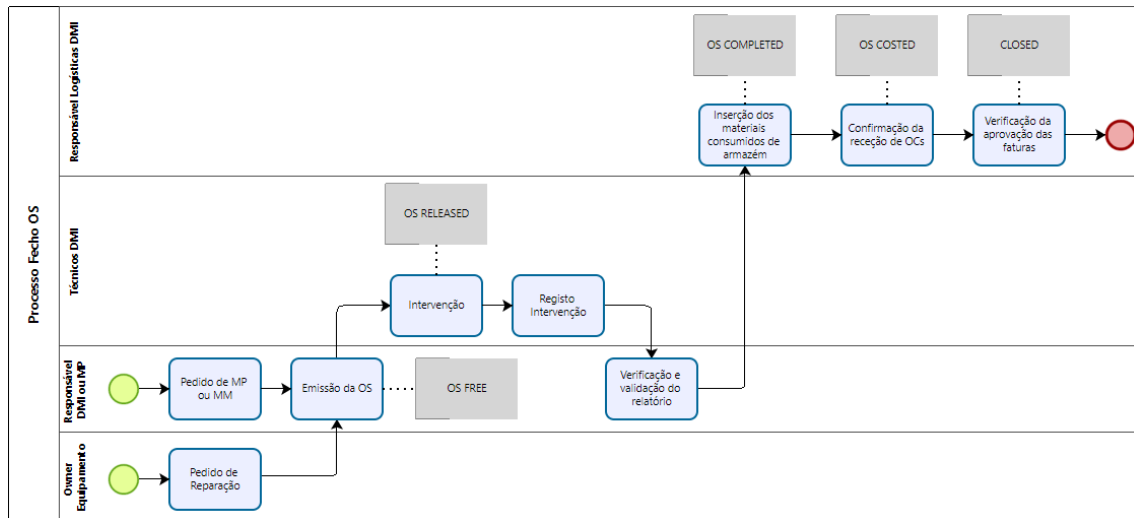


Figura 58 – Fluxograma da metodologia do processo de Higienização de ERP.

No seguimento das implementações referidas nas secções 4.1.3 também foi inevitável a atualização das bases de dados do ERP.

Da mesma forma que foi necessário realizar o inventário do armazém fisicamente, foi fundamental atualizar a base de dados relativa ao mesmo, na qual foram adicionados novos artigos e retirados os artigos expirados.

Foi realizada uma configuração do ERP com Stocks mínimos para cada artigo, uma vez que existiam artigos que apresentavam a sua quantidade existente, mas esta encontrava-se desatualizada e não apresentavam *stock* mínimo nem preço associado.

Por fim, foi ainda elaborada uma configuração em ERP das localizações dos artigos criadas na organização do armazém.

4.1.4.1 Resultados da higienização do ERP

Após a revisão e atualização realizada a todas as OS, foram fechadas cerca de 2 000 OS, correspondendo a 9,2% de OS que não se encontravam no estado no qual deveriam. Na Figura 59 é apresentado o estado das ordens de serviço em ERP, nas diferentes companhias (DT e PT) antes e depois da higienização.

Status	454		451	
	Before	Current	Before	Current
Free	74	46	145	144
Released	118	16	1117	27
Completed	207	164	592	300
Costed	84	1	165	1
Closed	4104	4362	15794	17343
Total	4587	4589	17813	17815

Figura 59 – Estado das Ordens de Serviço antes e depois da higienização realizada em ERP em ambas as companhias.

A realização desta atualização providencia que todas as OS abertas se encontrem efetivamente em processamento, representando uma melhor transparência de dados.

Relativamente às atualizações realizadas para o armazém, sobressaíram os seguintes resultados:

- Existência de uma diferença substancial na quantidade de artigos existentes na realidade e em ERP, ou seja, a existência dos artigos é maior do que o *stock* físico (cerca de 8 000 unidades e 1 022 artigos) ou a existência dos artigos é menor do que o *stock* físico (cerca de 57 000 unidades e 2 050 artigos);
- Criação de um armazém único, uma vez que os artigos se encontram distribuídos pelas diferentes companhias existentes – PT e DT – Evitando possíveis repetições ou trocas de códigos e levantamento de artigos errados;
- Criação de códigos agnósticos para possível consumo automático por intermédio de leitura de códigos de barras.

Desta forma, estas implementações representam o aumento crucial da fiabilidade no momento de pesquisa no sistema, seja esta direcionada ao *stock* existente ou a qualquer informação relativa aos equipamentos e respetivas Ordens de Serviço e Ordens de Compra.

4.2 Indicadores de Desempenho da Manutenção Implementados

Este capítulo é dedicado à terceira fase da metodologia *Action Research*, onde se coloca em prática as medidas definidas e exhibe-se os resultados da utilização dos conceitos teóricos visando alcançar os objetivos pré-estabelecidos.

4.2.1 Folha de Controlo diário

Como forma de suporte para análise dos indicadores de desempenho, desenvolveu-se uma ferramenta no *software* MSEXcel®, apresentada na Figura 60 e Anexo 12.

A elaboração desta ferramenta tem como principal objetivo o controlo geral de todas as atividades realizadas. A partir dela são retiradas todas as informações relevantes para uma possível análise aos indicadores de desempenho, tais como: o técnico que realizou a tarefa; o âmbito da tarefa; o equipamento a ser intervencionado; a Ordem de Serviço associada à atividade; *spares* utilizados, se necessários; a data e hora de intervenção; o estado da atividade e, no caso de já ter sido concluída, a data e hora de conclusão.

TÉCNICO	nr REF	O.S.	nr Codes	Equipamento	Âmbito (M/MC/DL/SR/SC/RS/MA)	Tipo de preventiva (A/B/S/SER/T)	Descrição	conc./n.conc	Data Interv.	Hora Interv.	Data Conclus.	Hora Conclus.	QT	COD.ART.1	Valor
Bruno Mendes	2666	M15011686	40AGC009	Estufa eléctrica	MC		estufa não aquece	Conc.	18/02/2021	06:00:00	18/02/2021	07:00:00			0
Henrique Nelson	2213	M11007807	10M196	Máq. Bobinar Vertical (2)	MC		Avaria nos sensores de fim de curso	Conc.	26/01/2021	06:00:00	26/01/2021	07:00:00			0
Bruno Raul	2492	M13007453	10M354	Bomba circulação óleo	MC		feita borbo no contador	Conc.	05/01/2021	15:20:00	05/01/2021	16:00:00			0
Bruno Gomes	1505	M13007454	10M354	Bomba circulação óleo	MC		contador óleo avariado	Conc.	05/01/2021	15:20:00	05/01/2021	16:00:00			0
Nuno Almeida	5673	M13007458	10P997	Ponte rotante	MC		patilha de segurança do guincho solta	Conc.	26/02/2021	08:00:00	26/02/2021	09:00:00	3	M10030014	13,7
Edgar Azevedo	4219	M13007455	10M065	Pressa de moldados retos	MC		resistência de aquecimento das laterais, queimadas	Conc.	17/03/2021	07:00:00	19/03/2021	14:00:00			0
Miguel Costa	3604	M15011745	40COR068	Linha de corte CM transversal TBA400	MC		Carrão solto	Conc.	05/01/2021	09:20:00	05/01/2021	14:20:00			0
Bruno Mendes	2666	M11008024	10M452	Centro Maquagem Calços Enfiar (CMCE)	MC		Pressa inferior, não funciona devidamente	Conc.	07/01/2021	07:00:00	07/01/2021	10:30:00			0
Henrique Nelson	2213	M10010171	10M056	Câmara de Pintura Grandes Cubas	MC		Aquecimento não arranca	Conc.	08/01/2021	07:10:00	08/01/2021	13:10:00			0
Bruno Raul	2492	M15011755	400CP208	Granelhadora Tosca	MC		Cerro da cruzeta bloqueia, não desliza.	Conc.	11/01/2021	07:00:00	11/01/2021	13:00:00	100	M10030037	998

Figura 60 – Ferramenta de Registo de atividades.

De momento, este quadro é preenchido manualmente ao longo do turno pelos técnicos de manutenção, consoante a sua distribuição e a realização das atividades planeadas.

No entanto, após finalizada a implementação da digitalização, referida na secção 4.1.2.2, é espetável que todas as atividades preventivas, devidamente planeadas, sejam automaticamente inseridas na ferramenta, sem necessidade manual.

4.2.2 Controlo de Ordens de Serviço

Com o objetivo de manter a informação introduzida na base de dados diária, referida na secção 4.2.1, de forma organizada, foi ainda gerada uma nova ferramenta no *software* MSEXCEL®. Esta é utilizada como forma de tratamento dos dados recolhidos da folha preenchida diariamente, possibilitando a apresentação de indicadores.

A ferramenta encontra-se dividida em quatro páginas diferentes, entre elas: Manutenções Corretivas (Figura 61), Manutenções Preventivas (Figura 62), Manutenções de Melhoria (Figura 63) e Apresentação de KPI's, representada no Anexo 13.

Na página direcionada às MC's, representados na Figura 61, são apresentados os seguintes itens:

- Técnico responsável;
- OS (Ordem de Serviço);
- Equipamento;
- Ocorrência;
- Data e hora do pedido;
- *Spare*s utilizados e respetivo custo;
- Data e hora do início e fim da intervenção;
- Estado da intervenção;
- Observações.

OS	Nº Cadastro	Descrição	Data Pedido	Hora Pedid	Data Início Intervencã	Hora Início Intervenc	Data Conclusão	Hora Conclusã	Estado da intervenc	Estado da Of	TTA [h]	TTR [h]	Σ [h]/OS
M1501686	40AGC009	estufa não aquece	03/11/2020	21:00	18/02/2021	6:00	18/02/2021	7:00	Concluído		2553:00:00	1:00:00	1:00:00
M11007807	10M196	Averia nos sensores de fim de curso	04/01/2021	6:15	26/01/2021	6:00	26/01/2021	7:00	Concluído		527:45:00	1:00:00	1:00:00
M13007453	10M354	falta bobina no contador	05/01/2021	13:07	05/01/2021	15:20	05/01/2021	16:00	Concluído		2:13:00	0:40:00	0:40:00
M13007454	10M354	contador óleo averiado	05/01/2021	10:10	05/01/2021	15:30	05/01/2021	16:00	Concluído		5:10:00	0:40:00	0:45:00
M13007458	10P097	patilha de segurança do guincho solta	05/01/2021	13:10	26/02/2021	8:00	26/02/2021	9:00	Concluído		1242:50:00	1:00:00	
M13007455	10M065	resistência de aquecimento das laterais, queimadas	05/01/2021	6:00	17/03/2021	7:00	19/03/2021	14:00	Concluído		1705:00:00	5:00:00	20:00:00
M15011745	40C0R068	Carreto solto	05/01/2021	9:00	05/01/2021	9:20	05/01/2021	14:20	Concluído		5:20:00	5:00:00	
M11008024	10M452	Frensa inferior, não funciona devidamente	06/01/2021	6:55	07/01/2021	7:00	07/01/2021	10:30	Concluído		24:05:00	3:30:00	3:30:00

Figura 61 – Registo de Manutenções Corretivas.

Na página de registo de MP's, representados na Figura 62, são incluídos os seguintes itens:

- Técnico responsável;
- OS (Ordem de Serviço);
- Equipamento;
- Periodicidade da intervenção;
- *Spare*s utilizados e respetivo custo;
- Data e hora do início e fim da intervenção;
- Observações.

Responsável	OS	Nº Cadastre	Periodicidade	Data Intervenc.	Hora Intervenc.	Data Conclusã.	Hora Conclusã.	Mk conclusã.	Y conclusã.	TTR	Σ [h]/OS	Cod. Mat./Otd	Custos Spares	Custo Ocs Especific	Observações
4219 - Edgar Azevedo	M10010781	52MHV016	A	11/07/2022	08:30	11/07/2022	11:30	28	2022	3:00:00	3:00:00			0,00 €	
4219 - Edgar Azevedo	M10010784	52MHV008	A	11/07/2022	11:30	11/07/2022	14:30	28	2022	3:00:00	3:00:00			0,00 €	
2492 - Bruno Raui	M10010776	MP059	A	11/07/2022	7:00	11/07/2022	7:30	28	2022	0:30:00	1:00:00			0,00 €	
5073 - Bruno Almeida	M10010780	MP069	A	11/07/2022	7:30	11/07/2022	8:00	28	2022	0:30:00	1:00:00			0,00 €	
2492 - Bruno Raui	M10010779	MP101	A	11/07/2022	8:00	11/07/2022	8:30	28	2022	0:30:00	1:00:00			0,00 €	
2492 - Bruno Raui	M10010777	MP067	A	11/07/2022	8:30	11/07/2022	9:00	28	2022	0:30:00	1:00:00			0,00 €	
5073 - Bruno Almeida	M10010778	MP068	A	11/07/2022	9:00	11/07/2022	9:30	28	2022	0:30:00	1:00:00			0,00 €	
2492 - Bruno Raui	M10010783	MP118	A	11/07/2022	9:30	11/07/2022	11:30	28	2022	2:00:00	4:00:00			0,00 €	
1505 - Bruno Gomes	M10010723	10M115	A	12/07/2022	8:00	12/07/2022	8:00	28	2022	2:00:00	2:00:00			0,00 €	
1505 - Bruno Gomes	M10010725	10M116	A	12/07/2022	8:00	12/07/2022	9:00	28	2022	2:00:00	2:00:00			0,00 €	
1505 - Bruno Gomes	M10010724	10M117	A	12/07/2022	10:00	12/07/2022	13:00	28	2022	3:00:00	3:00:00			0,00 €	
2213 - Henrique Nelson	M15012671	40B0081	A	12/07/2022	6:00	12/07/2022	6:00	28	2022	2:00:00	4:00:00			0,00 €	
4219 - Edgar Azevedo	M15012673	40B0085	A	12/07/2022	8:00	12/07/2022	10:00	28	2022	2:00:00	4:00:00			0,00 €	
2213 - Henrique Nelson	M15012674	40B0086	A	12/07/2022	10:00	12/07/2022	12:00	28	2022	2:00:00	4:00:00			0,00 €	
4219 - Edgar Azevedo	M15012677	40M009	A	12/07/2022	13:00	12/07/2022	15:00	28	2022	2:00:00	4:00:00			0,00 €	
2213 - Henrique Nelson	M15012672	40B0083	A	13/07/2022	12:30	13/07/2022	14:00	28	2022	1:30:00	3:00:00			0,00 €	
4219 - Edgar Azevedo	M15012670	40M219	A	13/07/2022	15:00	13/07/2022	15:00	28	2022	1:00:00	2:00:00			0,00 €	

Figura 62 – Registo de Manutenções Preventivas.

Já na página direcionada às MM's, representados na Figura 63, são apresentados os itens seguintes:

- Técnico responsável;
- OS (associada a outra intervenção previamente existente – Corretiva, preventiva ou inspeção – Direciona ao equipamento);
- Descrição da intervenção;
- Spares utilizados e respetivo custo;
- Data e hora do início e fim da intervenção;
- Observações.

Responsável	OS	Descrição	Data Intervenc.	Hora Intervenc.	Data Conclusã.	Hora Conclusã.	Mk conclusã.	Y conclusã.	TTR	Cod. Mat.	Custos Spares	Custo Ocs Especific	Observações
M13001437		substituição ferramenta de cone	20/02/2021	8:28:00	05/02/2021	10:00:00		2021	1:30:00				
António Magalhães (Almag)	M13001409	Melhoria no sistema de elevação	22/01/2021	8:00:00	22/01/2021	10:00:00	3	2021				64,00 €	
António Magalhães (Almag)	M13001410	Melhoria no sistema de elevação	22/01/2021	10:00:00	22/01/2021	12:00:00	3	2021				64,00 €	
António Magalhães (Almag)	M13001408	Melhoria no sistema de elevação	22/01/2021	12:00:00	22/01/2021	14:00:00	3	2021				64,00 €	
António Magalhães (Almag)	M13001412	Melhoria no sistema de elevação	23/01/2021	8:00:00	23/01/2021	10:00:00	3	2021				64,00 €	
Diogo Maia(MS)	M13001391	Chapa para trilho	26/01/2021	8:00:00	26/01/2021	14:00:00	4	2021	5:00:00				
Diogo Maia(MS)	M13001414	colocação de arancador suave e uniformização do quadro elétrico	26/01/2021	11:00:00	26/01/2021	14:00:00	4	2021	3:00:00				
Henrique Nelson	M11000076	Reparação de botante	17/02/2021	8:00:00	17/02/2021	8:00:00	4	2021	2:00:00				
Diogo Maia(MS)	M13011830	teste de tempo	02/02/2021	12:00:00	05/02/2021	14:00:00	5	2021	17:00:00				
Diogo Maia(MS)	M13001421	prafornas	02/02/2021	8:00:00	02/02/2021	11:00:00	5	2021	3:00:00				
Diogo Maia(MS)	M13001404	retrofit prafornas	06/02/2021	8:00:00	06/02/2021	14:00:00	5	2021	8:00:00				
Diogo Maia(MS)	M13010219	retrofit prafornas	09/02/2021	7:00:00	10/02/2021	14:00:00	6	2021	7:00:00				
Diogo Maia(MS)	M15011834	Montagem pernos traido	10/02/2021	8:00:00	10/02/2021	7:00:00	6	2021	1:00:00				
Diogo Maia(MS)	M15010215	atrapalho sensor Junta batente	11/02/2021	7:00:00	11/02/2021	10:00:00	6	2021	3:00:00				
Diogo Maia(MS)	M15011838	Aplicação de óleos para o eixo	17/02/2021	8:00:00	17/02/2021	12:00:00	7	2021	4:00:00				
Diogo Maia(MS)	M13001405	retrofit prafornas	17/02/2021	8:00:00	17/02/2021	14:00:00	7	2021	6:00:00				
Diogo Maia(MS)	M13001468	retrofit prafornas	18/02/2021	8:00:00	19/02/2021	14:00:00	7	2021	18:00:00				
2492 - Bruno Raui	M13001471	reparação orla de mesa	19/02/2021	8:00:00	19/02/2021	11:00:00	7	2021	8:30:00				
Diogo Maia(MS)	M15011836	Limpeza semanal	19/02/2021	8:00:00	19/02/2021	14:00:00	7	2021	8:00:00				
Sérgio Ventura(MAJ)	M11000101	Aplicação de stop emergência móveis	22/02/2021	8:00:00	22/02/2021	8:00:00	8	2021	2:00:00				Junta de porta não estanque (stock 0)
2492 - Bruno Raui	M15011838	Limpeza semanal	12/02/2021	8:00:00	02/03/2021	14:00:00	5	2021	7:00:00				

Figura 63 – Registo de Manutenções de Melhoria.

4.2.3 Controlo de Ordens de Compra

Adicionalmente à ferramenta controlo OS, foi criada uma ferramenta para controlo de Ordens de Compra (OC's) que relaciona os gastos associados a cada ordem de serviço, representada na Figura 64 e Anexo 14.

#Requisitant	Nome requisitant	Data da requisicão	Nº ER	Descrição	Data adjudicatada	Nº O.C.	Imputação (O.S./Armazém)	Equipamento	Equipamento (Manut.corretiva)	Equipamento (Manut.Preventiva)	Equipamento (Manut.Melhorias)	Valor O.C.	Data Receção	Observações
2123	João Aguiar	08/03/2021	ER0006903	Punho de capagem VM9555	07/03/2021		Armazém					282,00		Vitalino J.Costa,Lda - PP
2666	Bruno Mendes	13/01/2021	ER0021645	Calibração do sistema de medição de peso no laboratório	27/03/2021	CL0503706	M0501256	40CR0205	40CR01025			530,00	03/03/2021	
2666	Bruno Mendes	14/01/2021	ER0021635	Comunador Lab.DT	07/04/2021	CL0503780	M0501783	40ENS146	40ENS146			33,24	23/03/2021	
2666	Bruno Mendes	21/01/2021	ER0007983	Formulário diverso	04/03/2021	CL0505975		Armazém				152,70	04/05/2021	
2666	Bruno Mendes	21/01/2021	ER0007979	Limpador	28/02/2021			Armazém						
2666	Bruno Mendes	21/01/2021	ER0007864	Limpador	21/01/2021	CL0506576		Armazém				86,00	23/01/2021	
2666	Bruno Mendes	23/03/2021	ER0007956	TRABALHOS DE MANUTENÇÃO	03/03/2021	CL0500383						180,00	29/03/2021	
2666	Bruno Mendes	01/02/2021	ER0007707	PORTA FUSIVELIS	10/02/2021	CL0506622	M03CFE1543					386,00	16/02/2021	
2666	Bruno Mendes	01/02/2021	ER0007702	ESPALHADOR			M0300522	10M140		VM140				
2666	Bruno Mendes	04/02/2021	ER0007712	LPS	17/02/2021	CL0500763						137,37	06/03/2021	
2666	Bruno Mendes	04/02/2021	ER0007711	SELENIO 100%	21/02/2021	CL0506636	M03005262	VM622.07		VM622.07		76,40	23/03/2021	
2666	Bruno Mendes	04/02/2021	ER0007713	DESENFULADOR	18/02/2021	CL0506633	M03006500	VM674	VM674			175,00	16/03/2021	
2666	Bruno Mendes	05/02/2021	ER0007717	Esquema sistema	18/02/2021	CL0506625						22,50	22/02/2021	
2666	Bruno Mendes	05/02/2021	ER0007713	CHL LPS LAB	25/02/2021	CL0506648						4.385,21	16/02/2021	
2666	Bruno Mendes	05/02/2021	ER0007774	PLACACOMPACTARLATAS										
2666	Bruno Mendes	05/02/2021	ER0007715	Esquema motor "Pico an BOM" Classe D	23/02/2021	CL0506627	M03007407	10M160		10M160		93,35		
4335	Helder Bezerra	06/02/2021	ER0007783	Reparação cilindro VM9552	12/02/2021	CL0506682	M0300824	VM482		VM482		80,00	16/03/2021	
4335	Helder Bezerra	06/02/2021	ER0022288	Punção para alar	17/02/2021	CL0503770	M0301857	40CCP068	40CCP068			131,25		
4666	Bruno Mendes	19/02/2021	ER0007821	MOTOR PNEUM	23/02/2021	CL0506628	M0300592	VM433		VM433		150,00		
4666	Bruno Mendes	01/02/2021	ER0007813	TECLA AC	23/02/2021	CL0506643	M03005436	VM200		VM200		2.000,00	24/02/2021	
4666	Bruno Mendes	10/02/2021	ER0007728	Rep. Mq. MELE	24/02/2021	CL0506647	M0300187	VM483		VM483		522,19	23/03/2021	

Figura 64 – Folha de registo e controlo de Ordens de Compra.

Na ferramenta de registo e controlo de OC's são incluídos os seguintes pontos:

- Requiritante;
- Data da requisição;
- Nº ER; número de requisição
- Descrição do pedido;
- Data de Adjudicação; tempo de resposta do sistema de compras
- Número de ordem de compra;
- Imputação; âmbito (se é para OS ou armazém)
- Equipamento associado e âmbito (corretiva, preventiva, melhoria);
- Valor da OC
- Data de receção;
- Observações.

Tal como a ferramenta referida na secção 4.2.2, a utilização desta ferramenta permite uma maior facilidade de análise de alguns indicadores.

4.2.4 Resultado da Implementação das Ferramentas

A partir das ferramentas criadas, tornou-se possível retirar vários indicadores que não podiam ser analisados sem a sua existência, devido à falta de controlo dos mesmos. – Tabela 22.

Tabela 22 – Indicadores de desempenho analisados na EPS.

Ferramenta	Indicador	Método de Cálculo
Controlo OS	MTTA	Média da diferença entre a data de início de execução real da OS com a data da falha do equipamento.
	MTTR	Média da diferença entre a data final da execução real com a data de lançamento da OS.
	MRT	Média da diferença entre a data final da execução real com a data de início de execução real da OS.
	MDT	Média da soma entre MTTA e MRT.
	MTBF	Média da diferença da data entre a as diferentes intervenções por equipamento.
	TOP 5 Incidências Semanal	Top 5 dos equipamentos com maior soma de avarias registadas, durante a semana.
	TOP 5 Incidências Acumulado	Top 5 dos equipamentos com maior soma de avarias registadas, acumuladas ao longo do ano.
	TOP 5 Horas de Intervenção Semanal	Top 5 dos equipamentos com maior número horas de intervenção registadas, durante a semana.
	TOP 5 Horas de Intervenção Acumulado	Top 5 dos equipamentos com maior número horas de intervenção registadas, acumuladas ao longo do ano.
	Média de avarias por semana	Média geral de avarias em todos os equipamentos.
Controlo OC	<i>Lead Time</i> médio	Média do tempo necessário desde o momento da requisição até à sua receção
	Tempo médio <i>procurement</i>	Média do tempo necessário desde o momento da requisição até à sua adjudicação
	TOP 5 Custos Semanal	Top 5 dos equipamentos com maior soma de custos em <i>sparcs</i> ou OC's específicas, durante a semana.
	TOP 5 Custos Acumulado	Top 5 dos equipamentos com maior soma de custos em <i>sparcs</i> ou OC's específicas, acumulados ao longo do ano.

4.2.5 Dashboard de apresentação de indicadores

Com o objetivo de evidenciar os indicadores referidos na secção 4.2.4 de forma clara, foi elaborado um modelo de apresentação através da ferramenta *Software* MS PowerBI® (PBI) associada ao *Software* MS Sharepoint®, desta forma foi possível concentrar toda a informação recolhida e facilitar a sua visualização e compreensão por parte de todos os colaboradores.

Na Figura 65 Figura 66 é apresentada a plataforma desenvolvida no *Software* MS Sharepoint® e um exemplo de apresentação de alguns dos KPI's utilizados na Manutenção Industrial.



Figura 65 – Apresentação plataforma Sharepoint Engenharia e Manutenção Industrial da EPS.

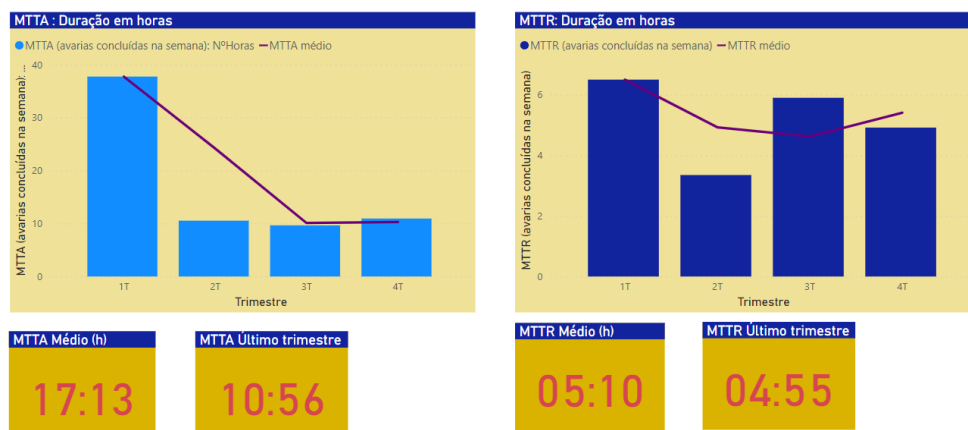


Figura 66 – Exemplo de apresentação de KPI's utilizados na MI da EPS em PBI – Sharepoint.

4.3 Custos de Manutenção

O controlo de custos da manutenção na EPS era efetuado com base num resultado anual de gastos totais em manutenções realizadas por equipamento. A Figura 67, e Anexo 15, compara a linha de variação da produção com a linha de variação referente aos custos de manutenção antes (2020) e depois (2021) de iniciada a implementação das ferramentas de melhoria, em DT e PT. É de notar que, devido aos anos atípicos vividos, o nível de produção não é o padrão, verificando-se até uma redução da mesma, correspondendo a 18% em TRF DT e 7% em TRF PT. No entanto, é possível verificar uma descida ainda mais acentuada dos custos de manutenção associados para esses dois anos, cerca de 57% para TRF DT e 28% para TRF PT.

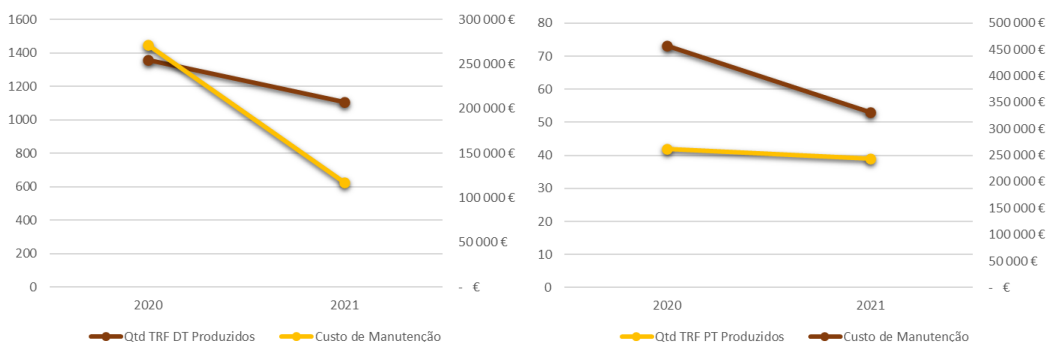


Figura 67 – Variação da produção e custos de manutenção associados de 2020 a 2021 na EPS.

A partir da hierarquia dos ativos, é possível controlar os equipamentos com custos mais elevados, de forma a estudar a origem dos resultados obtidos. A Figura 68 representa o TOP 5 de equipamentos que apresentaram maior custo no ano de 2020.

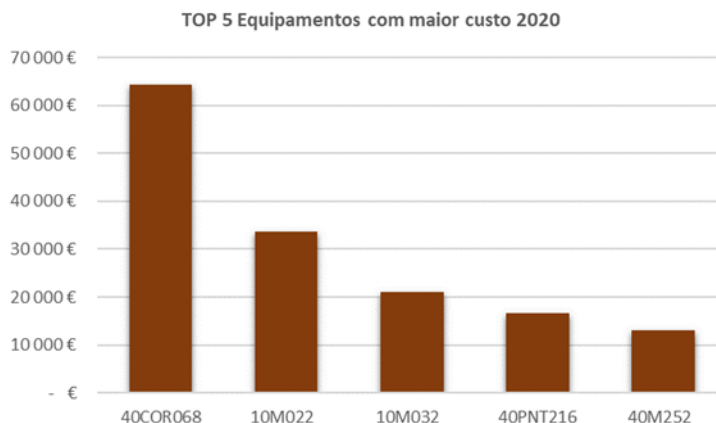


Figura 68 – Top 5 Custos em equipamentos na EPS em 2020.

Como é possível verificar a partir da análise do Top 5 de equipamentos com custos mais elevado, o equipamento que apresentou um maior custo foi o 40COR068, Linha de corte transversal de CM's de DT, com 64 477 €.

Com o intuito de perceber a diferença entre 2020 e 2021, foram analisados os custos dos mesmos equipamentos no ano seguinte, apresentados na Figura 69.



Figura 69 – Comparação dos custos de equipamentos na EPS em 2020 e 2021.

Após implementação das melhorias, foi perceptível a redução dos custos nos equipamentos de forma significativa, que vem corroborar a diminuição dos custos de manutenção gerais, apresentados anteriormente. Na Figura 70 é possível verificar a taxa de redução de custos nos mesmos equipamentos. Nesta amostra de equipamentos é

possível observar uma média de redução de custos bastante significativa, correspondente a 62%.

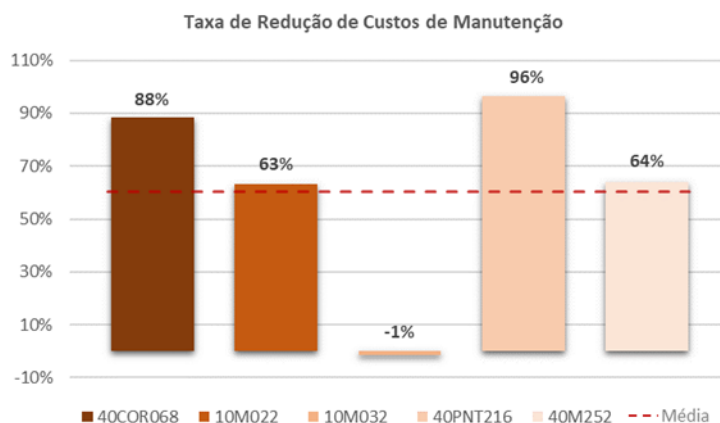


Figura 70 – Taxa da Redução de custos nos equipamentos após implementação das metodologias na EPS.

Já em 2021, a análise do Top 5 de equipamentos com custos mais elevados, representada na Figura 71, apresentou como equipamento com maior custo o 10M032, Laboratório de Ensaios de TG's de PT, com 21 350 €, equipamento que se encontrava em terceiro no ano 2020.



Figura 71 – Top 5 Custos em equipamentos na EPS em 2021.

De forma a perceber a origem dos custos, realizou-se uma análise das anomalias detetadas, apresentadas na Figura 72, que representa a principal distribuição de custos

de manutenção existentes no Laboratório de Ensaios de TG's. Esta análise permite registar o tipo de custo associado a cada equipamento, para ser possível elaborar futuras melhorias no indicador em questão. Neste caso em particular, verificou-se que a origem principal dos gastos resultava na necessidade de material para reparação do PC LMS.

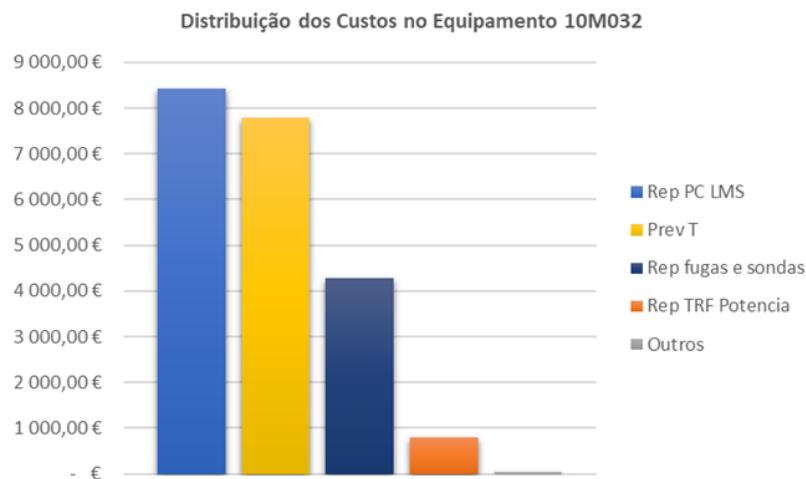


Figura 72 – Distribuição dos custos de manutenção no equipamento 10M032 em 2021 na EPS.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

5.2 Proposta de Trabalhos Futuros

5 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

Com a finalização do estágio e correspondente dissertação, foram evidenciados resultados positivos não só a nível organizacional, mas também para o efeito de aprendizagem a nível pessoal desenvolvido pelo estudante.

O desenvolvimento deste trabalho procurou implementar melhorias no DMI, com a introdução de ferramentas de melhoria, de forma a garantir uma maior disponibilidade dos recursos e equipamentos necessários, assim como uma diminuição de desperdícios associados às intervenções de manutenção preventiva. Na Tabela 23 são representados, de forma sintetizada, os objetivos definidos no projeto inicial e o seu estado atual de implementação.

Tabela 23 – Análise do Estado das soluções propostas no projeto.

Área	Objetivo	Estado
Gestão/Planeamento	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de uma aplicação de apoio à gestão de recursos, com registos de atividades e atualizações nos equipamentos; Otimização do Layout do DMI. 	Em conclusão (App) Concluído (Layout)
PMP	<ul style="list-style-type: none"> Revisão e atualização dos RMP, de forma a diminuir os desperdícios nas intervenções; Otimização dos RMP através da introdução de técnicas de monitorização, aumentando a eficiência das MP's; Otimização de MA's. 	Concluído (Metodologia) Planos em execução
Indicadores de Desempenho	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de uma plataforma de registo de indicadores de desempenho de fácil acesso e intuitiva; Higienização do ERP. 	Concluído, mas processo contínuo (Higienização)

No decorrer do capítulo Desenvolvimento, foram apresentadas as conclusões resultantes das propostas de solução, complementadas por análises quantitativas

referentes a várias fases do projeto a ser desenvolvido. Na Tabela 24 encontram-se resumidas as principais propostas de solução apresentadas e o seu estado de implementação, respetivamente.

Tabela 24 – Resultados da implementação das propostas de solução.

Proposta/Solução	Estado de implementação
Otimização de MA's	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição das falhas em ativos aos quais foram aplicados MA, com uma média de 41%.
Otimização de MP's	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuição dos tempos de desperdício e MTTR na realização de MP, após revisão dos MMP.
Otimização do <i>layout</i> DMI	<ul style="list-style-type: none"> • Otimização da área geral, e aumento do espaço disponível • Otimização da área do centro de maquinagem e melhoria do acesso aos seus componentes; • Otimização da área do gabinete e melhoria do seu conforto; • Eliminação de movimentos desnecessários; • Aumento da segurança e redução do risco de acidentes.
Higienização ERP	<ul style="list-style-type: none"> • Reorganização e atualização dos ativos existentes; • Fecho de Ordens de Serviço concluídas, cerca de 2 000; • Diferença de 1 200 e 2 050 artigos encontrados em ERP, em comparação com a realidade; • Registo de novos artigos em ERP, cerca de 720; • Configuração do ERP com <i>stocks</i> mínimos de cada artigo e atualização da sua quantidade e preço associado.
Implementação e controlo de KPI's	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de uma ferramenta para controlo e análise de novos indicadores de desempenho.

Em todas as fases do projeto, o trabalho em equipa provou ser essencial para a qualidade dos resultados obtidos. Tanto na alteração do *layout* do DMI, como na

realização das melhorias aplicadas nas manutenções preventivas e desenvolvimento de ferramentas informáticas.

Concluído o projeto, foram verificados os indicadores de desempenho implementados na EPS, dos quais seria espectável obter melhorias. Comparando um igual período de 2020 e 2021 (janeiro a dezembro) para a EPS, verifica-se uma diminuição significativa, no número de ações corretivas nos equipamentos onde foram aplicadas as sugestões de melhoria.

Relativamente à realização de intervenções preventivas, foi notável a diminuição dos tempos de desperdício, representado no Anexo 8, e aumento da sua assertividade, assim como uma maior organização no DMI que se refletiu como melhorias não só na dinâmica e disponibilidade da equipa, como também na sua boa disposição. É espectável 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 estagiário adquiriu proveitos a nível pessoal e profissional, onde se destacam:

- Consolidação dos conhecimentos teóricos e aplicação prática dos mesmos;
- Contacto com uma organização industrial;
- Melhoria das capacidades de trabalho em equipa, resolução de problemas e definição de planos estratégicos;
- Aquisição de competências a nível de responsabilidade, formação aos colaboradores e apresentação/demonstração de resultados.

Com a realização da dissertação, verificou-se que a aplicação de métodos e filosofias não é tão linear como à partida aparenta. Cada organização é composta por diferentes características, sendo por vezes difícil definir a melhor estratégia para abordar os problemas identificados. Neste projeto, foi adotadas essencialmente uma estratégia de abordagem da metodologia TPM, uma vez que visa melhorar o desempenho da manutenção, garantindo a eficiência dos equipamentos.

Concluiu-se também através do projeto que, para além de qualquer filosofia, método ou estratégia, um dos fatores mais importantes na aplicação de todas estas teorias é a capacidade de envolver as pessoas no projeto, de forma a atingir os objetivos propostos.

Manter os funcionários motivados, integrados e responsáveis pelo desempenho torna-se uma tarefa trabalhosa, dado que a melhoria e execução do plano de manutenção é

um processo contínuo que envolve várias áreas da empresa, sendo que a manutenção é uma parte com impacto significativo no desempenho das partes interessadas.

5.2 Proposta de Trabalhos Futuros

Uma vez concretizados os objetivos propostos e apesar de, durante o projeto, terem sido identificadas e elaboradas propostas de melhoria, foram verificadas outras oportunidades de melhoria, fundamentais para manter o bom funcionamento das ferramentas desenvolvidas. Parte das ações envolve a necessidade contínua de atualização dos equipamentos, bem como o devido controlo das peças de substituição.

Na Tabela 25, são apresentadas algumas dessas necessidades e sugestões de melhoria.

Tabela 25 – Sugestões de melhorias futuras.

Sugestões de Melhoria	Objetivos
Implementação do Indicador de desempenho OEE	<ul style="list-style-type: none"> Tornar possível a identificação e, posteriormente, resolução das perdas de eficiência.
Melhoria da ferramenta de apoio às MPS em <i>MSPowerApps</i> [®]	<ul style="list-style-type: none"> Melhoria da ferramenta desenvolvida para MP's, de forma a abranger MA's e inspeções legais também realizadas pelo DMI.
Transversalização do departamento de manutenção TRF em toda a EPS	<ul style="list-style-type: none"> Tornar possível o conhecimento e melhorar a acessibilidade de ativos, <i>stocks</i> e custos de manutenção em todas as áreas e não apenas TRF; <i>Standardizar</i> processos de trabalho (ferramentas, metodologias, documentação, etc) diferentes entre unidades; Inclusão de visibilidade de KPIs de atividade e performance; Melhoria do nível de interação com ERP; Diminuição do consumo de papel; Inclusão de <i>forecasts</i>; Aumento de sinergias entre unidades.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

Afefy, I. H. (2013). Implementation of Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Evaluation. In *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS* (Vol. 13).

AFNOR. (2003).
https://www.cimi.fr/index.php?option=com_quickfaq&view=items&cid=3:maintenance&id=5:combien-existe-t-il-de-niveaux-de-maintenance%2520

AFNOR FD X60-000. (2003). *Normes nationales et documents normatifs nationaux*.

Amaral, F. D. (2016). *Gestão da Manutenção na Indústria* (Vol. 9789897521515). LIDEL.

Amrina, E., Yulianto, A., & Kamil, I. (2019). Fuzzy multi criteria approach for sustainable maintenance evaluation in rubber industry. *Procedia Manufacturing*, 33, 538–545. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.067>

Bartelt, M., Stecken, J., & Kuhlenkötter, B. (2020). Automated production of individualized products for teaching I4.0 concepts. *Procedia Manufacturing*, 45, 337–342. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.027>

Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Knezevic, J., Ait-Kadi, D., & Raouf, A. (2009). Handbook of maintenance management and engineering. In *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>

Bokrantz, J., Skoogh, A., Berlin, C., & Stahre, J. (2017). Maintenance in digitalised manufacturing: Delphi-based scenarios for 2030. *International Journal of Production Economics*, 191, 154–169. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.06.010>

Cabral, J. P. (2006). *Organização e gestão da manutenção: Vol. ISBN: 9789727574407*. (5 ed.). Lisboa: LIDEL.

Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). *Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company* (pp. 001–012). <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>

De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2006). OEE and equipment effectiveness: An evaluation. *International Journal of Production Research*, 44(23), 4987–5003. <https://doi.org/10.1080/00207540600573402>

Ding, L., Wang, H., Kang, K., & Wang, K. (2014). A novel method for SIL verification based on system degradation using reliability block diagram. *Reliability Engineering and System Safety*, 132, 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.res.2014.07.005>

Dowlatshahi, S. (2008). The role of industrial maintenance in the maquiladora industry: An empirical analysis. *International Journal of Production Economics*, 114(1), 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.02.009>

- Ferreira, S., Martins, L., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Campilho, R. D. S. G., & Sá, J. C. (2020). A novel approach to improve maintenance operations. *Procedia Manufacturing*, 51, 1531–1537. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.213>
- Ferreira, S., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2019). KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. *Procedia Manufacturing*, 38, 1427–1435. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.145>
- Franciosi, C., Voisin, A., Miranda, S., & lung, B. (2020). Integration of I4.0 technologies with maintenance processes: What are the effects on sustainable manufacturing? *IFAC-PapersOnLine*, 53(3), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.001>
- Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 13, 1128–1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>
- Gulati, R. (2013). *Maintenance and reliability best practices*. Industrial Press.
- Heng, Z., Aiping, L., Liyun, X., & Moroni, G. (2019). Automatic estimate of OEE considering uncertainty. *Procedia CIRP*, 81, 630–635. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.167>
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Kigisirisin, S., Pussawiro, S., & Noohawm, O. (2016). Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant. *Procedia Engineering*, 154, 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.472>
- Klima Ronen, I. (2020). Action research as a methodology for professional development in leading an educational process. *Studies in Educational Evaluation*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100826>
- Kobbacy K. A. H., & Murthy D. N. P. (2008). *Complex System Maintenance Handbook* (Vols. 978-1-84800-010-0.). Springer-Verlag.
- Kocher, G., Kumar, R., Singh, A., & Dhillon, S. S. (2012). An Approach for Total Productive Maintenance and Factors Affecting its Implementation in Manufacturing Environment. *International Journal on Emerging Technologies*, 3(1), 41–47.
- Kumar, N. S. H., Manjunath, C., John, R. P., Chand, R. P., Madhusudhana, S., & Venkatesha, B. K. (2021). Reliability, availability and maintainability study of 6.5 cubic meters shovel and 60 tone dumper in a surface limestone mine. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.292>
- Márquez, A. C. (2007). *The Maintenance Management Framework Models and Methods for Complex Systems Maintenance*.
- Martins, L., Silva, F. J. G., Pimentel, C., Casais, R. B., & Campilho, R. D. S. G. (2020).

- Improving preventive maintenance management in an energy solutions company. *Procedia Manufacturing*, 51, 1551–1558. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.216>
- Moreira, A., Silva, F. J. G., Correia, A. I., Pereira, T., Ferreira, L. P., & De Almeida, F. (2018). Cost reduction and quality improvements in the printing industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 623–630. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.107>
- Moubray J. (1997). *Reliability-Centered Maintenance* (978th-0831131463. ed.). Industrial Press Inc.
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Montoya-Torres, J. R., & Jaca, C. (2018). Using OEE to evaluate the effectiveness of urban freight transportation systems: A case study. *International Journal of Production Economics*, 197, 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.01.011>
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>
- NP EN 13306. (2017). *Terminologia da Manutenção*. BSI Standards Publication.
- NP EN 15341. (2019). *Maintenance. Maintenance Key Performance Indicators*. BSI Standards Publication.
- Oliveira, M., Lopes, I., & Rodrigues, C. (2016). Use of Maintenance Performance Indicators by Companies of the Industrial Hub of Manaus. *Procedia CIRP*, 52, 157–160. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.071>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38, 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Baptista, A., Fernandes, N. O., Casais, R., & Carvalho, C. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan - A case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 1423–1430. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean: Vol. ISBN: 9789727578771*.
- Pombal, T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Implementation of lean methodologies in the management of consumable materials in the maintenance workshops of an industrial company. *Procedia Manufacturing*, 38, 975–982. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.181>
- Rajput, H. S., & Jayaswal, P. (2012). A total productive maintenance (TPM) approach to

- improve overall equipment efficiency. *International Journal of Modern Engineering Research*, 4383–4386.
- Regattieri, C. R. (2016). *CÁLCULO DO ÍNDICE DE OEE-OVERALL EQUIPMENT EFFETIVENESS EM UM CENTRO DE CUSTO DE UMA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS CALCULATION OF THE OEE INDEX-OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS IN A COST CENTER OF AN AGRICULTURAL EQUIPMENT INDUSTRY*.
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Rodríguez-Padial, N., Marín, M., & Domingo, R. (2015). Strategic Framework to Maintenance Decision Support Systems. *Procedia Engineering*, 132, 903–910. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.576>
- Santos, T., Silva, F. J. G., Ramos, S. F., Campilho, R. D. S. G., & Ferreira, L. P. (2019). Asset priority setting for maintenance management in the food industry. *Procedia Manufacturing*, 38, 1623–1633. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.122>
- Schiraldi, M. M., & Varisco, M. (2020). Overall Equipment Effectiveness: consistency of ISO standard with literature. *Computers and Industrial Engineering*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106518>
- Smith A. M., & Hinchcliffe G. R. (2003). *RCM--Gateway to World Class Maintenance* (ISBN: 9780750674614.). Butterworth-Heinemann.
- Sohn, S. Y., Yoon, K. B., & Chang, I. S. (2006). Random effects model for the reliability management of modules of a fighter aircraft. *Reliability Engineering and System Safety*, 91(4), 433–437. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2005.02.008>
- Stamatis, D. H. (2017). *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness*. CRC Press.
- Stricker, N., Micali, M., Dornfeld, D., & Lanza, G. (2017). Considering Interdependencies of KPIs – Possible Resource Efficiency and Effectiveness Improvements. *Procedia Manufacturing*, 8, 300–307. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.038>
- Swanson, C. (2014). Reorganizing a Resuscitation Room Using Six Sigma (6S) Principles. *Journal of Emergency Nursing*, 40(4), 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2013.04.006>
- Theissler, A., Pérez-Velázquez, J., Kettelgerdes, M., & Elger, G. (2021). Predictive maintenance enabled by machine learning: Use cases and challenges in the automotive industry. *Reliability Engineering and System Safety*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107864>

- Tortorella, G. L., Fogliatto, F. S., Cauchick-Miguel, P. A., Kurnia, S., & Jurburg, D. (2021). Integration of Industry 4.0 technologies into Total Productive Maintenance practices. *International Journal of Production Economics*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108224>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- Vilarinho, S., Lopes, I., & Sousa, S. (2017). Design Procedure to Develop Dashboards Aimed at Improving the Performance of Productive Equipment and Processes. *Procedia Manufacturing*, 11, 1634–1641. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.314>
- Wakjira, M. W., Pal Singh, A., Workneh Wakjira α , M., & Pal Singh σ , A. (2012). Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry. *Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal Publisher: Global Journals Inc*, 12.
- Wiktorsson, M., Andersson, C., & Turunen, V. (2018). Leading towards high-performance manufacturing - Enabling indicators in early R&D phases ensuring future KPI outcome. *Procedia Manufacturing*, 25, 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.06.077>
- Wohlin, C., & Runeson, P. (2021). Guiding the selection of research methodology in industry–academia collaboration in software engineering. *Information and Software Technology*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106678>
- Zhang, Y. Y., Hu, Z. Z., Lin, J. R., & Zhang, J. P. (2021). Linking data model and formula to automate KPI calculation for building performance benchmarking. *Energy Reports*, 7, 1326–1337. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.02.044>

ANEXOS

6.1 Anexo 1 – Representação de Plano de Manutenção Autónoma mensal do equipamento 10M364

6.2 Anexo 2 – Representação de Plano de Manutenção Autónoma mensal do equipamento 10M364

6.3 Anexo 3 – Representação de Plano de Manutenção Autónoma mensal do equipamento 10M364

6.4 Anexo 4 – Conteúdos programáticos relativos à formação de sensibilização

6.5 Anexo 5 – Registo de MP antigo do equipamento Mandril Expansível

6.6 Anexo 6 – Manual de MP do equipamento Mandril Expansível atual

6.7 Anexo 7 – Maquete UI da App para realização de manutenções preventivas

6.8 Anexo 8 – Tempos da realização da MP no equipamento Vapour Phase

6.9 Anexo 9 – Fluxograma de execução de uma intervenção de Manutenção Preventiva

6.10 Anexo 10 – Resultados da alteração do layout do DMI

6.11 Anexo 11 – Caracterização das fases de OS

6.12 Anexo 12 – Folha de controlo diário

6.13 Anexo 13 – Ferramenta de controlo de OS

6.14 Anexo 14 – Ferramenta de controlo de OC

6.15 Anexo 15 – Variação da produção e custos de manutenção associados de 2020 a 2021 na EPS

7 ANEXOS


7.1 Anexo 1 – Representação de Plano de Manutenção Autônoma mensal do equipamento 10M364

MANUTENÇÃO AUTÔNOMA - PLANO MENSAL									
10M364 - Furadora Radial									
Ícone	Atividade	Local	Descrição/Procedimento	Material	UF	Tempo (min)	Foto	QR Code	Link
	Cateter	Cala de cateter	1) Limpar cateter em toda a extensão gradualmente lubrificando com óleo BENCUN 818 2) Injetar óleo BENCUN 818 nos locais indicados. Não é preciso a bomba - só verificar quantidade para lubrificação em toda a extensão do curso. BENCUN 818: M10C3009		UF	10			Link
	Fuso	Engrenagem do fuso	1) Realizar o checke visual para excessos de engrenagem. 2) Aplicar massa DURAPOL 872 indicada a carga total. DURAPOL 872: M10C3008		UF	10			Link
	Cateter	Desafusar	Injetar óleo KIBCOIN 818 BENCUN 818: M10C3007		UF	10			Link
	Empilhado	Cala de empilhado	1) Limpar toda a extensão lubrificada 2) Aplicar óleo BENCUN 818 em toda a extensão. BENCUN 818: M10C3009		UF	10			Link
	Cateter	Desmontar e aplicar lubrificante no fuso	Injetar óleo BENCUN 818 nos pontos indicados BENCUN 818: M10C3007		UF	10			Link
	Fuso	Parafuso do fuso	1) Limpar toda a extensão lubrificada 2) Aplicar óleo BENCUN 818 em toda a extensão. BENCUN 818: M10C3009		UF	10			Link
	Sistema de Injeção de Lubrificante	Circuito de injeção de óleo	1) Retirar os aparos, e substituir na base do máquina, preferivelmente nos pontos indicados e remanejados. 2) Verificar se o circuito de água está o funcionamento. Caso contrário, verificar estado de verificação nos fios em indicado e testar (só caso) se a situação se mostrar, solicitar pedido de intervenção em BOM.		UF	10			Link
	Cateter	Nível de óleo	Verificar nível de óleo. Deverá estar compreendido entre os marcas, aproximando o 2/3 do nível. - Caso esteja abaixo do nível indicado, solicitar intervenção via BOM.		UF	10			Link

SIMBOLÓGIA DA FREQUÊNCIA DA MANUTENÇÃO:				
	Mensal			

SIMBOLÓGIA DA AÇÃO DE MANUTENÇÃO:				
	Inspeção Visual			
	Lubrificação			

7.2 Anexo 2 – Representação da folha de registo de presenças nas formações das MA



REGISTO DE PRESENCAS

Formador: Celso Manuel P Teixeira Formador Externo Formador Interno | n.º colaborador: 201

Curso/Ação: TPM Maquina de furar de coluna Local: Arrateia Código*: 6 - Técnica

Duração (h): 00:30 Data: 21/abr/22 Horário: 10:00

Objectivos: Formar operadores e chefias para realizar um conjunto de actividades simples e planeadas com o objectivo de manter o equipamento em boas condições de funcionamento, aumentando o seu conhecimento tecnico e incutir responsabilidade.


Conteúdo: Executar o plano de manutenção primaria, identificar partes da maquina onde intrevir, saber quais os produtos a utilizar e como utilizar em condições de segurança.


N.º Colab.	NOME COMPLETO (EM MAIÚSCULAS)	UN/Empresa	RÚBRICA
2869	Carlos Martins	EFACEC	Carlos Martins
2008	Paulo Gaspar	EFACEC	Paulo Gaspar
4515	Vitor Oliveira	EFACEC	Vitor Oliveira
1539	Roberto Moreira	EFACEC	Roberto Moreira

01.00DEFACEC-07040001-001-001-EN-07

* Códigos: 1 - Comportamental; 2 - QAS; 3 - Gestão e Administração; 4 - Línguas Estrangeiras; 5 - Informática; 6 - Técnica

DATA: 21/abr/22

ASSINATURA DO FORMADOR: 



ENTIDADE FORMADORA
ERTIFICADA

7.3 Anexo 3 – Apresentação realizada na ação de formação relativa às metodologias TPM



MAST 3R ACADEMIA EFACEC

O CONHECIMENTO QUE AMPLIA O FUTURO.


TPM – Total Productive Maintenance

26-11-2021

Oradores:
Ana Viana, Celso Teixeira, Leandro Martins

efacec EMPOWERING THE FUTURE

7.4 Anexo 4 – Conteúdos programáticos relativos à formação de sensibilização



MAST 3R ACADEMIA EFACEC

O CONHECIMENTO QUE AMPLIA O FUTURO.

Escola Tecnológica

TPM – Manutenção Autónoma

Objetivos

- Importância da filosofia TPM
- Implementação de conceitos de manutenção autónoma

Conteúdos Programáticos

- Contexto histórico
- Pilares do TPM
- KPIs
- Caso prático: Manutenção autónoma – TPM Bosch

Destinatários

- Colaboradores produção TRF

Formador Ana Viana Leandro Martins Celso Teixeira	Carga Horária (45min.)	Calendarização (datas)
---	----------------------------------	----------------------------------

EFACEC ENTIDADE ORGANIZADORA CERTIFICADA

7.5 Anexo 5 – Registo de MP antigo do equipamento Mandril Expansível

Equipamento	MANDRIL EXPANSÍVEL		
Código	10M033 -	Sector	PT – Core
Tipo – A	ANUAL	Data (I/F)	a
Lista de materiais necessários	Líquido de limpeza--MI40CS0012 Massa lubrificante – M40ICS0053 Brake clean ----- MI40CS003 Penetrante ----- MI40CS002		TEMPO PREVISTO 1x 8h
Ferramentas Específicas	Pinça amperimétrica		

Pos.	Descrição	Situação		Comentários
		NC	C	
E 00	Verificar e testar todos os componentes de segurança do equipamento (listar equipamentos específicos)			Em mandris que utilizem acionamento elétrico
E 01	Verificação dos componentes eléctricos e reaperto de ligações.			Em mandris que utilizem acionamento elétrico
M 01	Verificação dos elementos de expansão (fusos, fêmeas, guias, redutores, etc.)			
M 02	Verificar estado das fixações aparafusadas			
M 03	Verificação do estado dos pontos e elementos de arrasto (furações, pernos de arrasto, etc.)			
M 04	Verificação do estado das réguas e acessórios			
G 01	Aspecto geral. Limpeza e lubrificação da máquina.			
G 02	Teste do equipamento com operador da máquina			

Rubrica: _____


LEGENDA	SEGURANÇA	AMBIENTE
NC: Não Conforme C: Conforme	Utilizar EPI de operação	Colocação dos resíduos em contentor próprio

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 / 3

7.6 Anexo 6 – Manual de MP do equipamento Mandril Expansível atual

Capa – Contém informações gerais como a localização, periodicidade e custo total.

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

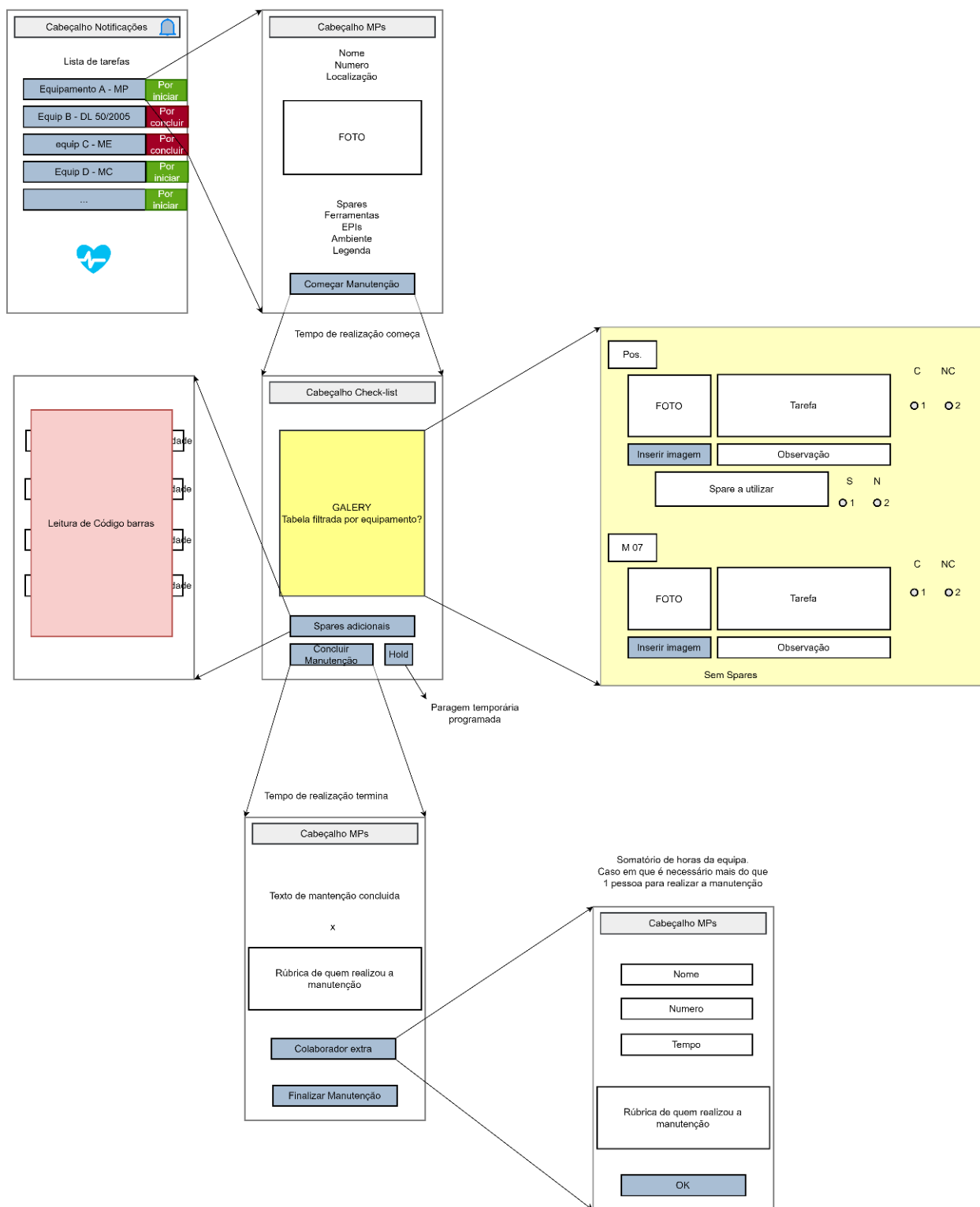
Manutenção Preventiva 10M033_16	
Tempo total de manutenção (min)	150
Custo total spares	7,37 €
Nº total técnicos	2
Custo mão de obra	108,17 €
Custo total de manutenção	115,54 €

Equipamento	Mandril Expansível
Código Baan	10M033
Sector	PT - Core

Check-List – Contém toda a informação detalhada, referente à manutenção em questão.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Códic	Equipame	Sect	Marc	Sub-equipame	Preventiva/Predi	Periodicia	Pe	Tarefa	Image	Spares	Quantid	Custo spares	Tempo est. (n	Nº técnicos	Custo técnico	Ferrament	Recomendações/coment
2	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 01	Verificação dos elementos de expansão: Fusos; Fêmeas; Guias; Redutores.					20	2	14,67		
3	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 02	Verificação do estado dos pontos e elementos de arrasto: Furações; Pernos de arrasto.					5	2	3,67		
4	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 03	Verificação dos olhais de elevação.					5	2	3,67		
5	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 04	Verificação do estado das réguas/gomos e acessórios.					10	2	7,33		
6	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	M 05	Reaperto de todas as fixações aparafusadas.					30	2	22,00		
7	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preditiva	S	M 06	Verificar homogeneidade do diâmetro do mandril. Medição início, meio e fim do diâmetro do mandril, em 3 posições: totalmente aberto, meio aberto e fechado. Valor máximo de variação: +/- 1,5 mm					20	2	14,67	Medidor de diâmetro digital (ou Fita circunferencial com passo)	
8	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	G 01	Limpeza da máquina.		M10CS0012 M10CS0013	0,5L 0,3L	5,60	30	2	22,00		
9	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	G 02	Lubrificação da máquina.		M10CS0014 M10CS0053	0,1 0,2kg	1,78	25	2	18,33	Bomba de lubrificação	
10	10M033	Mandril Expansível	PT - Core	-	-	Preventiva	S	G 03	Verificação do equipamento com o operador da máquina.					5	1	1,83		

7.7 Anexo 7 – Maquete UI da App para realização de manutenções preventivas



7.8 Anexo 8 – Tempos da realização da MP no equipamento Vapour Phase

Tempo médio de realização de uma MP no VP do centro de produção SHELL, antes da implementação do Projeto.

Responsável	Tarefa	Tempo (min)	Tempo (%)
Resp. MP ou Resp. DMI	#1 Gerar OS (BAAN)	1,5	0,2%
	#2 Imprimir OS	1,5	0,2%
	#3 imprimir RMP *1	3	0,5%
	#4 atribuição de MP aos técnicos	2	0,3%
Técnicos	#5 tempo de intervenção	477	71,9%
	#6 Procura de Spares	20	3,0%
	#7 Procura de Ferramentas	12	1,8%
	#8 Esperas	44	6,6%
	#9 Deslocações	23	3,5%
	#10 Transporte	15	2,3%
	#11 Discussões	35	5,3%
	#12 Preparação	14	2,1%
	#13 Preenchimento RMP (após realização)	5	0,8%
Resp. MP ou Resp. DMI	#14 verificação e validação da MP pelo responsável	5	0,8%
	#15 digitalização	2	0,3%
	#16 tempo de registo da MP no sistema *2	3	0,5%
	#17 Passar informação para excel OS	0,75	0,1%
TOTAL (min/MP)		663,75	100%
TOTAL DESPERDÍCIO		186,75	28%

*1. Ir a pasta, escolher, abrir pdf e imprimir. Ir à impressora, levantar, organizar, agrafar.

*2. Ir ao email, abrir, transferir.

Tempo médio de realização de uma MP no VP do centro de produção SHELL, após a implementação do Projeto.

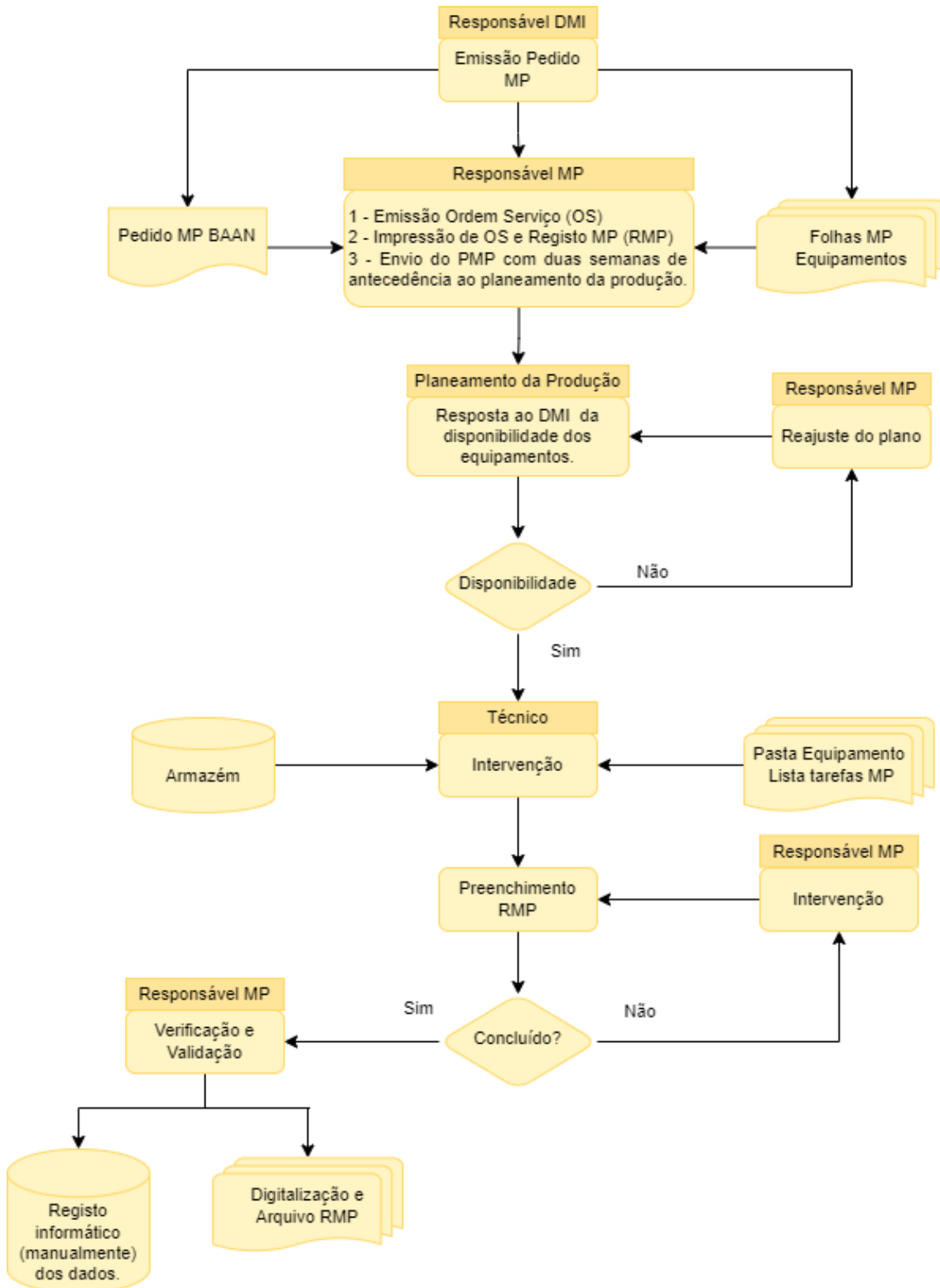
Responsável	Tarefa	Tempo (min)	Tempo (%)
Resp. MP ou Resp. DMI	#1 Gerar OS (BAAN)	1,5	0,3%
	#2 Imprimir OS	0	0,0%
	#3 imprimir RMP *1	0	0,0%
	#4 atribuição de MP aos técnicos	0,5	0,1%
Técnicos	#5 tempo de intervenção	477	86,5%
	#6 Procura de Spares	5	0,9%
	#7 Procura de Ferramentas	4	0,7%
	#8 Esperas	23	4,2%
	#9 Deslocações	6	1,1%
	#10 Transporte	15	2,7%
	#11 Discussões	12	2,2%
	#12 Preparação	5	0,9%
	#13 Preenchimento RMP (após realização)	0	0,0%
Resp. MP ou Resp. DMI	#14 verificação e validação da MP pelo responsável	2	0,4%
	#15 digitalização	0,25	0,0%
	#16 tempo de registo da MP no sistema *2	0,2	0,0%
	#17 Passar informação para excel OS	0,25	0,0%
TOTAL (min/MP)		551,7	100%
TOTAL DESPERDÍCIO		74,7	14%

*1. Ir a pasta, escolher, abrir pdf e imprimir. Ir à impressora, levantar, organizar, agrafar.

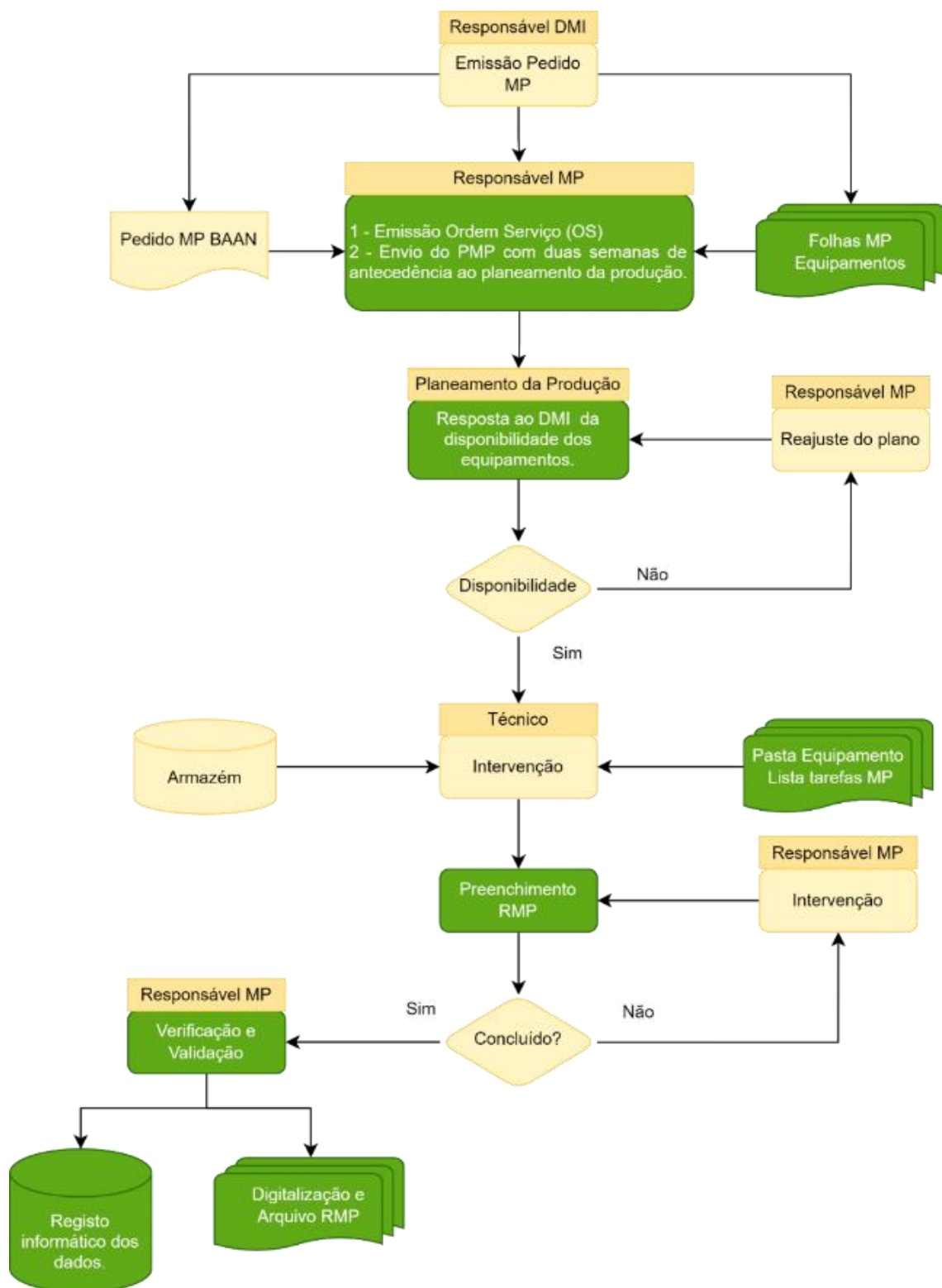
*2. Ir ao email, abrir, transferir.

7.9 Anexo 9 – Fluxograma de execução de uma intervenção de Manutenção Preventiva

Fluxograma de atividades previamente à implementação de melhorias







Fluxograma de atividades após implementação de melhorias



Após intervenção



7.11 Anexo 11 – Caracterização das fases de OS

FASE	CARACTERIZAÇÃO	O que acontece - processo	Quem	Condições
FREE	Ordem de Serviço emitida ainda por iniciar (stand-by).	Após ter sido aberta uma OS como resposta a algum pedido de intervenção corretiva ou de melhoria ou para intervenção de manutenção preventiva.	Responsável de turno DMI	Existir número da OS, tipo de atividade, de serviço e responsável.
PLANNED	Ordem de Serviço planeada. (atualmente não utilizado)			
RELEASED 	Atividades da Ordem de Serviço são iniciadas (começa a contabilizar o tempo).	Intervenção e registo da mesma; Imputação do custo da intervenção, tempo disponibilizado e materiais de armazém utilizados.	Técnicos DMI	Previamente ao início de uma intervenção.
COMPLETED 	Todas as atividades da Ordem de serviço foram concluídas.	Verificação do relatório de intervenção.	Responsável de turno DMI	Todos os materiais consumidos de armazém têm de estar inseridos, bem como o tempo gasto na OS.
COSTED 	Todas as atividades são custeadas, ou seja, é definido o valor real das atividades e do material utilizado.	Verificação da receção de Ocs e respetivas faturas.	Responsável de Logística	Todas as OCs têm de estar rececionadas e as respetivas faturas relacionadas.
CLOSED 	Fecho da Ordem de Serviço, ou seja, as atividades estão concluídas, custeadas e OCs rececionadas.	Verificação da aprovação de faturas relacionadas com as Ocs.	Responsável de Logística	Todas as faturas têm de estar aprovadas.

7.12 Anexo 12 – Folha de controlo diário

TÉCNICO	nº MEC	O.S.	Nº Cadast	Equipamento	Âmbito (MP/MC/DLSB/3C/RR/MA)	Tipo de preventiva (A/B/S/SEP/T)	Descrição	Conc./N. conc.	Data Interv.	Hora Interv.	Data Conclusão	Hora Conclusão	QT	COD.ART 1	Valor
Bruno Mendes	2666	M15011686	40AQC009	Estufa eléctrica	MC		estufa não aquece	Conc.	18/02/2021	06:00:00	18/02/2021	07:00:00			0
Henrique Nelson	2213	M11007807	10M196	Máq. Bobinar Vertical (2)	MC		Avaria nos sensores de fim de curso	Conc.	26/01/2021	06:00:00	26/01/2021	07:00:00			0
Bruno Raul	2492	M13007453	10M354	Bomba circulação óleo	MC		falta botão no contador	Conc.	05/01/2021	15:20:00	05/01/2021	16:00:00			0
Bruno Gomes	1505	M13007454	10M354	Bomba circulação óleo	MC		contador óleo avariado	Conc.	05/01/2021	15:20:00	05/01/2021	16:00:00			0
Nuno Almeida	5673	M13007458	10P097	Ponte rolante	MC		patilha de segurança do guincho solta	Conc.	26/02/2021	08:00:00	26/02/2021	09:00:00	3	M10CS0014	23,7
Edgar Azevedo	4219	M13007455	10M065	Prensa de moldados rectos	MC		resistência de aquecimento das laterais, queimadas	Conc.	17/03/2021	07:00:00	19/03/2021	14:00:00			0
Miguel Costa	3604	M15011745	40COR068	Linha de corte CM transversal TBA400	MC		Carreto solto	Conc.	05/01/2021	09:20:00	05/01/2021	14:20:00			0
Bruno Mendes	2666	M11008024	10M452	Centro Maquinagem Calços Enfiar (CMCE)	MC		Prensa inferior, não funciona devidamente	Conc.	07/01/2021	07:00:00	07/01/2021	10:30:00			0
Henrique Nelson	2213	M10010171	10M056	Câmara de Pintura Grandes Cubas	MC		Aquecimento nao arranca	Conc.	08/01/2021	07:10:00	08/01/2021	13:10:00			0
Bruno Raul	2492	M15011755	40DCP208	Grenalhadora Tosca	MC		Carro da cruzeta bloqueia, não deslisa.	nc.	11/01/2021	07:00:00	11/01/2021	13:00:00	100	M10CS0037	998

7.13 Anexo 13 – Ferramenta de controlo de OS

Manutenções Corretivas

OS	Nº Cadastro	Descrição	Data Pedido	Hora Pedido	Data inicio Intervenção	Hora Inicio Intervenção	Data Conclusão	Hora Conclusão	Estado da intervenção	Estado da OS	TTA [h]	TTR [h]	Σ [h]/OS
M15011686	40AQC009	estufa não aquece	03/11/2020	21:00	18/02/2021	6:00	18/02/2021	7:00	Concluído		2553:00:00	1:00:00	1:00:00
M11007807	10M196	Avaria nos sensores de fim de curso	04/01/2021	6:15	26/01/2021	6:00	26/01/2021	7:00	Concluído		527:45:00	1:00:00	1:00:00
M13007453	10M354	falta botão no contador	05/01/2021	13:07	05/01/2021	15:20	05/01/2021	16:00	Concluído		2:13:00	0:40:00	0:40:00
M13007454	10M354	contador óleo avariado	05/01/2021	10:10	05/01/2021	15:20	05/01/2021	16:00	Concluído		5:10:00	0:40:00	0:45:00
M13007458	10P097	patilha de segurança do guincho solta	05/01/2021	13:10	26/02/2021	8:00	26/02/2021	9:00	Concluído		1242:50:00	1:00:00	
M13007455	10M065	resistência de aquecimento das laterais, queimadas	05/01/2021	6:00	17/03/2021	7:00	19/03/2021	14:00	Concluído		1705:00:00	55:00:00	20:00:00
M15011745	40COR068	Carreto solto	05/01/2021	9:00	05/01/2021	9:20	05/01/2021	14:20	Concluído		5:20:00	5:00:00	
M11008024	10M452	Prensa inferior, não funciona devidamente	06/01/2021	6:55	07/01/2021	7:00	07/01/2021	10:30	Concluído		24:05:00	3:30:00	3:30:00

Manutenções Preventivas

Responsável	OS	Nº Cadast.	Periodicidade	Data Intervenção	Hora Intervenc.	Data Conclusã	Hora Conclusã	Wk conclusã	Y conclusã	TTR	Σ [h]/OS	Cod. Mat./Qtd	Custos Spares	Custo Ocs Especifica	Observações
4219 - Edgar Azevedo	M10010786	52MHV016	A	11/07/2022	08:30	11/07/2022	11:30	28	2022	3:00:00	3:00:00		0,00 €		
4219 - Edgar Azevedo	M10010784	52MHV008	A	11/07/2022	11:30	11/07/2022	14:30	28	2022	3:00:00	3:00:00		0,00 €		
2492 - Bruno Raul	M10010776	MP039	A	11/07/2022	7:00	11/07/2022	7:30	28	2022	0:30:00	1:00:00		0,00 €		
5673 - Nuno Almeida	M10010780	MP069	A	11/07/2022	7:30	11/07/2022	8:00	28	2022	0:30:00	1:00:00		0,00 €		
2492 - Bruno Raul	M10010779	MP101	A	11/07/2022	8:00	11/07/2022	8:30	28	2022	0:30:00	1:00:00		0,00 €		
2492 - Bruno Raul	M10010777	MP067	A	11/07/2022	8:30	11/07/2022	9:00	28	2022	0:30:00	1:00:00		0,00 €		
5673 - Nuno Almeida	M10010778	MP068	A	11/07/2022	9:00	11/07/2022	9:30	28	2022	0:30:00	1:00:00		0,00 €		
2492 - Bruno Raul	M10010783	MP138	A	11/07/2022	9:30	11/07/2022	11:30	28	2022	2:00:00	4:00:00		0,00 €		
1505 - Bruno Gomes	M10010722	10M125	A	12/07/2022	6:00	12/07/2022	8:00	28	2022	2:00:00	2:00:00		0,00 €		
1505 - Bruno Gomes	M10010723	10M126	A	12/07/2022	8:00	12/07/2022	10:00	28	2022	2:00:00	2:00:00		0,00 €		
1505 - Bruno Gomes	M10010724	10M127	A	12/07/2022	10:00	12/07/2022	13:00	28	2022	3:00:00	3:00:00		0,00 €		
2213 - Henrique Nelson	M15012671	40B0801	A	12/07/2022	6:00	12/07/2022	8:00	28	2022	2:00:00	4:00:00		0,00 €		
4219 - Edgar Azevedo	M15012673	40B0805	A	12/07/2022	8:00	12/07/2022	10:00	28	2022	2:00:00	4:00:00		0,00 €		
2213 - Henrique Nelson	M15012674	40B0806	A	12/07/2022	10:00	12/07/2022	12:00	28	2022	2:00:00	4:00:00		0,00 €		
4219 - Edgar Azevedo	M15012677	40M269	A	12/07/2022	13:00	12/07/2022	15:00	28	2022	2:00:00	4:00:00		0,00 €		
2213 - Henrique Nelson	M15012672	40B0803	A	13/07/2022	12:30	13/07/2022	14:00	28	2022	1:30:00	3:00:00		0,00 €		
4219 - Edgar Azevedo	M15012670	40M279	A	13/07/2022	14:00	13/07/2022	15:00	28	2022	1:00:00	2:00:00		0,00 €		

Manutenções de Melhoria

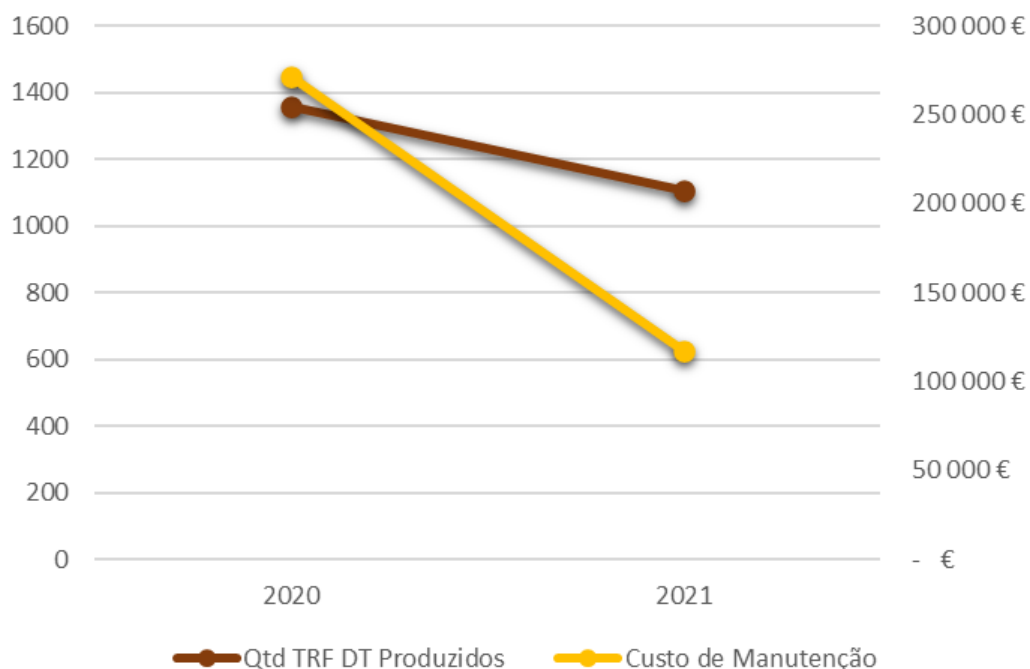
Responsável	OS	Descrição	Data Intervenção	Hora Intervenc.	Data Conclusã	Hora Conclusã	Wk conclusã	Y conclusã	TTR	Cod. Mat.	Custos Spares	Custo Ocs Especificas	Observações
Antonio Magalhães (Almag)	M13007457	substituição ferramenta de corte	05/01/2021	8:38:00	05/01/2021	10:00:00	3	2021	1:30:00				
Antonio Magalhães (Almag)	M13007409	Melhoria no sistema de elevação	22/01/2021	8:00:00	22/01/2021	10:00:00	3	2021				64,00 €	
Antonio Magalhães (Almag)	M13007411	Melhoria no sistema de elevação	22/01/2021	10:00:00	22/01/2021	12:00:00	3	2021				64,00 €	
Antonio Magalhães (Almag)	M13007408	Melhoria no sistema de elevação	22/01/2021	12:00:00	22/01/2021	14:00:00	3	2021				64,00 €	
Antonio Magalhães (Almag)	M13007410	Melhoria no sistema de elevação	23/01/2021	8:00:00	23/01/2021	10:00:00	3	2021				64,00 €	
Tiago Maia(MS)	M10010291	Chapas para trilha	26/01/2021	9:00:00	26/01/2021	14:00:00	4	2021	5:00:00				
Dinu(Majo)	M13007414	colocação de arancador suave e uniformização do quadro elétrico	26/01/2021	11:00:00	26/01/2021	14:00:00	4	2021	3:00:00				
Henrique Nelson	M11008050	Reparação de batente	27/01/2021	8:00:00	27/01/2021	8:00:00	4	2021	2:00:00				
Tiago Maia(MS)	M15011830	Teste de limpeza	02/02/2021	12:00:00	05/02/2021	14:00:00	5	2021	17:00:00				
Dinu(Majo)	M13007421	plataformas	02/02/2021	6:00:00	02/02/2021	11:00:00	5	2021	5:00:00				
Dinu(Majo)	M13007434	retrofit plataforma	05/02/2021	8:00:00	05/02/2021	14:00:00	5	2021	8:00:00				
Dinu(Majo)	M10010219	retrofit plataforma	09/02/2021	7:00:00	10/02/2021	14:00:00	6	2021	7:00:00				
Tiago Maia(MS)	M15011834	Montagem pernos fixação	10/02/2021	6:00:00	10/02/2021	7:00:00	6	2021	1:00:00				
Sandro Martins(Almag)	M10010220	alteração sensor numa barreira	11/02/2021	7:00:00	11/02/2021	10:00:00	6	2021	3:00:00				
Tiago Maia(MS)	M13011838	Aplicação de pneus para o disco	17/02/2021	6:00:00	17/02/2021	12:00:00	7	2021	6:00:00				
Dinu(Majo)	M13007467	retrofit plataforma	17/02/2021	6:00:00	17/02/2021	14:00:00	7	2021	8:00:00				
Dinu(Majo)	M13007468	retrofit plataforma	18/02/2021	6:00:00	18/02/2021	14:00:00	7	2021	16:00:00				
2492 - Bruno Raul	M13007471	reparação orla da mesa	19/02/2021	6:00:00	19/02/2021	11:00:00	7	2021	8:30:00				
Tiago Maia(MS)	M13011834	Limpeza semanal	19/02/2021	6:00:00	19/02/2021	14:00:00	7	2021	8:30:00				Junta da porta não estanque (stock D)
Sergio Venturini(Majo)	M11008100	Aplicação de stop emergência móvel	22/02/2021	6:00:00	22/02/2021	8:00:00	8	2021	2:00:00				
2492 - Bruno Raul	M13011856	Limpeza semanal	22/02/2021	8:00:00	02/03/2021	14:00:00	5	2021	7:00:00				

7.14 Anexo 14 – Ferramenta de controlo de OC

#Requisitante	Nome requisitante	Data da requisição	Nº ER	Descrição	Data Adjudicação	Nº O.C.	Imputação (O.S./Armazém)	Equipamento	Equipamento (Manut.corretiva)	Equipamento (Manut.Preventiva)	Equipamento (Manut-Melhorias)	Valor O.C.	Data Receção	Observações
2123	Jorge Aguiar	06/01/2021	ER10006883	Punho decapagem 10M055	07/01/2021		Armazém	Armazém				262,60		Vitaliano J.Costa,Lda-PP
2666	Bruno Mendes	13/01/2021	ER15021645	Calibração do sistema de medição do papel, no automático.	27/01/2021	CL1509706	M15011258	40CRT025	40CRT025			530,00	03/03/2021	
2666	Bruno Mendes	14/01/2021	ER15021635	Comutador Lab DT	07/04/2021	CL1509780	M15011753	40ENS146	40ENS146			39,24	29/09/2021	
2666	Bruno Mendes	21/01/2021	ER10007063	Fio multifilar diverso	04/02/2021	CL1016575	Armazém	Armazém				132,70	04/05/2021	
2666	Bruno Mendes	21/01/2021	ER10007079	Lâmpada	28/02/2021		Armazém	Armazém						
2666	Bruno Mendes	21/01/2021	ER10007064	Lâmpada	21/01/2021	CL1016576	Armazém	Armazém				86,00	29/01/2021	
2666	Bruno Mendes	22/01/2021	ER10007095	TRANSPORTE BULANE	02/02/2021	CC1000369						190,05	25/03/2021	
2666	Bruno Mendes	01/02/2021	ER10007101	PORTA FUSIVEIS	12/02/2021	CL1016622	M100GER2549					386,00	16/02/2021	
2666	Bruno Mendes	01/02/2021	ER10007102	REPARAR UTA			M13007422	10M140		10M140				
2666	Bruno Mendes	04/02/2021	ER10007112	LIPS	17/02/2021	CG1001769						137,97	06/03/2021	
2666	Bruno Mendes	04/02/2021	ER10007111	SENSOR SMC	21/02/2021	CL1016626	M13007392	10M022.07		10M022.07		76,40	22/02/2021	
2666	Bruno Mendes	04/02/2021	ER10007108	DESENVOLADOPRES	19/02/2021	CL1016639	M13006500	10M274	10M274			975,00	18/03/2021	
2666	Bruno Mendes	05/02/2021	ER10007117	Baterias lithium	19/02/2021	CL1016625						22,50	22/02/2021	
2666	Bruno Mendes	05/02/2021	ER10007113	CHILLER LAB	25/02/2021	CL1016648						4288,22	16/06/2021	
2666	Bruno Mendes	05/02/2021	ER10007114	PLACA COMPACTAR LATAS										
2666	Bruno Mendes	05/02/2021	ER10007115	Disjuntor motor 3RV2 até 80A - Classe 10	23/02/2021	CL1016627	M13007407	10M188	10M188			93,35		
4335	Helder Bessa	06/02/2021	ER10007169	Reparação cilindro 10M452	12/03/2021	CL1016662	M11008024	10M452	10M452			160,00	16/03/2021	
4335	Helder Bessa	06/02/2021	ER15022288	Punções para afiar	17/03/2021	CL1509770	M15011857	40COP068	40COP068			131,25		
2666	Bruno Mendes	09/02/2021	ER10007121	MOTOR.PRENSA	23/02/2021	CL1016628	M11008082	10M233	10M233			130,00	24/02/2021	
2666	Bruno Mendes	10/02/2021	ER10007123	TEXA A/C	22/02/2021	CL1016643	M10009498	10M200	10M200			2.010,00		
2666	Bruno Mendes	12/02/2021	ER10007128	Rep. Máq. MIELE	24/02/2021	CL1016647	M10010197	10M453	10M453			522,19	23/03/2021	

7.15 Anexo 15 – Variação da produção e custos de manutenção associados de 2020 a 2021 na EPS

Em DT



Em PT

