



MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE ATIVOS DE UMA EMPRESA DO SETOR DA CORTIÇA

FERNANDO ANDRÉ BARBOSA DE PINHO

setembro de 2020

MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE ATIVOS DE UMA EMPRESA DO SETOR DA CORTIÇA

Fernando André Barbosa de Pinho
1150971

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE ATIVOS DE UMA EMPRESA DO SETOR DA CORTIÇA

Fernando André Barbosa de Pinho
1150971

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica no Ramo de Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira.

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Professora Doutora Maria Eduarda da Cunha e Silva Pinto Ferreira
Professor Adjunto, Departamento de Matemática, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Professor Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira
Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Professora Doutora Marlene Paula Castro Amorim
Professor Auxiliar, Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

Ao longo do projeto, muitos foram os que de continuamente intervieram, motivaram e estimularam o mesmo, de forma a que este se pudesse concretizar. A todos estes, o meu obrigado.

Quero agradecer a todos os colaboradores da entidade acolhedora que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste projeto. Em particular à equipa da Manutenção, que se mostraram sempre disponíveis a apoiar e colaborar em todos os momentos do projeto.

Agradeço particularmente ao meu orientador da entidade acolhedora, que se demonstrou sempre disponível para apoiar o projeto e uma confiança na sua execução.

Assim como ao meu orientador do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Professor Doutor Luís Pinto Ferreira, por todo o apoio e disponibilidade prestados durante todo o processo. De mesmo modo ao Diretor do Mestrado em Engenharia Mecânica, Professor Doutor Francisco Silva.

Por fim, agradeço aos meus amigos e família pelo apoio manifestado no decorrer do projeto.

PALAVRAS CHAVE

Manutenção; Gestão; ERP; KPI; *Kaizen*; Avaria; Ativo

RESUMO

O presente trabalho realizou-se durante um período de estágio, em contexto industrial numa empresa do setor de compósitos de cortiça, surgindo da necessidade de melhorar o processo de gestão de ativos no âmbito do Departamento da Manutenção.

Este consistiu em analisar, adaptar e melhorar o processo de gestão de ativos de modo a que este pudesse ser integrado no novo ERP, *Enterprise Resource Planning*, que seria implementado na organização. Para tal, foi necessário efetuar um levantamento dos ativos existentes em fábrica, de modo a garantir que o que seria migrado para o novo sistema estaria 100% espelhado com a realidade do chão de fábrica. Procedeu-se também a uma esquematização da estrutura dos equipamentos, tanto a nível produtivo como de infraestruturas, assim como a um levantamento de dados sobre os mesmos de modo a alimentar o sistema. Adaptou-se os planos de manutenção, anteriormente em papel, para o formato do novo sistema passando as ordens de trabalho a ser geradas automaticamente pelo sistema. Elaborou-se um plano para a aquisição de kits de manutenção para as bombas de termofluido, um equipamento crítico das instalações. Definiu-se os parâmetros para uma aplicação móvel a ser utilizada pelos técnicos da manutenção no terreno, que permitirá obter tempos de intervenção mais exatos, em tempo real.

Com o trabalho realizado obteve-se uma taxa de 100% de equipamentos codificados no sistema, assim como dados de fabricante e características dos mesmos. Os planos de manutenção preventiva foram adaptados do formato em papel para o standard do no ERP, o que permitiu uma melhor gestão da manutenção preventiva. Com a definição de kits de manutenção para as bombas de termofluido prevê-se a diminuição o tempo possível paragem da fábrica. E finalmente com a implementação da mobilidade na manutenção com a adoção de uma aplicação móvel espera-se obter um registo de tempos de intervenção mais exatos e reduzir as deslocações dos técnicos entre intervenções.

KEYWORDS

Maintenance; Management; ERP; KPI; Kaizen; Breakdown; Asset

ABSTRACT

The present work was carried out during an internship period, in an industrial context in a company in the cork composites sector, arising from the need to improve the asset management process within the scope of the Maintenance Department.

This consisted of analyzing, adapting and improving the asset management process so that it could be integrated into the new ERP, Enterprise Resource Planning, which would be implemented in the organization. For this, it was necessary to carry out a survey of the existing assets in the factory, in order to guarantee that what would be migrated to the new system would be 100% mirrored with the reality of the factory floor. The structure of the equipment was also designed, both in terms of production and infrastructure, as well as a survey of data on them in order to feed the system. Maintenance plans, previously on paper, were adapted to the format of the new system, with work orders being automatically generated by the system. A plan was drawn up for the purchase of maintenance kits for the thermofluid pumps, a critical equipment of the facilities. The parameters were defined for a mobile application to be used by field maintenance technicians, which will allow more accurate intervention times, in real time.

With the work carried out, a rate of 100% of equipment coded in the system was obtained, as well as manufacturer data and characteristics. The preventive maintenance plans were adapted from the paper format to the ERP standard, which allowed better management of preventive maintenance. With the definition of maintenance kits for thermofluid pumps, the possible downtime of the plant is expected to be reduced. And finally, with the implementation of mobility in maintenance with the adoption of a mobile application, it is expected to obtain a record of more accurate intervention times and reduce the travel of technicians between interventions.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

CBM	<i>Condition Based Maintenance</i>
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LPP	Lição Ponto a Ponto
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
MWT	<i>Mean Waiting Time</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

Lista de Unidades

MWh	Megawhatt-hora
-----	----------------

Lista de Símbolos

€	Euro
%	Porcentagem

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
CMMS	Sistema Informático de Gestão da Manutenção
<i>Genba</i>	Termo em japonês usado para fazer referência ao local de trabalho
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
<i>Software</i>	Sequência de instruções escritas que são interpretadas por um computador

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO <i>ACTION-RESEARCH</i> (ADAPTADO DE SUSMAN & EVERED, 1978)	28
FIGURA 2 - ESTRUTURA DA EMPRESA	29
FIGURA 3 - ESTRUTURA EQUIPAM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	30
FIGURA 4 - TIPOS DE MANUTENÇÃO (CABRAL, 2006)	38
FIGURA 5 - PILARES SUPORTE DA TPM (SOBRAL, 2011)	40
FIGURA 6 - OS SEIS (5+1) S E A ELIMINAÇÃO DO DESPERDÍCIO (J. P. PINTO, 2013)	43
FIGURA 7 - ESQUEMA TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO NOVOS EQUIPAMENTOS	49
FIGURA 8 - FLUXOGRAMA INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO	50
FIGURA 9 - INDICADORES QUADRO <i>KAIZEN</i>	51
FIGURA 10 - PEÇAS ARMAZÉM DA MANUTENÇÃO	52
FIGURA 11 - MOTOR ELÉTRICO DE RESERVA	52
FIGURA 12 - GRÁFICO EQUIPAMENTOS EM SISTEMA VS EQUIPAMENTOS NO TERRENO	54
FIGURA 13 – GRÁFICO DE PERCENTAGEM EQUIPAMENTOS SEM CODIFICAÇÃO NO TERRENO	54
FIGURA 14 - GRÁFICOS EQUIPAMENTOS SEM CÓDIGO NO TERRENO POR UI	55
FIGURA 15 - ECLUSA	55
FIGURA 16 - EQUIPAMENTOS SEM DADOS DA DESCRIÇÃO	56
FIGURA 17 - EQUIPAMENTOS SEM DADOS DA DESCRIÇÃO	56
FIGURA 18 - EQUIPAMENTOS COM NÚMERO DE SÉRIE NA DESCRIÇÃO	57
FIGURA 19 - EQUIPAMENTOS IDENTIFICADOS COM O MESMO CÓDIGO	57
FIGURA 20 - GRÁFICO TEMPO ATUALIZAÇÃO BASE DE DADOS KPI'S	58
FIGURA 21 - TEMPOS DE INTERVENÇÃO MAL INSERIDOS	59
FIGURA 22 - PEDIDOS DE MANUTENÇÃO	59
FIGURA 23 - PASTAS MANUTENÇÃO PREVENTIVA	60
FIGURA 24 - EXEMPLO LISTA OPERACIONAL MANUTENÇÃO PREVENTIVA	60
FIGURA 25 - BOMBAS TERMOFLUIDO EM CASO DE AVARIA	61
FIGURA 26 - GRÁFICO EQUIPAMENTOS EM SISTEMA VS EQUIPAMENTOS NO TERRENO	63
FIGURA 27 - TRANSPORTADOR DE ROLOS	63
FIGURA 28 - FICHEIRO DE DADOS EQUIPAMENTOS	64
FIGURA 29 - EXEMPLO ETIQUETA 1ª FASE	64
FIGURA 30 - EXEMPLO ETIQUETA 2ª FASE	64
FIGURA 31 - EQUIPAMENTO RECODIFICADO	65
FIGURA 32 - ESQUEMA NOVO FLUXO DE INFORMAÇÃO NOVOS EQUIPAMENTOS	65
FIGURA 33 - CAMPO LOCAL INSTALAÇÃO	66
FIGURA 34 - ESTRUTURA DOS LOCAIS DE INSTALAÇÃO	67
FIGURA 35 - REGISTOS DE COMPONENTES UTILIZADOS EM INTERVENÇÕES 2011 A 2019	67
FIGURA 36 - PLACA DE CARACTERÍSTICAS EMP 035	68
FIGURA 37 - DADOS DE FABRICAÇÃO EQUIPAMENTOS	68
FIGURA 38 - GRÁFICO TEMPOS DE FILTRAGEM DADOS PARA CÁLCULO KPI'S	69
FIGURA 39 - TRANSAÇÃO MTTR/MTBR EQUIPAMENTOS	69

FIGURA 40 - LISTAGEM DE OT NA APLICAÇÃO	70
FIGURA 41 - INICIAR TRABALHO NA APLICAÇÃO	71
FIGURA 42 - REGISTO DE TEMPOS NA APLICAÇÃO	71
FIGURA 43 - AVISO DE ATIVIDADE INICIADA NA APLICAÇÃO	72
FIGURA 44 - REGISTO DE CONSUMO DE MATERIAL NA APLICAÇÃO	72
FIGURA 45 - CONFIRMAÇÃO FINAL NA APLICAÇÃO	73
FIGURA 46 - FLUXO PEDIDOS DE INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO	73
FIGURA 47 - CAMPOS EDITÁVEIS EM PEDIDOS DE INTERVENÇÃO À MANUTENÇÃO	74
FIGURA 48 - CAMPO DADOS DA AVARIA	74
FIGURA 49 - LISTA OPERACIONAL ADAPTADA PARA O SISTEMA	75
FIGURA 50 - PEDIDOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR EQUIPAMENTO	75

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DIVERSOS TRABALHOS DE PERSPETIVAS DA GESTÃO E PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO ..	33
TABELA 2 - OS PRINCÍPIOS <i>LEAN</i> APLICADOS À GESTÃO DA MANUTENÇÃO (ADAPTADO DE (J. P. PINTO, 2013)).....	38
TABELA 3 - DEFINIÇÃO DOS OITO PILARES DA TPM (PRADO, 2015)	41
TABELA 4 - DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO 5S (WOMACK & JONES, 2010).....	42
TABELA 5 - INDICADORES DE PERFORMANCE DA MANUTENÇÃO (ADAPTADO DE (CABRAL, 2006))	44
TABELA 6 - EXEMPLOS DE SOFTWARES CMMS EXISTENTES NO MERCADO.....	45
TABELA 7 - PROBLEMAS IDENTIFICADOS NOS PROCESSOS DESCRITOS	53
TABELA 8 – SOLUÇÕES PROPOSTAS AOS PROBLEMAS.....	62
TABELA 9 - EXCERTO LISTA TÉCNICA LAMINADORA.....	67
TABELA 10 - ANÁLISE DE RESULTADOS ÀS PROPOSTAS DE MELHORIA IMPLEMENTADAS.....	76
TABELA 11 - CUMPRIMENTOS DOS OBJETIVOS PROPOSTOS	81

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XIX
ÍNDICE.....	XXI
1 INTRODUÇÃO	27
1.1 Enquadramento do trabalho.....	27
1.2 Objetivos do trabalho	27
1.3 Metodologia de investigação.....	28
1.4 Apresentação da Empresa	29
1.5 Conteúdo e organização da dissertação	30
2 REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	33
2.1 Introdução.....	33
2.2 Manutenção.....	37
2.2.1 Tipos de Manutenção	37
2.3 <i>Lean</i> na Manutenção	38
2.3.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)	39
2.3.2 5S's.....	42
2.4 Indicadores de Performance da Manutenção (KPI's)	43
2.5 Sistema Informático de Gestão da Manutenção (CMMS)	44

3	MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE ATIVOS.....	49
3.1	Análise e Mapeamento dos Processos	49
3.1.1	Processo de Identificação e Codificação dos Equipamentos	49
3.1.2	Processo de Intervenção da Manutenção	50
3.1.3	Processo de cálculo de Indicadores	51
3.1.4	Gestão de <i>Spare Parts</i>	52
3.2	Identificação de Problemas.....	52
3.2.1	Equipamentos não codificados no Sistema	53
3.2.2	Equipamentos não identificados no Terreno.....	54
3.2.3	Falta de Indicação da Localização dos Equipamentos	56
3.2.4	Poucos dados sobre os Equipamentos.....	56
3.2.5	Repetição de Códigos.....	57
3.2.6	Processo de Cálculo de Indicadores extremamente demorado	58
3.2.7	Tempos de intervenção mal inseridos	58
3.2.8	Pedidos de Intervenção Efetuados por telefone	59
3.2.9	Pedidos efetuados pelo sistema com dados incorretos	59
3.2.10	Manutenção Preventiva Distribuída por Pastas.....	60
3.2.11	Bombas de Termofluido sem Kits de reparação em stock.....	61
3.3	Propostas de Melhoria de Processos.....	62
3.3.1	Levantamento dos Equipamentos e Inserção dos Dados no Sistema.....	63
3.3.2	Codificação Física de todos os equipamentos	64
3.3.3	Recodificação dos equipamentos com Repetição de Código	65
3.3.4	Estabelecimento de Locais de Instalação de Equipamentos no novo sistema	66
3.3.5	Revisão dos dados no arquivo e levantamento de dados no terreno	67
3.3.6	Automatização do processo de Cálculo dos Indicadores	69
3.3.7	Inserção dos tempos de intervenção em tempo real	70
3.3.8	Todos os pedidos de intervenção deverão ser registados em sistema	73
3.3.9	Capacidade de alterar os dados inseridos nos pedidos	74
3.3.10	Adaptação dos Planos de Manutenção preventiva para formato digital	75
3.3.11	Definição de Kits de Reparação para Bombas de Termofluido.....	75
3.4	Análise de Resultados	76
4	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	81
4.1	Principais contributos do trabalho.....	81
4.2	Dificuldade encontradas	82
4.3	Trabalhos Futuros	82
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

1. INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento do trabalho
- 1.2 Objetivos do trabalho
- 1.3 Metodologia de investigação
- 1.4 Apresentação da Empresa
- 1.5 Conteúdo e organização da dissertação

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito da unidade curricular Dissertação / Projeto / Estágio, do Mestrado em Engenharia Mecânica, no ramo Gestão Industrial pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) através da realização de um estágio numa empresa do setor da cortiça com a duração de 9 meses, de setembro de 2019 a junho de 2020.

Neste capítulo é apresentado o enquadramento do trabalho, os objetivos definidos, a metodologia de investigação adotada e o conteúdo e organização adotada na escrita do relatório.

1.1 Enquadramento do trabalho

O conceito de Manutenção está presente e é indispensável em qualquer meio de produção, uma vez que se dá uma diminuição da eficiência e da qualidade da produção ao longo do tempo, acompanhada de um aumento do número de avarias dos equipamentos. A Gestão da Manutenção é, então, um suporte de empresas de elevada produção, todavia esta não recebe tanto foco em comparação com a Produção. (Mehmeti, Mehmeti, & Sejdiu, 2018)

O trabalho desenvolvido surge da necessidade da empresa em melhorar o processo de gestão de equipamentos no âmbito da manutenção, uma vez que esta se encontra no processo de transição de sistemas de gestão. Sendo necessário fazer uma transposição do sistema atual para o sistema SAP, assim como avaliar e melhorar o processo dos serviços de manutenção.

1.2 Objetivos do trabalho

Este projeto teve como principal objetivo a melhoria do processo de gestão de ativos, para tal, definiu-se os seguintes objetivos para o desenvolvimento do trabalho:

- Identificar e codificar os equipamentos das áreas industriais com base no standard SAP;
- Adaptação planos de manutenção preventiva para o novo sistema;
- Definição de Kits de Reparação para Equipamento Críticos;
- Implementar a mobilidade no processo de gestão de ativos e pedidos à manutenção.

1.3 Metodologia de investigação

No desenvolvimento desta dissertação foi utilizada a metodologia de investigação Action Research, que se trata de uma forma de Inquérito de Ação (Action Inquiry) que aplica técnicas de pesquisa reconhecidas para justificar as ações tomadas para melhorar uma prática (Tripp, 2005).

Esta metodologia aplica-se de forma contínua, em ciclos que se vão alimentando uns aos outros, ou seja, a experiência recolhida de um ciclo serve de base para o seguinte (Coutinho et al., 2009). Estes ciclos encontram-se divididos em 5 etapas (Figura 1), a executar ao longo da investigação (Susman & Evered, 1978):

- **Diagnóstico** – Identificação ou definição do problema;
- **Planeamento de Ações** – Consideração de ações alternativas para resolver o problema;
- **Execução de Ações** – Seleção da ação a tomar e sua execução;
- **Avaliação** – Estudo das consequências resultantes da ação tomada;
- **Conclusões** – Identificação dos resultados obtidos pela ação.



Figura 1 - Ciclo Action-Research (adaptado de Susman & Evered, 1978)

1.4 Apresentação da Empresa

A empresa em que foi realizado o presente trabalho trata-se de uma empresa industrial do setor de compósitos de cortiça, tendo o estágio incidido no Departamento da Manutenção.

A empresa consiste em 5 unidades industriais responsáveis pela produção de diversos produtos relacionados com a cortiça. A dar apoio a estas unidades industriais existem diversos departamentos de suporte, como a Manutenção, Logística e Qualidade, assim como departamentos de administração, como o Controlo de Gestão, Vendas e Financeira, (Figura 2).

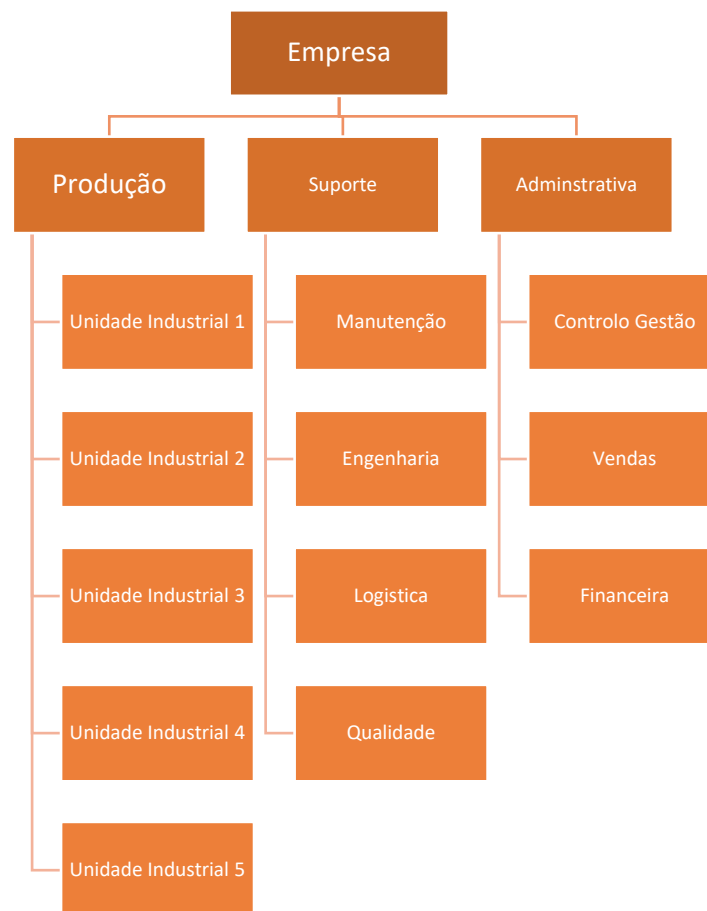


Figura 2 - Estrutura da Empresa

A equipa da manutenção da empresa é constituída por 4 equipas de técnicos que trabalham em turnos (Figura 3). Os turnos 1 e 2 dispõem de um supervisor responsável por gerir a equipa e alocar a cada técnico os pedidos de manutenção. Já o turno 3 um dos técnicos assume o cargo de team leader e enquanto que o turno 4 são geridos pelo responsável pela gestão da Manutenção Preventiva.

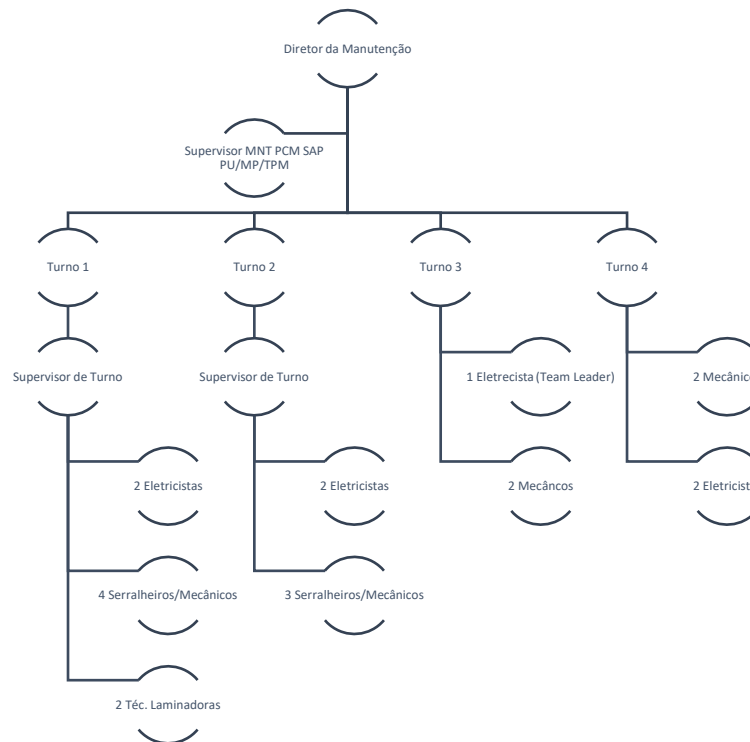


Figura 3 - Estrutura Equipam Manutenção Industrial

Associada à equipa de manutenção dos equipamentos de produção a empresa dispõe de uma equipa responsável pela manutenção das infraestruturas e equipamentos associados, esta constituída por 3 técnicos em horário geral, 8h-17h, assim como um técnico responsável pela manutenção de veículos, tanto industriais como de serviço.

1.5 Conteúdo e organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em quatro capítulos.

O primeiro capítulo, designado de **Introdução**, apresenta o enquadramento do trabalho realizado, os objetivos definidos, a metodologia de investigação adotada e uma breve descrição do conteúdo e organização desta dissertação

No segundo capítulo, denominado por **Revisão de Literatura e Fundamentação Teórica** são abordados conceitos bibliográficos de importância para a compreensão e fundamentação de todo o trabalho realizado.

De seguida, no terceiro capítulo, designado de **Melhoria do Processo de Gestão de Ativos**, é apresentada uma descrição do trabalho efetuado ao longo do estágio e dos resultados obtidos.

Já no capítulo 4, designado de **Conclusões e Trabalhos Futuros**, é realizada uma pequena análise dos resultados obtidos e apresentadas propostas de trabalhos a realizar no futuro.

Por último, são apresentadas as **Referências Bibliográficas** que sustentam esta dissertação.

2. REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Introdução

2.2 Manutenção

2.3 *Lean* na Manutenção

2.4 Indicadores de Performance da Manutenção (KPI's)

2.5 Sistema Informático de Gestão da Manutenção (CMMS)

2 REVISÃO DE LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo tem como objetivo expor os temas teóricos que serão, seguidamente, abordados no desenvolvimento do trabalho.

2.1 Introdução

Diversa literatura de trabalhos realizados com o tema Melhorias, Planeamento e Gestão da Manutenção pode ser encontrada. Na Tabela 1 encontram-se expostos diversos trabalhos relativos a diferentes perspetivas de Gestão e Planeamento da Manutenção.

Tabela 1 - Diversos Trabalhos de Perspetivas da Gestão e Planeamento da Manutenção

Referências Bibliográficas	Descrição do Artigo
(Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013)	O trabalho realizou-se numa empresa produtora de peças para automóvel tendo como principal objetivo diminuir as perdas e aumentar a disponibilidade das diferentes CNC através da implementação de TPM. Com o fim do trabalho verificou-se que o sucesso da implementação de TPM derivava de diversas bases implementadas (5 S's, Planos de Manutenção, <i>Kaizen</i> , entre outros). Constatou-se também que o OEE aumentou de 63% para 79% e tendo o envolvimento dos colaboradores sido fundamental para a implementação das técnicas de TPM
(Mehmeti et al., 2018)	Este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar a gestão da manutenção e a sua importância em empresas no Kosovo. Constatou-se que avarias nos equipamentos resultavam em atrasos nas entregas ao cliente, perigos de segurança e ambientais, além da já calculada perda de produtividade. Verificou-se, também, que as intervenções de manutenção eram, na sua maioria, corretivas ou preventivas em intervalos fixos. Constatou-se também que, tendo as máquinas menos de 10 anos, a maioria das falhas eram da vertente elétrica ou eletrónica, devendo-se investir na formação de colaboradores no campo de sistemas eletrónicos.

(Ahmad & Kamaruddin, 2012)	Este trabalho apresenta uma visão global de duas técnicas de manutenção, <i>Time Based Maintenance</i> (TBM), ou seja, Manutenção com Base no Tempo de Operação do Equipamento e <i>Condition Based Maintenance</i> (CBM), ou seja, Manutenção com Base na Condição do Equipamento, com ênfase no que toca à tomada de decisão. Ao longo do estudo foi realizada uma comparação de um ponto de vista prático da implementação de cada uma destas técnicas. Concluindo-se que cada uma tem os seus próprios princípios e processos, assim como os seus próprios desafios, sendo que a abordagem CBM era mais realista com base em que 99% das falhas dos equipamentos apresentam certos sintomas antes de acontecerem.
(Ferreira, Maganha, Magalhães, & Almeida, 2018)	O trabalho foi realizado numa empresa de produção de biodiesel que necessitava de gerir um elevado número de peças de substituição, tendo como principal objetivo atualizar e sistematizar a gestão do inventário destas peças de substituição através do uso de um quadro de decisão de multicritério. No final do trabalho foi possível dividir 345 peças em 3 classes com o uso do critério estabelecido e assim balancear a gestão destas peças de substituição, demonstrando-se que o uso da ferramenta desenvolvida permite apoiar a gestão destas peças.
(Guariente, Antonioli, Ferreira, Pereira, & Silva, 2017)	O trabalho teve como foco melhorar a disponibilidade das máquinas e equipamentos, numa empresa produtora de componentes para automóvel, nomeadamente tubos de ar condicionado, implementando a Manutenção Autónoma. Com a implementação de sete níveis de manutenção autónoma, que permitiam aos operadores garantir que os seus equipamentos se encontravam em boas condições de trabalho, obteve-se um aumento de 10% no indicador mensal numa das linhas, originado da redução no número de avarias, do <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR) e do <i>Mean Time Between Repair</i> (MTBR), refletindo-se num aumento de 8% no OEE no mesmo período.
(Guillén, Crespo, Gómez, & Sanz, 2016)	Este estudo apresenta uma representação dos componentes chave gerais de CBM (<i>Condition Based Maintenance</i>) e propõe um <i>template</i> que permite clarificar os conceitos e documentar os dados adquiridos da aplicação de CBM. Este <i>template</i> tem por base o conceito de sintoma de falha, a sua análise, e outros standard internacionais para softwares abertos de CBM. Este permite efetuar a interligação entre 5 blocos base da aplicação CBM (Descrição Física, Descrição Funcional, Fontes de Informação, Análise de Sintomas e Decisão de Manutenção) normalmente suportados isoladamente através de elementos de ligação.
(Shanmuganathan, Haran, & Gayathri, 2015)	Este trabalho analisa a eficácia de Sistemas de Monitoramento de Uso de Vida (LUMS) para avaliar os Danos à Fadiga de Baixo Ciclo no que toca à manutenção de motores aeronáuticos. O sistema desenvolvido permite ao operador estimar o tempo de operação útil antes de uma potencial avaria, uma vez este serve de suporte para o planeamento de manutenções preventivas, diminuindo assim as manutenções corretivas. Este possibilita, também, o uso de Princípios Lean no Planeamento da Manutenção através de RCM (<i>Reliability Centred Maintenance</i>).

(Mwanza & Mbohwa, 2015)	<p>O trabalho incidiu no desenvolvimento de um modelo TPM que melhorasse o planeamento da manutenção de uma empresa de produtos químicos. Para tal foram recolhidos dados do sistema atual, assim como efetuados questionários para perceber o envolvimento dos operadores nas tarefas de manutenção. Através desde dados recolhidos avaliou-se que 67,6% das ações de manutenção eram corretivas, 24,3% preventivas e 8,1% não aplicáveis, assim como constatar que o OEE da empresa era de apenas 37%, muito baixo em comparação com o standard mundial de 50%. Com os questionários verificou-se que 78% dos colaboradores não se encontravam envolvidos em atividades de manutenção, sendo que 29,5% deles não conheciam o conceito de TPM. Após esta recolha de dados foi então formulado o modelo TPM de modo a que este envolvesse um maior número de pessoas, desde as chefias até ao chão de fábrica.</p>
(Miranda & Lopes, 2015)	<p>Este trabalho foi realizado no departamento de manutenção de um produtor de mobiliário português e teve como principal objetivo desenvolver e implementar um plano de manutenção autónoma, com vista a diminuir o número de avarias dos equipamentos e o tempo de paragem não planeada por estas provocado. Com a implementação do plano de manutenção autónoma obteve-se uma diminuição no tempo de paragem de 7 horas/mês numa linha e de 60 horas/mês noutra, resultante do aumento da percentagem da manutenção autónoma efetuada de 6% para 70% .</p>
(Schreiber, Vernickel, Richter, & Reinhart, 2019)	<p>Este trabalho apresenta um sistema integrado de planeamento da produção e manutenção em sistemas ciber-físicos através do uso de multicritérios de decisão. Com a aplicação do sistema numa linha de produção de eletrodomésticos constatou-se uma diminuição de aproximadamente 18% na média dos tempos de Setup e manutenção, de 5 horas para 4,1 horas. Obteve-se um aumento do output médio de 5400 das peças produzidas, num período de 7 dias. A média de tempo improdutivo desceu, também, de 3,68% para 2,41%. O trabalho realizado demonstra que o uso de um sistema que integre a manutenção e a produção permite aumentar a previsibilidade da gestão dos recursos da organização.</p>
(Cotaina, Gabriel, Richet, & O'Reilly, 1998)	<p>Este trabalho desenvolveu ferramentas de apoio à decisão no que toca a práticas de manutenção numa serraria, com a implementação de uma abordagem RCM (Reliability-centered maintenance). As ferramentas desenvolvidas permitem desenvolver um modelo de manutenção e avaliar os aspetos económicos, com vista a melhorar os planos de manutenção, assim como, efetuar uma previsão de como a aplicação de um novo plano de manutenção irá afetar a frequência e duração das paragens devido a avarias. Na serraria onde o trabalho foi realizado obteve-se uma melhoria de 2% no OEE em 4 meses.</p>

(Moreira et al., 2018)	A redução de custos e uso de produtos tóxicos nos processos, assim como um aumento da produtividade numa empresa de impressões, foi o foco deste trabalho. Através da calibração correta dos equipamentos e aplicação de novas técnicas com vista a melhorar o processo, obteve-se uma diminuição dos tempos de <i>setup</i> de 8 minutos e 20 segundos, um aumento de 2 a 4% do OEE, resultante do aumento do MTBF e diminuição do MTTR, assim como uma poupança nos consumíveis de impressão de 1127,60€ em comparação a anos anteriores.
(García-Sanz-Calcedo & Gómez-Chaparro, 2017)	O foco deste trabalho consistiu em na análise do impacto provocado pela Gestão da Manutenção no consumo energético de um hospital na Extremadura, Espanha, assim como verificar relações existentes entre o consumo energético e o tempo gasto em manutenções. Verificou-se que com um aumento anual de 6% em manutenção preventiva, ao longo de 5 anos, se obteve uma poupança anula de 75000€, resultante de um decréscimo de 20% das manutenções corretivas e uma poupança média anual de 500 MWh em consumo energético, evitando-se também a emissão de 186 toneladas de CO2 e outros gases para a atmosfera.
(Vieira et al., 2019)	Este trabalho desenvolveu um projeto de implementação de SMED (Single Minute Exchange of Die) no processo de perfil a frio de cinco diferentes máquinas de perfil, numa empresa portuguesa da indústria metalúrgica. Este tinha como objetivo a diminuição dos tempos de <i>setup</i> e do tempo dedicado a tarefas que não acrescentavam valor ao processo. Com esta implementação foi possível obter um aumento da disponibilidade das máquinas, demonstrando as melhorias significativas que podem ser obtidas com a implementação de SMED, o que pode ser igualmente constatado pelo aumento de 10,8% do OEE médio dos equipamentos em estudo.
(Pires, Lopes, & Oliveira, 2016)	Este trabalho apresenta um projeto em andamento numa empresa da indústria metalúrgica, com o objetivo de realizar o plano e programação das atividades a ser efetuadas pelo departamento de manutenção com vista a este ser mais eficiente e diminuir os tempos de paragem da produção. A aplicação informática para a recolha de dados e a metodologia para a definição da frequência de substituições de peças preventivas a adotar são expostas, consistindo em agrupar as peças da mesma ferramenta de modo a efetuar a substituição de uma vez só e assim diminuir o número de paragens necessárias para as intervenções. No futuro é expectável que a aplicação informática que atualmente se encontra a recolher dados possa analisá-los e assim ser possível definir as melhores estratégias de planeamento da manutenção a adotar.

(Wienker, Henderson, & Volkerts, 2016)	Este artigo foca em analisar as razões da baixa taxa de sucesso alcançada na implementação de Sistemas Informáticos de Gestão da Manutenção e descreve os elementos essenciais que devem ser incluídos para garantir um programa disciplinado e com bons recursos. É colocada ênfase na necessidade de obter e manter o apoio da gerência de topo para superar as barreiras da mudança. O estudo assinala 6 questões que devem ser abordadas de modo a aumentar as chances de sucesso da implementação destes sistemas: uso de uma estratégia proactiva de manutenção, noção de que estes sistemas são apenas ferramentas, infraestruturas prontas para suportar o sistema, a gestão de topo entende o valor do sistema, um bom processo de mudança de gestão está em vigor; existem pessoas capazes para guiar o projeto.
(Maletič, Maletič, Al-Najjar, & Gomišček, 2012)	Este estudo examina o papel da Manutenção em melhorar a qualidade do produto e a rentabilidade de uma empresa eslovena. Os resultados obtidos demonstram que 3,22% do lucro poderia ser gerado nos equipamentos de tecelagem, caso todas as paragens não planeadas e defeitos de qualidade do produto fossem prevenidos. O estudo concluiu também que se obteria aproximadamente um aumento de 2% resultante da melhoria da produtividade.
(Galar, Thaduri, Catelani, & Ciani, 2015)	Este artigo aborda o processo de reunião de dados num modelo híbrido de contextualização para obter valores de Vida Útil Residual (RUL) dentro de intervalos lógicos de confiança, de modo a que o ciclo de vida dos ativos possa ser gerido e otimizado. Este desenvolve novas abordagens para modelar mecanismos de degradação para tipologias de falhas que ocorrem em componentes e sistemas. Concluindo que a diferente natureza dos dados requer uma associação de dados com vários níveis e categorias para produzir relações significativas. Para tal, a contextualização do contexto demonstrou ser uma tecnologia adequada para construir as relações e realizar a previsão desejada de acordo com as ligações de dados estabelecidas.

Como é possível ver na Tabela 1, a aplicação de ferramentas como a TPM, os 5S, Sistemas Informáticos de Gestão da Manutenção, entre outras, associadas a uma boa Gestão da Manutenção, permitem melhorar o desempenho dos processos produtivos de uma organização, que é o que será abordado na parte prática deste trabalho.

2.2 Manutenção

2.2.1 Tipos de Manutenção

As ações de Manutenção dividem-se em diferentes tipos, obedecendo a uma classificação consoante o tipo de ação a executar. Esta classificação tem em conta se a ação é tomada à priori ou à posteriori da ocorrência de uma avaria, assim como a se é uma ação periódica ou condicional. (Cabral, 2006), divide esta classificação (Figura 4) da seguinte forma:

- Manutenção Preventiva – Uma intervenção planeada com a intenção de evitar avarias.
 - Preventiva sistemática – Uma intervenção planeada executada periodicamente em intervalos fixos e pré-determinados. Esta periodicidade é definida de modo a substituir/recondicionar os elementos de desgaste do equipamento antes de este obrigar a uma paragem.
 - Preventiva condicionada – Uma intervenção planeada executada quando se detetam indícios de que o desgaste nos componentes do equipamento poderá obrigar a uma paragem do mesmo.
- Manutenção Corretiva – Uma intervenção não planeada resultante de uma avaria do equipamento com o objetivo de corrigir a mesma.
- Melhoria – Uma intervenção onde se executam modificações aos equipamentos com o objetivo de adquirir uma melhor eficiência dos mesmos.

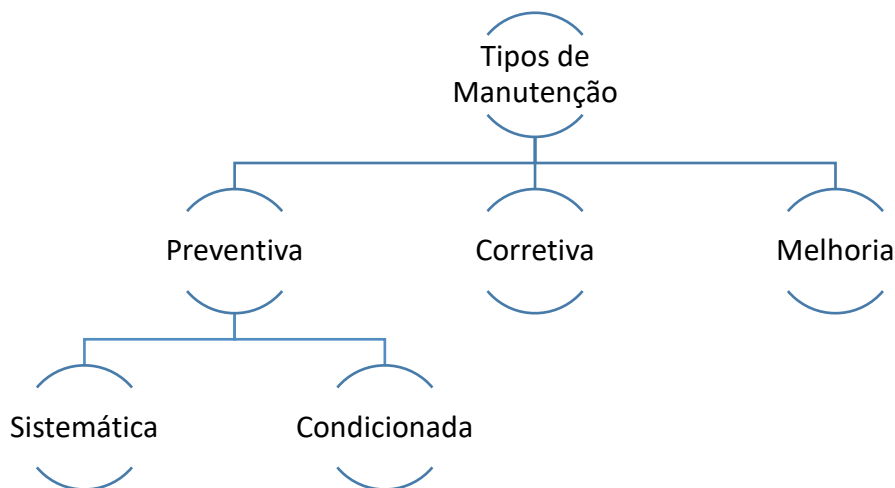


Figura 4 - Tipos de Manutenção (Cabral, 2006)

2.3 Lean na Manutenção

O pensamento *lean* teve a sua origem no seio da indústria automóvel no início do século XX e rapidamente foi aplicado à generalidade das empresas. Este tem uma filosofia fundamentada na constante eliminação de desperdícios e na criação de valor. Uma vez aplicado à manutenção o *Lean Thinking* segue os seguintes princípios apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Os princípios *lean* aplicados à Gestão da Manutenção (adaptado de (J. P. Pinto, 2013))

Princípio <i>Lean Thinking</i>	Aplicação à Gestão da Manutenção
Conhecer o Cliente	O departamento de produção/operações, o cliente externo e a generalidade dos colaboradores no chão de fábrica. Conhecer o cliente é o ponto de partida, só com o conhecimento de quem se serve se é capaz de definir valor e trabalhar para a sua criação e entrega.

Definir valor	O cliente espera zero avaria, zero acidentes, zero paragens, redução dos tempos não produtivos, redução dos custos e aumento da eficiência das operações, assim como colaboração no desenvolvimento de novos processos e equipamentos.
Analisar a cadeia de valor	Através da análise de todas as atividades diretas e de suporte da manutenção é possível identificar a sequência de valor que a manutenção entrega aos seus clientes.
Otimizar os fluxos	Objetivar a otimização de todos os processos de fluxos associados ao trabalho da manutenção (informação, peças, pessoas, etc.), eliminando obstáculos.
Aplicar a lógica pull	Princípio aplicável à gestão de materiais e peças de reserva, com o intuito de evitar stocks. Aplicável também na melhoria de comunicação e integração das funções da manutenção com os restantes departamentos da empresa.
Procurar a perfeição	Melhoria de desempenho contante.
Inovar sempre	Identificar constantemente oportunidades de melhoria, em colaboração com outros departamentos.

2.3.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)

A Manutenção Produtiva Total (TPM) foi desenvolvida em 1971 no *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) com o objetivo de melhorar as técnicas de manutenção aplicadas na altura nas empresas japonesas e assim transformá-las em uma filosofia (Ribeiro & Pinto, 2002). Existem diferentes definições de TPM atualmente na literatura. Para (Oliveira, Sá, & Fernandes, 2017) TPM significa manutenção autónoma, planada e preventiva das máquinas e instalações. Sendo este uma base importante para obter estabilidade produtiva e alcançar melhorias a nível do desempenho operacional, o que se reflete na melhoria da eficiência e eficácia de uma empresa. O significado de TPM também pode ser definido ao descrever separadamente o significado de cada palavra que compõe a sigla na aplicação da ferramenta, (Mwanza & Mbohwa, 2015):

- Manutenção – Manter os equipamentos e as infraestruturas em boas condições de operação;
- Produtiva – Sem atividades que causem desperdício e a produção de produtos ou serviços que correspondam ou superem as expectativas dos clientes;
- Total – Todos os indivíduos da empresa devem estar envolvidos, desde da alta gestão até ao operador.

A TPM foca a sua ação nas principais tipologias de perdas que podem surgir no chão de fábrica (J. P. Pinto, 2013):

- Falhas no equipamento;
- Tempo de *setup* de máquinas ou processos;
- Perda de velocidade no processo;
- Rejeições resultantes de problemas de qualidade;

- Tempos de Paragem;
- Diminuição da Produção.

Para estas perdas, pode-se identificar como principais causas:

- Más condições e estado de operação do equipamento;
- Erros humanos;
- Falta de formação e conhecimento do devido funcionamento do equipamento.

(J. P. Pinto, 2013) identifica, também, como principais objetivos da TPM:

- Maximizar a eficiência e uso do equipamento;
- Desenvolvimento de um sistema proactivo de manutenção produtiva;
- Envolvimento de todas as funções da empresa que planeiam, definem ou utilizam o equipamento e infraestruturas na implementação da TPM;
- Envolvimento de todos os colaboradores, desde a gestão de topo até ao *gemba*;
- Implementação de Equipas de Manutenção Autónoma com o intuito de melhorar o desempenho operacional;
- Promover a TPM pela motivação de pessoal e em pequenos grupos autónomos.

O cumprimento destes objetivos é suportado por oito pilares, que atuam como uma base para a TPM uma vez que estes se encontrem implementados, Figura 5.

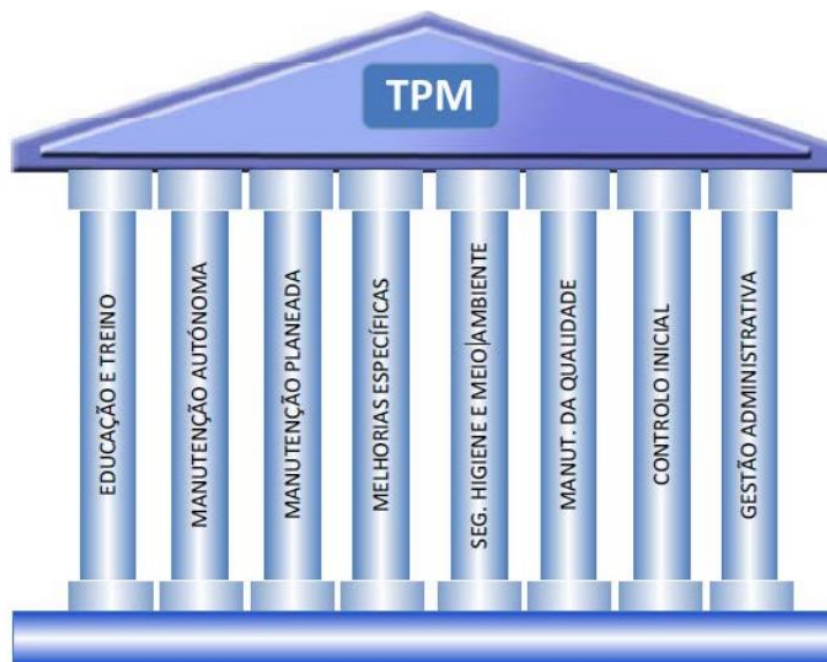


Figura 5 - Pilares Suporte da TPM (Sobral, 2011)

Esta estruturação foi desenvolvida de forma a que as ferramentas de melhoria do procedimento de manutenção fossem englobadas nas ações da TPM e atuassem em conjunto para melhorar as funções da manutenção de uma empresa. Desta forma, através destas ações de melhoria é possível obter uma maior proximidade entre o setor de apoio da manutenção com o da produção e assim trabalhar em conjunto. Esta proximidade permite a obtenção de melhores resultados a nível produtivo (H. Pinto, Pimentel, & Cunha, 2016). Logo, um sistema TPM completamente implementado exige

a construção dos oito pilares suporte do mesmo, só desse modo é possível efetuar as ações referentes à ferramenta TPM. Conforme (Prado, 2015), estes pilares podem ser definidos como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Definição dos oito pilares da TPM (Prado, 2015)

Pilar	Descrição
Educação e Treino	A aquisição de conhecimento constante é essencial para manter um nível de eficiência competitivo. O aperfeiçoamento da habilidade de cada operador, que contribui para a melhoria contínua, é o objetivo deste pilar. O LPP (Lição Ponto a Ponto) e a matriz de habilidades são duas técnicas bastante utilizadas para o efeito.
Manutenção Autónoma	Este pilar tem como objetivo atribuir responsabilidades a pequenos grupos de colaboradores que terão como função zelar pelos equipamentos a eles atribuídos, fazem parte dessas responsabilidades ações de limpeza, inspeções e lubrificação dos equipamentos.
Manutenção Planeada	O intuito deste pilar é antever prováveis problemas, tendo-se assim a necessidade de efetuar planos de manutenção preventiva aos equipamentos, com o objetivo de se atingir tanto “zero defeitos” como “zero avarias”.
Melhorias Específicas	Ao melhorar o sistema, através da deteção e atuação sobre os pontos críticos do mesmo, é possível atingir o objetivo deste pilar de diminuir a perda ao máximo. Uma ferramenta utilizada neste pilar é o formulário de perdas, avalia-se o estado atual, traça-se uma meta para que a perda não se suceda, e poder planear uma ação e executá-la.
Segurança, Higiene e Meio Ambiente	O propósito deste pilar é promover ações de formação a alertar para a prevenção de acidente e a melhoria do ambiente de trabalho, com o intuito de eliminar atos perigosos por parte dos operadores.
Manutenção da Qualidade	Neste pilar realizam-se ações para a identificação e eliminação de defeitos, contribuindo, assim, para um aumento da eficiência e qualidade resultante da diminuição dos defeitos.
Controlo Inicial	De modo a prever os custos associados à manutenção de um processo produtivo é necessário fazer um controlo inicial centrado numa análise de possíveis perdas do processo. Este pilar permite aumenta o poder de resposta ao mercado e possibilita a conceção de novos produtos.
Gestão Administrativa	Este pilar deve ser executado pelos administradores e tem como objetivo eliminar o máximo de perdas na fase de projeto, obtendo assim uma eficiência do processo maior desde início. Isto pode ser obtido através da formação de grupos de trabalho, em que cada grupo terá de definir as atividades e como vão medir as suas perdas e eficiências, facilitando assim o processo.

2.3.2 5S's

Os pilares do TPM devem ser sustentados por uma boa base capaz de os suportar, o 5S. Esta é uma filosofia originada no Japão por Kaoro Ishikawa, que procura eliminar o desperdício, otimizar a produtividade e melhorar a qualidade do sistema em geral (Bayo-Moriones, 2010). A implementação do 5S segue uma sequência de cinco palavras japonesas. Estas são referentes a cinco sentidos pessoais que, uma vez aplicados em simultâneo, permitem a devida implementação do 5S. Em conjunto, estas práticas procuram diminuir o desperdício e melhorar o desempenho das pessoas e dos processos, com o uso de uma abordagem simples que consiste na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho, ou seja, arrumados, ordenados e organizados (J. P. Pinto, 2013). Na Tabela 4 são apresentadas as descrições das etapas do 5S, segundo (Womack & Jones, 2010).

Tabela 4 - Descrição das etapas do 5S (Womack & Jones, 2010)

S	Descrição
Seiri (sentido de organização)	Procura separar o que é útil do inútil, eliminando materiais e ferramentas desnecessárias para o processo e assim permitir que o local fique livre de obstáculos.
Seiton (sentido de arrumação)	Todos os materiais necessários para a realização do trabalho são arrumados de forma a diminuir o tempo perdido à procura dos mesmos. O intuito é ter as ferramentas e materiais em locais definidos e facilmente acessíveis, mesmo em situações anormais.
Seiso (sentido de limpeza)	Esta etapa consiste na limpeza dos postos de trabalho, assim como das áreas de armazenamento e equipamentos de trabalho, segundo padrões de limpeza definidos. Durante esta limpeza deve ser efetuada uma verificação das condições dos equipamentos de trabalho, de forma a detetar possíveis anomalias que possam originar avarias futuras.
Seiketsu (sentido de normalização)	Devem ser definidas normas gerais de arrumação e limpeza do posto de trabalho, existindo uma rigorosa identificação de todo o material e assim manter o local limpo. A utilização de uma <i>checklist</i> de limpeza é uma prática importante, pois esta permite formular um registo dos trabalhos, fornecendo tempo e espaço ao colaborador para o realizar.
Shitsuke (sentido de autodisciplina)	O sucesso da implementação do 5S depende do envolvimento dos colaboradores em todo o processo e da quantidade de níveis hierárquicos envolvidos. Para existir disciplina é, então, necessário efetuar o controlo do processo através de auditorias 5S, verificando se as ações e inspeções estão a ser realizadas corretamente e fornecendo um <i>feedback</i> da situação.

A esta lista, um número cada vez maior de organizações vai acrescentando um sexto S, o S da Segurança (Figura 6).

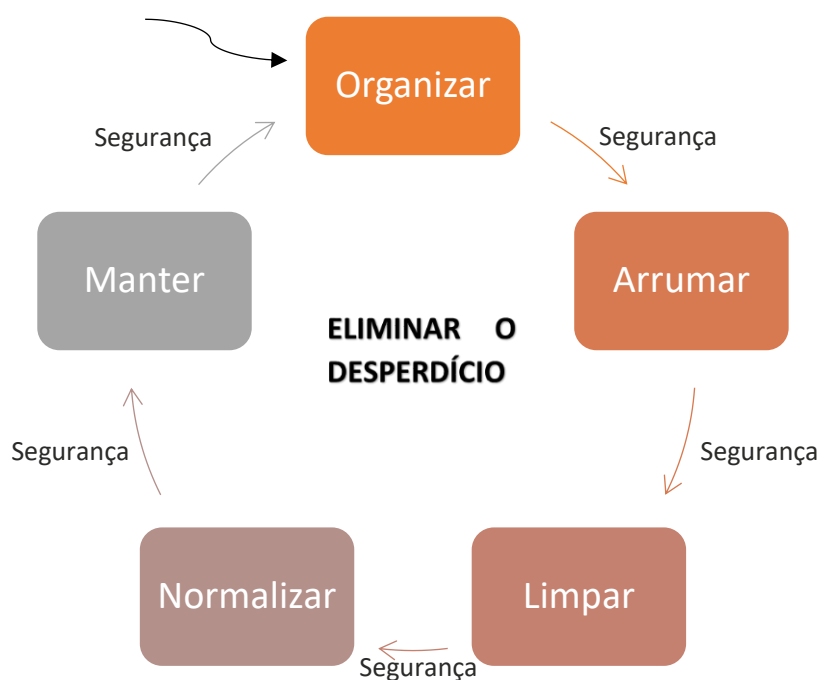


Figura 6 - Os seis (5+1) S e a eliminação do desperdício (J. P. Pinto, 2013)

2.4 Indicadores de Performance da Manutenção (KPI's)

Um indicador permite fornecer indicação sobre um determinado acontecimento ou característica, permitindo quantificar o resultado que se obteve de uma decisão. Um Indicadores de Performance da Manutenção trata-se de um parâmetro ou critério de avaliação que, uma vez previamente definido, permite analisar a ação, bem como a evolução da atividade ou processo da empresa (Schneider, Kober, & Braidó, 2015).

O uso destes indicadores é extremamente útil para a gestão da manutenção, todavia deve-se ter em atenção não cair no erro de querer utilizar demasiados indicadores. Pois esta ação poderá induzir em erro a análise dos mesmos e criar uma falsa imagem da realidade (Cabral, 2006).

Assim, deve-se ter em conta os seguintes fatores para a seleção dos indicadores a utilizar, tendo em conta a sua utilidade para (Lyonnet, 1991):

- Ajudar a tomar decisões de gestão;
- Efetuar comparações da atividade entre anos;
- Avaliar os benefícios de uma determinada política de manutenção;
- Delinear o orçamento da manutenção;
- Ajudar na identificação de problemas.

A estes, (Cabral, 2006) acrescenta como fator decisivo de interesse prático:

- Facilidade de cálculo com base em informação obtida no dia a dia.

Na Tabela 5 são apresentadas as expressões utilizadas para calcular diversos Indicadores de Performance da Manutenção, assim como uma descrição dos mesmos.

Tabela 5 - Indicadores de Performance da Manutenção (adaptado de (Cabral, 2006))

Indicador	Expressão	Descrição
Taxa de Avarias	$\lambda = \frac{Nav}{TF} * P$	Número de avarias por unidade de utilização.
MTBF (<i>Mean Time Between Failures</i>)	$MTBF = \frac{\sum TFi}{Nav}$	Tempo médio entre avarias, trata-se de um indicador que exprime a rapidez com que a equipa atua para resolver a avaria.
MTTR (<i>Mean Time to Repair</i>)	$MTTR = \frac{\sum TRi}{Nav}$	Tempo médio de reparação, mede o tempo gasto na reparação da avaria.
MTW (<i>Mean Waiting Time</i>)	$MWT = \frac{\sum TEi}{Nav}$	Tempo médio de espera, fornece informações sobre a capacidade de atendimento da equipa às avarias.
Disponibilidade	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT}$	Tempo em que o equipamento se encontra disponível para operação.

Em que:

- Nav = Número de avarias no período de análise
- P = Período em análise
- TF = Tempo total de funcionamento no período
- TRi = Tempo utilizado nas reparações no período
- TEi = Tempos de espera no período

2.5 Sistema Informático de Gestão da Manutenção (CMMS)

Um *Computerized Maintenance Management System* (CMMS), ou Sistema Informático de Gestão da Manutenção, é uma ferramenta que permite uma melhor gestão das atividades de manutenção. Este, por norma, permite desempenhar as seguintes funções (Lopes et al., 2016):

- Gestão de Ativos – consiste no registo de todos os equipamentos (ou ativos) no sistema, assim como o histórico de intervenções efetuado e listagem de componentes dos equipamentos;
- Gestão das Ordens de Trabalho – permite a alocação de ordens de trabalho aos técnicos de manutenção;
- Gestão da Manutenção Preventiva – suporte do planeamento, programação e controle das ações
- Inventário – registo de peças de reposição e a sua disponibilidade;
- Gestão de Relatórios – processamento de dados e formulação de relatórios de desempenho.

Apesar da sua importância como uma ferramenta-chave na gestão da manutenção, o grau de sucesso alcançado na implementação destes sistemas, mesmo em organizações grandes e com bons recursos, é surpreendentemente baixo. O número de implementações bem-sucedidas de CMMS é de apenas 25 a 40% e o número de utilizadores que os usam a cem por cento é de apenas 6 a 15%. O baixo sucesso da implementação destes softwares deve-se, na sua maioria, aos seguintes (Wienker et al., 2016):

- A organização não se encontra preparada para a implementação do sistema;
- Crença de que o CMMS é a “estratégia” e não apenas uma das “ferramentas” que facilita a implementação de um Processo de Gestão da Manutenção;
- Hardware não compatível, baixa capacidade de rede e transmissão de dados;
- Falha a transmitir à alta gerência os benefícios do software e consequente falta de apoio destes na implementação;
- Não compreensão da necessidade de um processo de “gestão de mudanças” bem projetado;
- Falta de Recursos para proceder à implementação.

Existem diversos CMMS no mercado, Tabela 6, sendo também possível para as organizações optarem por desenvolver o seu próprio software consoante as suas necessidades. Assim como optar por um ERP, *Enterprise Resource Planning*, uma solução integrada de gestão administrativa ou por um *software* independente.

Tabela 6 - Exemplos de Softwares CMMS existentes no mercado

Software	Descrição
NextBitt	Segundo o <i>site</i> do <i>software</i> , trata-se de uma abordagem para indústrias de intenso capital que necessitam de controlar o ciclo de vida dos seus ativos, desde o dia em que o pedido de compra de um novo equipamento é emitido, efetuando registos de avarias, planos de manutenção preventiva, inspeções, procedimentos de segurança, etc., durante toda a sua vida útil. (NextBitt Business Technologies SA, 2019)
UpKeep	Segundo o <i>site</i> do <i>software</i> , o UpKeep desenvolveu-se com o objetivo de facilitar o processo de gestão de ativos, permitindo executar melhores decisões. (UpKeep Maintenance Management, 2020)
ManWinWin	Segundo o <i>site</i> do <i>software</i> , um software flexível, de implementação simples e de uso fácil pra a gestão da manutenção de qualquer tipo de equipamentos. (Navaltik Management, 2019)
Infraspeak	Segundo o <i>site</i> do <i>software</i> , este foi desenvolvido com foco na gestão de infraestruturas. Com a funcionalidade da utilização de tanto <i>smartphones</i> como computadores, este programa permite uma gestão simples de Manutenção Preventiva, Manutenção Corretiva, Gestão de Stock, etc. (Infraspeak, 2019)

3. Melhoria do Processo de Gestão de Ativos

3.1 Análise e Mapeamento dos Processos

3.2 Identificação de Problemas

3.3 Propostas de Melhoria de Processos

3.4 Análise de Resultados

3 Melhoria do Processo de Gestão de Ativos

O presente capítulo destina-se a apresentar o trabalho realizado ao longo do estágio, sendo efetuada uma análise e mapeamento do processo em estudo, de modo a identificar os problemas, apresentando propostas de melhoria e, por fim, é efetuada uma análise dos resultados obtidos.

3.1 Análise e Mapeamento dos Processos

O processo de Gestão de Ativos pode dividir-se em subprocessos que juntos potenciam a própria gestão dos equipamentos e ativos da empresa. Estes serão descritos ao longo dos próximos pontos.

3.1.1 Processo de Identificação e Codificação dos Equipamentos

No que toca ao processo de identificação e codificação dos equipamentos (Figura 7) por norma o Departamento da Engenharia cria o projeto e define os equipamentos necessários para a implementação do mesmo, seguindo-se a fase de implementação dos equipamentos na planta fabril. Nesta etapa os equipamentos encontram-se na fase do Projeto, ou seja, onde são efetuados testes de preparação para a produção. Após efetuadas as alterações necessárias ao projeto e a implementação ser considerada pronta para produção é enviada, em paralelo, a informação relativa aos equipamentos para o Controlo de Gestão (CG) e para o Departamento da Manutenção.

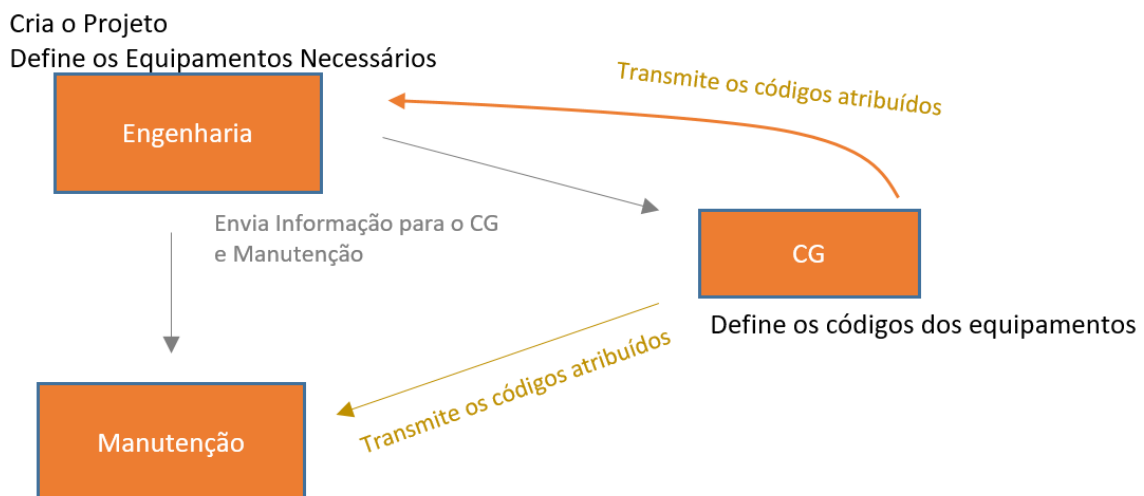


Figura 7 - Esquema Transmissão de Informação Novos Equipamentos

De seguida, o Controlo de Gestão é responsável pela atribuição dos códigos a utilizar em sistema e informa a Engenharia e a Manutenção dos códigos atribuídos, sendo da responsabilidade da Manutenção a inserção dos mesmos no sistema.

Uma vez inseridos no sistema, o Departamento da Manutenção fica responsável pela manutenção do bom estado dos equipamentos, sendo também possível a Produção efetuar pedidos de intervenção por parte da manutenção.

3.1.2 Processo de Intervenção da Manutenção

No caso da ocorrência de uma avaria o supervisor da linha de produção onde esta sucedeu é o responsável por notificar a equipa da manutenção da ocorrência. Este contacto é efetuado eletronicamente pelo software do Sistema de Gestão da Manutenção atualmente em uso, neste pedido de intervenção o supervisor deve indicar o equipamento em que ocorreu a avaria, o instante em que esta ocorreu e uma descrição da avaria.

Uma vez o pedido efetuado, o supervisor da equipa da manutenção analisa-o e atribui o serviço a um dos técnicos disponíveis, tendo em conta a natureza da tarefa a realizar. A partir deste momento o técnico dirige-se para o local indicado no pedido, avalia a situação e o material necessário para executar o serviço, de seguida informa o supervisor do material necessário e é efetuado um pedido de baixa do material no armazém de componentes da manutenção. Caso não exista algum dos componentes é efetuado um pedido de compra do mesmo e o a intervenção fica suspensa até este ser entregue no armazém.

Tendo acesso a todos os componentes necessários para efetuar o serviço o técnico da manutenção efetua o mesmo e uma vez finalizado dirige-se ao gabinete de supervisão da manutenção onde regista o tempo despendido na execução no software de gestão da manutenção, assim como uma descrição da intervenção efetuada. Depois de executado este registo por parte do técnico o trabalho é confirmado pelo requerente da intervenção e o pedido encontra-se oficialmente fechado (Figura 8).



Figura 8 - Fluxograma Intervenção da Manutenção

Quanto às intervenções de manutenção preventiva, estas são efetuadas por norma nos dias de paragem da produção, consoante a programação da produção da Unidade Industrial correspondente. Tal como as intervenções em avarias são efetuados pedidos de intervenção, porém estes são solicitados pelo gestor responsável pela Manutenção Preventiva e alocados de imediato ao técnico que ficará responsável pela intervenção.

Dependendo do tipo de manutenção preventiva a efetuar, esta pode ser realizada com o equipamento em funcionamento, sendo o caso o caso de inspeções visuais e lubrificações, quando o equipamento se encontra equipado com meios para o mesmo.

3.1.3 Processo de cálculo de Indicadores

O processo de cálculo de Indicadores de Desempenho (KPI's) é efetuado semanalmente por um responsável do Departamento de Manutenção, este para efetuar o cálculo dos mesmos tem de atualizar uma base de dados na forma de um ficheiro Excel. Estes dados são importados do software de gestão de manutenção. Uma vez atualizado, este ficheiro o gestor efetua uma filtragem dos pedidos, separando-os pelas diferentes unidades industriais e recolhe os dados necessários. Estes dados são importantes no cálculo do MTTW (tempo médio de resposta a uma avaria) e o MTTR (tempo médio de resolução de uma avaria, que são os KPI's definidos para a avaliação do desempenho da equipa da Manutenção.

Uma vez filtrados os dados, o gestor transcreve-os para uma folha Excel já preparada para o cálculo e formulação dos gráficos dos indicadores acrescentando os valores mais recentes. Uma vez concluído o cálculo estes são impressos e colocados no quadro de *Kaizen* Diário (Figura 9) de modo a ser exposto a toda a equipa da manutenção.

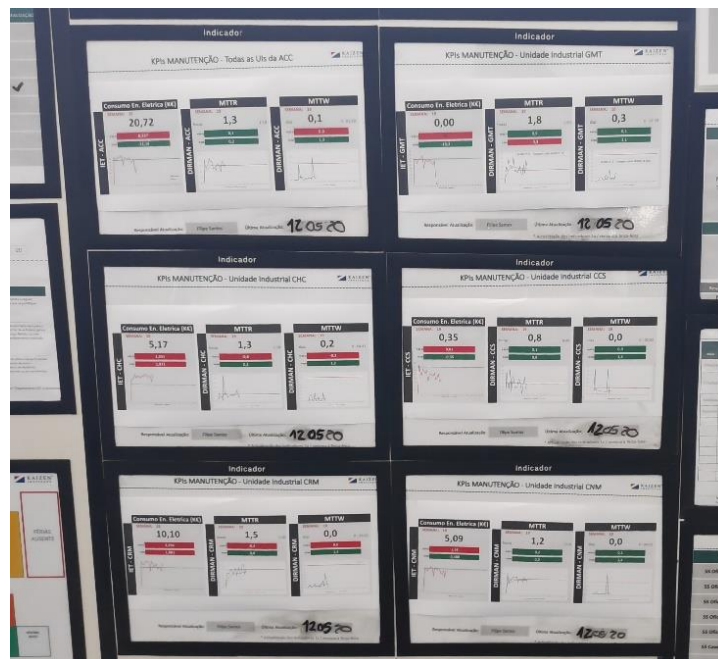


Figura 9 - Indicadores Quadro Kaizen

3.1.4 Gestão de Spare Parts

Atualmente o Departamento da Manutenção dispõe de um armazém de com peças para utilizar nas suas intervenções (Figura 10). Estas peças são geridas por um responsável pelo armazém, sendo ele quem garante que o stock das mesmas é mantido. A quando da necessidade de substituir um componente de um equipamento, os técnicos dirigem-se ao armazém e recolhem a peça necessária. Não existem, porém, salvo algumas exceções, peças específicas para um certo equipamento, sendo necessário esperar que as peças em falta sejam encomendadas e entregues ao armazém antes de poder a resolver avaria.



Figura 10 - Peças Armazém da Manutenção

De modo a lidar com esta situação o Armazém da Manutenção detém de uma secção de componentes/equipamentos de reserva como motores elétricos, por exemplo (Figura 11). Sendo que a quando de uma avaria em que não se tenha a peça em falta em armazém a parte do equipamento é removida e substituída por uma de reserva. Após reparada este componente fica de reserva para uma futura intervenção.



Figura 11 - Motor Elétrico de Reserva

3.2 Identificação de Problemas

Efetuada uma análise do processo da Manutenção, identificou-se aqueles que se consideraram ser os principais problemas a resolver. Esta seleção teve em conta o facto de se pretender implementar um novo sistema de gestão da manutenção (Tabela 7).

Tabela 7 - Problemas identificados nos Processos Descritos

Processo	Descrição	Problemas
Codificação	Codificação e Identificação no Terreno de Equipamentos	Equipamentos não codificados no Sistema
		Equipamentos não identificados no Terreno
		Repetição de Códigos
		Falta de Indicação da Localização dos Equipamentos
Indicadores	Cálculo dos Indicados da Manutenção	Poucos dados sobre os Equipamentos
		Processo de Cálculo de Indicadores extremamente demorado
Intervenção	Ações da Manutenção em Avarias	Tempos de intervenção mal inseridos
		Pedidos de Intervenção Efetuados por telefone
		Pedidos efetuados pelo sistema com dados incorretos
Spare Parts	Gestão de Peças de Reposição de Equipamentos	Manutenção Preventiva Distribuída por Pastas
		Bombas de Termofluido sem Kits de reparação em stock

3.2.1 Equipamentos não codificados no Sistema

Dada a grande dimensão da empresa e ao facto de esta estar em constante transformação e desenvolvimento, isto reflete-se na compra de novos equipamentos por parte do departamento do Projeto. Estes projetos alongam-se por diversos anos e encontram-se sujeitos a atualizações que podem ser desde alterações às características dos equipamentos a substituição dos mesmos ou até à compra de novo equipamentos. Durante esta fase de projeto estes equipamentos não se encontram oficialmente sobre a alçada do departamento da manutenção.

De modo poder gerir o seu projeto a Engenharia atribui códigos temporários aos equipamentos, chegando a identificá-los, de modo temporário, fisicamente. Isto por vezes gera a que os operadores/técnicos, assim como as pessoas envolvidas no projeto criem o hábito de identificarem os equipamentos em questão pelos códigos temporários. Isto, associado a como é transmitida atualmente a informação destes equipamentos para codificação, em que esta é transmitida em duplicado quando chega à Manutenção levou a que determinados equipamentos se encontrem identificados com o mesmo código. Ao se encontrarem identificados da mesma forma estes acabaram por não ser devidamente codificados no sistema.

Outro caso de equipamentos não codificados são equipamentos relacionados com as infraestruturas, estes uma vez que, por norma, não são alvo de pedidos de intervenção por parte da produção são geridos pelos técnicos de infraestruturas que por norma são contactados por telefone quando surge algum problema e posteriormente efetuam os pedidos de intervenção em nome da pessoa que entrou em contacto.

Por último um dos grandes focos destes equipamentos não codificados encontra-se na unidade industrial 5 Nesta unidade apenas se encontram inseridas no sistema as linhas de produção, sendo os pedidos de intervenção efetuados para estas e descontados aos centros de custo das mesmas.

Todos estes fatores levam a que ocorra uma disparidade entre o número de equipamentos no terreno e o número de equipamentos no terreno (Figura 12).

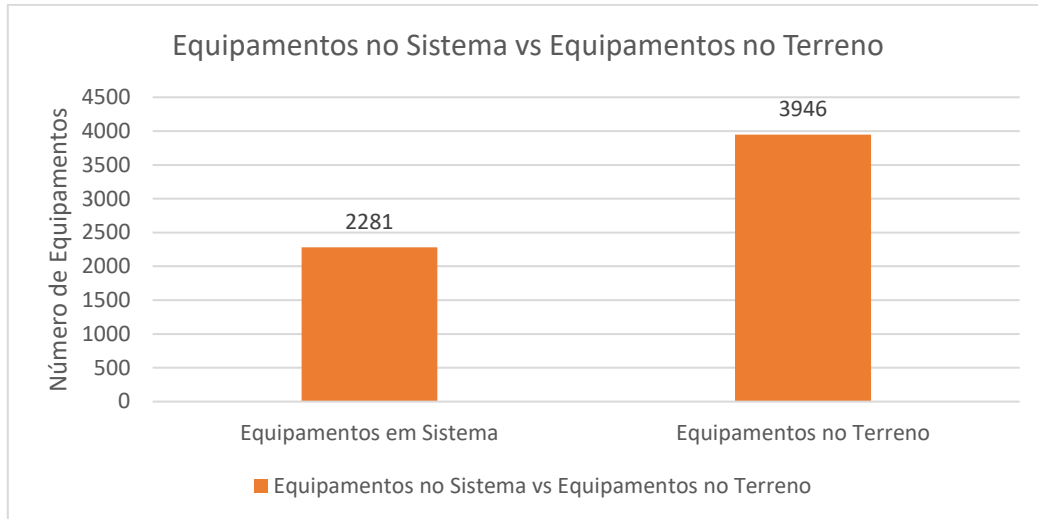


Figura 12 - Gráfico Equipamentos em Sistema vs Equipamentos no Terreno

3.2.2 Equipamentos não identificados no Terreno

Dada a instalação de novos equipamentos referida no ponto anterior e também ao facto de muitos dos equipamentos da empresa serem já muito antigos, tendo alguns destes sido alvo de intervenções de pintura descuidadas em que a identificação do equipamento foi pintada e não foi reposta, é possível encontrar vários equipamentos sem codificação física, mesmo estes estando ou não no sistema.

Com base no levantamento referido no ponto 0, realizado como solução do problema referido no ponto anterior pôde-se analisar quantos dos equipamentos levantados tinham um código interno associado (Figura 13).

Percentagem Equipamentos sem Código no Terreno

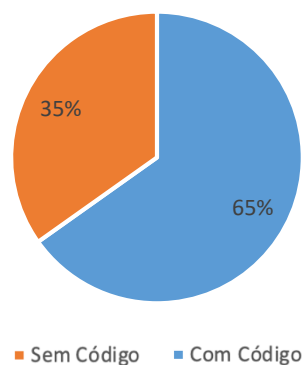


Figura 13 – Gráfico de percentagem Equipamentos Sem Codificação no Terreno

Com base nestes valores analisou-se também qual era a distribuição entre equipamentos identificados no terreno e não identificados (Figura 14). De todas as unidades industriais, a que apresenta um maior número de equipamentos sem código é a Unidade Industrial 5. Esta situação deve-se ao facto de esta unidade industrial ter sido administrada por uma entidade externa à empresa e a quando da transferência não se ter efetuado a codificação destes equipamentos, tendo sido feito apenas o registo em sistema das linhas em que estes se encontravam.

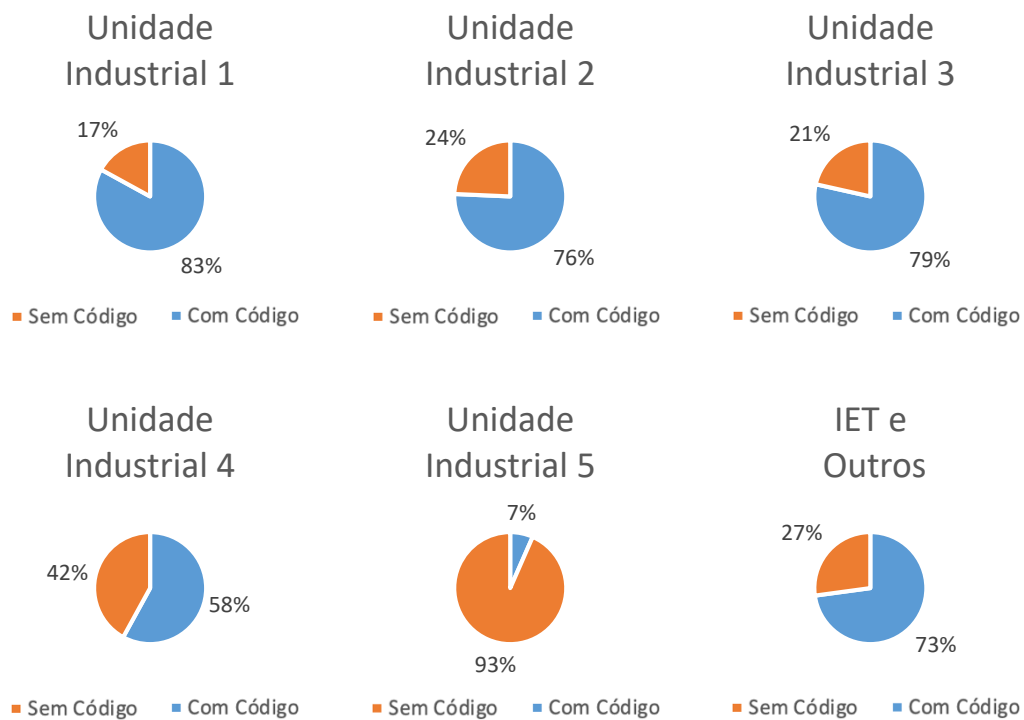


Figura 14 - Gráficos Equipamentos Sem Código no Terreno por UI

Nestes equipamentos que se encontram sem identificação física é possível que estes anteriormente se encontravam numa localização agora se encontrem noutra. Um exemplo desta situação são as eclusas (Figura 15), estas em caso de avaria, de modo a diminuir o tempo em que a produção está parada, são substituídas por uma em boas condições de funcionamento, o que pode originar confusão de códigos.



Figura 15 - Eclusa

A falta de identificação física do equipamento pode levar a que se perca a rastreabilidade deste, uma vez que efetuada a restauração do equipamento este é colocado em armazém para ser utilizado como suplente. Outra situação será uma reestruturação de uma linha, em que equipamentos anteriormente alocados a um sítio passam para outro.

3.2.3 Falta de Indicação da Localização dos Equipamentos

Muitos dos equipamentos atualmente em sistema não detêm de indicação da sua localização física (Figura 16).

Código	Descrição
BAL 100	Balança
BAL 101	Balança
BAL 102	Balança
BAL 103	Balança
BAL 104	Balança
BAL 105	Balança
BAL 106	Balança

Figura 16 - Equipamentos sem dados da descrição

Em alguns casos é possível encontrar alguns equipamentos em que nas suas descrições é indicada a sua localização. Não existindo um campo destinado para esta informação no caso de o equipamento ser trocado por outro e colocado noutra linha exige a alteração da sua descrição (Figura 17).

Código	Descrição
BAL 009	Balança de granulados BL2
BAL 051	Balança de granulados BL3
BAL 078	Balança de granulados da linha 4 de AG/CI
BAL 079	Balança de granulados da linha 3 de AG/CI
BAL 080	Balança de granulados da linha 2 de AG/CI
BAL 081	Balança de granulados da linha 1 de AG/CI

Figura 17 - Equipamentos sem dados da descrição

3.2.4 Poucos dados sobre os Equipamentos

Tendo vários equipamentos já décadas de utilização, estes foram alvo de intervenções de modernização e reconicionados ao longo dos anos, o que leva a que muita da informação presente nos manuais fornecidos pelo fornecedor não seja válida.

Atualmente dos equipamentos registados no sistema poucos são os que têm associados dados técnicos do mesmo, desde marca, número de série, entre outros. Este facto deve-se ao sistema atual não ter de um campo onde seja possível indicar estes dados. Em

alternativa, em alguns casos, estes dados foram colocados na descrição dos equipamentos, o que pode gerar confusão para o utilizador (Figura 18).

Código	Descrição
FIL160	FILTRO REP1 N.S. 190302
FIL161	FILTRO REP1 N.S. 190303
FIL162	FILTRO REP1 N.S. 190306
FIL163	FILTRO REP1 N.S. 190307
FIL163	FILTRO REP1 N.S. 190307

Figura 18 - Equipamentos com número de série na descrição

Por norma, para poder aceder aos dados de fabricação dos equipamentos é necessário procurar esta informação no arquivo técnico da manutenção, o que aumenta o tempo que os técnicos necessitam para intervirem nos equipamentos. Ter esta informação com acesso mais direto facilitaria o trabalho dos técnicos e melhora o seu rendimento.

3.2.5 Repetição de Códigos

Dada a grande dimensão das instalações da empresa e de muitas vezes se encontrarem projetos de novas linhas ou expansão de linhas existentes a serem efetuados ao mesmo tempo, pode surgir alguma confusão com os códigos dos equipamentos. Isto leva a que em duas zonas distintas possa-se encontrar equipamentos com a mesma codificação (Figura 19) o que leva a dificuldades de identificação dos equipamentos no sistema e, por sua vez, dificulta a gestão dos mesmos.

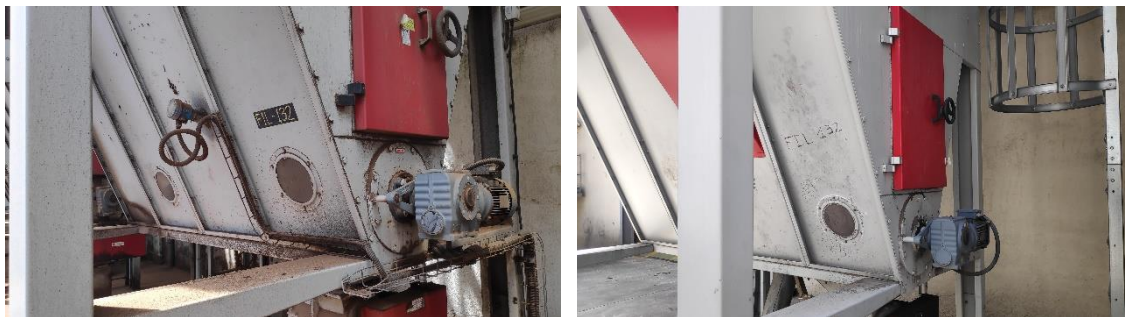


Figura 19 - Equipamentos Identificados com o Mesmo Código

Como referido no ponto 3.2.1, uma das causas para a existência de equipamentos identificados com o mesmo código está relacionada à forma como é transmitida a informação atualmente entre departamentos. Assim como ao facto de os responsáveis pelo projeto verificarem apenas os dados presentes em sistema quanto ao último equipamento codificado. Isto dá origem a erros uma vez que os equipamentos apenas são inseridos no sistema após serem entregues à manutenção e encontrando-se projetos a ser efetuados em paralelo podem estar a atribuir códigos com o mesmo número a equipamentos diferentes.

3.2.6 Processo de Cálculo de Indicadores extremamente demorado

Ao proceder ao cálculo dos Indicadores da Manutenção é necessário atualizar um ficheiro Excel onde contam os registos das intervenções efetuadas pela Manutenção. Este encontra-se ligado ao sistema de gestão da Manutenção e para o atualizar é necessário o responsável por efetuar o cálculo dos KPI's inicie o processo manualmente. Este processo é extremamente dependente do estado da rede e da capacidade do computador utilizado, demorando em média cerca de 3h a estar concluído (Figura 20).

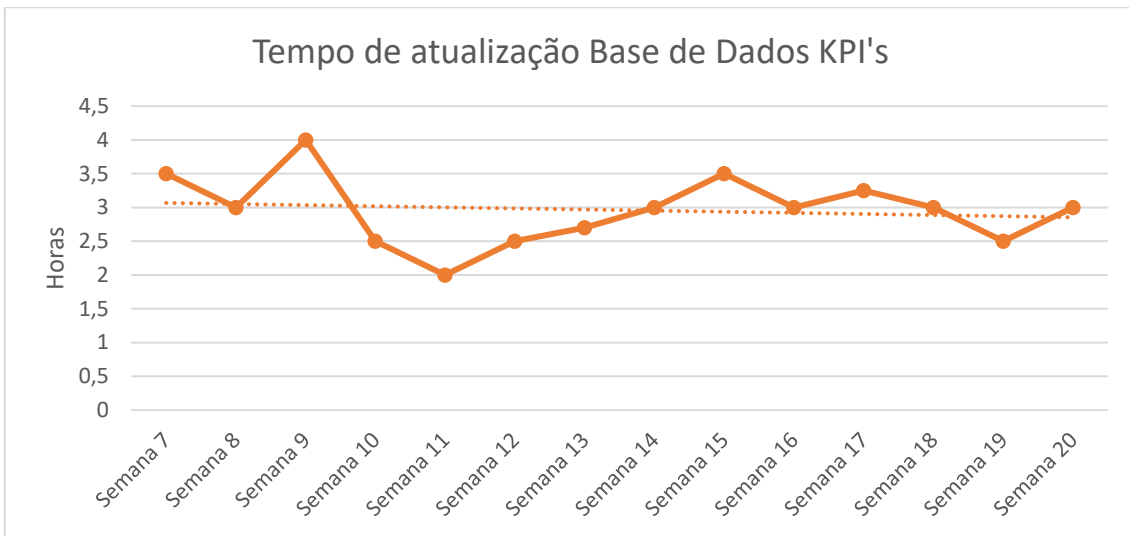


Figura 20 - Gráfico Tempo Atualização Base de Dados KPI's

Durante este período o computador em que o ficheiro se encontra a ser atualizado não pode utilizado para trabalhar em outros ficheiros Excel, podendo até a utilização de outros programas colocar em risco a atualização. Caso a atualização falhe é necessário reiniciar todo o processo, estas falhas por norma são causadas pelo Excel deixar de funcionar e consequente perda dos dados até à última gravação.

3.2.7 Tempos de intervenção mal inseridos

Uma vez que os técnicos têm de se dirigir à sala de supervisão da Manutenção para terem acesso a um computador e assim inserirem os tempos de intervenção, estes acabam por fazer várias intervenções seguidas e só ao final do turno é que inserem os tempos no sistema. Ao fazê-lo desta forma muitas vezes acabam por fornecer dados aproximados e possivelmente incorretos.

Em caso de erro ao inserir estes tempos, o sistema atual não permite a sua correção, mesmo que seja posteriormente detetado. Como podemos ver na Figura 21, na coluna "Tempo MTTW", os valores apresentados são negativos, isto deve-se a ao inserir os tempos de intervenção os técnicos se tenham enganado ou a inserir as horas de inicio e fim de intervenção ou então a data em que intervieram, colocando o dia anterior por exemplo.

id_pedido	Data pedido	Hora avaria	Coluna1	hora_inicio	hora_fim	Tempo total	Tempo MTTW	date
42428	15-10-2019	23:45	Avaria Electrica	00:00	01:30	1:30	-0,93	15-10-2019
42419	15-10-2019	21:15	Avaria Mecânica	00:00	01:00	1:00	-0,84	15-10-2019
42426	16-10-2019	23:15	Avaria Electrica	23:15	23:45	0:30	-23,98	15-10-2019
42423	15-10-2019	21:15	Avaria Mecânica	06:00	06:15	0:15	-0,63	15-10-2019
42608	22-10-2019	06:15	Avaria Electrica	06:30	08:00	1:30	-23,93	21-10-2019
42659	23-10-2019	07:00	Avaria Mecânica	06:00	10:00	4:00	-23,88	22-10-2019
42407	15-10-2019	13:50	Avaria Electrica	14:00	14:45	0:45	-119,96	10-10-2019
42635	22-10-2019	17:09	Avaria Mecânica	16:30	16:45	0:15	-0,02	22-10-2019
42676	23-10-2019	14:00	Avaria Mecânica	14:00	15:00	1:00	-191,96	15-10-2019
42727	24-10-2019	20:46	Avaria Mecânica	15:00	19:30	4:30	-0,05	24-10-2019
42829	29-10-2019	03:30	Preventiva Mecânica	04:00	04:15	0:15	-23,97	28-10-2019
42830	29-10-2019	03:00	Avaria Mecânica	03:00	04:00	1:00	-23,96	28-10-2019
42459	16-10-2019	22:45	Avaria Electrica	00:30	02:00	1:30	-0,86	16-10-2019
42855	30-10-2019	04:00	Avaria Mecânica	04:00	05:00	1:00	-23,96	29-10-2019
42900	30-10-2019	23:20	Avaria Mecânica	00:00	01:00	1:00	-0,93	30-10-2019
43000	05-11-2019	23:15	Avaria Electrica	00:00	01:30	1:30	-0,91	05-11-2019

Figura 21 - Tempos de Intervenção Mal inseridos

3.2.8 Pedidos de Intervenção Efetuados por telefone

Em caso de avaria mais urgente, a produção tende a entrar em contacto diretamente com o supervisor da Manutenção, esquecendo-se de registar o pedido no sistema. O que por consequência exige a que este seja criado por parte da manutenção com base nas informações de que o supervisor se recorda da chamada telefónica, o que pode originar discrepâncias no tempo em que a máquina esteve realmente parada, por exemplo.

No caso de intervenções da equipa da Infraestruturas a maioria dos pedidos de intervenção são efetuados por telefone e na maioria das situações não seriam registados no sistema. O que leva a que não seja possível ter de momento um histórico completo dos equipamentos agregados às infraestruturas.

3.2.9 Pedidos efetuados pelo sistema com dados incorretos

Ao efetuar um pedido de intervenção à manutenção a produção deve indicar a hora em que surgiu a avaria e se esta gera tempos improdutos. O que acaba por acontecer é que os dados inseridos se encontram incorretos, sendo indicado que a avaria gera improdutividade quando na realidade não o faz e a produção não pára de produzir (Figura 22).

Pedido	Utilizador no Estado	Equipamento	Tipo Avaria	Desc. Avaria	Planeamento	Gera Temp. Improd.
MAN-48128	LNDS Linha DS	PRE 056	Avaria Mecânica	Nucleo d ...	Não	Sim
MAN-48127	robertod Roberto Dias	MIM 001	Avaria Mecânica	MIM com ...	Não	Sim
MAN-48126	LNDS Linha DS	MDT007	Avaria Mecânica	tubagem ...	Não	Sim
MAN-48123	2483 Joaquim Vieira	LAM 018	Avaria Mecânica	entrou m ...	Não	Sim
MAN-48098	LNCR Linha CR	MDT008	Manutenção Preventiva, programada	Trocar f ...	Não	Sim
MAN-47899	joaof João Ferreira	LAM 029	Manutenção Preventiva, programada	Substitu ...	Não	Sim
MAN-47898	joaof João Ferreira	LAM 016	Manutenção Preventiva, programada	Substitu ...	Não	Sim
MAN-47872	LNDS Linha DS	MDT008	Preventiva Mecânica	Mudar fa ...	Não	Sim
MAN-45826	rasilva Rui André Silva	PRE 052	Preventiva Mecânica	Reparar ...	Não	Sim

Figura 22 - Pedidos de Manutenção

Como é possível observar na Figura 22, todos os pedidos de intervenção detêm indicados que geram tempos improdutivos independentemente de realmente causar ou não.

No caso de a produção indicar o equipamento errado no pedido de intervenção à manutenção não é possível corrigir o erro, sendo necessário realizar um novo pedido de intervenção e fechar o pedido errado como executado.

3.2.10 Manutenção Preventiva Distribuída por Pastas

Atualmente a Manutenção Preventiva consiste em Planos de Manutenção Preventiva listados em rotas por tipologia de equipamento organizados em pastas (Figura 23). Sendo estes depois distribuídos pelos técnicos de manutenção consoante a sua especialidade e competências técnicas.



Figura 23 - Pastas Manutenção Preventiva

Cada pasta conta com uma lista de operações a realizar (Figura 24), assim como uma folha de registo com a listagem de todos os equipamentos a efetuar a intervenção de Manutenção Preventiva. No caso de ser detetada alguma anomalia de maior gravidade que não possa ser resolvida na hora, esta é registada na folha de observações, também presente na pasta, para ser dado o devido seguimento *a posteriori*.

Item	Ação	Tarefa	Ferramenta	Material	Tempo
1	🔧	Verificação do nível de pressão das bombas de lubrificação.			2
2	🔧	Verificação da temperatura dos mancais.	Palpaço		3
3	🔧	Verificação do sistema de refrigeração.	Palpaço		3
4	🔧	Verificar ruídos no motor.			3
5	🔧	Verificação de fugas dos cilindros e válvulas.			10
6	🔧	Verificação do funcionamento da porta de despejo.			5
7	🔧	Verificação do correto funcionamento das bombas.			5
8	🔥	Reposição do nível de óleo nos FRL.		Hidroly 15	5
9	🔧	Verificação das calizas do óleo.			10
10	🔧	Redutor principal verificar o nível do óleo ATENÇÃO o redutor tem de estar parado			2
11	🔥	Lubrificar pontos de lubrificação manual			2
12	🔧	Verificar nível reservatório do sistema hidráulico e abastecer se necessário		Hidroly 46	10
13	🔧	Verificar fugas e lubrificação Juntas rotativas			2
14	🔥	Engrenagens abertas verificar nível de massa e abastecer se necessário		Molub Alloy 936	10
15	🔧	Teste sistemas de Segurança			5

Figura 24 - Exemplo Lista Operacional Manutenção Preventiva

Os pedidos de intervenção são inseridos no sistema pelo Gestor da Manutenção Preventiva manualmente por família de equipamento, não ficando nenhum registo em sistema das intervenções de Manutenção Preventiva realizadas num equipamento específico.

3.2.11 Bombas de Termofluido sem Kits de reparação em stock

Ao dia de hoje o processo produtivo da empresa é muito dependente do uso de termofluido para a alimentação de secadores, estufas e prensas. De modo a transportar o termofluido desde as caldeiras até estes equipamentos, que se encontram dispersos pelas instalações, conta-se com 26 bombas de termofluido.

Sendo estas bombas equipamentos essenciais para o bom funcionamento do processo produtivo torna-se necessário garantir a existência em stock de kits de reparação na eventualidade de uma avaria, o que ao dia de hoje não acontece. Em caso de avaria de alguma destas bombas a sua reparação pode potencialmente demorar um total de 6 semanas a ser realizada. Dentre as 26 bombas de termofluido existem dois grupos distintos, bombas das Caldeiras e distribuição para a fabrica e as bombas de processo (Figura 25).

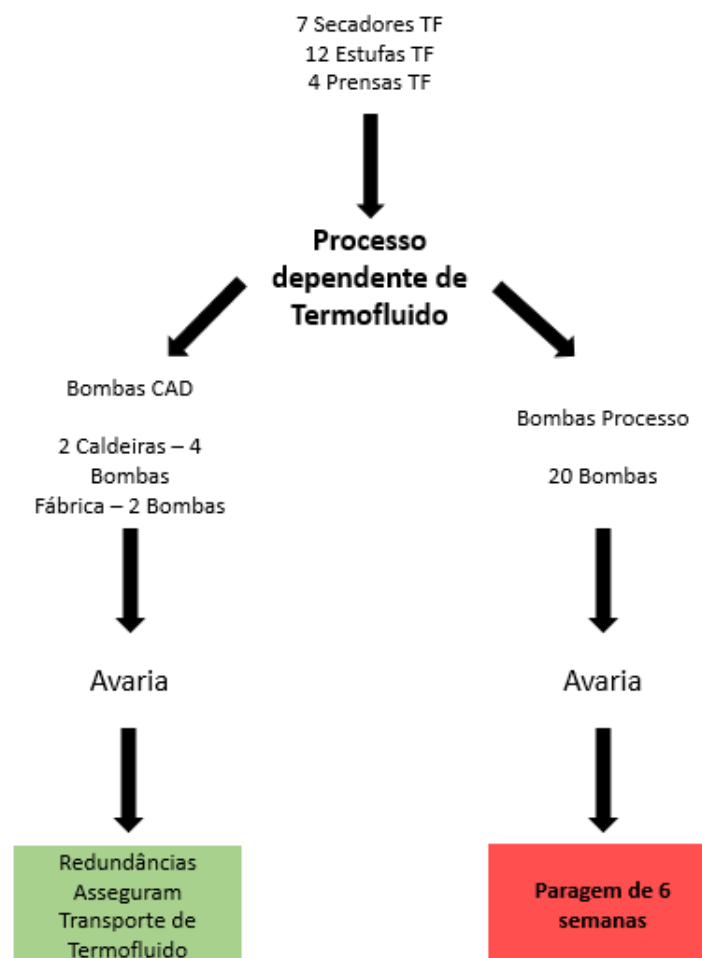


Figura 25 - Bombas Termofluido em caso de Avaria

As 4 bombas de associadas às 2 caldeiras de termofluido encontram-se com redundâncias que asseguram o transporte de termofluido em caso uma destas falhe, assim como as 2 bombas responsáveis por transportar o termofluido para a fabrica. Todavia, no caso das bombas do processo produtivo, ou seja, as bombas associadas aos equipamentos da produção, estas não têm redundâncias. Assim, caso surja uma avaria numa destas bombas a produção corre o risco de sofrer uma paragem de 6 semanas até a bomba em questão ser reparada.

3.3 Propostas de Melhoria de Processos

Na Tabela 8 são apresentados os problemas retratados anteriormente, separados por processo, juntamente com a respetiva proposta de solução. Cada uma destas propostas será apresentada ao longo deste subcapítulo seguindo a sequência da apresentação dos problemas.

Tabela 8 – Soluções propostas aos problemas

Processo	Problemas	Solução Proposta
Codificação	Equipamentos não codificados no Sistema	Levantamento dos Equipamentos e Inserção dos Dados no Sistema
	Equipamentos não identificados no Terreno	Codificação Física de todos os equipamentos
	Repetição de Códigos	Recodificação dos equipamentos com Repetição de Código
	Falta de Indicação da Localização dos Equipamentos	Estabelecimento de Locais de Instalação de Equipamentos no novo sistema
	Poucos dados sobre os Equipamentos	Revisão dos dados no arquivo e levantamento de dados no terreno
Indicadores	Processo de Cálculo de Indicadores extremamente demorado	Automatização do processo de Cálculo dos Indicadores
	Tempos de intervenção mal inseridos	Inserção dos tempos de intervenção em tempo real
Intervenção	Pedidos de Intervenção Efetuados por telefone	Todos os pedidos de intervenção deverão ser registados em sistema
	Pedidos efetuados pelo sistema com dados incorretos	Capacidade de alterar os dados inseridos nos pedidos
	Manutenção Preventiva Distribuída por Pastas	Adaptação dos Planos de Manutenção preventiva para formato digital
Spare Parts	Bombas Termofluido sem Kits de reparação em stock	Definição de Kits de Reparação para Bombas de Termofluido

3.3.1 Levantamento dos Equipamentos e Inserção dos Dados no Sistema

Para efetuar uma boa gestão de ativos é necessário ter conhecimento dos equipamentos que se encontram nas instalações e da sua localização física. De modo a garantir este critério procedeu-se a um levantamento dos equipamentos presentes nas diversas linhas de produção, assim como dos equipamentos associados às infraestruturas. Neste processo foi dada prioridade aos grandes equipamentos, como por exemplo moinhos, ciclones e prensas. Na Figura 26 é possível observar a diferença entre a quantidade de equipamentos que se encontravam inseridos em sistema e a de equipamentos encontrados no terreno.

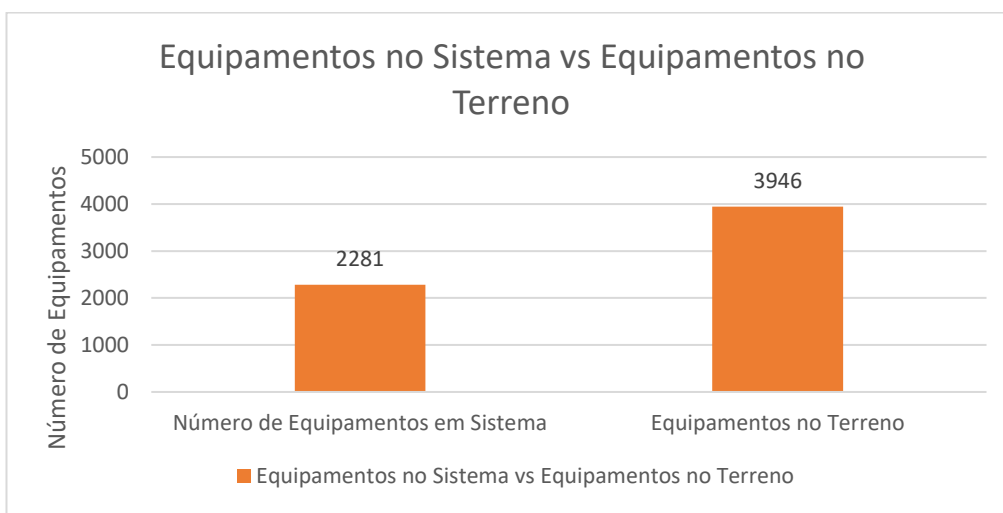


Figura 26 - Gráfico Equipamentos em Sistema vs Equipamentos no Terreno

Além das situações indicadas no ponto 3.2.1 a disparidade entre os Equipamentos em Sistema e Equipamentos no Terreno deve-se a se ter considerado também equipamentos como os Transportadores de Rolos (Figura 27). Estes, dada a sua simplicidade e a raridade de necessidade de intervenção nos mesmos, não se encontravam codificados, sendo os pedidos efetuados para o equipamento principal da linha, todavia considerou-se que se deveria proceder ao levantamento dos mesmos e à sua codificação de modo a formular um histórico mais exato das intervenções.



Figura 27 - Transportador de Rolos

Estes equipamentos foram então inseridos num ficheiro Excel (Figura 28) que continha toda a informação necessária para a sua codificação, e posteriormente este ficheiro foi carregado no novo sistema.

Número Equipamento	Descrição	Categoria de equipamen	Tipo de objet	Nº inventário	Fabricante	Modelo	Nº de série (do fabricante)	Ano de construção
2676	Empilhador - EMP 024	V	VEMP	EMP 024	NISSAN	EH02A20U	005595	1989
2677	Empilhador - EMP 056	V	VEMP	EMP 056	TOYOTA	42-7FGF18	17929	2004
2678	Empilhador - EMP 058	V	VEMP	EMP 058	TOYOTA	5FGF20	60255	1993
2679	Porta Paletes - PPA 051	A	APPA	PPA 051	Icem	TE 22/416 FL	15327	2002
2772	Empilhador - EMP 037	V	VEMP	EMP 037	NISSAN	NO1L13U	795273	1995
2773	Empilhador - EMP 018	V	VEMP	EMP 018	TOYOTA	024FD20	23419	1984
2774	Empilhador - EMP 044	V	VEMP	EMP 044	STILL	R60-20I	516035001031	2005
2775	Empilhador - EMP 001	V	VEMP	EMP 001	NISSAN	UJ02N02A20U	791894	1995
2776	Empilhador - EMP 002	V	VEMP	EMP 002	TOYOTA	405FGF18	40535	2000
2777	Empilhador - EMP 032	V	VEMP	EMP 032	MIITSUBISHI	FD 30	F14A02899	1993
2778	Empilhador - EMP 038	V	VEMP	EMP 038	NISSAN	NO1L13U	795270	1995
2779	Empilhador - EMP 041	V	VEMP	EMP 041	NISSAN	FP01LO18U	005759	2001
2780	Empilhador - EMP 040	V	VEMP	EMP 040	NISSAN	FP01LO18U	003646	1998
2781	Empilhador - EMP 043	V	VEMP	EMP 043	NISSAN	Q02L20CU	701333	2004
2782	Empilhador - EMP 047	V	VEMP	EMP 047	NISSAN	Y1D2A25Q	700781	2008

Figura 28 - Ficheiro de Dados Equipamentos

3.3.2 Codificação Física de todos os equipamentos

De modo a resolver a questão de falta de identificação física formou-se uma equipa em conjunto com o departamento de Engenharia e do Controlo de Gestão. Com base nos dados presentes no sistema formulou-se um ficheiro Excel para se poder criar um standard de etiquetas a utilizar.

Numa primeira fase desenvolveu-se um padrão de etiqueta em que constava o código do equipamento e o centro de custo ao qual este se encontraria associado (Figura 29).



Figura 29 - Exemplo Etiqueta 1ª fase

Nesta etiqueta o primeiro conjunto de 3 dígitos referem-se ao tipo de equipamento, o segundo ao número de inventário do equipamento dentro da família de equipamentos e por fim os últimos 4 dígitos referem-se ao centro de custo a que o equipamento está associado.

Uma vez que com a mudança de ERP o permite, numa segunda fase, desenvolveu-se uma etiqueta um código de barras único de cada equipamento que permitirá um acesso mais rápido à informação existente em sistema do mesmo. De reparar que nestas etiquetas já não é necessário indicar o centro de custo associado ao equipamento, uma vez que apenas com indicação do número associado ao equipamento o sistema automaticamente identifica o centro de custo correto (Figura 30).



Figura 30 - Exemplo Etiqueta 2ª fase

3.3.3 Recodificação dos equipamentos com Repetição de Código

Com uso ao ficheiro criado para a criação de etiquetas, procedeu-se à recodificação dos equipamentos com códigos em duplicado. Optou-se por recodificar os equipamentos associados às linhas mais recentes, não afetando os equipamentos mais antigos. Efetuou-se uma identificação física temporária (Figura 31) de modo a permitir à produção começar a efetuar pedidos à manutenção enquanto o novo sistema e etiquetas não eram implementados.



Figura 31 - Equipamento Recodificado

E de modo a prevenir que esta situação se repita reformulou-se o fluxo de identificação e codificação de equipamentos (Figura 32). Com este novo fluxo de informação garante-se que os dados que chegam à Manutenção e ao controlo de gestão são os mesmos e uma vez que os códigos são atribuídos de antemão com o uso do ficheiro partilhado em rede garante-se que não haja repetição de códigos internos de equipamentos.

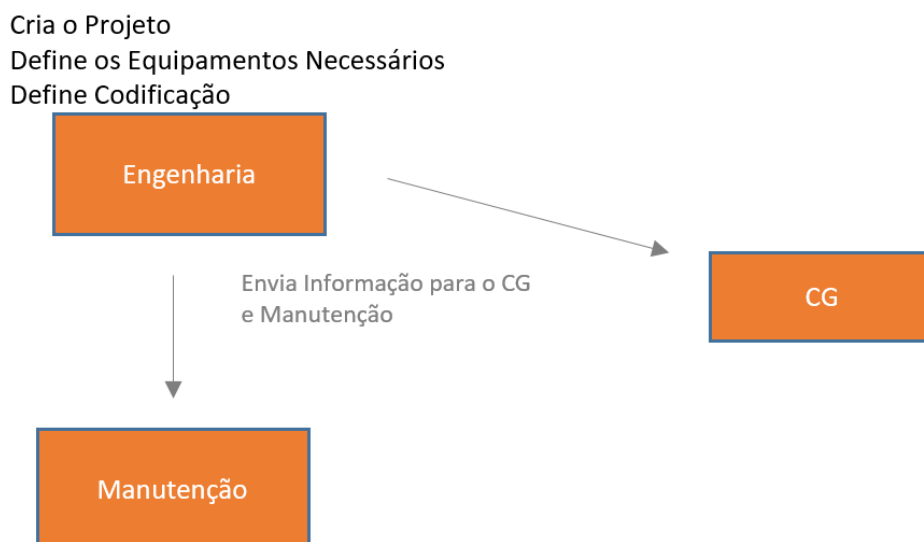


Figura 32 - Esquema Novo Fluxo de Informação Novos Equipamentos

3.3.4 Estabelecimento de Locais de Instalação de Equipamentos no novo sistema

De modo a poder usufruir do campo de Local de Instalação do novo ERP (Figura 33) e assim permitir uma atuação mais rápida por parte dos técnicos, ao dirigirem-se ao equipamento em questão diretamente, desenvolveu-se uma estruturação destes Locais de Instalação.

The screenshot displays the 'Estrutura' tab of an equipment record in an ERP system. The 'Loc. instalação' field is highlighted with a red circle and contains the value '3.38.3809.LIMP'. Below it, the description 'Logística Interna, armazém matéria prima' is visible. A table below shows the 'Equipamentos' section with columns for Item, Equipamento, SubEq, Descrição, Tipo equip..., and Fabricante.

Figura 33 - Campo Local Instalação

No estabelecimento dos locais de instalação optou-se por separar o processo produtivo, constituído pelas 5 unidades industriais com as respetivas linhas de produção e a logística com os respetivos armazéns, das infraestruturas, constituídas pelos diversos edifícios, pavilhões e espaços exteriores (Figura 34).

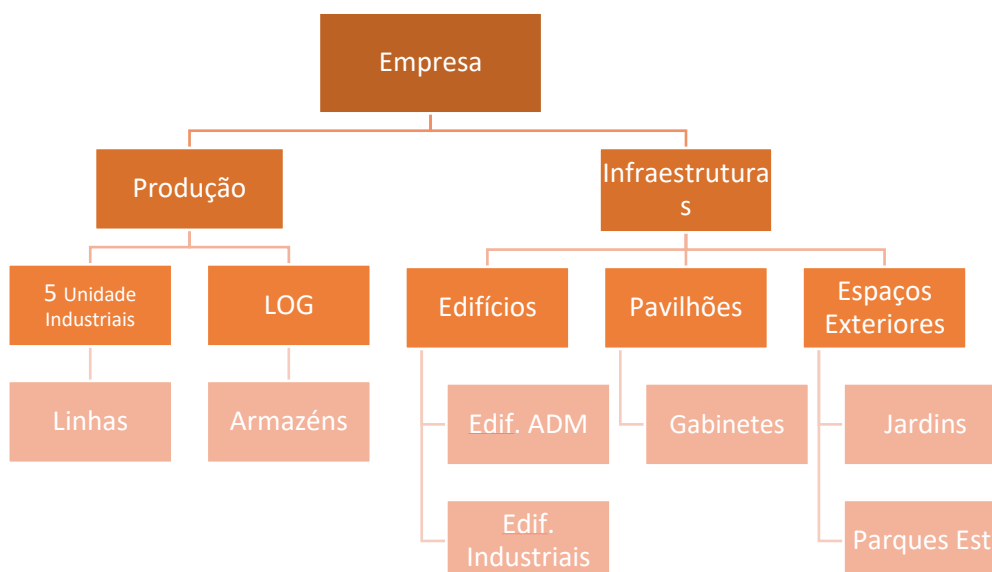


Figura 34 - Estrutura dos Locais de Instalação

3.3.5 Revisão dos dados no arquivo e levantamento de dados no terreno

De modo a alimentar o sistema com dados dos diversos equipamentos procedeu-se a uma análise das pastas presentes no arquivo técnico da manutenção e dos registos de componentes consumidos em intervenções realizadas desde 2011 até 2019 (Figura 35).



Figura 35 - Registos de Componentes utilizados em Intervenções 2011 a 2019

Destas pastas recolheram-se dados relativos a componentes dos diversos equipamentos e formularam-se listas técnicas com listagem dos componentes e quantidades utilizadas, Tabela 9.

Tabela 9 - Excerto Lista Técnica Laminadora

Descrição Equipamento	Item	Denominação de componentes	Quantidade do componente
Laminadora - LAM 001	10	Mó Dragão 13x90x200	2
Laminadora - LAM 001	20	MÓ DE ESMERIL 200X13X90	2
Laminadora - LAM 001	30	Lamina 7800x60x1mm	1
Laminadora - LAM 001	40	Régua 1320x17x3 01\UF\LAM000-076	1
Laminadora - LAM 001	50	Plano 1278x137,5x10 H14B FK	2
Laminadora - LAM 001	60	Rolamento 1208 K	1
Laminadora - LAM 001	70	Rolamento 6003 2RS	32
Laminadora - LAM 001	80	Rolamento 6004 2RS	2
Laminadora - LAM 001	90	Rolamento 6206 2RS	2
Laminadora - LAM 001	100	Rolamento 30213	2
Laminadora - LAM 001	110	Rolamento 51104	1
Laminadora - LAM 001	120	Comparador FK 200444	1

Em paralelo efetuou-se um levantamento dos dados de fabricação de cada equipamento, marca, modelo, número de série, entre outros, presentes nas placas de características dos mesmos (Figura 36).

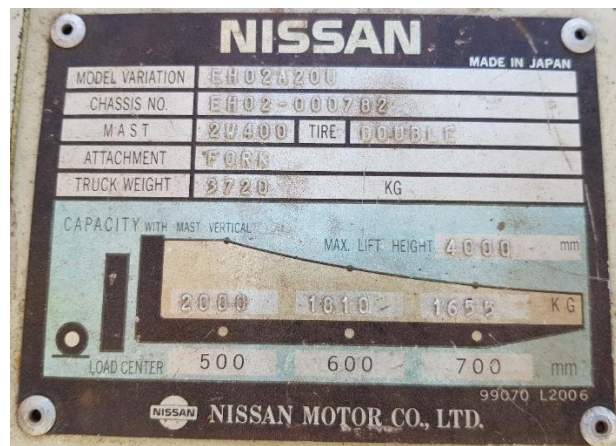


Figura 36 - Placa de Características EMP 035

Os dados levantados foram então inseridos no novo sistema, no campo definido para o efeito (Figura 37). Ao ter estes dados em sistema, os técnicos podem mais facilmente encontrar a informação de que necessitam, sem a necessidade de ter de se deslocar ao equipamento.

Equipamento	5000234	Tipo	V	Veículos
Descrição	Empilhador - EMP 035			Nota int.
Status	MONT			
Válido desde	20.05.2020	Válido até	31.12.9999	

Geral | Localização | Organização | Estrutura

Dados gerais

Classe	ACC_EMPILHADORES	ACC Caracteristicas de empilhadores
Tipo de objeto		
GrpAutorizações		
Peso		Tamanho/dimens.
Nº inventário	EMP 035	Em serv.desde

Dados de referência

Valor aquis.		Data aquisição
--------------	--	----------------

Dados de fabricação

Fabricante	NISSAN	País produtor
Denomin.tipo	NO1L13U	Ano/mês const.
Nº peça fabric.		
Nº série	795254	

Figura 37 - Dados de Fabricação Equipamentos

3.3.6 Automatização do processo de Cálculo dos Indicadores

Com a mudança do sistema de gestão da manutenção torna-se possível proceder a filtros e análise de históricos diretamente neste, não havendo a necessidade de proceder à atualização de um ficheiro Excel. Ao efetuar a filtragem dentro do próprio sistema o processo de análise e tratamento de dados tornar-se-á muito mais rápido, permitindo ao responsável pelo cálculo dos KPI's fazer este trabalho de modo mais eficaz. Tendo em conta que ainda se encontra numa fase de adaptação ao sistema o processo demora atualmente entre de 5 a 10 min (Figura 38).

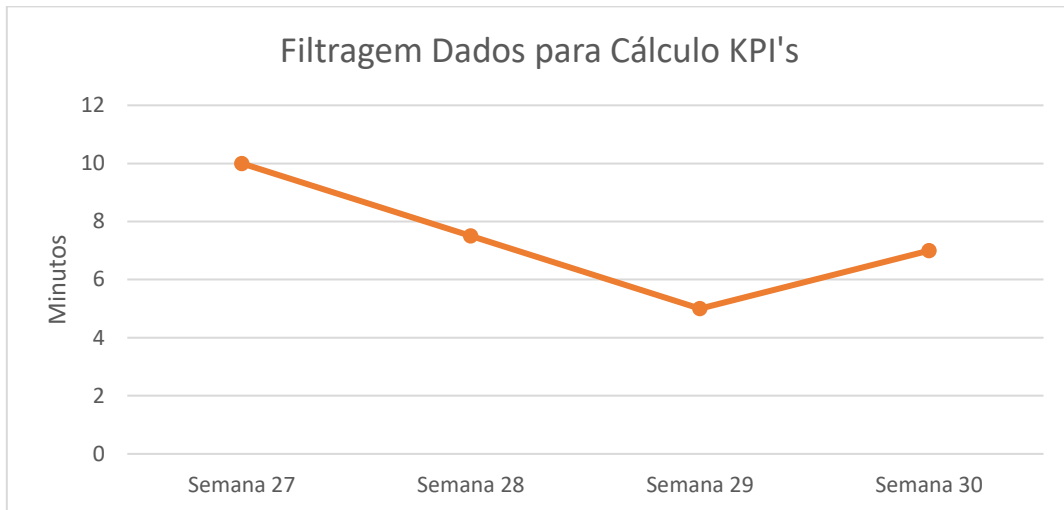


Figura 38 - Gráfico Tempos de Filtragem Dados para Cálculo KPI's

O próprio sistema permite efetuar transações que automaticamente calculam o MTTR e o MTBR. Estas transações podem ser efetuadas tanto para os locais de instalação como para os equipamentos, podendo-se efetuar uma análise para um equipamento específico caso fosse essa a intenção (Figura 39). Todavia estas transações não permitem agrupamento de dados, ou seja, no caso da transação para avaliar quanto ao local de instalação, esta não tem em conta os dados dos equipamentos a ele alocados e apenas a pedidos efetuados diretamente ao local de instalação.

Equipamento	Denominação do objeto técnico			
Mean Time To Repair (H)	Time Between Repairs (H)	Mean Time Between Repairs (H)		
Período	Paradas	Tempo para	MTTR (H)	MTBR (H)
1008425	Silo - SIL 078			
		1,00	71,33	71,33
08.2020	1	1,00	1,00	71,33
2002943	Bambury - BAM 002			
		0,67	197,58	197,58
07.2020	1	0,67	0,67	197,58
2003164	Prensa - PRE 010			
		1,13	677,73	338,87
07.2020	2	2,25	1,13	338,87

Figura 39 - Transação MTTR/MTBR Equipamentos

3.3.7 Inserção dos tempos de intervenção em tempo real

De modo a diminuir a número de deslocações que os técnicos necessitam de efetuar até à sala de supervisão e ao mesmo tempo garantir que os tempos registados pelos mesmos seriam mais corretos e exatos, desenvolveu-se os parâmetros para uma Aplicação Móvel que inserirá estes tempos pelos técnicos diretamente no sistema

Com o uso de um telemóvel/*tablet* cada técnico poderá visualizar as ordens de trabalho que lhe foram atribuídas (Figura 40) e, ao dirigir-se ao local da intervenção, basta selecionar a ordem em questão da lista.

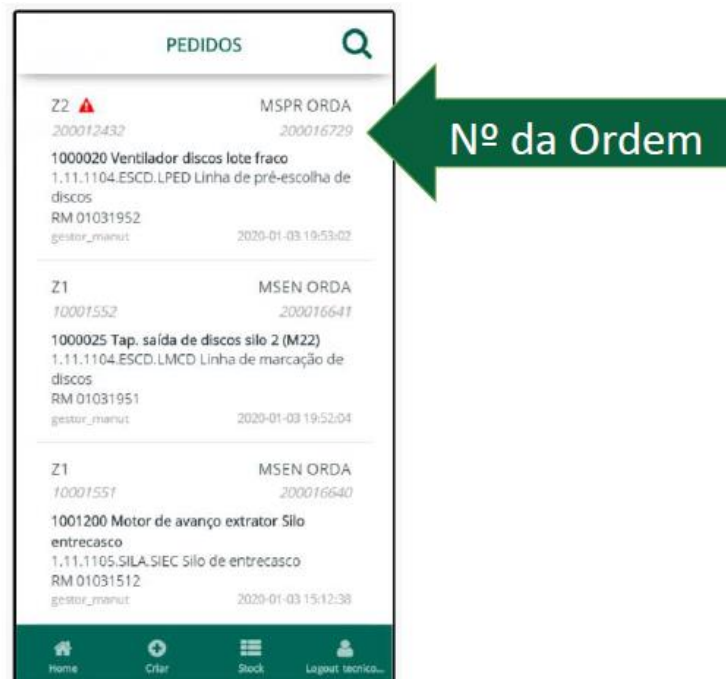


Figura 40 - Listagem de OT na Aplicação

Uma vez dentro da ordem, este seleciona a operação a realizar, sendo que no caso de uma manutenção preventiva haverá uma listagem de operações predefinidas, e indica que iniciou o trabalho (Figura 41), começando o tempo de intervenção a contar.

Figura 41 - Iniciar Trabalho na Aplicação

Após iniciar o trabalho, a aplicação permite que o técnico, caso tenha a necessidade, indique que parou o serviço e, posteriormente, indique que reiniciou o mesmo, permitindo que sejam efetuadas várias confirmações de tempos. A aplicação automaticamente calculará o tempo que o técnico dedicou ao serviço e enviará os dados para o sistema, possibilitando assim que os técnicos efetuem menos deslocações e garantir um melhor controlo e posterior análise sobre os tempos de intervenção (Figura 42).

Técnico: 8747	Início	Fim	Horas
	06-01-2020 12:23:10	06-01-2020 12:25:17	0.03
Técnico: 8747	Início	Fim	Horas
	06-01-2020 12:27:31	06-01-2020 12:30:18	0.05

Figura 42 - Registo de Tempos na Aplicação

Estando o técnico a efetuar um serviço, a aplicação não permitirá que este inicie outro sem indicar que terminou o serviço que estava a realizar (Figura 43). Esta funcionalidade irá garantir que os técnicos não indiquem que estiveram durante o mesmo período a resolver avarias diferentes.



Figura 43 - Aviso de Atividade Iniciada na Aplicação

Definiu-se que se pretendia que os técnicos pudessem também indicar o consumo de materiais diretamente na aplicação, podendo efetua-lo enquanto se encontravam no armazém a levantar o material (Figura 44).

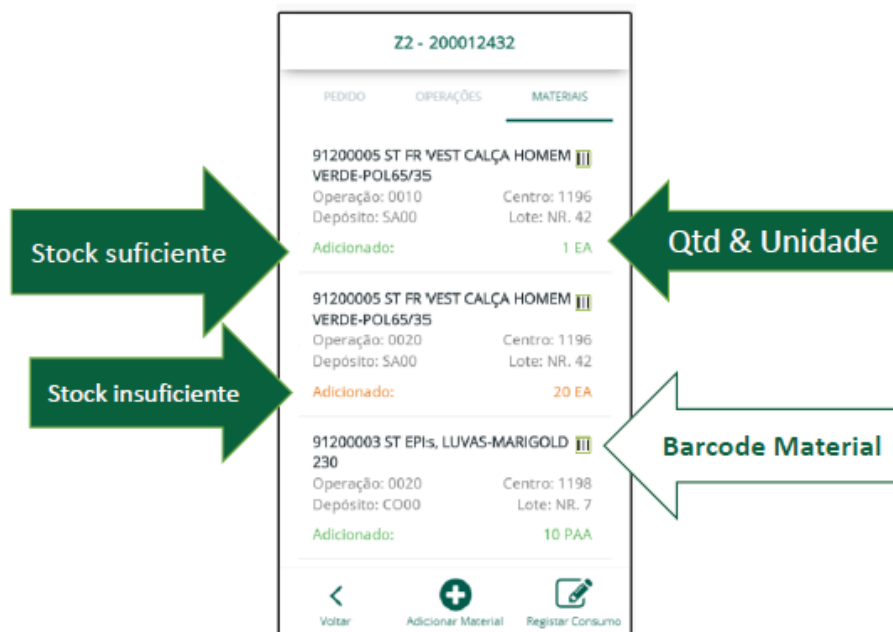


Figura 44 - Registo de Consumo de Material na Aplicação

Após efetuar todo o trabalho e inserir todos os consumos de material o técnico apenas tem que realizar a confirmação final com um *click* (Figura 45). Ao efetuar este passo a ordem de trabalho fica fechada, não permitindo que se efetuem mais confirmações de tempo ou material.



Figura 45 - Confirmação Final na Aplicação

Esta solução ainda se encontra em fase de desenvolvimento, prevendo-se que a sua implementação no chão de fábrica da empresa em estudo se realize até ao final do ano em vigor.

3.3.8 Todos os pedidos de intervenção deverão ser registados em sistema

De modo a garantir uma melhor gestão dos ativos da empresa, foi definido que tudo o que seria pedido de intervenção, quer da manutenção como da equipa de infraestruturas teria de ser efetuado através do sistema (Figura 46). Para tal foi estabelecido que todos os utilizadores do sistema teriam acesso às transações necessárias para efetuar esses pedidos.



Figura 46 - Fluxo Pedidos de Intervenção da Manutenção

Foi também estabelecido um responsável por área para efetuar estes pedidos caso a pessoa com a necessidade não tivesse utilizador SAP.

3.3.9 Capacidade de alterar os dados inseridos nos pedidos

Ao contrário do sistema anterior o novo sistema permite a edição dos pedidos de intervenção efetuados à manutenção. Estas alterações podem ser efetuadas tanto pelo departamento da manutenção como por quem efetuou o pedido. Na Figura 47, a vermelho encontram-se os campos onde é possível editar posteriormente a informação, mesmo após o pedido estar fechado, isto se o utilizador em questão tenha autorizações para tal. No caso do campo “Txt.descr.situação” é possível acrescentar informação, ficando registado o utilizador que fez a alteração.

The screenshot displays a maintenance request form with the following fields and sections:

- Notificação:** 200043232, Z2, and a text field containing "Substituição de mangueira" (highlighted in red).
- Status da nota:** MSPR.
- Ordem:** (empty field).
- Nota:** A tabbed interface with options: Nota (selected), Avaria, parada, Dados de localização, and Síntese de datas.
- Objeto de referência:**
 - Loc. instalação: 3.38.3803.IMCI (highlighted in red)
 - Equipamento: 2003260 (highlighted in red)
 - Conjunto: (empty)
- Situação:**
 - Codificação: (empty)
 - Descrição: Substituição de mangueira (highlighted in red)
 - Txt. descr. situação: 15.07.2020 19:20:29 GMTUK Joao ferreira (JOFERREIRA) Substituição de mangueira do cortador. (highlighted in blue)

Figura 47 - Campos Editáveis em Pedidos de Intervenção à Manutenção

No caso dos dados das avarias é também possível alterar tanto a data e hora de início das mesmas como indicar se o equipamento se encontrava ou não parado, algo que no sistema anterior não era possível (Figura 48).

The screenshot shows the "Dados da Avaria" section of the form:

- Dds.avaría:**
 - Início avaria: 15.07.2020, 19:19:55, with a checkbox for "Parada".
 - Fim da avaria: (empty), 00:00:00, with a "Duraç.parada" label and an "H" button.

Figura 48 - Campo Dados da Avaria

3.3.10 Adaptação dos Planos de Manutenção preventiva para formato digital

Com base nos planos existentes procedeu-se à análise dos mesmos e à sua adaptação para o formato do modelo de gestão SAP S4/HANA (Figura 49).

DdsCabeç.		Operações	Componentes	Custos	Parceiro	Objetos	Dados adic.	Localiz.	Planej.	Controle
Oper	SOp	CenTrab	Ext.	Datas	Dds.reais	Ampliação	Fat.exec.	Cat.	T... Trabalho real	
0010		ACCM01		3801	PM01					0,000
0020		ACCM01		3801	PM01					0,000
0030		ACCM01		3801	PM01					0,000
0040		ACCM01		3801	PM01					0,000
0050		ACCM01		3801	PM01					0,000
0060		ACCM01		3801	PM01					0,000

Figura 49 - Lista operacional adaptada para o sistema

Definiu-se que se pretendia que fosse gerado um pedido de manutenção por equipamento a intervir, permitindo assim uma melhor gestão e análise dos custos associados às manutenções preventivas, assim como analisar o impacto que a manutenção preventiva tinha em concreto em cada equipamento (Figura 50).

Ordem	Data	Criado às	Descrição	P	Equipam.	Denominação do objeto técnico
200057483	16.07.2020	16:38:03	Quadro Elétrico - QUA 159		1008513	Quadro Elétrico - QUA 159
200057482			Quadro Elétrico - QUA 138		1008504	Quadro Elétrico - QUA 138
200057481		16:38:02	Quadro Elétrico - QUA 146		1008495	Quadro Elétrico - QUA 146
200057480			Quadro ELétrico - QUA 157		1008487	Quadro ELétrico - QUA 157
200057479		16:38:01	Quadro Elétrico - QUA 138		1008479	Quadro Elétrico - QUA 010
200057475		16:38:00	Bomba - BOM 185		1008356	Bomba - BOM 185
200057474		16:37:59	Bomba - BOM 183		1008355	Bomba - BOM 183
200057473			Bomba - BOM 182		1008354	Bomba - BOM 182

Figura 50 - Pedidos de Manutenção Preventiva por Equipamento

Com base nas periodicidades já definidas anteriormente, elaboraram-se pequenas rotas de conjuntos de equipamentos por tipologia, evitando assim que o sistema disputasse pedidos de manutenção preventiva para todos os equipamentos de uma tipologia de uma só vez. Caso não se efetuasse esta análise, em alguns casos, o sistema criaria centenas de pedidos de intervenção numa só instância.

3.3.11 Definição de Kits de Reparação para Bombas de Termofluido

De modo a elaborar kits de reparação para as bombas de termofluido presentes nas instalações, entrou-se em contacto com o fornecedor utilizado pela empresa para componentes das mesmas. Este operava com base no número de serie de cada bomba, tendo fornecido a listagem de peças que fornece para cada uma. Ao fazer um kit por cada uma das 26 bombas, acabaria por se obter um total de 30.000€ em stock no armazém, o que não seria rentável ou prático.

Tendo em conta este facto, analisou-se as listagens fornecidas pelo fornecedor e tendo em conta que atualmente encontram-se instalados quatro modelos de bombas de termofluido na empresa, elaborou-se 4 conjuntos de peças, ou seja, quatro kits de reparação, um por modelo/tipologia de bomba.

Ao selecionar o kit tendo em conta o modelo, o valor do material a adquirir passou de 30.000€ para 5.000€.

No futuro pretende-se diminuir ainda mais o número de kits de reparação necessários ao estabelecer apenas a utilização de dois modelos de bombas de termofluido. Uma vez que atualmente nos modelos instalados o grande diferencial entre estes é o tamanho do caudal que debitam. Passando assim a ter um modelo de bomba de grande caudal e outro de pequeno caudal, para satisfazer as necessidades da produção. Esta solução permitirá, também, uma maior especialização dos técnicos no que toca a intervenções nas bombas de termofluido.

3.4 Análise de Resultados

No âmbito das propostas de melhoria sugeridas, neste subcapítulo é efetuada uma análise dos resultados em termos de ganhos qualitativos e quantitativos obtidos no processo de gestão de ativos, Tabela 10.

Tabela 10 - Análise de resultados às propostas de melhoria implementadas

Proposta de Melhoria	Ganhos Qualitativos/Quantitativos
Levantamento dos Equipamentos e Inserção dos Dados no Sistema	100% dos equipamentos codificados no sistema com base no levantamento efetuado.
Codificação Física de todos os equipamentos	100% dos equipamentos codificados em sistema devidamente identificados com os novos códigos SAP, o que se reflete numa maior facilidade a efetuar pedidos à manutenção.
Recodificação dos equipamentos com Repetição de Código	Com a recodificação dos equipamentos permite-se uma melhor gestão dos equipamentos e também se evita a confusão entre equipamentos.
Estabelecimento de Locais de Instalação de Equipamentos no novo sistema	Ao ter em sistema a indicação do local em que o equipamento se encontra instalação diminui-se o tempo perdido a tentar obter essa informação. Ao separar o processo produtivo das infraestruturas obtém-se, também, uma melhor organização dos pedidos de intervenção, sendo estes
Revisão dos dados no arquivo e levantamento de dados no terreno	Ao ter mais dados em sistema, os técnicos têm acesso mais rápido e facilitado à informação sobre o equipamento em que estão a intervir. Além de se garantir que não se perde a informação ao longo dos anos, devido a desgaste das placas de características.
Automatização do processo de Cálculo dos Indicadores	Não existindo mais a necessidade de proceder à atualização de um ficheiro Excel, o trabalho do gestor fica muito mais facilitado. Este pode assim focar mais tempo nas suas restantes funções.

Inserção dos tempos de intervenção em tempo real	Espera-se que com a nova ferramenta se obtenha tempos de intervenção mais exatos, o que se refletirá em kpi's mais exatos. Assim como reduzir o número de deslocações que os técnicos necessitam efetuar entre intervenções.
Estabelecimento de que todos os pedidos devem ser efetuados no sistema	Ao garantir que os pedidos são registados no sistema é possível uma melhor gestão dos equipamentos em causa, assim como no caso das infraestruturas é possível avaliar a regularidade de avarias e as suas causas.
Capacidade de alterar os dados inseridos nos pedidos	Ao poder proceder à edição dos pedidos à manutenção permite-se uma melhor gestão dos pedidos, assim como um melhor controlo do que é indicado e possibilidade de obter um melhor histórico de intervenções.
Adaptação dos Planos de Manutenção preventiva para formato digital	Não estando dependente de papel e ao serem criados pelo sistema pedidos por equipamento é possível uma melhor análise do impacto da manutenção preventiva assim como uma análise dos custos da mesma.
Definição de Kits de Reparação para Bombas de Termofluido	Com a aquisição de kits de reparação para equipamentos críticos possibilita-se uma reparação mais rápida dos mesmos e evita-se que em caso de avaria o processo produtivo tenha de ser interrompido durante períodos prolongados, como seria o caso das bombas de termofluido.

4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

- 4.1 Principais contributos do trabalho
- 4.2 Dificuldade encontradas
- 4.3 Trabalhos Futuros

4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Esta dissertação de mestrado foi desenvolvida no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica no Ramo de Gestão Industrial, tendo sido realizada no contexto de um estágio numa empresa do setor da indústria corticeira. De seguida são apresentadas as principais conclusões retiradas do trabalho.

4.1 Principais contributos do trabalho

Com o trabalho efetuado foi possível obter diversas melhorias no processo de gestão de ativos da empresa em estudo, sendo agora possível obter informação mais detalhada sobre os equipamentos presentes nas instalações e proceder à gestão dos mesmos. Na Tabela 11 é apresentado o ponto de situação dos objetivos inicialmente propostos.

Tabela 11 - Cumprimentos dos objetivos propostos

Objetivo	Estado de Implementação
1. Identificar e codificar os equipamentos das áreas industriais com base no standard SAP.	100% dos equipamentos identificados no levantamento realizado encontram-se codificados em SAP.
2. Adaptação planos de manutenção preventiva para o novo sistema	Os planos de Manutenção foram adaptados para o novo sistema. Sendo agora possível uma melhor gestão das intervenções de manutenção preventiva.
3. Definição de Kits de Reparação para Equipamento Críticos	Foram definidos Kits de Reparação para as bombas de termofluido, tendo ainda o trabalho de alastrado a outros equipamentos críticos.
4. Implementar a mobilidade no processo de gestão de ativos e pedidos à manutenção.	Os parâmetros para a mobilidade na manutenção foram totalmente definidos, todavia esta encontra-se em fase de testes noutra empresa do grupo, não tendo sido ainda iniciada a implementação na empresa em estudo.

4.2 Dificuldade encontradas

Neste capítulo de conclusões, é importante mencionar as dificuldades que surgiram ao longo do trabalho. Deste modo, é de destacar que durante este estágio surgiu uma situação imprevista, a pandemia COVID-19. Esta levou a uma interrupção do estágio na entidade acolhedora, todavia, com disposição e empenho, foi possível superar esta calamidade.

4.3 Trabalhos Futuros

Com o trabalho realizado, constatou-se diversos pontos em que ainda é possível melhorar o processo de gestão dos ativos na manutenção:

- Otimização Planos Manutenção Preventiva, passando pela dinamização da Manutenção Autónoma pelas áreas produtivas de modo a poder elevar o nível da Manutenção Preventiva;
- Estender o trabalho realizado com as Bombas de Termofluido para outros equipamentos, como, por exemplo, automatismos, motores, grupos hidráulicos, etc;
- Implementação e acompanhamento da Mobilidade na Manutenção, elaborando uma comparação entre o funcionamento antes e pós a sua implementação;
- Continuação da recolha de dados do fabricante no terreno de modo a enriquecer os dados em sistema, de modo a garantir que os dados;
- Aumento do Detalhe das listas técnicas com dados retirados de intervenções futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, R., & Kamaruddin, S. (2012). An overview of time-based and condition-based maintenance in industrial application. *Computers and Industrial Engineering*, *63*(1), 135–149. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2012.02.002>
- Bayo-Moriones, A. (2010). 5S use in manufacturing plants: contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *27*(2), 217–230. <https://doi.org/10.1108/02656711011014320>
- Cabral, J. P. S. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção* (6th ed.). Lidel, ISBN 978-972-757-877-1
- Cotaina, N., Gabriel, M., Richet, D., & O'Reilly, K. (1998). The Practical Application of Reliability Centred Maintenance (RCM) and System Simulation in the Sawmill Industry. *IFAC Proceedings Volumes*, *31*(15), 981–985. [https://doi.org/10.1016/s1474-6670\(17\)40679-3](https://doi.org/10.1016/s1474-6670(17)40679-3)
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M., & Vieira, S. (2009). *Investigação-ação : metodologia preferencial nas práticas educativas*.
- Ferreira, L. M. D. F., Maganha, I., Magalhães, V. S. M., & Almeida, M. (2018). A Multicriteria Decision Framework for the Management of Maintenance Spares - A Case Study. *IFAC-PapersOnLine*, *51*(11), 531–537. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.373>
- Galar, D., Thaduri, A., Catelani, M., & Ciani, L. (2015). Context awareness for maintenance decision making: A diagnosis and prognosis approach. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, *67*, 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.01.015>
- García-Sanz-Calcedo, J., & Gómez-Chaparro, M. (2017). Quantitative analysis of the impact of maintenance management on the energy consumption of a hospital in Extremadura (Spain). *Sustainable Cities and Society*, *30*, 217–222. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.01.019>
- 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>
- Guillén, A. J., Crespo, A., Gómez, J. F., & Sanz, M. D. (2016). A framework for effective management of condition based maintenance programs in the context of industrial development of E-Maintenance strategies. *Computers in Industry*, *82*, 170–185. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.07.003>

- Infraspeak. (2019). Infraspeak. Retrieved December 15, 2019, from <https://www.infraspeak.com/>
- Lopes, I., Senra, P., Vilarinho, S., Sá, V., Teixeira, C., Lopes, J., ... Figueiredo, M. (2016). Requirements Specification of a Computerized Maintenance Management System - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 268–273. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.047>
- Lyonnet, P. (1991). *Maintenance planning: methods and mathematics*. Retrieved from <https://books.google.ca/books?id=qvFTAAAAMAAJ>
- Maletič, D., Maletič, M., Al-Najjar, B., & Gomišček, B. (2012). The role of maintenance regarding improving product quality and company's profitability: A case study. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 45(31), 7–12. <https://doi.org/10.3182/20121122-2-ES-4026.00040>
- Mehmeti, X., Mehmeti, B., & Sejdiu, R. (2018). The equipment maintenance management in manufacturing enterprises. *IFAC-PapersOnLine*, 51(30), 800–802. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.11.192>
- Miranda, S. F., & Lopes, I. S. (2015). Development of autonomous maintenance in a furniture company. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2218, 908–913.
- 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>
- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing*, 4(less), 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.063>
- Navaltik Management. (2019). ManWinWin Software. Retrieved December 15, 2019, from <https://manwinwin.com/pt/pagina-principal/>
- NextBitt Business Technologies SA. (2019). NextBitt Business Technologies. Retrieved December 16, 2019, from <http://nextbitt.com/pt/>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Pinto, H., Pimentel, C., & Cunha, M. (2016). Implications of Total Productive Maintenance in Psychological Sense of Ownership. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217, 1076–1082. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.114>
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. Lidel, ISBN 978-972-757-877-1
- Pires, C. R., Lopes, I. S., & Oliveira, J. A. (2016). Management and Planning of Tools Maintenance Activities in a Metalworking. *Procedia CIRP*, 57, 265–269. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.046>

- Prado, C. A. (2015). *Manutenção da capacidade da produção em um setor de embalagem através da metodologia TPM*.
- Ribeiro, H., & Pinto, A. K. (2002). *Gestao Estrategica E Manutencao Autonoma*. Retrieved from <https://books.google.ca/books?id=4Te5oaAITWkC>
- Schneider, W. A., Kober, R. A., & Braido, G. M. (2015). Proposta De Implantação De Indicadores De Desempenho: a Aplicação De Um Modelo Baseado Na Análise Dos Processos. *Ciências Sociais Em Perspectiva.*, 14(26), 239–262. <https://doi.org/10.5935/rcsp.v14i26.8558>
- Schreiber, M., Vernickel, K., Richter, C., & Reinhart, G. (2019). Integrated production and maintenance planning in cyber-physical production systems. *Procedia CIRP*, 79, 534–539. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.095>
- Shanmuganathan, V. K., Haran, A. P., & Gayathri, N. (2015). Condition monitoring maintenance of aero-engines through LUMS - A method for the implementation of Lean tools. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 73, 226–230. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2015.05.017>
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, 51(NUICONE 2012), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>
- Sobral. (2011). *Manutenção Produtiva Total e Gestão Lean - A procura incessante do emagrecimento*. Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23. <https://doi.org/10.2118/169428-ms>
- Tripp, D. (2005). *Action research: a methodological introduction*. <https://doi.org/10.1049/ip-sen:20020540>
- UpKeep Maintenance Management. (2020). UpKeep. Retrieved December 16, 2019, from <https://www.onupkeep.com/>
- Vieira, T., Lopes, M. P., Santos, G., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Pereira, T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing - 29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing (FAIM2019), June 24-28, 2019, Limerick, Ireland - (Aceite Para Publicação)*, 00, 1–8.
- Wienker, M., Henderson, K., & Volkerts, J. (2016). The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance. *Procedia Engineering*, 138, 413–420. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.100>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2010). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.