



# DESENVOLVIMENTO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA

**JOSÉ PEDRO DOS SANTOS CARNEIRO**

julho de 2022

## DESENVOLVIMENTO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA

José Pedro dos Santos Carneiro

1171528

**2021/2022**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Engenharia Mecânica





## DESENVOLVIMENTO DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA

José Pedro dos Santos Carneiro

1171528

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação da Doutora Rafaela Carla Barros Casais

**2021/2022**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Engenharia Mecânica





# JÚRI

## **Presidente**

Doutor Rui Pedro Cardoso da Silva Martinho

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutora Rafaela Carla Barros Casais

Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Coorientador**

Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Coordenador com Agregação, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Doutora Isabel da Silva Lopes

Professora Auxiliar, Universidade do Minho



## AGRADECIMENTOS

Este Projeto é o culminar de um ciclo de aprendizagens, sinal de todo um trajeto realizado e, por isso, vou agora agradecer a todas as pessoas que fizeram parte dele e me ajudaram a ultrapassá-lo.

À minha família, especialmente aos meus pais, por todo o apoio que sempre me prestaram ao longo deste percurso académico, e por me terem proporcionado todos os meios para que a minha única e exclusiva preocupação fossem os estudos.

Um agradecimento especial, a todos os meus amigos do curso que fizeram esta jornada comigo.

Gostaria de agradecer também à empresa CIN – Corporação Industrial do Norte, S.A., por todo o apoio e disponibilidade prestada. Um agradecimento enorme ao meu orientador, Engenheiro André Pinto, por todo o acompanhamento prestado, amizade e profissionalismo, bem como a todo o departamento de manutenção e produção, que se mostraram sempre disponíveis para ajudar.

Uma palavra de apreço à minha orientadora e professora Doutora Rafaela Carla Barros Casais, que confiou em mim e me aceitou como seu orientando, assim como o Doutor Francisco José Gomes da Silva que, contribuíram para o desenvolvimento deste projeto, promovendo constantes sugestões de melhorias, que me incentivaram e permitiram que o projeto alcançasse outro patamar.

Um Grande Obrigado a Todos.



## PALAVRAS-CHAVE

Manutenção, Manutenção Autónoma, Melhoria Continua, Manutenção Preventiva, TPM

## RESUMO

O TPM - *Total Productive Maintenance* visa melhorar os processos de manutenção e estabelecer uma ligação com a produção, com o objetivo de melhorar a qualidade do produto, reduzir os desperdícios, reduzir os custos de produção, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e melhorar o estado da organização no âmbito da manutenção.

Este projeto foi realizado num contexto industrial, numa empresa vocacionada para a produção e distribuição de tintas, a CIN - Corporação Industrial do Norte, com o objetivo de reduzir perdas e melhorar a produtividade dos equipamentos, através da implementação do TPM. Dentro desta metodologia, deu-se maior foco aos pilares da manutenção autónoma, da manutenção planeada e ao treino e formação. Também no âmbito deste relatório adotou-se uma metodologia de investigação que se enquadra nos princípios de *Action-Research*, utilizando ferramentas da qualidade.

Numa primeira fase do trabalho, realizou-se uma análise sobre as causas de avarias mais comuns nos equipamentos. Este estudo resultou na criação de *Check-list* de deteção de avarias nos equipamentos por parte do operador. Numa segunda fase, procedeu-se à criação de planos de manutenção autónoma. Durante este processo, foram criados ficheiros de procedimento operacional, de forma a padronizar e facilitar as intervenções de manutenção.

Foi sempre um princípio basilar incentivar a procura sistemática de metodologias de trabalho mais eficazes no sentido de otimizar a relação custos/produtividade. Nesse sentido, e no caso concreto desta empresa, após observação cuidada de todo o processo associado à implementação da metodologia TPM, em articulação com os departamentos e conseqüente reflexão, foi possível constatar um aumento da disponibilidade dos equipamentos. É de salientar que, a disponibilidade da máquina de enchimento 1 aumentou 14% face ao ano anterior, assim como, ocorreu uma diminuição de 13% do tempo de paragem do equipamento para intervenção da manutenção, no mesmo período homólogo. A eficácia global do equipamento (OEE), das máquinas de enchimento, aumentou em média 5%. Estima-se uma redução dos custos anuais de 5.550,40€ em mão de obra e 10.778,40€ com subcontratação. Assim, obteve-se uma reestruturação multifacetada da manutenção, a qual se refletiu na melhoria do serviço prestado e na garantia de maiores níveis de disponibilidade dos equipamentos, assegurando o cumprimento de prazos e boa imagem da organização.



## KEYWORDS

Maintenance, Autonomous Maintenance, Continuous Improvement, Preventive Maintenance, TPM

## ABSTRACT

TPM - Total Productive Maintenance aims to optimize the maintenance of processes and establish a connection with the production in order to improve the quality of the product, reduce the waste and the costs of the production itself, increase the equipment availability and overall improve the state of maintenance organization.

This report was written in an industrial context, more precisely in a paint industry whose business lies in the production and distribution of paints, “CIN - *Corporação Industrial do Norte*”, and its objective is to reduce losses and increase equipment productivity through TPM implementation. Within this methodology, a greater focus was given to the pillars of autonomous and planned maintenance, training and formation. Within the scope of this report, a research methodology was adopted, that fits the principles of *Action-Research*, using quality tools. The first phase of the work was a field survey on the most common malfunctions in the equipment. The result of this research was the creation of a *check-list* of equipment malfunctions detected by the operator. The next step was creating plans of autonomous maintenance. During this process, files of operational procedures were made to standardize and facilitate the maintenance interventions. In addition, the equipment was labelled, so that it would be much easier to identify the intervention sites.

It has always been a basic principle to encourage the systematic search for more effective working methodologies to optimise the cost/productivity relationships (ratio). In this sense, and in the concrete case of this company, after a careful surveillance of the entire process associated with the implementation of the TPM methodology, in combination with the departments and consequent reflection, it was possible to observe a reduction in the number of hours of equipment stoppage, which was reflected on the increase in its availability. It should be noted that the availability of the filling machine 1 increased by 14% compared to the previous year, as well as a 13% decrease in the stopping time of the equipment for maintenance intervention in the same homologous period. The overall effectiveness of the equipment (OEE) of filling machines increased on average about 5%. Thus, it is estimated a reduction in annual costs of 5,550.40€ in labor and 10,778.40€ with subcontracting. Therefore, a multifaceted restructuring of maintenance was obtained, which was reflected on the improvement of the service provided and on the guarantee of higher levels of equipment availability, ensuring compliance with deadlines and good image of the organization.



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

<b>AFNOR</b>	<i>Association Française de Normalization</i>
<b>CIN</b>	Corporação Industrial do Norte
<b>FMEA</b>	Análise de modo e efeito de falha
<b>ISEP</b>	Instituto Superior de Engenharia do Porto
<b>JIPE</b>	<i>Japan Institute of Plant Engineers</i>
<b>JIPM</b>	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
<b>KPI's</b>	<i>Key Performance Indicators</i>
<b>MTBF</b>	<i>Mean Time Between Failure</i>
<b>MTTR</b>	<i>Mean Time To Repair</i>
<b>OEE</b>	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
<b>RCM</b>	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
<b>SWOT</b>	<i>Streghts, Weaknesses, Opportunities, Threats</i> (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças)
<b>TPM</b>	<i>Total Productive Maintenance</i>

### Lista de Unidades

<b>h</b>	Horas
----------	-------

---

## Lista de Símbolos

---

€

Euros

%

Percentagem

---

---

## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

<b>5S</b>	5 palavras japonesas que permitem a criação de ambientes de trabalho adequados à gestão visual e ao <i>lean production</i> assente na melhoria contínua.
<b>Check-list</b>	Lista de verificações com tarefas rotineiras.
<b>Downtime</b>	Quantidade de tempo que o sistema está inativo devido a uma avaria inesperada ou para fins de manutenção.
<b>KPI's</b>	Indicadores Chave de Desempenho
<b>Lead Time</b>	O <i>lead time</i> , o tempo de ciclo, de entrega ou de fornecimento.
<b>Lean</b>	Filosofia de negócio que procura otimizar o funcionamento das organizações, utilizando os recursos de forma mais eficiente, eliminando as atividades sem valor acrescentado.

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo <i>Action Research</i> (Martins <i>et al.</i> , 2020).....	3
Figura 2 - Tipos de Manutenção adaptado da Norma NP EN 13306:2021.....	12
Figura 3 - Tipos de Manutenção segundo (Cabral, 2006).....	13
Figura 4 – 8 Pilares do TPM (adaptado de (Pascal <i>et al.</i> , 2019)) .....	24
Figura 5 - Etapas de fabrico de tintas de base-aquosa .....	41
Figura 6 - Representação do processo de fabrico de tintas .....	42
Figura 7 - Dispersores .....	43
Figura 8 - Organigrama Geral CIN.....	44
Figura 9 - Organização do Departamento de Manutenção .....	45
Figura 10 - <i>Software</i> de Manutenção <i>ManWinWin</i> .....	46
Figura 11 - Tempo dispendido nos diferentes tipos de manutenção (horas).....	47
Figura 12 – OEE das principais máquinas de enchimento da Nováqua (2021) .....	49
Figura 13 - Pedidos de manutenção das máquinas de enchimento (2021) .....	50
Figura 14 - Tempo perdido em avarias (CIN).....	53
Figura 15 - Análise SWOT do departamento de manutenção da CIN.....	54
Figura 16 - Diagrama causa efeito de avaliação das causas para a ocorrência de avarias nos equipamentos .....	55
Figura 17 - Lista de equipamentos Nováqua .....	60
Figura 18 - Classificação do equipamento segundo as categorias A, B e C .....	62
Figura 19 - Criticidade dos equipamentos da Nováqua.....	63
Figura 20 - Número de pedidos de manutenção (2021) .....	64
Figura 21 - Fases do estudo e compreensão do funcionamento dos equipamentos.....	65
Figura 22 – Exemplo de Plano de deteção de avarias .....	68
Figura 23 - Formação dos operadores.....	68
Figura 24 - Vantagens do desenvolvimento dos planos de deteção de avarias .....	69
Figura 25 - Pilares do TPM implementados na CIN .....	70
Figura 26 - Máquinas de enchimento alvo da aplicação da metodologia TPM.....	71

---

Figura 27 – Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) da limpeza dos sensores.....	73
Figura 28 - Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) da lubrificação do bico de enchimento.....	73
Figura 29 - Bomba <i>Netzsch</i> .....	74
Figura 30 - Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) do aperto do empanque das bombas <i>Netzsch</i> .....	74
Figura 31 - Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) da limpeza e lubrificação da estação de tamponagem.....	75
Figura 32 - Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) da lubrificação das engrenagens do paletizador .....	76
Figura 33 - Plano de manutenção autónoma .....	78
Figura 34 – Exemplo de <i>Check-list</i> de tarefas de turno .....	79
Figura 35 - <i>Kit</i> de manutenção autónoma .....	80
Figura 36 - Sistema de símbolos e cores.....	80
Figura 37 - OEE (ME-0001) .....	81
Figura 38 - OEE (ME-0001) janeiro - abril 2022 .....	82
Figura 39 - Antes da implementação da manutenção autónoma na ME-0001.....	83
Figura 40 - Depois da implementação da manutenção autónoma na ME-0001 .....	83
Figura 41 - Antes da implementação da manutenção autónoma das máquinas de enchimento .....	85
Figura 42 - Depois da implementação da manutenção autónoma das máquinas de enchimento .....	85
Figura 43 - Estimativa de redução de custos anuais do departamento de manutenção .....	86

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Definição de Manutenção	9
Tabela 2 - Objetivos da Manutenção	10
Tabela 4 - Tipos de Manutenção segundo a Norma NP EN 13306:2021	12
Tabela 3 - Níveis de manutenção de acordo com a (AFNOR, 2002)	14
Tabela 5 - Principais vantagens e desvantagens da manutenção preventiva (Vilarinho <i>et al.</i> , 2017) e (Wireman, 2012)	15
Tabela 6 - Tipos de manutenção preventivas	16
Tabela 7 - Síntese de artigos científicos sobre manutenção preventiva	17
Tabela 8 - Definições do TPM	20
Tabela 9 – Principais objetivos do TPM	22
Tabela 10 - Tipo de perdas associadas aos equipamentos	23
Tabela 11 - Pilares do TPM (Borris, 2006)	25
Tabela 12 - Etapas de implementação do TPM (Nakajima, 1989)	27
Tabela 13 - Definição das sete etapas para a elaboração da Manutenção Autónoma	29
Tabela 14 - Síntese de artigos científicos sobre TPM	30
Tabela 15 - Principais Indicadores de Manutenção (Norma EN 15341:2007)	33
Tabela 16 - Síntese de artigos científicos sobre KPI's	34
Tabela 17 - Principais dados do Grupo CIN	39
Tabela 18 - Classificação do tipo de matéria-prima	42
Tabela 19 - Tempo de paragem dos equipamentos (2021)	49
Tabela 20 - Quadro de bordo (Nováqua)	51
Tabela 21 - Problemas identificados	52
Tabela 22 - Tipos de riscos associados à falha de um equipamento	61
Tabela 23 - Tipos de causas associadas a falha do equipamento	61
Tabela 24 - Ponderações da criticidade dos equipamentos	62
Tabela 25 - Reconhecimento de potenciais erros e avarias nos equipamentos	66
Tabela 26 - Tempo de paragem (ME-0001)	82

---

Tabela 27 - OEE das máquinas de enchimento 19/26/31	84
Tabela 28 - Conclusões dos objetivos propostos	90
Tabela 29 - Sugestão de melhorias	92

# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	Contextualização .....	1
1.2	Local e Período de Estágio .....	2
1.3	Objetivos .....	2
1.4	Metodologia Científica .....	2
1.5	Estrutura do relatório.....	4
2	REVISÃO DA LITERATURA SOBRE MANUTENÇÃO.....	7
2.1	Conceito de Manutenção.....	7
2.2	Definições de Manutenção .....	8
2.2.1	Objetivos da Manutenção .....	9
2.3	Tipos de Manutenção.....	11
2.3.1	Níveis de Manutenção.....	13
2.4	Manutenção Preventiva.....	14
2.4.1	Revisão da Literatura sobre Manutenção Preventiva .....	17
2.5	Conceito e Estratégia de Iniciação à Implementação do TPM.....	19
2.5.1	Conceito do TPM .....	19
2.5.2	Objetivos do TPM .....	21
2.5.3	Tipo de perdas associadas aos equipamentos .....	22
2.5.4	Pilares do TPM.....	24
2.5.5	Etapas para implementação do TPM .....	26
2.5.6	Manutenção Autónoma .....	28
2.5.7	Recentes desenvolvimentos e Casos de Estudo em torno do TPM.....	30
2.6	Indicadores de Desempenho de Manutenção.....	32

---

2.6.1	Revisão de Literatura sobre KPI's .....	34
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA, DO PROCESSO E DO PROBLEMA.....</b>	<b>39</b>
3.1	Apresentação da empresa .....	39
3.1.1	Estratégia.....	40
3.1.2	Missão .....	41
3.2	Processo produtivo .....	41
3.3	Organização do Departamento de Manutenção na empresa .....	44
3.3.1	Ferramentas de apoio à manutenção .....	45
3.3.2	Tipos de manutenção praticados .....	46
3.3.2.1	Manutenção Preventiva.....	47
3.3.2.2	Manutenção Corretiva .....	47
3.3.2.3	Manutenção Condicionada .....	48
3.3.2.4	Melhorias .....	48
3.3.3	Análise de indicadores de desempenho.....	48
3.4	Identificação e análise dos problemas.....	51
3.4.1	Dimensão do problema .....	53
3.4.2	Análise SWOT .....	54
3.4.3	Diagrama de Ishikawa .....	54
3.4.4	Metodologia de trabalho.....	55
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
4.1	Análise da criticidade dos equipamentos .....	59
4.1.1	Definição do modelo de criticidade.....	60
4.1.2	Definição dos critérios.....	60
4.1.3	Determinação do grau de importância de cada critério .....	62
4.1.4	Cálculo da criticidade dos equipamentos.....	62
4.1.5	Classificação do equipamento segundo as categorias A, B e C .....	63
4.2	Planos de detecção de avarias.....	63
4.2.1	Estudo e compreensão do funcionamento dos equipamentos .....	64

---

4.2.2	Reconhecimento de potenciais erros e avarias nos equipamentos .....	65
4.2.3	Partilha de conhecimento com os operadores .....	67
4.2.4	Criação dos planos de deteção de avarias .....	67
4.2.5	Formação aos operadores .....	68
4.3	Implementação do TPM .....	70
4.3.1	Máquinas de enchimento .....	71
4.3.2	1º Pilar – Eliminação dos principais problemas .....	72
4.3.2.1	Identificação dos principais problemas .....	72
4.3.2.2	Análise das causas .....	72
4.3.2.3	Definição e implementação de ações .....	73
4.3.3	2º Pilar - Manutenção autónoma .....	76
4.3.3.1	Planos de manutenção autónoma .....	77
4.3.4	3º Pilar – Manutenção Planeada .....	78
4.3.5	4º Pilar – Treino e Formação .....	79
4.4	Análise crítica dos resultados .....	81
4.4.1	Máquina de enchimento 1 .....	81
4.4.2	Máquinas de enchimento (19/26/31) .....	83
4.4.3	Resultados económicos .....	85
4.4.4	Resultados não-mensuráveis .....	86
5	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS .....	89
5.1	Conclusões .....	89
5.2	Dificuldades encontradas .....	92
5.3	Propostas de trabalhos futuros .....	92
6	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO .....	97
7	ANEXOS .....	107
7.1	Anexo1 – <i>Layout</i> da Nováqua .....	108
7.2	Anexo2 – Planos de deteção de avarias .....	109

---

7.3	Anexo3 – Planos de manutenção autónoma .....	117
7.4	Anexo4 – Indicadores de desempenho.....	128

# INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Local e Período de Estágio

1.3 Objetivos

1.4 Metodologia Científica

1.5 Estrutura do relatório



# 1 INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo divide-se em cinco tópicos e tem o propósito de enquadrar e apresentar o trabalho desenvolvido no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Inicialmente, procede-se à contextualização do trabalho. Seguidamente, é realizada uma introdução ao local de realização, assim como, o respetivo período de tempo. Posteriormente, são apresentados os objetivos do trabalho e a metodologia científica, terminando com a apresentação da estrutura do relatório.

## 1.1 Contextualização

Atualmente, nas indústrias o conceito TPM é amplamente aceite e já se encontra implementado, no entanto, ainda existem indústrias que enfrentam muitos desafios de manutenção. Uma vez que se tem verificado um enorme crescimento do mercado global, que obriga a que as empresas se mantenham competitivas, é fundamental que a indústria se baseie numa gestão integrada dos sistemas, promovendo o trabalho em equipa entre os vários setores que convergem todos para o mesmo propósito.

Para garantir este nível de competitividade, as empresas necessitam de adotar uma abordagem inovadora de manutenção e implementar constantes ações de melhoria com o objetivo de aumentar a rentabilidade económica, reduzir os desperdícios associados ao processo de fabrico e obter um sistema de produção eficaz e eficiente.

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Engenharia Mecânica do ramo de Materiais e Tecnologias de Fabrico, no Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio realizou-se em contexto industrial, numa empresa do setor de produção, distribuição e venda de tintas, sediada na Maia, Porto.

O tema definido para o desenvolvimento, foi estabelecido através da necessidade que a empresa apresentava de melhorar todo o processo de manutenção, com o intuito de melhorar o controlo e o planeamento das manutenções e, desta forma, foi definido implementar as ações de manutenção autónoma na unidade de fabrico de tintas CIN, situada na Maia.

## 1.2 Local e Período de Estágio

O trabalho que se apresenta neste relatório descreve as atividades realizadas no âmbito do estágio curricular do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica da especialização de Materiais e Tecnologias de Fabrico do ISEP (Instituto Superior de Porto), desenvolvido na empresa CIN – Corporação Industrial do Norte, S.A., situada na Avenida de Dom Mendo, 831, 4474-009, Maia, durante o período compreendido entre 20 de setembro de 2021 e 20 de abril de 2022 (sete meses), nomeadamente na área de gestão da manutenção. O departamento proposto foi a direção de manutenção, sob supervisão e acompanhamento do Eng. André Pinto.

No capítulo 3.1, a empresa é descrita de forma mais detalhada, assim como, todo o desenvolvimento do trabalho.

## 1.3 Objetivos

A presente dissertação tem como principal objetivo a implementação estruturada da metodologia TPM na empresa CIN – Corporação Industrial do Norte, S.A., com especial incidência no pilar da manutenção autónoma.

Pretende-se através de um estudo e desenvolvimento de planos de manutenção autónoma (*Check-Lists*) aplicados a máquinas produtivas, obter uma reestruturação multifacetada da manutenção, a qual se deverá refletir na melhoria do serviço prestado e na garantia de maiores níveis de disponibilidade dos equipamentos, assegurando o cumprimento de prazos e boa imagem da organização.

O processo de melhoria pode ser traduzido nos seguintes objetivos práticos:

- Identificação das principais avarias que surgem nos equipamentos;
- Estudo de máquinas e manuais de manutenções preventiva;
- Definição da criticidade dos equipamentos;
- Avaliação e elaboração de planos de deteção de avarias;
- Desenvolvimento de planos de manutenção autónoma;
- Formação e acompanhamento dos operadores no terreno;
- Acompanhamento, controlo e atualização dos planos.

## 1.4 Metodologia Científica

No sentido de atingir os objetivos enumerados no ponto anterior, o presente trabalho foi desenvolvido a partir da metodologia *Action Research*, que se baseia na identificação do problema, na investigação de soluções e na aplicação de melhorias.

Deste modo, são definidas quatro fases para este ciclo, que se encontra ilustrado na Figura 1, nomeadamente o planeamento da solução, a implementação das melhorias, o controlo dos efeitos e a avaliação da eficácia.

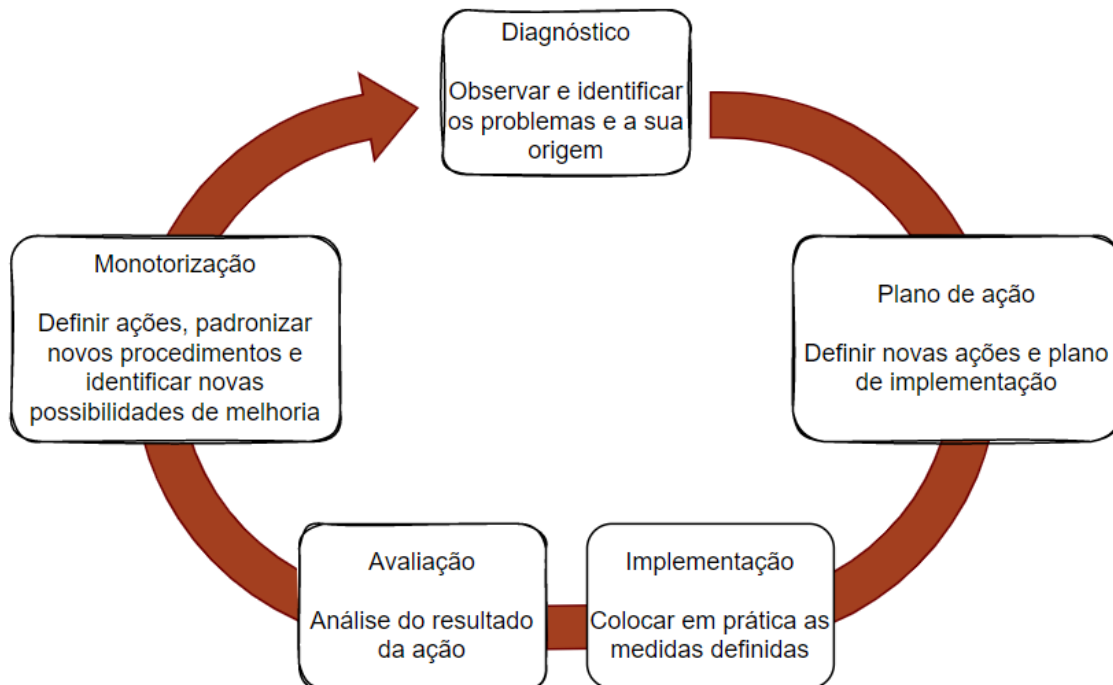


Figura 1 - Ciclo Action Research (Martins et al., 2020)

O primeiro passo para o desenvolvimento deste trabalho foi dado no sentido de aplicar a metodologia *Action Research* no contexto do problema. Neste sentido, o foco deste trabalho baseou-se na identificação do problema e nos objetivos propostos no âmbito deste trabalho.

Posto isto, foi realizado um levantamento da situação inicial do projeto de estágio, bem como uma recolha de dados. Desta forma, foi possível identificar os pontos críticos presentes na fábrica e definir o local de intervenção.

Após a conclusão de todo o levantamento, procedeu-se à elaboração das propostas de melhoria. Posteriormente, o plano foi colocado em ação e a partir desse momento, realizou-se o controlo e a medição dos efeitos causados. Em suma, foram estudadas as consequências e realizada uma avaliação dos resultados das ações implementadas.

## 1.5 Estrutura do relatório

Este relatório encontra-se dividido em cinco capítulos.

O primeiro capítulo contempla a Introdução visa apresentar o projeto de estágio, através da contextualização do tema, da descrição do local de realização do estágio, do respetivo período de estágio, dos objetivos definidos inicialmente, da metodologia científica utilizada e da estrutura do relatório.

O segundo capítulo, diz respeito aos Conceitos Fundamentais sobre Manutenção, é realizada a apresentação e sustentação teórica de todos os conceitos e ferramentas utilizadas durante o projeto, dividindo-se em oito partes.

No terceiro capítulo Caracterização da empresa, do processo e do problema, é realizada a caracterização da empresa, a caracterização do processo, o levantamento dos dados relativos à manutenção na CIN, o diagnóstico do problema, e um estudo das melhorias possíveis de serem aplicadas no Departamento de Manutenção.

O quarto capítulo, Desenvolvimento e resultados, diz respeito ao trabalho desenvolvido, ao planeamento e ao impacto esperado para as diferentes ações. É descrita a implementação das ações e, efetuada, uma análise crítica dos resultados.

Por fim, no quinto capítulo Conclusões, são evidenciadas as conclusões retiradas, as dificuldades encontradas e elaboradas propostas de melhorias futuras.

# Revisão da Literatura sobre Manutenção

2.1 Conceito de Manutenção

2.2 Definições de Manutenção

2.3 Tipos de Manutenção

2.4 Revisão da Literatura sobre Manutenção Preventiva

2.5 Conceito e Estratégia de Iniciação à Implementação do TPM

2.6 Revisão da Literatura sobre o TPM

2.7 Indicadores de Desempenho de Manutenção

2.8 Revisão de Literatura sobre KPI's



## 2 Revisão da Literatura sobre Manutenção

O presente capítulo procura rever e sistematizar conceitos relevantes para a realização do projeto e relatório. Vão ser analisados temas como a manutenção no âmbito industrial, o TPM e por fim uma análise dos principais indicadores de desempenho da manutenção.

### 2.1 Conceito de Manutenção

A globalização mundial dos mercados trouxe muitas vantagens, no entanto, a concorrência tornou-se cada vez mais competitiva, exigindo produtos com um nível de qualidade mais elevado e preços mais competitivos (Pinto *et al.*, 2020). Para garantir este nível de competitividade e a estabilidade financeira, as empresas necessitam de implementar constantes ações de melhoria com o objetivo de aumentar a rentabilidade económica e reduzir os desperdícios associados ao processo de fabrico (Pinto *et al.*, 2020).

Independentemente do tipo de indústria, a manutenção industrial teve um crescimento exponencial e passou a funcionar como um setor estratégico para as empresas. Devido aos constantes desenvolvimentos tecnológicos, aliados à elevada competitividade industrial, a necessidade de um fluxo contínuo de produção, bem como o cumprimento das ações de manutenção assumem um papel cada vez mais importante nas indústrias. Deste modo, a melhoria das ações de manutenção pode traduzir-se numa possibilidade de aumento dos resultados económicos de uma organização (Ferreira *et al.*, 2019(a)).

Visto que, na indústria, os processos produtivos e os ativos encontram-se em constante evolução, implementar ações de melhoria e atualizá-los é essencial para a sustentabilidade de uma organização (Martins *et al.*, 2020). Os processos associados à manutenção passaram de simplesmente reparar os equipamentos apenas quando ocorrem falhas, para um processo cada vez mais complexo e cientificamente conduzido (Pinto *et al.*, 2019).

Contudo, com as necessidades cada vez mais elevadas por parte dos clientes em relação à qualidade do produto, existe a necessidade de evitar a paragem dos equipamentos. Uma das soluções encontradas passa pelo uso da manutenção como ferramenta que permite não só aumentar a disponibilidade de equipamentos, mas também reduzir o desperdício, resultando num aumento da produtividade (Marinho *et al.*, 2021).

## 2.2 Definições de Manutenção

De acordo com a Norma NP EN 13306:2021, o conceito de “Manutenção” é definido como sendo a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida.

As indústrias concentram-se essencialmente na produção e em outros fatores, tais como, a necessidade dos clientes, os recursos disponíveis e o contexto social, com o objetivo de otimizar a eficiência operacional, a qualidade e a produtividade. No entanto, o departamento de manutenção das indústrias tem de acompanhar as constantes mudanças e a complexidade do sistema industrial que exige que a manutenção seja constituída por uma estrutura sólida e devidamente planeada (Martins *et al.*, 2020). Deste modo, com a implementação de novas metodologias de gestão da manutenção surgem novas soluções para melhorar o desempenho da manutenção.

A manutenção representa uma função extremamente importante dentro de qualquer empresa industrial, uma vez que, garante o correto funcionamento dos equipamentos, ferramentas e outros dispositivos que asseguram o fabrico dos produtos (Marinho *et al.*, 2021).

Contudo, a principal responsabilidade da manutenção é prestar um serviço que permita que uma organização alcance seus objetivos, assumindo que um dos objetivos prioritários é maximizar a disponibilidade do equipamento (Martins *et al.*, 2020).

Outro fator decisivo para a evolução da manutenção foi a evolução tecnológica, ou seja, os softwares de manutenção que permitem reunir facilmente uma grande quantidade de informação de forma fácil, organizada e fornecer informações sobre o desempenho geral dos equipamentos (Pinto, *et al.*, 2020).

Posto isto, a manutenção encontra-se relacionada com a produção e a operação para que as atividades sejam desempenhadas com eficiência, confiabilidade, eficácia e a baixo custo. Desta forma, é possível manter o equipamento o mais próximo possível do estado inicial e das condições de instalação da empresa.

Uma vez que não se trata de um conceito universal, a definição de manutenção tende a diferir de autor para autor, tal como se verifica na Tabela 1.

Tabela 1 - Definição de Manutenção

Autor	Descrição
(Farinha, 1977)	De acordo com Farinha, a manutenção consiste numa aplicação e combinação de vários fatores, económicos, de engenharia e gestão, aplicados a bens físicos, com vista a otimização dos seus ciclos de vida.
(Cabral, 2006)	A manutenção incorpora um conjunto de ações que têm como objetivo garantir o bom funcionamento das máquinas e instalações através de intervenções no momento certo, de forma a evitar avarias ou perdas de desempenho.
(Kobbacy <i>et al.</i> , 2008)	Kobbacy <i>et al.</i> , afirmam que a manutenção geralmente pode ser considerada como um "conjunto de atividades necessárias para manter os ativos físicos na condição operacional desejada, ou para restaurá-los a esta condição".
(Kardec, 2009)	A manutenção industrial deve garantir a disponibilidade dos equipamentos, sistemas e instalações, de modo a atender a um processo de produção com elevada fiabilidade, segurança e custos adequados.
(Deac, Cârstea, Bâgu, 2010)	A manutenção é definida como uma representação de um conjunto de medidas e ações que garantem a preservação ou restauro de um equipamento num estado prévio, ou seja, capaz de garantir a realização de um determinado serviço, em conjunto com a minimização dos custos de manutenção.
(Guariente <i>et al.</i> , 2017)	A manutenção é definida através de uma área que executa melhorias e reparações em máquinas e equipamentos, garantindo um padrão de fiabilidade que por sua vez evita interrupções na produção.

### 2.2.1 Objetivos da Manutenção

Antes de se definir os objetivos da manutenção, deve-se ter em conta os objetivos a que a própria organização se compromete a atingir, uma vez que, para (Coetzee, 1999) os objetivos da manutenção não podem ser dissociados dos objetivos globais da

organização. Assim, deve ser feito um alinhamento do departamento de manutenção com a visão global da organização.

O objetivo da manutenção, não consiste apenas em manter os equipamentos em bom estado de funcionamento. Passa também pela prevenção de falhas e avarias, que se traduzem num aumento da disponibilidade dos equipamentos e maximização do tempo de produção (Rotab Khan & Darrab, 2010). Os objetivos também passam por aumentar a produção e utilizar o mínimo de recursos, com foco nos ativos de cada empresa (Pinto *et al.*, 2019).

Contudo, para Farinha (Farinha, 1977), o principal objetivo de qualquer setor de manutenção é garantir que os equipamentos sob sua responsabilidade cumpram a função pretendida, elegendo a maximização da disponibilidade como objetivo essencial.

Uma vez que, os objetivos da manutenção diferem de autor para autor, na Tabela 2, encontram-se apresentados alguns exemplos.

Tabela 2 - Objetivos da Manutenção

Referências bibliográficas	Objetivos
(Marquez, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Objetivos técnicos</b> – Dependem do setor industrial em que a empresa se insere e representa uma elevada disponibilidade dos equipamentos e segurança das pessoas;</li> <li>○ <b>Objetivos legais/regulamentos obrigatórios</b> – Por norma, é um objetivo de manutenção cumprir todos os regulamentos existentes;</li> <li>○ <b>Objetivos financeiros</b> – Satisfazer os objetivos técnicos, minimizando os custos associados.</li> </ul>
(Higgins & Mobley, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Garantir a <b>segurança</b> dos intervenientes;</li> <li>○ Proporcionar a <b>qualidade</b> desejada;</li> <li>○ Aumentar a <b>disponibilidade</b> dos equipamentos, a fim de aumentar a produtividade;</li> <li>○ Reduzir os <b>custos</b> de manutenção;</li> </ul>
(Cabral, 2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Segurança</b> – Aspeto crucial que envolve todos os intervenientes no processo, uma vez que, diminui a</li> </ul>

- 
- probabilidade do equipamento se comportar de uma forma pouco previsível;
  - **Disponibilidade** – Tem o propósito de garantir a maior operacionalidade dos equipamentos, por forma a contribuir para a regularidade da produção e cumprimento dos prazos;
  - **Qualidade** – Visa obter o maior rendimento dos equipamentos e evitar o desempenho abaixo dos padrões;
  - **Custo** – Qualquer intervenção deve significar o menor custo possível. Deve-se ter em conta os custos da produção, custos da manutenção e os custos associados à falta de manutenção;
  - **Tempo de vida** – Visa o prolongamento da vida útil dos equipamentos e instalações.
- 

Os objetivos aqui plasmados visam atingir um nível de eficiência total para assegurar uma produção fiável e ininterrupta.

### 2.3 Tipos de Manutenção

Existem diversos fatores em que o papel da manutenção é relevante, uma vez que, garante a disponibilidade dos equipamentos e das instalações, evidenciando-se diretamente na otimização da fiabilidade, custos e segurança (Pinto *et al.*, 2019).

De acordo com Wireman (Wireman, 2012), nos últimos anos, as empresas têm se focado em aumentar a lucratividade no curto prazo, o que implica que não possam ocorrer paragens nos equipamentos. Desta forma, os técnicos de manutenção apenas intervencionam os equipamentos em caso de avaria. Isto significa que os equipamentos não estão sujeitos a manutenções preventivas. Trata-se de uma abordagem à manutenção que é mais dispendiosa e provoca a diminuição da disponibilidade dos equipamentos, além de colocar em causa a qualidade do produto.

Contudo, quer as atividades corretivas, quer as preventivas, são incluídas numa organização industrial, em que a adequação do modelo mais conveniente fará com que a ideia principal seja transitar de uma atuação corretiva para preventiva (Lolli *et al.*, 2022).

Segundo a norma NP EN 13306:2021: Terminologia da Manutenção, a manutenção divide-se em dois tipos, preventiva e corretiva, tal como demonstrado na Figura 2. Por

um lado, a manutenção preventiva é realizada antes da falha ser detetada. Por outro, a manutenção corretiva é realizada após a deteção da falha.

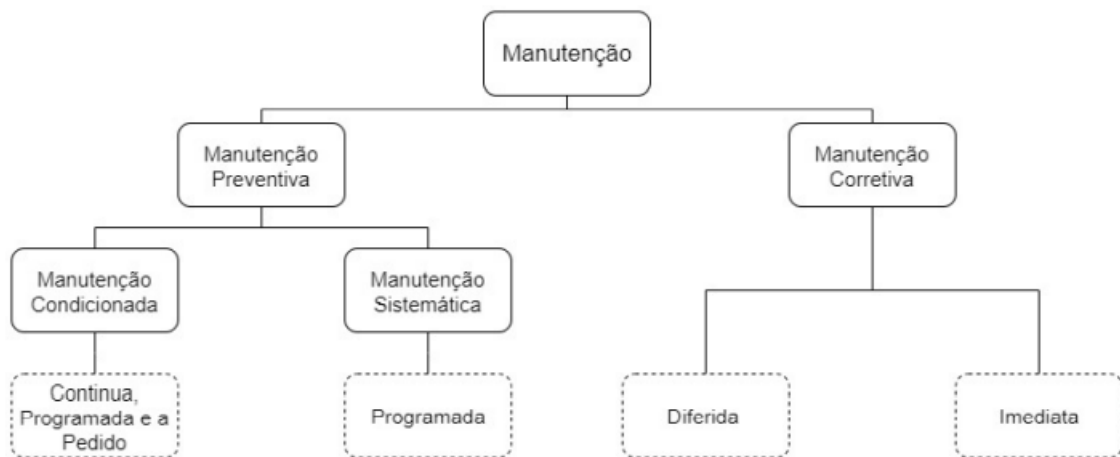


Figura 2 - Tipos de Manutenção adaptado da Norma NP EN 13306:2021

Além disso, uma definição mais descritiva pode ser contemplada na Tabela 3.

Tabela 3 - Tipos de Manutenção segundo a Norma NP EN 13306:2021

Tipos de Manutenção	Descrição
Manutenção Preventiva	Executada em intervalos de tempo determinados ou segundo critérios estabelecidos com o propósito de reduzir a probabilidade de avaria (falha) ou a degradação do funcionamento de um dado bem.
Manutenção Corretiva	Executada após o reconhecimento de uma avaria e com o propósito de repor o bem num estado em que pode desempenhar a função requerida.
Manutenção Condicionada	Terminologia da manutenção preventiva, a manutenção condicionada tem como variante a manutenção preditiva, onde são feitas previsões derivadas de análises repetitivas ou características conhecidas e avaliações dos parâmetros significativos da degradação do bem.

### Manutenção Sistemática

É uma manutenção preventiva onde as intervenções são planeadas com periodicidades, quer de tempo quer de unidades de uso, ou seja, passado o intervalo de tempo ou utilização estabelecido, os componentes são substituídos ou reconicionados, independentemente de se apresentarem em bom estado de funcionamento.

Seguindo a mesma linha de pensamento apresentada na Figura 2, (Cabral, 2006) acrescenta na sua definição mais um tipo de manutenção para além das retratadas na norma NP EN 13306:2021, que é a manutenção de melhoria. De acordo com o autor, incluem-se as modificações e alterações efetuadas em equipamentos com o objetivo de melhorar o seu desempenho, a sua adequabilidade a situações específicas e a sua atualização por incorporação de novas características. Esta alteração encontra-se ilustrada na Figura 3.

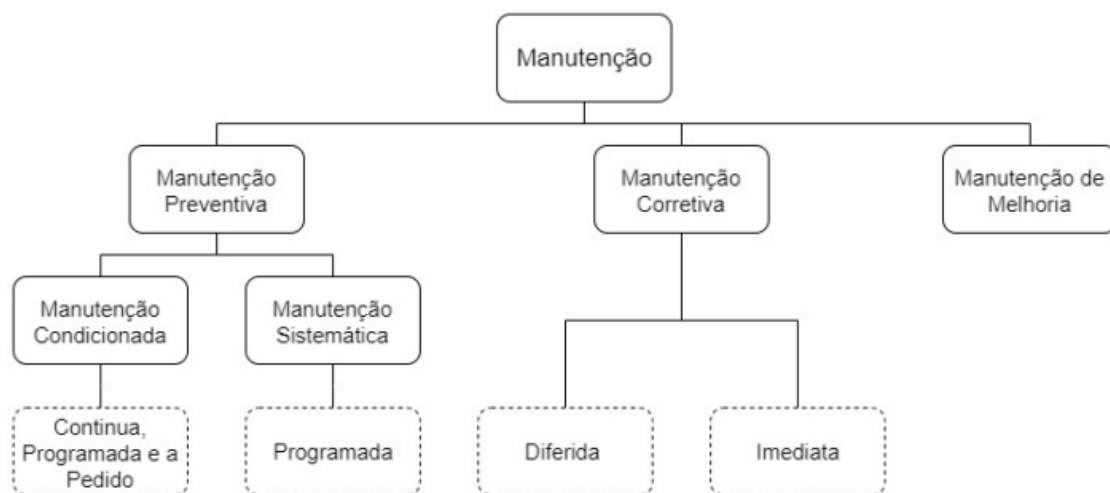


Figura 3 - Tipos de Manutenção segundo (Cabral, 2006)

#### 2.3.1 Níveis de Manutenção

Os níveis de manutenção não dependem unicamente das tarefas que se executam aos equipamentos, mas também são caracterizados através da complexidade das ações de manutenção a realizar nos equipamentos, e dos meios disponíveis para que seja possível desempenhar essas tarefas. De acordo com a norma da AFNOR FD X60-000:2002, a manutenção divide-se em cinco níveis, que se encontram apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Níveis de manutenção de acordo com a (AFNOR, 2002)

<b>Nível</b>	<b>Ações</b>	<b>Realização</b>
<b>Nível I</b>	Ações simples necessárias para a operação e efetuadas em componentes facilmente acessíveis de forma segura.	Operador
<b>Nível II</b>	Ações que requerem procedimentos simples e/ou ferramentas auxiliares. Manutenção preventiva ou corretiva.	Operador ou técnico
<b>Nível III</b>	Operações que requerem procedimentos complexos e/ou equipamentos de suporte portáteis, que requerem uma operação complexa previstos nas instruções de manutenção. Manutenção preventiva ou corretiva.	Técnico
<b>Nível IV</b>	Operações cujos procedimentos envolvem o domínio de uma técnica ou tecnologia específica e/ou o uso de equipamento de suporte especializado. Manutenção preventiva, corretiva ou preditiva.	Técnico especializado
<b>Nível V</b>	Operações cujos procedimentos envolvem know-how, utilizando técnicas ou tecnologias específicas, processos e/ou equipamentos de suporte industrial.	Técnico especializado ou fabricantes

## 2.4 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva contribui de forma significativa para desenvolvimento do TPM, abordado nas secções seguintes. Assim sendo, convém realçar as suas características e a sua relevância na implementação dessa estratégia (TPM).

A manutenção preventiva é uma parte importante da gestão de qualquer tipo de organização, uma vez que, contribui para o aumento da vida útil dos equipamentos, para a diminuição do tempo de inatividade indesejado e em última instância, para a redução de custos de manutenção a longo prazo.

Considera-se que a manutenção preventiva é realizada em intervalos de tempo determinados, de acordo com critérios estabelecidos ou segundo as recomendações do

fabricante, com o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria ou a degradação do funcionamento de um determinado equipamento (Marquez, 2007).

(Gulati & Smith, 2013) atribui os seguintes objetivos à manutenção preventiva:

- Manter os ativos e as instalações em condições de trabalho satisfatórias (traduz-se no aumento da disponibilidade dos ativos);
- Realização de testes, medições, ajustes e substituição de peças e componentes com o fim de evitar a ocorrência da falha;
- Registos e análises de dados de condição dos ativos que irão despoletar ações de manutenção corretiva.

De acordo com (Pinto, 2013), este modelo de manutenção adequa-se mais a equipamentos que apresentem comportamento regular, e que possibilitem estimar o rigor dos modos de falhas e as respetivas necessidades de manutenção.

Efetivamente, é um modelo de manutenção que envolve todas as ações que visam reduzir as falhas nos equipamentos, no entanto, obriga a que todas as ações sejam executadas com o devido planeamento (Pinto, 2013). Este tipo de ações também são denominadas por vários autores de manutenção proativa, visto que, são atividades com uma abordagem proativa, ao contrário do que acontece nas abordagens reativas que apenas se reage após a falha (Guariente *et al.*, 2017).

Assim como qualquer outro tipo de ação, a manutenção preventiva apresenta várias vantagens e desvantagens, que se encontram evidenciadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Principais vantagens e desvantagens da manutenção preventiva (Vilarinho *et al.*, 2017) e (Wireman, 2012)

<b>Manutenção Preventiva</b>	
<b>Vantagens</b>	<p>Maior controlo dos custos de manutenção;</p> <hr/> <p>As operações e paragens são programadas de acordo com a produção;</p> <hr/> <p>Aumento da vida útil dos equipamentos;</p> <hr/> <p>Controlo mais eficaz de peças suplentes e do stock de peças;</p> <hr/> <p>Redução dos custos da manutenção corretiva;</p>

	Redução do número de avarias;
	Aumento da disponibilidade dos equipamentos;
	Aumento do custo devido à mão de obra e peças de substituição;
	Exige um estudo prévio e um planeamento da manutenção;
<b>Desvantagens</b>	O aumento do número de operações pode provocar o risco de introdução de novas avarias, natureza invasiva da manutenção;
	Não garante que a manutenção corretiva seja totalmente desnecessária;

(Mobley, 2003) afirma que a manutenção preventiva é um investimento a longo prazo, que garante um futuro sem longos períodos de *downtime* dos equipamentos críticos. De maneira simplificada, a manutenção preventiva, como o próprio nome indica, procura prevenir a falha e paragens indesejadas na produção devido a falha de equipamentos.

Existem ainda diferentes tipos de manutenção preventiva, conforme explanado na Tabela 6.

Tabela 6 - Tipos de manutenção preventivas

<b>Tipo de Manutenção Preventiva</b>	<b>Definição</b>
<b>Manutenção Preventiva Sistemática</b>	Manutenção Preventiva efetuada segundo um calendário estabelecido, em função das unidades de utilização. Este tipo de manutenção é efetuada antes de ocorrer a falha de forma periódica, em intervalos de tempo estabelecidos, tendo como objetivo preservar o ativo no seu normal estado de funcionamento (Norma NP EN 13306:2017), (Muchiri <i>et al.</i> , 2011) e (Duffuaa & Raouf, 2015).
<b>Manutenção Preventiva Condicionada</b>	Manutenção Preventiva é subordinada a um acontecimento predeterminado, revelador do estado de degradação de um determinado equipamento (Muchiri <i>et al.</i> , 2011). É também conhecida por Manutenção Preditiva, e engloba ações de monitorização contínuas ou periódicas, tais como inspeções,

testes, análises estatísticas e de tendências, com o objetivo de prever o momento da falha e tomar ações planejadas, de modo a evitá-la. Este tipo de manutenção, aplicada nos ativos corretos, pode resultar em elevadas reduções de custos de manutenção dos ativos e aumento significativo da sua disponibilidade (Marquez, 2007) e (Gulati R & Smith R, 2013).

#### 2.4.1 Revisão da Literatura sobre Manutenção Preventiva

Para uma maior percepção acerca da Manutenção Preventiva, foi elaborada uma pesquisa por forma a encontrar diversos trabalhos relacionados com o tema abordado.

Deste modo, a Tabela 7 apresenta uma síntese de artigos científicos onde demonstra a importância da manutenção preventiva nas indústrias.

Tabela 7 - Síntese de artigos científicos sobre manutenção preventiva

Referências bibliográficas	Descrição do artigo
(Pires <i>et al.</i> , 2016)	Este estudo, menciona um projeto realizado na área de manutenção e desenvolvimento de equipamentos de produção. A partir de um planeamento das manutenções, foi possível executar manutenções preventivas, diminuindo as manutenções corretivas, chegando assim ao objetivo, que era expresso como uma diminuição de <i>downtime</i> e, conseqüentemente, um aumento da eficiência da produção. Para tal, utilizou-se um software de forma a auxiliar a manutenção preventiva, recolhendo toda a informação relevante obtida através das manutenções realizadas.
(Diniz <i>et al.</i> , 2017)	Este trabalho foi realizado numa empresa florestal situada no Brasil. Teve como finalidade, avaliar a atividade da manutenção de um <i>feller buncher</i> assentando na WCM ( <i>World Class Maintenance</i> ), que utiliza como premissa a manutenção preventiva e visa a diminuição dos custos de produção, assim como um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Conseqüentemente, determinou-se os índices de disponibilidade mecânica, consumo de óleo hidráulico e custos da manutenção. Os resultados mostraram que houve um crescimento de 1,75% na disponibilidade mecânica do equipamento. Relativamente ao

---

consumo de óleo hidráulico, foi obtida uma redução de 63%, reflexo, este, de manutenções preventivas realizadas, não esquecendo o custo de manutenção, que apresentou igualmente uma redução de 14,4%.

---

(García-Sanz-  
Calcedo &  
Gómez-  
Chaparro, 2017)

Este estudo teve como objetivo estudar e descrever o impacto da gestão da manutenção no consumo de energia dum hospital, localizado na Extremadura, Espanha. Os resultados desta análise desvendaram que devido a um acréscimo médio anual de 6% de manutenções preventivas, durante um ciclo de 5 anos, originou uma redução de 20% nas ordens de manutenção corretivas, economizando uma média anual de 500 MW/h no consumo de energia. Desta forma, foi possível evitar a libertação de cerca de 186 toneladas de CO<sub>2</sub> e outros gases com efeito estufa para a atmosfera. Consequentemente, este trabalho resultou numa poupança de 75.000 € anuais, sem qualquer aumento nos recursos humanos utilizados, nem nos custos de manutenção

---

(Santos *et al.*,  
2019)

Este trabalho consistiu na aplicação e desenvolvimento, de um método prático e estruturado, da classificação da criticidade de equipamentos, tendo em conta a sua importância para o processo produtivo. Esse método incluiu cinco fatores: Qualidade, Disponibilidade, Segurança e Meio Ambiente, Custos e Complexidade Tecnológica. A classificação desses ativos em três categorias permitiu a definição de estratégias de abordagem por categoria, o que motivou a aplicação de uma metodologia RCM (*Reliability Centered Maintenance*), revisão dos Planos de Manutenção Preventiva (PMP) e integração de ativos críticos num *Computer Maintenance Management System* (CMMS). O autor ilustrou resultados como a redução de 201,6 homens/hora alocados aos planos de manutenção preventiva, uma diminuição de 0,73% do indicador de taxa de indisponibilidade do equipamento devido a falha (de 4,75% para 4,02%) e um incremento no controlo e previsão dos custos de Manutenção.

---

(Martins *et al.*,  
2020)

Este trabalho foi desenvolvido numa empresa que se dedica ao desenvolvimento, produção e manutenção de transformadores de potência e distribuição e teve como objetivo melhorar o plano de manutenção preventiva. Através da introdução de ferramentas de melhoria este plano tem como propósito garantir uma maior disponibilidade dos equipamentos, bem como uma redução de desperdícios associados à manutenção. Porém, neste trabalho,

---

---

também foi adotada a metodologia TPM e RCM, uma vez que ambas contribuem para melhorar a gestão da manutenção. Deste modo, a principal contribuição deste trabalho foi mostrar que a interligação entre as várias metodologias adotadas, resultaram em ganhos satisfatórios para a empresa e uma manutenção mais eficaz.

---

## 2.5 Conceito e Estratégia de Iniciação à Implementação do TPM

Neste subcapítulo será realizada uma descrição pormenorizada de toda a filosofia TPM. Esta descrição irá desde a contextualização, até à revisão da literatura sobre o TPM. No desenvolvimento, será descrito como se define, quais são os objetivos desta metodologia, quais as perdas associadas, os pilares que sustentam esta metodologia, as etapas para a implementação do TPM e por fim é dada uma especial atenção à manutenção autónoma.

### 2.5.1 Conceito do TPM

Atualmente, em ambiente industrial, o conceito de TPM já se encontra implementado e é amplamente aceite, no entanto, ainda é possível encontrar indústrias que enfrentam verdadeiros desafios no que diz respeito à manutenção (Mwanza & Mbohwa, 2015).

Uma abordagem para melhorar o desempenho das atividades de manutenção consiste na implementação e no desenvolvimento de uma estratégia de TPM, uma vez que as equipas que gerem a produção necessitam de um sistema eficaz e um sistema de manutenção eficiente (Kasim *et al.*, 2015).

Em resposta aos problemas que surgiram ao longo do tempo no âmbito da manutenção, em ambientes industriais, o conceito TPM, embora inventado pela *General Electric Corporation* na década de 1950, foi desenvolvido inicialmente em 1971 com a ajuda do *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE) que originaria posteriormente o *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Nakajima (Nakajima, 1989) definiu o TPM como uma abordagem inovadora de manutenção que otimiza a eficácia do equipamento, elimina quebras de produção e promove a manutenção autónoma por parte dos operadores através de atividades diárias (Singh *et al.*, 2013).

Esta metodologia tem por base a manutenção *Lean* e baseia-se no trabalho em equipa, que envolve todos os níveis e funções da organização, desde os principais executivos até aos operadores. Contudo, o TPM não é uma política específica de manutenção, é uma cultura, uma filosofia e uma nova atitude em relação à manutenção (Ahuja & Khamba, 2007).

Deste modo, o TPM é baseado num conjunto de técnicas que visam a melhoria dos processos de manutenção e estabelecem uma ligação com a produção com o intuito de melhorar a qualidade do produto, reduzir desperdícios, reduzir custos de produção, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e melhorar o estado da organização no âmbito da manutenção (Guariente *et al.*, 2017).

Em harmonia com a definição do TPM, cada sigla representa a aplicação que esta ferramenta tem no próprio sistema, como se segue (Mapokgole & Mbohwa, 2013), (Mwanza & Mbohwa, 2015):

- T – “**TOTAL**”: Total no sentido de eficiência global, de ciclo total de vida útil do sistema de produção, e de integrar e promover a participação de todas as áreas de direção, engenharia, produção e manutenção;
- P – “**PRODUCTIVE**”: Esta ferramenta promove o aumento da produtividade, através da diminuição das perdas, tais como, “zero acidentes, zero defeitos e zero falhas” e o aumento da eficiência da produção;
- M – “**MAINTENANCE**”: Manutenção no sentido amplo, de manter e conservar a vida útil dos equipamentos, ao utilizar a suas funcionalidades ao máximo possível.

Posto isto, a implementação da metodologia TPM nas indústrias, levou ao surgimento de uma mentalidade mais proativa e responsável por parte de todos os colaboradores de uma organização.

Na Tabela 8 encontram-se apresentadas diferentes visões de alguns autores sobre a definição do TPM.

Tabela 8 - Definições do TPM

---

### Definições do TPM

---

(Nakajima, 1989)

O TPM consiste numa abordagem inovadora à manutenção que otimiza a eficácia do equipamento, elimina falhas e promove a manutenção autónoma por parte dos operadores através de atividades diárias que envolvem a totalidade da força de trabalho.

---

---

(Smith & Hawkins,  
2004)

O TPM é visto como a base da manutenção *Lean*, sendo uma metodologia que visa otimizar a fiabilidade e a eficácia dos equipamentos de produção. Além disso, trata todo o ciclo de vida do sistema produtivo e constrói um sistema sólido, baseado no chão de fábrica, para evitar todas as perdas. Contudo, baseia-se no trabalho em equipa e na manutenção proativa, envolvendo todos os níveis e funções da organização, desde os principais executivos até aos operadores.

---

(Pinto, 2013)

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.

---

(Kumar Sharma &  
Gopal Sharma, 2014)

O TPM pode ser definido como um programa de melhoria que estabelece um sistema abrangente de manutenção produtiva, durante toda a vida útil do equipamento. O TPM conta com a participação de todos os funcionários, para promover a manutenção através da motivação ou atividades voluntárias em equipa.

---

### 2.5.2 Objetivos do TPM

A implementação do TPM, deve permanecer alinhada com a visão e a estratégia da organização, ou seja, devem ter objetivos em comum. A utilização desta metodologia, significa ter um objetivo para atingir a produção ideal, através de ações de manutenção para aumentar a disponibilidade e prevenir a degradação dos equipamentos, que contribuem para o objetivo de atingir a eficácia máxima (Suryaprakash *et al.*, 2019), (Mwanza & Mbohwa, 2015).

Além de aumentar a disponibilidade/eficácia dos equipamentos, o objetivo de qualquer programa TPM também inclui dar o devido reconhecimento e valorização aos operadores, uma vez que, este ato resulta num cuidado acrescido que é dado aos equipamentos por parte dos operadores (Singh *et al.*, 2013), (Chan *et al.*, 2005). Estas ações promovem uma cultura em que os operadores assumem que os equipamentos que utilizam, para desempenhar as suas funções, sejam da própria responsabilidade (Ahuja & Khamba, 2008).

Desta forma, os principais objetivos do TPM podem-se resumir nos seguintes pontos, Tabela 9:

Tabela 9 – Principais objetivos do TPM

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

Efetivamente, através da maximização da eficiência e estabelecendo um custo ideal ao longo da vida útil do equipamento os objetivos do TPM passam por reduzir os custos, diminuir *lead times* e aumentar a qualidade do produto (Ribeiro *et al.*, 2019).

### 2.5.3 Tipo de perdas associadas aos equipamentos

Uma vez mais, de acordo com o que foi referido no capítulo 2.1, as indústrias para garantirem um nível de competitividade elevada devem promover ações de melhoria

com o intuito de aumentar os lucros e eliminar ou reduzir os desperdícios associados ao processo, que de nenhuma forma acrescentam valor ao produto. Desta forma, estas ações traduzem-se numa produção mais eficiente e mais rentável economicamente, visto que, quanto menos paragens, melhor a nível económico.

A Tabela 10, enumera e classifica as seis maiores perdas dos equipamentos que tem impacto direto no sistema produtivo, e que as empresas podem evitar com a utilização do TPM, (Nakajima, 1989), (Dowlatshahi, 2008) e (Reis *et al.*, 2019).

Tabela 10 - Tipo de perdas associadas aos equipamentos

Perdas	Descrição	Objetivo
1 - Perdas por paragens de máquinas	Representa um período de tempo, durante o qual a máquina não produz, devido a ocorrência de uma avaria.	Eliminar
2 - Perdas por tempo de <i>setup</i>	Estas perdas representam o tempo de preparação das máquinas para mudança de referência na linha de produção.	Reduzir
3 - Perdas por pequenas paragens e tempo ocioso do operador	Dizem respeito a perdas devido a interrupções momentâneas, causadas por diversas situações e causam pequenas paragens, mas não ocorrem devido a paragens da máquina.	Reduzir
4 - Perdas de velocidade da máquina	A utilização excessiva da máquina, sem nenhuma manutenção preventiva, conduz a um funcionamento fora dos padrões definidos pelo fabricante, que leva a redução de velocidade. A redução da velocidade é a diferença entre a velocidade de funcionamento normal do equipamento e a real do equipamento.	Reduzir
5 - Perdas por produtos não conformes e retrabalho	Ocorre quando os produtos apresentam algum defeito e inicia-se o processo de eliminação dos mesmos ou retrabalhos realizados durante a produção.	Eliminar
6 - Perdas por tempo de <i>start-up</i>	São perdas causadas durante o processo de verificação das máquinas até à estabilização do seu processo.	Eliminar

Desta forma, para ser possível eliminar estas perdas associadas aos equipamentos, com a utilização do TPM, é necessário construir uma base sólida para sustentar todas as suas ações.

#### 2.5.4 Pilares do TPM

Efetivamente, para que as perdas associadas aos equipamentos sejam minimizadas, através da implementação do TPM, é necessário construir uma base sólida para suportar todas as ações a desempenhar.

A metodologia TPM é assim fundamentada em oito pilares, sendo que na base encontra-se a metodologia 5S que é um fator chave para o sucesso e suporte da implementação. Como complemento à base, existem os pilares que representam e evidenciam os conceitos essenciais para uma eficaz e eficiente implementação, desenvolvimento e aperfeiçoamento do TPM. Cada pilar tem como objetivo reduzir, e se possível eliminar, todo o tipo de perdas que resultam num aumento de produtividade, através da redução de custos, redução de paragens de produção e no fundo uma manutenção controlada (Costa *et al.*, 2018), (Ahuja & Khamba, 2008).

O modelo estrutural, apresentado na Figura 4, foi desenvolvido de forma a incluir as principais ferramentas de melhoria dos processos de manutenção e a que estas estejam presentes nas ações do TPM e possam desempenhar as funções em conjunto para melhorar os processos de fabrico.

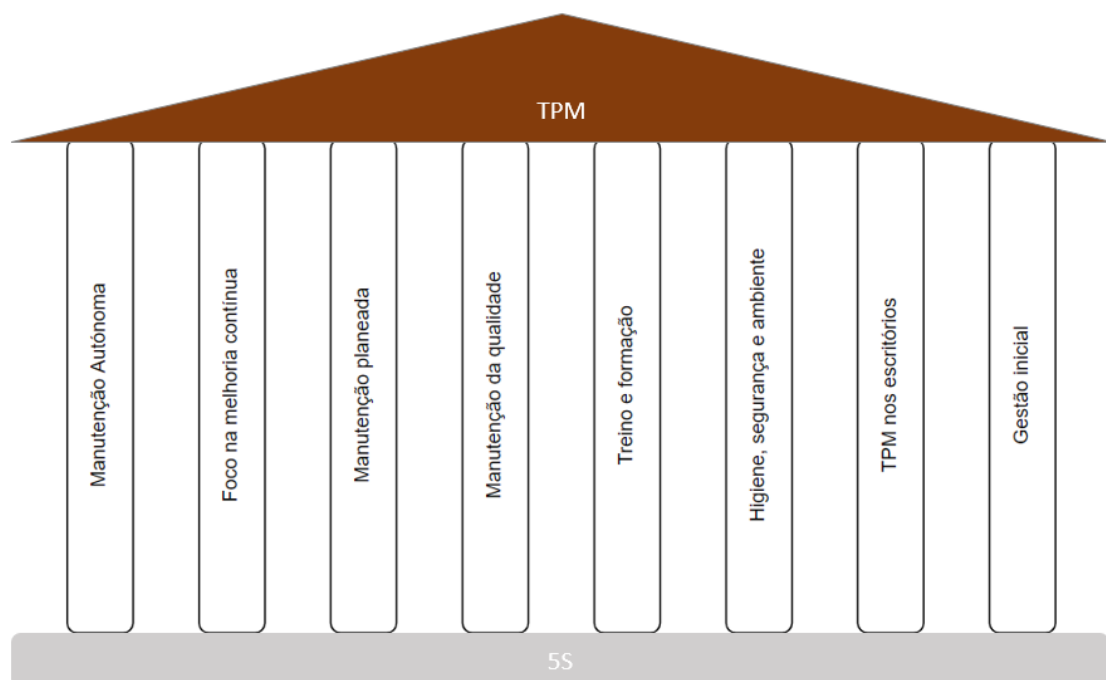


Figura 4 – 8 Pilares do TPM (adaptado de (Pascal *et al.*, 2019))

Na Tabela 11, encontra-se descrito cada pilar apresentado na Figura 4.

Tabela 11 - Pilares do TPM (Borris, 2006)

Pilar	Descrição
<p><b>Manutenção Autônoma</b></p>	<p>O pilar da manutenção autônoma é focado no desenvolvimento dos operadores, de modo que estes possam desempenhar pequenas tarefas de manutenção, tais como, a limpeza, a lubrificação e a inspeção. Isto permite com que os técnicos de manutenção possam focar a sua atividade em atividades com maior valor agregado. Além disso, os operadores assumem a responsabilidade de manter os próprios equipamentos em boas condições de funcionamento, evitando que se degradem.</p>
<p><b>Foco na melhoria continua</b></p>	<p>A melhoria continua visa identificar e eliminar todas as perdas no local de trabalho que afetam diretamente a eficiência do sistema. Deste modo, procura desenvolver pequenas melhorias que são desenvolvidas de forma continua e envolvem todos os níveis da organização. O objetivo da melhoria continua também passa pela mitigação das perdas por meio de uma análise estruturada de FMEA (Análise de modo e efeito de falha).</p>
<p><b>Manutenção Planeada</b></p>	<p>A manutenção planeada tem como propósito planejar programas efetivos de manutenção preventiva e/ou preditiva, a fim de manter os equipamentos em pleno funcionamento, ao longo do seu ciclo de vida. Deste modo, também se torna uma abordagem proativa, visto que, os técnicos de manutenção auxiliam e ajudam os operadores a conservarem os próprios equipamentos. Contudo, o objetivo deste pilar também se destina a manter a disponibilidade dos equipamentos, alcançar um custo ideal de manutenção, aumentar a fiabilidade, reduzir as falhas do equipamento e assegurar a disponibilidade de peças de reposição.</p>
<p><b>Manutenção da Qualidade</b></p>	<p>A manutenção da qualidade representa um pilar do TPM destinado a obter a satisfação do cliente através da entrega de produtos de elevada qualidade. Uma vez que, os defeitos são eliminados do processo após a identificação do parâmetro da máquina pelo qual a qualidade do produto é afetada, o controlo de qualidade garante a deteção das não conformidades.</p>

---

<b>Treino e Formação</b>	Este pilar pretende aliar as componentes teóricas e práticas para reduzir os defeitos dos equipamentos. Posto isto, é necessário formar as pessoas sobre a tecnologia e controlo de qualidade, para resolver avarias, manter e vigiar os equipamentos. A formação direciona-se a todos, desde o chefe de produção aos operadores, promovendo um alinhamento dos operadores com as metas organizacionais.
<b>Higiene, Segurança e Ambiente</b>	Este pilar promove a criação de um local de trabalho seguro com o objetivo de eliminar os acidentes. A higiene, segurança e ambiente tem como finalidade promover um ambiente de trabalho apropriado e fornecer procedimentos operacionais padrão.
<b>TPM nos Escritórios</b>	O TPM nos escritórios pretende melhorar a produtividade e eficiência das funções administrativas, o que envolve analisar processos e procedimentos que consigam ser automatizados.
<b>Gestão Inicial</b>	A gestão inicial visa minimizar os problemas e o tempo de execução em novos equipamentos, assim como promover iniciativas de melhoria da manutenção. Contudo, este pilar recorre à aprendizagem dos sistemas atuais com o intuito de aplicar em novos sistemas.

---

Não obstante, para obter resultados com a implementação do TPM, os gestores de topo necessitam de adquirir certos e determinados conhecimentos para que possam tomar a decisão de aplicar a metodologia TPM nas suas empresas (Pascal *et al.*, 2019). Deste modo, com a aplicação de todos os pilares do TPM, esta metodologia leva as empresas a atingir novos patamares a nível de qualidade e organização, que efetivamente fazem a diferença num cenário altamente competitivo (Ahuja & Khamba, 2008).

### 2.5.5 Etapas para implementação do TPM

No que concerne às etapas de lançamento do TPM, é necessário ter em conta o nível de desenvolvimento da organização, uma vez que, na etapa de preparação pode ser necessário ajustar os planos de implementação às condições e necessidades de cada organização.

É de salientar que, a etapa de preparação é particularmente importante, uma vez que os planos de desenvolvimento que daí advêm são cruciais para o lançamento do TPM.

No decorrer das quatro fases de implementação do TPM é de extrema importância o apoio da gestão de topo para a concretização da implementação do TPM com sucesso.

Na Tabela 12 encontram-se agrupadas as fases de implementação com as etapas e as respectivas ações a serem colocadas em prática.

Tabela 12 - Etapas de implementação do TPM (Nakajima, 1989)

<b>Fase</b>	<b>Etapas</b>	<b>Ações</b>
Preparação	1 – Direção da empresa comunica a intenção de introduzir o TPM.	Reuniões com os responsáveis pelos diferentes departamentos.
	2 – Educar, treinar e divulgar a implementação do TPM.	Formações de acordo com o nível hierárquico.
	3 – Organizar e promover o TPM.	Formação de equipas para promover o TPM.
	4 – Estabelecer os objetivos e as diretrizes básicas.	Analisar condições e definir objetivos.
	5 – Elaborar um plano para desenvolver o TPM.	Desenvolver planos da implementação das atividades necessárias.
Lançamento	6 – Arranque do projeto TPM.	Convite de todas as partes interessadas.
	7 – Melhorias no desempenho dos equipamentos.	Seleção dos equipamentos e formação de equipas.
	8 – Desenvolvimento de um plano de manutenção autónoma.	Desenvolver ferramentas de diagnóstico e estabelecer procedimentos.
Implementação	9 – Desenvolvimento de um plano de manutenção programada para o departamento de manutenção.	Desenvolvimento de manutenção preditiva e gestão de stock.
	10 – Promover formações para melhorar as habilidades operacionais e de manutenção.	Formações dos líderes em grupo.
	11 – Segurança, saúde e meio ambiente.	Formações aos operadores.

---

Consolidação	12 – Implementação do TPM.	Definir objetivos mais elevados.
--------------	----------------------------	----------------------------------

---

É de salientar que não há um tempo exato entre a preparação inicial e a obtenção dos resultados. Dependendo do nível, da organização, de tecnologia, de gestão e manutenção preventiva, a fase de preparação poderá ter um tempo estimado de três a seis meses.

Tendo em conta que, a fase de implementação é primordial para uma eficaz concretização do TPM, esta poderá ter uma duração estimada de dois a três anos para ser concluída. Sendo aqui relevante o tempo despendido para que o resultado final corresponda, com qualidade, ao esperado.

A organização deve sempre comparar os resultados obtidos, com as metas definidas, no fim da fase de consolidação.

#### 2.5.6 Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma apresenta-se com especial relevância no âmbito deste trabalho. Neste âmbito, este pilar do TPM merece uma apresentação mais aprofundada das suas etapas.

A manutenção autónoma é um tipo de manutenção preventiva que consiste num conjunto de atividades planeadas que são realizadas pelo próprio operador do equipamento (Rosimah *et al.*, 2015). Além disso, também é uma ferramenta que integra os oito pilares do TPM. O principal objetivo consiste em eliminar todas as perdas de tempo que se encontram associadas a paragens do sistema produtivo devido a falhas do equipamento, que inevitavelmente têm um impacto negativo no desempenho do processo (Guariente *et al.*, 2017).

As ações de manutenção autónoma foram desenvolvidas de forma a aumentar a manutenção e consequentemente a fiabilidade dos equipamentos, através da implementação de ações e programas educacionais aos colaboradores que participam nas atividades do TPM (Sharma *et al.*, 2018).

Conforme referido anteriormente, a manutenção autónoma é um dos pilares do TPM e segue uma abordagem onde a responsabilidade pela manutenção dos equipamentos é dividida entre os operadores e os técnicos do departamento de manutenção (Molenda, 2016).

Efetivamente, a manutenção autónoma, quando realizada, para além de ajudar a manter uma alta fiabilidade nos equipamentos, procura também, garantir baixos custos operacionais e níveis de produção elevados.

Este pilar do TPM, também permite com que, através do trabalho diário nos equipamentos, os operadores adquiram a experiência e os conhecimentos necessários para que seja possível efetuar um diagnóstico e reparar o equipamento (Pinto, *et al.*, 2020). Desta forma os operadores representam a primeira linha de defesa contra o tempo de inatividade, não planeado, dos equipamentos de produção e permitem que os técnicos de manutenção se concentrem em manutenções mais exigentes e mais avançadas (Molenda, 2016).

Numa primeira fase os operadores executam tarefas simples como a inspeção e a limpeza. Posteriormente, evoluem para tarefas de nível mais complexo, podendo chegar a igualar o conhecimento de um técnico de manutenção (Borris, 2006).

Posto isto, (Cabral, 2006) e diversos autores indicam que existem sete passos para a implementação da manutenção autónoma, conforme se pode verificar na Tabela 13.

Tabela 13 - Definição das sete etapas para a elaboração da Manutenção Autónoma

Etapa	Definição
Limpeza inicial	Eliminar todo o tipo de sujidade presente no equipamento.
Controlo de resíduos e sujidade em locais de difícil acesso	Eliminar locais de difícil acesso, e arranjar medidas para reduzir o tempo das intervenções de manutenção periódicas.
Elaboração de planos de limpeza e manutenção	Efetuar plano de limpeza e manutenção, definir periodicidade e material necessário para todas as operações definidas.
Inspeção geral do equipamento	Verificação e correção de falhas do equipamento através de técnicas de inspeção geral.
Inspeção autónoma	Elaboração e execução de uma folha de inspeção.
Organização e ordem	Executar a padronização dos itens de controlo e sistematização total da manutenção.

<b>Consolidação</b>	Executar conforme a periodicidade o plano de manutenção, e respetivo registo de atividade de melhoria.
---------------------	--

Como podemos constatar, verifica-se que a aplicação da manutenção autónoma é muito importante na indústria, uma vez que, a sua utilização contribui para melhorar os resultados obtidos anteriormente, reduzir desperdícios e aumentar a qualidade dos produtos (Mushiri *et al.*, 2016).

### 2.5.7 Recentes desenvolvimentos e Casos de Estudo em torno do TPM

Para uma melhor perceção acerca do TPM, foi elaborada uma pesquisa, de forma a encontrar diversos trabalhos relacionados com o tema abordado.

Neste sentido, a Tabela 14 apresenta uma síntese de artigos científicos onde demonstra a importância do TPM, nas indústrias.

Tabela 14 - Síntese de artigos científicos sobre TPM

<b>Autor</b>	<b>Descrição</b>
(Ahuja & Khamba, 2007)	Este artigo surge no contexto das indústrias de manufatura indianas e tem como objetivo identificar as perdas relacionadas com a manutenção através da metodologia TPM. As iniciativas de implementação do TPM salientam melhorias significativas na eficiência e eficácia dos equipamentos. Além disso, foram realizadas intervenções sistemáticas em relação à implementação do TPM, que contribuíram para melhorar a sinergia entre o departamento de manutenção e o de produção. Estas inspeções resultaram na eliminação de defeitos, melhoras na fiabilidade do processo produtivo e na eficácia global do equipamento, atingindo uma redução de custos. Em suma, este trabalho obteve uma melhoria no OEE entre os 15 e os 40%, uma redução de acidentes em quase 98%, uma redução dos custos de manutenção entre 18 e 45%, uma redução de avarias de 71% e uma redução dos custos de energia de 8 a 27%.
(Singh <i>et al.</i> , 2013)	Este estudo, baseou-se na implementação da metodologia TPM de uma empresa que fabrica componentes para a indústria automóvel. Esta metodologia é implementada numa oficina mecânica com

---

torneamento CNC. A eficácia global do equipamento (OEE) é usada como medida do sucesso da implementação do TPM neste caso de estudo. Foram identificadas todas as perdas associadas à eficácia do equipamento e todos os pilares do TPM foram implementados de forma faseada para melhorar a utilização das máquinas CNC. Conclui-se que após a sua implementação, o OEE revelou ser um indicador de sucesso na análise do TPM, visto que foi possível demonstrar melhorias significativas no OEE, que se refletiram num aumento de 63% para 79%.

---

(Mwanza &  
Mbohwa,  
2015)

Este artigo teve como propósito o estudo e desenvolvimento de um modelo TPM para melhorar todo o sistema de manutenção numa empresa que se dedica à produção de produtos químicos na Zâmbia. Uma vez que os estudos levados a cabo por estes autores demonstram existir lacunas no sistema de manutenção, determinaram os principais indicadores de desempenho e os fatores de sucesso do TPM. Em relação à eficácia das técnicas de manutenção utilizadas, 19% foram registadas com más, 65% razoáveis, 8% boas e 8% não aplicável. O OEE (eficácia global do equipamento) foi calculado em 37% que foi abaixo do padrão de classe mundial em 50%. Posto isto, as principais causas que levaram à ocorrência de downtime, foram a falta de peças de reposição (52%), a escassez de matérias-primas (32%), (8%) devido a problemas energéticos e (8%) de causas não aplicáveis. Deste modo, os autores projetaram um modelo TPM que resultou numa implementação eficaz e competitiva.

---

(Kasim *et al.*,  
2015)

Este artigo teve como propósito descrever as teorias TPM e OEE, uma vez que as indústrias devido à elevada competitividade requerem abordagens cada vez mais inovadoras para alcançar a satisfação do cliente. Este artigo, também apresenta três estudos realizados por diferentes autores para demonstrar as melhorias do OEE através da implementação do TPM. No primeiro estudo, foi implementado a metodologia TPM numa indústria eletrónica, localizada em Taiwan, e obtiveram um ganho de 23,86% no valor do OEE. O segundo estudo, foi realizado num fabricante de aço, situado na Índia, e o OEE aumentou de 30,6% para 71,6%. Por fim, o terceiro estudo foi levado a cabo por um fabricante de locomotivas que identificou um aumento dos custos de manutenção, quando aplicado a metodologia TPM, no entanto, após a fase de iniciação, o OEE aumentou de 39% para 69%. No fundo, as atividades de TPM

---

---

permitiram eliminar as perdas dos equipamentos relacionadas com a disponibilidade, o desempenho e a qualidade.

---

(Guariente *et al.*, 2017)

Este artigo descreve o trabalho desenvolvido numa empresa do setor automóvel que se dedica ao fabrico de tubos de ar condicionado. Neste trabalho foi aplicada a metodologia TPM com o objetivo de aumentar a disponibilidade e a produtividade dos equipamentos. O objetivo da manutenção autónoma foi alcançado através da implementação dos sete pilares que resultaram num aumento de 10% no indicador mensal relativo à disponibilidade dos equipamentos, o que, à posteriori, refletiu-se num aumento de 8% no OEE, no mesmo período de tempo. Simultaneamente, e como consequência destas aplicações, houve um aumento no MTBF, bem como uma redução no MTTR. Estes resultados foram alcançados através da aplicação da metodologia TPM, que aborda diversos tipos de desperdícios associados ao processo e dão suporte na melhoria contínua do processo.

---

(Pinto, *et al.*, 2020)

Este trabalho foi desenvolvido em contexto industrial, numa empresa que fabrica embraiagens e controlos hidráulicos, e teve como objetivo implementar um sistema de gestão da manutenção. A metodologia TPM foi selecionada para ser aplicada nos tornos CNC e centros de maquinagem CNC. O TPM recorre a algumas atividades da manutenção, que vem da manutenção preventiva e tem como foco a eliminação de perdas de eficiência dos equipamentos. O primeiro objetivo deste trabalho focou-se na redução do número de manutenções corretivas em 20%, sendo que, no centro de maquinagem ocorreu uma redução de 38% e nos tornos CNC uma redução de 17%. Contudo, no final do estudo, os resultados foram claramente positivos e obteve-se uma diminuição de paragens dos tornos CNC por avaria em 23% e 38% nos centros de maquinagem CNC, o que resultou num aumento evidente na disponibilidade do equipamento e a eficácia global do equipamento aumentou 5%.

---

## 2.6 Indicadores de Desempenho de Manutenção

Qualquer prática de gestão requer a definição de objetivos e indicadores para controlar o desempenho de uma organização. Enquanto os objetivos exprimem aquilo que se pretende, os indicadores são utilizados para quantificar esses mesmos objetivos em

números. Deste modo, tal como acontece na avaliação de sistemas produtivos, a manutenção também tem indicadores que permitem obter informações do desempenho dos equipamentos, assim como, do trabalho executado pelos operadores (Corsini *et al.*, 2016) e (Gonzalez *et al.*, 2017).

A norma EN 15341:2007 apresenta os indicadores de manutenção responsáveis por medir os aspetos importantes das funções da manutenção. No entanto, estes indicadores não devem ser definidos de forma isolada, visto que, devem ser o resultado de uma análise cuidada da relação entre a manutenção e a produção (Pinto, *et al.*, 2020).

De acordo com esta norma, os indicadores são utilizados para:

- Medir o estado da manutenção;
- Avaliar o desempenho;
- Comparar desempenho;
- Identificar pontos fortes e fracos;
- Definir objetivos;
- Planear estratégias e ações;
- Compartilhar os resultados para informar e motivar as pessoas;
- Controlar o progresso e as mudanças ao longo do tempo.

Na Tabela 15, encontram-se apresentados os principais indicadores de manutenção referidos na norma (EN 15341, 2007).

Tabela 15 - Principais Indicadores de Manutenção (Norma EN 15341:2007)

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.

<b>MTTR - Mean Time to Repair</b>	Tempo médio necessário para restaurar um equipamento de forma a voltar a conseguir desempenhar as suas funções operacionais.
<b>Fiabilidade (R(t))</b>	Probabilidade de um equipamento desempenhar as suas funções, sob certas condições, num determinado período.

### 2.6.1 Revisão de Literatura sobre KPI's

Para uma maior perceção acerca dos indicadores de desempenho de manutenção, foi elaborada uma pesquisa, de forma a encontrar diversos trabalhos relacionados com o tema abordado.

Deste modo, a Tabela 16, apresenta uma síntese de artigos científicos onde demonstra a importância dos KPI's (*Key Performance Indicators*), nas indústrias.

Tabela 16 - Síntese de artigos científicos sobre KPI's

<b>Autor</b>	<b>Descrição</b>
(Ferreira <i>et al.</i> , 2019(b))	Este trabalho teve como objetivo a criação de um KPI para que a empresa pudesse avaliar os trabalhos executados nas atividades de manutenção, assim como a criação de uma ferramenta de tomada de decisão para avaliar a obsolescência de componentes eletrónicos. Deste modo, foram efetuados casos de estudo para auxiliar a validação de um novo modelo. Posto isto, este trabalho apresentou ganhos positivos onde foram criadas duas ferramentas para auxiliar o departamento de manutenção na sua gestão diária. Contudo, o novo KPI e o modelo de obsolescência foram testados com sucesso numa fábrica que se dedica à produção de laticínios, demonstrando cumprir perfeitamente as metas propostas. Além disso, foi possível adequar o modelo de acordo com os objetivos da organização.

---

(Ribeiro *et al.*, 2019)

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.

---

(Pinto *et al.*, 2019)

Este trabalho foi realizado numa empresa da indústria automóvel, localizada em Portugal, onde 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 *setup* diminuiu em 11 %, melhorando o OEE para 90.22 %.

---



# CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA, DO PROCESSO E DO PROBLEMA

3.1 Apresentação da empresa

3.2 Processo produtivo

3.3 Organização do Departamento de Manutenção

3.4 Identificação e análise dos problemas



### 3 Caracterização da empresa, do processo e do problema

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

#### 3.1 Apresentação da empresa

Este trabalho foi desenvolvido na CIN – Corporação Industrial do Norte, S.A., uma empresa privada, sediada em Portugal de tintas e vernizes com filiais espalhadas pelo mundo. Com sede na Maia controla direta ou indiretamente todas as empresas que pertencem ao grupo CIN. As diversas empresas dedicam a sua atividade a diferentes secções do mercado, nomeadamente os Decorativos, a Indústria, a Anti-Corrosão e os Acessórios.

A CIN foi fundada em 1917, passando a ser líder no mercado português desde 1992 e líder no mercado ibérico desde 1995. Em 2021, foi considerada a 39ª maior empresa a nível mundial dentro do ramo das tintas (*Top Companies Report | Coatings World, 2021*).

Além disso, possui sete centros de investigação e desenvolvimento (I&D) em Portugal, Espanha e França. A CIN procura continuamente a inovação para melhorar processos, antecipar as necessidades do mercado e garantir o êxito dos seus produtos vendidos em mais de 40 países. Para além da inovação, há muito que a CIN está empenhada na qualidade e sustentabilidade das suas operações.

Na Tabela 17, encontram-se apresentados os principais dados do Grupo CIN.

Tabela 17 - Principais dados do Grupo CIN

CIN – Corporação Industrial do Norte S.A.	
Designação Social	Tintas CIN
Localização	Maia
Número de Funcionários	+ 1800
Faturação no ano 2021	365 Milhões de euros

---

<b>Filiais</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Espanha</li><li>• França</li><li>• Polónia</li><li>• Turquia</li><li>• Angola</li><li>• Moçambique</li><li>• África do Sul</li><li>• México</li></ul>
<b>Reconhecimento Internacional</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 11.º Maior produtor de tintas e vernizes da Europa em 2021</li><li>• 39.º Maior produtor de tintas e vernizes do Mundo em 2021</li></ul>
<b>Principais Mercados</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Decorativos</li><li>• Indústria</li><li>• Repintura Automóvel</li><li>• Proteção Anticorrosiva</li><li>• Acessórios</li></ul>
<b>Marcas do Grupo CIN (Mercado Nacional)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• CIN</li><li>• SOTINCO</li><li>• NITIN</li><li>• Valentine</li></ul>

---

### 3.1.1 Estratégia

A estratégia do grupo CIN passa por reforçar o seu posicionamento no mercado das tintas, intervindo de forma decisiva no processo de consolidação em curso. Suportada pelas suas competências, tem como objetivo intervir em mercados onde seja capaz de atingir uma posição de liderança. O seu crescimento está centrado num processo de consolidação orgânica e de aquisições.

A sua expansão fundamenta-se:

- No desenvolvimento de produtos que antecipem necessidades dos consumidores;
- Nas aquisições que garantam sinergias efetivas;
- No reforço do negócio dos mercados da Europa do Sul e Norte de África;
- Na modificação constante dos processos de forma a ser reconhecida um dos criadores de valor.

### 3.1.2 Missão

Esta empresa tem como missão melhorar a qualidade de vida das pessoas e das empresas através do/a:

- Conceção das soluções com a melhor equipa do mercado de tintas e vernizes.
- Satisfação das necessidades dos clientes assumindo a liderança nos mercados em que a CIN intervém, comprometendo-se à excelência no fornecimento de produtos e serviços inovadores e de qualidade.
- Crescimento em quota de mercado e rentabilidade com foco na satisfação dos clientes e na melhoria contínua do conhecimento e da eficiência dos processos de negócio.
- Gerência do negócio com integridade, respeito pela lei e pelo ambiente.

### 3.2 Processo produtivo

A linha de produção estudada no âmbito deste trabalho é uma unidade que produz tintas de base aquosa (Nováqua). Esta unidade apresenta o maior volume de produção, sendo por isso também a mais automatizada, e a maior faturação. Logo a qualidade do funcionamento dos equipamentos é mais importante nesta unidade produtiva. Foi lançado um projeto para promover a prática de manutenções autónomas nos equipamentos desta unidade produtiva, no qual se enquadra o projeto do estágio.

As tintas de base aquosa têm como principais características o facto de possuírem uma elevada tensão superficial, não serem combustíveis nem tóxicas e requererem longos tempos de secagem. Este tipo de tintas promove a sustentabilidade ambiental, sendo presentemente aplicadas na indústria de construção civil e no mobiliário, entre outras. O processo produtivo destas tintas destaca-se pela produção de grandes quantidades de produto, visto que se recorre a equipamentos bastante automatizados face a outras secções da fábrica, pois o processo produtivo e as matérias-primas base não variam muito.

As tintas e vernizes de base-aquosa caracterizam-se por usarem como solvente a água, sendo que a produção de tinta de cor advém de afinações realizadas a partir da tinta branca. No processo de fabrico de tintas de base-aquosa ocorrem várias etapas para uma dada ordem de fabrico, como ilustrado na Figura 5:



Figura 5 - Etapas de fabrico de tintas de base-aquosa

Normalmente, produzem-se bases-aquosas e à posteriori, em loja, a tinta é afinada à cor. No entanto, em casos particulares, existem pedidos de clientes que justificam a produção de tinta de base-aquosa já com o acabamento e por isso a etapa acabamento é caracterizada como opcional.

Na ordem de fabrico é especificada a ordem de adição das matérias-primas. As diferentes etapas do processo produtivo podem ser observadas na Figura 6.

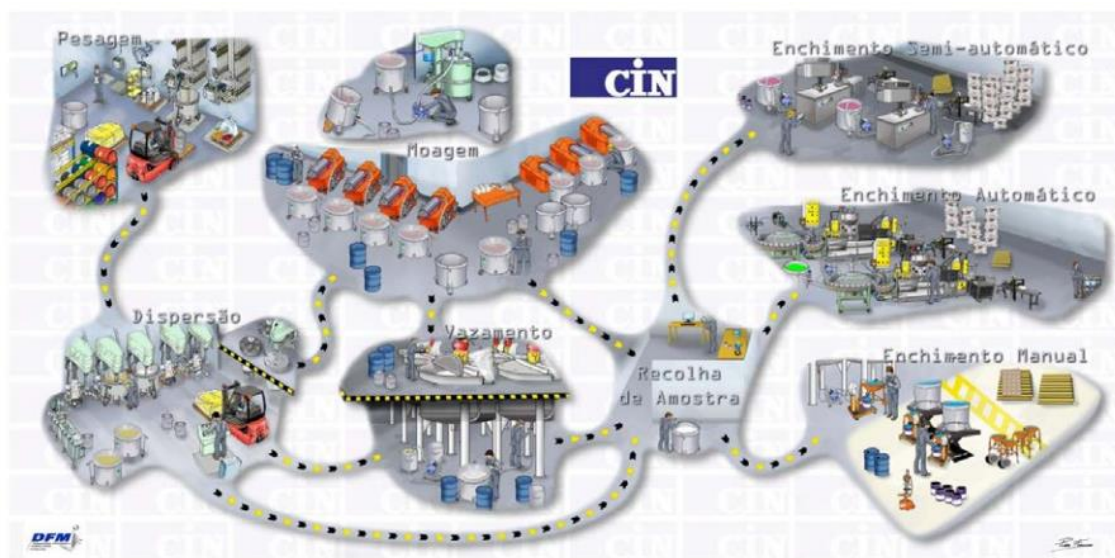


Figura 6 - Representação do processo de fabrico de tintas

Numa primeira fase do processo é realizada a **separação de matérias-primas**, que ocorre no armazém de matérias-primas. Recebida a ordem de separação, dá-se início à recolha e envio das matérias necessárias para cada fabrico.

As matérias-primas, de uma forma estritamente logística, em relação ao seu formato físico e embalagem, podem ser classificadas, em três categorias, de acordo com a Tabela 18.

Tabela 18 - Classificação do tipo de matéria-prima

Tipo de matéria-prima	Armazenamento
Granel	Cisternas
Líquida	Tambores e cubos (IBC)
Sólida	Sacos de pó e Big-Bags

**Pesagem de matérias-primas:** Diz respeito à primeira etapa do fabrico, onde é feita a dosagem das matérias-primas nas quantidades assinaladas na ordem de fabrico, conforme um determinado modo operatório e seguindo o protocolo de segurança.

Trata-se de uma etapa rigorosa, pois em caso de erro, o produto poderá ser considerado um produto não conforme.

**Dispersão:** Nesta etapa ocorre a introdução de materiais sólidos num fluido. O primordial objetivo desta fase é obter a desagregação das partículas sólidas do líquido, aumentando a energia mecânica presente no sistema. Para o conseguir, recorre-se a dispersores, Figura 7, que são constituídos por um motor elétrico acoplado a um disco metálico, com capacidade de variar a velocidade e originar forças de corte imperativas para a obtenção da dimensão de partículas desejadas.



Figura 7 - Dispersores

**Moagem:** É realizada em moinhos de esferas com o objetivo de reduzir o volume das partículas e, conseqüentemente, aumentar o poder de cobertura da tinta. Neste processo, a tinta é introduzida numa câmara com microesferas que, por colisão, diminuem o tamanho das partículas. Trata-se de uma etapa opcional, dependendo das características que se pretenda que o produto acabado apresente.

**Acabamento:** No acabamento apenas são introduzidas matérias-primas líquidas, normalmente em grande volume. É nesta fase que são atribuídas à tinta as suas características finais.

**Afinação:** O processo de afinação corresponde ao acerto de cor da tinta relativamente a um padrão.

**Controlo de Qualidade:** Processo de análise e validação de propriedades da tinta com base numa amostra retirada do fabrico e analisada no laboratório interno da fábrica.

**Enchimento:** Até esta etapa, a tinta fabricada encontra-se, regra geral, num tanque de acabamento. O enchimento é o processo onde o produto é embalado nos respetivos recipientes. Pode ser feito em máquinas de enchimento semiautomáticas ou por enchimento manual.

Desta forma, para uma melhor visualização do seu sistema de produção, o layout da planta da fábrica é apresentado no Anexo1 – Layout da Nováqua, onde as áreas denominadas “ME” significam máquinas de enchimento.

### 3.3 Organização do Departamento de Manutenção na empresa

O departamento de manutenção da CIN, encontra-se inserido na Direção de Operações, no ramo de Engenharia, Projetos e Construção/Manutenção, tal como ilustrado no organigrama da Figura 8.

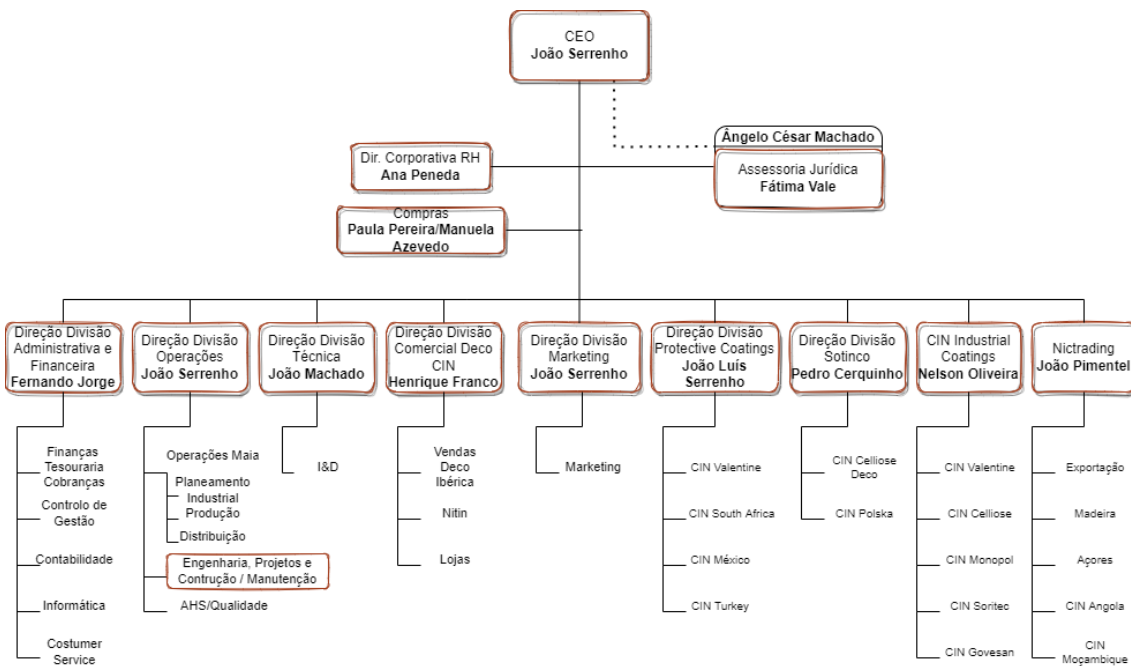


Figura 8 - Organigrama Geral CIN

Este departamento segue um modelo estratégico de manutenção que contempla a realização de manutenções preventivas e corretivas nas instalações, executadas por técnicos especializados de manutenção pertencentes à organização e a uma empresa subcontratada (ENGIE). Desta forma, sempre que é efetuado um pedido de manutenção, ou é realizada uma manutenção planeada, cabe à experiência do gestor da equipa de manutenção verificar quem apresenta as melhores capacidades para a realização dessa mesma tarefa.

No que diz respeito aos pedidos de manutenção, o responsável de cada setor, possui um conjunto de equipamentos, que aquando da sua falha emite um pedido de manutenção no software, identificando o objeto, a descrição da avaria e o respetivo grau de urgência. Posto isto, o gestor do planeamento da manutenção receciona o pedido no software, procede à impressão de uma ordem de trabalho e dá prioridade e seguimento da intervenção ao respetivo técnico, de acordo com a sua especialidade.

Para dar resposta em termos de intervenção, a equipa de Manutenção da área produtiva é constituída pelo Diretor de Manutenção, conjuntamente com os responsáveis de Oficina e Planeamento, da Fábrica Maia e Centro de Distribuição, da Megadur, do Armazém, das Compras, bem como oito técnicos. Na Figura 9, pode-se constatar a árvore hierárquica representativa da equipa de Manutenção de equipamentos produtivos.

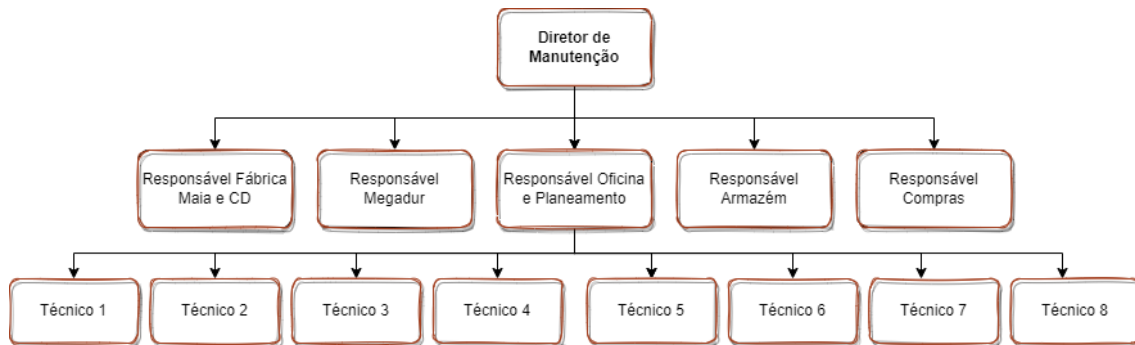


Figura 9 - Organização do Departamento de Manutenção

### 3.3.1 Ferramentas de apoio à manutenção

A equipa de manutenção conta com um *software* para a gestão do departamento, o *ManWinWin*, no qual são efetuados os pedidos de manutenção, os registos das avarias, o planeamento das ações de manutenção preventiva, e a gestão de peças de reserva.

Este software permite obter um controlo sobre todas as atividades de manutenção bem como uma gestão eficiente nas peças de reserva.

Todos os elementos da manutenção têm acesso ao software, e podem registar as tarefas realizadas, sejam elas atividades de manutenção preventiva ou corretiva. Recentemente, começou a ser implementado um sistema que permite ao elemento da manutenção visualizar e registar as tarefas num dispositivo móvel, permitindo assim que a informação introduzida seja mais fidedigna, porque os tempos e as horas de intervenção podem ser introduzidos após esta seja finalizada.

O *software* permite também gerar relatórios e análises referentes aos dados da manutenção, tal como ilustra a Figura 10.

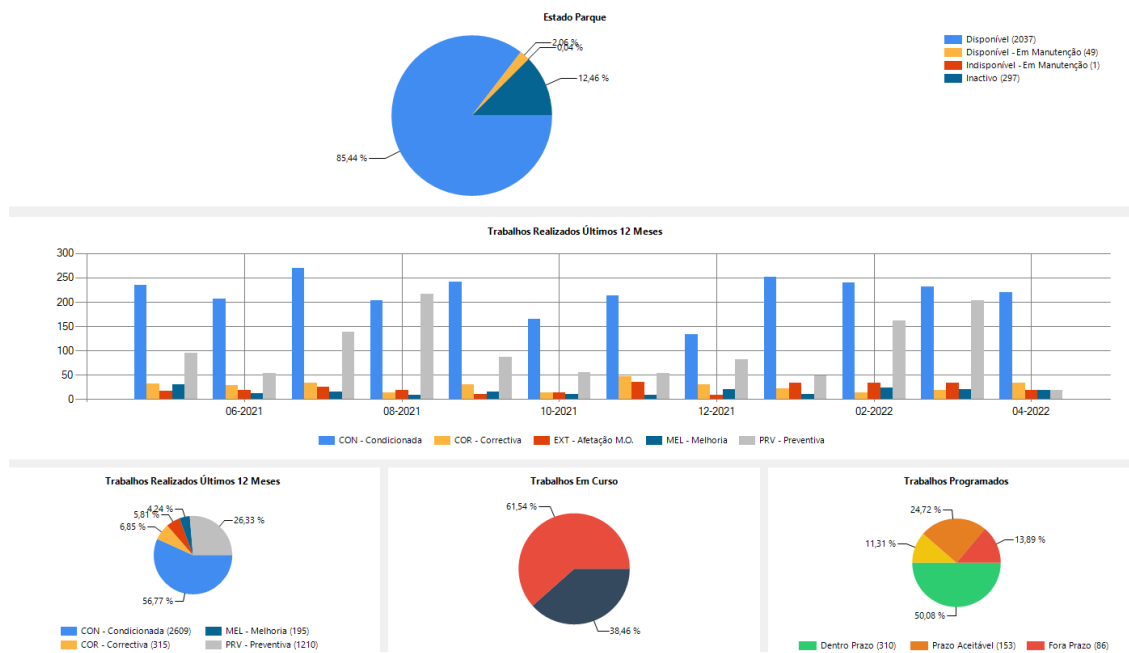


Figura 10 - Software de Manutenção ManWinWin

### 3.3.2 Tipos de manutenção praticados

Na fábrica são realizados quatro tipos de manutenção, correspondendo estes a: manutenção preventiva, manutenção corretiva, manutenção condicionada e melhorias, sendo que, os mesmos serão apresentados a posteriori, de um modo detalhado. O departamento de manutenção tem dado cada vez mais importância às manutenções preventivas devido às inúmeras paragens de equipamentos por falta de manutenção, diminuindo assim as manutenções corretivas, de carácter urgente, o que leva a que os tempos de paragens não previstas sejam reduzidos, aumentando a produtividade da fábrica. No entanto, de acordo com os dados retirados do *software ManWinWin* para o período de 1 de janeiro de 2021 até ao dia 31 de dezembro de 2021, apresentados em síntese na Figura 11, o tipo de manutenção predominante é a condicionada, que corresponde a 62% do tempo total despendido em intervenções nos equipamentos. A manutenção preventiva é o segundo tipo de manutenção mais recorrente, correspondendo a 22% do tempo total gasto em manutenção nos equipamentos. Por fim, restam apenas 9% de tempo utilizado em manutenção corretiva e 7% em manutenção de melhoria. O total de horas de manutenção no período referido anteriormente é de 14347 horas.

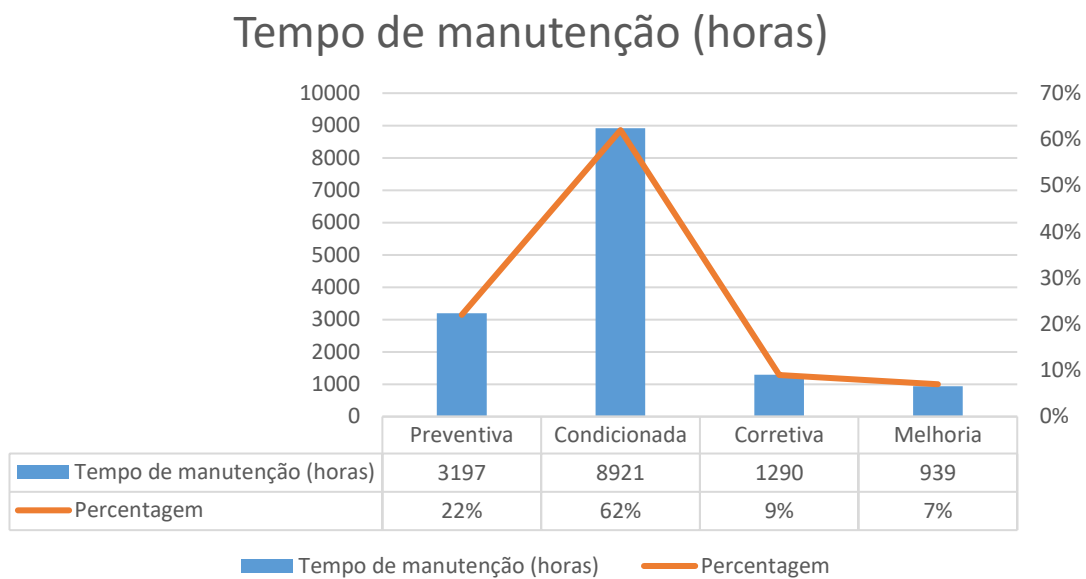


Figura 11 - Tempo dispendido nos diferentes tipos de manutenção (horas)

#### 3.3.2.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva dos equipamentos é da responsabilidade dos técnicos de manutenção, tendo o departamento de manutenção, por vezes, que recorrer a empresas externas devido à falta de mão de obra ou de conhecimento.

As inspeções aos equipamentos são efetuadas durante a semana, sempre que possível, com as máquinas em funcionamento. No entanto, devido à dificuldade de acesso a algumas máquinas, as tarefas de inspeção têm, por vezes ser realizadas ao fim de semana ou durante períodos de paragem da produção, como por exemplo paragem para *setup*.

As intervenções de manutenção preventiva contam com um procedimento associado à ordem de trabalho (OT). Estes procedimentos encontram-se presentes no *software* de manutenção, *ManWinWin*.

#### 3.3.2.2 Manutenção Corretiva

No caso de ocorrer uma avaria num equipamento, o operador da máquina em questão terá de criar uma ordem de trabalho (OT) no *software ManWinWin*. Após a receção do pedido pelo responsável da oficina e planeamento, é atribuída a respetiva ordem de trabalho ao técnico de acordo com a sua área de especialização.

As ações de manutenção corretiva podem ser de caráter emergente, urgente ou normal. Após terminar as ações corretivas, o técnico tem que seguir todos os passos para encerrar a ordem de trabalho (OT) no *software*.

### 3.3.2.3 Manutenção Condicionada

A manutenção condicionada ocorre a partir do momento em que é detetada uma anomalia num equipamento. Algumas técnicas de manutenção condicionada existentes para o controlo do estado da condição dos equipamentos são: controlo do desgaste, medição de temperatura e controlo de fugas.

A partir do momento em que é identificada alguma anomalia, é transmitida essa informação ao responsável da oficina, que terá de criar uma OT e proceder à resolução da anomalia.

### 3.3.2.4 Melhorias

A manutenção de melhoria diz respeito a ações de modificação ou alteração que se executam num equipamento com o objetivo de melhorar o seu desempenho, a sua segurança de funcionamento e a sua adequabilidade, sem modificar a função requerida. Normalmente, este tipo de manutenção é proposto pelo responsável de cada centro de custo ou pelo departamento de melhoria contínua.

## 3.3.3 Análise de indicadores de desempenho

Através do *software* de manutenção *ManWinWin*, o departamento de manutenção calcula diversos indicadores de desempenho, desde os totais por secção da fábrica ou por equipamento. Todos estes indicadores têm o objetivo de auxiliar a manutenção numa perspetiva de melhoria constante.

Em termos de avaliação e controlo da manutenção são utilizados indicadores como o OEE, o MTBF e o MTTR, sendo dado mais ênfase ao OEE, visto que é utilizado por outros departamentos, tal como o departamento de produção com o objetivo de monitorar o desempenho das linhas de produção, verificando o desempenho das mesmas ao longo do tempo, tal como ilustra a Figura 12. Para efeitos de cálculo, o departamento de produção, considera que o indicador da qualidade corresponde a 100%. O MTBF e o MTTR são indicadores retirados do *software ManWinWin*.

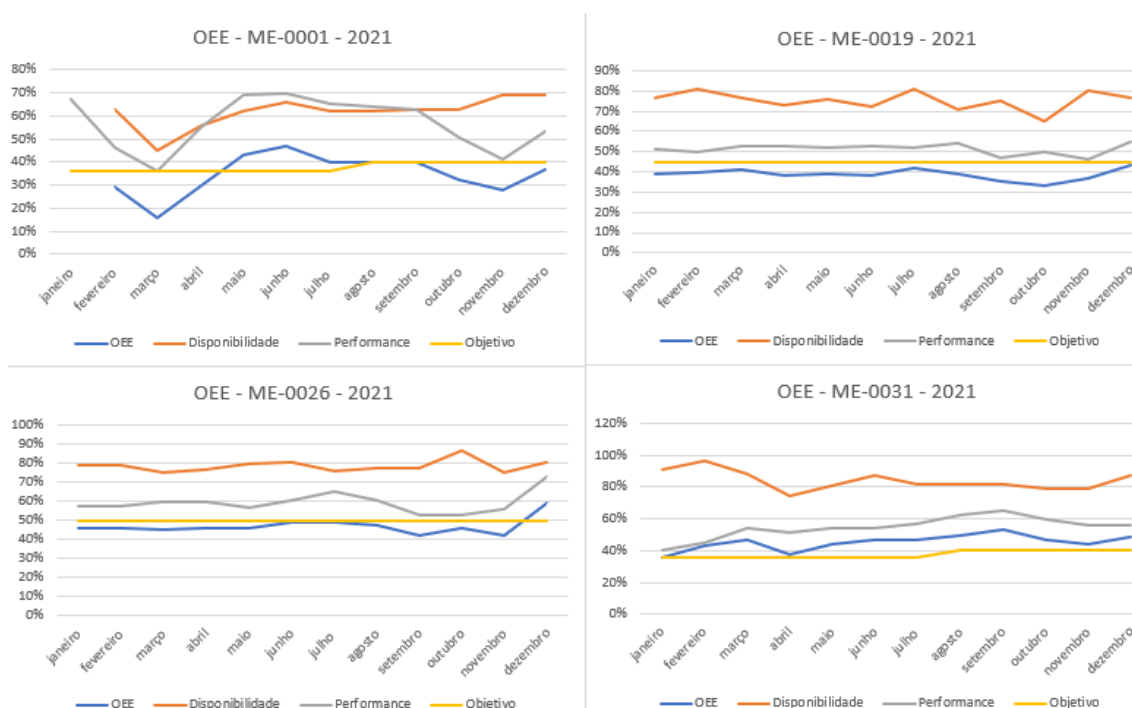


Figura 12 – OEE das principais máquinas de enchimento da Nováqua (2021)

O OEE é calculado para as quatro principais linhas de produção da secção da Nováqua, sendo que, esta análise também permite verificar o tempo de paragem das respetivas linhas de produção na Tabela 19. A máquina de enchimento 1 é a que apresenta um tempo de paragem mais elevado devido a avarias, ou, intervenções de manutenção.

Tabela 19 - Tempo de paragem dos equipamentos (2021)

janeiro – março (2021)			
Equipamento	Tempo de funcionamento (horas)	Tempo de paragem por avaria (min)	Tempo de paragem para manutenção (min)
Máquina de Enchimento 1	434:38 h	685	180
Máquina de Enchimento 19	455:56 h	180	10

Máquina de Enchimento 26	550:37 h	48	65
Máquina de Enchimento 31	558:30 h	355	-

Através dos dados obtidos a partir do *software ManWinWin* verifica-se também um número substancial de pedidos de manutenção efetuados nas máquinas de enchimento, tal como ilustra a Figura 13.

Nº pedidos de manutenção 2020/2021 (set - abr)

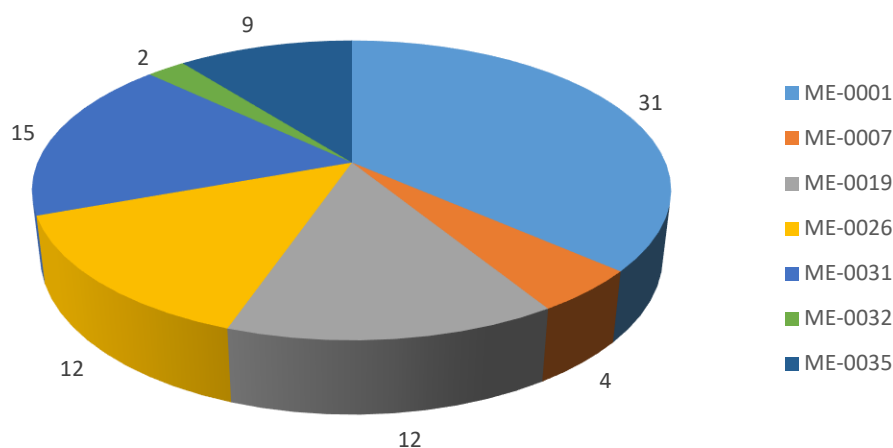


Figura 13 - Pedidos de manutenção das máquinas de enchimento (2021)

A ME-0001 é a máquina que apresenta o maior número de pedidos de manutenção, uma vez que é a máquina mais antiga e complexa presente na fábrica. Seguidamente, a ME-0031 surge como a segunda máquina que apresenta mais pedidos de manutenção. A falta de limpeza e cuidados preventivos é a principal causa para o elevado número de pedidos de manutenção efetuados a estes equipamentos.

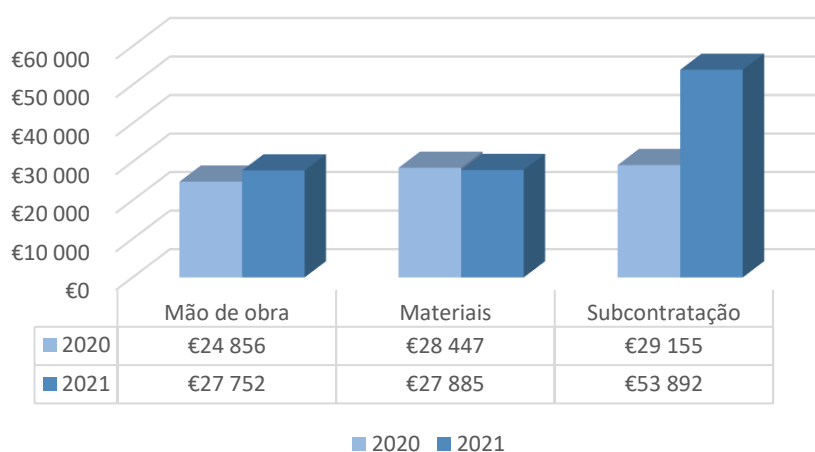
A partir dos dados retirados do quadro de bordo do departamento de manutenção da CIN, Tabela 20, verifica-se um aumento do número de intervenções, no ano de 2021, que se reflete nos custos anuais do departamento de manutenção.

Além disso, também se verifica um aumento de 24.737€ no que diz respeito aos custos provenientes de subcontratação, em relação ao ano anterior.

Tabela 20 - Quadro de bordo (Nováqua)

<b>Dados Quadro de Bordo</b>			
<b>Centro de custo: Nováqua</b>			
	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>Var.</b>
<b>Nº Intervenções</b>	617	780	+ 26,40%
<b>Tempo de intervenção</b>	1880h	2099h	+ 11,70%

### Custos do Departamento de Manutenção



### 3.4 Identificação e análise dos problemas

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

Numa primeira fase, procedeu-se a uma abordagem geral do departamento, através da recolha de informação, no software de manutenção, e realizou-se o levantamento das dificuldades e necessidades do serviço prestado.

Após a análise dos dados obtidos, no software *ManWinWin*, foi detetado um elevado número de pedidos de manutenção, os quais, não estavam a obter uma pronta resposta. Esta situação causava um elevado número de pedidos pendentes.

De seguida, foi dada especial atenção ao estado geral dos equipamentos, através da verificação do cumprimento das ações de manutenção preventiva e de lubrificação, bem como, o seu estado de conservação.

Constatou-se ainda que o tempo de reparação, por vezes, era elevado, pois existiam problemas que não ficavam solucionados de forma eficaz. Estas situações provocavam quebras significativas na disponibilidade dos equipamentos e recursos humanos.

Na Tabela 21, encontram-se detalhados os principais problemas identificados e as necessidades que levam à realização deste projeto.

Tabela 21 - Problemas identificados

Problema	Descrição
Alta ocorrência de avarias	Elevada frequência com que ocorrem as avarias por falta de cuidados preventivos.
Baixa frequência de manutenção preventiva	Falta de disponibilidade dos técnicos de manutenção para ações preventivas.
Cumprimento das tarefas de manutenção preventiva	Pouco acompanhamento dos técnicos na realização das tarefas de manutenção.
Disponibilidade das máquinas e equipamentos	Baixa disponibilidade das máquinas e equipamentos devido a elevada frequência de avarias.
Tempo de reparação	Elevado tempo gasto pelos técnicos de manutenção em reparação das máquinas e equipamentos.

### 3.4.1 Dimensão do problema

No seguimento da aplicação da metodologia *Action Research*, além de se identificar os pontos críticos presentes na fábrica, definiu-se o local de intervenção.

Numa primeira fase da análise foi necessário perceber se seria possível a criação dos planos de manutenção autónoma em todas as linhas de produção.

Concluiu-se que realizar os procedimentos para todas as linhas era excessivo, podendo comprometer a qualidade dos planos de manutenção autónoma em detrimento da quantidade. O diretor de manutenção optou pela realização dos planos de manutenção no setor em que as paragens mais prejudicam o processo produtivo da empresa.

Posto isto, verificou-se que as linhas de produção da Nováqua são as que apresentam o maior tempo perdido em intervenções de manutenções no período compreendido entre 1 de janeiro de 2021 e o dia 31 de dezembro de 2021. Este setor é responsável por 32% do período de indisponibilidade dos equipamentos, tal como ilustra a Figura 14.

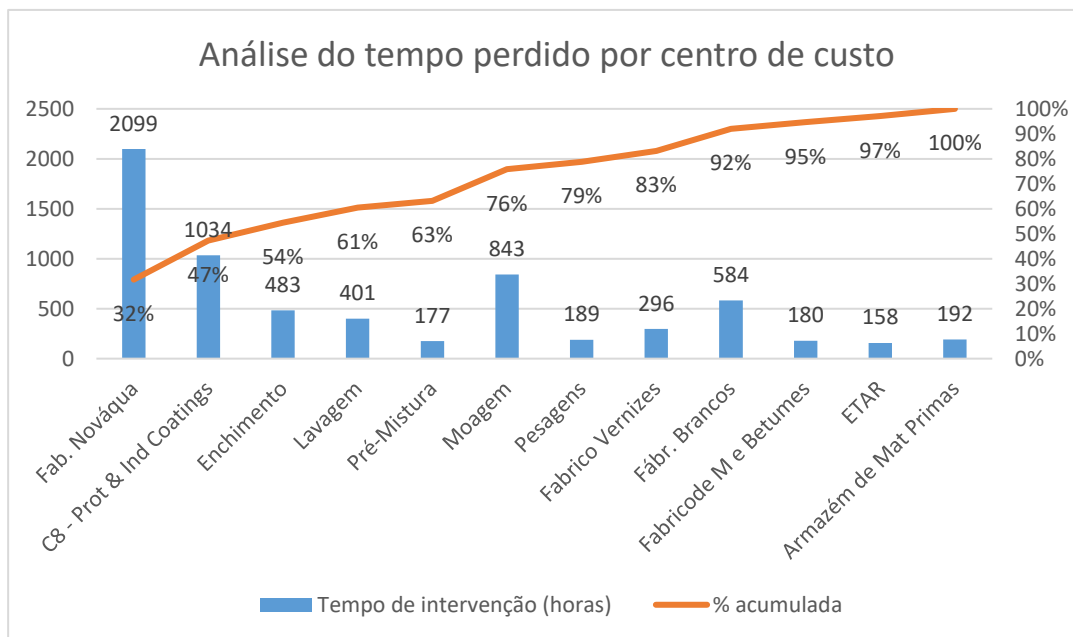


Figura 14 - Tempo perdido em avarias (CIN)

### 3.4.2 Análise SWOT

No âmbito deste trabalho, realizou-se uma análise SWOT, apresentada na Figura 15, com o intuito de analisar os pontos positivos e negativos relativamente à oficina e à equipa de manutenção, que se traduzem em oportunidades e ameaças.



Figura 15 - Análise SWOT do departamento de manutenção da CIN

### 3.4.3 Diagrama de Ishikawa

No seguimento da análise levada a cabo para identificar os problemas e a sua resolução, procedeu-se à elaboração de um diagrama de Ishikawa que tem como objetivo identificar, explorar e mostrar as possíveis causas de um problema ou de um acontecimento específico, neste caso, a ocorrência de avarias nos equipamentos.

A criação deste diagrama causa-efeito, permite à equipa de gestão e planeamento da manutenção obter mais uma ferramenta de análise para se representar a relação entre um “efeito” e suas possíveis “causas”. Desta forma, identificaram-se as principais causas que levam à ocorrência de avarias nos equipamentos, através da realização de um *brainstorming* com o departamento de manutenção. A configuração utilizada para este diagrama seguiu uma configuração própria, adaptada às circunstâncias específicas, culminando em quatro principais causas que levam à ocorrência das avarias.

Perante o diagrama ilustrado na Figura 16, foi possível organizar e resumir o conhecimento de um grupo a respeito das possíveis causas que contribuem para um determinado efeito, tomando as devidas ações.

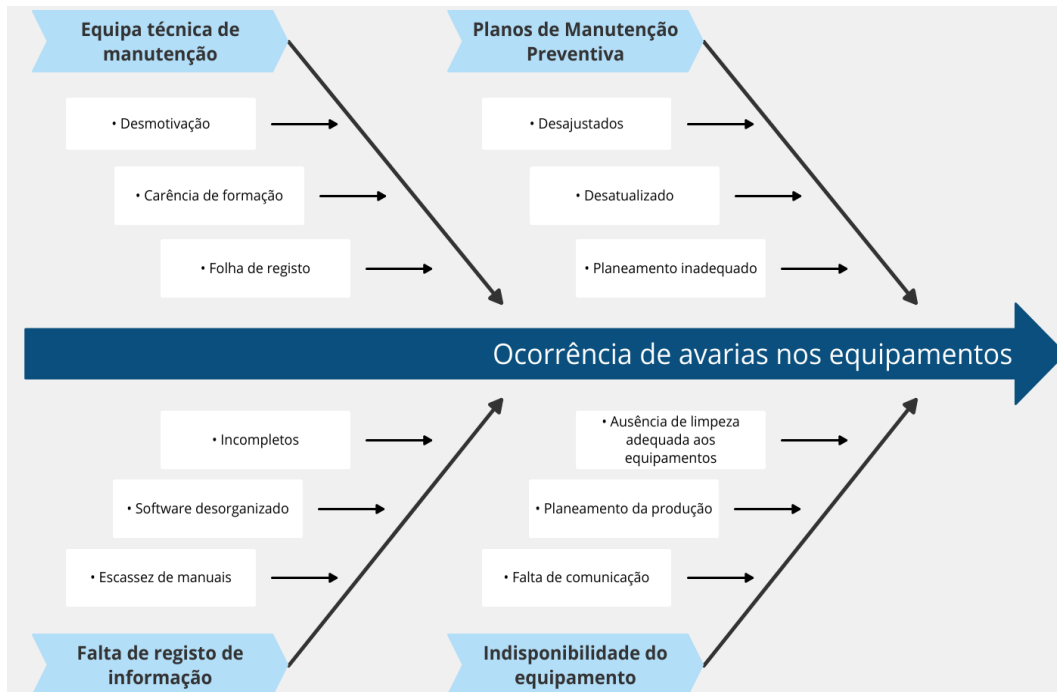
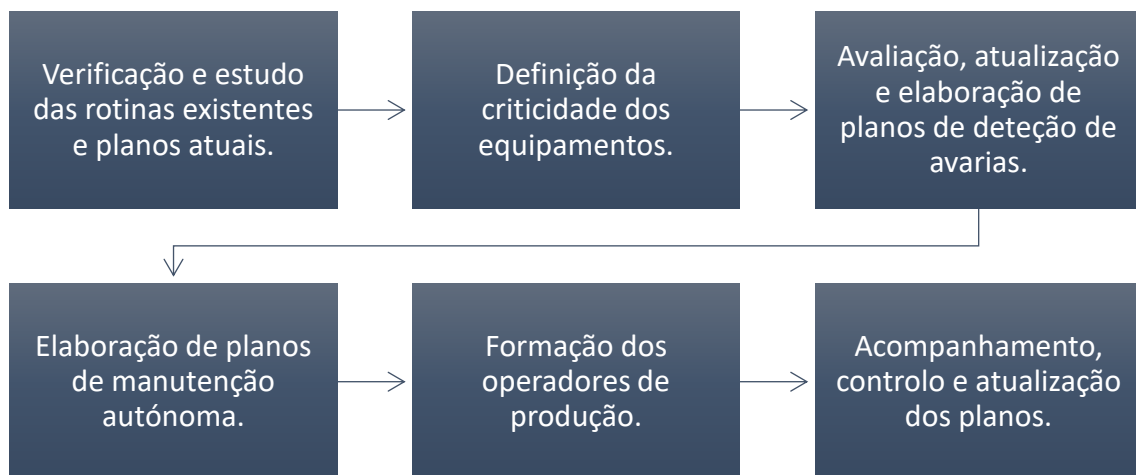


Figura 16 - Diagrama causa efeito de avaliação das causas para a ocorrência de avarias nos equipamentos

### 3.4.4 Metodologia de trabalho

A segunda fase da metodologia *Action Research* assenta na definição de novas ações face aos problemas identificados e nos objetivos propostos. Neste âmbito, delineou-se para este trabalho as seguintes etapas:





# DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

- 4.1 Análise da criticidade dos equipamentos
  - 4.2 Plano de deteção de avarias
  - 4.3 Implementação do TPM
  - 4.4 Análise crítica dos resultados



## 4 Desenvolvimento e resultados

Este capítulo é dedicado à terceira fase da metodologia *Action Research*, onde se coloca em prática as medidas definidas e exibe-se os resultados da utilização dos conceitos teóricos visando alcançar os objetivos pré-estabelecidos, que abrangem o modelo de gestão de manutenção com as estratégias do grupo CIN.

No decorrer de todo o estágio, existiram três pontos que se consideraram essenciais para melhorar todo o processo da manutenção. Em primeiro lugar consta a definição da criticidade dos equipamentos. Seguidamente, a elaboração de planos de detecção de avarias e a aplicação da metodologia TPM. Por fim, é realizada uma análise crítica dos resultados.

### 4.1 Análise da criticidade dos equipamentos

A análise da criticidade dos equipamentos foi realizada na unidade que produz tintas de base aquosa (Nováqua). Verificou-se que este setor representa a maior produção, logo a qualidade do funcionamento dos equipamentos também é mais importante nesta unidade produtiva. No entanto, também é o setor que apresenta o maior tempo dispendido em manutenções.

Deste modo, face ao aumento do número de pedidos de manutenção efetuados, avançou-se para uma análise capaz de fornecer algum *feedback* sobre quais os equipamentos e os órgãos mais importantes deste setor.

A análise da criticidade dos equipamentos tem ainda como objetivo a seleção dos equipamentos presentes nesta unidade para verificar as intervenções a que estes têm sido sujeitos e o motivo dos problemas.

O procedimento de identificação dos componentes críticos segue um processo por etapas.

- Definição do modelo de criticidade;
- Definição dos critérios;
- Determinação do grau de importância de cada critério;
- Cálculo da criticidade dos equipamentos;
- Classificação do equipamento segundo as categorias A, B e C.

#### 4.1.1 Definição do modelo de criticidade

Recorrendo às ferramentas do *Microsoft Excel*, elaborou-se um documento que permite calcular a criticidade dos equipamentos. Inicialmente, foi realizado um reconhecimento de todos os equipamentos que se encontravam disponíveis no *software ManWinWin*. Seguidamente, identificaram-se os equipamentos no local e procedeu-se à elaboração de uma lista que contempla todos os equipamentos presentes na Nováqua, Figura 17.

Lista de Locais	Lista de Equipamentos		
Geral	Nome do Equipamento	Categoria	Edifício/Local
Nováqua	ME0031 - Bomba Netzsch (tanque)	Produção	Nováqua
Nave Central	ME0031 - Válvulas da tubagem	Produção	Nováqua
Branços e Vernizes	ME0031 - Micro-switch da tubagem	Produção	Nováqua
Megadur	ME0031 - Filtro	Produção	Nováqua
CDM	ME0031 - Filtro Russel	Produção	Nováqua
	ME0031 - Cuba	Produção	Nováqua
	ME0031 - Bomba Netzsch (cuba)	Produção	Nováqua
	ME0031 - Bico de enchimento	Produção	Nováqua
	ME0031 - Balança (bico de enchimento)	Produção	Nováqua
	ME0031 - Tapete da máquina	Produção	Nováqua
	ME0031 - Sistema de adição de glicol	Produção	Nováqua
	ME0031 - Tamponador	Produção	Nováqua
	ME0031 - Balança	Produção	Nováqua
	ME0031 - Inkjet	Produção	Nováqua
	ME0031 - Posicionador de embalagens	Produção	Nováqua
	ME0031 - Tapete (rolos)	Produção	Nováqua
	ME0031 - Paletizador	Produção	Nováqua

Figura 17 - Lista de equipamentos Nováqua

Uma vez que as máquinas de enchimento deste setor são constituídas por muitos órgãos que não condicionam o funcionamento da máquina, mas afetam a cadência de produção, foi realizada uma análise mais aprofundada dos principais constituintes de cada equipamento. Deste modo, esta análise permite classificar a criticidade dos principais órgãos de máquina, com o intuito de se perceber quais os mais críticos e os que devem ser alvos de inspeções regulares de forma a minimizar o impacto que as paragens nos equipamentos provocam.

#### 4.1.2 Definição dos critérios

De forma a priorizar as máquinas-alvo, atribuiu-se uma classificação de importância do ponto de vista da segurança, da qualidade, da produção, *backup* e outra do ponto de vista da manutenção a cada máquina e respetivo órgão de máquina.

Do ponto de vista da segurança e riscos associados à falha de cada equipamento, o departamento de manutenção reuniu-se com o departamento de higiene e segurança da CIN, com o objetivo de se definir os riscos associados à falha de cada equipamento/órgão.

Os riscos associados à falha de cada equipamento/órgão encontram-se apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Tipos de riscos associados à falha de um equipamento

Critérios	
Segurança	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não causa danos à saúde e/ou meio ambiente;</li> <li>• Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente;</li> <li>• Pode causar lesões leves e/ou perturbações ecológicas breves;</li> <li>• Pode causar lesões e/ou perturbações ecológicas graves;</li> </ul>

No que diz respeito à qualidade, à produção e ao *backup*, realizou-se um levantamento de todos os equipamentos disponíveis, e elaborada uma avaliação pelos departamentos de manutenção e de produção, com o objetivo de se definir qual o impacto que a falha de cada equipamento/órgão teria em caso de falha.

Os critérios definidos para a qualidade, produção e *backup* encontram-se apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 - Tipos de causas associadas a falha do equipamento

Critérios	
Qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não afeta a qualidade do produto;</li> <li>• Exige reprocessamento do produto;</li> <li>• Afeta a qualidade do produto de forma irreversível;</li> </ul>
Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não afeta o processo de produção;</li> <li>• Afeta o processo de produção de forma reversível;</li> <li>• Leva à interrupção do processo de produção;</li> </ul>
Backup	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não existe um equipamento de substituição;</li> <li>• Existe um equipamento de substituição;</li> </ul>

No que concerne à manutenção não foi levantado nenhum tipo de limitação quanto aos custos de manutenção, logo todos os órgãos de máquina que possam levar a falha do equipamento, não afetam significativamente os custos de manutenção.

### 4.1.3 Determinação do grau de importância de cada critério

Seguidamente, procedeu-se a uma avaliação ponderada de cada um dos fatores que contribuem para a criticidade do equipamento. As ponderações atribuídas, em conjunto com os respetivos departamentos encontram-se apresentadas na Tabela 24.

Tabela 24 - Ponderações da criticidade dos equipamentos

Ponderações	
Segurança	20%
Qualidade	30%
Produção	30%
Backup	10%
Manutenção	10%

### 4.1.4 Cálculo da criticidade dos equipamentos

A avaliação final consiste no produto de todas as avaliações, sendo que, quanto mais elevado for o resultado mais crítica é a máquina ou o órgão de máquina em questão, o que a torna prioritário, Figura 18.

Equipamento	Em caso de falha, este equipamento...	
	Segurança	Qualidade
ME0031 - Bomba Netzsch (tanque) (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Válvulas da tubagem (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Micro-switch da tubagem (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Filtro (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Afeta a qualidade do produto de forma irreversível
ME0031 - Filtro Russel (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Afeta a qualidade do produto de forma irreversível
ME0031 - Cuba (Nováqua)	<b>Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente</b>	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Bomba Netzsch (cuba) (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Bico de enchimento (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Afeta a qualidade do produto de forma irreversível
ME0031 - Balança (bico de enchimento) (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Exige reprocessamento do produto
ME0031 - Tapete da máquina (Nováqua)	Pode causar lesões leves e/ou perturbações ecológicas breves	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Sistema de adição de glicol (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Afeta a qualidade do produto de forma irreversível
ME0031 - Tamponador (Nováqua)	Pode causar lesões e/ou perturbações ecológicas graves	Exige reprocessamento do produto
ME0031 - Balança (Nováqua)	Pode causar danos leves e controláveis à saúde e/ou meio ambiente	Afeta a qualidade do produto de forma irreversível
ME0031 - Inkjet (Nováqua)	<b>Não causa danos à saúde e/ou meio ambiente</b>	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Posicionador de embalagens (Nováqua)	Pode causar lesões e/ou perturbações ecológicas graves	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Tapete (rolos) (Nováqua)	Pode causar lesões leves e/ou perturbações ecológicas breves	Não afeta a qualidade do produto
ME0031 - Paletizador (Nováqua)	Pode causar lesões e/ou perturbações ecológicas graves	Não afeta a qualidade do produto

Produção	Backup	Categoria
Leva à interrupção do processo de produção	Existe um equipamento de substituição	B
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	B
Afeta o processo de produção de forma reversível	Não existe um equipamento de substituição	C
Leva à interrupção do processo de produção	Existe um equipamento de substituição	B
Afeta o processo de produção de forma reversível	Existe um equipamento de substituição	B
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	B
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	B
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	A
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	B
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	B
Afeta o processo de produção de forma reversível	Não existe um equipamento de substituição	B
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	A
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	A
Afeta o processo de produção de forma reversível	Não existe um equipamento de substituição	C
Afeta o processo de produção de forma reversível	Não existe um equipamento de substituição	B
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	B
Leva à interrupção do processo de produção	Não existe um equipamento de substituição	B

Figura 18 - Classificação do equipamento segundo as categorias A, B e C

#### 4.1.5 Classificação do equipamento segundo as categorias A, B e C

A classificação dos equipamentos segundo a sua criticidade permite identificar os equipamentos que apresentam maior impacto em caso de falha, para que seja encontrada uma solução. Esta proposta visa classificar os equipamentos, para que estes possam ser monitorizados de acordo com a sua criticidade, e seja garantido *stock* mínimo de componentes críticos.

Os equipamentos e respetivos órgãos de máquina são separados em três categorias, Figura 19, que transmitem uma informação crucial ao responsável da oficina para definir prioridades nas intervenções.

Os seus equipamentos por categoria de criticidade

Categoria A	Categoria B	Categoria C
Estes equipamentos devem ser inspecionados diariamente e fazer parte de planos de manutenção preventiva com base no tempo.	Estes equipamentos devem fazer parte de planos de manutenção preventiva e ser inspecionados de forma programada.	Estes equipamentos não precisam de manutenção preventiva ou inspeções regulares. A manutenção reativa é a melhor opção.
ME0031 - Bico de enchimento (Nováqua)	ME0031 - Bomba Netzsch (tanque) (Nováqua)	ME0031 - Micro-switch da tubagem (Nováqua)
ME0031 - Tamponador (Nováqua)	ME0031 - Válvulas da tubagem (Nováqua)	ME0031 - Inkjet (Nováqua)
ME0031 - Balança (Nováqua)	ME0031 - Filtro (Nováqua)	ME0019 - Micro-switch da tubagem (Nováqua)
ME0019 - Bico de enchimento (Nováqua)	ME0031 - Filtro Russel (Nováqua)	ME0019 - Inkjet (Nováqua)
ME0019 - Tamponador (Nováqua)	ME0031 - Cuba (Nováqua)	ME0026 - Micro-switch da tubagem (Nováqua)
ME0026 - Bico de enchimento (Nováqua)	ME0031 - Bomba Netzsch (cuba) (Nováqua)	ME0026 - Inkjet (Nováqua)
ME0026 - Tamponador (Nováqua)	ME0031 - Balança (bico de enchimento) (Nováqua)	ME0001 - Abastecimento de latas (Nováqua)
ME0001 - Bico de enchimento (Nováqua)	ME0031 - Tapete da máquina (Nováqua)	ME0001 - Etiquetagem (Nováqua)
ME0001 - Forno (Nováqua)	ME0031 - Sistema de adição de glicol (Nováqua)	ME0001 - Inkjet (Nováqua)
ME0035 - Bico de enchimento (Nováqua)	ME0031 - Posicionador de embalagens (Nováqua)	ME0001 - Posicionador de latas (Nováqua)
ME0035 - Tamponador (Nováqua)	ME0031 - Tapete (rolos) (Nováqua)	ME0035 - Abastecimento de latas (Nováqua)
ME0007 - Bico de enchimento (Nováqua)	ME0031 - Paletizador (Nováqua)	ME0035 - Posicionador de latas (Nováqua)
ME0032 - Bico de enchimento (Nováqua)	ME0019 - Bomba Netzsch (tanque) (Nováqua)	ME0035 - Inkjet (Nováqua)
ME0032 - Tamponador (Nováqua)	ME0019 - Válvulas da tubagem (Nováqua)	ME0035 - Máquina de embalagem (Nováqua)

Figura 19 - Criticidade dos equipamentos da Nováqua

Uma vez selecionados os equipamentos mais críticos, surge a necessidade de perceber o estado atual dos mesmos, de forma a entender, pelo menos em parte, o estado da manutenção na empresa.

A definição da criticidade dos equipamentos permite ainda auxiliar no desenvolvimento dos planos de manutenção autónoma nesta unidade fabril, uma vez que, a manutenção autónoma possibilita que os operadores realizem tarefas simples, como verificações visuais e manuais, limpezas e lubrificações nos equipamentos mais críticos.

## 4.2 Planos de deteção de avarias

Face ao elevado número de pedidos de manutenção realizados no ano de 2021, Figura 20, foi necessário implementar medidas que contribuíssem para uma diminuição do número de pedidos. Posto isto, em reunião com o departamento de manutenção, concluiu-se que a formação dos operadores seria o foco e o ponto de partida para diminuir o número de paragens dos equipamentos e consequentemente conseguir

reduzir o número de pedidos de manutenção. Além disso, a aposta na formação dos operadores em detetar e resolver pequenas avarias nos equipamentos, permitiu partilhar um diagnóstico mais apurado da avaria com o departamento de manutenção.

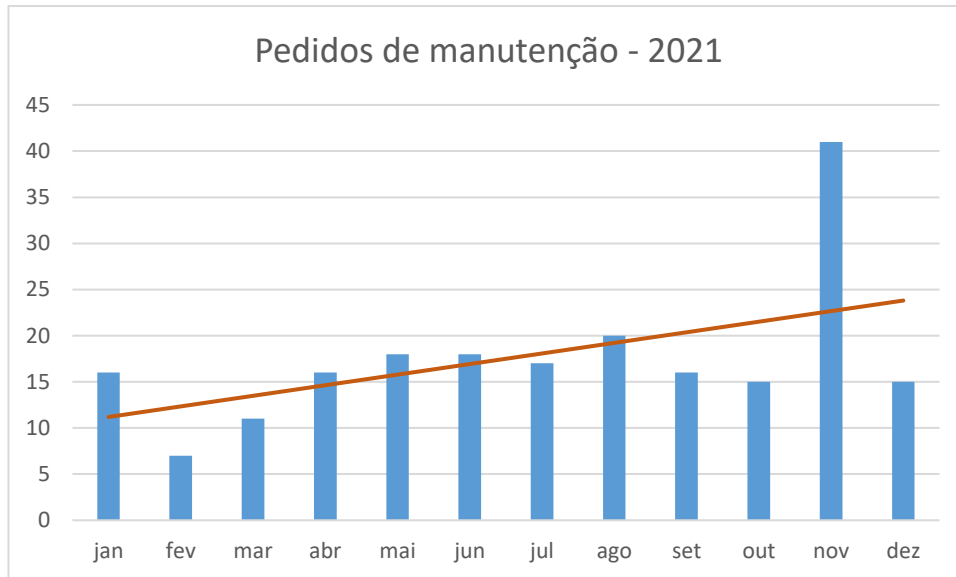


Figura 20 - Número de pedidos de manutenção (2021)

Posto isto, o departamento de manutenção definiu que a elaboração de um plano de deteção de avarias para cada equipamento seria a solução mais eficaz para a resolução de pequenas avarias realizadas pelo operador.

O desenvolvimento deste trabalho assentou em 5 etapas:

- Estudo e compreensão do funcionamento dos equipamentos;
- Reconhecimento de potenciais erros e avarias nos equipamentos;
- Partilha de conhecimentos com os operados;
- Criação dos planos de deteção de avarias;
- Formação aos operadores;

#### 4.2.1 Estudo e compreensão do funcionamento dos equipamentos

A primeira etapa, no âmbito da implementação dos planos de deteção de avarias baseou-se no estudo e compreensão do funcionamento dos equipamentos.

Esta tarefa dividiu-se em diferentes fases, Figura 21.

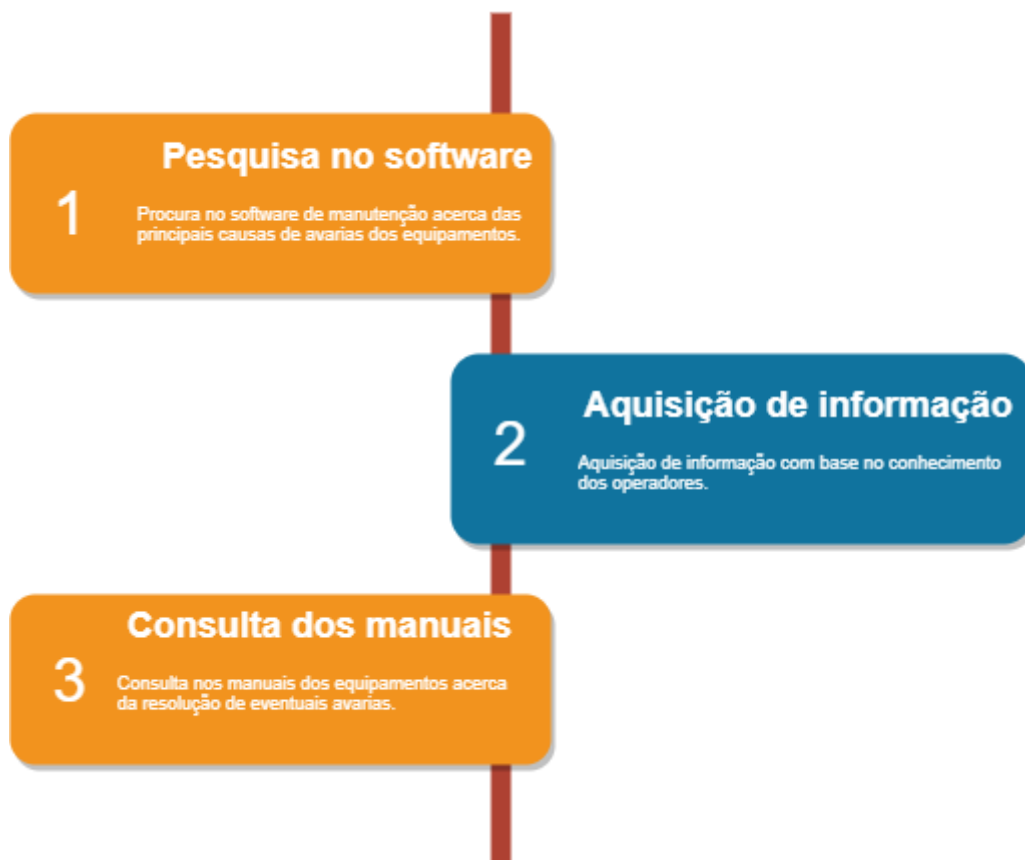


Figura 21 - Fases do estudo e compreensão do funcionamento dos equipamentos

#### 4.2.2 Reconhecimento de potenciais erros e avarias nos equipamentos

A etapa de reconhecimento de potenciais erros e avarias nos equipamentos iniciou-se através do acompanhamento dos operadores durante o horário laboral.

O acompanhamento dos operadores foi realizado nas sete máquinas de enchimento presentes no setor da Nováqua, onde se identificaram pequenas paragens nos equipamentos devido à falta de conhecimento, de alguns operadores, em resolver as anomalias.

A Tabela 25, ilustra várias situações que levam à paragem de uma máquina de enchimento. Para cada uma das situações foi necessária analisar possíveis causas e atribuir uma ação corretiva.

Tabela 25 - Reconhecimento de potenciais erros e avarias nos equipamentos

Nº	TAREFA
<b>Situação: A máquina está completamente parada.</b>	
1	As botoneiras de emergência encontram-se ativas?
R:	Rearmar as botoneiras de emergência.
2	A alimentação elétrica está desligada?
R:	Ligar a alimentação.
3	O botão “Desligar” encontra-se ativo?
R:	Rearmar botão “Desligar”.
4	As válvulas de ar comprimido para a alimentação da máquina encontram-se fechadas?
R:	Abrir as válvulas de ar comprimido.
<b>Situação: O tapete transportador não avança.</b>	
5	A lata está em contacto com o sensor de presença no início de linha?
R:	Efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: Não efetua o enchimento de tinta.</b>	
6	Não está a efetuar o bombeamento de tinta para a cuba?
R:	Contactar o responsável de fabrico.
7	A cuba tem tinta?
R:	Verificar os níveis de tinta na cuba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
8	A lata está em contacto com o sensor do bico de enchimento?
R:	Testar o acionamento do sensor com uma lata vazia. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
9	O bico de enchimento encontra-se aberto, no entanto, não sai tinta?
R:	Verificar o funcionamento da bomba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
10	O bico de enchimento não abre?
R:	Verificar a célula. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: A lata está parada na estação de tamponador.</b>	

11	O tamponador encontra-se ativo e a lata não tem tampa?
R:	Ativar o botão rearmar, passar para modo manual, ativar a fechadora, carregar no botão fechadora para voltar a subir o tamponador, desativar fechadora e voltar a ativar o modo automático.
12	Permanece a avaria da máquina?
R:	Efetuar o pedido de manutenção.

#### 4.2.3 Partilha de conhecimento com os operadores

No decorrer do acompanhamento dos operadores, durante o horário laboral, dialogou-se com os técnicos da manutenção, no sentido de obter o maior número de informações relativamente às avarias mais frequentes nos equipamentos.

O diálogo com os operadores também permitiu avaliar a aptidão de cada operador para desempenhar diferentes tarefas. Deste modo, reconheceu-se a capacidade de cada operador para resolver possíveis problemas que levam à paragem do equipamento.

As ações levadas a cabo pelos operadores, no âmbito da deteção de avarias, apenas contemplam maioritariamente verificações e afinações simples previstas pelo construtor, alcançável de forma acessível sem desmontagem ou realizar a abertura do equipamento.

#### 4.2.4 Criação dos planos de deteção de avarias

Os planos de deteção de avarias, Figura 22, consistem num documento que combina possíveis situações que levam à paragem do equipamento. Para cada uma das situações existem possíveis causas às quais o operador verifica o seu estado e classifica se se verificou ou não essa mesma causa. Caso se verifique, existe uma ação corretiva associada à causa.

CIN		CHECK-LIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS		CLK089 17-03-2022	
Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Setor:	C2 – Enchimento
				Máquina:	ME – 0019
Nº	TAREFA	SIM	NÃO	AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)	
<b>Situação: A máquina está completamente parada.</b>					
1	As botoneiras de emergência encontram-se ativas?			Rearmar as botoneiras de emergência.	
2	A alimentação elétrica está desligada?			Ligar a alimentação.	
3	O botão "Desligar" encontra-se ativo?			Rearmar botão "Desligar".	
4	As válvulas de ar comprimido para a alimentação da máquina encontram-se fechadas?			Abrir as válvulas de ar comprimido.	
<b>Situação: O tapete transportador não avança.</b>					
5	A lata está em contacto com o sensor de presença no início de linha?			Efetuar o pedido de manutenção.	
<b>Situação: Não efetua o enchimento de tinta.</b>					
6	Não está a efetuar o bombeamento de tinta para a cuba?			Contactar o responsável de fabrico.	
7	A cuba tem tinta?			Verificar os níveis de tinta na cuba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.	
8	A lata está em contacto com o sensor do bico de enchimento?			Testar o acionamento do sensor com uma lata vazia. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.	
9	O bico de enchimento encontra-se aberto, no entanto não sai tinta?			Verificar o funcionamento da bomba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.	
10	O bico de enchimento não abre?			Verificar a célula. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.	
<b>Situação: A lata está parada na estação de tamponador.</b>					
11	O tamponador encontra-se ativo e a lata não tem tampa?			Ativar o botão rearmar, passar para modo manual, ativar a fechadora, carregar no botão fechadora para voltar a subir o tamponador, desativar fechadora e voltar a ativar o modo automático.	
12	Permanece a avaria da máquina?			Efetuar o pedido de manutenção.	
<b>Situação: O tapete de paletizador não avança.</b>					
13	As portas de segurança estão abertas?			Fechar completamente a porta de segurança.	

Página 1/1 Colaborador:

Figura 22 – Exemplo de Plano de deteção de avarias

#### 4.2.5 Formação aos operadores

Por fim, após a aprovação dos planos de deteção de avarias procedeu-se à formação dos operadores, Figura 23, e à afixação dos planos no respetivo posto de trabalho.

CIN		AÇÃO DE FORMAÇÃO	
		Norma Trabalho:	
Data:	<input type="text"/>		
Hora Início:	<input type="text"/>	Hora Fim:	<input type="text"/>
Formador:	<input type="text"/>		
Local:	<input type="text"/>		
Número de Colaborador		Rúbrica	
<input type="text"/>		<input type="text"/>	

Figura 23 - Formação dos operadores

Os planos de deteção de avarias elaborados para os equipamentos encontram-se presentes no Anexo2 – Planos de deteção de avarias.

De acordo com a Figura 24, o trabalho desenvolvido no âmbito dos planos de deteção de avarias permitiu:

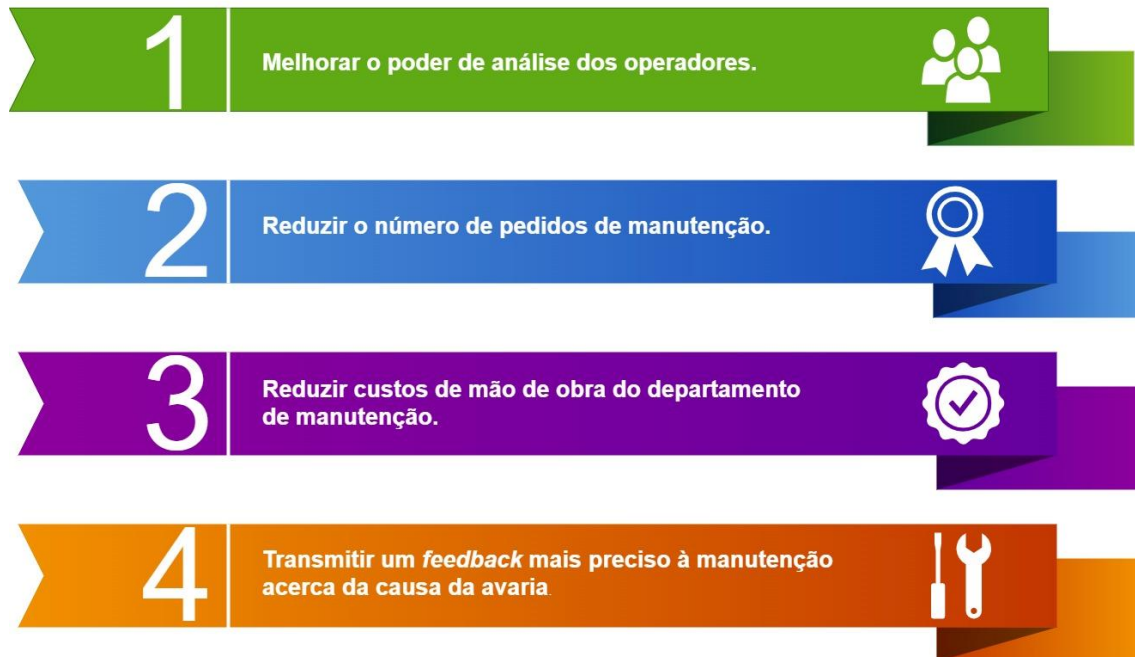


Figura 24 - Vantagens do desenvolvimento dos planos de deteção de avarias

### 4.3 Implementação do TPM

O principal objetivo desta dissertação passa pela implementação estruturada da metodologia TPM, com especial incidência no pilar da manutenção autónoma.

Após uma análise às tarefas de manutenção preventiva percebeu-se que existiam tarefas atribuídas ao departamento da manutenção que podiam ser adjudicadas à produção, passando assim para operações de manutenção autónoma.

Os pilares do TPM, Figura 25, que foram implementados no âmbito deste projeto são:

**1º pilar – Eliminação dos principais problemas** – Consistiu em promover uma análise de toda a equipa para identificar os principais problemas e suas causas. Esses problemas deverão ser eliminados ou reduzidos;

**2º pilar – Manutenção autónoma** – Consistiu na execução de tarefas de manutenção autónoma nos equipamentos, realizadas pelos próprios operadores;

**3º pilar – Manutenção planeada** – Consistiu no planeamento e realização de atividades de manutenção realizadas pelo próprio operador, com o objetivo de manter o equipamento nas condições ideais de funcionamento e evitar paragens inesperadas;

**4º pilar – Treino e formação** – Consistiu em fornecer conhecimentos aos operadores e chefes operacionais de informações teóricas e práticas sobre os equipamentos, a fim de orientar os envolvidos no conhecimento para evitar perdas.



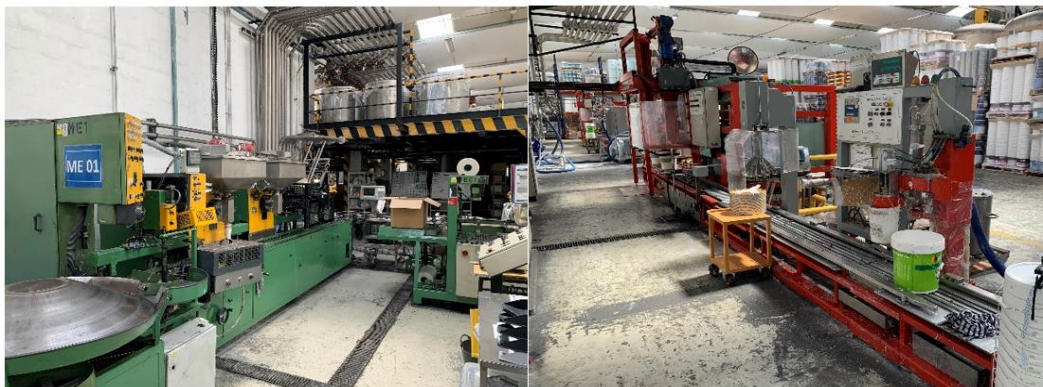
Figura 25 - Pilares do TPM implementados na CIN

O trabalho em equipa, é cada vez mais um conceito que as empresas a nível mundial valorizam e é fundamental no TPM, assim como, no TPM a implementar na CIN. A melhoria contínua, contribuiu para a eliminação contínua de todo o tipo de desperdícios associados aos processos de fabrico da Nováqua.

A metodologia 5S, que constitui a base do TPM também se mostrou fundamental para que exista limpeza e disciplina, na fábrica. Esta metodologia foi iniciada em conjunto com departamento de produção da CIN e serviu como base para a implementação dos pilares do TPM.

#### 4.3.1 Máquinas de enchimento

As máquinas, alvo da aplicação da metodologia TPM, encontram-se apresentadas na Figura 26. Para cada umas das máquinas, a tinta é transportada automaticamente dos tanques de acabamento para a respetiva máquina de enchimento. Nesse momento é filtrada e as embalagens são cheias. Estas máquinas estão equipadas com controlos metrológicos para que o grau de enchimento das embalagens seja o pretendido. Por fim, as tampas são colocadas, fechadas e as embalagens colocadas em paletes através de um robô paletizador.



Máquina de Enchimento 1

Máquina de Enchimento 19



Máquina de Enchimento 26

Máquina de Enchimento 31

Figura 26 - Máquinas de enchimento alvo da aplicação da metodologia TPM

### 4.3.2 1º Pilar – Eliminação dos principais problemas

A primeira fase da implementação do TPM consiste em eliminar os principais problemas das linhas de produção em análise. Uma vez identificados todos os problemas, partiu-se para a definição de ações corretivas e preventivas para reduzir significativamente o tempo de paragem dos equipamentos.

As principais etapas deste pilar são:

- Identificação dos principais problemas;
- Análise das causas;
- Definição e implementação de ações.

#### 4.3.2.1 Identificação dos principais problemas

A primeira etapa, que diz respeito à identificação dos principais problemas, iniciou-se com a verificação dos pedidos de manutenção no *software ManWinWin*.

Após filtrar os pedidos de manutenção no *software*, verificou-se que parte dos problemas que estavam associados a cada equipamento, eram possíveis de ser solucionados a partir da manutenção autónoma realizada pelos operadores de produção.

Os principais problemas identificados foram:

- Erros de leitura dos sensores;
- Falta de lubrificação nos veios dos bicos de enchimento;
- Derrames de tintas nas bombas;
- Acumulação de limalhas na estação de tamponagem de embalagens;
- Falta de cuidados preventivos na lubrificação.

#### 4.3.2.2 Análise das causas

Após a identificação dos principais problemas que os equipamentos apresentavam, constatou-se, juntamente com os técnicos de manutenção, os responsáveis operacionais e os operadores, que a ocorrência frequente de derrames de tinta nos equipamentos, bem como, da falta de cuidados preventivos nos equipamentos eram as principais causas para os problemas identificados.

#### 4.3.2.3 Definição e implementação de ações

**Erros de leitura dos sensores** – Os sensores encontram-se presentes em todas as linhas das máquinas de enchimento. Estes sensores, tem como função executar uma ação a partir do momento em que embalagem passa e aciona o sensor. Devido à ocorrência de derrames os sensores acumulam tinta, que acaba por secar nos contactos dos sensores, tal como ilustra a Figura 27. Este problema era bastante comum e acarretava inúmeros inconvenientes para a produção, desde paragens indesejadas até dificuldades no diagnóstico das avarias.



Figura 27 – Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) da limpeza dos sensores

**Falta de lubrificação nos veios dos bicos de enchimento** – O bico de enchimento é responsável pelo enchimento das embalagens com tinta. A dosagem de tinta é realizada através de um atuador pneumático, que é responsável pela abertura e fecho do bico. Visto que, tipicamente a cada minuto o bico efetua cerca de 5 ciclos, trata-se de um órgão que sofre bastante desgaste. Por forma, a prolongar a vida útil do veio e respetivos vedantes deve ser realizada uma lubrificação diária ao veio, uma vez que, a ausência de lubrificação provoca um desgaste prematuro dos vedantes, levando a ocorrência de derrames pelo bico de enchimento, Figura 28.



Figura 28 - Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) da lubrificação do bico de enchimento

**Derrames de tinta nas bombas** – O transporte de tinta é efetuado dos tanques para as máquinas de enchimento através das bombas *Netzsch*. As bombas *Netzsch* são constituídas por um motor elétrico e uma cavidade progressiva que oferece um bombeamento contínuo e estável à pressão. Os principais componentes são um motoredutor, um rotor rotativo e um estator estacionário. A causa que leva ao derrame de tinta pela bomba encontra-se apresentada na Figura 29, que apresenta a localização do empanque. O empanque encontra-se acoplado ao veio e impede a passagem de tinta para o exterior.

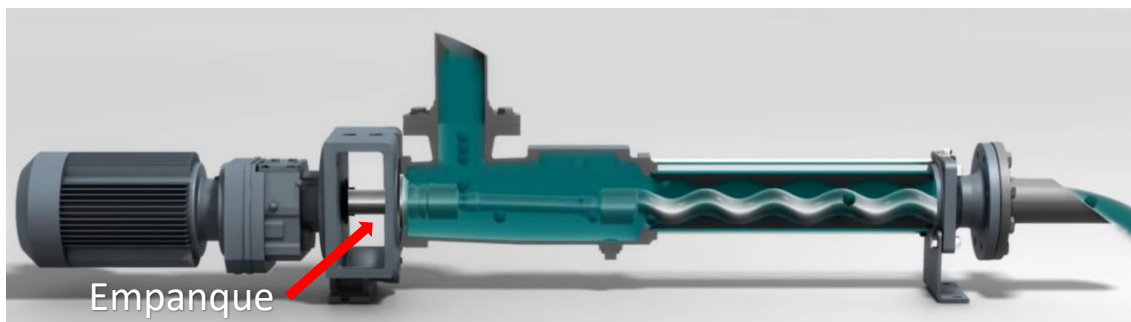


Figura 29 - Bomba *Netzsch*

O empanque é constituído por um vedante que sofre um enorme desgaste na sua utilização e necessita de ser ajustado periodicamente para evitar que existam folgas. Uma pequena folga no vedante é suficiente para a tinta derramar pelo empanque. Uma vez que a tinta começa a passar pelo vedante, ocorre também um desgaste acrescido no veio, diminuindo a sua vida útil.

A solução para este problema passa pela criação de procedimentos de manutenção autónoma para realizar o aperto do empanque periodicamente, a fim de diminuir o número de derrames e aumentar a vida útil do empanque e dos restantes componentes da bomba, Figura 30.



Figura 30 - Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) do aperto do empanque das bombas *Netzsch*

**Acumulação de limalhas na estação de tamponagem de embalagens** – As estações de tamponagem de embalagens consistem numa calha onde são depositadas as tampas para a respetiva colocação na embalagem. Esta estação permite ser ajustada consoante o tipo de tampa. A pega da tampa é efetuada através de um sistema de vácuo que retira a tampa do acumulador e a coloca na embalagem. O atrito provocado pelo deslizamento das tampas metálicas no acumulador provoca pequenas limalhas que se acumulam nos varões roscados e nas engrenagens, Figura 31. Além disso, existe o risco das limalhas se depositarem nas embalagens com tinta, visto que, por gravidade as limalhas caem por cima da embalagem, ainda por tamponar. A solução para este problema consiste na limpeza e lubrificação, de forma periódica, do sistema de tamponagem.



Figura 31 - Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) da limpeza e lubrificação da estação de tamponagem

**Falta de cuidados preventivos na lubrificação** – As ações de lubrificação são efetuadas por uma empresa subcontratada que executa as tarefas de acordo com uma periodicidade definida no software de manutenção. No entanto, não existe um controlo sob essas ações e fica a cargo da empresa subcontratada realizar a lubrificação dos equipamentos sempre que a considerem necessária. Visto que foi identificado um uso excessivo de massa lubrificante aplicada nos pontos de lubrificação das máquinas, procedeu-se ao treino e formação dos operadores para executar tarefas de lubrificação mais simples e melhorar assim o estado da lubrificação nos equipamentos, Figura 32.



Figura 32 - Antes (imagem da esquerda) e depois (imagem da direita) da lubrificação das engrenagens do paletizador

#### 4.3.3 2º Pilar - Manutenção autónoma

A manutenção autónoma permite combinar o conhecimento técnico do departamento de manutenção com a experiência adquirida no quotidiano de utilização das máquinas de enchimento. Isto possibilita que os operadores realizem tarefas simples, como verificações visuais e manuais, limpezas, lubrificações e substituições de alguns componentes danificados.

De forma semelhante ao que se sucedeu na elaboração dos planos de deteção de avarias, recorreu-se também aos manuais dos equipamentos, ao feedback dos operadores e ao conhecimento dos técnicos de manutenção para complementar o conjunto de ações a implementar.

Os planos de manutenção autónoma criaram-se de acordo com a seguinte metodologia:

- Análise das linhas de produção numa tentativa de perceber todo o processo produtivo, desde a entrada de matéria-prima até ao enchimento do produto;
- Recolha de informação relativamente aos planos de lubrificação dos equipamentos. A recolha centrou-se, em primeiro lugar, na análise dos manuais dos fabricantes das máquinas, no entanto, na maior parte dos manuais não existiam normas para a lubrificação ou estariam incompletos, como por exemplo: poderiam indicar apenas o lubrificante e não referir o método de aplicação ou periodicidade.
- Procura e análise de instruções de trabalho antigas, através do *software ManWinWin*, que contemplassem normas para a lubrificação. Os planos de lubrificação existentes não se encontravam detalhados e tiveram que ser desenvolvidos procedimentos de raiz.

- Diálogo com técnicos da manutenção, no sentido de obter o maior número de informações relativamente aos lubrificantes usados nos equipamentos e periodicidade da sua realização, salientando-se que alguns lubrificantes utilizados eram usados por opção pessoal dos técnicos e nem sempre os mais indicados para função.

#### 4.3.3.1 Planos de manutenção autónoma

Para conceber os planos de manutenção autónoma, realizou-se a análise dos planos de manutenção preventiva existentes até ao início do estágio. Esta análise consiste em avaliar a complexidade das operações de manutenção, para que seja feita a seleção das tarefas que podem ser realizadas pelos operadores.

Através dos principais problemas expostos anteriormente tornou-se necessário criar um modelo de instruções normalizadas para a inspeção, a limpeza e lubrificação dos equipamentos. O objetivo destas instruções passa por ser apresentado de forma simplificada e fácil compreensão para os operadores.

Para a realização dos planos de manutenção autónoma foi necessário definir um *template*, que contemplasse as seguintes informações:

- Tarefa – Inspeção, limpeza ou lubrificação;
- Zona da máquina – Parte da máquina a limpar ou lubrificar;
- Produtos e ferramentas – Proposta de utilização de produtos de limpeza ou ferramentas específicas para realizar a tarefa;
- Procedimento – Indicação do procedimento a seguir;
- Imagem/esquema – Elemento representativo da zona da máquina onde realizar a tarefa;
- Tempo previsto – Duração prevista para a realização da tarefa.

A Figura 33 ilustra um exemplo de um plano de manutenção autónoma realizado para uma máquina de enchimento. Os restantes planos de manutenção realizados para os equipamentos da Nováqua, encontram-se ilustrados no Anexo3 – Planos de manutenção autónoma.

CIN		Plano de Manutenção Autônoma		28-01-2022	
Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Setor:	C2 – Enchimento
				Máquina:	ME – 0019 / 0026 / 0031
Tarefa	Zona da máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento	Imagem/esquema	Tempo Previsto
Limpeza	Tapete da linha	<b>Produto de Limpeza:</b> > X1-200.0000; <b>Ferramentas:</b> > Raspador; > Escova de aço; > Pincel; > Pano/papel;	1 – Desligar o interruptor principal; 2 – Raspar resíduos de tinta ao longo do tapete; 3 – Escovar resíduos em locais de difícil acesso; 4 – Limpar toda a superfície com um pano húmido com diluente; 5 – Com um pincel auxiliar a limpeza em locais de difícil acesso; 6 – Efetuar uma limpeza cuidadosa aos sensores presentes no tapete;		5 min
Limpeza	Sensores (Fotoelétricos) – Balança Inkjet	<b>Produto de Limpeza:</b> > Spray de limpeza;	1 – Limpar cuidadosamente o sensor e o refletor com um pano/papel e o respetivo spray de limpeza, em caso de sujidade com tinta; 2 – Secar a superfície do sensor e do refletor novamente com pano/papel;		2 min
Limpeza	Bico de Glicol	<b>Produto de Limpeza:</b> > X1-200.0000;	1 – Certificar que a estação se encontra desligada; 2 – Proceder à desmontagem do bico de Glicol; 3 – Recorrer a um pano/papel para limpar e desengordurar as superfícies do bico;		5 min

Página 2/6

Colaborador:

ELABORADO:

José Carneiro

Figura 33 - Plano de manutenção autónoma

Os planos de manutenção autónoma encontram-se afixados em cada um dos equipamentos com o intuito do operador consultar as tarefas e os respetivos procedimentos.

#### 4.3.4 3º Pilar – Manutenção Planeada

Na CIN, a manutenção planeada já se encontrava implementada em todos os equipamentos, no entanto, o departamento de manutenção não tem disponibilidade para realizar as tarefas de manutenção nos intervalos de tempo predefinidos. Posto isto, todas as tarefas de manutenção que não requerem a aptidão dos técnicos de manutenção, passam a ser realizadas pelos operadores de produção, com o auxílio dos planos de manutenção autónoma.

Deste modo, em termos de coordenação e colaboração nas atividades de manutenção, o departamento de produção permitiu agregar as tarefas de produção às tarefas de manutenção, de acordo com um planeamento.

Assim, os procedimentos de manutenção autónoma são constituídos pelo plano de manutenção autónoma e pelas *Check-list*. Os planos de manutenção autónoma apresentam todas as informações necessárias para a execução das tarefas de manutenção e as *Check-list* servem como método de registo para verificar o cumprimento das tarefas, de início/fim de turno, assim como, permite visualizar quando foi realizada a última ação e quando será a próxima.

Os operadores possuem uma *Check-list* que incluem tarefas de *setup* da respetiva máquina e tarefas de manutenção autónoma. As tarefas de manutenção autónoma encontram-se destacadas, Figura 34, uma vez que se trata de procedimentos mais complexos e possuem um plano com o respetivo procedimento.

CIN		CHECK-LIST ME31 TURNO DIURNO				CLK053 28/01/2022
Nº	TAREFA	FIM DE TURNO				
		_/_/_/___	_/_/_/___	_/_/_/___	_/_/_/___	_/_/_/___
1	Fechar todos os passadores, desligar filtro Russel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Levar as latas estragadas para o ecoponto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Esvaziar o caixote do lixo no contentor de resíduos banais.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Limpar os tapetes da máquina de acordo com o PMA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Limpar os sensores fotoelétricos de acordo com o PMA.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Colocar balde de solução 01-000.000 no bico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Verificar o Quadro de Ferramentas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Verificar materiais de limpeza.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Verificar anomalias na zona de trabalho (derrames, sujidade, etc.) e limpar se necessário.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Lubrificar corrente tapete rolos, de acordo com o PMA.	<input type="checkbox"/>				
11	Limpar bico de glicol de acordo com o PMA.					<input type="checkbox"/>

Página 2/4	Colaborador:					
------------	--------------	--	--	--	--	--

Figura 34 – Exemplo de *Check-list* de tarefas de turno

#### 4.3.5 4º Pilar – Treino e Formação

O treino e formação dos operadores iniciou-se com a demonstração do procedimento de todas as tarefas de manutenção autónoma e à posteriori com o acompanhamento diário.

Além disso, de forma a auxiliar os operadores de produção nas tarefas de limpeza e lubrificação foi criado um *kit* de manutenção, Figura 35, para cada posto de trabalho, que contempla tudo o que é necessário à realização das tarefas de manutenção autónoma. O *kit* é composto por todo o tipo de ferramentas e lubrificantes, impedindo que os operadores se tenham de deslocar à oficina. Este método permite otimizar o tempo de trabalho dos operadores no desempenho das suas tarefas.

No *kit* devem também encontrar-se diversos itens de auxílio às ações de lubrificação, tais como:

- Massa lubrificante em *spray*;
- Lubrificante multiusos em *spray*;
- *Spray* de limpeza;
- Escovas – para limpeza de equipamentos como rodas dentadas e correntes;
- Panos – para remoção de lubrificante em excesso dos equipamentos;
- Luva de malha de aço – para a substituição da lâmina de corte do plástico de formação de packs.



Figura 35 - Kit de manutenção autónoma

Por fim, na elaboração dos planos de manutenção era essencial criar procedimentos que para além de descritivos, fossem também visuais. Para tornar o processo de manutenção mais fácil e compreensível para qualquer operador, foi adotado um sistema de símbolos e cores, Figura 36. Além dos símbolos que representam a tarefa a desempenhar, encontram-se afixadas etiquetas nos principais pontos de lubrificação para o operador distinguir mais facilmente o tipo de lubrificante que deve usar.



Figura 36 - Sistema de símbolos e cores

## 4.4 Análise crítica dos resultados

Relativamente à análise crítica dos resultados, serão apresentados neste subcapítulo os resultados referentes à implementação dos planos de deteção de avarias, assim como, os resultados dos planos de manutenção autónoma e os benefícios da sua implementação.

### 4.4.1 Máquina de enchimento 1

Relativamente à análise levada a cabo para o conjunto de avarias que resultam na paragem da máquina de enchimento 1 (ME-0001), foi possível diminuir o impacto que estas causavam no tempo de produção. Assim sendo, através da introdução progressiva das ações de manutenção autónoma, a partir de janeiro de 2022, é possível verificar que que houve um aumento significativo na disponibilidade do equipamento, Figura 37.

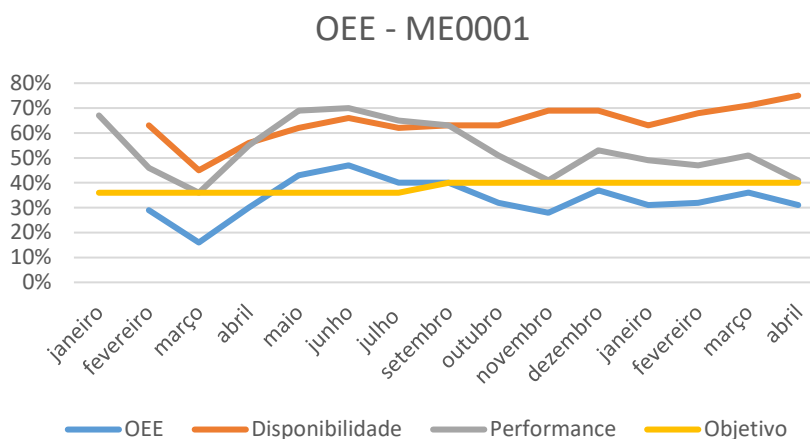


Figura 37 - OEE (ME-0001)

Conforme ilustrado no gráfico da Figura 38, durante o período de implementações (de janeiro a abril de 2022) houve uma subida no valor dos indicadores do OEE, quando comparados com o mesmo período do ano 2021. Para a disponibilidade, o ganho foi de 14% e para a performance deste equipamento o aumento foi de 1%. Isto representa um aumento médio do OEE de 8%.

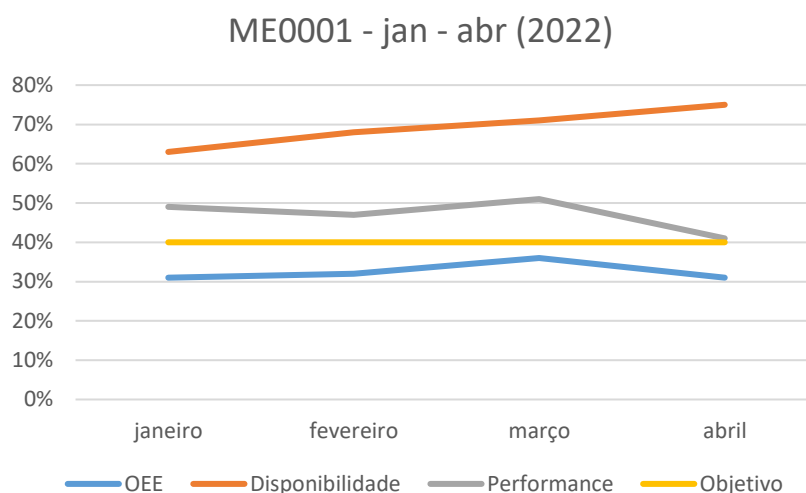


Figura 38 - OEE (ME-0001) janeiro - abril 2022

Uma vez que a disponibilidade do equipamento é vista como o indicador mais importante dos indicadores em estudo, é possível constatar, na Tabela 26, uma diminuição no tempo de paragem da máquina de enchimento 1 por avaria e tempo de paragem para intervenção da manutenção de cerca de 4% e 13% respetivamente, face ao ano anterior.

Tabela 26 - Tempo de paragem (ME-0001)

Tempo de paragem (min)	2021	2022	%
Avaria	1243	1189	- 4%
Manutenção	275	240	- 13%

Como se pode verificar através das Figura 39 e Figura 40, encontram-se apresentado o antes e o depois, respetivamente de alguns exemplos de procedimentos de manutenção autónoma executados neste equipamento.

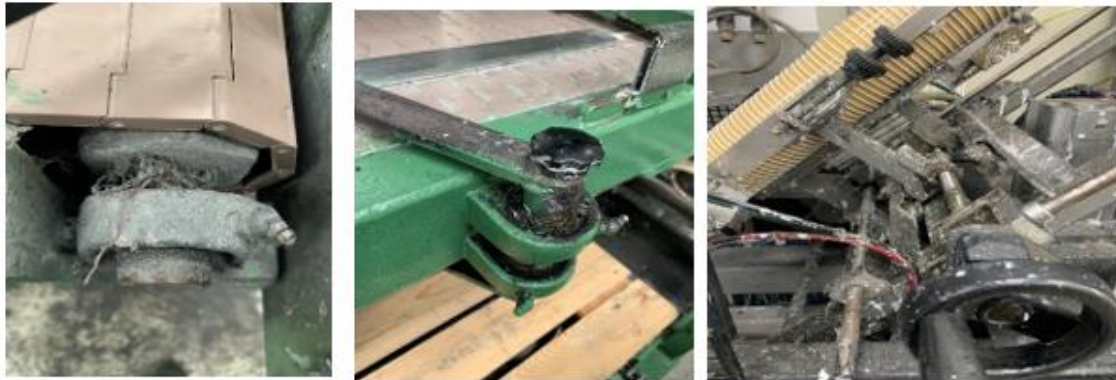


Figura 39 - Antes da implementação da manutenção autónoma na ME-0001



Figura 40 - Depois da implementação da manutenção autónoma na ME-0001

#### 4.4.2 Máquinas de enchimento (19/26/31)

Visto que as máquinas de enchimento (19/26/31) são equipamentos muito similares, é realizada uma análise em conjunto para estes equipamentos. No que diz respeito a estes equipamentos, também foi introduzido um conjunto de ações de manutenção autónoma que levaram à diminuição do número de paragens dos equipamentos e consequentemente um aumento da disponibilidade do equipamento.

Conforme ilustrado na Tabela 27, nos últimos três meses de implementação das ferramentas TPM, obtiveram-se ganhos positivos no OEE. No entanto, também se verifica uma pequena perda de disponibilidade da máquina de enchimento 31, em relação ao ano 2021, apesar que resultaram em ganhos positivos no global. Isto deve-se ao facto de nem todas as implementações terem efeitos imediatos e, também, de haver a necessidade de adaptação por parte dos operadores.

Tabela 27 - OEE das máquinas de enchimento 19/26/31

Ano	Disponibilidade	Performance	OEE
<b>ME-0019</b>			
2021	76%	52%	40%
2022	<b>78%</b>	<b>53%</b>	<b>41%</b>
Variação	<b>2%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>
<b>ME-0026</b>			
2021	78%	59%	46%
2022	<b>82%</b>	<b>64%</b>	<b>53%</b>
Variação	<b>4%</b>	<b>5%</b>	<b>7%</b>
<b>ME-0031</b>			
2021	87%	48%	41%
2022	<b>84%</b>	<b>56%</b>	<b>46%</b>
Variação	<b>-3%</b>	<b>8%</b>	<b>5%</b>

Os gráficos referentes a esta análise encontram-se ilustrados no Anexo4 – Indicadores de desempenho.

Como se pode verificar através das Figura 41 e Figura 42, encontra-se apresentado o antes e o depois, respetivamente, de alguns procedimentos de manutenção autónoma executados nestes equipamentos.



Figura 41 - Antes da implementação da manutenção autónoma das máquinas de enchimento



Figura 42 - Depois da implementação da manutenção autónoma das máquinas de enchimento

#### 4.4.3 Resultados económicos

Incentivar a procura sistemática de metodologias de trabalho mais eficazes no sentido de otimizar a relação custos/produtividade da empresa deve ser um princípio basilar em qualquer organização empresarial, qualquer que seja a sua dimensão.

Nesse sentido, e no caso concreto desta empresa, após observação cuidada de todo o processo associado à implementação da metodologia TPM, assim como conversas com os departamentos de manutenção e produção e consequente reflexão, é possível constatar que o trabalho realizado no âmbito da definição da criticidade dos equipamentos, da elaboração dos planos de deteção de avarias e do desenvolvimento das metodologias TPM, nomeadamente a manutenção autónoma, os operadores passarão a executar tarefas mais simples de manutenção.

Isso implicará uma melhoria na condição dos equipamentos e, consequentemente, menos avarias, com tudo o que isso implica para o serviço e para a empresa.

Assim, com a redução do número de avarias, os custos com a mão de obra e a subcontratação das ações de lubrificação, irão diminuir, melhorando a relação custos/produzitividade, Figura 43.

Com base nestes dados e após uma reflexão conjunta com o departamento de manutenção, é expectável uma redução de cerca de 20% dos custos de manutenção e subcontratação. Deste modo, espera-se uma diminuição de 5.550,40€ nos custos de mão de obra do departamento de manutenção e uma diminuição de 10.778,40€ nos custos anuais com subcontratação.

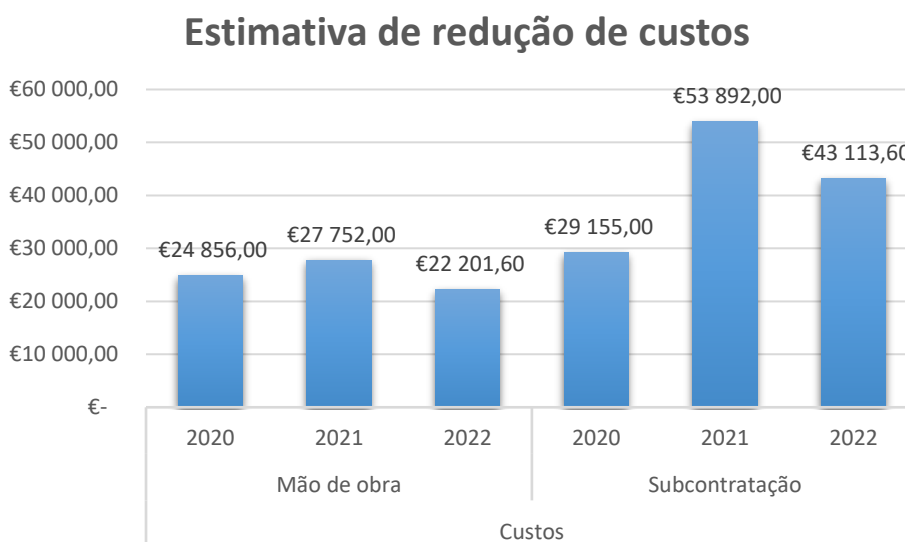


Figura 43 - Estimativa de redução de custos anuais do departamento de manutenção

Contudo, a redução de custos será proporcional ao ritmo de implementação no terreno das novas metodologias e conseqüente melhoria das condições de trabalho dos operários deste setor

#### 4.4.4 Resultados não-mensuráveis

Contudo, também foram obtidos resultados que não são mensuráveis, principalmente:

- A cooperação entre todos os envolvidos no TPM, desde os responsáveis de cada departamento até aos operadores;
- O desenvolvimento da autonomia e das capacidades técnicas dos operadores na realização das tarefas de manutenção autónoma;
- O sentido de responsabilidade dos operadores no que diz respeito aos equipamentos em que operam.
- A comunicação entre operadores, técnicos de manutenção e responsáveis de departamento, foi melhorada com a implementação das medidas anteriormente mencionadas;

# CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

5.1 Conclusões

5.2 Dificuldades encontradas

5.3 Propostas de trabalhos futuros



## 5 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Ao longo da presente dissertação, foram apresentadas conclusões para sustentação de todas as medidas tomadas ao longo do projeto. Posto isto, neste capítulo são expostas as considerações finais relativas ao trabalho realizado, face aos objetivos inicialmente propostos.

Apresentam-se, ainda, algumas dificuldades encontradas ao longo do período de estágio e por fim são apresentadas as propostas de ações a desenvolver no futuro, numa perspetiva de melhoria contínua do desempenho da função da manutenção.

### 5.1 Conclusões

O desenvolvimento desta dissertação incidiu fundamentalmente no pilar da manutenção autónoma da metodologia TPM, com o objetivo de reduzir a frequência de paragens por avarias e, conseqüentemente, aumentar a disponibilidade/eficácia dos equipamentos. O setor alvo de intervenção foi uma unidade que produz tintas de base aquosa (Nováqua), visto ser o que apresenta o maior número de intervenções de manutenção, assim como, maiores custos de mão de obra.

De forma geral, é possível afirmar que o objetivo foi alcançado através da aplicação da manutenção autónoma, onde, foram desenvolvidas responsabilidades nos operadores, para que possam desempenhar ações autónomas de diagnóstico, limpeza, organização e verificação diária dos pontos críticos do posto de trabalho, garantindo sempre o bom funcionamento do próprio equipamento.

Deste modo, a manutenção adquire um papel cada vez mais importante no meio industrial, tendo deixado de ser considerada apenas uma atividade de suporte à produção. Posto isto, obteve-se uma reestruturação multifacetada da manutenção, a qual se reflete na melhoria do serviço prestado e na garantia de maiores níveis de disponibilidade dos equipamentos, assegurando o cumprimento de prazos e boa imagem da organização.

Os objetivos propostos e os resultados obtidos estão descritos na Tabela 28. Assim, é possível verificar que os objetivos inicialmente propostos para este trabalho foram integralmente cumpridos com sucesso.

Tabela 28 - Conclusões dos objetivos propostos

<b>Objetivo</b>	<b>Resultados da implementação</b>
Identificação dos equipamentos críticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de uma ferramenta de cálculo da criticidade dos equipamentos.</li> </ul>
Desenvolvimento de planos de detecção de avarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria na capacidade de diagnóstico dos operadores;</li> <li>• Redução do número de pedidos de manutenção;</li> <li>• Redução de custos de mão de obra do departamento de manutenção;</li> <li>• Aumento da disponibilidade dos equipamentos;</li> </ul>
Desenvolvimento da metodologia TPM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuição dos tempos de desperdício e MTTR;</li> <li>• Redução do número de horas de paragem dos equipamentos;</li> <li>• Aumento de 14% na disponibilidade da máquina de enchimento 1;</li> <li>• Redução de 4% do tempo de paragem devido a avarias da máquina de enchimento 1;</li> <li>• Redução de 13% do tempo de paragem para intervenção da manutenção na máquina de enchimento 1;</li> <li>• Aumento de 8% no OEE da máquina de enchimento 1;</li> <li>• Aumento de 1% no OEE da máquina de enchimento 19;</li> <li>• Aumento de 7% no OEE da máquina de enchimento 26;</li> <li>• Aumento de 5% no OEE da máquina de enchimento 31;</li> <li>• Aumento no MTBF em decorrência a esta aplicação;</li> <li>• Aumento da disponibilidade dos equipamentos;</li> <li>• Redução do impacto ambiental proveniente dos derrames provocados pelos equipamentos;</li> </ul>

O trabalho realizado no âmbito da aplicação da metodologia TPM, nomeadamente a execução dos planos de deteção de avarias e os planos de manutenção autónoma, permitiram interpretar e executar rapidamente qualquer tarefa de forma padronizada. Para além disso, a criação de uma *checklist* com as tarefas de inspeção, limpeza e lubrificação, necessárias para o início e fim de turno, irá garantir o bom estado de funcionamento do equipamento e permitirá detetar situações de possível desgaste prematuro e conseqüente perda de disponibilidade do equipamento.

Além dos pontos apresentados anteriormente, outras melhorias se tornaram cruciais na implementação desta ferramenta, a saber:

1. A cooperação entre todos os envolvidos no TPM, desde os responsáveis de cada departamento até aos operadores;
2. O desenvolvimento da autonomia e das capacidades técnicas dos operadores na realização de diagnósticos e tarefas de manutenção autónoma;
3. O sentido de responsabilidade dos operadores no manuseamento dos equipamentos em que operam;
4. A comunicação entre operadores, técnicos de manutenção e responsáveis de departamento;
5. A organização e limpeza dos equipamentos.

Apesar de não ter sido o foco desta dissertação, a aplicação da metodologia 5S tornou-se fundamental para suportar todo o trabalho realizado em torno do TPM. A limpeza, organização e segurança de todos os postos de trabalho, é fundamental para o desenvolvimento de um ambiente de trabalho mais fácil e agradável para todos os colaboradores. Deste modo, ficou claro que a implementação bem-sucedida do TPM depende da envolvimento e motivação de todos os colaboradores durante todas as fases do projeto.

Os problemas identificados foram solucionados e através desses resultados a empresa irá implementar o TPM noutras linhas de produção. Deste modo, também se adotaram medidas para garantir a continuidade do trabalho e neste sentido todas as responsabilidades foram distribuídas aos respetivos departamentos, uma vez que se definiram procedimentos e normas, a informação e métodos de trabalho estão devidamente organizados, o que facilita o processo de continuidade.

Em suma, a implementação do TPM permite otimizar os processos de manutenção e estabelecer uma ligação com a produção, tendo como objetivo melhorar a qualidade do produto, reduzir os desperdícios, reduzir os custos de produção, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e melhorar o estado da organização no âmbito da manutenção.

## 5.2 Dificuldades encontradas

Ao longo do desenvolvimento desta dissertação, foram encontradas algumas dificuldades para alcançar ao seu resultado, sendo que algumas dessas complicações identificadas foram:

- Disponibilidade dos operadores de produção para formação e desempenho de tarefas de manutenção autónoma.
- Aquisição das ferramentas para o *kit* de manutenção autónoma.
- Sensibilização dos operadores para as vantagens na execução das tarefas de manutenção autónoma e procurar a compreensão de todos para alcançar os resultados obtidos.

## 5.3 Propostas de trabalhos futuros

No que diz respeito ao trabalho futuro, foram surgindo intenções de continuidade do trabalho desenvolvido. Neste seguimento, averiguaram-se outras oportunidades de melhoria, que são fundamentais para manter as ferramentas desenvolvidas em circunstâncias de serem devidamente utilizadas, assim como, serão apresentadas ideias com o objetivo de reduzir desperdícios, melhorar a organização e acrescentar valor à empresa.

Após estas conclusões, encontram-se apresentadas, na Tabela 29, as principais necessidades e propostas de melhoria.

Tabela 29 - Sugestão de melhorias

Área	Propostas de melhoria
Implementar a manutenção autónoma em outras naves	Visto o sucesso desta implementação, continuar com a aplicação desta ferramenta para outros setores da empresa, uma vez que sua primeira utilização foi aplicada com sucesso;
Aplicação da metodologia TPM	Dar continuidade à implementação dos outros pilares da estrutura TPM, a fim de ter esta ferramenta a funcionar por completo na empresa;
Indicadores de desempenho	Implementação de indicadores de manutenção de modo a medir a eficiência e assertividade do departamento de manutenção através da:

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Classificação adequada do tipo de manutenção;</li><li>• Introdução dos dados, em tempo real, no software de manutenção;</li></ul>
Planos de manutenção preventiva	<p>Reformular os planos de manutenção preventiva implementados.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Atualizar os planos existentes que se encontram desatualizados;</li><li>• Detalhar os planos de manutenção com a definição das peças a substituir e os lubrificantes a utilizar;</li><li>• Implementar rotinas com periodicidade curta em ativos de maior criticidade;</li><li>• Agilizar as intervenções de manutenção preventiva com as intervenções de lubrificação;</li></ul>
Análise da vida útil das peças das máquinas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar uma análise que visa demonstrar o desgaste sofrido aos componentes devido a sua utilização, a fim de ter um controlo do seu uso e saber a hora correta de fazer a substituição.</li><li>• Assegurar em stock as peças de substituição necessárias para a realização de manutenções preventivas.</li></ul>
Formação dos colaboradores	Promover formações e motivar a equipa, de forma a fazê-la sentir como parte do projeto.

---



**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES  
DE INFORMAÇÃO**



## 6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- AFNOR. (2002). FD X 60-000:2002 – Maintenance industrielle – Fonction maintenance. *Association Française de Normalisation*, 33(0), 1–29.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2007). An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(4), 338–352. <https://doi.org/10.1108/13552510710829443>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). *Total productive maintenance implementation in a manufacturing organisation 2008 I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba.pdf*. 3(3), 360–381.
- Borris, S. (2006). *Total Productive Maintenance* (McGraw-Hill (ed.)).
- British Standards Institution. (2007). *Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators: BS EN 15341:2007*. 3, 32.
- Cabral, José Paulo Saraiva. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção* (Lidel (ed.); 6th ed.).
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>
- Coetzee, J. L. (1999). Holistic approach to the maintenance `problem'. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(3), 276–280. <https://doi.org/10.1108/13552519910282737>
- Corsini, A., Bonacina, F., Feudo, S., Lucchetta, F., & Marchegiani, A. (2016). Multivariate KPI for Energy Management of Cooling Systems in Food Industry. *Energy Procedia*, 101(September), 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.038>
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). *Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company*. 001–012. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- Crespo Marquez, A. (2007). Models and Methods for Complex Systems Maintenance. In *The Maintenance Management Framework*.
- Diniz, C. C. C., Lopes, E. D. S., Miranda, G. D. M., & Koehler, H. S. (2017). Manutenção Preventiva Como Determinante Para Redução De Custos De Manutenção De Um Feller Buncher. *BIOFIX Scientific Journal*, 2(2), 43. <https://doi.org/10.5380/biofix.v2i2.54954>
- Dowlathshahi, S. (2008). The role of industrial maintenance in the maquiladora industry: An empirical analysis. *International Journal of Production Economics*, 114(1), 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.02.009>
- Duffuaa, S. O., & Raouf, A. (2015). Planning and Control of Maintenance Systems. In *Planning and Control of Maintenance Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19803-3>
- Farinha, J. M. T. (1977). *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares*.
- Ferreira, S., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2019a). KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. *Procedia*

- Manufacturing*, 38(2019), 1427–1435.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.145>
- Ferreira, S., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2019b). KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. *Procedia Manufacturing*, 38, 1427–1435. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.145>
- García-Sanz-Calcedo, J., & Gómez-Chaparro, M. (2017). Quantitative analysis of the impact of maintenance management on the energy consumption of a hospital in Extremadura (Spain). *Sustainable Cities and Society*, 30, 217–222. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.01.019>
- Gonzalez, E., Nanos, E. M., Seyr, H., Valldecabres, L., Yürüşen, N. Y., Smolka, U., Muskulus, M., & Meleró, J. J. (2017). Key Performance Indicators for Wind Farm Operation and Maintenance. *Energy Procedia*, 137, 559–570. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.385>
- Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 13, 1128–1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>
- Gulati R and Smith R. (2013). *Maintenance and Reliability Best Practices*, Industrial Press, New York. (Vol. 2009).
- Higgins, L. R., & Mobley, R. K. (2002). *Maintenance Engineering Handbook, Sixth Edition*.
- J. P. Pinto. (2013). *Manutenção LEAN. Lisboa, 2013* (LIDEL (ed.)).
- Kardec, A. . N. J. (2009). *Manutenção: função estratégica*. Qualitymark: Petrobrás.
- Kasim, N. I., Musa, M. A., Razali, A. R., Mohamad Noor, N., & Wan Saidin, W. A. N. (2015). Improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) through Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in Manufacturing Industries. *Applied Mechanics and Materials*, 761, 180–185. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.761.180>
- Kobbacy, K. A. H., & Murthy, D. N. P. (2008). Complex System Maintenance Handbook. In *Springer Series in Reliability Engineering* (Vol. 8). [https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_14)
- Kumar Sharma, R., & Gopal Sharma, R. (2014). Integrating six sigma culture and TPM framework to improve manufacturing performance in SMEs. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(5), 745–765. <https://doi.org/10.1002/QRE.1525>
- Lolli, F., Coruzzolo, A. M., Peron, M., & Sgarbossa, F. (2022). Age-based preventive maintenance with multiple printing options. *International Journal of Production Economics*, 243(March 2021), 108339. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108339>
- Mapokgole, J., & Mbohwa, C. (2013). The art of managing production disruptions in pump industry through visual management. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 46, Issue 24 PART 1). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20130911-3-BR-3021.00001>
- Marinho, P., Pimentel, D., Casais, R., Silva, F., Carlos Sá, J., & Pinto Ferreira, L. (2021). Selecting the best tools and framework to evaluate equipment malfunctions and improve the OEE in the cork industry. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(4), 286–298. <https://doi.org/10.24867/ijiem-2021-4-295>
- Martins, L., Silva, F. J. G., Pimentel, C., Casais, R. B., & Campilho, R. D. S. G. (2020). Improving preventive maintenance management in an energy solutions company. *Procedia Manufacturing*, 51(2019), 1551–1558. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.216>

- Martins, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1723–1729. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>
- Mobley, R. S. and K. (2003). *Industrial Machinery Repair: Best Maintenance Practices Pocket Guide*. Elsevier Science.
- Molenda, M. (2016). *Management Systems in Production Engineering THE AUTONOMOUS MAINTENANCE IMPLEMENTATION DIRECTORY*. <https://doi.org/10.12914/MSPE>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Mushiri, T., Mugwindiri, K., & Mbohwa, C. S. (2016). The use of Autonomous Maintenance in the fertilizer industry in Zimbabwe. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2226(Kiinigsmann), 900–904.
- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing*, 4(less), 461–470. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.063>
- Nakajima, S. (1989). *Introduction to TPM* (pp. 1–158).
- Pascal, V., Toufik, A., Manuel, A., Florent, D., & Frédéric, K. (2019). Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. *Control Engineering Practice*, 82(June 2018), 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.09.019>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Baptista, A., Fernandes, N. O., Casais, R., & Carvalho, C. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan - A case study. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1423–1430. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Fernandes, N. O., Casais, R., Baptista, A., & Carvalho, C. (2020). Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 192–204. <https://doi.org/http://doi.org/10.24867/IJIEEM-2020-3-264>
- Pires, C. R., Lopes, I. S., & Oliveira, J. A. (2016). Management and Planning of Tools Maintenance Activities in a Metalworking. *Procedia CIRP*, 57, 265–269. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.046>
- Reis, M. D. O., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 908–915. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.173>
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Rosimah, S., Sudirman, I., Siswanto, J., & Sunaryo, I. (2015). An Autonomous

- Maintenance Team in ICT Network System of Indonesia Telecom Company. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 505–511. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.087>
- Rotab Khan, M. R., & Darrab, I. A. (2010). Development of analytical relation between maintenance, quality and productivity. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 16(4), 341–353. <https://doi.org/10.1108/13552511011084508>
- Santos, T., Silva, F. J. G., Ramos, S. F., Campilho, R. D. S. G., & Ferreira, L. P. (2019). Asset priority setting for maintenance management in the food industry. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1623–1633. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.122>
- Sharma, R., Singh, J., & Rastogi, V. (2018). The impact of total productive maintenance on key performance indicators (PQCDSM): A case study of automobile manufacturing sector. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 24(2), 267–283. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2018.091794>
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, 51(NUiCONE 2012), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). Lean maintenance: reduce costs, improve quality, and increase market share. In *Plant engineering CN - TS155 .S635 2004*. files/723/Ricky Smith-Lean Maintenance \_ Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share (Life Cycle Engineering Series) (2004).pdf
- Suryaprakash, M., Gomathi Prabha, M., Yuvaraja, M., & Rishi Revanth, R. V. (2019). Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm. *Materials Today: Proceedings*, 46, 9348–9353. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.820>
- Top Companies Report | Coatings World. (2021). [https://www.coatingsworld.com/issues/2021-07-01/view\\_top-companies-report/top-companies-report-163001/](https://www.coatingsworld.com/issues/2021-07-01/view_top-companies-report/top-companies-report-163001/)
- V. Deac, G. Cârstea, C. Bâgu, and F. P. (2010). The Modern Approach to Industrial Maintenance Management. *Informatica Economică*, 133–144. [https://revistaie.ase.ro/content/54/13 Deac.pdf](https://revistaie.ase.ro/content/54/13%20Deac.pdf)
- Vilarinho, S., Lopes, I., & Oliveira, J. A. (2017). Preventive Maintenance Decisions through Maintenance Optimization Models: A Case Study. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1170–1177. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.241>
- Wireman, T. (2012). Benchmarking Best Practice in Maintenance Management. In *Benchmarking: An International Journal* (Vol. 19, Issue 1). <https://doi.org/10.1108/14635771211218407>
- AFNOR. (2002). FD X 60-000:2002 – Maintenance industrielle – Fonction maintenance. *Association Française de Normalisation*, 33(0), 1–29.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2007). An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(4), 338–352. <https://doi.org/10.1108/13552510710829443>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). *Total productive maintenance implementation in a manufacturing organisation 2008 I.P.S. Ahuja and J.S. Khamba.pdf*. 3(3), 360–381.
- Borris, S. (2006). *Total Productive Maintenance* (McGraw-Hill (ed.)).
- British Standards Institution. (2007). *Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators: BS EN 15341:2007*. 3, 32.

- Cabral, J. P. S. (2006). Organização e Gestão da Manutenção dos conceitos à prática, 6ª Edição. In *Lidel*.
- Cabral, José Paulo Saraiva. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção* (Lidel (ed.); 6th ed.).
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>
- Coetzee, J. L. (1999). Holistic approach to the maintenance 'problem'. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(3), 276–280. <https://doi.org/10.1108/13552519910282737>
- Corsini, A., Bonacina, F., Feudo, S., Lucchetta, F., & Marchegiani, A. (2016). Multivariate KPI for Energy Management of Cooling Systems in Food Industry. *Energy Procedia*, 101(September), 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.038>
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). *Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company*. 001–012. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- Crespo Marquez, A. (2007). Models and Methods for Complex Systems Maintenance. In *The Maintenance Management Framework*.
- Diniz, C. C. C., Lopes, E. D. S., Miranda, G. D. M., & Koehler, H. S. (2017). Manutenção Preventiva Como Determinante Para Redução De Custos De Manutenção De Um Feller Buncher. *BIOFIX Scientific Journal*, 2(2), 43. <https://doi.org/10.5380/biofix.v2i2.54954>
- Dowlatshahi, S. (2008). The role of industrial maintenance in the maquiladora industry: An empirical analysis. *International Journal of Production Economics*, 114(1), 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.02.009>
- Duffuaa, S. O., & Raouf, A. (2015). Planning and Control of Maintenance Systems. In *Planning and Control of Maintenance Systems*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19803-3>
- Farinha, J. M. T. (1977). *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares*.
- Ferreira, S., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2019a). KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1427–1435. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.145>
- Ferreira, S., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2019b). KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. *Procedia Manufacturing*, 38, 1427–1435. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.145>
- García-Sanz-Calcedo, J., & Gómez-Chaparro, M. (2017). Quantitative analysis of the impact of maintenance management on the energy consumption of a hospital in Extremadura (Spain). *Sustainable Cities and Society*, 30, 217–222. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.01.019>
- Gonzalez, E., Nanos, E. M., Seyr, H., Valldecabres, L., Yürüşen, N. Y., Smolka, U., Muskulus, M., & Melero, J. J. (2017). Key Performance Indicators for Wind Farm Operation and Maintenance. *Energy Procedia*, 137, 559–570. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.385>
- Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 13, 1128–1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>

- Gulati R and Smith R. (2013). *Maintenance and Reliability Best Practices, Industrial Press, New York.* (Vol. 2009).
- Higgins, L. R., & Mobley, R. K. (2002). *Maintenance Engineering Handbook, Sixth Edition.*
- J. P. Pinto. (2013). *Manutenção LEAN. Lisboa, 2013* (LIDEL (ed.)).
- Kardec, A. . N. J. (2009). *Manutenção: função estratégica.* Qualitymark: Petrobrás.
- Kasim, N. I., Musa, M. A., Razali, A. R., Mohamad Noor, N., & Wan Saidin, W. A. N. (2015). Improvement of Overall Equipment Effectiveness (OEE) through Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in Manufacturing Industries. *Applied Mechanics and Materials*, 761, 180–185. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.761.180>
- Kobbacy, K. A. H., & Murthy, D. N. P. (2008). Complex System Maintenance Handbook. In *Springer Series in Reliability Engineering* (Vol. 8). [https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_14)
- Kumar Sharma, R., & Gopal Sharma, R. (2014). Integrating six sigma culture and TPM framework to improve manufacturing performance in SMEs. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(5), 745–765. <https://doi.org/10.1002/QRE.1525>
- Lolli, F., Coruzzolo, A. M., Peron, M., & Sgarbossa, F. (2022). Age-based preventive maintenance with multiple printing options. *International Journal of Production Economics*, 243(March 2021), 108339. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108339>
- Mapokgole, J., & Mbohwa, C. (2013). The art of managing production disruptions in pump industry through visual management. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 46, Issue 24 PART 1). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20130911-3-BR-3021.00001>
- Marinho, P., Pimentel, D., Casais, R., Silva, F., Carlos Sá, J., & Pinto Ferreira, L. (2021). Selecting the best tools and framework to evaluate equipment malfunctions and improve the OEE in the cork industry. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(4), 286–298. <https://doi.org/10.24867/ijiem-2021-4-295>
- Martins, L., Silva, F. J. G., Pimentel, C., Casais, R. B., & Campilho, R. D. S. G. (2020). Improving preventive maintenance management in an energy solutions company. *Procedia Manufacturing*, 51(2019), 1551–1558. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.216>
- Martins, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1723–1729. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>
- Mobley, R. S. and K. (2003). *Industrial Machinery Repair: Best Maintenance Practices Pocket Guide.* Elsevier Science.
- Molenda, M. (2016). *Management Systems in Production Engineering THE AUTONOMOUS MAINTENANCE IMPLEMENTATION DIRECTORY.* <https://doi.org/10.12914/MSPE>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Mushiri, T., Mugwindiri, K., & Mbohwa, C. S. (2016). The use of Autonomous Maintenance in the fertilizer industry in Zimbabwe. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 2226(Kiinigsmann), 900–904.

- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing*, 4(less), 461–470. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.063>
- Nakajima, S. (1989). *Introduction to TPM* (pp. 1–158).
- Pascal, V., Toufik, A., Manuel, A., Florent, D., & Frédéric, K. (2019). Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. *Control Engineering Practice*, 82(June 2018), 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.09.019>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Baptista, A., Fernandes, N. O., Casais, R., & Carvalho, C. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan - A case study. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1423–1430. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Fernandes, N. O., Casais, R., Baptista, A., & Carvalho, C. (2020). Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 192–204. <https://doi.org/http://doi.org/10.24867/IJIEEM-2020-3-264>
- Pires, C. R., Lopes, I. S., & Oliveira, J. A. (2016). Management and Planning of Tools Maintenance Activities in a Metalworking. *Procedia CIRP*, 57, 265–269. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.046>
- Reis, M. D. O., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 908–915. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.173>
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Rosimah, S., Sudirman, I., Siswanto, J., & Sunaryo, I. (2015). An Autonomous Maintenance Team in ICT Network System of Indonesia Telecom Company. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 505–511. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.087>
- Rotab Khan, M. R., & Darrab, I. A. (2010). Development of analytical relation between maintenance, quality and productivity. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 16(4), 341–353. <https://doi.org/10.1108/13552511011084508>
- Santos, T., Silva, F. J. G., Ramos, S. F., Campilho, R. D. S. G., & Ferreira, L. P. (2019). Asset priority setting for maintenance management in the food industry. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1623–1633. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.122>
- Sharma, R., Singh, J., & Rastogi, V. (2018). The impact of total productive maintenance on key performance indicators (PQCDSM): A case study of automobile manufacturing sector. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 24(2), 267–283. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2018.091794>
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, 51(NUiCONE 2012), 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>

- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). Lean maintenance: reduce costs, improve quality, and increase market share. In *Plant engineering CN - TS155 .S635 2004. files/723/Ricky Smith-Lean Maintenance \_ Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share (Life Cycle Engineering Series) (2004).pdf*
- Suryaprakash, M., Gomathi Prabha, M., Yuvaraja, M., & Rishi Revanth, R. V. (2019). Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm. *Materials Today: Proceedings*, 46, 9348–9353. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.820>
- Top Companies Report | Coatings World.* (2021). [https://www.coatingsworld.com/issues/2021-07-01/view\\_top-companies-report/top-companies-report-163001/](https://www.coatingsworld.com/issues/2021-07-01/view_top-companies-report/top-companies-report-163001/)
- V. Deac, G. Cârstea, C. Bâgu, and F. P. (2010). The Modern Approach to Industrial Maintenance Management. *Informatica Economică*, 133–144. [https://revistaie.ase.ro/content/54/13 Deac.pdf](https://revistaie.ase.ro/content/54/13%20Deac.pdf)
- Vilarinho, S., Lopes, I., & Oliveira, J. A. (2017). Preventive Maintenance Decisions through Maintenance Optimization Models: A Case Study. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1170–1177. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.241>
- Wireman, T. (2012). Benchmarking Best Practice in Maintenance Management. In *Benchmarking: An International Journal* (Vol. 19, Issue 1). <https://doi.org/10.1108/14635771211218407>

# ANEXOS

- 7.1 Anexo1 – Layout da Nováqua
- 7.2 Anexo2 – Planos de deteção de avarias
- 7.3 Anexo3 – Planos de manutenção autónoma
- 7.4 Anexo4 – Indicadores de desempenho



## 7 ANEXOS

7.1 Anexo1 – Layout da Nováqua



## 7.2 Anexo2 – Planos de deteção de avarias

CIN		CHECK-LIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS			
Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento
				Máquina:	ME – 0019
				AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)	
Nº	TAREFA	SIM	NÃO		
<b>Situação: A máquina está completamente parada.</b>					
1	As botoneiras de emergência encontram-se ativas?			Rearmar as botoneiras de emergência.	
2	A alimentação elétrica está desligada?			Ligar a alimentação.	
3	O botão "Desligar" encontra-se ativo?			Rearmar botão "Desligar".	
4	As válvulas de ar comprimido para a alimentação da máquina encontram-se fechadas?			Abrir as válvulas de ar comprimido.	
<b>Situação: O tapete transportador não avança.</b>					
5	A lata está em contacto com o sensor de presença no início de linha?			Efetuar o pedido de manutenção.	
<b>Situação: Não efetua o enchimento de tinta.</b>					
6	Não está a efetuar o bombeamento de tinta para a cuba?			Contactar o responsável de fabrico.	
7	A cuba tem tinta?			Verificar os níveis de tinta na cuba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.	
8	A lata está em contacto com o sensor do bico de enchimento?			Testar o acionamento do sensor com uma lata vazia. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.	
9	O bico de enchimento encontra-se aberto, no entanto não sai tinta?			Verificar o funcionamento da bomba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.	
10	O bico de enchimento não abre?			Verificar a célula. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.	
<b>Situação: A lata está parada na estação de tampoador.</b>					
11	O tampoador encontra-se ativo e a lata não tem tampa?			Ativar o botão rearmar, passar para modo manual, ativar a fechadora, carregar no botão fechadora para voltar a subir o tampoador, desativar fechadora e voltar a ativar o modo automático.	
12	Permanece a avaria da máquina?			Efetuar o pedido de manutenção.	
<b>Situação: O tapete do paletizador não avança.</b>					
13	As portas de segurança estão abertas?			Fechar completamente a porta de segurança.	

Página 1/1

Colaborador: \_\_\_\_\_

**CIN****CHECK-LIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS**CLK100  
21-03-2022

<b>Responsável:</b>		Operador C2 – Enchimento		<b>Sector:</b>		C2 – Enchimento	
				<b>Máquina:</b>		ME – 0026	
<b>Nº</b>	<b>TAREFA</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)</b>			
<b>Situação: A máquina está completamente parada.</b>							
1	As botoneiras de emergência encontram-se ativas?			Rearmar as botoneiras de emergência.			
2	A alimentação elétrica está desligada?			Ligar a alimentação.			
3	O botão "Desligar" encontra-se ativo?			Rearmar botão "Desligar".			
4	As válvulas de ar comprimido para a alimentação da máquina encontram-se fechadas?			Abrir as válvulas de ar comprimido.			
<b>Situação: O tapete transportador não avança.</b>							
5	A lata está em contacto com o sensor de presença no início de linha?			Efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: Não efetua o enchimento de tinta.</b>							
6	Não está a efetuar o bombeamento de tinta para a cuba?			Contactar o responsável de fabrico.			
7	A cuba tem tinta?			Verificar os níveis de tinta na cuba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
8	A lata está em contacto com o sensor do bico de enchimento?			Testar o acionamento do sensor com uma lata vazia. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
9	O bico de enchimento encontra-se aberto, no entanto não sai tinta?			Verificar o funcionamento da bomba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
10	O bico de enchimento não abre?			Verificar a célula. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: A lata está parada na estação de tamponador.</b>							
11	O tamponador encontra-se ativo e a lata não tem tampa?			Ativar o botão rearmar, passar para modo manual, ativar o modo "cerrador", carregar no botão "cerrado" para voltar a subir o tamponador, desativar o modo "cerrado" e voltar a ativar o modo automático.			
12	Permanece a avaria da máquina?			Efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: O tapete do paletizador não avança.</b>							
13	As portas de segurança estão abertas?			Fechar completamente a porta de segurança.			

Página 1/1

Colaborador:

**CIN****CHECK-LIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS**CLK101  
21-03-2022

<b>Responsável:</b>		Operador C2 – Enchimento		<b>Sector:</b>		C2 – Enchimento	
				<b>Máquina:</b>		ME – 0031	
<b>Nº</b>	<b>TAREFA</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>	<b>AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)</b>			
<b>Situação: A máquina está completamente parada.</b>							
1	As <b>botoneiras</b> de emergência encontram-se ativas?			Rearmar as <b>botoneiras</b> de emergência.			
2	A alimentação elétrica está desligada?			Ligar a alimentação.			
3	O interruptor principal está na posição “0”?			Ajustar o interruptor principal para “AUT”.			
4	As válvulas de ar comprimido para a alimentação da máquina encontram-se fechadas?			Abrir as válvulas de ar comprimido.			
<b>Situação: O tapete transportador não avança</b>							
5	A lata está em contacto com o sensor de presença no início de linha?			Efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: Não efetua o enchimento de tinta.</b>							
6	Não está a efetuar o bombeamento de tinta para a cuba?			Contactar o responsável de fábrica.			
7	A cuba tem tinta?			Verificar os níveis de tinta na cuba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
8	A lata está em contacto com o sensor do bico de enchimento?			Testar o acionamento do sensor com uma lata vazia. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
9	O bico de enchimento encontra-se aberto, no entanto não sai tinta?			Verificar o funcionamento da bomba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
10	O bico de enchimento não abre?			Verificar a célula. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: A lata está parada na estação de tamponador.</b>							
11	O <b>tampoador</b> encontra-se ativo e a lata não tem tampa?			Passar o botão do tampoador para o modo “0”, aguardar que o <b>tampoador</b> rearme, colocar a tampa e voltar a ativar o modo “AUT”.			
12	Permanece a avaria da máquina?			Efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: O tapete do paletizador não avança</b>							
13	As portas de segurança estão abertas?			Fechar completamente a porta de segurança.			

**CIN****CHECK-LIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS**CLK102  
27-01-2022

Responsável:

Operador C2 – Enchimento

Setor: C2 – Enchimento

Máquina: ME – 0007

Nº	TAREFA	SIM	NÃO	AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)
<b>Situação: A máquina está completamente parada.</b>				
1	As <b>botoneiras</b> de emergência encontram-se ativas?			Rearmar as <b>botoneiras</b> de emergência.
2	O interruptor principal do tapete está na posição "O"?			Ajustar o interruptor principal para "AUT".
3	A alimentação elétrica do <b>tampoador</b> está na posição "O"?			Ligar a alimentação no modo "AUT".
4	As válvulas de ar comprimido para a alimentação da máquina encontram-se fechadas?			Abrir as válvulas de ar comprimido.
5	A mangueira de ar comprimido encontra-se conectada à rede de ar comprimido?			Conectar corretamente a mangueira de ar comprimido.
<b>Situação: O Tapete transportador não avança.</b>				
6	A lata está em contacto com o sensor de presença no início de linha?			Efetuar o pedido de manutenção.
7	O <b>microswitch</b> de descarga encontra-se ativo?			Ajustar a posição do <b>microswitch</b> .
<b>Situação: Não efetua o enchimento de massa.</b>				
8	A lata está em contacto com o sensor do bico de enchimento?			Testar o acionamento do sensor com uma lata vazia. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
9	O botão que ativa o acionamento da prensa não se encontra ativo?			Ativar o botão de acionamento da prensa.
10	Não abre completamente o bico de enchimento?			Efetuar o pedido de manutenção para verificar o circuito pneumático da máquina.
11	O <b>microswitch</b> de descarga encontra-se ativo?			Ajustar a posição do <b>microswitch</b> .
<b>Situação: O Tapete transportador não avança na estação tampoador.</b>				
12	A lata está em contacto com os sensores do <b>tampoador</b> ?			Testar o acionamento do sensor com uma lata. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
13	Permanece a avaria da máquina?			Efetuar o pedido de manutenção.

Página 1/1

Colaborador:

**CIN****CHECK-LIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS**CLK103  
29-01-2022

Responsável:	Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento
			Máquina:	ME – 032
Nº	TAREFA	SIM	NÃO	AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)
<b>Situação: A máquina está completamente parada</b>				
1	As botoneiras de emergência encontram-se ativas?			Rearmar as botoneiras de emergência.
2	A alimentação elétrica do tamponador está desligada?			Ligar a alimentação.
3	A válvula de ar comprimido para a alimentação da máquina encontra-se fechada?			Abrir a válvula de ar comprimido.
<b>Situação: Não efetua o enchimento de massa.</b>				
4	Não abre completamente o bico de enchimento?			Verificar/ajustar a pressão de ar comprimido (4 bar). Caso não resolva a avaria, efetuar o pedido de manutenção para verificar o circuito pneumático da máquina.
5	A bomba não se encontra em funcionamento?			Verificar se existe algum aviso no quadro elétrico relativamente à bomba se encontrar com falha. Caso se verifique, aguardar que a bomba baixe a temperatura e a luz se apague. Caso não resolva a avaria, efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: A estação tamponador, não se encontra em funcionamento.</b>				
6	O interruptor principal do tamponador está na posição “O”?			Ajustar o interruptor principal para “AUT”.
7	Na estação de trabalho, os sensores de presença não fazem contacto com a lata?			Testar o acionamento dos sensores com uma lata. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
8	Permanece a avaria da máquina?			Efetuar o pedido de manutenção.

**CIN****CHECKLIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS**CLK104  
26-01-2022

Responsável:

Operador C2 – Enchimento

Setor: C2 – Enchimento  
Máquina: ME – 0001

Nº	TAREFA	SIM	NÃO	AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)
<b>Situação: A máquina está completamente parada.</b>				
1	As botoneiras de emergência encontram-se ativas?			Rearmar as botoneiras de emergência com cuidado para evitar o enchimento sem embalagem.
2	As portas de segurança estão abertas?			Fechar completamente as portas.
3	O interruptor principal encontra-se desligado?			Ajustar o interruptor principal para "AUT".
4	A válvula de ar comprimido para a alimentação da máquina encontra-se fechada?			Abrir a válvula de ar comprimido.
5	A alimentação elétrica está desligada?			Ligar a alimentação.
<b>Situação: O tapete transportador não avança.</b>				
6	No painel de controlo, existe alguma botoneira de anomalia do sistema ligada?			Corrigir o erro que está em causa de acordo com a botoneira de anomalia que está ligada.
7	A lata está em contacto com o sensor de presença no início de linha?			Efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: A lata não são posicionadas para a colocação do rótulo.</b>				
8	A lata encontra-se em contacto com o sensor?			Efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: Não efetua o enchimento de tinta.</b>				
9	A lata está em contacto com o sensor do bico de enchimento?			Testar o acionamento do sensor com uma lata vazia. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
10	A cuba tem tinta?			Verificar os níveis de tinta na cuba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
11	O sensor da mangueira de enchimento não se encontra ativo?			Efetuar uma limpeza ao sensor e testar o seu funcionamento. Caso não resolva a avaria, efetuar o pedido de manutenção.
12	No quadro elétrico o interruptor encontra-se na posição "O"?			Ajustar o interruptor para "AUTOMÁTICO".
13	Não está a efetuar o bombeamento de tinta para a cuba?			Contactar o responsável de fabrico.

Página 1/2

Colaborador:

**CIN****CHECKLIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS**CKI104  
26-01-2022

Responsável:	Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento
			Máquina:	ME – 0001

Nº	TAREFA	SIM	NÃO	AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)
<b>Situação: Não efetua a adição de Glicol.</b>				
14	A lata encontra-se em contacto com o sensor do bico de Glicol?			Testar o acionamento do sensor com uma lata. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
15	O reservatório de Glicol encontra-se vazio?			Repor o nível de Glicol no reservatório.
<b>Situação: O tapete transportador avança na estação de alimentador de tampas.</b>				
16	A lata encontra-se em contacto com o sensor?			Testar o acionamento do sensor com uma lata. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: A estação de alimentação de tampas não coloca a tampa na lata.</b>				
17	A pressão de ar comprimido não de encontra adequada?			Verificar e ajustar a pressão de ar comprimido.
<b>Situação: Não é realizada a pesagem das latas.</b>				
18	O sensor não deteta a passagem da lata no tapete da pesagem?			Efetuar a limpeza do sensor. Caso se mantenha, efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: Não efetua a pega das latas para mudança de direção no tapete.</b>				
19	O sensor deteta a lata?			Efetuar a limpeza do sensor. Caso se mantenha, efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: Não posiciona as latas para a paletizadora?</b>				
20	O sensor deteta a lata?			Efetuar a limpeza do sensor. Caso se mantenha, efetuar o pedido de manutenção.
<b>Situação: O tapete não avança para a paletizadora?</b>				
21	O sensor deteta a lata?			Efetuar a limpeza do sensor. Caso se mantenha, efetuar o pedido de manutenção.
22	Permanece a avaria da máquina?			Efetuar o pedido de manutenção.



Página 2/2

Colaborador:

**CIN****CHECK-LIST DE DETEÇÃO DE AVARIAS**CIK105  
27-01-2022




Responsável:		TAREFA		Setor:		Máquina:	
Operador C2 – Enchimento				C2 – Enchimento		ME – 0035	
Nº		SIM	NÃO	AÇÃO CORRETIVA (SE SIM)			
<b>Situação: A máquina está completamente parada.</b>							
1	As <b>botoneiras</b> de emergência encontram-se ativas?			Rearmar as <b>botoneiras</b> de emergência.			
2	As portas de segurança estão abertas?			Fechar completamente as portas.			
3	O interruptor principal encontra-se desligado?			Ajustar o interruptor principal para "AUT".			
4	A válvula de ar comprimido para a alimentação da máquina encontra-se fechada?			Abrir a válvula de ar comprimido.			
5	A alimentação elétrica está desligada?			Ligar a alimentação.			
<b>Situação: O tapete transportador não avança.</b>							
6	No painel de controlo, existe alguma <b>botoneira</b> de anomalia do sistema ligada?			Corrigir o erro que está em causa de acordo com a <b>botoneira de anomalia</b> que está ligada.			
7	A lata está em contacto com o sensor de presença no início de linha?			Efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: A latas não são posicionadas para a colocação do rótulo.</b>							
8	A lata encontra-se em contacto com o sensor?			Efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: Não efetua o enchimento de tinta.</b>							
9	A lata está em contacto com o sensor do bico de enchimento?			Testar o acionamento do sensor com uma lata vazia. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
10	No quadro elétrico o interruptor encontra-se na posição "O"?			Ajustar o interruptor para "AUTOMATICO".			
11	A cuba tem tinta?			Verificar os níveis de tinta na cuba. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
12	Não está a efetuar o bombeamento de tinta para a cuba?			Verificar o funcionamento da bomba pneumática. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			
<b>Situação: O Tapete transportador avança na estação de alimentador de tampas.</b>							
13	A lata encontra-se em contacto com o sensor?			Testar o acionamento do sensor com uma lata. Caso não resolva a avaria efetuar o pedido de manutenção.			

## 7.3 Anexo3 – Planos de manutenção autónoma

<b>CIN</b>		<b>Plano de Manutenção Autónoma</b>		<b>28-01-2022</b>
<b>Responsável:</b>	Operador C2 – Enchimento	<b>Sector:</b>	C2 – Enchimento	
		<b>Máquina:</b>	ME – 0019 / 0026 / 0031	
<b>Riscos</b>	<b>EPIS</b>			
 <p><b>ATENÇÃO</b></p>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inalação de substâncias perigosas</li> <li>- Queda de pessoas ao mesmo nível</li> <li>- Queda de objetos em altura</li> <li>- Projecção de sólidos e/ou líquidos</li> <li>- <u>Sobresforços</u></li> <li>- <u>Entalamento</u></li> </ul> <p>Para aceder a mais informação ver Portal &gt; Aplicações &gt; Sistema QAHS &gt; Documentação &gt; Análise e Avaliação de Riscos &gt; CIN – Maia &gt; Fabrico de Tinta Base Aquosa</p>		<p>Nota: Não havendo contacto com agente de limpeza, utilizar luva com proteção mecânica.</p> <p>Para aceder a mais informação ver Portal &gt; Aplicações &gt; Sistema QAHS &gt; Documentação &gt; Análise e Avaliação de Riscos &gt; Listagem de Equipamentos de Proteção Individual (EPIS) &gt; CIN – Maia &gt; Fábrica.</p>		
Página 1/6		Colaborador: <input style="width: 100px;" type="text"/>		ELABORADO: <input style="width: 100px;" type="text"/>
				José Carneiro

**CIN****Plano de Manutenção Autónoma**

28-01-2022

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento
				Máquina:	ME – 0019 / 0026 / 0031
Tarefa	Zona da máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento	Imagem/esquema	Tempo Previsto
Limpeza	Tapete da linha	<b>Produto de Limpeza:</b> > X1-200.0000;  <b>Ferramentas:</b> > Raspador; > Escova de aço; > Pincel; > Pano/papel;	1 – Desligar o interruptor principal; 2 – Raspar resíduos de tinta ao longo do tapete; 3 – Escovar resíduos em locais de difícil acesso; 4 – Limpar toda a superfície com um pano húmido com diluente; 5 – Com um pincel auxiliar a limpeza em locais de difícil acesso; 6 – Efetuar uma limpeza cuidadosa aos sensores presentes no tapete;		5 min
Limpeza	Sensores (Fotoelétricos) – Balança Inkjet	<b>Produto de Limpeza:</b> > Spray de limpeza;	1 – Limpar cuidadosamente o sensor e o refletor com um pano/papel e o respetivo spray de limpeza, em caso de sujidade com tinta; 2 – Secar a superfície do sensor e do refletor novamente com pano/papel;		2 min
Limpeza	Bico de Gilcol	<b>Produto de Limpeza:</b> > X1-200.0000;	1 – Certificar que a estação se encontra desligada; 2 – Proceder à desmontagem do bico de Gilcol; 3 – Recorrer a um pano/papel para limpar e desengordurar as superfícies do bico;		5 min

Página 2/6


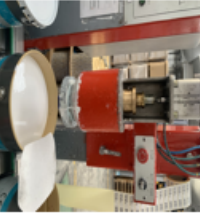




Colaborador:

ELABORADO:

José Carneiro

**CIN****Plano de Manutenção Autônoma**

28-01-2022

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento	Imagem/esquema	Tempo Previsto
				Máquina:	ME – 0019 / 0026 / 0031		
Tarefa	Zona da máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento				
 Limpeza e lubrificação	Bico de enchimento	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Massa lubrificante; > X1-200.0000; <b>Ferramentas:</b> > Raspador; > Pincel; > Pano/papel;	1 – Certificar que o botão de emergência se encontra ativo; 2 – Efetuar a limpeza de todos os resíduos envolventes no bico de enchimento com X1-200.0000; 3 – Limpar cuidadosamente os resíduos junto ao veio do bico de enchimento (apenas utilizar panos para limpeza); 4 – Lubrificar o veio com massa lubrificante;			2 min	
 Lubrificação	Corrente do tapete de entrada no <b>paletizador</b>	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Escova/pincel;	1 – Verificar se existe sujidades/derrames nas correntes. Caso se verifique, ativar o botão de emergência e efetuar a limpeza da corrente com uma escova/pincel e o respetivo spray de limpeza; 2 – Com o tapete em funcionamento, projetar o lubrificante, na posição vertical, ao longo de toda a corrente e rodas dentadas;			5 min	
 Lubrificação	Engrenagens	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Massa lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Bomba para massa Lubrificante; > Pano/papel;	1 – Certificar que o botão de emergência se encontra ativo; 2 – Efetuar a limpeza do excesso de massa e resíduos envolventes com recurso a um pano com spray de limpeza; 3 – Verificar o estado dos <b>grânceres</b> e limpar se necessário; 4 – Colocar o lubrificante nos <b>grânceres</b> com 1/2 bombadas; 5 – Lubrificar novamente a engrenagem;			10 min	

Página 3/6





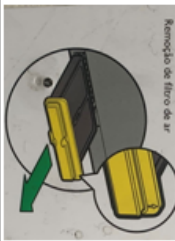
Colaborador:

ELABORADO:

José Carneiro

**CIN****Plano de Manutenção Autônoma**

28-01-2022

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento	Máquina:	ME – 0019 / 0026 / 0031
Tarefa	Zona da máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento	Imagem/esquema	Tempo Previsto		
Limpeza e Lubrificação 	Correntes e mancais do paletizador	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Escova/pincel; > Bomba de Massa; Lubrificante;	1 – Certificar que o botão de emergência se encontra ativo; 2 – Efetuar a limpeza do excesso de massa e resíduos envolvidos nas correntes e nas rodas dentadas com recurso a ar comprimido e posteriormente utilizar a escova de limpeza com desengordurante; 3 – Lubrificar as correntes e rodas dentadas;		15 min		
Limpeza 	InkiJet	<b>Produto de Limpeza:</b> > AKX04;	1 – Certificar que o InkiJet se encontra no estado inativo e selecionar iniciar desobstrução do jato; 2 – Com recurso ao esguicho de AKX04 verter o líquido sobre as placas e a goteira, sempre no sentido descendente, devendo escorrer para a lata de apoio;		5 min		
	InkiJet	<b>Ferramentas:</b> > Pistola de ar comprimido;	1 – Certificar que o InkiJet se encontra no estado inativo 2 – Remover o filtro de ar posicionado da parte traseira da máquina. 3 – Com recurso a ar comprimido limpar o filtro e voltar a colocá-lo na posição correta.		5 min		

Página 4/6



Colaborador:

ELABORADO:

José Carneiro

**CIN****Plano de Manutenção Autônoma**

28-01-2022

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento	
				Máquina:	ME – 0019 / 0026 / 0031	
Tarefa	Zona da máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento	Imagem/esquema	Tempo Previsto	
Lubrificação	Tampoador	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Lubrificante; > Massa lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Pano; > Pincel;	1 – Certificar que o botão de emergência se encontra ativo; 2 – Efetuar a limpeza de todos os resíduos envolventes e excessos de lubrificante nos veios e guias do tampoador com o spray de limpeza e um pano/pincel; 3 – Lubrificar novamente os veios com massa lubrificante;		5 min	
Inspeção e Limpeza	Deposito de ar comprimido	<b>Ferramentas:</b> > Chave de fenda; > Copo/recipiente;	1 – Inspeccionar se existe depósito de óleo no copo de ar comprimido; 2 – Caso contenha depósito de óleo, desapertar o parafuso de purga e efetuar a purga para um recipiente/copo;		2 min	

Página 5/6





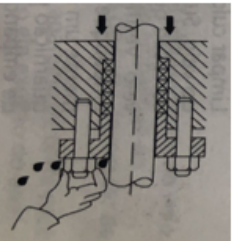
Colaborador:

ELABORADO:

José Carneiro

**CIN****Plano de Manutenção Autônoma**

28-01-2021

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Setor:		C2 – Enchimento	
				Máquina:		Bomba Netzsch	
Tarefa	Periodicidade	Zona da Máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento	Imagem/esquema	Tempo Previsto	
 Inspeção e limpeza	Diariamente	Empanque	<b>Produtos:</b> > X1-200.0000; <b>Ferramentas:</b> > Raspador; > Escova de aço; > Pincel; > Pano/papel;	1 – Certificar que a alimentação elétrica se encontra desligada. 2 – Visualizar possíveis derrames de tinta na zona do empanque. 3 – Raspar resíduos de tinta na zona do empanque; 4 – Escovar resíduos em locais de difícil acesso; 5 – Limpar toda a superfície com derrame de tinta; 6 – Se necessário, com um pincel auxiliar a limpeza em locais de difícil acesso;	 	10 min	
 Ajuste	Semanalmente	Empanque	<b>Ferramentas:</b> > Chave de bocas nº 13/14;	1 – Certificar que a alimentação elétrica se encontra desligada 2 – Antes de colocar a máquina em funcionamento, no quadro de fixação da caixa de empanque, apertar (+/-) $\frac{1}{6}$ de rotação, as porcas de aperto do empanque;		3 min	

Página 6/6

Colaborador:

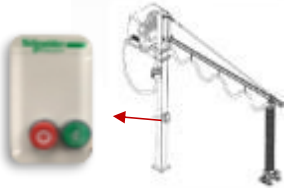
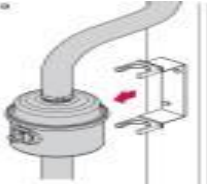

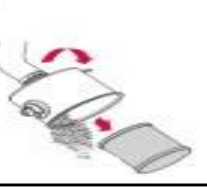
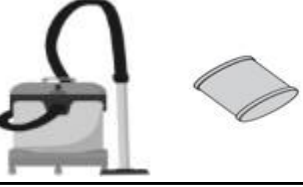
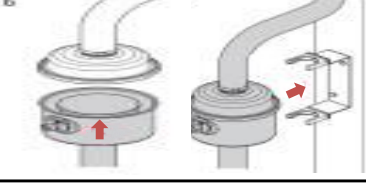
ELABORADO:

José Carneiro

**CIN****Plano de Manutenção Autônoma – Manipulador TAWI**

<b>Responsável:</b>	Operador C2 - Fabrico	<b>Setor:</b>	C2 – Fabrico	<b>NT</b> xx/xx
		<b>Máquina:</b>	EE – 68 / 69	

**Procedimento de manutenção autônoma – Manipulador TAWI****Periodicidade - Semanal**

<b>Nº</b>	<b>Atividade</b>	<b>Fotografia</b>
1	Desligue o equipamento acionando o botão vermelho "O".	
2	Remova a unidade de filtro do porta -filtro (a).	
3	Abra a unidade de filtro (b).	
4	Esvazie a unidade do filtro e remova a inserção do filtro na posição invertida (c).	
5	Limpe cuidadosamente a inserção do filtro e o respetivo filtro, recorrendo à aspiração do mesmo.	
6	Volte a montar a unidade de filtro e monte -a no porta filtro com a tampa da unidade de filtro virada para cima.	

Página 2/2

DATA:

17/03/2022




ELABORADO:

José Carneiro

APROVADO:

**CIN****Plano de Manutenção Autônoma**

28-01-2022

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento	Tempo Previsto
				Máquina:	ME - 0001	
Tarefa	Zona da Máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento	Imagem/esquema		
Limpeza	Tapete da linha	<b>Produtos:</b> > X1-200.0000; <b>Ferramentas:</b> > Raspador; > Escova de aço; > Pincel; > Pano/papel;	1 – Certificar que a estação se encontra desligada; 2 – Raspar resíduos de tinta ao longo do tapete; 3 – Escovar resíduos em locais de difícil acesso; 4 – Limpar toda a superfície com um pano húmido com X1-200.0000 5 – Se necessário, com um pincel limpar com X1-2000000 em locais de difícil acesso; 6 – Efetuar uma limpeza cuidadosa aos sensores presentes no tapete com spray de limpeza;			5 min
Limpeza	Sensores (fotoelétricos)	<b>Produto de Limpeza:</b> > Spray de limpeza;	1 – Certificar que a estação se encontra desligada 2 – Desligar todos os sensores da máquina; 3 – Limpar cuidadosamente o sensor e o refletor com um pano/papel e o respetivo spray de limpeza; 4 – Secar a superfície do sensor e do refletor novamente com pano/papel;			2 min
Limpeza	Bico de Gilcol	<b>Produto de Limpeza:</b> > X1-200.0000;	1 – Certificar que a estação se encontra desligada; 2 – Proceder à desmontagem do bico de Gilcol; 3 – Recorrer a um pano/papel para limpar e desengordurar as superfícies do bico;			5 min

Página 2/6







Colaborador:

ELABORADO:

José Carneiro

**CIN****Plano de Manutenção Autônoma**

28-01-2022

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento
				Máquina:	ME - 0001
Tarefa	Zona da Máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento	Imagem/esquema	Tempo Previsto
 Limpeza e Lubrificação	Estação Tamponador	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Lubrificante; > Massa lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Pistola de Ar comprimido; > Pano; > Pincel;	1 – Certificar que o botão de emergência se encontra ativo; 2 – Efetuar a limpeza de todos os resíduos envolventes na estação tamponador (veios, engrenagens, calhas) através de uma passagem de ar comprimido para soltar as limalhas e posteriormente limpar com o spray de limpeza e um pano/pincel; 3 – Lubrificar novamente as engrenagens e os veios com massa lubrificante;		5 min
 Lubrificação	Corrente do alimentador de latas	<b>Produtos:</b> > Lubrificante; > Spray de limpeza; <b>Ferramentas:</b> > Escova limpa correntes;	1 – Certificar que o botão de emergência se encontra ativo; 2 – Efetuar a limpeza da corrente aplicando spray de limpeza e escovando com a escova/pincel; 3 – Aplicar o lubrificante ao longo de toda a corrente e rodas dentadas;		5 min
 Lubrificação	Rolamentos /mancais	<b>Produto de Limpeza:</b> > Spray de limpeza; <b>Ferramentas:</b> > Bomba de Massa Lubrificante; > Graceras; > Ferramenta de substituição de graceras;	1 – Certificar que o botão de emergência se encontra ativo; 2 – Efetuar a limpeza do excesso de massa e resíduos envolventes com recurso a um pano e spray de limpeza; 3 – Verificar o estado dos graceras e substituir se necessário; 4 – Colocar o lubrificante no graceras com 1/2 bombadas;		15 min

Página 3/6




Colaborador:

ELABORADO:

José Carneiro

**CIN****Plano de Manutenção Autônoma**

28-01-2022

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Setor:		C2 – Enchimento	
				Máquina:		ME - 0001	
Tarefa	Zona da Máquina	Produtos e Ferramentas	Procedimento	Imagem/esquema	Tempo Previsto		
Lubrificação	Forno	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Massa lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Bomba de Massa Lubrificante; > Graceres; > Ferramenta de substituição de graceres;	1 – Efetuar a limpeza do excesso de massa e resíduos envolventes com recurso a um pano e spray de limpeza; 2 – Verificar o estado dos graceres e substituir se necessário; 4 – Colocar o lubrificante nos graceres com 1/2 bombadas;		10 min		
Lubrificação	Posicionador de latas	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Massa lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Pano; > Pincel;	1 – Certificar que a estação se encontra desligada; 2 – Efetuar a limpeza de todos os resíduos/contaminantes envolventes na estação do posicionador de latas (veios, engrenagens) através de uma limpeza com o spray de limpeza e um pano/pincel; 3 – Lubrificar novamente as engrenagens e os veios com massa lubrificante;		5 min		
Lubrificação	Correntes e mancais do paletizador	<b>Produto de Limpeza:</b> > Spray/limpeza; > Lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Bomba de Massa Lubrificante; > Graceres; > Ferramenta de substituição de graceres; > Pincel;	1 – Certificar que o botão de emergência se encontra ativo 2 – Efetuar a limpeza do excesso de massa e resíduos envolventes na corrente e nos rolamentos com recurso a ar comprimido e posterior spray limpeza com um pincel; 3 – Verificar o estado dos graceres nos mancais, limpar e trocar se necessário; 4 – Colocar o lubrificante nos graceres com 1/2 bombadas 5 – Lubrificar as correntes do paletizador.		15 min		

Página 4/6

Colaborador:




ELABORADO:

José Carneiro

CIN

## Plano de Manutenção Autônoma

28-01-2022

Responsável:		Operador C2 – Enchimento		Sector:	C2 – Enchimento	Tempo Previsto
				Máquina:	ME - 0001	
Lubrificação	Zona da Máquina Tapete de saída do forno / Posicionado de latas	<b>Produtos:</b> > Spray de limpeza; > Lubrificante; > Massa lubrificante; <b>Ferramentas:</b> > Bomba de Massa Lubrificante;	1 – Verificar se existe sujidades/derrames nas correntes. Caso se verifique, ativar o botão de emergência e efetuar a limpeza da corrente e do rolos com uma escova/pincel e o respetivo spray de limpeza; 2 – Com o tapete em funcionamento, projetar o lubrificante na posição vertical, ao longo de toda a corrente e rodas dentadas; 3 – Lubrificar guias do posicionador com massa lubrificante		10 min	
Limpeza	Inkjet	<b>Produto de Limpeza:</b> > AKX04	1 – Certificar que o Inkjet se encontra no estado inativo e selecionar a Iniciar desobstrução do jato; 2 – Com recurso ao esguicho de AKX04 verter o líquido dobrado as placas e a goteira, sempre no sentido descendente, devendo escorrer para a lata de apoio;		5 min	
	Inkjet	<b>Ferramentas:</b> > Pistola de ar comprimido	1 – Certificar que o Inkjet se encontra no estado inativo; 2 – Remover o filtro de ar posicionado a parte traseira da máquina; 3 – Com recurso a ar comprimido limpar o filtro e voltar a colocá-lo na posição correta;		5 min	

Página 5/6

Colaborador:

ELABORADO:

José Carneiro

### 7.4 Anexo4 – Indicadores de desempenho

