



IMPLEMENTAÇÃO DE DOIS PILARES DA METODOLOGIA TPM NUMA EMPRESA DE CORTIÇA

DIOGO VENTURA PEREIRA DOS SANTOS REIS

dezembro de 2021

IMPLEMENTAÇÃO DE DOIS PILARES DA METODOLOGIA TPM NUMA EMPRESA DE CORTIÇA

Diogo Ventura Pereira dos Santos Reis
1161275

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica





IMPLEMENTAÇÃO DE DOIS PILARES DA METODOLOGIA

TPM NUMA EMPRESA DE CORTIÇA

Diogo Ventura Pereira dos Santos Reis
1161275

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação da Doutora Rafaela Casais, Professora Adjunta, e Coorientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva, Professor Coordenador com Agregação do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP.

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutora Isabel Cristina Silva Barros Rodrigues Mendes Pinto
Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutora Rafaela Carla Barros Casais
Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Catarina Judite Morais Delgado Castelo Branco
Professora Auxiliar, Faculdade de economia da Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais e a toda a minha família pelo apoio, carinho e confiança ao longo de toda esta importante etapa de cinco anos.

À Doutora Rafaela Carla Barros Casais, um enorme obrigado pela disponibilidade durante esta etapa extremamente importante no meu percurso académico.

Aos meus amigos Adriano, Joana, Rita, Marta, Renato, André, Tomás, Cássio, Miguel, Júlio e Francisca, um muito obrigado pela compreensão, apoio e alegria que me trouxeram durante toda esta etapa, e mesmo às novas amizades criadas durante esta dissertação.

À empresa na qual efetuei o estágio que me permitiu realizar esta dissertação e ganhar os meus primeiros conhecimentos no mundo do trabalho.

Aos meus colegas de trabalho, Tiago, André, Bruno, Manuel António, Roberto, entre outros, que me apoiaram e ajudaram a concretizar os objetivos que me propuseram no início deste estágio.

Por último, gostaria de agradecer à enorme instituição que é o ISEP e seus colaboradores, por me permitirem dar este enorme passo em direção ao que todos nós ambicionamos. Um futuro cheio de novas experiência e aventuras.

PALAVRAS-CHAVE

Manutenção, Manutenção Preventiva, Manutenção Autônoma, Melhoria Contínua;

RESUMO

Esta dissertação foi realizada num contexto industrial, numa empresa que utiliza e reutiliza a cortiça, assim como outros materiais para criar novos produtos, dando aos mesmos uma nova utilidade.

Devido à elevada necessidade de uma maior produtividade e eficiência dos equipamentos, o objetivo principal deste trabalho foi implementar dois pilares da metodologia TPM na empresa em questão.

Dada a elevada dimensão da empresa, foi decidido que inicialmente apenas seria necessário focar em duas áreas.

O trabalho desenvolvido dividiu-se em várias etapas. Inicialmente foi realizada uma análise das criticidades dos equipamentos de cada linha, e posteriormente foram analisadas as solicitações entre julho de 2017 e julho de 2019, de forma a retirar os problemas mais recorrentes dos equipamentos críticos.

Após esta análise, foi possível perceber que as manutenções autónomas e preventivas não estavam a ser realizadas pelos operadores, tendo por isso que ser alteradas e melhoradas, sendo esta efetuada em conjunto com a direção de cada área, com o objetivo de demonstrar às mesmas a importância e as melhorias que poderiam trazer a cada uma destas, diminuindo os tempos de paragem, o que consequentemente promove a um incremento da produção.

Devido à implementação do SAP, não foi possível obter dados referentes à época atual na fábrica, de forma a comparar com os obtidos durante este trabalho. Contudo, conseguiu-se verificar quais as avarias que seriam referentes à falta de intervenções, sendo associado um custo indireto de paragem das linhas devido a essas avarias, concluindo-se que, no total, as principais máquinas de cada linhas, durante um ano, trouxeram um elevado prejuízo, como ficou demonstrado.

Sendo assim, foram criados novos planos de manutenção autónoma e preventiva, específicos para os equipamentos mais importantes de cada área, e foram também criadas OPL's - *One Point Lessons*, ou seja, procedimentos que ilustram as Operações *Standard*, de manutenção preventiva, padronizando e facilitando as intervenções nos equipamentos críticos.

No final do estágio, também foi necessário iniciar a implementação do TPM na Oficina Auto, local de manutenção dos equipamentos utilizados para transportar material. Aqui, iniciou-se para implementação dos 5S e foram discutidas diversas ideias de como melhorar e organizar o local.

KEYWORDS

Maintenance, Preventive Maintenance, Autonomous Maintenance, Continues Improvement.

ABSTRACT

This dissertation was carried out in an industrial context, in a company that uses and reuses cork and other materials to create new products, giving them a new use.

Due to the high need for greater productivity and equipment efficiency, the main objective of this work was to implement two pillars of the TPM methodology in the company in question.

Given the large size of the company, it was decided that, initially, it would only be necessary to focus on two areas.

The work developed was divided into several stages. Initially, an analysis of the criticalities of the equipment on each line was performed, and then the requests between July 2017 and July 2019 were analyzed in order to remove the most recurrent breakdowns of the critical equipment.

After this analysis, it was possible to realize that the autonomous and preventive maintenance was not being carried out by the operators, and therefore had to be changed and improved. This was done in conjunction with the management of each area, with the goal of demonstrating to them the importance and the improvements that could bring to each of them, reducing downtime, which consequently increases production.

Due to the implementation of SAP, it was not possible to obtain data for the current time in the factory in order to compare with those obtained between July 2017 and July 2019, however, it was possible to verify which breakdowns would be related to the lack of interventions, being associated with an indirect cost of stopping the lines due to these breakdowns, concluding that in total the main machines of each line, during a year, brought a great loss, as it will be shown.

That way, new autonomous and preventive maintenance plans were created, specific for the most important equipment in each area and OPL's - One Point Lessons - were also created, i.e., procedures that illustrate the Standard Operations of preventive maintenance, standardizing and facilitating interventions in critical equipment.

At the end of the internship, it was also necessary to start the implementation of TPM in the Auto Workshop, place of maintenance of the equipment used to transport material. Here, we started to implement the 5S and discussed several ideas on how to improve and organize the site.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i> (Instituto Japonês de Manutenção de Plantas)
JIT	<i>Just in Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i> (Indicadores Chave de Desempenho)
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i> (Tempo médio entre falhas)
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> (Tempo médio de reparação)
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i> (Eficiência Global do Equipamento)
SAP	<i>Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung</i>
OPL's	<i>One Point Lessons</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)

Lista de Símbolos

€	Euros
λ	Taxa de avarias

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Fiabilidade	Probabilidade de um equipamento desempenhar a sua função durante um certo período de tempo
<i>Software</i>	Programa informático

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO <i>ACTION-RESEARCH</i>	3
FIGURA 2 - 8 PILARES DO TPM [21]	19
FIGURA 3 - CILINDRO DE CORTIÇA [36]	26
FIGURA 4 - CILINDRO DE CORTIÇA E BORRACHA [36]	27
FIGURA 5 – DIAGRAMA DE PARETO CNM	28
FIGURA 6 – DIAGRAMA DE PARETO CRM	29
FIGURA 7 - DADOS AVARIAS CRM NO EXCEL	30
FIGURA 8 – MATRIZ PRIORIDADE	31
FIGURA 9 - MATRIZ PRIORIDADE (CONTINUAÇÃO)	32
FIGURA 10 – AVARIAS EQUIPAMENTOS A CNM	34
FIGURA 11 – PREJUÍZO NA PRENSA DO CNM COM AVARIAS POR FALTA DE MANUTENÇÃO	38
FIGURA 12 – DIAGRAMA DE PARETO CRM	39
FIGURA 13 - PREJUÍZO NA PRENSA DO CNM COM AVARIAS POR FALTA DE MANUTENÇÃO	43
FIGURA 14 – MANUTENÇÃO AUTÓNOMA DO MISTURADOR ABERTO NUMA DAS LINHAS DO CRM	44
FIGURA 15 - IDENTIFICAÇÕES VISUAIS DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA NUMA MÁQUINA DE CORTE	45
FIGURA 16 - PLANO MANUTENÇÃO PREVENTIVA PRENSA	46
FIGURA 17 - PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO BAMBURY	46
FIGURA 18 - OPL MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO VENTILADOR	47
FIGURA 19 - TEMPLATE DE TODOS OS EQUIPAMENTOS CRM E RESPECTIVOS COMPONENTES	48
FIGURA 20 - MONITORIZAÇÃO DE VIBRAÇÕES	49
FIGURA 21 - LISTA DOS EMPILHADORES CRIADA	51
FIGURA 22 – ANTES DA APLICAÇÃO DOS 5S	52
FIGURA 23 – APÓS APLICAÇÃO 5S (1)	52
FIGURA 24 – APÓS APLICAÇÃO 5S (2)	53
FIGURA 25 – IDENTIFICAÇÃO DOS LOCAIS PARA REPARAÇÕES NA OFICINA AUTO	54
FIGURA 26 - EXCERTO DA ANÁLISE DAS AVARIAS DO CNM	69
FIGURA 27 – EXCERTO DA ANÁLISE ABC DO CNM	70
FIGURA 28 – EXCERTO DA ANÁLISE ABC DO CRM	71
FIGURA 29 - OPL DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE UM MANIPULADOR	72
FIGURA 30 - OPL DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE UMA ECLUSA	73
FIGURA 31 - FICHEIRO FINAL CNM	74
FIGURA 32 - FICHEIRO FINAL CRM	74

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO	7
TABELA 2 - TIPOS DE MANUTENÇÃO	9
TABELA 3 - NÍVEIS DE MANUTENÇÃO	10
TABELA 4 – INDICADORES PRINCIPAIS DA MANUTENÇÃO (NORMA EN 15341:2005)	11
TABELA 5 – COMPILAÇÃO DE ARTIGOS REALIZADOS NAS DIVERSAS ÁREAS ABORDADAS DURANTE O RELATÓRIO	12
TABELA 6 - DEFINIÇÃO DE TPM	16
TABELA 7 - CÁLCULO DO OEE	18
TABELA 8 - SEIS GRANDES PERDAS A ELIMINAR	19
TABELA 9 - FASES DA METODOLOGIA 5S	21
TABELA 10 - ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM [6]	22
TABELA 11 – EQUIPAMENTOS DE PRIORIDADE A NO CNM	32
TABELA 12 - EQUIPAMENTOS DE PRIORIDADE A NO CRM	33
TABELA 13 - OUTROS EQUIPAMENTOS ANALISADOS	33
TABELA 14 - SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO DAS PRENSAS CNM	34
TABELA 15 – SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO DO SACADOR	35
TABELA 16 – ANÁLISE DOS COMPONENTES DE UMA CENTRAL HIDRÁULICA E DE PARAGENS EM CADA AVARIA	36
TABELA 17 - CUSTO INDIRETOS DA LINHA CNM AGCI POR HORA COM 1 TRABALHADOR	37
TABELA 18 - SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO DO BAMBURY	40
TABELA 19 - SOLUÇÕES DE MANUTENÇÃO DA PRENSA DO CRM	40
TABELA 20 - ANÁLISE DOS COMPONENTES DE UMA CENTRAL HIDRÁULICA E DE PARAGEM EM CADA AVARIA	41
TABELA 21 - CUSTO INDIRETO CILINDROS CRM – AGLOMERAÇÃO CILINDROS	42
TABELA 22 - CUSTO INDIRETO CILINDROS CRM – PLYUUPS	42

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	2
1.1	Contextualização.....	2
1.2	Objetivos	2
1.3	Metodologia.....	3
1.4	Estrutura do relatório	4
1.5	Local/Empresa de acolhimento	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	Manutenção.....	7
2.1.1	Introdução à manutenção	7
2.1.2	Definição de Manutenção.....	7
2.1.3	Objetivos da Manutenção.....	8
2.1.4	Tipos de Manutenção	8
2.1.5	Níveis da Manutenção	10
2.1.6	Indicadores da Manutenção	11
2.2	TPM – <i>Total Productive Maintenance</i>	12
2.2.1	Definição e características do TPM	16
2.2.2	Objetivos do TPM.....	17
2.2.3	OEE – Overall Equipment Efficiency	18
2.2.4	Oito pilares do TPM	19
2.2.5	5S na base do TPM.....	20
2.2.6	12 etapas para o lançamento do TPM.....	21
3	DESENVOLVIMENTO	25
3.1	Apresentação da Empresa	25
3.2	Manutenção na Empresa	25
3.3	Processo Produtivo das linhas	26
3.3.1	Área CNM – Cork Natural Material.....	26
3.3.2	Área CRM – Cork Rubber Material.....	27
3.4	Análise das Avarias.....	28
3.5	Análise de criticidade	30

3.6	Análise dos componentes de desgaste dos equipamentos críticos e principais avarias	33
3.7	Melhoria na Manutenção Autónoma das Linhas.....	43
3.8	Melhoria dos planos de Manutenção Preventiva.....	45
3.9	Manutenção baseada na condição – CBM.....	48
3.10	5S na Oficina Auto.....	50
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	57
4.1	CONCLUSÕES.....	57
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	58
4.2.1	Melhorias no departamento da Manutenção	58
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	63
6	ANEXOS.....	69
6.1	Oficina Auto	69

INTRODUÇÃO

- 1.1 Contextualização
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodologia
- 1.4 Estrutura do relatório
- 1.5 Local/Empresa de Acolhimento

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Durante a realização desta dissertação, foi realizado um estágio curricular numa empresa que tem como principal ocupação a produção de aglomerados de cortiça, onde surgiu a necessidade de melhorar a manutenção preventiva em distintas áreas da mesma.

Devido ao aumento da competitividade em todos os setores industriais, retirar o melhor desempenho de vários equipamentos é um ponto fulcral em busca de maior rentabilidade, tendo em conta limitações como quantidade de matéria-prima e tempo de espera para poder coletar mais cortiça. Assim sendo, e como a maioria dos equipamentos na indústria da cortiça são adaptados de outras indústrias, a necessidade de os analisar e aprimorar, aumenta.

Dito isto, e como será explicado mais à frente no relatório, decidiu-se então implementar uma metodologia designada por *Total Productive Maintenance* (TPM) em duas áreas da empresa.

1.2 Objetivos

Este projeto teve como principal objetivo desenvolver, implementar e melhorar os planos de Manutenção Preventiva criadas para duas áreas da empresa, apresentando também melhorias relativamente à Manutenção Autónoma e uniformizando o trabalho dos técnicos. Esta necessidade surgiu devido ao elevado número de avarias dos equipamentos e à baixa taxa de manutenção preventiva realizada em toda a empresa.

Nestas condições, é necessário melhorar a qualidade e o desempenho da manutenção, aplicando e melhorando o plano de Manutenção Preventiva, para reduzir as perdas de disponibilidade do equipamento de duas áreas distintas, obtendo desta forma um melhor rendimento através da redução das avarias e das micro paragens.

Desta forma, e a partir dos principais objetivos apresentados, criaram-se os seguintes tópicos a serem seguidos:

- Identificar os equipamentos críticos nas aglomerações CNM (Cork Natural Material) e CRM (Cork Rubber Material);
- Identificar peças de desgaste dos principais equipamentos e identificar a criticidade de cada um dos equipamentos;
- Definir as tarefas de Manutenção Preventiva, realizar OPL's das operações mais delicadas, uniformizando o trabalho dos técnicos. Alocar recursos, tempos, periodicidades de cada uma das tarefas de Manutenção Preventiva.

1.3 Metodologia

No decorrer do presente projeto, a metodologia *Action-Research* (AR), foi utilizada como referência para uma melhor investigação. Esta metodologia apresenta uma estratégia que implica o conhecimento em ação, através da construção de teoria e teste em ação. São assim necessárias cinco etapas, sendo elas:

- Recolha de informação e diagnóstico dos problemas: Inicialmente, é necessário entender a logística da fábrica e perceber quais serão os eventuais problemas e como podem ser resolvidos;
- Planeamento das ações: Elaborar as ações necessárias para que seja possível determinar quais serão as mudanças, tendo em consideração os recursos disponíveis. De seguida, são também elaborados todos os procedimentos necessários;
- Implementação: Com base nos planos da etapa anterior e tendo em conta todos os membros e restrições envolvidas, a ação é realizada;
- Avaliação: Após a ação, é necessário analisar os resultados, de forma a entender os impactos positivos e negativos, para que no próximo ciclo, seja possível obter melhores resultados;
- Monitorização: Uniformização das melhorias alcançadas. Monitorizar está, obrigatoriamente, presente em todas as etapas da AR, sendo essencial para alcançar a melhoria contínua e garantir que não existe retrocesso nos processos implementados.

As práticas de *action-research*, procuram encontrar soluções para os problemas da empresa, trazendo ao mesmo tempo oportunidades de inovação e de melhoria, através do conhecimento adquirido durante a implementação das novas práticas, devido à melhor compreensão do próprio sistema. [1]

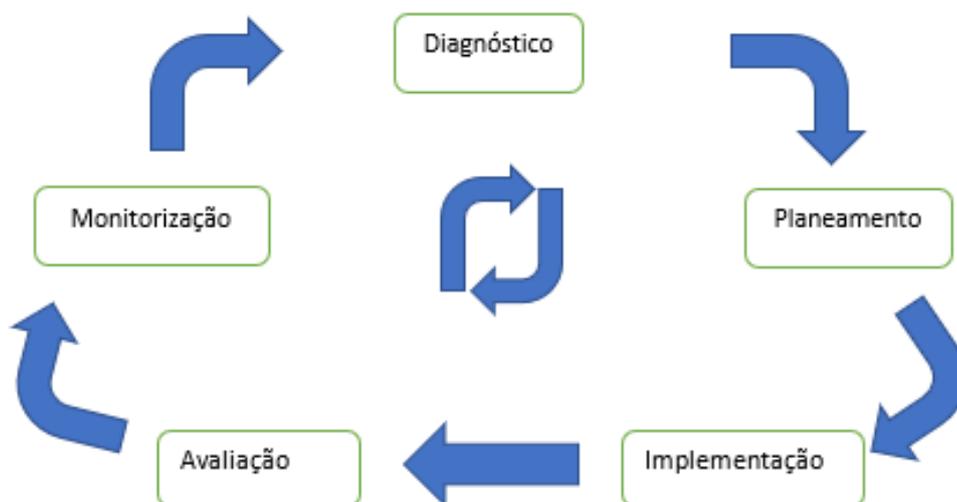


Figura 1 - Ciclo *action-research*

1.4 Estrutura do relatório

Esta dissertação encontra-se dividida de em 4 capítulos principais. O presente capítulo, refere-se à contextualização da dissertação realizada, assim como os objetivos da mesma, a metodologia aplicada durante o desenvolvimento e por fim a estrutura presente no relatório.

O segundo capítulo, denominado Revisão Bibliográfica, aborda os principais conceitos, metodologias e ferramentas relevantes para o desenvolver da dissertação. Encontra-se assim dividido em dois subcapítulos, sendo que, o primeiro se refere à manutenção em geral e o segundo aborda a metodologia TPM e as ferramentas necessárias para implementar a mesma.

No terceiro capítulo, encontra-se o estudo e a implementação das metodologias faladas anteriormente, em duas áreas com elevada produtividade, contudo com uma grande taxa de avarias que, como será demonstrado, diminuem a produção das mesmas, sendo por isso necessário implementar novas estratégias.

No quarto e último capítulo, é realizada uma conclusão referente aos objetivos propostos pela empresa e são referidas também futuras melhorias propostas à direção de ambas as áreas, quer aos locais de trabalho, quer a produtividade das áreas, de forma a tirar o maior partido de todos os intervenientes.

1.5 Local/Empresa de acolhimento

Este projeto foi realizado numa empresa que foca o seu trabalho no setor da cortiça, que procura desenvolver soluções com compósitos sustentáveis com diversas aplicações no mercado. O estágio iniciou-se em setembro de 2020 e terminou em maio de 2021, tendo como supervisores o Eng. Filipe Santos que, por motivos profissionais mudou de empresa de trabalho, passando o Eng. Tiago Silva a ser o Orientador responsável do estágio.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.2 TPM – Total Productive Maintenance

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.1.1 Introdução à manutenção

Com a crescente necessidade de um aumento da qualidade dos produtos, devido ao aumento da competitividade das empresas e às exigências dos clientes, surge a necessidade de diminuir o tempo de paragens, de forma a evitar interrupções durante a produção, conseguindo assim diminuir também os custos e aumentar a rentabilidade da produção. Desta forma, a manutenção surge como uma das principais atividades necessárias para aumentar o tempo de vida dos equipamentos e a disponibilidade dos mesmos [2].

2.1.2 Definição de Manutenção

Segundo a norma EN 13306:2017, a manutenção consiste em todos os aspetos técnicos (observação e análise do equipamento), administrativos e ações de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, com intenção de o manter ou reparar de forma a conseguir desempenhar as suas funções predefinidas.

Contudo, a definição de manutenção não é um conceito universal. Desta forma, difere de autor para autor. Na Tabela 1 estão demonstradas várias definições do conceito Manutenção segundo alguns autores:

Tabela 1 - Definição de Manutenção

Autor	Definição
[3]	Define a Manutenção como sendo a combinação de todas as técnicas e tarefas administrativas associadas, necessárias para manter um equipamento, as instalações ou outros recursos físicos no estado desejado.
[4]	Manutenção tem como principal objetivo prevenir todas as perdas causadas pela avaria de equipamentos ou sistemas
[5]	Todas as ações técnicas ou administrativas que tem como intenção garantir o funcionamento correto do equipamento, durante o seu tempo de vida.

[6]

Todas as ações necessárias com o objetivo de manter os equipamentos, sistemas e instalações, com o desempenho desejado, realizando intervenções corretivas sempre que ocorram falhas ou avarias.

2.1.3 Objetivos da Manutenção

Os objetivos da manutenção devem estar constantemente alinhados com a visão global da empresa, tendo como principal foco conseguir alcançar e manter a disponibilidade ótima do equipamento.

Para Márquez [5], os objetivos da manutenção dividem-se em três grupos distintos:

- Objetivos técnicos – dependem do setor operacional e encontram-se ligados à disponibilidade do equipamento, sendo medidos através do OEE;
- Objetivos Legais - necessário cumprir todos os regulamentos existentes de vários equipamentos, como por exemplo, dispositivos elétricos, medidores de pressão, etc.;
- Objetivos Financeiros - para satisfazer os objetivos técnicos com o mínimo custo financeiro.

Segundo *Mobley*, a manutenção não tem como objetivo reparar as avarias o mais rapidamente possível, mas sim evitar perdas causadas por avarias do equipamento ou do sistema. Sendo assim, o mesmo afirma que numa organização mundialmente reconhecida, a missão da manutenção é atingir os seguintes objetivos [4]:

- Disponibilidade ótima;
- Condições operacionais ótimas;
- Máxima utilização dos recursos de manutenção;
- Tempo de vida ótimo dos equipamentos;
- Mínimo stock de peças sobresselentes;
- Habilidade para reagir rapidamente às avarias inesperadas.

2.1.4 Tipos de Manutenção

Quanto aos tipos de manutenção, existem diversas sugestões, consoante os vários autores, sendo que estas diferenças estão essencialmente presentes na terminologia do tipo de manutenção.

Mobley [4], afirma que a manutenção se divide em três partes, sendo elas a manutenção preventiva, a manutenção corretiva e a manutenção melhoria, apesar de outros autores considerarem a existência de outros tipos de manutenção.

Tabela 2 - Tipos de Manutenção

Tipo	Definição
Manutenção Preventiva	<p>O conceito de manutenção preventiva, começou em 1951. Estas ações são realizadas constantemente, após um certo período, onde ocorre uma inspeção física do equipamento de forma a prevenir as avarias e prolongar o tempo de vida do mesmo e baseia-se na estimativa de que o equipamento irá falhar passado um certo intervalo de tempo.</p> <p>Consiste principalmente em tarefas recorrentes, previstas, tais como a lubrificação ou alguns ajustes no equipamento, de forma a manter níveis aceitáveis de fiabilidade e disponibilidade [7].</p>
Manutenção Corretiva	<p>De acordo com a norma EN 13306:2017, a manutenção corretiva é a ação efetuada após ocorrer uma avaria com o objetivo de repor o equipamento num estado em que possa realizar a sua função. Este tipo de manutenção não é programado, pois estas avarias são inesperadas.</p>
Manutenção Melhoria	<p>Segundo <i>Mobley</i> [4], a manutenção melhoria tem como objetivo diminuir a necessidade de manutenção, encontrando soluções para a necessidade da mesma, como por exemplo, colocar um mecanismo que lubrifique permanentemente o equipamento.</p>
Manutenção Preventiva Preditiva	<p>Geralmente refere-se a uma manutenção baseada na condição de um equipamento específico. As respetivas técnicas de diagnóstico são utilizadas para verificar o estado físico do equipamento, como por exemplo, a temperatura, o barulho, a vibração, a lubrificação e corrosão. Senso assim, esta manutenção é realizada de acordo com a necessidade do equipamento em vez de ser realizada ao fim de um determinado período de tempo específico [7].</p>

Manutenção Preventiva Reativa	Este tipo de intervenção é realizada quando o equipamento precisa, após se ter executado uma inspeção com equipamentos apropriados ou através da precessão do operador [4].
Manutenção Preventiva Sistemática	Geralmente, este tipo de manutenção, é utilizado em falhas que não se conseguem identificar com antecedência, mas que podem ser reduzidas, ou então ser imposta pela produção. Esta manutenção é realizada em intervalos de tempo fixos [4].

2.1.5 Níveis da Manutenção

A manutenção contém vários níveis, devido não só às diversas ações que são necessárias executar, mas também devido às competências dos operadores ou técnicos que realizam as mesmas, sendo que poderá ser necessário treino específico para realizar vários procedimentos. Na seguinte tabela estão apresentados e explicados os diferentes níveis (EN 13306:2017).

Tabela 3 - Níveis de Manutenção

Nível	Tarefas	Responsável
Nível 1	Ações simples executadas geralmente pelo operador, onde apenas é necessária uma formação mínima com recurso a ferramentas de uso geral.	Operador
Nível 2	Ações com procedimentos detalhados, realizadas por operadores qualificados, onde ocorre a substituição de elementos normalizados previstos.	Operador ou técnico
Nível 3	Ações mais complexas, realizadas por técnicos especializados, utilizando procedimentos detalhados para identificar e diagnosticar avarias.	Técnico
Nível 4	Trabalhos importantes de Manutenção preventiva que implicam o domínio de uma técnica (know-how) ou tecnologia especializada, previstas no manual de manutenção.	Técnico especializado
Nível 5	Ações onde é necessário conhecimento específico do equipamento, sendo executado pelo fabricante ou empresa especializada.	Técnico especializado ou fabricante

2.1.6 Indicadores da Manutenção

O empenho e a competitividade das empresas dependem da disponibilidade e capacidade de produção das instalações. De forma a garantir os objetivos desejados, é necessário conseguir avaliar os resultados da manutenção. Isto pode ser observado, através da utilização de indicadores, segundo a norma EN 15341:2005, que permitam medir aspetos importantes das funções da manutenção. Estes indicadores não devem ser definidos de forma isolada, devem ser o resultado de uma análise cuidada da relação da manutenção com outras funções organizacionais, mais concretamente com a produção [9].

Tabela 4 – Indicadores principais da Manutenção (norma EN 15341:2005)

Indicador	Descrição
Disponibilidade (D(t))	Probabilidade de um recurso ser capaz de desempenhar a sua função quando necessário, num certo ambiente.
Taxa de falha ($\lambda(t)$)	O número de falhas de um equipamento, num determinado período. É o inverso do <i>Mean Time Between Failures</i> (MTBF).
Manutibilidade (M(t))	A velocidade e facilidade com que desempenha a ação de manutenção.
MTBF - <i>Mean Time Between Failures</i>	Tempo médio entre falhas, que avalia a fiabilidade do equipamento para realizar as suas funções.
MTTR - <i>Mean Time to Repair</i>	Tempo médio necessário para restaurar um equipamento de forma a voltar a conseguir desempenhar as suas funções operacionais.
Fiabilidade (R(t))	Probabilidade de um equipamento desempenhar as suas funções, sob certas condições, num determinado período.

Para se conseguirem utilizar os indicadores corretamente, é necessário ter em conta diversos aspetos, tais como [6]:

- Utilidade – indicadores adequados às diversas situações;
- Clareza – indicadores de fácil compreensão;
- Fidelidade – resultados fidedignos para cada situação;
- Sensibilidade – rápido ajuste dos indicadores consoante a situação;
- Unicidade – apenas um indicador para cada situação;
- Hierarquização – indicadores ajustados à área correspondente;
- Complementaridade – a atividade de manutenção deve ser coberta pelo conjunto dos indicadores.

2.2 TPM – *Total Productive Maintenance*

Na literatura relacionada com a Manutenção e a Implementação da Metodologia TPM, é possível encontrar vários trabalhos, tal como se pode observar na tabela 5. Esta tem como principal objetivo analisar outros trabalhos dentro da mesma área de estudo, de forma a conhecer os resultados desses projetos, tornando-se de certa forma um guia para o projeto que irá ser realizado.

Tabela 5 – Compilação de artigos realizados nas diversas áreas abordadas durante o relatório

Referências Bibliográficas	Descrição do trabalho
[9]	A manutenção tornou-se extremamente importante devido ao aumento do nível de demanda do setor industrial. Este artigo refere-se à implementação de um plano de manutenção e a utilização da metodologia TPM em duas secções de uma companhia denominada <i>Clutches and Hydraulic Controls</i> , localizada na Grécia. Foram criados e programados planos de manutenção autónoma e preventiva, os quais apresentaram resultados positivos, havendo uma diminuição das paragens em 23% num setor e 38% no outro setor. Como resultado, houve um aumento da disponibilidade dos equipamentos e o OEE aumentou 5%.
[2]	Neste trabalho pretende-se implementar vários métodos e filosofias para melhorar a Manutenção Preventiva de uma empresa situada em Portugal. Para tal utilizou-se uma metodologia de investigação-ação, para identificar os principais problemas. Em seguida, foi utilizada uma estratégia da manutenção baseada no TPM e no RCM. Com isto, obteve-se uma diminuição de 66% do número de

	<p>avarias e uma poupança de 120 060 €, ou seja, a metodologia foi implementada com sucesso.</p>
[10]	<p>Para a sobrevivência de qualquer empresa, é necessário fornecer aos clientes um produto de qualidade a um preço competitivo. O TPM é a chave para a melhor produtividade, se nos focarmos nos seus pilares. O objetivo deste artigo é avaliar o desempenho da eficiência do pilar da formação e educação dos funcionários.</p>
[11]	<p>O TPM garante a disponibilidade de um equipamento de fábrica e a sua implementação implica uma melhoria continua com vista a reduzir as perdas. Este artigo refere-se a um caso de estudo relativamente à melhoria do OEE de uma empresa localizada na Índia, cujos principais problemas são a falta de stock de material para trocar os componentes que avariavam e o tempo da reparação. O valor do OEE inicial é de 54%, o qual, com a implementação do TPM e do SMED, subiu 6.06%.</p>
[12]	<p>Este artigo refere-se à utilização de KPI's para avaliar o trabalho realizado na manutenção de uma empresa localizada na Irlanda, e relacioná-lo com o trabalho realizado na produção. Este indicador foi dividido em duas partes, onde a primeira avalia quais os componentes que estão em final de vida e a segunda parte, que avalia as consequências da substituição do equipamento.</p>
[13]	<p>A gestão da manutenção é considerada um assunto de elevada importância para a indústria automóvel. Este estudo aponta para uma melhoria na disponibilidade dos equipamentos de uma linha crítica de uma empresa localizada em Portugal, utilizando o TPM e ferramentas Lean. Foram identificados os principais problemas e analisados dados como o MTBF, MTTR, OEE e a disponibilidade. Em consequência disso, foi desenvolvido e implementado um plano para descobrir o principal problema. Foram utilizados métodos como os 5S e a gestão visual. Também os operadores receberam formações para melhorarem as suas capacidades. Tudo isto tornou a linha mais organizada, aumentou o MTBF e diminuiu o MTTR, e consequentemente a disponibilidade dos equipamentos aumentou.</p>
[14]	<p>Este artigo refere-se à implementação do TPM numa das principais linhas de uma indústria automóvel Portuguesa. Nesta, tentou-se identificar as principais causas de paragem dos equipamentos e como preveni-las. Foi possível verificar</p>

	uma evolução positiva a partir do momento em que as medidas foram implementadas, sendo que, no final, verificou-se um aumento da disponibilidade dos equipamentos em 18%.
[15]	O seguinte estudo, pretende demonstrar quais os indicadores que se deve utilizar para se averiguar se as ações da manutenção utilizadas são as corretas, para mais tarde, se necessário, alterar as mesmas. Concluiu-se que o TPM é necessário para maximizar o tempo de vida dos equipamentos e que a adição de outros indicadores permite obter melhores informações e tomar melhores decisões
[16]	Numa empresa da indústria automóvel, localizada em Portugal, foram implementados KPI's (MTBF, MTTR e OEE), de forma a ser possível analisar os problemas dos diversos equipamentos e a melhor forma de os corrigir. Foram aplicadas metodologias como o SMED e o 5S com vista a reduzir tempos de paragem. Os objetivos foram atingidos, sendo que o tempo de <i>setup</i> diminuiu em 11 %, melhorando o OEE para 90.22 %.
[17]	Sendo o 5S a base de uma produção <i>Lean</i> , implementou-se esta metodologia numa empresa metalúrgica localizada em Portugal. Para tal, foram analisados os problemas observados e quais as respetivas soluções. No final, as alterações efetuadas tornaram o local de trabalho mais organizado, seguro, aumentaram a produtividade e diminuíram o desperdício.
[18]	Este estudo teve como objetivo diminuir custos e aumentar a produção. Para tal, a manutenção autónoma foi um dos aspetos a ser melhorado, de forma a aumentar a disponibilidade dos equipamentos. Esta ação resultou num aumento de 10% da disponibilidade de uma das linhas, o que aumentou o OEE em 8%, no mesmo período.
[19]	O objetivo deste trabalho foi analisar a implementação da metodologia TPM em diversas empresas e qual o crescimento das mesmas. Concluiu-se que o TPM beneficia as várias empresas, mesmo quando se identificam alguns problemas na implementação, ou seja, a sua implementação, tem mais vantagens do que desvantagens.
[20]	Este artigo tem como objetivo avaliar e desenvolver um modelo de TPM eficaz, de forma a melhorar o sistema de manutenção de uma fábrica localizada na África do Sul. Durante o estudo concluiu-se que, com o envolvimento dos operadores e o treino adequado, a implementação do TPM

	deveria ser considerada, com o objetivo de aumentar a disponibilidade dos equipamentos, aumentando assim a competitividade da empresa.
[21]	Neste estudo, na tentativa de aumentar a produção e diminuir os custos decidiu-se implementar o TPM numa empresa localizada na Índia e analisar a eficiência através do OEE, cujos valores passaram de 63% para 79%, o que indica uma melhoria significativa com as ações tomadas.
[22]	Com o objetivo de corresponder as preocupações dos clientes relativamente à qualidade, custo e tempo de entrega, tornou-se necessário implementar um sistema de qualidade para aumentar a produção e qualidade do produto. Desta forma o TPM foi implementado numa empresa na Índia e os seus resultados foram analisados neste artigo. No final do mesmo, concluiu-se que o OEE aumentou e foi superior ao valor objetivo.
[23]	Neste artigo analisou-se a implementação do TPM, de forma a reduzir as perdas e aumentar as receitas de uma empresa farmacêutica situada na Nigéria. Para avaliar esta metodologia recorreu-se ao valor do OEE e aos parâmetros de disponibilidade, qualidade e desempenho. Por fim, concluiu-se, que a implementação do TPM trouxe vários benefícios à empresa, contudo, continuou a existir um grande desperdício de inventário e defeitos nos produtos.
[24]	Implementação do TPM numa empresa, analisando todos os passos para uma integração correta desta metodologia numa empresa automotiva, com principal ênfase nos 5S. Concluiu-se, que é estritamente necessário o apoio da gestão de topo.
[25]	A metodologia TPM aponta para o aumento da disponibilidade dos equipamentos existentes, de forma a diminuir a necessidade de investimentos futuros. Neste artigo foi implementada esta metodologia numa empresa situada na Índia e utilizado o OEE para discutir os resultados. No final concluiu-se que a implementação foi um sucesso e os valores de OEE aumentaram.
[8]	Este artigo refere-se a um estudo realizado numa empresa na Bélgica, onde se pretende demonstrar que os indicadores de medição de desempenho não podem ser definidos de forma isolada, mas sim ser o resultado de junção das funções da manutenção e outras funções organizacionais, principalmente a produção. Neste artigo pretende-se avaliar

	se foram utilizados os indicadores corretos de manutenção e se foram bem utilizados.
[26]	Este estudo avalia 29 outros estudos onde são realizadas implementações do TPM, dando uma ideia relativamente às suas vantagens e como a produção é aumentada, reduzindo os desperdícios. Conclui-se que para um melhor resultado, se deve começar por implementar os 5S e que esta metodologia tem grande sucesso nas diversas indústrias.
[27]	Foi aplicada a metodologia TPM numa empresa para diminuir as perdas e aumentar a produtividade. Os planos de manutenção preventiva e o aumento da manutenção autónoma, foram o principal foco desta nova filosofia. Tudo isto foi conseguido com o apoio da gestão de topo, garantindo a completa implementação e sustentabilidade do programa.

2.2.1 Definição e características do TPM

As rápidas alterações no mercado global, faz com que seja necessário implementar medidas nas empresas que melhorem a eficiência, o desempenho, aumentem a produção e a qualidade dos produtos, satisfazendo os respetivos clientes, mas com baixo custo. [7]

TPM é uma filosofia desenvolvida inicialmente pelos japoneses no início da década de 70, de forma a apoiar o sistema *Just in Time* (JIT) e maximizar a eficiência dos equipamentos, melhorar a produtividade e qualidade dos produtos e elevar o moral e satisfação dos trabalhadores. O principal objetivo é atingir os zero acidentes, zero defeitos, zero avarias, zero anomalias e zero perdas [10], [28].

Contudo, a definição de TPM difere entre os autores, como se pode observar na Tabela 6.

Tabela 6 - Definição de TPM

Autor	Definição de TPM
[29]	O TPM é uma abordagem inovadora na manutenção, que otimiza a eficiência dos equipamentos, eliminando paragens e que promove a necessidade de os operadores realizarem a manutenção autónoma, diariamente.
[6]	O TPM é uma estratégia desenvolvida pela indústria japonesa, capaz de responder aos diversos desafios do sistema fabril, e que permite garantir uma manutenção eficiente e eficaz.

[30]

O TPM pressupõe um pensamento de igualdade entre os setores de produção e manutenção, com o objetivo de maximizar a eficiência do equipamento, mantendo o ótimo relacionamento entre as pessoas e as máquinas.

Segundo o *JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance)*, os principais tipos de perdas do equipamento são as seguintes [6]:

- Falhas no equipamento;
- Tempos de *Setup* de máquinas ou processos, tais como a mudança de produtos ou as trocas de ferramentas;
- Redução da velocidade no processo;
- Problemas na qualidade;
- Tempos de paragens como a espera de matérias-primas ou a espera pela inspeção e controlo;
- Redução do *output* de produção.

Também foram então identificadas as principais causas de tais perdas:

- As condições do equipamento;
- Os erros dos operadores, a falta de motivação ou de capacidades;
- Falta de conhecimento relativamente aos equipamentos.

2.2.2 Objetivos do TPM

A implementação do TPM, deve estar constantemente alinhada com a visão e estratégia da organização, ou seja, os objetivos devem ser comuns. A utilização desta metodologia, significa ter o objetivo de atingir uma produção ideal, com zero perdas e manter a visão de uma melhoria contínua [11]. De forma a atingir os objetivos propostos pela implementação deste método, é necessário que as pessoas, os indicadores e as respetivas soluções para os problemas, funcionem como um sistema inteiro, em vez de como sistemas separados [30]. Esta metodologia visa promover uma cultura em que os operadores assumam, que as máquinas que utilizam para cumprir o trabalho, sejam da sua responsabilidade [31].

Desta forma, podemos considerar que os objetivos da implementação do TPM são os seguintes [24], [32]:

- Attingir a máxima eficiência do equipamento, ou seja, obter um OEE elevado;
- Reduzir custos de manutenção dos equipamentos;
- Criação de um sistema complexo de manutenção preventiva, focado numa melhoria contínua;
- Incluir todos os funcionários da empresa, desde a alta gerência até aos operadores, técnicos de manutenção, ou outros;
- Envolver todos os departamentos;

- Implementar uma manutenção autónoma.

Estes objetivos requerem um forte apoio da gestão, bem como a utilização contínua de equipas de trabalho e atividades de pequenos grupos para alcançar uma melhoria progressiva [7].

2.2.3 OEE – Overall Equipment Efficiency

Overall Equipment Effectiveness (OEE) é um indicador utilizado quer no TPM, quer em outras metodologias *Lean*, para avaliar a eficiência dos equipamentos [33]. Este indicador pode ser considerado como sendo a combinação das ações de manutenção, da gestão do equipamento e dos recursos disponíveis. Pode ser utilizado para medir apenas a eficiência de um equipamento, assim como, a eficiência de um sistema completo [25].

O OEE indica-nos se um equipamento se encontra a ter um bom desempenho, relativamente à sua capacidade projetada, durante o período em que se encontra programado para trabalhar. Sendo assim o cálculo deste indicador e dos seus componentes são feitos da seguinte forma [33], [32].

Tabela 7 - Cálculo do OEE

Equações dos parâmetros	
<i>Disponibilidade</i>	$= \frac{\text{tempo disponível} - \text{tempo de paragem}}{\text{tempo disponível}} \times 100$
<i>Desempenho</i>	$= \frac{\text{tempo de ciclo} \times \text{número de peças produzidas}}{\text{Tempo de produção}} \times 100$
<i>Qualidade</i>	$= \frac{\text{número peças produzidas} \times \text{número de peças rejeitadas}}{\text{número de peças produzidas}} \times 100$
$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$	

Desta forma, observamos que, como o OEE é avaliado por três fatores distintos, poderemos melhorar cada um destes, com o objetivo de aumentar a eficiência do ou dos equipamentos e aumentar a produção. Assim sendo, para atingirmos um valor máximo do OEE, é necessário eliminar as seis grandes perdas, que se encontram presentes na tabela 8 [20], [34].

Tabela 8 - Seis grandes perdas a eliminar

Fator	Perda	Causa
Disponibilidade	Perdas por paragens	Avaria
		Configurações
Desempenho	Perdas de velocidade	Micro paragens
		Velocidade Reduzida
Qualidade	Perdas por defeitos	Defeitos no arranque após mudança de produto
		Retrabalho de produção defeituosa

2.2.4 Oito pilares do TPM

A metodologia TPM combina todas as atividades relacionadas com os equipamentos e produtos produzidos pelas mesmas, importantes para a ideia principal do negócio. A definição dos pilares do TPM depende da estrutura e da filosofia que a empresa usa internamente, podendo adequar-se ao que já existe na empresa e ao que se pretende implementar.

Nakajima [29], considerava a existência de apenas cinco pilares, sendo eles, o foco na melhoria, a manutenção autónoma, a manutenção na qualidade, a educação e formação e por último, a manutenção preventiva. [24] Já o JIPM, considera a existência de oito pilares do TPM como representados na Figura 2.

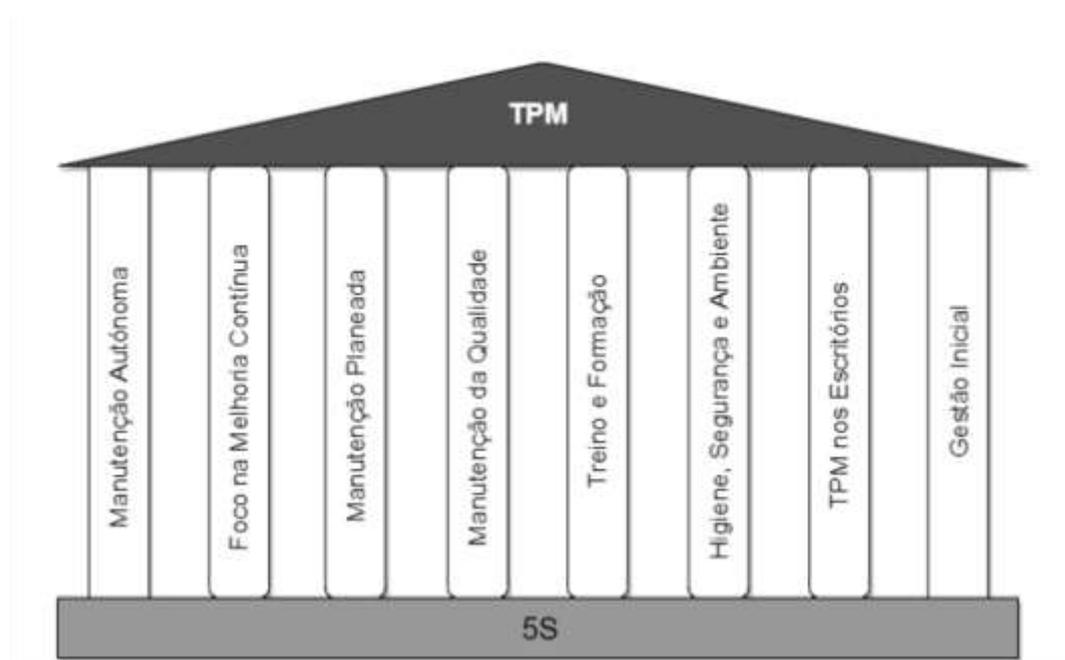


Figura 2 - 8 pilares do TPM [21]

- **Foco na Melhoria Contínua** – É a combinação de pequenas melhorias, com o objetivo de reduzir as perdas, melhorando progressivamente, tentando obter um valor próximo dos 100 % de eficiência [30].
- **Manutenção Autônoma** – Neste pilar, o objetivo é desenvolver os operadores a realizarem as tarefas mais simples de manutenção, permitindo então, aos técnicos de manutenção, concentrarem-se em atividades com maior grau de dificuldade. Com isto, os operadores ficam responsáveis por cuidar do seu equipamento [33].
- **Manutenção Planeada** – Estabelece um nível ideal de desempenho dos equipamentos e através de dados anteriores, realiza-se um plano de manutenção preventiva e preditiva a ser realizado pelo departamento da manutenção, devido à necessidade de técnicas ou ferramentas especializadas [27].
- **Manutenção da Qualidade** – Este pilar foca-se na eliminação dos problemas relacionados com a qualidade do produto. À medida que os operadores vão compreendendo os equipamentos e como estes afetam os produtos, começam a tentar eliminar essas preocupações, passando a ter uma abordagem proativa, em vez de uma abordagem reativa [33].
- **Treino e Formação** – Com este pilar, pretende-se garantir a formação dos técnicos de manutenção para realizar as tarefas necessárias para manter os equipamentos em funcionamento. Com isto, pretende-se que os técnicos consigam também realizar melhorias nos equipamentos, melhorando a eficiência dos mesmos [33].
- **Higiene, Segurança e Ambiente** – Estabelecer um local de trabalho seguro, limpo e organizado, respeitando todas as medidas de segurança [35].
- **TPM nos escritórios** – O objetivo deste pilar é implementar metodologias como o 5S nos departamentos administrativos, de forma a aumentar a eficiência e criar um ambiente seguro e organizado [33].
- **Gestão de desenvolvimento** – Neste pilar, pretende-se incorporar as lições retiradas da implementação do TPM em equipamentos anteriores, em equipamentos novos, permitindo assim reduzir os erros e aumentar a eficiência dos equipamentos e a qualidade do produto [33].

2.2.5 5S na base do TPM

Apesar de existirem os 8 pilares do TPM, conforme se encontra ilustrado na Figura 2 a metodologia dos 5S é a base do mesmo e consiste na implementação de cinco atividades que permitem tornar o local de trabalho organizado e limpo, possibilitando uma redução de tempo na realização das tarefas.

Esta metodologia promove diversas vantagens para a organização, sendo a principal, a melhor eficiência na realização do trabalho [17].

Tabela 9 - Fases da metodologia 5S

5S	Designação	Definição
1S	<i>Seiri</i> – Organizar	Classificar e identificar os materiais e separando aqueles que não são necessários.
2S	<i>Seiton</i> – Arrumar	Definir localizações para cada material e identificar os mesmos, de modo a manter tudo sempre organizado.
3S	<i>Seiso</i> – Limpar	Limpar toda a área de trabalho e os equipamentos, de forma a manter a higiene e segurança no posto de trabalho.
4S	<i>Seiketsu</i> - Padronizar	A padronização é o primeiro passo para manter os 3S implementados. O objetivo consiste em criar procedimentos padrões, de forma que os operadores consigam realizar sempre as tarefas diárias, da mesma forma.
5S	<i>Shitsuke</i> - Sustentar	As primeiras 3 fases são operacionais, a quarta fase permite manter o implementado até ao momento. A quinta fase fomenta um compromisso de melhoria contínua.

2.2.6 12 etapas para o lançamento do TPM

Sendo que o lançamento do TPM depende também do nível de desenvolvimento da empresa, pode ser necessário por vezes ajustar os planos de implementação às diferentes condições e necessidades de cada. É extremamente importante o apoio da gestão de topo para conseguir concretizar a implementação do TPM com sucesso.

Desta forma, a filosofia TPM não pode ser implementada sempre da mesma forma, contudo podemos basear-nos em quatro fases de implementação e nas etapas presentes na tabela 10 [6].

Tabela 10 - Etapas para a implementação do TPM [6]

Fase	Etapa de Implementação
Preparação	1 – Direção da Empresa comunica a intenção de implementar o TPM.
	2 – Educar, treinar e divulgar a implementação.
	3 – Organizar e promover o TPM.
	4 – Estabelecer os objetivos e as diretrizes básicas.
	5 – Elaborar um plano para desenvolver o TPM.
Introdução	6 – Arranque do projeto TPM.
Implementação	7 – Melhorias específicas, Manutenção autónoma, Educação e planeamento.
	8 – Estudo antecipado do sistema de gestão e controlo.
	9 – Manutenção da Qualidade.
	10 – Melhoria nos setores administrativos.
	11 - Segurança, saúde e meio ambiente.
Finalização	12 - Implementação plena do TPM.

DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação da Empresa

3.2 Manutenção na empresa

3.3 Processo Produtivo das linhas

3.4. Análise das Avarias

3.5 Análise de criticidade

3.6 Análise dos componentes de desgaste dos equipamentos críticos e principais avarias

3.7 Melhoria na Manutenção Autónoma das linhas

3.8 Melhoria dos planos de Manutenção Preventiva

3.9 Manutenção baseada na condição – CBM

3.10 5S na Oficina Auto

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação da Empresa

A empresa no qual foi realizado o estágio faz parte de uma das maiores corticeiras mundiais, composta por 19 unidades industriais posicionadas em 5 continentes e tem como objetivo valorizar a cortiça, criando soluções sustentáveis para diversas aplicações, tirando proveito das várias propriedades únicas da cortiça, sendo possível também misturar com outros materiais.

Cerca de 60% da energia utilizada pela empresa, provem do uso de Biomassa (pó da cortiça). Aproximadamente 3.5 toneladas de restos de cortiça são reutilizadas, sendo que um dos lemas da empresa é que “nada é desperdiçado, tudo é reciclado”.

A cortiça está presente em vários produtos presentes no nosso dia-a-dia, tais como:

- Metro (Siemens);
- Isolamento sonoro presentes nas paredes;
- Foguetões;
- Soluções de design interior;
- Relvados sintéticos;
- ...

3.2 Manutenção na Empresa

No início do estágio, a empresa era constituída por um departamento de manutenção onde a mesma era centralizada num armazém e os recursos humanos distribuídos conforme as necessidades de intervenções nas 5 áreas existentes na Fábrica, sendo estas predominantemente manutenções corretivas.

No início do ano atual, toda a estrutura da manutenção foi alterada de forma a tornar cada técnico de Manutenção mais especializado em cada área e, assim, responsabilizar os Diretores de cada área relativamente à Manutenção dos seus equipamentos. Desta forma, os técnicos e supervisores da manutenção, foram distribuídos pelas áreas conforme o tamanho e necessidade das mesmas. Existem 4 turnos na empresa, havendo sempre técnicos disponíveis para realizar as intervenções necessárias.

A manutenção corretiva é a política de manutenção dominante em quase toda a empresa, sendo que, se tem vindo a realizar diversas alterações na mesma de forma a cumprir com os planos da manutenção preventiva, sendo para isso necessária coordenação entre as diversas áreas, os seus dirigentes, o planeamento e a produção,

pois na maioria dos tipos de manutenção preventiva é necessário o equipamento não estar em funcionamento.

3.3 Processo Produtivo das linhas

A presente dissertação foi realizada em apenas duas áreas das várias existentes na fábrica, todas com parte dos processos produtivos semelhantes, mas com produtos diferentes como será explicado no ponto seguinte.

3.3.1 Área CNM – Cork Natural Material

Esta área está dividida em dois tipos de produtos finais, sendo estes blocos de cortiça ou cilindros de cortiça. Tal como o nome indica no CNM não existe mistura de cortiça com outros materiais, apenas com cola de forma a criar produtos com cerca de 90% de cortiça.

Na Figura 3 podemos observar as diversas características dos cilindros produzidos.

AGGLOMERATED CORK ROLLS

CHARACTERISTICS:

- High cork content (+ 90%)
- Min. thickness - 0,8mm
- Max. thickness - 15mm
- Max. width of 1500mm
- Wide range of cork patterns
- Colours available
- Big length rolls



Figura 3 - Cilindro de cortiça [36]

Como descrito na imagem anterior, o cilindro de cortiça tem as seguintes características:

- 90 % cortiça;
- Espessura mínima: 0.8 mm;
- Espessura máxima: 15 mm;
- Largura máxima: 1500 mm;
- Diversos padrões de cortiça;
- Diversas cores disponíveis;
- Grande comprimento de cilindros.

3.3.2 Área CRM – Cork Rubber Material

A área Cork Rubber Material (CRM), encontra-se dividida em dois grandes setores, sendo estes o da transformação e da aglomeração (blocos ou cilindros), cada área com diversas linhas de produção.

- Aglomeração:

- CR1
- CR2 – Calandrados + Plyups
- FCE
- DS
- EC
- Rolos

- Transformação:

- Blocos
- Rolos

Aqui a cortiça é misturada com borracha, alterando as propriedades do material, possibilitando assim, o seu uso em outras finalidades.



Figura 4 - Cilindro de cortiça e borracha [36]

A junção de cortiça com borracha reciclada, é utilizada em diversos produtos, tais como os tapetes dos parques infantis, tapetes anti vibração e também para colocar nas paredes como isolamento sonoro.

3.4 Análise das Avarias

Numa fase inicial, foram analisadas as avarias e respetivas soluções, desde julho de 2017 até julho de 2019, de todos os equipamentos pertencentes às quatro linhas de ambas as áreas.

Estes dados foram obtidos a partir do programa utilizado na empresa, denominado *Flux Manager*, programa que já não se utiliza, pois foi implementado o SAP em toda a empresa em 2020, *software* de gestão implementada para gerir e automatizar a comunicação entre os diversos departamentos numa empresa, facilitando o fluxo de informação.

Com a ajuda do Excel, criou-se o gráfico que se encontra apresentado na Figura 5, onde podemos analisar o número de avarias em cada equipamento ou componente, de uma das áreas do CNM, denominada aglomeração de cilindros.

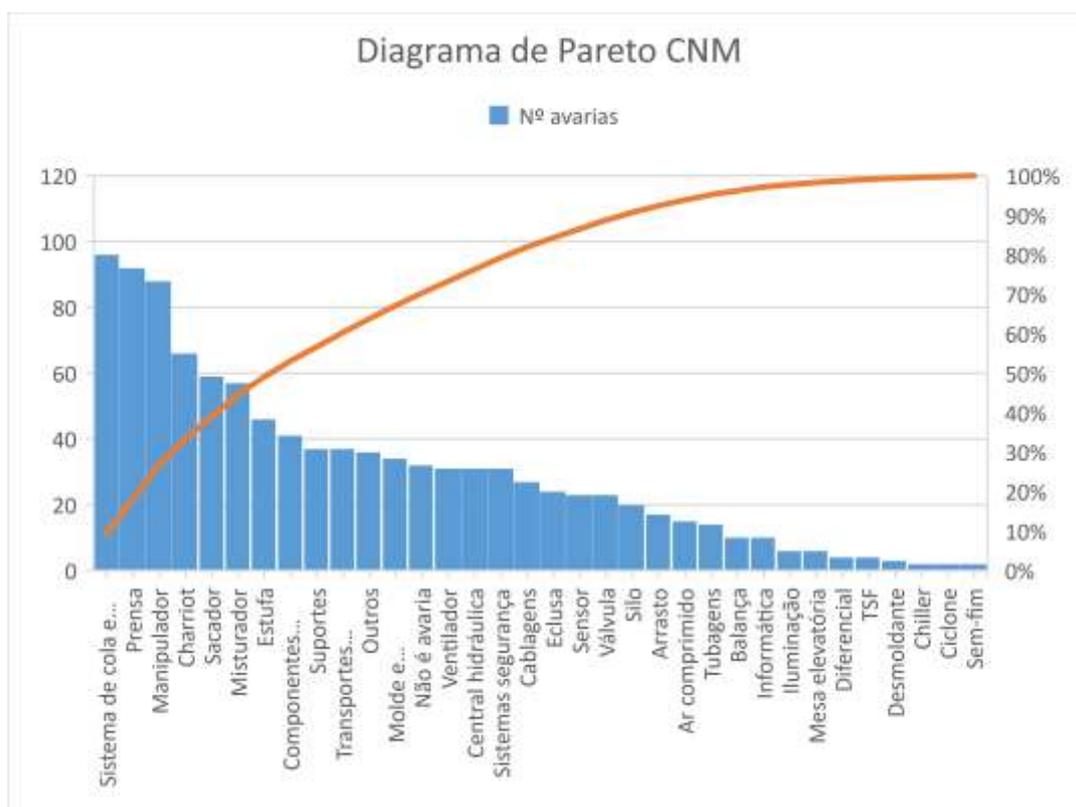


Figura 5 – Diagrama de Pareto CNM

Da análise do gráfico, conseguimos observar que as principais avarias na área CNM se centram nos seguintes equipamentos:

- Sistemas de cola e acessórios;
- Prensa;
- Manipuladores;
- Charriot;
- Sacador;
- Misturadores.

Em seguida, e acompanhando a mesma metodologia do setor anterior, foi realizada a análise das avarias da área do CRM, as quais também foram agrupadas por equipamentos e realizado um diagrama de pareto como demonstra a Figura 6.

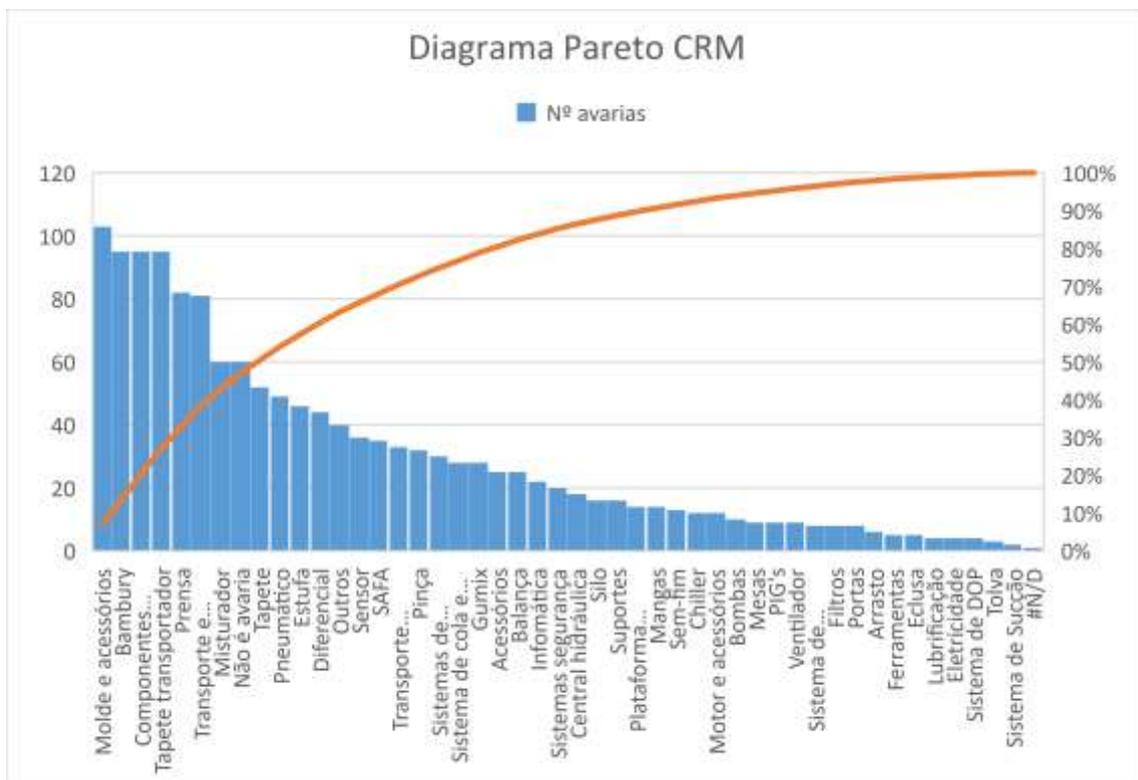


Figura 6 – Diagrama de Pareto CRM

Como é possível observar, existem equipamentos que se destacam relativamente ao número de avarias, os quais são críticos para uma maior eficiência na produção.

Para além destes dados, foi necessário também ter em conta a experiência dos supervisores da Manutenção e dos técnicos, pois, por vezes, os operadores definiram de forma errada qual o equipamento que se encontrava avariado, ou não definiam de todo, não sendo possível confiar plenamente nos dados obtidos, apesar de terem sido analisadas as descrições de cada pedido de intervenção, como demonstrado na Figura 7.

Devido ao facto de ser uma tabela extensa e com muita informação, está aqui colocado um excerto da tabela, podendo ser analisada em anexo.

Aviaria	Desc. tipo	Desc. detalhada	Origem	Tipo de avaria	Substância	Família	Equipamento Inv.	Solução sug.	Mês	Ano	Tempo
PRE 028	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Exposição do braço estava empilhado e foi produzido	Pressão	Braço da prensa	Reparar	10	2017	1:45:00
PRE 027	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	REPARAR BRAÇO	Pressão	Braço da prensa	Reparar	8	2017	1:00:00
PRE 026	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Óleo caiu no funil	Pressão	Funil	Limpar	1	2018	1:45:00
PRE 025	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Óleo caiu no funil da prensa	Pressão	Funil	Limpar	5	2019	2:00:00
PRE 024	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	6	2017	1:00:00
PRE 023	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	4	2018	1:00:00
PRE 022	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	4	2017	0:15:00
PRE 021	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	9	2017	0:30:00
PRE 020	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	3	2019	2:30:00
PRE 019	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	9	2017	1:30:00
PRE 018	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	3	2019	2:00:00
PRE 017	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	3	2017	1:15:00
PRE 016	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	10	2019	2:00:00
PRE 015	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	10	2017	3:00:00
PRE 014	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	10	2019	0:30:00
PRE 013	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	10	2017	0:30:00
PRE 012	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	10	2017	1:30:00
PRE 011	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	10	2017	2:00:00
PRE 010	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	11	2017	1:00:00
PRE 009	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	1	2018	0:30:00
PRE 008	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	3	2018	1:00:00
PRE 007	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	5	2018	1:00:00
PRE 006	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	5	2018	4:30:00
PRE 005	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	5	2019	1:15:00
PRE 004	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	5	2018	3:00:00
PRE 003	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	6	2018	1:30:00
PRE 002	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	4	2017	1:30:00
PRE 001	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	8	2018	0:45:00
PRE 000	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	5	2018	1:30:00
PRE 000	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	10	2017	0:15:00
PRE 000	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	1	2018	2:00:00
PRE 000	Pressão de oil	Pressão de oil	CRM - Avarias	Pre	Substituir parafusos do apoio do braço que se partiu	Pressão	Pressão	Substituir paraf	4	2019	2:00:00

Figura 7 - Dados avarias CRM no Excel

Como se consegue observar foram criadas as colunas a amarelo, analisando cada descrição de avarias introduzida pelo operador. A cada solução foi atribuída uma família, um equipamento e uma solução específica, tentando agrupar as avarias existentes e as soluções necessárias a serem realizadas.

3.5 Análise de criticidade

Com os dados obtidos anteriormente, a partir da opinião e experiência dos supervisores, como já referido, e através de uma matriz, realizou-se uma análise ABCD, que tem em conta os diferentes parâmetros mencionados em seguida:

- A **Segurança** – os riscos na realização das tarefas de manutenção, estando consideradas todas as movimentações dos operados para reparar o material;
- A **Qualidade** – se afeta o produto acabado ou o rendimento da fábrica;
- A **Disponibilidade** – quantos turnos por dia trabalha o equipamento (menos de 8 horas, 8 horas, 16 horas ou o dia todo);
- A **Entrega** – quanto tempo demora a chegada do material de substituição;
- A **Frequência** – quantas falhas costuma ter por ano;
- O **Custo** – qual o valor monetário médio para reparar o equipamento.

	Prioridade A	Prioridade B	Prioridade C	Prioridade D
Segurança	Risco de vida	Risco de lesão	Risco mínimo	Risco irrelevante
Qualidade	Afeta gravemente o produto acabado ou o rendimento da fábrica	Afeta o produto acabado ou o rendimento da linha	Afeta pouco o produto acabado ou rendimento da linha	Efeitos irrelevantes na qualidade ou no processo
Disponibilidade	Equipamento trabalha 24h/dia	Equipamento trabalha 16h/dia	Equipamento trabalha 8h/dia	Equipamento trabalha < 8h/dia
Entrega	Falha implica paragem > 5 dias	Falha implica paragem >1 dia	Falha implica paragem > 2h	Falha implica paragem < 2h
Frequência	Falha semanalmente	Falha mais que 5 vezes ao ano	Falha menos de 5 vezes ao ano	Falha menos de uma vez por ano
Custo	>2500 € / Reparar	>500 € & <2500 € / Reparar	>150 € & <500 €	<150 €
Cumprimento de plano	100%	80%	50%	20%

Figura 8 – Matriz Prioridade

Com o apoio do Excel, realizou-se então uma análise da criticidade dos equipamentos de ambas as áreas (CNM e CRM) através de fórmulas que calculam o que está presente na Figura 9.

Esta criticidade foi colocada posteriormente em SAP, com o objetivo de possibilitar o melhor aproveitamento desta ferramenta, extremamente útil e eficaz na gestão da manutenção.

Esta informação permite aos supervisores identificar quais são os equipamentos críticos e os menos críticos, podendo, desta forma, prestar uma maior atenção e cuidados aos equipamentos principais, pois, devido ao número limitado de técnicos especializados para realizar a Manutenção Preventiva e à elevada dimensão da fábrica, não é possível realizar de forma aprofundada, manutenção a todos os equipamentos existentes em cada setor.

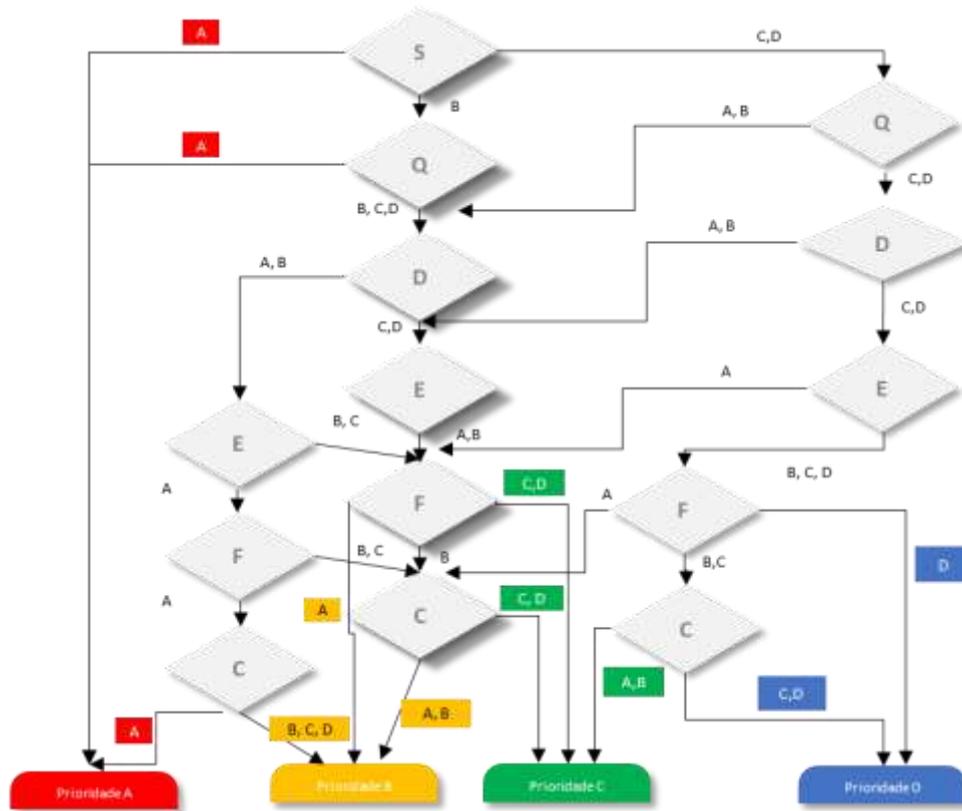


Figura 9 - Matriz prioridade (continuação)

Com esta análise concluiu-se que seria necessário analisar e melhorar a manutenção dos seguintes equipamentos, considerados críticos nas linhas:

Tabela 11 – Equipamentos de prioridade A no CNM

Equipamentos	Prioridade
Centrais Hidráulicas	A
Eclusas	A
Filtros	A
Misturadores Verticais	A
Prensas	A
Sacador	A
Tapete transportador	A
Ventilador	A
Manipulador	A

Tabela 12 - Equipamentos de prioridade A no CRM

Equipamentos	Prioridade
Bamburry	A
Diferenciais	A
Misturadores Abertos	A
Misturadores Verticais	A
Prensas	A

Tabela 13 - Outros equipamentos analisados

Equipamentos	Prioridade
Arrastos	B
Charriot	B
Quadro Elétrico	B

3.6 Análise dos componentes de desgaste dos equipamentos críticos e principais avarias

Após ser realizada a análise anterior, foram então analisados inicialmente os equipamentos com prioridade A e outros considerados importantes pelos Diretores e Supervisores da linha, com prioridade B, que, devido ao baixo risco de vida em caso de avarias nos mesmos, acabaram por não ter uma prioridade mais elevada, sendo, no entanto, necessária.

Sendo assim, através dos registos de avarias, foi criada uma tabela em Excel, com as principais causas de avarias, dos principais equipamentos, de forma a identificar quais poderiam ser as principais melhorias que deveriam ser aplicadas nas intervenções de manutenção e quais os componentes com maior número de falhas e maior número de intervenções.

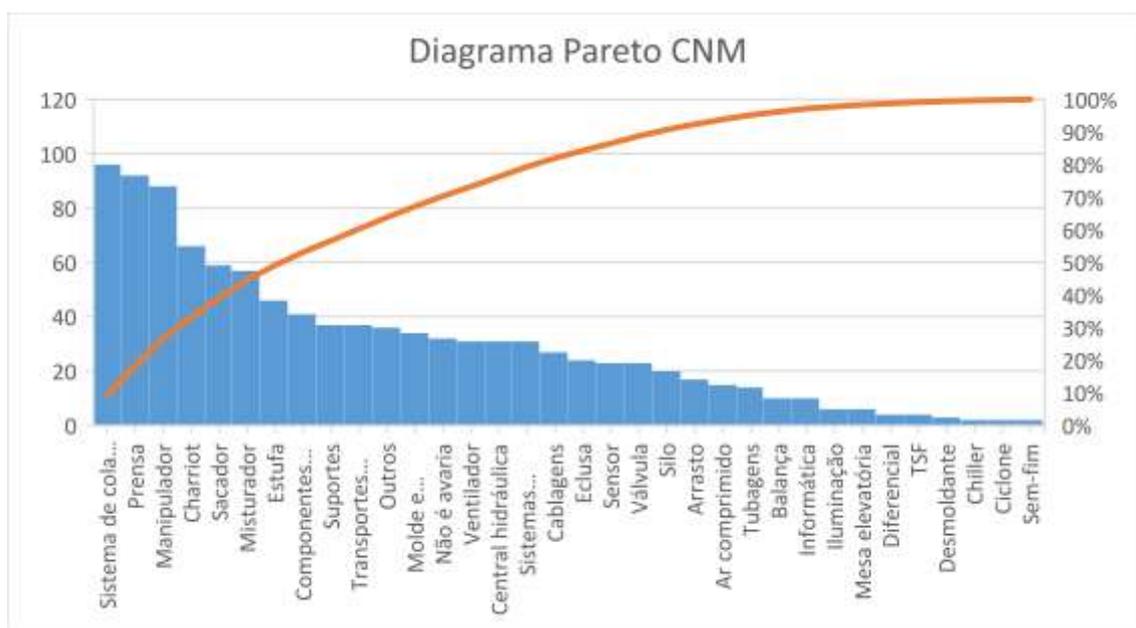


Figura 10 – Avarias Equipamentos A CNM

Nas Tabelas 14 e 15, podemos observar alguns dos resultados obtidos através da análise inicial de avarias. Foi também possível verificar o tempo perdido em intervenções de reparação, devido à falta de Manutenção Autónoma e Manutenção Preventiva.

Tabela 14 - Soluções de manutenção das Prensas CNM

Equipamento	Soluções	Nº de vezes	Tempo médio perdido por avaria (horas)
Prensa	Ajustar cilindro	5	01:30:00
	Lubrificar	3	00:30:00
	Reparar	3	04:00:00
	Reparar fugas	6	01:00:00
	Reparar componentes	16	00:45:00
	Substituição parafusos/anilhas/vedantes	7	03:30:00
	Substituição de sensores	11	01:00:00
	Limpeza do Sobre núcleo	3	00:45:00
	Reparações do sobre núcleo	33	01:35:00
	Substituição do sobre núcleo	3	02:00:00
Total		92	154:30:00

Tabela 15 – Soluções de manutenção do Sacador

Equipamento	Soluções	Nº de vezes	Tempo médio perdido por avaria (horas)
Sacador	Limpeza	4	02:30:00
	Reparações	2	02:30:00
	Repara fugas	18	01:00:00
	Substituir cilindro	5	02:00:00
	Substituir sensores	15	01:00:00
	Total		59

Um exemplo recorrente é o seguinte: devido à falta de limpeza diária do sacador, um dos equipamentos imprescindíveis para a linha funcionar corretamente, foi necessário parar duas horas e trinta minutos, em média em cada intervenção, algo que seria possível precaver se a manutenção diária ou semanal fosse realizada corretamente, o que iria aumentar consideravelmente a eficácia da linha.

A partir desta análise, foram verificados quais os componentes que tinham maior desgaste e maior número registado de avarias/paragens, dos equipamentos principais.

Depois disto, foi realizada uma análise em campo para conseguir recolher dados relativos às características dos equipamentos. Infelizmente, muitos dos equipamentos encontravam-se num estado de desgaste avançado, sujos ou mesmo sem identificação devido aos muitos anos de uso.

Com este trabalho foi criada uma lista dos vários equipamentos como ilustra a Tabela 16, que serve para posteriormente ser preenchida pelos técnicos e supervisores, onde estão disponibilizadas informações sobre os vários componentes de cada equipamento.

Tabela 16 – Análise dos componentes de uma central hidráulica e de paragens em cada avaria

Equipamento	Componente	Referência	Marca	Custo unitário	Tempo de Entrega
Central. Hidráulica	Motor	H1V 75 C L2/1 DX	Hidra <ulik< td=""> <td></td> <td></td> </ulik<>		
	Filtro	CS 05 A N	OIIIT		
	Válvula	DKER- 1631/2 10	BC ATOS		
	Válvula	DHO-0713P 20	ATOS		
	Potenciómetro	EN 837 0 a 400 bar			

Como é possível verificar na tabela anterior, um dos objetivos deste estudo seria também verificar o custo de falha de determinados equipamentos, ou seja, tendo em conta o tempo de entrega do componente e o custo de falha da linha devido à avaria do material, é possível calcular qual o prejuízo e se seria vantajoso ter o componente em stock.

Devido à antiguidade dos equipamentos, não foi possível obter dados suficientes sobre o custo dos mesmos, nem ao tempo de entrega dos componentes de substituição.

Estes dados serão futuramente atualizados pelos supervisores da manutenção, quando ocorrerem avarias nos equipamentos, de forma a permitir, no futuro, utilizar componentes iguais, permitindo a criação de stock nas várias áreas.

Na Tabela 17, é possível analisar os custos indiretos da Aglomeração de cilindros.

Tabela 17 - Custo indiretos da linha CNM AGCI por hora com 1 trabalhador

Centro de trabalho	Tipo Atividade	Tarifa total (€)	Tempo (h)	Tarifa por operador	Tarifa CC
CNMAGLCI	ENER-Ag/Cilindros	11 115,49	1000	11,12	141€
	GGFD-Ag/Cilindros	5 409,13	1000	5,41	
	MOD-Ag/Cilindros	16 786,00	1000	16,79	
	MAQ-Ag/Cilindros	24 283,59	1000	24,28	

Como existem 6 trabalhadores na linha em causa, o MOD – Mão de obra Direta - tem que ser multiplicado por esse número. Sendo assim tem um custo de falha de cerca de 141 €/hora, não considerando custo diretos com a reparação.

Nos gráficos abaixo podemos verificar os custos indiretos provenientes de avarias que muito provavelmente ocorreram por falta de Manutenção quer autónoma quer preventiva comprovando a necessidade de resolver estes problemas que, ao longo do tempo trazem um enorme prejuízo para a empresa.

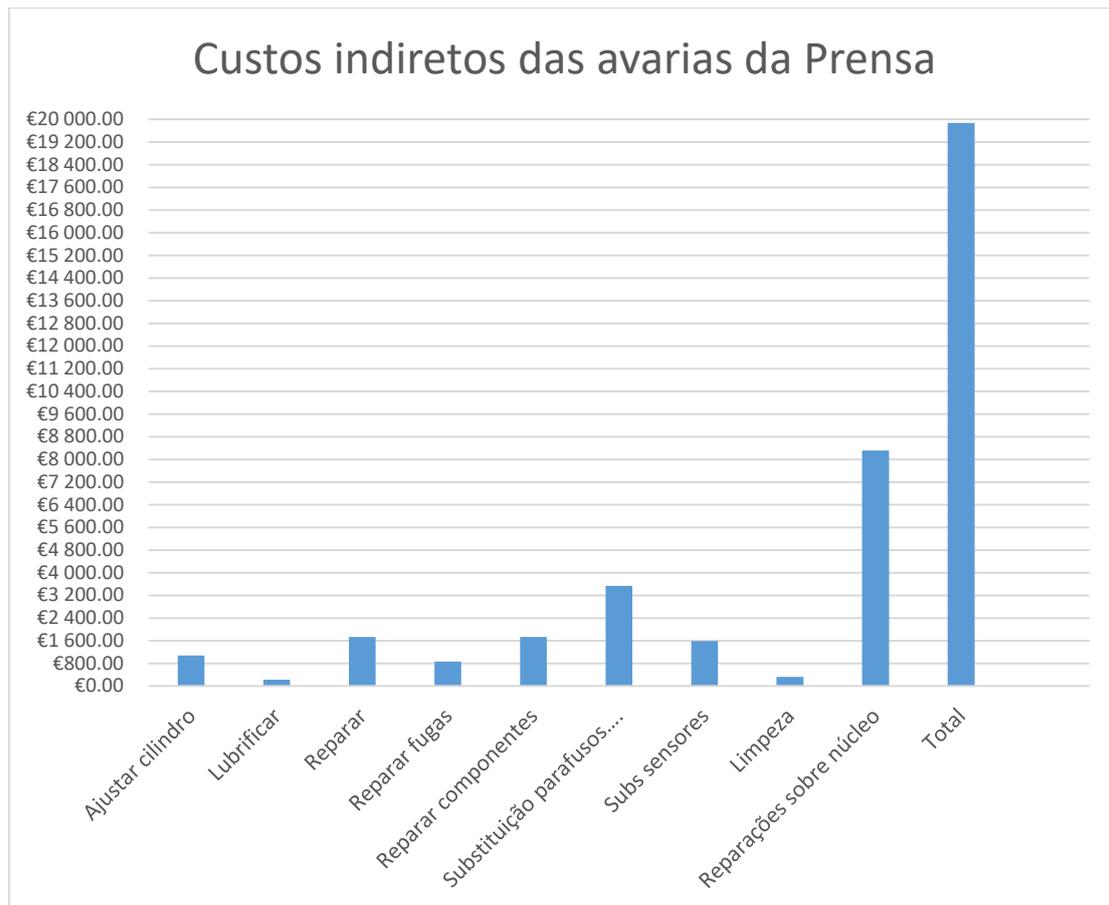


Figura 11 – Prejuízo na Prensa do CNM com avarias por falta de Manutenção

Para além destes valores, existem vários custos diretos, como por exemplo a mão de obra necessária para realizar estas reparações, o custo dos equipamentos necessária para realizar as ações e mesmo os componentes necessários para reparar os equipamentos.

A mesma análise inicial foi realizada na outra área da empresa designada por CRM, tendo sido também analisados os equipamentos de Prioridade A, e posteriormente equipamentos com outra criticidade, mas críticos para a produtividade da linha.

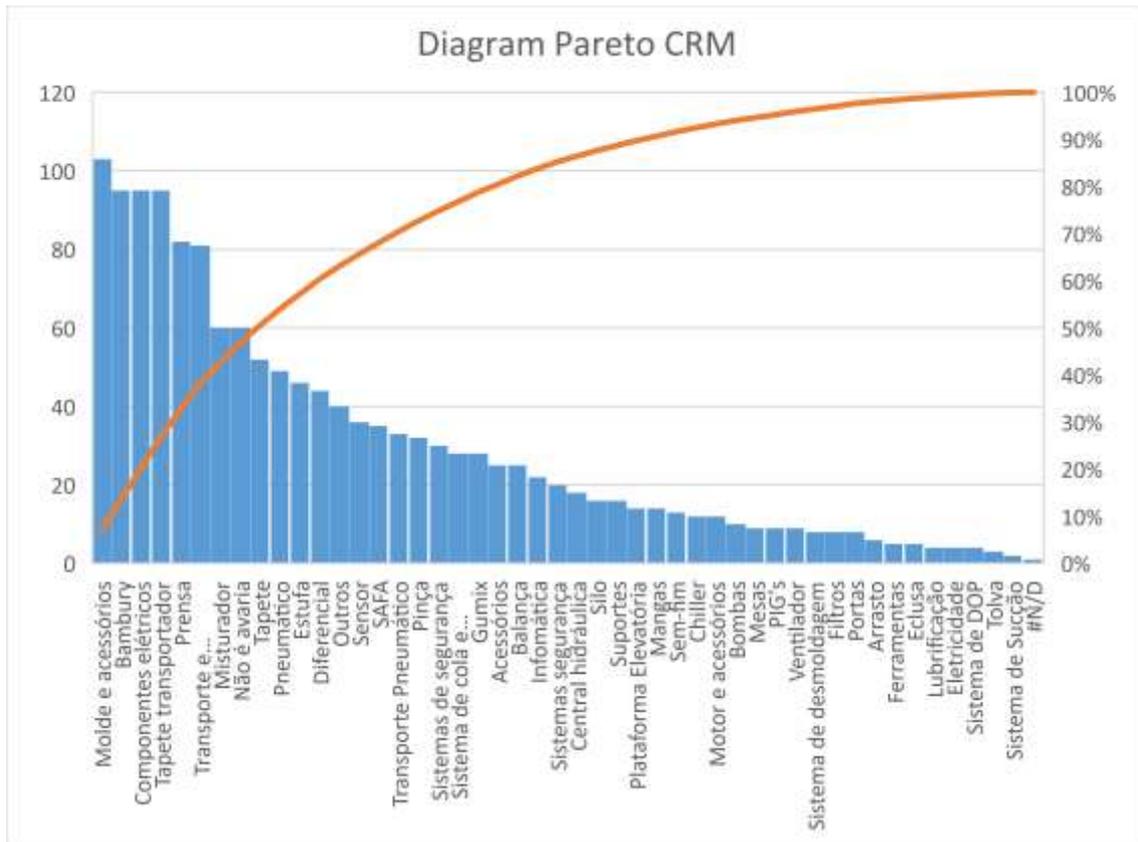


Figura 12 – Diagrama de Pareto CRM

Conforme o Diagrama demonstra, as principais avarias incidem nos moldes, no Bamburry, componentes elétricos (sensores, entre outros), no tapete transportador e na prensa. Tal como no CNM, foi realizada uma análise específica a cada uma destas situações, de forma a organizar as avarias de cada equipamento, as respetivas soluções e retirar o tempo gasto em reparações e tempo de paragem, em média, em cada uma delas.

Nas Tabelas 18 e 19, é possível observar alguns dos resultados obtidos através da análise inicial de avarias.

Tabela 18 - Soluções de manutenção do Bambury

Equipamento	Soluções	Nº de vezes	Tempo médio perdido por avaria (horas)
Bambury	Afinar/substituir sensores	15	1:30:00
	Limpeza	7	2:00:00
	Lubrificar	12	1:30:00
	Rearmar	6	0:45:00
	Reparar fugas	2	1:00:00
	Substituir componentes	16	1:15:00
	Total		95

Tabela 19 - Soluções de manutenção da Prensa do CRM

Equipamento	Soluções	Nº de vezes	Tempo médio perdido por avaria (horas)
Prensa	Afinar/substituir sensores	5	1:30:00
	Limpeza	5	1:00:00
	Reapertar	9	1:30:00
	Rearmar	5	0:45:00
	Reparar	2	1:00:00
	Reparar braço	2	2:00:00
	Substituir parafusos ou acessórios	16	1:45:00
	Substituir sensores	10	1:30:00
	Total		82

Com esta análise, tal como demonstrado anteriormente, analisaram-se os equipamentos e componentes com maior desgaste daqueles que eram os mais importantes para as linhas.

Tabela 20 - Análise dos componentes de uma central hidráulica e de paragem em cada avaria

Equipamento	Componente	Referência	Marca	Custo unitário	Tempo de Entrega
Misturador Aberto	Válvula de corte	228.52.9.1/2	Pneumax		
	Cilindro pneumático	1319.80.25	Pneumax		
	Motor	M2BA 315 SMA 4B3	ABB Motors		
	Motor	LSES200LR	Nidec Leroy-Somer		
	Pistola ar comprimido	25/B1-050126	Ferrai		
	Rolamentos	6001 EE	-		
	Facas	DIAM=180 B-24/205.0 CR	-		
	Veio facas	B-24/205.0 CR	-		
	Bomba de massa	GMF - B	WOERNE R		
	Injetores (bomba de massa)	UH 710	HL500 Böhmer GmbH		
	Kit reparação junta rotativa	655-527-124 DN50	Deublin		

Assim como no CNM, retiraram-se alguns componentes de equipamentos críticos, de forma a posteriormente ser possível verificar qual o custo de falha de cada equipamento desta linha e assim também verificar quais os componentes que serão vantajosos ter em stock.

Também no CRM, não foi possível obter todos os dados necessários para realizar esta análise, ficando decidido, juntamente com a direção de cada área, que esta análise iria ser realizada posteriormente, quando ocorressem avarias e fosse necessário substituir o material em causa.

Ao analisar as Tabelas 21 e 22, podemos retirar o custo indireto de cada paragem em duas zonas do CRM:

Tabela 21 - Custo Indireto Cilindros CRM – Aglomeração cilindros

Centro de trabalho	Tipo Atividade	Tarifa total (€)	Tempo (h)	Tarifa por operador	Tarifa CC
CRM-Agl Cilindr	ENER- Cil.Aglom.Ds/Rr	17 139,36	1000	17.14	156€
	GGFD- Cil.Aglom.Ds/Rr	10 987,32	1000	10.98	
	MAQ- Cil.Aglom.Ds/Rr	28 257,29	1000	28.25	
	MOD- Cil.Aglom.Ds/Rr	16 566,38	1000	16.56	

Tabela 22 - Custo Indireto Cilindros CRM – Plyuups

Centro de trabalho	Tipo Atividade	Tarifa total (€)	Tempo (h)	Tarifa por operador	Tarifa CC
CRM-Agl Plyups	ENER-Plyups	37 267,07	1000	37,27	76€
	GGFD-Plyups	1 073,34	1000	1,07	
	MAQ-Plyups	10 210,61	1000	10,21	
	MOD-Plyups	13 553,93	1000	13,55	

Tal como no CNM o valor do MOD, tem que ser multiplicado pelo número de trabalhadores, que neste caso são 6 operadores, o que dá um custo de falha por hora de 156€/hora.

Assim sendo, podemos verificar os custos indiretos provenientes de avarias que muito provavelmente ocorreram por falta de Manutenção comprovando, mais uma vez a necessidade de encontrar soluções que possibilitem a ocorrência de um menor número de avarias e respetivas paragens.

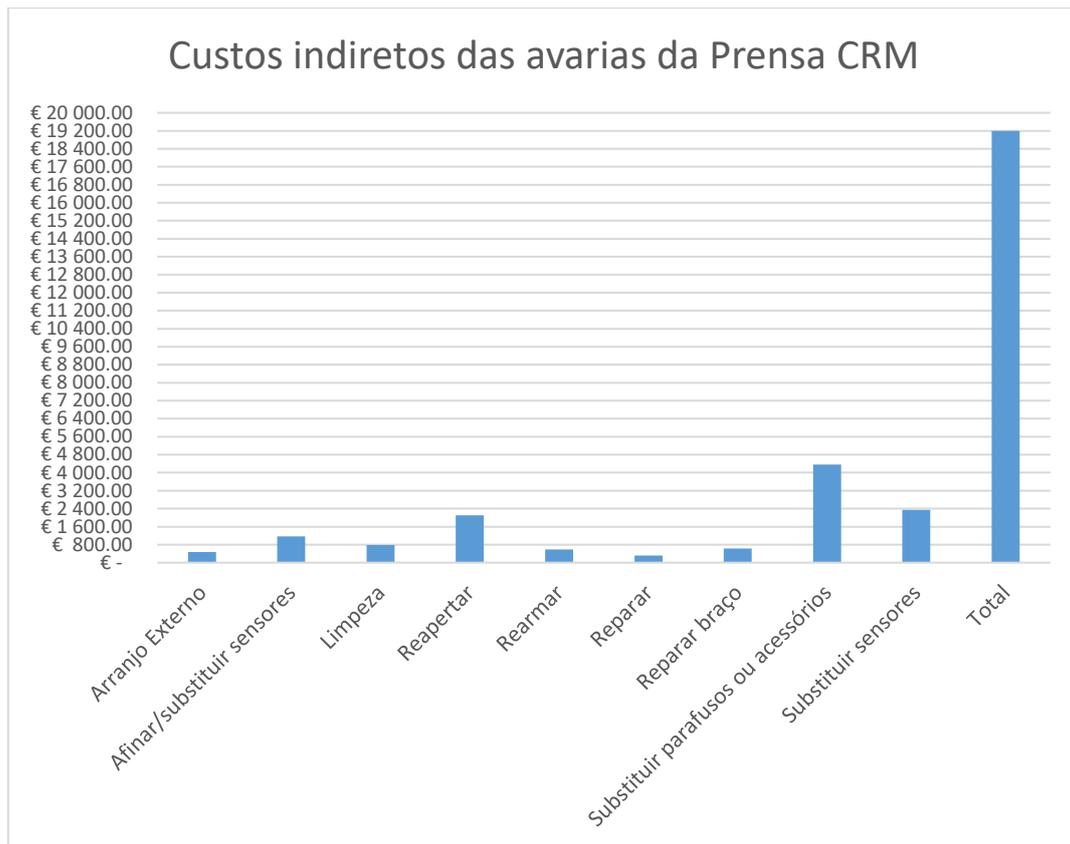


Figura 13 - Prejuízo na Prensa do CNM com avarias por falta de Manutenção

Assim como no CNM, no gráfico anterior, é possível verificar os custos indiretos referentes a apenas um dos equipamentos críticos da área em questão, considerando tempos médios de paragem para realizar intervenções no equipamento e voltar a colocar a linha em pleno funcionamento. Ficando ainda por acrescentar os custos diretos da avaria.

Comprovada a necessidade de diminuir estes custos e aumentar a disponibilidade dos equipamentos de ambas as áreas, foram efetuadas diversas melhorias com esse mesmo objetivo, tal como será demonstrado posteriormente.

3.7 Melhoria na Manutenção Autónoma das Linhas

Como falado anteriormente, existe um grande número de paragens que poderiam ser evitadas caso a manutenção autónoma e preventiva fosse efetuada. De forma a tentar que estes dois tipos de manutenção sejam efetuados corretamente e cumpridas as suas periodicidades previstas, foi decidido que seria necessário melhorar os planos da Manutenção autónoma.

Através de uma boa manutenção autónoma, a qual se refere às tarefas mais simples e recorrentes a serem executadas para manter as condições ideais do equipamento, tornando-se assim possível para os Técnicos de Manutenção concentrarem-se em tarefas mais técnicas e específicas dos diversos equipamentos durante as manutenções Preventivas.

Sendo assim, e após análise dos planos de Manutenção Autónoma, chegou-se à conclusão de que algumas das tarefas que faziam parte do plano de preventivas dos equipamentos, poderiam também ser adjudicadas à produção.

Desta forma, foram criados e melhorados os planos de manutenção autónoma das linhas do CNM e CRM, como por exemplo o plano dos dois Misturadores Abertos apresentado na Figura 14.

Linha: CRM - CR2		PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA - MAB								
Legenda dos Símbolos:		Legenda de cores (Frequência):								
Nº	Equipamento	Tipo de intervenção	Órgão	Ferramenta / Material	Instrução	Frequência	Quando Fazer?	Tempo execução		
1	MAB		Grupo FRL	Hidroliv 15	Purga da água do copo e atesto do óleo de lubrificação.	DIÁRIA	Todos os turnos	3		
2			Bomba de massa	Massa Belona EP2	Verificação do nível e atesto			2		
3			Mancais	Palpação	Observação da temperatura.			1		
4			Refrigeração	Palpação	Observação da temperatura.			1		
5			Motor		Análise de ruídos de funcionamento			1		
6			Seguranças		Teste de Seguranças			1		
7			Misturador	Material de limpeza	Limpeza de toda a área envolvente.			5		
8			Quadros Elétricos	Pano	Limpeza exterior dos quadros elétricos.	SEMANAL (sexta feira)	Todos os turnos (alternando)	10		
9			Misturador	Material de limpeza	Limpeza geral do equipamento	15				

Figura 14 – Manutenção Autónoma do Misturador aberto numa das linhas do CRM

Como se pode observar, nestes planos estão presentes as seguintes informações:

- Área e linha;
- Equipamento;
- Tipo de intervenção – Lubrificação, limpeza, inspeção visual e intervenção;
- Órgão do equipamento;
- Ferramenta necessária para realizar a intervenção;
- Instruções de forma a homogeneizar as tarefas dos técnicos e a garantir que tudo o que é necessário é realizado;
- Frequência – específica, diária, semanal e mensal;
- Quando deverá ser realizada a intervenção – início ou final de um turno, entre outras opções.

Para ajudar os Operadores a realizarem estas operações, foram dadas formações e adicionados elementos de gestão visual, identificando os equipamentos com os mesmos símbolos apresentados em “Tipo de intervenção”.

Todos os equipamentos prioritários vão ser identificados, de forma visível, como na imagem apresentada na Figura 15.



Figura 15 - identificações visuais de manutenção autónoma numa máquina de corte

3.8 Melhoria dos planos de Manutenção Preventiva

Tal como visto anteriormente, grande parte da manutenção na empresa onde foi realizado o estágio, são manutenções corretivas. Desta forma, surgiu a necessidade de alterar e melhorar os planos de manutenção preventiva com o intuito de reduzir o número de avarias das máquinas mais importantes, de ambas as áreas em causa, aumentar o tempo de vida destas e a sua disponibilidade, retirando o maior rendimento possível das mesmas.

Para isto, os equipamentos de criticidade “A” foram mais uma vez analisados de forma a tornar as intervenções de manutenção preventiva adequadas a cada equipamento, ou seja, a manutenção de uma central hidráulica poderá ser diferente de uma outra central hidráulica, para tal, e, após a identificação dos equipamentos de desgaste falados anteriormente, foi possível criar planos específicos para alguns dos equipamentos prioritários, como o apresentado nas Figuras abaixo.

Linha: CRM - CR2		PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA - PRE							
Legenda dos Símbolos: 		Legenda de cores (Frequência): 							
Nº	Equipamento	Tipo de Intervenção	Órgão	Ferramentas	Instrução	Frequência	Quando Fazer?	Tempo execução	
1	PRE		Cilindros e Válvulas	Pistola Lavagem	Limpeza cilindros e válvulas.	5 MESES		25	
2			Cilindros e válvulas		Verif fugas em cilindros e válvulas.			10	
3			Motores		Verificação fugas em motores.			3	
4			Guias e casquilhos		Verif guarnições e casquilhos.			5	
5			Parafusos		Verif estado parafusos de aperto.			5	
6			Óleo		Verif nível óleo e fugas.			7	
7			Chumaceiras		Lubrificação chumaceiras.			15	
8			Grupo FRL		Reposição do nível óleo nos FRL.			5	
9			Segurança		Verifique sistemas segurança.			3	

Figura 16 - Plano manutenção preventiva Prensa

Linha: CRM - CR2		PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA - BAM							
Legenda dos Símbolos: 		Legenda de cores (Frequência): 							
Nº	Equipamento	Tipo de intervenção	Órgão	Ferramentas	Instrução	Frequência	Quando Fazer?	Tempo execução	
1			Bombas de Lubrificação		Verif. pressão bombas lubrificação	1 MÊS		2	
2			Mancais		Verificação temperatura manceis			3	
3			Refrigeração		Verif. sistema refrigeração			3	
4			Motor		Verificar ruídos no motor.			2	
5			Cilindros e Válvulas		Verif. fugas cilindros e válvulas.			10	
6			Porta descarga		Verif. funcionamento porta descarga			5	
7			Bombas		Verificação funcionamento bombas			5	

Figura 17 - Plano de Manutenção Preventiva do Bambury

Com o objetivo de uniformizar o trabalho dos técnicos de manutenção, foram também criados algumas OPL's, para garantir que todas as instruções são realizadas conforme é necessário, para garantir a melhor eficiência do equipamento e a homogeneização dos trabalhos realizados por parte dos operadores

ONE POINT LESSON (OPL)

Tema:	Manutenção Preventiva VEN 270	
Responsabilidade:		Data:

1) Correias: <ul style="list-style-type: none"> • Retirar blindagem e verificar desgaste, assim como o tensionamento; 	Componentes: 4 x Correias -SPB 2120 Material necessário:
---	---




2) Chumaceira: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar aquecimento/vibrações/ruídos; • Lubrificar; 	Componentes: Chumaceira Material necessário: Recipientes com lubrificantes
--	---




3) Sistemas de segurança: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar integridade das proteções mecânicas da transmissão (fixações, orifícios anormais/corrosão); 	Componentes: Material necessário: Chave de bocas e roquete 13
--	--




4) Motor: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar integridade da proteção mecânica (bicha) dos condutores elétricos; 	Componentes: Material necessário: chave de bocas e roquete 13
---	--




ACC.824.1

Figura 18 - OPL Manutenção Preventiva do Ventilador

Nas OPL's criadas é possível retirar as ações necessárias a serem realizadas, os componentes a serem analisados e inspecionados, e o material necessário para realizar as manutenções.

Grande parte destas OPL's, não foi possível tirar fotos aos componentes, devido ao difícil acesso (locais com portas de segurança, blindagens, etc.) e também devido a falta de

manutenção dos equipamentos, o que não permitiu acompanhar os operadores, de forma a tirar fotografias para colocar nas OPL's.

De forma a conciliar toda a informação que foi criada, e de tornar mais prático o acesso a todas as componentes dos respetivos equipamentos, assim como os novos planos criados, foi criado um template onde estão presentes todos os equipamentos das áreas e tudo que os envolve.

Unidade Industrial	Equipamento	Código	Possibilidade	Manutenção Assistém	Manutenção Preventiva	OPL's	Componentes
CRM	BAM 002	3002943	S	MA - CRM - CR2.xlsx	MPMP - CRM - CR2.xlsx		Componentes/Bambury.xlsx
CRM	MAB 003	3002944	S	MA - CRM - CR2.xlsx	MPMP - CRM - CR2.xlsx		Componentes/Misturadora.xlsx
CRM	MAB 006	3002948	S	MA - CRM - CR2.xlsx	MPMP - CRM - CR2.xlsx		Componentes/Misturadora.xlsx
CRM	MAB 007	3002954	S	MA - CRM - CR2.xlsx	MPMP - CRM - CR2.xlsx		Componentes/Misturadora.xlsx
CRM	MAB 008	3002955	S	MA - CRM - CR2.xlsx	MPMP - CRM - CR2.xlsx		Componentes/Misturadora.xlsx
CRM	MVE 003	3003043	S	MA - CRM - DE.xlsx	MA - CRM - DE.xlsx		Componentes/Misturadora.xlsx
CRM	PRE 053	3002953	S	MA - CRM - CR2.xlsx	MPMP - CRM - CR2.xlsx		Componentes/Pressa.xlsx
CRM	PRE 056	3002952	S	MA - CRM - CR2.xlsx	MPMP - CRM - CR2.xlsx		Componentes/Pressa.xlsx
CRM	PRE 055	3002958	S	MA - CRM - CR2.xlsx	MPMP - CRM - CR2.xlsx		Componentes/Pressa.xlsx
CRM	PRE 056	3002959	S	MA - CRM - OS.xlsx	MA - CRM - OS.xlsx		Componentes/Pressa.xlsx
CRM	PRE 050	3003044	S	MA - CRM - DE.xlsx	MA - CRM - DE.xlsx		Componentes/Pressa.xlsx

Figura 19 - Template de todos os Equipamentos CRM e respetivos componentes

3.9 Manutenção baseada na condição – CBM

Este tipo de manutenção, é realizada consoante a condição do equipamento no momento, através de inspeções, testes e ações, tendo em atenção diversos parâmetros, tais como a temperatura, as vibrações, o ruído e a pressão, através de uma vigilância permanente ou periódica.

Durante o estágio foi possível observar que as intervenções de manutenção preventiva que foram sempre realizadas provém da perceção dos técnicos da manutenção e experiência dos mesmos, o que faz com que as intervenções não sejam tão fidedignas como deveriam.

Na Figura 20 podemos observar como é realizado neste momento a perceção de vibrações de um equipamento, sendo possível ver na imagem as mãos do técnico de manutenção a tentar perceber se a vibração do componente é superior ao normal. Este método é utilizado em vários equipamentos e nem sempre é eficaz, pelo facto de ser bastante rudimentar e desatualizado.



Figura 20 - Monitorização de vibrações

De forma a melhorar este aspeto, seria necessário adquirir equipamentos próprios para ser possível tornar este tipo de ações mais corretas e precisas para ter uma melhor noção do estado de condição do equipamento, precavendo assim uma falha num equipamento crítico, desnecessária. Com isto seria possível tomar decisões de intervenções mais oportunas e informadas.

Alguns exemplos de melhorias a serem implementadas, seria a utilização de sensores de vibração, a termografia, para detetar variações na temperatura principalmente em equipamentos elétricos ou eletrónicos.

Este tipo de manutenção permite também um menor custo nas intervenções de manutenção realizadas, tornando-as mais flexíveis, pois a intervenção só é efetuada quando a falha do equipamento é iminente, evitando a sua substituição enquanto não houver características que demonstrem que o tempo de vida do equipamento/componente está a terminar. [37]

3.10 5S na Oficina Auto

Como foi descrito no ponto 2.2.5 desta dissertação, a metodologia dos 5S é a base dos oito pilares da TPM, e consiste na implementação de cinco atividades que permitem tornar o local de trabalho organizado e limpo, possibilitando uma redução de tempo na realização das tarefas.

O tema desta dissertação é a implementação de dois pilares importantes da metodologia TPM, no entanto, depois de passar vários meses no departamento de manutenção e de ter verificado que para além de implementar pilares era necessário corrigir alicerces, em conjunto com o meu orientador de estágio na empresa, foi-me sugerido a reorganização da Oficina Auto.

Por isso, nos últimos dias do estágio também foram efetuadas melhorias e discutidas diversas ideias para melhorar essa zona fulcral da empresa, local onde são realizadas, principalmente, as intervenções de manutenção dos empilhadores e qualquer outro tipo de veículo, utilizado para transportar quer o produto acabado, quer material necessário para produzir, quer outros tipos de equipamentos.

Sendo assim, de forma a melhorar e tornar mais eficazes as intervenções de manutenção, foi utilizada uma metodologia 5S para tornar o local mais arrumado e organizado.

Para tal, foi necessário recolher informações relativamente a todos os componentes disponíveis neste local e com a experiência do operador local, saber ao certo o que é realmente necessário aceder de forma mais rápida e as respetivas quantidades.

Para organizar o parque dos empilhadores, foi criada uma lista para cada empilhador com o objetivo de ser feita a rastreabilidade da quantidade e tipo de empilhador existente. A Figura 21 mostra um exemplo do tipo de lista criada para os diferentes empilhadores.

Outra das melhorias implementadas, para tornar o local mais limpo, organizado e seguro para os técnicos foi reorganizar o stock de consumíveis.

Nas imagens seguintes também é possível observar as alterações realizadas, na Figura 22 conseguimos ver como se encontrava o local desorganizado, e nas Figuras 23 e 24 é possível ver como ficou organizado, e com as quantidades necessárias de material a utilizar.



Nº empilhador:	EMP 024
Área de Produção:	Oficina Auto
Ano de Fabrico:	1989
Marca:	NISSAN
Modelo:	EH02A20U
Nº de série:	EH02003395
Combustível:	Gasóleo
Rodado à frente:	Duplo 7.00 R12
Rodado a trás:	2 rodas singulares 6.00 R9
Tipo de pneu dianteiro:	Pneumático
Tipo de pneu traseiro:	Pneumático
Função (garfo/pinça):	Garfo

Figura 21 - Lista dos empilhadores criada



Figura 22 – Antes da aplicação dos 5S



Figura 23 – Após aplicação 5S (1)



Figura 24 – Após aplicação 5S (2)

Será efetuada também a identificação, colocando novas etiquetas, de forma a manter o local organizado e de fácil acesso para a utilização dos diversos produtos para qualquer utilizador do local.

Também foram discutidas ideias para uma melhor organização dos empilhadores e dos equipamentos necessários para realizar as manutenções destes.

Desta forma, na Figura 25, conseguimos observar algumas alterações que vão ser efetuadas quando o trabalho na empresa parar. Será identificado no chão da oficina o local de estacionamento dos empilhadores operacionais, e o local dos empilhadores que estarão em reparação.

Este trabalho ficou em aberto, devido ao término do estágio, no entanto terá continuidade.



Figura 25 – Identificação dos locais para reparações na Oficina Auto

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho foi implementar dois dos pilares do TPM, em duas áreas da empresa em causa, devido à elevada necessidade do aumento de produtividade e da diminuição de paragens dos equipamentos.

Na seguinte tabela, podemos ter uma noção dos objetivos iniciais que me foram propostos, ou mesmo de objetivos que surgiram ao longo do estágio.

Objetivo	CNM	CRM
Identificação dos equipamentos críticos;	Concretizado 	Concretizado 
Melhoria dos planos de manutenção Autónoma;	Concretizado 	Concretizado 
Melhoria dos planos de Manutenção Preventiva;	Concretizado 	Concretizado 
Criação de OPL's;	Em execução 	Em execução 
Análise dos componentes de desgaste;	Em execução 	Em execução 

Com a dissertação realizada, ficou comprovada a elevada necessidade de grandes alterações no departamento de manutenção com o objetivo de diminuir custos, prolongar o tempo de vida dos equipamentos e aumentar a produtividade e eficiência dos mesmos.

Para isto é necessário para além do trabalho realizado, alterar a mentalidade dos vários departamentos e respetivos superiores, pois só assim é que as medidas implementadas vão surtir efeito.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Após este trabalho, e devido ao elevado número de paragens em toda a empresa causadas pela falta de manutenção preventiva em máquinas já com algum tempo de vida, todos os departamentos da empresa, decidiram ter mais atenção a todos os aspetos referentes à manutenção Autónoma e Preventiva.

Desta forma, será realizada uma análise ABC, mais aprofundada, tendo por base a matriz apresentada neste trabalho, mas tendo especial atenção a cada equipamento de forma mais individual, em cada setor. Cada departamento terá um Supervisor de manutenção responsável por essa análise.

Cada departamento ficou responsável por, no momento de cada avaria, recolher os vários dados dos componentes dos equipamentos, com o objetivo de diminuir o tempo de reparação, pois logo que algo esteja avariado, é possível saber o que é necessário possuir para realizar as respetivas reparações. Por outro lado, isto também irá permitir saber o que é necessário e vantajoso ter, ou não, em stock, diminuindo principalmente os tempos de espera e mais uma vez, aumentando a produtividade.

Na Oficina auto, será utilizada a Metodologia dos 5S de forma a tornar o local mais seguro e mais fácil de realizarem todas as operações necessárias. Os locais próprios para os empilhadores serão assinalados, assim como cada um destes terá uma listagem dos seus componentes, como mencionado anteriormente.

4.2.1 Melhorias no departamento da Manutenção

Tal como dito anteriormente e tal como está presente nos planos, grande parte da manutenção preventiva realizada na empresa, é feita através do tato ou audição efetuada por operadores, o que torna a manutenção pouco fiável. Desta forma, seria possível melhorar a manutenção da empresa se fossem utilizados equipamentos próprios para estas inspeções, e aplicar o tipo de manutenção baseada na condição de forma correta e com equipamentos próprios para a monitorização.

Poderiam ser utilizados equipamentos, tais como:

- Câmaras para inspeção termográfica, para a monitorização da variação da temperatura;
- Medidores de vibrações, para monitorização de equipamentos rotativos;
- Medidores de ruído, para a monitorização acústica – sonómetros.

A utilização destes equipamentos implicaria dar formação aos operadores, no entanto seria sempre possível numa primeira abordagem e de forma a não acarretar custos para a empresa estudar a viabilidade de contratar uma empresa para efetuar este tipo de manutenção.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] R. Martins, M. T. Pereira, L. P. Ferreira, J. C. Sá, and F. J. G. Silva, “Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory Rita,” vol. 51, no. 2020, 2021.
- [2] L. Martins, F. J. G. Silva, C. Pimentel, R. B. Casais, and R. D. S. G. Campilho, “Improving Preventive Maintenance Management in an Energy Solutions Company,” *Procedia Manuf.*, vol. 51, no. 2019, pp. 1551–1558, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.216.
- [3] The British Standards Institution 31 January 2018, ISBN 978 0 580 90370 0.
- [4] R. K. Mobley, “Role of Maintenance Organization,” *An Introd. to Predict. Maint.*, pp. 43–59, 2002, doi: 10.1016/b978-075067531-4/50003-8.
- [5] A. C. Márquez, *The Maintenance Management Framework*. 2007.
- [6] J. P. Pinto, *Manutenção LEAN*. Lisboa, 2013.
- [7] I. P. S. Ahuja and J. S. Khamba, “Total productive maintenance: Literature review and directions,” *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 25, no. 7, pp. 709–756, 2008, doi: 10.1108/02656710810890890.
- [8] P. Muchiri, L. Pintelon, L. Gelders, and H. Martin, “Development of maintenance function performance measurement framework and indicators,” *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 131, no. 1, pp. 295–302, 2011, doi: 10.1016/j.ijpe.2010.04.039.
- [9] G. Pinto, F. J. G. Silva, N. O. Fernandes, R. Casais, A. Baptista, and C. Carvalho, “Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology,” *Int. J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 11, no. 3, pp. 192–204, 2020, doi: 10.24867/IJIEM-2020-3-264.
- [10] A. Kumar Sharma, A. Joshi, and V. Jurwall, “Performance measurement metrics in TPM: A contextual view to training and development,” *Mater. Today Proc.*, vol. 28, no. xxxx, pp. 2476–2480, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.796.
- [11] M. Suryaprakash, M. Gomathi Prabha, M. Yuvaraja, and R. V. Rishi Revanth, “Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm,” *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.02.820.
- [12] S. Ferreira, L. Martins, F. J. G. Silva, R. B. Casais, R. D. S. G. Campilho, and J. C. Sá, “A novel approach to improve maintenance operations,” *Procedia Manuf.*, vol. 51, no. 2020, pp. 1531–1537, 2020, doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.213.
- [13] I. M. Ribeiro, R. Godina, C. Pimentel, F. J. G. Silva, and J. C. O. Matias, “Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line,” *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 1574–1581,

- 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.128.
- [14] M. D. O. dos Reis, R. Godina, C. Pimentel, F. J. G. Silva, and J. C. O. Matias, "A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction," *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 908–915, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.173.
- [15] V. Pascal, A. Toufik, A. Manuel, D. Florent, and K. Frédéric, "Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy," *Control Eng. Pract.*, vol. 82, no. July 2017, pp. 86–96, 2019, doi: 10.1016/j.conengprac.2018.09.019.
- [16] G. F. L. Pinto, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, R. B. Casais, A. J. Fernandes, and A. Baptista, "Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools," *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 1582–1591, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.127.
- [17] C. Costa, L. Pinto Ferreira, J. C. Sa, and F. J. G. Silva, "Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company," pp. 001–012, 2018, doi: 10.2507/daaam.scibook.2018.01.
- [18] P. Guariente, I. Antonioli, L. P. Ferreira, T. Pereira, and F. J. G. Silva, "Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer," *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 1128–1134, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.174.
- [19] N. Patel and S. Shah, "A Review on Implementation of Six Sigma in Manufacturing Industries," *J. Emerg. Technol. Innov. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 368–371, 2015, [Online]. Available: <http://www.jetir.org/papers/JETIR1502035.pdf>.
- [20] B. G. Mwanza and C. Mbohwa, "Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company," *Procedia Manuf.*, vol. 4, no. less, pp. 461–470, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.11.063.
- [21] R. Singh, A. M. Gohil, D. B. Shah, and S. Desai, "Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study," *Procedia Eng.*, vol. 51, no. NUIZONE 2012, pp. 592–599, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.01.084.
- [22] R. Thorat and G. T. Mahesha, "Improvement in productivity through TPM Implementation," *Mater. Today Proc.*, vol. 24, pp. 1508–1517, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.04.470.
- [23] O. C. Chikwendu, A. S. Chima, and M. C. Edith, "The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company," *Heliyon*, vol. 6, no. 4, p. e03796, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03796.
- [24] H. Pačaiová and G. Ižaríková, "Base principles and practices for implementation of total productive maintenance in automotive industry," *Qual. Innov. Prosper.*, vol. 23, no. 1, pp. 45–59, 2019, doi: 10.12776/QIP.V23I1.1203.
- [25] A. Kumar Gupta and R. K. Garg, "OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study," *Int. J. IT, Eng. Appl. Sci. Res. Int. Res. J. Consort.*, vol. 1, no. 1, pp. 2319–4413, 2012.

- [26] S. Gaikwad and A. Kumar, "A REVIEW ON TOTAL PRODUCTIVE," vol. 6, no. 2, pp. 948–952, 2018.
- [27] J. D. Morales Méndez and R. S. Rodriguez, "Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 92, no. 1–4, pp. 1013–1026, 2017, doi: 10.1007/s00170-017-0052-4.
- [28] N. I. Kasim, M. A. Musa, A. R. Razali, N. Mohamad Noor, and W. A. N. Wan Saidin, "Improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) through Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in Manufacturing Industries," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 761, no. May, pp. 180–185, 2015, doi: 10.4028/www.scientific.net/amm.761.180.
- [29] S. Nakajima, *TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance*. 1989.
- [30] P. Willmott and D. McCarthy, "TPM - A Route to World-Class Performance," 2001.
- [31] I. P. S. Ahuja and J. S. Khamba, "Total productive maintenance implementation in a manufacturing organisation," *Int. J. Product. Qual. Manag.*, vol. 3, no. 3, pp. 360–381, 2008, doi: 10.1504/IJPQM.2008.017504.
- [32] M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, and D. Ait-Kadi, *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. 2009.
- [33] R. Gulati, *Maintenance and Reliability Best Practices*. 2012.
- [34] A. Kelly, *Managing Maintenance Resources*. 2006.
- [35] M. Rodrigues and K. Hatakeyama, "Analysis of the fall of TPM in companies," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 179, no. 1–3, pp. 276–279, 2006, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2006.03.102.
- [36] Amorim Cork Composites, "Amorim Cork Composites," 2021. <https://amorimcorkcomposites.com/pt/sobre-nós/amorim-cork-composites/> (accessed Jan. 27, 2021).
- [37] M. A. J. uit het Broek, R. H. Teunter, B. de Jonge, and J. Veldman, "Joint condition-based maintenance and condition-based production optimization," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 214, no. April, p. 107743, 2021, doi: 10.1016/j.ress.2021.107743.

ANEXOS

6.1 ANEXOS

6 ANEXOS

6.1 Template Avarias

Soluções	Familia	Equipamento Esp	Solução Esp.
bomba da cola esta a verter fuga	Sistema de cola e	Bomba de cola ou ac	Reparar
Bomba hidraulica com acoplamento motor bomba danificado	Central hidráulica	Bomba hidráulica	Substituir
BOMBA HIDRAULICA NAO FUNCIONA	Central hidráulica	Bomba hidráulica	Rearmar
braco nao abre derivado ao cilindro pneumatico estar partido	Sacador	Sacador	Substituir cilindro
Cabo da bomba hidraulica com fios traçados	Charriot	Charriot	Substituir ligações
cabo do sensor avariado. segundo turno finalizou o trabalho.	Manipulador	Manipulador	Reparar sensor
Cabo traçado de alimentação do sensor.	Estufa	Estufa	Substituir sensor
carrinho saiu do carril, foi necessário reposicionar carro	Charriot	Charriot	Colocar
carro nao anda da disparo de termico 66	Charriot	Charriot	Rearmar
central de comandode desmoldagem erro de comunicação	Informática	Computador e acess	Reinício sistema
Centramento do fixador.	Sacador	Sacador	Reparar
centrar e apertar cilindro	Sacador	Sacador	Apertar cilindro
centrar eclusa	Eclusa	Eclusa	Afinar
centrar molde entre batentes	Molde e compone	Molde	Colocar
chumaceira da guia estava a encravar a meio por guia estar a f	Charriot	Charriot	Mudar rolamentos
cilindro com fissura junto á falange, é urgente programar um	Prensa	Prensa	Reparar cilindro
cilindro desapertado apertar e meter cavilha	Sacador	Sacador	Colocar cavilha
cilindro nao funciona	Manipulador	Manipulador	Desencravar
Cilindro pneumatico do avanço de pegar no sobrenucleo encr	Manipulador	Manipulador	Alinhar guias
Colocação de aumentos nos bicos da cola.	Sistema de cola e	Bomba de cola ou ac	Substituir bicos pistola
Colocação de caixa no carril.	Outros	Caixa	Reposição
Colocação de fecho.	Misturador	Misturador	Reparar
Colocação de oleo na central.	Central hidráulica	Central hidráulica	Óleo
Colocação de oleo no deposito do motor dos fixadores.	Central hidráulica	Central hidráulica	Óleo
Colocação de oleo.	Prensa	Prensa	Óleo
Colocação de tubo airmetal diametro 250 mm .	Tubagens	Tubo	Substituir
colocar APOIO DA ESCADA MOVEL no sitio	Outros	Escada	Reparar
COLOCAR ARMADURA DO LADO OPOSTO	Não é avaria	Não é avaria	
Colocar aro no sitio e ajustar suportes	Suportes	Suporte	Ajustar
Colocar blindagens de protecção a transmissão do tapete	Sistemas seguranc	Blindagens	Montar
Colocar e apertar ficha	Transportes pneur	Raseira	Afinar
Colocar manga termoretractil para reforçar zona mais vulnera	Cablagens	Cabos	Reparar
Colocar molde no trilho tombou e caiu fora da linha	Molde e compone	Molde	Recolocar
Colocar monitor da LAM 22 e pedir a assistencia a configuração	Informática	Computador e acess	Reparar
colocar oleo no copo de lubrificação	Prensa	Prensa	Óleo
colocar regua no sitio	Misturador	Pistão	Fixar sensor
COLOCAR TABUAS NOVAS NAS PLATAFORMAS DOS BIDOES DA	Não é avaria	Não é avaria	
colocar molde no sitio e reparar peças partidas	Molde e compone	Molde	Reparar
Com ajuda da JCV e uma cinta repor molde na linha da estufa.	Molde e compone	Molde	Recolocar

Figura 26 - Excerto da Análise das Avarias do CNM

Unidade Industrial	Setor	Tipo de equipamento	Equipamento	Segurança	Qualidade	Disponibilidade	Entreg.	Frequência	Custo	Prioridade
CNM	AGCI	Diferencial	DIF 055	B	A	A	B	C	A	A
CNM	AGCI	Diferencial	DIF 059	B	A	A	B	C	A	A
CNM	AGCI	Diferencial	DIF 068	B	A	A	B	C	A	A
CNM	AGCI	Diferencial	DIF 096	B	A	A	B	C	A	A
CNM	AGCI	Diferencial	DIF 214	B	A	A	B	C	A	A
CNM	AGCI	Diferencial	DIF 215	B	A	A	B	C	A	A
CNM	AGCI	Misturador Vertical	MVE 010	B	A	A	B	C	B	A
CNM	AGCI	Misturador Vertical	MVE 011	B	A	A	B	C	B	A
CNM	AGCI	Prensa	PRE 038	B	A	A	B	B	A	A
CNM	AGCI	Sacador	SAC 006	B	A	A	B	B	A	A
CNM	AGCI	Arrasto	ARR 010	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Arrasto	ARR 011	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Arrasto	ARR 012	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Arrasto	ARR 013	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Arrasto	ARR 014	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Arrasto	ARR 015	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Arrasto	ARR 054	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Arrasto	ARR 055	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Bomba	BOM 182	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Bomba	BOM 183	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Bomba	BOM 185	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Bomba	BOM 214	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Bomba	BOM 215	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Bomba (Termofluido)	BOM 163	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Bomba (Termofluido)	BOM 164	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Bomba (Termofluido)	BOM 165	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Central Hidráulica	CHI 027	C	B	B	B	C	B	B
CNM	AGCI	Central Hidráulica	CHI 042	C	B	B	B	C	B	B
CNM	AGCI	Central Hidráulica	CHI 043	C	B	B	B	C	B	B
CNM	AGCI	Central Hidráulica	CHI 060	C	B	B	B	C	B	B
CNM	AGCI	Central Hidráulica	CHI 120	C	B	B	B	C	B	B
CNM	AGCI	Central Hidráulica	CHI 121	C	B	B	B	C	B	B
CNM	AGCI	Central Hidráulica	Chi 122	C	B	B	B	C	B	B
CNM	AGCI	Central Hidráulica	CHI 123	C	B	B	B	C	B	B
CNM	AGCI	Chariot	CHA 037	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Chariot	CHA 038	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Chariot	CHA 039	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Chariot	CHA 076	B	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Contador	COT 004	D	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Contador	COT 005	D	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Contador	COT 016	D	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Contador	COT 017	D	B	A	C	C	B	B
CNM	AGCI	Estufa	EST 040	C	A	A	B	C	B	B
CNM	AGCI	Estufa	EST 041	C	A	A	B	C	B	B
CNM	AGCI	Estufa	EST 046	C	A	A	B	C	B	B
CNM	AGCI	Manipulador	MAN 018	C	A	A	C	C	B	B

Figura 27 – Excerto da análise ABC do CNM

Unidade Industrial	Setor	Tipo de equipamento	Equipamento	Segurança	Qualidade	Disponibilidade	Entreg.	Frequência	Custo	Prioridade
CRM	CRA	Bambury	BAM 002	B	A	A	A	B	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 005	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 033	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 175	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 176	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 177	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 179	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 180	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 200	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 203	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 216	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 217	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Diferencial	DIF 218	B	A	A	B	C	A	A
CRM	CRA	Misturador Aberto	MAB 005	B	A	A	B	C	B	A
CRM	CRA	Misturador Aberto	MAB 006	B	A	A	B	C	B	A
CRM	CRA	Misturador Aberto	MAB 007	B	A	A	B	C	B	A
CRM	CRA	Misturador Aberto	MAB 008	B	A	A	B	C	B	A
CRM	CRA	Misturador Vertical	MVE 003	B	A	A	B	C	B	A
CRM	CRA	Pressa	PRE 053	B	A	A	B	B	A	A
CRM	CRA	Pressa	PRE 054	B	A	A	B	B	A	A
CRM	CRA	Pressa	PRE 055	B	A	A	B	B	A	A
CRM	CRA	Pressa	PRE 056	B	A	A	B	B	A	A
CRM	CRA	Pressa	PRE 056	B	A	A	B	B	A	A
CRM	CRA	Pressa	PRE 057	B	A	A	B	B	A	A
CRM	CRA	Chiller	CHR 001	D	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Guilhotina	GUJ 010	B	B	B	C	C	B	B
CRM	CRA	Guilhotina	GUJ 011	B	B	B	C	C	B	B
CRM	CRA	Guilhotina	GUJ 012	B	B	B	C	C	B	B
CRM	CRA	Pressa de corte	PRC 003	B	B	B	C	C	B	B
CRM	CRA	Arrasto	ARR 033	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Arrasto	ARR 034	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Arrasto	ARR 035	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Arrasto	ARR 036	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Bomba	BOM 197	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Bomba	BOM 198	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Bomba	BOM 199	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Bomba	BOM 200	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Bomba	BOM 201	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Bomba	BOM 202	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Bomba	BOM 203	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Bomba	BOM 204	B	B	A	C	C	B	B
CRM	CRA	Controlo de Temperatura	OCT 001	C	B	B	B	C	B	B
CRM	CRA	Controlo de Temperatura	OCT 002	C	B	B	B	C	B	B
CRM	CRA	Central Hidráulica	CHI 017	C	B	B	B	C	B	B
CRM	CRA	Central Hidráulica	CHI 079	C	B	B	B	C	B	B
CRM	CRA	Central Hidráulica	CHI 086	C	B	B	B	C	B	B

Figura 28 – Excerto da análise ABC do CRM

ONE POINT LESSON (OPL)

Tema: <u>Manutenção Preventiva MAN 018</u>			
Responsabilidade:		Data:	
1) Manipulador: <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza do sistema; 	Componentes: Material necessário: Panos e ar comprimido	2) Chumaceiras: <ul style="list-style-type: none"> • Lubrificação; 3) Guias: <ul style="list-style-type: none"> • Lubrificação; 	Componentes: Material necessário: bomba de massa e/ou copo de lubrificação
3) Motores: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar ruídos 	Componentes: Material necessário:	4) Rodas e cremalheiras: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar desgaste; • Verificar estados dos rolamentos; • Verificar alinhamentos • Lubrificar; 	Componentes: Material necessário: Saca Bomba de massa
5) Cilindros e válvulas: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar fugas • Verificar fixações • Verificar apertos 	Componentes: Material necessário: Chave 20/22; chave inglesa; chave 14/15	6) Sistemas de segurança: <ul style="list-style-type: none"> • Testar 	Componentes: Material necessário:

Figura 29 - OPL de Manutenção Preventiva de um Manipulador

ONE POINT LESSON (OPL)

Tema: <u>Manutenção Preventiva ECL 398</u>	
Responsabilidade:	Data:

1) Transmissão: <ul style="list-style-type: none"> • limpeza; • verificar do estado/desgaste; • lubrificação; 	Componentes: <ul style="list-style-type: none"> • Chumaceira – • Correntes - Material necessário: chave de bocas e roquete 13
---	---





2) Sistemas de Segurança: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar integridades das proteções mecânicas da transmissão (fixações, orifícios anormais/corrosão); 	Componentes: Material necessário:
---	--




3) Pás: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar desgaste/vedação; • Com o recurso a um papa folgas verificar se a folga nominal é inferior a 3mm; 	Componentes: Material necessário:
---	--

4) Motoredutor: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar ruidos; 	Componentes: Material necessário:
--	--

Figura 30 - OPL de Manutenção Preventiva de uma Eclusa

Equipamento	Código SAP	Prioridade	Manutenção Autônoma	Manutenção Preventiva	OPL's	Componentes
CHI 122	1008367	A		MP\Rota 3 - MAN e TTR.xlsx		Componentes\Central Hidráulica.xlsx
CHI 123	1008393	A		MP\Rota 3 - MAN e TTR.xlsx		Componentes\Central Hidráulica.xlsx
ECL 398	2003246	A		MP\Rota 1 - Filtro.xlsx	OPL\Rota 1 - FILTRO OPL.pptx	Componentes\Eclusa.xlsx
ECL 618	2003201	A		MP\Rota 6 - ECL.xlsx		Componentes\Eclusa.xlsx
ECL 619	2003203	A		MP\Rota 6 - ECL.xlsx		Componentes\Eclusa.xlsx
FIL 112	1008377	A		MP\Rota 1 - Filtro.xlsx	OPL\Rota 1 - FILTRO OPL.pptx	
MAN 033	1008359	A		MP\Rota 3 - MAN e TTR.xlsx	OPL\Rota 3 - MAN.pptx	Componentes\Manipulador.xlsx
MVE 010	2003202	A	MA - CNM-AGCL.xlsx			Componentes\Misturador Vertical.xlsx
MVE 011	2003204	A	MA - CNM-AGCL.xlsx			Componentes\Misturador Vertical.xlsx
PRE 038	2003205	A	MA - CNM-AGCL.xlsx	MP\Rota 2 - SAC PRE.xlsx	OPL\Rota 2 - SAC OPL.pptx	Componentes\Prensa.xlsx
SAC 006	2003206	A		MP\Rota 2 - SAC PRE.xlsx	OPL\Rota 2 - SAC OPL.pptx	
TTR 154	1008375	A		MP\Rota 3 - MAN e TTR.xlsx		Componentes\Tapeja Transportador.xlsx
VEN 270	1008438	A		MP\Rota 1 - Filtro.xlsx	OPL\Rota 1 - FILTRO OPL.pptx	Componentes\Ventilador.xlsx
MAN 077	1008352	A		MP\Rota 3 - MAN e TTR.xlsx	OPL\Rota 3 - MAN.pptx	Componentes\Manipulador.xlsx
ARR 010	1008389	B		MP\Rota 4 - CHA.ARR.xlsx	OPL\Rota 4 - CHA.ARR.pptx	
ARR 011	1008394	B		MP\Rota 4 - CHA.ARR.xlsx	OPL\Rota 4 - CHA.ARR.pptx	
ARR 012	1008402	B		MP\Rota 4 - CHA.ARR.xlsx	OPL\Rota 4 - CHA.ARR.pptx	
ARR 013	1008403	B		MP\Rota 4 - CHA.ARR.xlsx	OPL\Rota 4 - CHA.ARR.pptx	
ARR 014	1008404	B		MP\Rota 4 - CHA.ARR.xlsx	OPL\Rota 4 - CHA.ARR.pptx	
ARR 015	1008405	B		MP\Rota 4 - CHA.ARR.xlsx	OPL\Rota 4 - CHA.ARR.pptx	
ARR 054	1008398	B		MP\Rota 4 - CHA.ARR.xlsx	OPL\Rota 4 - CHA.ARR.pptx	
ARR 055	1008406	B		MP\Rota 4 - CHA.ARR.xlsx	OPL\Rota 4 - CHA.ARR.pptx	

Figura 31 - Ficheiro Final CNM

Equipamento	Código	Prioridade	Manutenção Autônoma	Manutenção Preventiva	OPL's	Componentes
BAM 002	2002943	A	MA - CRM-CR2.xlsx	MP\MP - CRM - CR2.xlsx		Componentes\Bambury.xlsx
DIF 200	1007942	A				
DIF 203	1008042	A				
DIF 216	1008052	A				
DIF 217	1008048	A				
DIF 218	1008046	A				
MAB 005	2002944	A	MA - CRM-CR2.xlsx	MP\MP - CRM - CR2.xlsx		Componentes\Misturadores.xlsx
MAB 006	2002948	A	MA - CRM-CR2.xlsx	MP\MP - CRM - CR2.xlsx		Componentes\Misturadores.xlsx
MAB 007	2002954	A	MA - CRM-CR2.xlsx	MP\MP - CRM - CR2.xlsx		Componentes\Misturadores.xlsx
MAB 008	2002955	A	MA - CRM-CR2.xlsx	MP\MP - CRM - CR2.xlsx		Componentes\Misturadores.xlsx
MVE 003	2003043	A	MA - CRM-DS.xlsx	MA - CRM-DS.xlsx		Componentes\Misturadores.xlsx
PRE 053	2002951	A	MA - CRM-CR2.xlsx	MP\MP - CRM - CR2.xlsx		Componentes\Prensa.xlsx
PRE 054	2002952	A	MA - CRM-CR2.xlsx	MP\MP - CRM - CR2.xlsx		Componentes\Prensa.xlsx
PRE 055	2002958	A	MA - CRM-CR2.xlsx	MP\MP - CRM - CR2.xlsx		Componentes\Prensa.xlsx
PRE 056	2002959	A	MA - CRM-DS.xlsx	MA - CRM-DS.xlsx		Componentes\Prensa.xlsx
PRE 056	2003044	A	MA - CRM-DS.xlsx	MA - CRM-DS.xlsx		Componentes\Prensa.xlsx

Figura 32 - Ficheiro Final CRM

6.2 Oficina Auto



Nº empilhador:	EMP 068
Área de Produção:	Economia circular
Ano de Fabrico:	2015
Marca:	STILL
Modelo:	RX60-25
Nº de série:	516321D00349
Combustível:	Elétrico
Rodado à frente:	2 rodas singulares 225 75 10
Rodado a trás:	2 rodas singulares 180 70 8
Tipo de pneu dianteiro:	Maciço branco
Tipo de pneu traseiro:	Maciço branco
Função (garfo/pinça):	Pinça



Nº empilhador:	EMP 058
Área de Produção:	Oficina Auto
Ano de Fabrico:	1993
Marca:	TOYOTA
Modelo:	5FG20
Nº de série:	60255
Combustível:	Gás
Rodado à frente:	2 rodas singulares
Rodado a trás:	2 rodas singulares
Tipo de pneu dianteiro:	Maciço branco 7.00 12
Tipo de pneu traseiro:	Maciço branco 6.00 9
Função (garfo/pinça):	Garfo



Nº empilhador:	EMP 031
Área de Produção:	APA Novo
Ano de Fabrico:	1991
Marca:	NISSAN
Modelo:	UM02L2OU
Nº de série:	UM02001730
Combustível:	Elétrico
Rodado à frente:	2 rodas singulares 180 70 8
Rodado a trás:	2 rodas singulares 225 75 10
Tipo de pneu dianteiro:	Maciço Preto
Tipo de pneu traseiro:	Maciço Branco
Função (garfo/pinça):	Garfo



Nº empilhador:	EMP 024
Área de Produção:	Oficina Auto
Ano de Fabrico:	1989
Marca:	NISSAN
Modelo:	EH02A20U
Nº de série:	EH02003395
Combustível:	Gasóleo
Rodado à frente:	Duplo 7.00 R12
Rodado a trás:	2 rodas singulares 6.00 R9
Tipo de pneu dianteiro:	Pneumático
Tipo de pneu traseiro:	Pneumático
Função (garfo/pinça):	Garfo