



# ESTUDO DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM LINHAS DE ENCHIMENTO NUMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS

**NUNO JORGE RODRIGUES MOREIRA FERREIRA**

outubro de 2023

# ESTUDO DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM LINHAS DE ENCHIMENTO NUMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS

Nuno Jorge Rodrigues Moreira Ferreira 1210207

**2023**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

# ESTUDO DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM EM LINHAS DE ENCHIMENTO NUMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS

Nuno Jorge Rodrigues Moreira Ferreira

1210207

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.

**2023**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

## AGRADECIMENTOS

Embora este trabalho, pela sua finalidade académica, seja um trabalho individual, só foi possível de ser concretizado com contributos diversos que não podem e nem devem deixar de ser aqui realçados. Por esta razão, não quero deixar passar esta oportunidade para agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente, deram o seu contributo.

Em primeiro lugar quero agradecer à Doutora Rafaela Carla Barros Casais, por ter aceitado ser minha orientadora, sendo sempre incansável na ajuda e dedicação demonstradas durante a orientação desta dissertação.

Um agradecimento ao *Super Bock Group* nomeadamente ao Gestor da Manutenção, Engenheiro André Pinto, pela oportunidade que ambos me proporcionaram para poder realizar esta dissertação em contexto industrial na área da manutenção, permitindo assim que desenvolvesse mais valias e crescesse profissionalmente. Agradeço também ao Engenheiro Pedro Costa Pereira pelos desafios e metas que me foi propondo ao longo do período passado no *Super Bock Group*.

Termino, agradecendo às pessoas mais importantes da minha vida. Aos meus filhos, Mariana, Gabriel e Rafael pela compreensão e amor manifestados, apesar de por vezes sentirem a minha falta de atenção e ausência. Espero que o entusiasmo, e empenho que dediquei a este trabalho lhes possa servir de estímulo para trabalharem sempre para alcançar os seus objetivos. À minha esposa, um agradecimento especial, pelo seu apoio, paciência e incentivo incondicional nesta caminhada, na qual estive sempre a meu lado.



## RESUMO

A filosofia da Manutenção Produtiva Total (TPM), tem como principal objetivo melhorar a qualidade, a produtividade e diminuir custos. Esta metodologia enquadra-se no envolvimento total dos colaboradores, desde a produção até a gestão de topo, dando ênfase ao trabalho em equipa e à conciliação operacional. Sendo assim, a implementação desta metodologia, possibilita a empresa melhorar o desempenho nas intervenções de manutenção realizadas e, conseqüentemente, o sistema de produção, tornando-se mais competitiva no seu mercado e aumentando os seus rendimentos. O presente trabalho foi elaborado na empresa *Super Bock Group*, e assenta na implementação da metodologia TPM numa linha de enchimento com vista ao aumento do rendimento operacional da linha em questão, implementando metodologias *Lean*, com foco na eliminação do desperdício e na procura pela melhoria contínua. Este objetivo visa diminuir as avarias e aumentar a produtividade e eficiência operacional dos vários equipamentos. Para cumprir com o objetivo traçado, foi necessário analisar as principais avarias, investigar quais os equipamentos críticos da linha de produção, mentalizar os operadores referindo a importância da manutenção autónoma, criar e melhorar os planos de manutenção preventiva.

Com a implementação da metodologia TPM, verificou-se o aumento do MTBF nos três ativos críticos estudados e a diminuição do MTTR em dois deles, evidenciando uma diminuição da taxa de avarias em dois dos equipamentos alvo do estudo efetuado, o ativo KISTERS com uma diminuição de 1,3% e o ativo Enchedora com uma diminuição de 0,2%. Para esta redução contribuiu a implementação da Manutenção Autónoma, bem como a criação e ajustes de planos de manutenção preventiva. A Disponibilidade dos ativos estudados também melhorou, atingindo um aumento de 2,6% no ativo KISTERS, e de 1% nos ativos Envedora e Enchedora.

Como desejado houve uma diminuição das intervenções corretivas, fazendo prevalecer as intervenções de Manutenção Planeada. Assim, verificou-se uma diminuição das intervenções corretivas em 18,3% e um aumento no caso das intervenções planeadas, de 13,5% na manutenção preventiva sistemática e de 4,6% na manutenção corretiva planeada.

A implementação dos 6S e a identificação de desperdícios da manutenção também foi vital para a obtenção de melhorias, melhor organização, eliminação de tempos de espera e diminuição de custos.

A implementação da metodologia TPM e dos 6S, trouxe muitos benefícios para a linha alvo de estudo, incluindo uma grande melhoria da segurança no ambiente de trabalho, aumento do desempenho, qualidade e produtividade.

## PALAVRAS-CHAVE

Manutenção Preventiva; Manutenção Produtiva Total (TPM); Manutenção Autónoma; Manutenção *Lean*; Indicadores de Desempenho.



## ABSTRACT

The philosophy of Total Productive Maintenance (TPM) has the main objective of improving quality, productivity and reducing costs. This methodology is based on the total involvement of employees, from production to top management, emphasising teamwork and operational conciliation. The implementation of this methodology enables the company to improve its performance in maintenance interventions and, consequently, the production system, making it more competitive in its market and increasing its income. This work was carried out at the *Super Bock Group* company and is based on the implementation of the TPM methodology on a filling line with a view to increasing the operational performance of the line in question, implementing Lean methodologies with a focus on eliminating waste and seeking continuous improvement. The aim is to reduce breakdowns and increase the productivity and operational efficiency of the various pieces of equipment. In order to achieve this goal, it was necessary to analyse the main breakdowns, investigate the critical equipment on the production line, get the operators thinking about the importance of autonomous maintenance, and create and improve preventive maintenance plans.

With the implementation of the TPM methodology, there was an increase in MTBF in the three critical assets studied and a decrease in MTTR in two of them, showing a decrease in the breakdown rate in two of the pieces of equipment targeted in our study, the KISTERS with a decrease of 1,3% and the Filling Machine with a decrease of 0,2%. The implementation of Autonomous Maintenance contributed to this reduction, as did the creation and adjustment of preventive maintenance plans. The Availability of the assets studied also improved, reaching an increase of 2,6% at KISTERS, and 1% Wrapper and Filler.

As desired, there was a decrease in corrective interventions, with Planned Maintenance interventions prevailing. Thus, there was a decrease in corrective interventions of 18,3 % and an increase in planned interventions of 13,5% in systematic preventive maintenance and 4.6 % in planned corrective maintenance.

The implementation of 6S and the identification of maintenance waste was also vital in achieving improvements, better organisation, the elimination of waiting times and a reduction in costs.

The implementation of the TPM methodology and 6S has brought many benefits to the line under study, including a major improvement in safety in the working environment, increased performance, quality and productivity.

## KEYWORDS

Preventive Maintenance; Total Productive Maintenance (TPM); Autonomous Maintenance; Lean Maintenance; Performance Indicators



# ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABELAS .....	XI
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XIII
1. INTRODUÇÃO .....	15
1.1. Contextualização .....	15
1.2. Objetivos .....	15
1.3. Metodologia .....	16
1.4. Estrutura do Relatório .....	18
1.5. Local/empresa e período de acolhimento .....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1. Conceitos Genéricos de Manutenção .....	21
2.1.1. Definição .....	21
2.1.2. Objetivos da Manutenção.....	22
2.1.3. Tipos de Manutenção .....	23
2.2. Indicadores de Desempenho.....	25
2.3. Métodos de Análise de Criticidade de Ativos.....	28
2.3.1. Matriz ABC.....	28
2.3.2. Matriz GUT .....	29
2.4. TPM - Total Productive Maintenance .....	31
2.4.1. Definição e características da TPM.....	31
2.4.2. Objetivos da TPM .....	33
2.4.3. Os oito pilares da TPM .....	34
2.4.4. Os 5S como base da TPM .....	35
2.4.5. Manutenção Autónoma.....	37
2.4.6. Manutenção <i>Lean</i> .....	38
2.4.7. Desperdícios na Manutenção .....	39
3. Métodos e aplicação .....	43
3.1. Caracterização da Empresa .....	43
3.2. O Processo de enchimento de cerveja .....	45
3.3. Caracterização do local de desenvolvimento do Projeto .....	46
3.4. Tipos de Manutenção <i>Super Bock Group</i> .....	51
3.4.1. Manutenção Corretiva .....	51
3.4.2. Manutenção preventiva.....	52
3.4.3. Análise da Manutenção Preventiva na linha 6.....	52
3.4.4. Análise do histórico de avarias da linha 6.....	53
3.5. Reconhecimento dos Problemas.....	57
3.5.1. Análise SWOT .....	57

3.5.2. Diagrama de <i>Ishikawa</i> .....	58
3.6. Metodologia do Trabalho .....	59
3.7. Criticidade de Ativos.....	59
3.7.1. Equipamentos críticos.....	63
3.7.2. Análise de falhas e erros nos equipamentos .....	65
3.8. Implementação da metodologia TPM.....	67
3.9. Implementação da Manutenção Autónoma .....	68
3.9.1. Planos de Manutenção Autónoma .....	68
3.9.2. Principais tarefas da Manutenção Autónoma .....	69
3.9.3. Realização e controlo da Manutenção Autónoma.....	69
3.10. Manutenção Planeada .....	74
3.10.1. Realização de planos Manutenção Preventiva.....	74
3.10.2. Melhoria de planos manutenção preventiva existentes.....	75
3.11. Treino e formação .....	76
3.12. Implementação dos 6S .....	77
3.12.1. <i>Seiri</i> - Senso de utilização .....	77
3.12.2. <i>Seiton</i> - Senso de organização e ordenação .....	78
3.12.3. <i>Seiso</i> - Senso de limpeza.....	79
3.12.4. <i>Seiktsu</i> - Senso de padronização .....	80
3.12.5. <i>Shitsuke</i> - Senso de disciplina .....	81
3.12.6. Segurança .....	82
3.13. Os desperdícios na manutenção .....	83
3.13.1. Espera .....	83
3.13.2. Inventário .....	85
3.13.3. Movimento.....	85
3.13.4. Competências.....	85
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	87
4.1. Resultados da implementação da Manutenção Planeada .....	87
4.2. Indicadores de Desempenho.....	89
4.2.1. MTBF e MTTR .....	89
4.2.2. Disponibilidade.....	91
4.3. Resultados da implementação da Manutenção Autónoma.....	92
4.3.1. Utilização da APP na realização dos procedimentos de MA.....	92
4.3.2. Melhorias obtidas no equipamento.....	93
4.3.3. Quadro da Manutenção Autónoma .....	93
4.4. Resultados da implementação dos 6S.....	99
4.5. Resultados após identificação dos desperdícios da Manutenção.....	99
4.6. Resumo dos resultados de implementação .....	100
4.7. Comparação e discussão dos resultados obtidos.....	101
5. CONCLUSÃO .....	103
5.1. Conclusões finais .....	103

---

5.2. Constrangimentos e trabalhos futuros .....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
APÊNDICE A – PROCESSOS DE CONTROLO MA .....	113
APÊNDICE B – PLANO E REGISTO DE LIMPEZA .....	115
APÊNDICE C – NORMAS SENSO PADRONIZAÇÃO .....	117
ANEXO A – <i>LAYOUT</i> DA LINHA 6 .....	121
ANEXO B – PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA .....	123



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Método <i>Action Research</i> adaptado de (Williams <i>et al.</i> , 2022) .....	16
Figura 2- Ciclo <i>Action Research</i> (Martins <i>et al.</i> , 2020) .....	17
Figura 3- <i>Timeline</i> período de estágio <i>Super Bock Group</i> .....	19
Figura 4- Apresentação da empresa <i>Super Bock Group</i> .....	19
Figura 5 - Tipos de manutenção adaptado de (Amaral, 2016).....	24
Figura 6 - Os oito pilares da TPM adaptado de (Andersson <i>et al.</i> , 2015) .....	34
Figura 7 - Os oito desperdícios <i>Lean</i> adaptado de (Gojković <i>et al.</i> , 2017).....	40
Figura 8 – Organograma geral do <i>Super Bock Group</i> .....	44
Figura 9 – Organograma Centro produtivo de Leça do Balio.....	44
Figura 10 – Organograma SMU de Leça do Balio.....	45
Figura 11 – Gráfico de duração avaria <i>versus</i> número de ocorrências ano 2022 .....	46
Figura 12 – Gráfico da duração avaria <i>versus</i> número de ocorrências ano 2023 .....	47
Figura 13 – Aspeto geral do Piso 1 da linha 6 .....	51
Figura 14 – % de ordens de trabalho realizadas de abril 2022 a março 2023 .....	53
Figura 15 – Análise do OEE <i>versus</i> taxa de avarias na L6 .....	54
Figura 16 – Evolução mensal das avarias na L6.....	54
Figura 17 – Taxa de avarias (%) de 2020 a 2023 na L6.....	55
Figura 18 – Composição dos tempos na L6, de abril 2022 a março 2023 .....	55
Figura 19 – Visão cascata do impacto no OEE por tipo de paragem-subcategorias.....	56
Figura 20 – % Taxa avaria por equipamento na L6, de abril a dezembro 2022 .....	56
Figura 21 – Análise SWOT da manutenção da linha 6.....	58
Figura 22 – Diagrama de <i>Ishikawa</i> da ocorrência de avarias nos equipamentos .....	58
Figura 23 – Metodologia de trabalho com base na metodologia <i>Action Research</i> .....	59
Figura 24 – Análise da criticidade de ativos na linha 6 .....	62
Figura 25 – Diagrama de <i>Ishikawa</i> avarias KISTERS linha 6.....	66
Figura 26 – Pilares implementados na linha 6 .....	67
Figura 27 – Etiquetas CIL .....	69
Figura 28 – <i>QR Code</i> de acesso ao circuito diário .....	70
Figura 29 – Circuito a realizar no PMA da KISTERS .....	70
Figura 30 – Acesso ao circuito 1 MA .....	70
Figura 31 – Acesso à aplicação da MA e visualização da página inicial .....	71
Figura 32 – Confirmação de EPI'S.....	71
Figura 33 – Manutenção Autónoma KISTERS - Circuito 1 .....	72
Figura 34 – Manutenção Autónoma KISTERS - Circuitos 2,3, 4, 5, 6 e 7 .....	72
Figura 35 – Etiquetas de processo de controlo.....	73
Figura 36 – Exemplo de plano de inspeção visual.....	73
Figura 37 – Controlo MA na KISTERS.....	74
Figura 38 – Vídeo realização da MA na KISTERS .....	74
Figura 39 – Plano de Manutenção Preventiva envolvente de paletes ITW .....	75
Figura 40 – Plano Preventivo da KISTERS antigo <i>versus</i> atual.....	75
Figura 41 – Alterações no Plano Preventivo da KISTERS.....	76
Figura 42 – Imagem de uma reunião para formação da MA .....	76

Figura 43 – Antes imagem a) e depois imagem b) da aplicação do senso de utilização.....	77
Figura 44 – Eco ponto criado no senso de utilização .....	78
Figura 45 – Aplicação do senso de organização e ordenação - colocação de etiquetas de identificação.....	78
Figura 46 – Aplicação do senso de organização e ordenação – Suportes para peças de formato ..	79
Figura 47 – Aplicação do senso de limpeza.....	79
Figura 48 – Plano e registo de limpeza na linha 6.....	80
Figura 49 – Aplicação do senso de padronização .....	81
Figura 50 – Aplicação do senso de disciplina .....	82
Figura 51 – Incentivo à segurança.....	83
Figura 52 – Reformulação de pedido de componentes KISTERS .....	84
Figura 53 – Alteração do plano lubrificação.....	84
Figura 54 – Criação do <i>Kanban</i> de peças .....	85
Figura 55 – Comparação da % de ordens de trabalho realizadas abril a julho (2022 vs 2023).....	87
Figura 56 – Comparação da % de avarias abril a julho (2022 vs 2023) para os 3 equipamentos ....	88
Figura 57 – % de avarias abril a julho (2022 vs 2023) para a Envelopadora .....	89
Figura 58 – MTBF e MTTR KISTERS abril a julho (2022 vs 2023) .....	89
Figura 59 – MTBF e MTTR Envelopadora abril a julho (2022 vs 2023).....	90
Figura 60 – MTBF e MTTR Enchedora abril a julho (2022 vs 2023).....	90
Figura 61 – Disponibilidade KISTERS abril a julho (2022 vs 2023).....	91
Figura 62 – Disponibilidade Envelopadora abril a julho (2022 vs 2023) .....	91
Figura 63 – Disponibilidade Enchedora abril a julho (2022 vs 2023) .....	92
Figura 64 – Quadro Manutenção Autónoma .....	94
Figura 65 – Valores OEE linha 6.....	95
Figura 66 – Taxa de avarias na linha 6 e na KISTERS – Evolução mensal .....	95
Figura 67 – Acompanhamento da MA na KISTERS.....	97
Figura 68 – Página com informação da TPM.....	98
Figura 69 – Página com as pastas referentes a cada pilar da TPM .....	98
Figura 70 – Total de devoluções.....	99

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Definição de manutenção.....	21
Tabela 2 – Objetivos da manutenção.....	22
Tabela 3 – Manutenção Preventiva .....	24
Tabela 4 – Manutenção Corretiva.....	24
Tabela 5 – Principais indicadores da Manutenção.....	26
Tabela 6 – Compilação de artigos que abordam o tema indicadores de desempenho.....	26
Tabela 7 – Artigos que abordam o tema Matriz ABC.....	29
Tabela 8 – Fatores de qualidade para criar a matriz GUT.....	30
Tabela 9 – Artigos que abordam o tema matriz de priorização GUT.....	30
Tabela 10 – Definição e características da TPM .....	32
Tabela 11 – Aplicação da metodologia TPM .....	32
Tabela 12 – Os oito pilares da TPM e as suas vantagens (Adesta <i>et al.</i> , 2018).....	35
Tabela 13 – Os sete passos para a implementação da Manutenção Autónoma.....	38
Tabela 14 – Equipamentos Produtivos da linha 6.....	47
Tabela 15 – Identificação dos problemas e respetivas soluções .....	57
Tabela 16 – Equipamentos Produtivos da linha 6.....	60
Tabela 17 – Fatores de criticidade e classificação.....	61
Tabela 18 – Descrição das ações de cada pilar implementado.....	67
Tabela 19 – Variação do valor médio da Disponibilidade .....	92
Tabela 20 – Antes e depois da MA na KISTERS .....	93
Tabela 21 – Variação dos valores OEE linha 6.....	96
Tabela 22 – Variação da taxa de avarias linha 6 .....	96
Tabela 23 – Variação da taxa de avarias KISTERS .....	96
Tabela 24 – Resumo dos resultados de implementação .....	100
Tabela 25 – Resultados obtidos .....	104



## LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

### Lista de Siglas

5S	Método japonês de organização e segurança utilizado em unidades fabris ( <i>Seiri, Seiton, Seisō, Seiketsu, Shitsuke</i> )
AR	<i>Action Research</i>
GUT	Gravidade Urgência Tendência
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
KPI's	<i>Key Performance Indicators</i> (Indicadores Chave de Desempenho)
MA	Manutenção Autónoma
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i> (Tempo médio entre falhas)
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> (Tempo médio de reparação)
MTTF	<i>Mean Time To Failure</i> (Tempo médio até à falha)
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i> (Eficiência Global do Equipamento)
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
TSP	<i>Toyota Production System</i> (sistema produção Toyota)
SWOT	<i>Strengths, Weakness, Opportunities and Threats</i> (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças)

### Lista de Símbolos

$\lambda$	Taxa de avarias	Avarias/hora
-----------	-----------------	--------------



# 1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo tem como objetivo contextualizar, enquadrar e apresentar o trabalho desenvolvido no âmbito da dissertação de mestrado realizada e está dividido em 5 subcapítulos. No primeiro subcapítulo é feita a contextualização do trabalho, de seguida são abordados os objetivos pretendidos com esta dissertação e no terceiro subcapítulo é explicada a metodologia utilizada. No quarto subcapítulo é feita a apresentação da estrutura da dissertação e finalmente termina com uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o estágio que levou a cabo o trabalho experimental desta dissertação.

## 1.1. Contextualização

Atualmente uma empresa só é viável se for competitiva e inovadora. Para que se mantenha competitiva, a empresa tem de adotar medidas de melhoria contínua, combatendo as fontes de desperdício a fim de aumentar a rentabilidade, nos processos produtivos, assim como seguir uma abordagem inovadora de manutenção. Torna-se assim importante e necessário que o departamento de manutenção acompanhe a complexidade do processo industrial atual. A manutenção atualmente é considerada uma função estratégica no ambiente industrial, sendo um agente de otimização da produção e, conseqüentemente, de lucros.

As organizações utilizam diferentes abordagens para a melhoria da eficiência da função manutenção. Uma das abordagens mais utilizadas para melhorar o desempenho das atividades de manutenção é a implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM). A TPM envolve o trabalho em equipa dos vários departamentos de uma organização, entre estes os departamentos de produção e de manutenção, de modo a reduzir o desperdício, minimizar os tempos de paragens e aumentar a qualidade do produto final.

Desta forma, esta dissertação pretende estudar a introdução da TPM numa linha de enchimento numa indústria de bebidas tendo como objetivo reduzir as perdas por avarias e paragens, bem como garantir o correto manuseamento dos seus equipamentos, estendendo assim o tempo de vida útil dos mesmos.

## 1.2. Objetivos

Esta dissertação teve como principal objetivo, a implementação estruturada da metodologia TPM numa linha de enchimento numa indústria de bebidas, a *Super Bock Group*. Tem como foco principal o pilar da manutenção autónoma, pretendendo obter maiores níveis de disponibilidade dos equipamentos, aumentar o rigor e a percentagem de trabalho realizado nas intervenções de manutenção preventiva e reduzir percentagem de intervenções de manutenção corretiva efetuada atualmente.

Para isso foram estabelecidos os seguintes objetivos práticos:

- Implementação da Manutenção Autónoma;
- Implementação e melhoria da Manutenção Planeada;
- Monitorização de KPI's;

- Desenvolvimento de Planos de Manutenção Preventiva (*Check-lists*);
- Inculcar a filosofia TPM em todos os colaboradores, desde os operadores das máquinas, passando pelos técnicos de manutenção e acabando nos gestores de topo;
- Aplicação de práticas da Manutenção *Lean* na linha de enchimento escolhida;
- Enfatizar a importância que os operadores dos equipamentos têm para o sucesso da manutenção nos mesmos.

### 1.3. Metodologia

A presente dissertação foi desenvolvida recorrendo à metodologia *Action Research* (AR).

Esta metodologia baseia-se num processo iterativo de investigação que equilibra as ações de resolução de problemas implementadas num contexto colaborativo com análise colaborativa ou investigação baseada em dados para compreender as causas subjacentes e fazer previsões futuras sobre a mudança pessoal e organizacional.

A AR é prática, aplicada na natureza e visa lidar com problemas do mundo real, tipicamente no trabalho e nas indústrias. É um método de investigação único na medida em que a pesquisa informa a prática e a prática informa a investigação de forma sinérgica. Resolve os problemas através de diagnóstico, recolha de dados, análise de dados, planeamento de ação, tomada de medidas, avaliação de ação e aprendizagem reflexiva (Sundarakani *et al.*, 2021).

Utiliza-se um processo cíclico alternando sempre entre ação e uma reflexão crítica, na Figura 1 está esquematizada uma representação visual deste método (Williams *et al.*, 2022) :

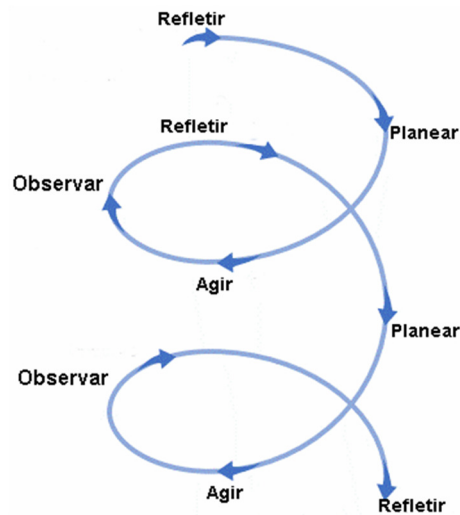


Figura 1- Método *Action Research* adaptado de (Williams *et al.*, 2022)

Neste contexto, segundo (Wohlin & Runeson, 2021) a metodologia AR baseia-se num processo cíclico de cinco fases, são elas:

1. **Diagnóstico** — identificação ou definição de um problema prático para ser abordado em colaboração entre investigadores e praticantes.
2. **Planeamento de ações** — considerando abordagens alternativas para resolver o problema. A fase de diagnóstico informa o planeamento de ação para potenciais soluções para o problema em estudo;
3. **Implementação de medidas** - pôr em prática as ações planeadas;
4. **Avaliar** - estudar as consequências de uma ação. A recolha de dados deve ser realizada antes, durante e após a ação para assegurar que é recolhida informação suficiente para avaliar os objetivos das ações e dos mecanismos que conduzem à mudança;
5. **Aprendizagem/ monitorização** - identificação de conclusões gerais em relação ao problema e às ações em estudo. O foco principal é definido no que diz respeito ao projeto atual, e decisões relacionadas com a saída do investigador ou o início de um novo ciclo é tomada.

As fases do ciclo descritas acima podem ser visualizadas na Figura 2:

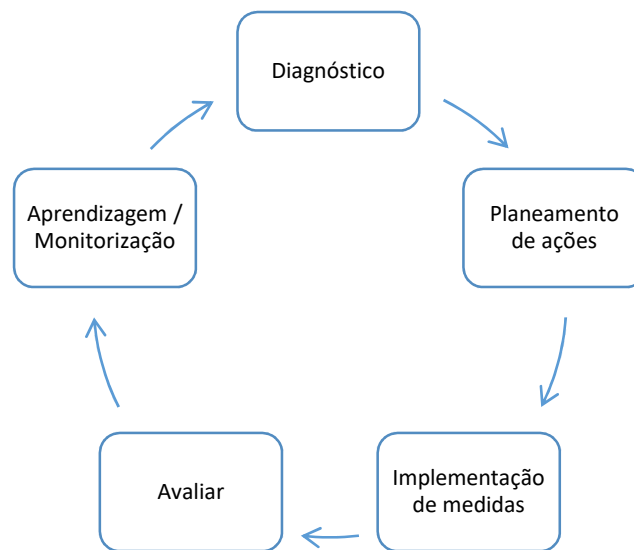


Figura 2- Ciclo *Action Research* (Martins *et al.*, 2020)

Esta metodologia permite trabalhar junto com conhecimentos científicos e conhecimentos da empresa, de forma a atingir os objetivos, como desperdiçar, eliminar e fazer o processo mais eficiente, sempre tendo melhorias em mente (Martins *et al.*, 2020).

## 1.4. Estrutura do Relatório

Esta dissertação está dividida em 5 capítulos principais. O primeiro e presente capítulo (Introdução), refere-se à contextualização temática do trabalho, assim como aos objetivos definidos inicialmente, à metodologia aplicada durante o desenvolvimento do caso de estudo prático, uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o trabalho, e por fim, à estrutura presente na dissertação.

No segundo capítulo são enunciados os conceitos teóricos que dão suporte ao estudo a desenvolver (Revisão Bibliográfica). Encontra-se dividido em duas partes, sendo a primeira parte deste capítulo onde se apresenta os conceitos globais de manutenção e a segunda parte onde é efetuada a caracterização e os fundamentos e ideais da filosofia TPM.

O terceiro capítulo (Métodos e Aplicação) diz respeito ao estudo efetuado, onde é apresentada a empresa *Super Bock Group*. Aqui é feita uma descrição do processo produtivo e de manutenção da empresa, a descrição dos ativos e a sua criticidade e subsequentemente os problemas a serem analisados e solucionados. É descrita a metodologia e implementação das soluções apresentadas a nível da TPM quer na Manutenção Autónoma, quer nos 6S e no *Lean*, bem como os resultados obtidos dessas implementações.

No quarto capítulo (Resultados e Discussão), são analisados os resultados obtidos com este trabalho, e são apresentadas as sugestões de melhoria realizadas.

Finalmente, no quinto capítulo (Conclusões), são analisados os principais resultados do trabalho e são apresentados os constrangimentos que ocorreram e as ações futuras de preservação das implementações efetuadas e melhoria dos métodos desenvolvidos.

## 1.5. Local/empresa e período de acolhimento

A presente dissertação foi concretizada no *Super Bock Group* localizada na Via Norte, 4465-774, Leça do Balio, Matosinhos, no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica, ramo de Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e foi realizada em contexto de estágio no departamento de manutenção da empresa. O estágio foi iniciado em 21 de novembro de 2022 sobre a orientação na empresa do Engenheiro André Pinto, Gestor da Manutenção, e tinha uma duração prevista de 6 meses, até 21 maio de 2023, tendo sido estendido até ao final do mês de julho.

Foi efetuada uma *timeline* visível na Figura 3 de forma a ser perceptível a evolução dos trabalhos efetuados. Como pode ser visualizado, em meados de janeiro houve um ataque cibernético à empresa e toda a recolha de dados até aí efetuada foi corrompida e perdida. Foi necessário começar a efetuar nova recolha de dados, o que só pode ser realizado em fevereiro após validação dos Serviços Informáticos.

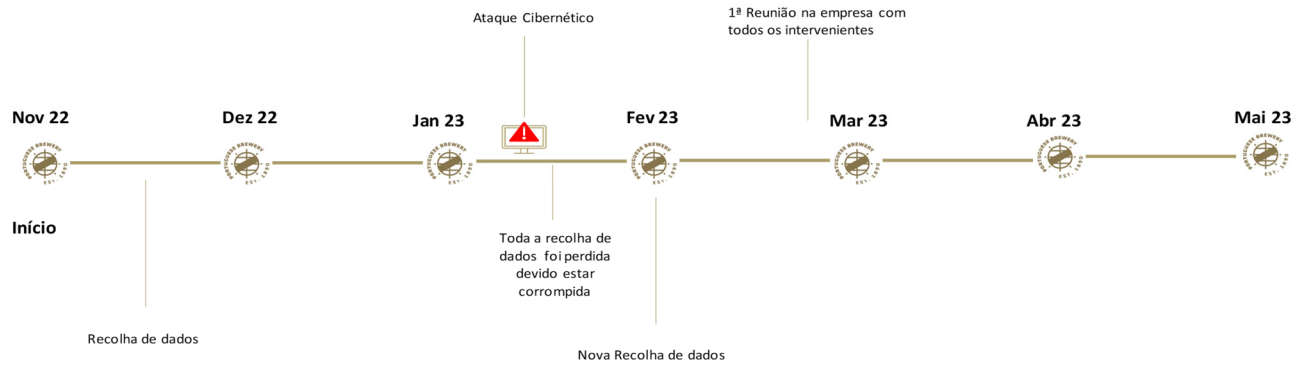


Figura 3- Timeline período de estágio *Super Bock Group*

O *Super Bock Group* é a maior empresa portuguesa de bebidas refrescantes cuja atividade assenta nos negócios das cervejas, das águas engarrafadas, refrigerantes, vinhos, na produção de malte e no negócio do turismo. O capital é maioritariamente português em 56% pelo grupo *Viacer* e em 44% pelo grupo *Carlsberg*.

Tem como Visão “Paixão Local, Ambição Global”, e missão desenvolver e valorizar o portefólio da marca à luz da cultura, excelência e inovação. Gerar impacto positivo na sociedade e investir nas pessoas.

Na Figura 4 é possível verificar uma breve apresentação da empresa *Super Bock Group* relativo à contribuição económica social e demográfica.

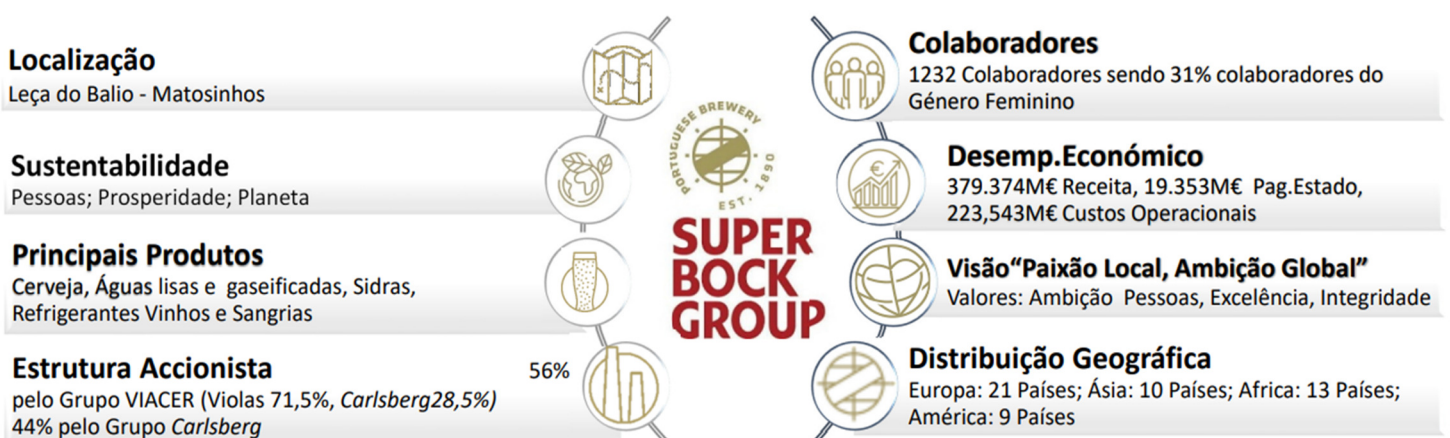


Figura 4- Apresentação da empresa *Super Bock Group*



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados conceitos fundamentais e é efetuada a revisão de literatura de referência aos conceitos teóricos relacionados com esta dissertação. Desta forma, pretende-se compreender o que é a manutenção industrial e qual a sua importância nas diferentes áreas de negócio. Outros temas que serão abordados são os indicadores de desempenho da manutenção (KPI's), os métodos de avaliação da criticidade de ativos, a manutenção *Lean* e a metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM).

### 2.1. Conceitos Genéricos de Manutenção

Um estudo sobre a manutenção deve iniciar-se com a sua própria definição e tudo que esta abarca, nomeadamente os seus objetivos e as estratégias adotadas. Neste capítulo, são apresentadas as definições mais significativas relacionadas com a manutenção, os seus objetivos e as suas diferentes tipologias.

#### 2.1.1. Definição

A manutenção tem assumido uma importância cada vez maior na reorganização do setor industrial (Pinto *et al.*, 2020), sendo a sua missão garantir a disponibilidade de equipamentos e instalações, atendendo às necessidades de fabricação, processos e serviços a custos acessíveis e sem riscos pessoais, patrimoniais ou ambientais (Sellitto, 2022).

Segundo a norma NP EN 13306:2021, a manutenção consiste na combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento de forma a mantê-lo ou restaurá-lo a um estado em que possa desempenhar as suas funções.

No entanto, o conceito de manutenção tende a diferir de autor para autor e como tal existem diferentes definições, tal como se verifica na Tabela 1.

Tabela 1 – Definição de manutenção

Autor	Descrição
(Márquez, 2007)	A manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um item destinadas a restaurá-lo, ou colocá-lo num estado que lhe permita desempenhar um determinado serviço.
(Gulati & Smith, 2008)	Manutenção diz respeito às atividades desenvolvidas com vista a manter ou recuperar um ativo à sua capacidade projetada ou a uma condição aceitável, impedir que perca total ou parcialmente as suas capacidades funcionais, preservar e proteger, isto é, a manutenção tem como função assegurar a disponibilidade dos equipamentos
(Deac <i>et al.</i> , 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.

Tabela 1 – Definição de manutenção (cont.)

Autor	Descrição
(Heizer & Render, 2013)	A manutenção compreende todos os procedimentos realizados para garantir que os equipamentos trabalhem com a produtividade esperada e nas condições previstas
(Mostafa <i>et al.</i> , 2015)	A manutenção inclui todas as atividades necessárias para manter um ativo no máximo de condições operacionais
(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.
(Paul <i>et al.</i> , 2022)	A manutenção serve para manter um ativo em bom estado de funcionamento para que possa ser utilizado e funcionar para além do nível mínimo aceitável de desempenho durante a duração do seu serviço.

### 2.1.2. Objetivos da Manutenção

A principal responsabilidade da manutenção é prestar um serviço que permita a uma organização alcançar os seus objetivos, garantindo a função do sistema (disponibilidade, eficiência e qualidade do produto).

Souris (1992) dá ênfase ao objetivo do custo mínimo, em que a manutenção deve efetuar-se no âmbito de uma despesa materializada por um orçamento ou em relação com uma atividade industrial determinada. Já para Farinha (1997) o objetivo primário de qualquer sector de manutenção é garantir que os equipamentos sob a sua responsabilidade cumpram a função para a qual foram postos ao serviço dos utilizadores, elegendo a maximização da disponibilidade como objetivo essencial.

Resumidamente, podemos considerar que os objetivos da manutenção visam garantir que os equipamentos operem num estado de funcionamento seguro e eficiente, de forma a obter rendimentos próximos dos 100%, garantindo uma adequada disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos e uma redução ao mínimo da produção de produtos defeituosos. Não pode ser descuidado, que o cumprimento destes objetivos, devem também estar associado a um baixo custo.

Atendendo a que, neste tema existem divergências de autor para autor, na Tabela 2, encontram-se apresentados alguns exemplos de como são abordados os objetivos para diferentes autores.

Tabela 2 – Objetivos da manutenção

Autor	Descrição
(Mobley R K, 2002)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidade ótima;</li> <li>• Condições operacionais ótimas;</li> <li>• Máxima utilização dos recursos de manutenção;</li> <li>• Tempo de vida ótimo dos equipamentos;</li> <li>• Mínimo stock de peças sobresselentes;</li> <li>• Habilidade para reagir rapidamente às avarias inesperadas.</li> </ul>

Tabela 2 – Objetivos da manutenção (cont.)

Autor	Descrição
(Márquez, 2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivos técnicos – dependem do setor operacional e encontram-se ligados à disponibilidade do equipamento, sendo medidos através do OEE;</li> <li>• Objetivos Legais - necessário cumprir todos os regulamentos existentes de vários equipamentos;</li> <li>• Objetivos Financeiros - para satisfazer os objetivos técnicos com o mínimo custo financeiro.</li> </ul>
(Pinto, 2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir para a realização dos objetivos globais da empresa;</li> <li>• Redução de custos (de manutenção e operacionais);</li> <li>• Maior segurança (menor risco e menos acidentes);</li> <li>• Melhoria contínua do desempenho e da produtividade;</li> <li>• Maior disponibilidade;</li> <li>• Mais qualidade (produtos e serviços).</li> </ul>

### 2.1.3. Tipos de Manutenção

Ao longo dos anos, a importância da manutenção, e conseqüentemente de toda a gestão necessária, foi-se alterando, assumindo um papel cada vez mais importante nas organizações, como garantir a disponibilidade de ativos e instalações, destacando-se a otimização da fiabilidade, custos e segurança (Moreira *et al.*, 2018).

Assim, a estratégia de manutenção deve fornecer meios para prever, prevenir quando possível, e corrigir falhas em instalações, máquinas e sistemas de produção garantindo a realização de prioridades de fabrico (Sellitto, 2022).

Barone & Frangopol, (2014) consideram impedir ou pelo menos retardar o processo de deterioração pela manutenção preventiva, ou restaurar, pelo menos parcialmente, a resistência de componentes críticos. Schmidt & Wang, (2018) referem-se a reativo (executar até a falha), preventivo (antecipar a falha) e preditivo (prever falha).

Torna-se necessário assim, distinguir se o trabalho de manutenção é planeado ou não planeado. A manutenção planeada consiste em ações que antecipem possíveis falhas, garantindo maior disponibilidade dos equipamentos, assim, as tarefas precisam ser executadas com antecedência, bem como as peças sobressalentes necessárias para afetar o mínimo possível a produção. Este tipo de manutenção implica maior controle de ativos e capacidade. O trabalho não planeado refere-se a situações imprevistas, não envolve qualquer planeamento ou preparação, e a execução será condicionada pela natureza da situação (Martins *et al.*, 2020).

Segundo a norma NP EN 13306:2021, a manutenção divide-se em dois tipos, preventiva e corretiva. A manutenção preventiva é realizada antes da falha ser detetada, podendo ser sistemática ou condicionada. Na manutenção sistemática a manutenção é efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem. A manutenção condicionada é baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes. A manutenção corretiva é realizada após a deteção da falha e visa repor o bem a desempenhar a sua função corretamente.

Na literatura encontramos definições para estes dois tipos de manutenção. Na Tabela 3 encontram-se apresentados alguns exemplos de alguns autores para a definição de manutenção preventiva. De igual modo são apresentados para a manutenção corretiva na Tabela 4.

Tabela 3 – Manutenção Preventiva

Autor	Descrição
(Chen & Trivedi, 2001)	A manutenção preventiva é aplicada para melhorar a disponibilidade do sistema ou diminuir o custo operacional.
(Yang <i>et al.</i> , 2019)	A manutenção preventiva é uma forma eficaz de reduzir os custos de operação dos ativos industriais, que tem sido extensivamente adotada em diversas áreas industriais. Geralmente, um plano de manutenção bem elaborado pode equilibrar a compensação entre reduzir os riscos de avaria e economizar recursos de manutenção, e, portanto, melhorar a disponibilidade do sistema e/ou cortar os custos de manutenção.
(Mena <i>et al.</i> , 2021)	A manutenção preventiva recorre à elaboração de planos sendo estes entendidos como o processo de definição do conjunto de atividades de manutenção que devem ser realizadas num ativo físico com uma frequência ou periodicidade específica para evitar a ocorrência de modos críticos de avaria.

Tabela 4 – Manutenção Corretiva

Autor	Descrição
(Xu & Hu, 2008)	Manutenção corretiva é a atividade para trazer o sistema para um estado tão bom quanto novo depois de ter sofrido uma falha.
(Vathoopan <i>et al.</i> , 2018)	Manutenção corretiva refere-se às atividades necessárias para identificar e retificar a causa ou reduzir a gravidade, se um equipamento/máquina falha. Tem como foco trazer o equipamento avariado de volta à produção o mais breve possível.
(Zhang <i>et al.</i> , 2021)	Quando falhas inesperadas ocorrem, os operadores precisam realizar atividades de manutenção corretiva para ajudar a restaurar os equipamentos avariados e colocá-los num estado produtivo.

De um modo simplificado, a manutenção de equipamentos ou bens pode ser esquematizada segundo o diagrama da Figura 5:

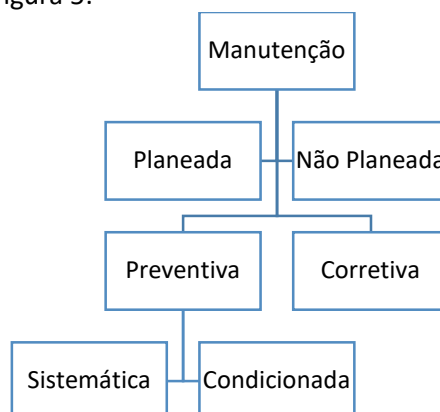


Figura 5 - Tipos de manutenção adaptado de (Amaral, 2016)

## 2.2. Indicadores de Desempenho

Torna-se necessário a existência de um conjunto de indicadores que forneçam informações importantes sobre os aspetos mais pertinentes e significativos da manutenção, para se conseguir uma gestão mais eficiente da mesma.

Um indicador de desempenho (KPI – *Key Performance Indicator*) é uma métrica, medindo o quão bem uma organização ou indivíduo realiza uma atividade operacional, tática ou estratégica que é fundamental para o sucesso atual e futuro da organização (Gonzalez *et al.*, 2017).

Estes indicadores têm como função medir a eficácia das ações empreendidas e medir as diferenças relevantes entre as previsões e os resultados operacionais. São assim, auxiliares de decisão, que vão permitir orientar, propor, planejar, diagnosticar, corrigir ou até melhorar as ações.

O estabelecimento de indicadores de desempenho atingiu tal grau de importância, que foi elaborado um padrão específico contendo os indicadores que, de uma forma genérica, poderia ser aplicado a diferentes sectores industriais (Ferreira *et al.*, 2020).

A norma ISO 22400-1:2014 é o padrão que lista os KPI's que podem ser usados para atividades de manutenção, separando-os de técnicos, económicos e organizacionais (Ferreira *et al.*, 2019).

Segundo (Pinto *et al.*, 2019) na área da manutenção, os indicadores técnicos são geralmente os mais solicitados, nomeadamente: taxa de avaria ( $\lambda$ ), MTBF (*Mean Time Between Failures*) e MTTR (*Mean Time To Repair*). O MTBF representa a fiabilidade dos ativos da empresa e representa o tempo médio entre falhas. A sua fórmula de cálculo é deduzida pelo tempo total de funcionamento (MTTF) e pelo número de falhas do sistema. A sua função é essencial para informar o comportamento do ativo, garantindo a boa funcionalidade do mesmo. O MTBF pode ser calculado pelo rácio de "Tempo total de funcionamento" para "Total de Falhas", ou pelo inverso da taxa de avaria ( $\lambda$ ). O tempo entre falhas pode ser considerado o tempo entre a primeira falha que ocorreu e a segunda falha. Quanto maior for o MTBF, maior é a fiabilidade do equipamento. O MTTR é exatamente o tempo que leva para restaurar um dispositivo, trazendo-o de volta a uma boa funcionalidade. O MTTR é calculado pelo rácio de "Tempo total de reparação" e o "Total de Falhas". O tempo total de reparação inclui o tempo de diagnóstico, tempo para reunir os recursos e ferramentas necessários, reparar, testar o equipamento e entregá-lo nas melhores condições de funcionamento.

Por outro lado, o OEE é um indicador que permite avaliar o desempenho global. Este indicador pode atuar num conjunto de equipamentos, mas também individualmente. A função principal é indicar o comportamento que o equipamento ou conjunto de equipamentos apresenta permanentemente. Desempenho, disponibilidade e qualidade são três parâmetros utilizados para calcular o OEE (Pinto *et al.*, 2019)

A disponibilidade (D) é a quantidade de tempo disponível para utilização dividida pelo período total de tempo no período de funcionamento. A partir dos indicadores já referidos, pode ser definido como o rácio entre o MTTF (*Mean Time To Failure*) e a soma do MTTF e do MTTR (Gonzalez *et al.*, 2017). Na Tabela 5 são apresentados estes indicadores com as respetivas equações de cálculo.

Tabela 5 – Principais indicadores da Manutenção

Indicador	Equação de Cálculo
Taxa de Avarias ( $\lambda$ )	$\lambda = \frac{\text{número de avarias}}{\sum \text{tempos de funcionamento}}$
MTBF	$\text{MTBF} = \frac{\sum \text{tempos de funcionamento}}{\text{número de avarias}}$
MTTR	$\text{MTTR} = \frac{\sum \text{tempos de reparações}}{\text{número de avarias}}$
Disponibilidade (D)	$D = \frac{\text{tempo total} - \text{tempo de paragens}}{\text{tempo total}}$

Para uma maior perceção acerca da utilidade e utilização dos indicadores de desempenho (KPI's), foi elaborada uma pesquisa de forma a encontrar alguns trabalhos relacionados com o tema. Na Tabela 6 é apresentada uma síntese de artigos científicos onde é indicada a importância da utilização dos KPI's na gestão da manutenção.

Tabela 6 – Compilação de artigos que abordam o tema indicadores de desempenho

Autor	Descrição
(Gonçalves <i>et al.</i> , 2015)	A metodologia proposta neste trabalho que envolve informações de preferência do decisor e determina um <i>ranking</i> de possíveis alternativas após avaliação segundo critérios importantes, foi aplicada para selecionar um conjunto de KPI's ótimo que melhor medem o desempenho do setor de manutenção no que diz respeito à qualidade dos seus serviços e como alcançar os objetivos da organização. Os resultados mostram que esta metodologia é uma ferramenta eficaz para auxiliar os gestores da manutenção em tarefas precisas de seleção de KPI's de acordo com os objetivos e estratégias da manutenção, tornando o processo decisório mais explícito, racional e eficiente.
(Shohet & Nobili, 2017)	O objetivo deste trabalho foi a implementação de indicadores-chave de desempenho (KPI's) previamente definidos numa amostra de 42 clínicas, a fim de: avaliar o desempenho de manutenção das instalações, obter referências de desempenho e eficiência, estabelecer uma política para a gestão estratégica e tática da manutenção e por fim definir as prioridades no plano de manutenção. Constatou-se que os KPI's analisados e aplicados no presente estudo de investigação procuram criar um corpo de conhecimentos para a melhoria contínua a nível estratégico e tático da gestão da manutenção, no sector da saúde em geral e na comunidade.

Tabela 6 – Compilação de artigos que abordam o tema indicadores de desempenho (cont.)

Autor	Descrição
(Muñoz-Villamizar <i>et al.</i> , 2018)	Este trabalho propõe uma nova metodologia para avaliar a eficácia dos sistemas de transporte urbano de mercadorias utilizando a métrica OEE. A metodologia utiliza um modelo matemático com várias funções objetivas, duas das quais são multiobjectivo, para explorar as relações e <i>trade-offs</i> entre desenvolvimento económico, qualidade, desempenho e disponibilidade (taxas parciais do OEE). O objectivo final é otimizar a métrica do OEE e a rentabilidade de um sistema de transporte. Esta metodologia foi testada utilizando dados reais da cidade de Bogotá na Colômbia. Os resultados mostram os benefícios da utilização de funções multiobjetivas para otimizar tanto o OEE (métricas de qualidade, desempenho e disponibilidade) como os lucros.
(Daniewski <i>et al.</i> , 2018)	Este trabalho visou investigar quatro indicadores de desempenho utilizados pelos serviços de manutenção de uma empresa, o MTTF, MTBF, MTTR e OEE. O objetivo da análise é a verificação da exatidão da determinação e se a correta utilização e interpretação dos indicadores acima referidos pode levar a uma maior eficácia das ações empreendidas pelo departamento de serviços de manutenção na empresa. É apresentado um diagnóstico de problemas relacionados com a determinação e visualização incorreta dos indicadores. Estas irregularidades tornam impossível que os indicadores de desempenho realizem a sua função de controlo a fim de melhorarem a produção dos processos, levando a uma redução de custos.
(Pinto <i>et al.</i> , 2019)	Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado numa empresa multinacional relacionada com a produção de peças para a indústria automóvel, onde foi necessário implementar indicadores de desempenho de acordo com a norma IATF 16949: 2016, e foi também criado um modelo para a gestão de peças sobressalentes ligados à manutenção do equipamento existente. O trabalho foi concluído com êxito, e os indicadores de desempenho - MTBF, MTTR e OEE - foram implementados, sendo estes um requisito da norma IATF 16949: 2016, permitindo o acompanhamento dos resultados e respetivas evoluções. Foi alcançado um OEE de valor superior a 90%.
(Šajdlerová <i>et al.</i> , 2020)	Em empresas industriais com diferentes equipamentos para processos de produção, o indicador quantitativo OEE tem sido utilizado como um indicador chave para monitorizar eficiência e desempenho do processo. Os resultados alcançados demonstram e provam que o indicador OEE tem um grande significado para a monitorização e controlo do desempenho da produção. A utilização do OEE e a sua visualização trouxe resultados positivos com um impacto sobre eficiência do processo de produção.
(Lundgren <i>et al.</i> , 2020)	Este trabalho teve como objetivo apoiar os profissionais da indústria na escolha e seleção de indicadores de desempenho para medir os efeitos de Manutenção Inteligente, e assim facilitar a sua implementação. Foi constatado que as empresas precisam de atualizar o seu conjunto de indicadores de desempenho quando mudam de fabrico e/ou tipo de manutenção.

## 2.3. Métodos de Análise de Criticidade de Ativos

As técnicas de avaliação de risco podem ser utilizadas para dar prioridade aos ativos e para alinhar as ações de manutenção com os objetivos comerciais em qualquer tempo. Ao fazê-lo, é possível garantir que as ações de manutenção são eficazes, que é possível reduzir os custos de manutenção indiretos, os custos de manutenção mais importantes, os associados à segurança, aos riscos ambientais, às perdas de produção e, em última análise, para reduzir o tempo de insatisfação do cliente (Jaderi *et al.*, 2019).

O procedimento a seguir na realização da análise de criticidade dos ativos, seguindo técnicas de avaliação de risco, poderia ser representado da seguinte forma (Márquez, 2007):

- 1- Definir a finalidade e o âmbito da análise;
- 2- Estabelecer os fatores de risco a ter em conta e os seus padrões de importância;
- 3 -Decidir sobre o número de níveis de criticidade de risco dos ativos a estabelecer;
- 4 - Estabelecer o procedimento global para a identificação e priorização dos bens críticos.

Para Passath & Mertens, (2019) a análise de criticidade é uma ferramenta para padronizar a identificação de ativos críticos e adaptar dinamicamente a sua estratégia de manutenção com base nos seus resultados, consistindo em três etapas: os critérios de avaliação dos bens, a identificação de ativos de risco ou de custo-crítico através de uma carteira de ativos-prioridade e uma análise de risco/custo da anterior como bens críticos identificados. Uma estrutura uniforme de ativos é, portanto, um pré-requisito básico para uma avaliação correta dos dados e, posteriormente, para realizar a avaliação de criticidade.

Em muitos casos, é impossível executar todas as ações de manutenção devido às limitações de recursos, tempo e complexidade dos processos. Nesses casos a análise de criticidade é indicada na priorização dos sistemas e equipamentos críticos, levando em conta interações entre processos, modelos de fiabilidade, as variações dos parâmetros e as características operacionais de um processo (Baran *et al.*, 2013).

Assim, quanto mais complexos e diversificados são os ativos, mais importante é ter uma norma para adaptar dinamicamente a estratégia da manutenção devido à mudança ambiental, bem como as condições de produção. Portanto, a análise de criticidade pode por um lado, ajudar a reduzir significativamente o esforço e criar um padrão independente da qualidade dos dados e, por outro lado, reduzir os fatores humanos que influenciam tais decisões de manutenção para criar uma avaliação comparável (Passath & Mertens, 2019).

Das várias técnicas de avaliação de criticidade de ativos existentes, neste trabalho serão abordadas a Matriz ABC e a Matriz GUT.

### 2.3.1. Matriz ABC

Esta metodologia estabelece um questionário, através de um fluxograma, que contempla sete critérios em análise: Ambiente, Segurança, Tempo de Trabalho de Qualidade, Entrega, Fiabilidade e Manutenção. Cada um destes critérios é classificado numa de três categorias (A, B ou C), culminando numa classificação final de cada ativo também nas categorias A, B ou C (Santos *et al.*, 2019).

Sendo feita a verificação analítica criteriosa de cada equipamento o sistema deve personalizar um fluxo de decisão, que trará definição acerca das condições dos equipamentos relacionando: se o equipamento se situa em condições altamente críticas (A); se as condições são críticas, mas num estágio moderado (B) e se os equipamentos apresentam baixo índice de criticidade no processo (C) (Leal *et al.*, 2020).

Segundo Baran *et al.*, (2013) podemos definir assim cada uma das classes:

**Classe A:** Equipamentos altamente críticos para o processo, sendo fundamental uma política preventiva com: preditiva e preventiva, análise das falhas manutenção e operação, equipas de melhoria, equipas focadas na redução de falhas, aplicação de metodologias RCM ou FMECA.

**Classe B:** Equipamentos importantes para o processo, sendo aceitável aplicação de alguma das seguintes técnicas: preventiva ou preditiva, equipas de melhoria, análise das falhas pela manutenção.

**Classe C:** Equipamentos com baixo impacto no processo, com as seguintes políticas de manutenção: corretiva, preditiva e/ou preventiva.

Na Tabela 7 são apresentados estudos que corroboram a utilização deste método como uma ferramenta utilizada na avaliação de criticidade de ativos.

Tabela 7 – Artigos que abordam o tema Matriz ABC

Autor	Descrição
(Leal <i>et al.</i> , 2020)	Este estudo propõe discutir sobre os pontos de impacto da manutenção de máquinas, situando pontos positivos e negativos, contabilizando as ocorrências de falhas e ou interrupções que impactam a produção e qualidade de operação. Foi utilizada a matriz ABC para definir o grau de criticidade das máquinas, podendo a empresa tomar providências como estruturar um plano de manutenção adequado.
(Gong <i>et al.</i> , 2022)	Os resultados deste trabalho mostraram que o método de classificação ABC melhorado reduz a proporção de componentes chave e principais. Este método pode fazer a manutenção funcionar mais eficientemente, visando os componentes mais críticos, e pode reduzir os custos administrativos para as empresas.

### 2.3.2. Matriz GUT

Esta ferramenta é muito eficaz para gerir problemas dentro de uma empresa, mesmo sendo bastante simples, permite uma avaliação quantitativa e qualitativa, fornecendo um número consistente com um nível de prioridade específico. Assim, é possível priorizar ações corretivas e preventivas que possam reduzir ou eliminar problemas (Mello *et al.*, 2022).

A matriz GUT é uma ferramenta de decisão para priorizar problemas atribuindo graus aos aspetos de gravidade, urgência e tendência (Pinto *et al.*, 2022).

Para criar a matriz é necessário enumerar todos os problemas e aspetos relacionados com o segmento analisado. Os principais problemas ou deficiências existentes na organização devem ser listados tendo em consideração três parâmetros, chamados GUT: Gravidade, Urgência e Tendência.

No primeiro passo, é muito importante ser específico e descrever os aspetos de uma forma clara e objetiva, a fim de evitar interpretações inadequadas e confusas (Mello *et al.*, 2022).

No que diz respeito à Gravidade, deve-se considerar a intensidade e profundidade de danos que o problema pode causar se não for iniciado. A Urgência analisa o tempo para o acesso aos danos ou resultados indesejáveis se não se agir sobre o problema. A Tendência, observa o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação. A cada um destes três aspetos são atribuídos números entre 1 e 5, onde 5 representando o maior impacto e 1 o menor (Pinto *et al.*, 2022).

Na Tabela 8 são apresentados os fatores qualitativos para criar a matriz GUT (Mello *et al.*, 2022).

Tabela 8 – Fatores de qualidade para criar a matriz GUT

Nível	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente Grave	Extremamente Urgente	Vai piorar imediatamente
4	Muito Grave	Muito Urgente	Vai piorar num curto espaço de tempo
3	Grave	Urgente	Vai piorar a médio tempo
2	Pouco Grave	Pouco Urgente	Vai piorar a longo tempo
1	Sem Gravidade	Sem Urgência	Sem tendência para piorar

Como segundo passo para obter o valor das prioridades, basta fazer o produto entre os fatores atribuídos da seguinte forma:  $(G) \times (U) \times (T)$ . Como terceiro passo, após a realização dos cálculos, deve ser criado um *ranking* dos itens enumerados no primeiro escalão, para que aquele com o valor mais elevado fique em primeiro lugar na lista de prioridades a resolver. Uma vez descobertas as prioridades dos problemas para a empresa, segue-se o quarto passo, que aborda a análise de os problemas prioritários, elaborando, o mais rapidamente possível, planos de ação destinados a resolver ou reduzir os problemas enfrentados pela organização (Carvalho *et al.*, 2020).

O grande benefício de se usar este método é a ajuda que este traz para o gestor poder avaliar quantitativamente os problemas ou riscos de a empresa, possibilitando a priorização de ações corretivas e preventivas (Periard, 2011). Na Tabela 9 são apresentados alguns estudos onde podemos constatar a utilização desta ferramenta de decisão na avaliação de criticidade de ativos.

Tabela 9 – Artigos que abordam o tema matriz de priorização GUT

Autor	Descrição
(Carvalho <i>et al.</i> , 2020)	O objetivo deste trabalho foi desenvolver um programa de manutenção preventiva e corretiva que garanta, um baixo custo, a durabilidade, a segurança e o conforto aos utilizadores de um edifício. Foi realizado o levantamento das causas e consequências e foram propostas medidas corretivas e preventivas baseado no método de priorização GUT. Este mostrou ser eficaz e indicou propostas corretivas focando o bem-estar dos utilizadores, o aumento do desempenho do edifício, baixando os custos.

Tabela 9 – Artigos que abordam o tema matriz de priorização GUT (cont.)

Autor	Descrição
(Pinto <i>et al.</i> , 2022)	Este trabalho elaborou uma matriz GUT para priorizar os riscos ambientais criados numa cozinha industrial de um hospital universitário, dando prioridades para fontes de risco, as quais foram identificadas. Foi concluído que os riscos nas cozinhas industriais são gerados na maior parte do tempo por materiais, equipamentos obsoletos ou sem manutenção, falta de estudo ergonómico dos postos de trabalho, falta de formação e défice na supervisão.

## 2.4. TPM - Total Productive Maintenance

Este capítulo aborda e efetua uma descrição pormenorizada de toda a filosofia TPM (Manutenção Produtiva Total). É realizada uma descrição acerca das suas características bem como a sua definição. Para além destes aspetos são descritos os objetivos desta metodologia, os oito pilares sobre os quais assenta esta metodologia e a sua base os 5S. São ainda abordados os temas da manutenção autónoma, da manutenção *Lean* e os seus desperdícios. De seguida é feita uma revisão da literatura sobre os temas abordados e descritos anteriormente.

### 2.4.1. Definição e características da TPM

Atualmente não há lugar para o improviso quando se trata a questões de gestão industrial, seja produção ou manutenção. De um modo geral, o impacto de uma manutenção ineficiente pode definir a rentabilidade do negócio e a sobrevivência da empresa. A utilização de novas tecnologias, e novos métodos de gestão multiplicaram-se nas empresas para tentar, desta forma, manter e alargar o seu espaço no mercado (Rodrigues & Hatakeyama, 2006).

O conceito de manutenção produtiva total (TPM) foi desenvolvido e introduzido por Nakajima em 1988 para dar resposta aos problemas de manutenção encontrados em ambientes fabril. A TPM é um sistema de manutenção que aborda a manutenção de equipamentos através de um sistema de entrega de manutenção produtiva total cobrindo toda a vida útil do equipamento em todas as divisões, incluindo planeamento, fabrico e manutenção e envolvendo todos os funcionários, desde o pessoal de produção e manutenção até à gestão de topo (Jeon *et al.*, 2011).

Existem várias definições para TPM, e isto justifica-se pelo facto de haver muitas maneiras de implementar a metodologia TPM, uma vez que certas organizações colocam maior ênfase no trabalho de equipa do que na gestão do equipamento, enquanto outras colocam maior ênfase na eficácia do equipamento. A TPM é definida como uma "abordagem estratégica que reúne as atividades de produção e manutenção, combinando fortes comportamentos de trabalho, colaboração e melhoria contínua. Por outro lado, a TPM pretende estabelecer uma abordagem à escala da empresa para atingir um nível de desempenho de classe mundial em termos de eficácia total do equipamento, ferramentas e processos (Ngoy & Israel, 2021). Na Tabela 10 são apresentadas algumas definições e características do TPM segundo vários autores.

Tabela 10 – Definição e características da TPM

Autor	Descrição
(Teixeira <i>et al.</i> , 2018)	A TPM é um conjunto de atividades cujo compromisso está voltado para os resultados positivos dentro de empresa ou indústria, que tenha interesse em atingir a máxima eficácia do seu sistema de produção e assim maximizar o ciclo total de vida útil dos equipamentos aproveitando todos os recursos existentes, tendo sempre em vista a perda zero.
(Thorat & T, 2018)	A TPM é uma abordagem que visa aumentar a acessibilidade dos instrumentos atuais e, por conseguinte, reduzir a necessidade de desperdício de capital. O investimento em ativos humanos mostra uma melhor qualidade do produto e menos custos de mão-de-obra.
(Drewniak & Drewniak, 2022)	TPM é uma abordagem científica à gestão da manutenção da empresa, na qual cada funcionário está envolvido na manutenção, qualidade e eficiência do equipamento que está a ser reparado. A TPM é referida como manutenção global, orientada para a produtividade.
(Brankovic & Milovanovic, 2022)	A TPM representa a introdução de uma nova cultura de comportamento de todos participantes na empresa com o objetivo de melhoria contínua de todos processos no âmbito da manutenção e realização do objetivo máximo em negócio.

Na Tabela 11 são apresentados alguns estudos onde foi aplicada a metodologia TPM e as suas ferramentas.

Tabela 11 – Aplicação da metodologia TPM

Autor	Descrição
(Singh <i>et al.</i> , 2013)	Neste estudo a implementação da Manutenção Produtiva Total é investigada para uma empresa fabricante de componentes automóveis, sendo o conceito implementado na oficina de máquinas nos centros de maquinagem CNC nas operações de torneamento. A Eficácia Global do Equipamento é utilizada como medida do sucesso da implementação do TPM. As perdas associadas à eficácia do equipamento foram identificadas. Todos os pilares da TPM foram implementados de uma forma faseada, eliminando as perdas e melhorando a utilização dos centros de maquinagem CNC.
(Ahmad <i>et al.</i> , 2018)	Este artigo centra-se na aplicação de um dos pilares da manutenção produtiva total (TPM), para melhorar a eficiência global do equipamento (OEE) de um equipamento numa fábrica de fiação. Foi realizado um programa de formação bem organizado para tornar os operadores instruídos sobre as perdas existentes e possíveis formas de melhorar a situação. As perdas foram reduzidas significativamente, e o OEE do equipamento aumentou de 75% para 86%, a produtividade melhorou 24%, e a produção de artigos defeituosos foi reduzida em 50% aproximadamente. Os resultados deste trabalho revelaram o benefício da aplicação do TPM em ambientes de fabrico.

Tabela 11 – Aplicação da metodologia TPM (cont.)

Autor	Descrição
(Dos Reis <i>et al.</i> , 2019)	Neste trabalho é descrita a implementação de um plano de manutenção produtiva total (TPM) para a fiabilidade de uma linha de produção crítica de maquinagem e montagem para peças da indústria automóvel. A estratégia utilizada foi a redução das perdas causadas por falhas das máquinas tendo o foco no desenvolvimento de ações de identificação de problemas. E realizando várias ações de melhoria. Foi possível avaliar que o rendimento operacional da linha evoluiu positivamente a partir do momento em que as ações do TPM começaram a ser implementadas. No final, obteve-se um aumento de 18% nos resultados operacionais, em comparação com os resultados iniciais durante o período de análise.
(Pinto <i>et al.</i> , 2020)	A aplicação da metodologia TPM foi trabalhada e implementada em duas secções, tornos CNC e centros de maquinagem CNC concentrando-se na eliminação de perdas devido a ineficiências. Os principais problemas detetados em relação às células foram eliminados. Foram criados procedimentos de manutenção autónoma, planos de manutenção preventiva e também desenvolvidos horários bem definidos. Os resultados obtidos foram muito positivos: uma diminuição de 23% nas avarias no sector dos tornos CNC e de 38% nos centros de maquinagem CNC. Em termos globais, houve um aumento na disponibilidade das máquinas e o OEE teve um aumento de aproximadamente 5%.
(Au-Yong <i>et al.</i> , 2022)	Este trabalho visou investigar os prós e contras da aplicação da metodologia TPM para encorajar a participação dos trabalhadores em atividades de operação e manutenção de edifícios verdes. Este estudo demonstrou a importância do conhecimento, sensibilização e comunicação para promover a participação dos trabalhadores na operação e manutenção. Também ajudou a planear e conduzir os programas de formação e educação numa direção mais racional antes da implementação da TPM.

### 2.4.2. Objetivos da TPM

A TPM tem como objetivo incorporar os aspetos de manutenção em produtividade. Para assegurar que este objetivo é cumprido, as equipas de produção têm de ter também responsabilidade pelo equipamento devido à sua contribuição para produtividade (Ng *et al.*, 2017).

A metodologia TPM pretende melhorar continuamente a disponibilidade e evitar a degradação do equipamento para alcançar a máxima eficácia. Estes objetivos requerem um forte apoio da gestão, bem como utilização contínua de equipas de trabalho e atividades de pequenos grupos para alcançar melhorias incrementais. Assim sendo, a TPM tem como objetivo maximizar a eficácia do equipamento (melhorando a eficiência global) através do estabelecimento de um sistema abrangente de manutenção produtiva que abrange toda a vida útil do equipamento, incluindo todas as áreas relacionadas com o equipamento (planeamento, utilização, manutenção, etc.) e, com a participação de todos os funcionários da gestão de topo até aos trabalhadores do “chão de fábrica”, para promover a manutenção produtiva através da gestão da motivação ou de atividades voluntárias de pequenos grupos (Mwanza & Mbohwa, 2015).

O principal objetivo da metodologia TPM é obter uma manutenção crítica, trabalhadores qualificados e a trabalhar em conjunto (Jain *et al.*, 2014).

Para se conseguir uma implementação eficaz da TPM há que ter em conta os seguintes objetivos (Pačaiová & Ižaríková, 2019) e (Saxena, 2022):

- Obtenção de uma eficácia elevada do equipamento (OEE elevado);
- Criação de um sistema complexo de manutenção preventiva focado na melhoria contínua;
- Envolvimento de cada trabalhador desde a gestão de topo até ao nível mais baixo como operadores, técnicos de manutenção, entre outros;
- Implementação da manutenção autónoma;
- Manter e melhorar a capacidade do equipamento efetuando a manutenção do equipamento durante todo o seu ciclo de vida;
- Motivação dos empregados, encorajando a sua contribuição.

A TPM é assim uma política de zero defeitos, zero avarias e zero acidentes relacionados com a manutenção em todas as áreas funcionais de organização através da implementação de uma abordagem de ciclo de vida para melhorar o desempenho global dos equipamentos (Virk *et al.*, 2020).

### 2.4.3. Os oito pilares da TPM

As áreas-chave da TPM são abordadas por oito atividades diferentes, popularmente designadas como oito pilares da TPM. Esta metodologia resulta no aumento da produtividade laboral através da diminuição em custos de manutenção e paragens de produção vindo assim reduzido os tempos de paragem (Parikh & Mahamuni, 2015).

Estes oito pilares apoiam a chamada casa TPM onde a fundação é formada pelos 5S, e tem como elementos mais importantes para a implementação da TPM a formação e envolvimento dos funcionários. A Figura 6 representa a estrutura da casa com os oito pilares (Andersson *et al.*, 2015).

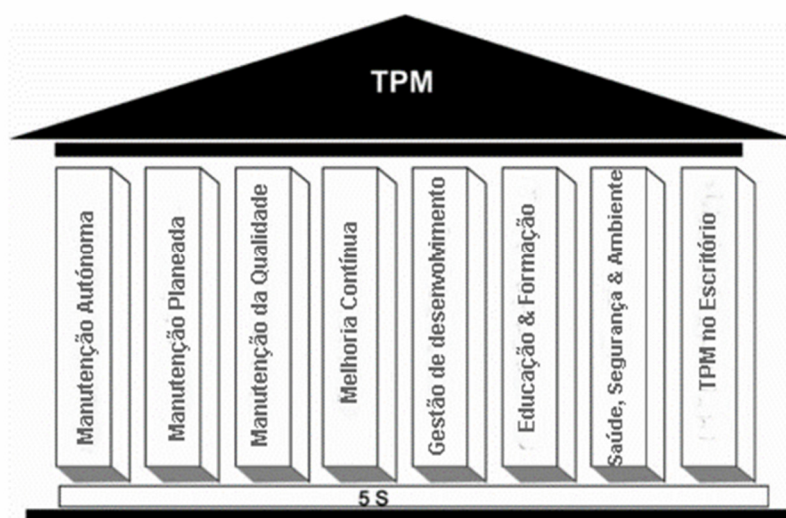


Figura 6 - Os oito pilares da TPM adaptado de (Andersson *et al.*, 2015)

Na tabela 12 é feita uma breve descrição dos oito pilares e referidas as vantagens da utilização dos mesmos.

Tabela 12 – Os oito pilares da TPM e as suas vantagens (Adesta *et al.*, 2018)

Pilares TPM	Descrição	Vantagens
Manutenção Autónoma	Operadores de equipamento responsáveis para a realização de manutenção básica de equipamento	Os operadores sentem-se responsáveis pelos seus equipamentos tornando-os mais fiáveis
Manutenção Planeada	Manutenção programada utilizando o histórico taxa de falha do equipamento	A manutenção pode ser programada quando as atividades de produção são poucas
Manutenção da qualidade	Qualidade enraizada no equipamento para reduzir defeitos	Redução de defeitos e consequente aumento do lucro
Melhoria Contínua (Kaizen)	Utilização de equipas interfuncionais para atividades de melhoria	Melhora a capacidade dos trabalhadores na resolução de problemas
Gestão de desenvolvimento	Conceção de novo equipamento utilizando os conhecimentos do TPM	O novo equipamento atinge a plenitude do seu potencial num período mais curto
Educação & Formação	Colmatar a lacuna de competências e conhecimentos através da formação de todos os trabalhadores	Os trabalhadores adquirem as competências necessárias para lhes permitir resolver os problemas dentro da organização
Saúde, Segurança & Meio Ambiente	Criação de um ambiente de trabalho ideal desprovidos de acidentes e ferimentos	Eliminação de elementos prejudiciais
TPM no Escritório	Divulgação dos princípios para funções administrativas dentro da organização	As funções de apoio compreendem os benefícios destas melhorias

#### 2.4.4. Os 5S como base da TPM

O método 5S é uma filosofia desenvolvida por Hiroyuki Hirano na década de 1980 sob a proteção da Toyota Sistema de Produção, e tem como principal objetivo a remoção dos resíduos da linha de produção (Vasudevan *et al.*, 2022).

Através da implementação da metodologia 5S, a gestão pode construir um ambiente de trabalho seguro e saudável, e pode assegurar o cumprimento das normas, o que promoverá a melhoria da qualidade dentro da organização. O conceito 5S enfatiza a simplificação do ambiente de trabalho gestão de locais de trabalho produtivos, e redução de resíduos enquanto promove a saúde e a segurança (Shahriar *et al.*, 2022). É assim, uma ferramenta que melhora de forma sistemática a organização e o funcionamento do local de trabalho (Kareem & Talib, 2015).

Tendo em conta as características anteriormente referidas, o método 5S é o pré-requisito para a implementação de certas ferramentas de otimização eficazes, tais como a TPM (Shahriar *et al.*, 2022).

Segundo Hama Kareem & Hama Amin, (2017) a TPM começa com os 5S sendo este método a pedra basilar para a implementação do programa TPM, ajudando a minimizar as avarias, aumentando o desempenho e a taxa de qualidade das máquinas, melhorando assim a eficácia do equipamento produtivo. Os problemas não podem ser claramente vistos quando o local de trabalho é desorganizado. A limpeza e a organização do local de trabalho ajudam a equipa a desvendar os problemas. Assim, tornar os problemas visíveis é o primeiro passo de melhoria.

A correta implementação da TPM exige várias ações preliminares, sendo a implementação do 5S o princípio mais importante que deve ser estabelecido antes de implementar a metodologia. Ambos, TPM e 5S pretendem aumentar o desempenho das máquinas e equipamentos, desenvolvendo o conhecimento do pessoal e a habilidade, bem como o seu sentido de responsabilidade (Moradi *et al.*, 2011).

O método 5S é composto por cinco fases que correspondem a cinco palavras japonesas que simbolizam cinco princípios de boa gestão doméstica. Estes cinco princípios destinam-se a racionalizar os processos de fabrico, e a trazer eficiência a qualquer ambiente de trabalho. A lógica subjacente à implementação das fases 5S no local de trabalho é que estas fases são os requisitos básicos para uma elevada eficiência na produção de produtos de melhor qualidade e serviços com pouco ou nenhum desperdício (Kareem & Talib, 2015).

De seguida são apresentadas as 5 fases do método e o seu significado segundo Agung & Hasbullah, (2019) e (Jiménez *et al.*, 2015):

- **Seiri** (organização, ordenação): ordenar todos os artigos existentes, onde os artigos necessários são armazenados, enquanto artigos que não são necessários são removidos. Conservar apenas artigos essenciais;
- **Seiton** (estabelecer uma ordem de fluxo, racionalizar): organizar a disposição dos bens e dar identidade a cada objeto. Tudo tem de estar no seu lugar e identificado, para ajudar na pesquisa de produtos e para eliminar desperdícios;
- **Seiso** (brilho, limpeza): manter todos os artigos limpos e arrumados. Limpar o espaço de trabalho e todo o equipamento, e mantê-lo limpo e arrumado para o próximo utilizador. O processo de limpeza é um processo de inspeção que permite detetar qualquer falha anormal ou potencial;
- **Seiketsu** (normalizar, controlo visual): documentar cada método de trabalho e fazer dos 5S uma parte da cultura empresarial, para além de desenvolver sistemas e procedimentos para a manutenção e monitorizar os primeiros 3S. Assegurar os procedimentos e as configurações ao longo da operação promovendo a permutabilidade;
- **Shitsuke** (sustentar, disciplina e hábito): estabelecer hábitos de procedimentos de melhoria contínua, tornando-os um modo de vida. Ter um compromisso e assegurar a adesão disciplinada a regras e procedimentos.

Recentemente foi introduzido uma nova fase neste método, sendo esta o 6S que significa **Segurança**. Esta fase pretende que todo o pessoal envolvido na implementação do 5S seja sensível à segurança no local de trabalho. Uma consequência natural da introdução da metodologia 5S é a redução sistemática dos riscos, assim, o conceito "zero acidentes e lesões" torna-se viável quando a prevenção de acidentes, identificação e eliminação de riscos é parte integrante do Programa 5S.

Um local de trabalho limpo, bem organizado e com indicações visuais de riscos, é um local de trabalho seguro (Jiménez *et al.*, 2015).

### 2.4.5. Manutenção Autónoma

Como já foi referido anteriormente a Manutenção Autónoma (MA) é um dos pilares do TPM. Apesar de já ter sido feita uma breve referência a este assunto, pela sua pertinência e importância para este trabalho será agora aprofundada neste subcapítulo.

Este pilar segue uma abordagem estruturada da máquina e do processo da manutenção, o que aumenta os níveis de competências dos trabalhadores para compreender, gerir e melhorar os seus equipamentos e processos. O papel dos operadores muda de reativo durante a avaria da máquina para uma manutenção mais pró-ativa na máquina. Isto torna o fluxo do processo mais suave de forma a alcançar condições ótimas para a produção de um produto final de alta qualidade e sem atrasos. A Manutenção Autónoma também elimina pequenas interrupções de equipamento e proporciona a recuperação mais rápida das avarias das máquinas (Workineh & Iyengar, 2014).

Assim, este pilar é a chave para o sucesso da TPM. Através da prática de uma Manutenção Autónoma, os operadores podem inspecionar, limpar, lubrificar, ajustar e até mesmo executar tarefas simples nos seus equipamentos para evitar paragens não planeadas da máquina. A MA determina as funções e tarefas dos operadores de produção para que estes possam executar diariamente com facilidade atividades de manutenção para além da manutenção planeada. Por outras palavras, a MA foi concebida para obrigar os operadores de produção a manterem o seu próprio equipamento de forma independente, sem aviso ou instrução do departamento de manutenção. Tem como objetivo alcançar um elevado grau de limpeza, excelente lubrificação e fixação apropriada para evitar a deterioração e evitar a avaria do equipamento (Shin Min *et al.*, 2011).

A MA é definida como uma manutenção preventiva estratégica centrada no facto de o sistema ser “autónomo”, e efetivamente realizar atividades de manutenção através da cooperação entre o pessoal da manutenção e os operadores para eliminar as fontes que afetam a disponibilidade do sistema. O objetivo predominante é reduzir a disponibilidade do sistema e os custos de avaria e manutenção, o que é conseguido através do cumprimento dos seguintes objetivos (Khan *et al.*, 2020):

- Compreender as funções (e os componentes) do sistema e detetar as causas das anomalias;
- Reconhecer possíveis problemas de qualidade e identificar as suas causas-raízes;
- Detecção atempada de anomalias de auto-reparação.

Isto só é possível porque os operadores no seu trabalho diário ganham experiência e conhecimentos relacionados com o funcionamento e diagnóstico de máquinas e são assim a primeira linha de defesa contra a paragem não programada do equipamento de produção (Molenda, 2016).

Para Workineh & Iyengar, (2014) a MA é um primeiro passo crítico da TPM e os operadores devem ser treinados para colmatar a lacuna de informação entre eles e o pessoal de manutenção, tornando mais fácil para ambos trabalharem como uma equipa.

Assim, podemos classificar as atividades da Manutenção Autónoma em três categorias principais:

1. Formação e educação;
2. Trabalho de equipa;
3. Manutenção do espaço e envolvimento dos funcionários.

Especificamente, estas atividades podem ser divididas em sete fases como podemos ver na Tabela 13. A divisão do processo em fases facilita e organiza a implementação e permite focar os objetivos estabelecidos para cada etapa (Molenda, 2016).

Tabela 13 – Os sete passos para a implementação da Manutenção Autónoma

Passos	Descrição
Passo 1	Limpeza inicial dos equipamentos. O objetivo da etapa é a limpeza completa do equipamento dentro e fora.
Passo 2	Remoção de fontes de poluição e locais de difícil acesso, de forma a detetar, remover ou reduzir fontes de poluição e locais de difícil acesso, o que facilitará a limpeza da máquina e o acesso a áreas críticas.
Passo 3	Introdução de normas visuais de limpeza, lubrificação e aperto de folgas.
Passo 4	Vista geral da máquina. Nesta fase, os operadores aprenderão como realizar a inspeção dos mecanismos básicos da máquina. A transferência de conhecimentos requer a criação de manuais.
Passo 5	<i>Check-up</i> automático. Esta fase combina as normas de limpeza e lubrificação desenvolvidas na fase 3 e a inspeção das máquinas da fase 4 num equipamento de inspeção geral padrão.
Passo 6	Garantia de qualidade. Nesta fase, as ações são reforçadas com operações destinadas a assegurar a qualidade dos produtos O papel da gestão consiste em melhorar as normas e a verificação da sua aplicação.
Passo 7	Melhoria contínua. A etapa 7 é um passo no melhoramento dos sistemas que foram desenvolvidos nas etapas anteriores. Os operadores continuam a adquirir novas competências e a trabalhar em equipa, utilizando os dados para analisar os problemas, detetar as causas profundas e melhoria de processos.

#### 2.4.6. Manutenção *Lean*

O termo Manutenção *Lean* apareceu na última década do século XX. Podemos definir Manutenção *Lean* como uma operação de manutenção proactiva que emprega atividades de manutenção planeadas e programadas através da prática da manutenção produtiva total (Mostafa *et al.*, 2015).

A Manutenção *Lean* envolve a melhoria tanto da fiabilidade como da qualidade do equipamento, reduzindo o tempo de paragem mecânica. Por outras palavras, a Manutenção *Lean* é um pré-requisito para uma produção *Lean*, uma vez que, para atingir elevados padrões de qualidade dos produtos, o equipamento tem de estar em boas condições, para que não existam problemas nos processos de fabrico (Ng *et al.*, 2017).

A Manutenção *Lean* adota e utiliza os princípios da filosofia *Lean* na Manutenção (Mostafa *et al.*, 2015). Esta filosofia baseia-se no conceito de 'fazer mais com menos' (Dieste *et al.*, 2020), e surgiu como um sistema de gestão com o objetivo de desenvolver processos tendo em vista a redução contínua de desperdícios ao longo do processo. Esta filosofia é baseada no *Toyota Production System* (TPS), mas cujos princípios podem ser aplicados a qualquer atividade industrial (Neves *et al.*, 2018).

A filosofia *Lean* assenta em cinco princípios principais: (1) fluxo de produção, que se baseia na análise do ambiente físico e nas mudanças que podem ser feitas para melhorar o movimento através dos processos; (2) organização, que se centra na função de cada trabalhador, procurando técnicas de melhoria no trabalho e desenvolvendo a comunicação; (3) controlo dos processos, que é a forma de controlar, estabilizar e melhorar os processos industriais; (4) métricas, que é a utilização de indicadores e estatísticas para medir o desempenho da empresa; e (5) logística, que se baseia em mecanismos de planeamento para gerir o fluxo de materiais (Geraldo *et al.*, 2022).

Além disso, devido à intensa pressão atual para utilizar os recursos de maneira otimizada, o *Lean* procura a redução de atividades sem valor agregado nas empresas e classifica-as como desperdício (Dieste *et al.*, 2020).

Assim, o conceito *Lean* surge da remoção de desperdícios desnecessários que contribuem para a produtividade e maximização de lucros (Ng *et al.*, 2017).

#### 2.4.7. Desperdícios na Manutenção

Desperdício é a menor ação ou atividade que não aumentará nenhum custo para o produto, ou podemos dizer, desperdício é qualquer processo indesejado que reduzirá o valor do produto (Sharma & Khatri, 2021).

A existência de desperdícios pode levar a um aumento cada vez maior do custo e tempo para os clientes no que diz respeito aos seus pedidos/metabolos/objetivos. A existência de um sistema causador de desperdício incapaz de atingir a sua excelência operacional, necessita que a causa raiz do desperdício seja identificada e tratada (Sutrisno *et al.*, 2018).

Os desperdícios podem ser classificados em três tipos principais, nomeadamente, Muda, Muri e Mura em japonês. Muri concentra-se na minimização de trabalhos pouco razoáveis e Mura enfatiza a eficácia da implementação de estratégias (Ng *et al.*, 2017). Taiichi Ohno identificou os sete tipos iniciais de desperdícios Muda: Transporte, Inventário, Movimento, Espera, Sobreprodução, Sobre processamento e Defeitos (Sharma & Khatri, 2021).

Sharma & Khatri, (2021) e (Gojković *et al.*, 2017) identificam um oitavo desperdício que não foi desenvolvido pela *Toyota*, e que foi criado pelas indústrias *Western* nos anos 90. Este desperdício "Competências" refere-se há não utilização do talento e sabedoria dos trabalhadores.



Figura 7 - Os oito desperdícios *Lean* adaptado de (Gojković *et al.*, 2017)

Na Figura 7 são identificados os 8 desperdícios *Lean*. Estes desperdícios são atividades que consomem recursos e pelas quais o cliente não está disposto a pagar. Cada desperdício, afeta significativamente o tempo de produção, o preço e a qualidade do produto (Gojković *et al.*, 2017).

De seguida são definidos e explicados os 8 desperdícios (Gojković *et al.*, 2017) e (Sharma & Khatri, 2021):

**Espera** representa um desperdício de tempo produtivo. A espera desnecessária ocorre nas seguintes situações: quando o trabalhador está à espera que o material seja entregue, quando o item de trabalho está à espera porque a máquina não está livre, quando o item de trabalho está à espera devido a sobreprodução, quando o item de trabalho tem de ser retrabalhado devido a má qualidade de processamento, devido ao incomparável desempenho dos trabalhadores/máquinas, falhas da máquina, espera de informação, etc.

**Transporte** implica um movimento indesejado do produto durante o fabrico. O transporte desnecessário leva frequentemente a múltiplas manipulações e movimentos excessivos.

**Defeitos** implica quaisquer defeitos nos produtos ou serviços. Defeitos são produtos ou serviços que não satisfazem as especificações ou expectativas do cliente, causando insatisfação do cliente.

**Sobreprodução** significa produzir mais produtos mesmo antes de haver uma necessidade real. Este é um dos resíduos mais graves da empresa. Este desperdício provoca a contratação de espaço de armazenamento e de meios de transporte.

**Movimento** representa cada movimento desnecessário que os trabalhadores têm de realizar durante o seu trabalho. Qualquer movimento excessivo de trabalhadores, veículos, ou maquinaria requer desperdício em movimento.

**Sobre processamento** são operações ou ações desnecessárias que não aumentam a qualidade ou que aumentam a qualidade que não é exigida pelo cliente e que, como tal, o cliente não está disposto a pagar. Muito frequentemente os trabalhadores não são capazes de identificar este tipo de desperdícios porque devido a obrigações diárias não podem pensar se é necessário alterar a forma como as atividades são realizadas.

**Inventário** cria custos de armazenamento significativos e, por conseguinte, reduz a competitividade da empresa ou o fluxo de valor em que eles existem. Os inventários são considerados uma despesa desnecessária nos conceitos de gestão modernos.

**Competências** é um desperdício desenvolvido quando a gestão não identifica as competências dos seus trabalhadores na organização e subutiliza as pessoas. Este desperdício implica ignorar ideias dos trabalhadores e a sua contribuição criativa, a fim de melhorar os processos de produção ou não contratar trabalhadores para criar novas ideias. É muito difícil otimizar o processo sem a ajuda de trabalhadores da linha da frente, isto porque, o trabalhador que executa o trabalho no chão de fábrica reconhece primeiro os problemas e tem as soluções para esse problema.



## 3. MÉTODOS E APLICAÇÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos com a implementação dos conceitos e ferramentas teóricas descritas no capítulo anterior. Aqui serão mostradas as estratégias utilizadas para alcançar os objetivos definidos tendo em conta o modelo de gestão da manutenção utilizado na *Super Bock Group*, mais precisamente na linha 6 da unidade de Leça do Balio.

Este trabalho focou-se em 4 pontos principais os quais foram considerados fundamentais para melhorar todo o processo da manutenção na linha em questão. Esses pontos foram:

- Análise do OEE;
- Aplicação da Manutenção Autónoma;
- Aplicação da metodologia dos 5S;
- Análise dos desperdícios na manutenção.

Assim, após a identificação dos problemas é feita a implementação de métodos para a sua resolução, terminando numa identificação, implementação e análise crítica de potenciais melhorias.

### 3.1. Caracterização da Empresa

O *Super Bock Group* é a maior empresa portuguesa de bebidas refrescantes cuja atividade central assenta nos negócios das cervejas e das águas engarrafadas. Está presente também nos segmentos de refrigerantes, vinhos, na produção e comercialização de malte e no negócio do turismo, detendo dois ativos de referência na região de Trás-os-Montes: os Parques Lúdico-Termais de Vidago e Pedras Salgadas. Possui várias marcas conhecidas e uma vasta gama de produtos.

A empresa está sediada em Leça do Balio, mas ganha corpo numa geografia mais alargada. A produção de cerveja e sidras está centralizada na sede, mas existem mais 12 centros de produção em locais estratégicos, distribuídos pelo país, que incluem a produção de sumos, refrigerantes e de vinhos e ainda a captação e engarrafamento de água, vendas e operações.

No organograma da Figura 8 pode ser visualizada estrutura organizacional geral do Grupo *Super Bock*.

No *Super Bock Group*, o centro produtivo de Leça do Balio como pode ser visualizado na Figura 9 é subdividido em 4 serviços funcionais: Mini Fábrica, Serviço de Produção, Serviço de Enchimento e Serviço de Manutenção e Utilidades (SMU). A Mini Fábrica tem como atividade a produção e enchimento de pequenas quantidades de produto. No Serviço de Produção efetua-se a produção de cerveja para que o serviço de enchimento proceda ao seu enchimento e embalamento.

O Serviço de Manutenção e Utilidades é responsável pelo fornecimento de energia e fluidos essenciais aos processos produtivos gerindo em paralelo as atividades de captação de águas e manutenção do património edificado, centrais de energia e fluidos (estes a encargos de empresas subcontratadas) e dos equipamentos dos serviços de manutenção. Na Figura 8 é possível ver o organograma geral da empresa.

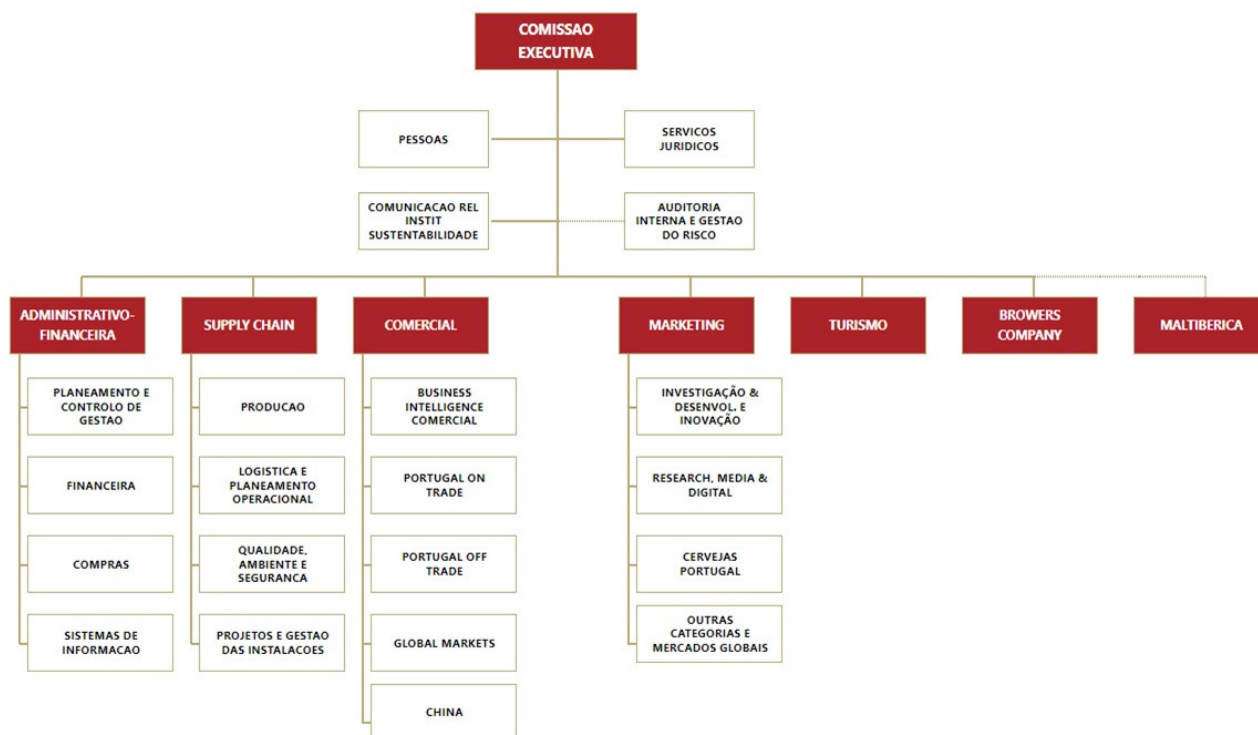


Figura 8 – Organograma geral do *Super Bock Group*

Na Figura 9, está apresentado o organograma do centro produtivo de Leça do Balio, onde o trabalho prático será desenvolvido.



Figura 9 – Organograma Centro produtivo de Leça do Balio

Interessa destacar em pormenor os Serviços de Manutenção da Unidade (SMU) de Leça do Balio envolvidos no presente projeto e que podem ser visualizados no organograma da Figura 10.

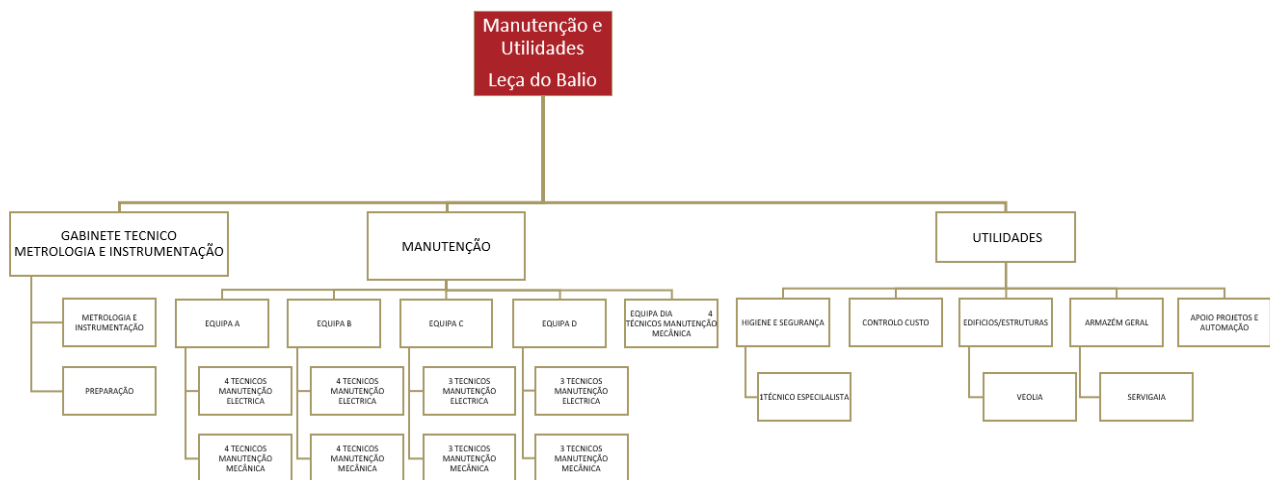


Figura 10 – Organograma SMU de Leça do Balio

O SMU-Gabinete Técnico, Metrologia e Instrumentação alberga um técnico responsável pelo controle dos processos produtivos e pela garantia da qualidade dos equipamentos utilizados nos mesmos. Aqui também estão colocados 5 preparadores que têm como função a preparação de trabalhos de melhoria, gerar e acompanhar os planos preventivos e criar listas técnicas.

O SMU-Manutenção é constituído por 4 equipas, estas são constituídas por técnicos de manutenção elétrica e manutenção mecânica. Existe apenas uma equipa diurna com técnicos de manutenção mecânica. Estas equipas são geridas por um responsável que pertence à equipa, que sucedem hierarquicamente aos dois técnicos superiores responsáveis pela manutenção.

### 3.2. O Processo de enchimento de cerveja

De modo a fomentar uma melhor compreensão do projeto, torna-se necessário entender o funcionamento do processo produtivo do enchimento de cerveja. De seguida será descrito o processo de enchimento realizado na linha onde será implementado o projeto.

Esta linha pode funcionar alternadamente com enchimento de garrafas ou de lata. Sendo o processo em tudo semelhante e utilizando os mesmos equipamentos ou semelhantes, é feita a descrição apenas para o enchimento de garrafas.

Após a finalização da produção de cerveja esta é colocada sob condições que vão permitir que se mantenha preservada até o processo de enchimento. Assim sendo, é armazenada em Tanques de Cerveja Filtrada (TCF's) onde permanecerá com condições de temperatura e pressão controladas.

O processo de enchimento é efetuado de acordo com o Plano Semanal de Enchimento, onde consta a informação relativa a quantidades e referências necessárias.

Este processo inicia-se com a despaletização de garrafas e a sua colocação nos transportadores da linha de enchimento. Segue-se uma inspeção automática em equipamento apropriado para garantir a rejeição de garrafas com defeitos que possam condicionar o produto final ou o seu

consumo. Posteriormente as garrafas são conduzidas a uma sopradora de ar para a remoção de eventuais contaminantes presentes no seu interior. Concluída esta etapa estão reunidas as condições adequadas ao enchimento pelo que as garrafas são encaminhadas à enchedora e devidamente cheias com cerveja proveniente dos TCF's. Imediatamente a seguir passam por uma operação de espumagem para remover o oxigénio do espaço vazio da garrafa e capsuladas. Um controlo automático é realizado depois da operação de capsulagem para efetivar a exclusão de garrafas sem cápsula.

A validade do produto é garantida através de um processo de pasteurização efetuado no pasteurizador, para onde foram transportadas as garrafas. Sequencialmente procede-se à rotulagem da embalagem e marcação de validade a laser com posterior inspeção automática para efeitos de controlo de qualidade da rotulagem e nível de enchimento.

As garrafas são então transportadas para uma máquina que embala as garrafas em *pack* e posteriormente para uma embaladora onde os *packs* são compilados em caixa ou tabuleiro. De seguida as garrafas são conduzidas a uma etiquetadora onde é aplicada uma etiqueta com lote e código de barras para leitura em circuito comercial. As embalagens finais passam por um controlo automático de qualidade antes de serem conduzidas aos equipamentos de paletização, envolvimento e etiquetagem de paletes e posterior envio para armazém.

### 3.3. Caraterização do local de desenvolvimento do Projeto

Para dar início a este trabalho foi efetuado um estudo tendo em conta o número de ocorrências de avarias e a sua duração. Da recolha de dados efetuada através do número de ocorrências de avarias versus a duração de avarias no ano 2022 e início 2023 (até março), verifica-se que tanto a Linha 2 (L2) e a Linha 6 (L6) (Figura 11) são as que mais ocorrências apresentam, em relação à duração de avarias.



Figura 11 – Gráfico de duração avaria versus número de ocorrências ano 2022

Já em 2023 (Figura 12) a L6 destaca-se sendo a terceira com maior número de ocorrências, e com tempos de avaria maiores. Sendo a L6 uma das linhas com maior número de ocorrências, foi a selecionada para o desenvolvimento da implementação da metodologia TPM.

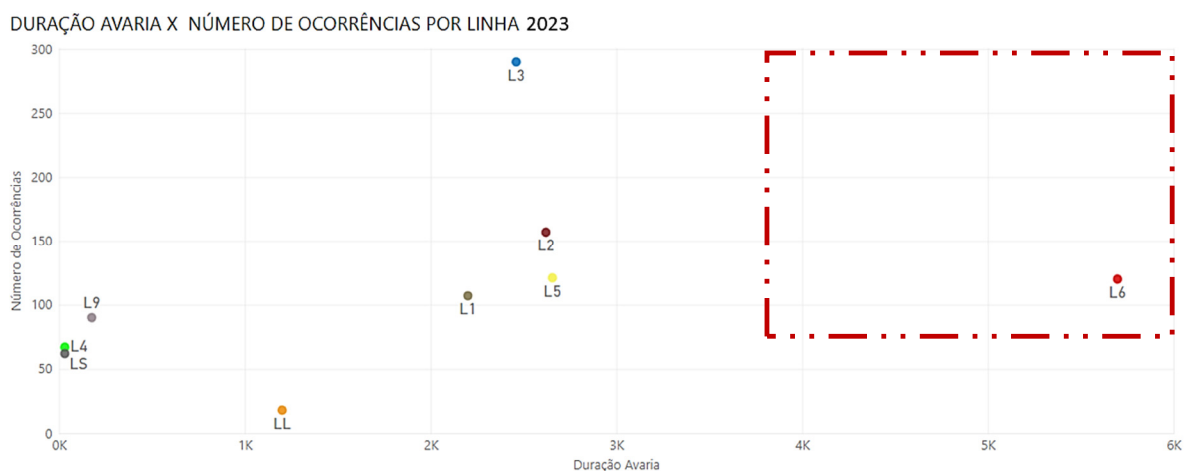


Figura 12 – Gráfico da duração avaria *versus* número de ocorrências ano 2023

A linha 6 é uma linha de enchimento dedicada ao enchimento de cerveja, em garrafas de vidro ou alumínio de tara perdida e lata.

Encontra-se equipada de forma a poder efetuar o enchimento de sessenta e seis referências distintas. Distingue-se pela sua flexibilidade de trabalhar com garrafas com variadas volumetrias, concretamente, garrafas de 25cl, 33cl, 0.5l, 0.66cl e 1l. Após o enchimento estas garrafas podem ser acondicionadas sob a forma de *packs*, caixas ou tabuleiros. Os *packs* podem ser ainda compilados em caixas, tabuleiros ou manga plástica retráctil para depois serem colocados em paletes.

Esta linha está repartida em 2 pisos, estando a secção de fornecimento de garrafas e escoamento de produto final no piso inferior, e situados no piso superior, todos os equipamentos destinados ao processamento de cerveja e acondicionamento de garrafas. Seguindo a sequência de operação do processo de enchimento, são descritos na Tabela 14 os equipamentos produtivos presentes na linha 6.

Tabela 14 – Equipamentos Produtivos da linha 6



Equipamento	Descrição	Imagem
Despaletizadora	Equipamento responsável pela operação de desmantelamento das paletes de garrafas, depois de desfardadas manualmente, e colocação das garrafas em linha.	
Ascensor de garrafas	Equipamento destinado à elevação de garrafas colocadas em linha ao piso superior para enchimento.	

Tabela 14 – Equipamentos Produtivos da linha 6 (cont.)

Equipamento	Descrição	Imagem
Inspetor de garrafas vazias	Equipamento de inspeção de garrafas vazias para despiste de defeitos que possam colocar em causa a qualidade do produto ou a segurança alimentar do mesmo. Possui um mecanismo de segregação das garrafas consideradas impróprias.	
Sopradora	Equipamento destinado à remoção de contaminantes no interior da garrafa antes da ação de enchimento. Promove a eliminação de resíduos por via do sopro de garrafas com ar comprimido.	
Enchedora	Mecanismo responsável pela operação de enchimento de garrafas propriamente dita. Realiza o enchimento através de um conjunto sequencial de passos para criar as melhores condições de enchimento.	
Capsulador	Equipamento responsável pela selagem da garrafa, imediatamente a seguir à operação, pela aplicação de cápsula nas garrafas. Na linha 6 existem dois capsuladores um destinado à aplicação de cápsula de rosca e outro à cápsula de coroa ou <i>pull off</i> .	
FMS	Equipamento de inspeção de garrafas cheias para despiste de defeitos que possam colocar em causa a qualidade do produto ou a segurança alimentar do mesmo. Possui um mecanismo de segregação das garrafas consideradas impróprias.	
Pasteurizador	Equipamento que efetiva a validade do produto por um ano através da sujeição deste a um procedimento completo de pasteurização.	
Secador de garrafas	Equipamento de secagem da cápsulas e garrafas após o procedimento de pasteurização para permitir a correta rotulagem prevenindo, em simultâneo, a oxidação da cápsula.	

Tabela 14 – Equipamentos Produtivos da linha 6 (cont.)

Equipamento	Descrição	Imagem
Inspetor de nível cheio	Equipamento de inspeção de garrafas cheias já pasteurizadas para despiste de defeitos que possam colocar em causa a qualidade do produto ou a segurança alimentar do mesmo. Possui um mecanismo de segregação das garrafas consideradas impróprias.	
Rotuladora	Máquina responsável pela rotulagem da garrafa. Possui três módulos distintos de rotulagem de funcionamento independente que aplicam rótulos conforme as necessidades da referência. Dispõe ainda de um elemento de controlo inspetivo da rotulagem com unidade de rejeição por falha da mesma.	
Conformadora de Packs (MEAD)	Equipamento responsável pela divisão e acondicionamento das garrafas em packs de quatro, seis ou dez unidades. A máquina conforma em torno das garrafas os packs e promove a sua colagem.	
Encartonadora (KISTERS)	Mecanismo de conformação de caixas ou tabuleiros para a compilação dos packs. Permite, paralelamente, o embalamento direto de garrafas em caixas de quinze, vinte ou vinte e quatro unidades ou tabuleiros de seis unidades. Realiza, quando necessário, o envolvimento de tabuleiros ou conjuntos de quatro packs em manga plástica retráctil.	
Marcadora laser	Responsável pela marcação a laser com informação do lote, validade nas unidades de produto acabado.	
Inspetor caixa/tabuleiro	Responsável pela verificação da presença de garrafas/marcação laser e imagem.	
Rejeitador caixa/tabuleiro	Responsável por retirar produto não conforme.	

Tabela 14 – Equipamentos Produtivos da linha 6 (cont.)

Equipamento	Descrição	Imagem
Etiquetadora de topo	Responsável pela colocação da etiquetagem com informação do lote, validade e código de barras nas unidades de produto acabado.	
Descensor Apolo	Mecanismo de transporte de unidades finais de produto ao piso inferior da linha para paletização.	
Divisor	Mecanismo de transporte de unidades dividindo caixas ou tabuleiros para 2 pistas para paletização.	
Virador	Mecanismo de transporte de unidades rodando caixas ou tabuleiros para 2 pistas para paletização.	
Paletizadora	Permite a obtenção de paletes o equipamento procede à organização e construção dos andares de paletização de produto acabado.	
Envolvedora	Equipamento responsável por envolver em manga plástica o produto acabado organizado sobre a forma de palete.	
Etiquetadora de Paletes	Máquina de colocação de etiquetas com informação de lote e descrição de produto para permitir o controlo informático das movimentações logísticas.	

Ainda na área dedicada à linha 6, existe um gabinete para a realização de reuniões diárias, uma sala destinada aos equipamentos de fornecimento de cápsulas aos capsuladores e um pequeno armazém para os produtos consumíveis a utilizar no decorrer da semana corrente de produção. O *layout* da linha 6 pode ser consultado no Anexo A.

É importante referir que a linha 6 opera em regime de laboração contínua com a atividade dividida por dois turnos diários de doze horas escalados entre quatro equipas de operação, cada uma constituída por cinco elementos. É também recorrente a contratação de mão-de-obra externa, quer por intermédio de prestadores de serviços quer por trabalhadores temporários.

As operações de manutenção são asseguradas pelo serviço manutenção ou prestadores de serviços externos consoante o seu âmbito de execução.



Figura 13 – Aspeto geral do Piso 1 da linha 6

### 3.4. Tipos de Manutenção *Super Bock Group*

No *Super Bock Group* e nomeadamente na linha em que nos vamos focar (linha 6) são realizados dois tipos de manutenção, a Manutenção Corretiva e a Manutenção Preventiva. Nas ações de Manutenção Preventiva está também inserido a manutenção de melhoria. A Manutenção Corretiva está dividida em manutenção corretiva planeada e manutenção corretiva imediata. A realização destes tipos de manutenção é auxiliada pela ferramenta SAP R/3, o *software* de gestão adotado pelo Grupo.

#### 3.4.1. Manutenção Corretiva

A Manutenção Corretiva é efetuada sempre que existe uma avaria num equipamento e é necessário criar uma ordem de manutenção. A Manutenção Corretiva passa pelas seguintes etapas:

1. Detecção da anomalia;
2. Pedido de manutenção;
3. Análise do pedido;
4. Criação de ordem de manutenção;
5. Execução e confirmação da ordem de manutenção;
6. Confirmação da resolução do problema (cliente).

#### Manutenção corretiva planeada

O cliente do serviço (qualquer pessoa que esteja incluída no sistema de produção ou assistência) após detetar uma avaria, informa a área de manutenção através da criação de uma Nota de Manutenção (Nota M1, ME ou MS, sejam elas referentes a Pedidos, Edifícios ou Segurança,

respetivamente). Após a receção da nota, o serviço de manutenção analisa-a e decide a necessidade de efetuar uma intervenção.

Caso seja necessário efetuar uma intervenção, é criada uma Ordem de Manutenção **ZPM1**, ordem de manutenção corretiva planeada, onde irá, entre outros, reservar o material e o pessoal necessário para executar a tarefa. Após a realização da tarefa pelo técnico de manutenção este terá de fazer a confirmação da execução. Após este processo, o serviço irá aguardar o *feedback* de quem fez a solicitação do pedido e, caso a avaliação seja positiva, dar-se-á por concluído o processo, encerrando a nota e a ordem previamente criadas. Caso seja negativo, o serviço de manutenção irá de novo reservar pessoal para voltar a executar o trabalho.

#### **Manutenção corretiva imediata**

Caso o problema detetado seja um problema grave e envolva paragem de produção, a notificação do problema é feita por criação de nota através aplicação *Smartplant* e por telefone. O técnico ao receber o pedido vai ativar a ordem e começa o seu registo de tempos, após o problema estar solucionado, o técnico finaliza o processo ativando o campo conclusão do trabalho. Neste caso a nota criada é uma **M2** e a ordem criada trata-se de uma **ZPM2**, ordem de manutenção corretiva imediata.

### **3.4.2. Manutenção preventiva**

A Manutenção Preventiva é efetuada de acordo com os planos de manutenção existentes dos equipamentos de uma forma planeada com periodicidade de tempo, sendo efetuada pelos técnicos de manutenção, e de vez em quando sendo necessário por subcontratação de empresas externas devido à falta de mão de obra ou de conhecimento.

Assim, o preparador de manutenção é o responsável por programar Ordens **ZPM3**, ordens de manutenção preventiva, a serem realizadas nos equipamentos. Após este processo, notifica os responsáveis de manutenção da lista de tarefas a realizar que preparou. De seguida, os responsáveis de manutenção entregam os trabalhos ao técnico de manutenção que deverá executar e registar o seu trabalho de modo a confirmar os recursos utilizados, ficando assim o processo de manutenção preventiva realizado.

#### **Manutenção de melhoria**

Sempre que se verifique e seja necessário são programadas e efetuadas ações de manutenção de melhoria, ações essas que visam a modificação ou alteração de determinado equipamento com o objetivo de melhorar o seu desempenho, a sua segurança de funcionamento e a sua adequabilidade, sem modificar a função requerida.

### **3.4.3. Análise da Manutenção Preventiva na linha 6**

Através de uma análise efetuada a dados retirados de abril de 2022 a março de 2023, verificou-se que a percentagem de ordens de trabalho efetivadas de manutenção corretiva imediata é muito superior à percentagem de ordens de trabalho para a manutenção preventiva (planos preventivos sistemáticos), havendo ainda a existência de uma pequena percentagem de manutenção corretiva planeada, conforme ilustra o gráfico da Figura 14.



Figura 14 – % de ordens de trabalho realizadas de abril 2022 a março 2023

Assim sendo, a Manutenção Corretiva imediata é predominante na linha 6, originando perdas devido às paragens prolongadas das máquinas mais importantes para o sistema produtivo. Um dos focos deste trabalho será aumentar as intervenções preventivas para desta forma evitar as paragens não planeadas que geram atrasos na produção e conseqüentemente acarretam custos desnecessários.

Verificou-se também, que não existem implementadas técnicas para desenvolver a Manutenção Autônoma nos postos de trabalho. Torna-se assim vital, a implementação deste pilar do TPM para minimizar as paragens para intervenções, quer de manutenção corretiva quer de preventiva, e desta forma aumentar a disponibilidade operacional dos ativos.

#### 3.4.4. Análise do histórico de avarias da linha 6

Tendo em conta que este trabalho tem por base a melhoria da eficiência dos equipamentos através da redução das avarias, foi feito um estudo recorrendo a duas ferramentas: SAP R/3 e Jornal de Bordo. O SAP R/3 como já foi referido anteriormente é o *software* de gestão adotado pelo Grupo, sendo o Jornal de Bordo um instrumento informático em que uma das ferramentas contém o registo das várias perturbações ao funcionamento normal da linha e está inserido na base de dados do *PowerBi* (*software* utilizado pela empresa).

Assim, constatou-se que a Linha 6 tem vindo a diminuir o indicador de desempenho OEE desde o ano de 2020 apresentando uma descida mais acentuada no ano de 2023. Já a taxa da avarias tem um comportamento inverso ao OEE, tem vindo a aumentar e de forma acentuada no ano de 2023, como pode ser verificado no gráfico da Figura 15.

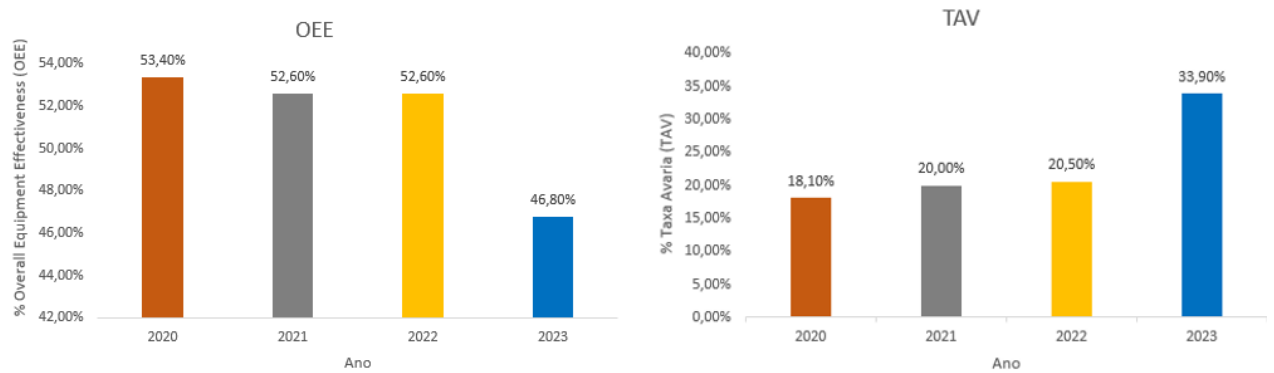


Figura 15 – Análise do OEE versus taxa de avarias na L6

De forma a compreender melhor a evolução da taxa de avarias é apresentado na Figura 16 a evolução mensal desde o ano de 2020 até ao primeiro trimestre do ano de 2023.

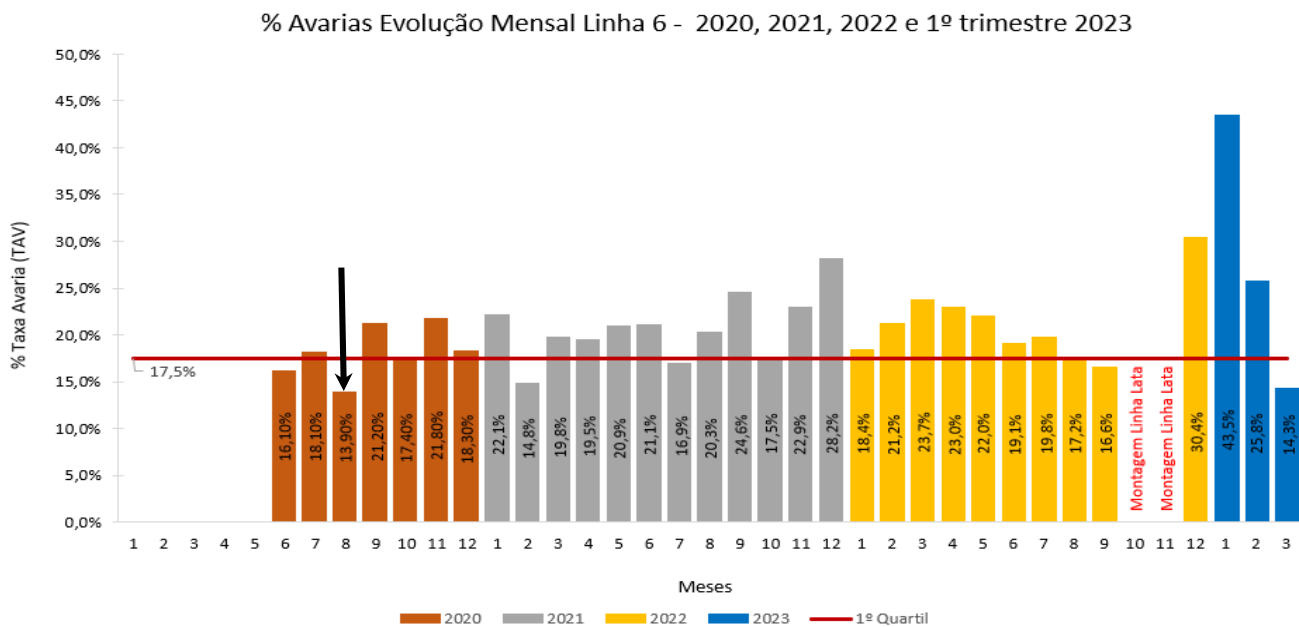


Figura 16 – Evolução mensal das avarias na L6

Assim sendo, verificou-se que o menor valor de percentagem de taxa de avarias foi registado em agosto 2020 com 13,9%, sendo esta uma das metas a alcançar para redução desta mesma taxa.

Outra meta que é visível, é a que se encontra assinalada como 1º quartil (17,5%), sendo esta definida como o objectivo principal a ser alcançado.

Verificou-se que nos meses de outubro e novembro de 2022 não existe qualquer registo de taxa avaria. Este facto foi devido à linha ter estado parada para a montagem de uma linha de produção de lata. Esta linha funcionará de uma forma alternada, ou seja, só é possível ter produção de garrafa ou produção de lata.

A evolução da taxa de avaria após a montagem da linha de lata, atingiu os seus valores mais altos, sendo o pior no primeiro mês de 2023, com 43,5% de taxa avaria. Este facto foi devido aos equipamentos terem estado muito tempo parados e o arranque da linha não ter sido realizado nas melhores condições possíveis.

Considerando o objetivo principal e fazendo a comparação do valor do primeiro quartil (17,5%) com a taxa de avarias dos diversos anos no gráfico da Figura 17, conseguimos verificar que é possível obter uma redução para o ano de 2022 de 3%. Em 2023 verifica-se uma redução ainda maior, sendo de 6,6%.

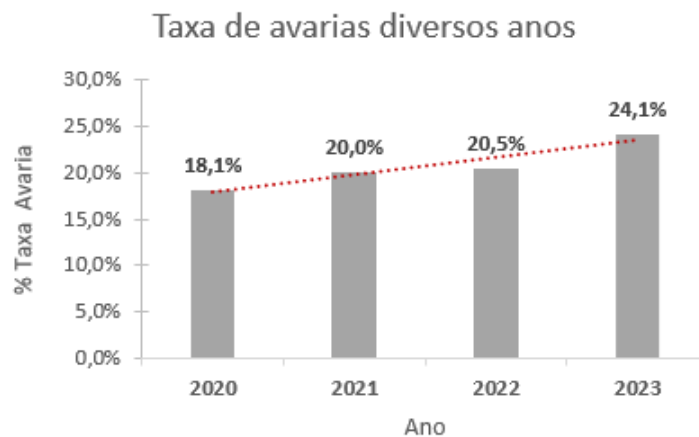


Figura 17 – Taxa de avarias (%) de 2020 a 2023 na L6

Para o estudo desenvolvido, foi considerado o período de abril 2022 a março 2023. Desta forma, conseguimos trabalhar com os valores mais próximos da atualidade.

Tendo em conta a distribuição de tempos da linha 6, obteve-se os seguintes resultados relativos à composição dos tempos da linha 6, estes estão apresentados no gráfico da Figura 18, em que:

- 61178 minutos = 1019,63 horas representam o tempo total de avaria;
- 76082 minutos = 1268,04 horas representam o tempo total a outras paragens.

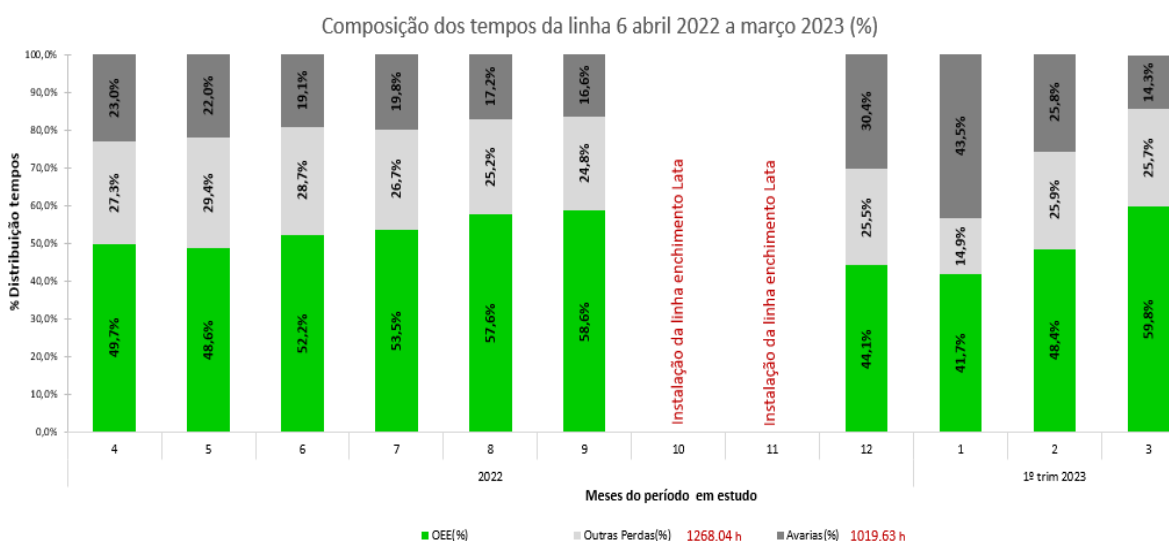


Figura 18 – Composição dos tempos na L6, de abril 2022 a março 2023

Conclui-se que o tempo de outras paragens é mais elevado do que o da avaria, mas pode estar subdividido em categorias diferentes. Este facto torna assim mais assertivo o impacto das acções sobre avarias para o aumento OEE como é apresentado na Figura 19.

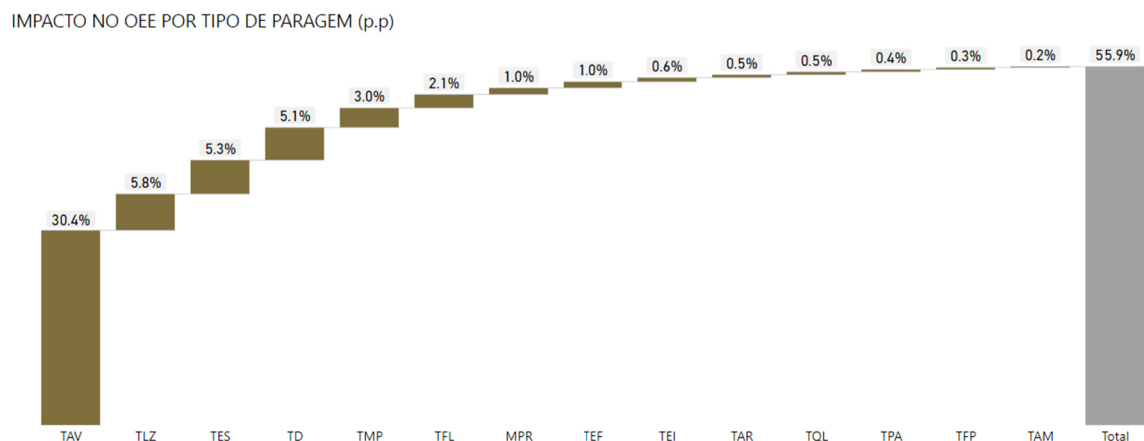


Figura 19 – Visão cascata do impacto no OEE por tipo de paragem-subcategorias

Analisando o histórico de avarias na Linha 6, desde abril 2022 a março de 2023, foi possível identificar os ativos com mais paragens por avaria. Esta identificação é possível com a observação do gráfico apresentado na Figura 20.

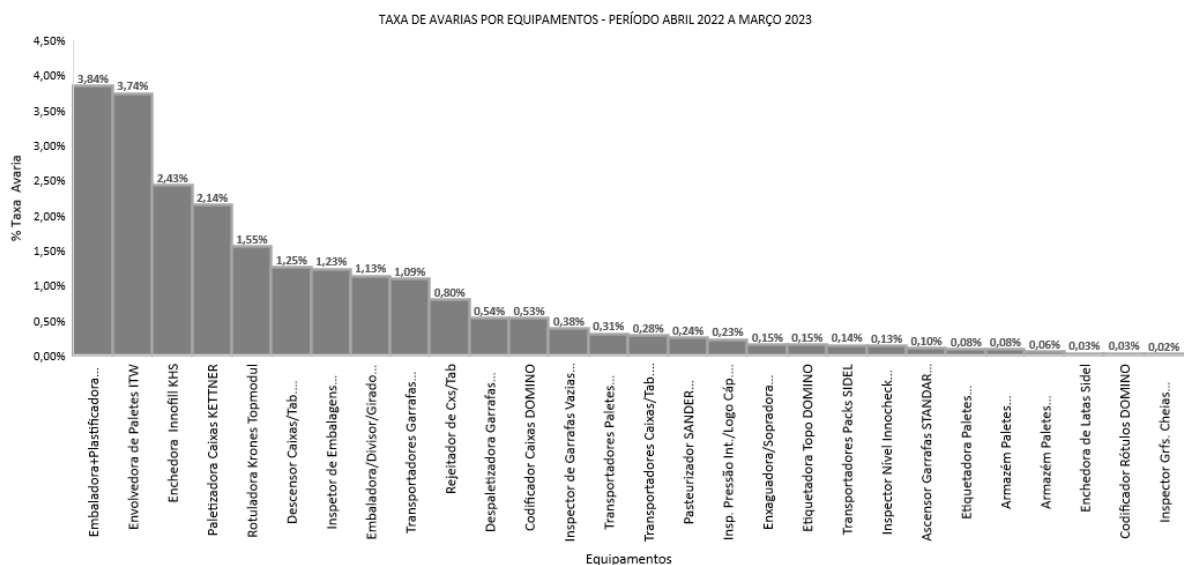


Figura 20 – % Taxa avaria por equipamento na L6, de abril a dezembro 2022

### 3.5. Reconhecimento dos Problemas

O primeiro passo para a realização deste trabalho foi realizado através da aplicação da metodologia *Action Research*, através da observação, identificação e análise dos problemas. A primeira etapa consistiu na recolha de informação no *software* utilizado, e posteriormente foi realizado uma análise às principais necessidades e levantamento das dificuldades do serviço.

Foi efetuado um estudo ao estado da manutenção da L6, onde foi realizada uma análise e verificação de todos os planos de manutenção existentes e quais necessitavam de ser criados de raiz. Foram analisados os equipamentos referentes à linha e foi efetuado um estudo dos pedidos e ordens de trabalho existentes, de forma a detetar problemas de funcionamento.

Após a deteção de algumas anomalias, através de *brainstorming*, foram efetuadas reuniões de forma a obter soluções para os problemas.

Na Tabela 15, pode-se observar quais os problemas detetados e a respetiva sugestão de resolução.

Tabela 15 – Identificação dos problemas e respetivas soluções

Problema	Solução
<b>Planos de manutenção Preventiva desadequados ou inexistentes</b>	Criação de planos de manutenção para alguns equipamentos e fazer ajustes nos já existentes melhorando-os
<b>Planos de Manutenção desajustados</b>	Reformulação do tipo de periodicidade da manutenção preventiva dos equipamentos
<b>Inexistência de Manutenção Autónoma</b>	Criação de um plano de MA e informação aos operadores
<b>Não cumprimento dos planos de Manutenção Preventiva</b>	Sensibilização dos técnicos e respetivas chefias para a realização das tarefas preventivas e execução do registo final de confirmação das tarefas executadas
<b>Tempos de Reparação demorados</b>	Melhor distribuição das tarefas pelas equipas e disponibilização de informação sobre os equipamentos e tarefas a realizar
<b>Pouca utilização de KPI's</b>	Facilitar a análise dos indicadores e dos respetivos valores através da criação de parâmetros automáticos e manuais bem definidos

#### 3.5.1. Análise SWOT

Para perceber e fazer uma análise dos pontos positivos e negativos relativamente à manutenção da linha 6 e aos seus colaboradores, que se traduzem em oportunidades e ameaças, foi realizada uma análise SWOT que se encontra ilustrada na Figura 21.

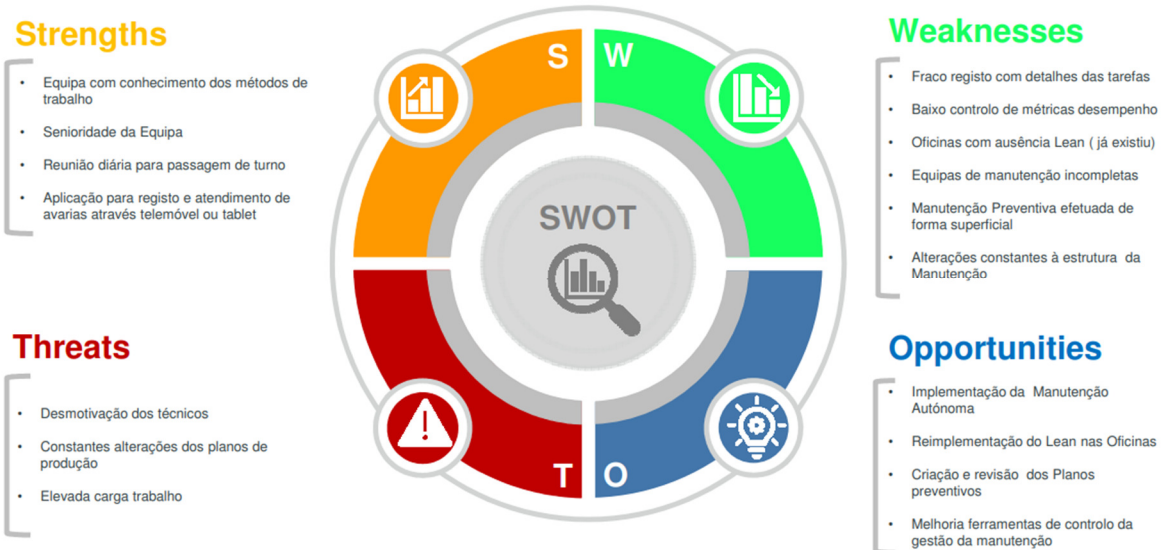


Figura 21 – Análise SWOT da manutenção da linha 6

### 3.5.2. Diagrama de Ishikawa

Foram identificadas as principais causas que levavam à ocorrência de avarias nos equipamentos, através da realização de um *brainstorming* com os intervenientes no processo e da criação de uma ferramenta da qualidade capaz de identificar essas causas associadas aos problemas existentes, o diagrama causa-efeito.

Assim, foi elaborado 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 Figura 22 ilustra esse diagrama.

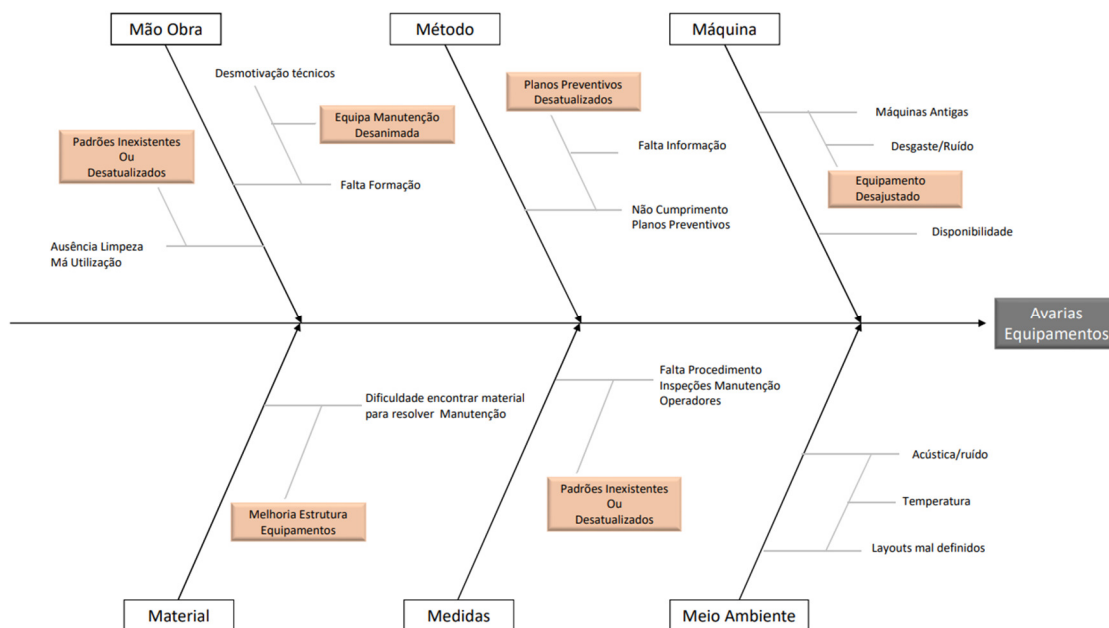


Figura 22 – Diagrama de *Ishikawa* da ocorrência de avarias nos equipamentos

### 3.6. Metodologia do Trabalho

Seguindo a metodologia *Action Research*, a segunda fase estipula a definição de novas ações face aos problemas identificados e aos objetivos de melhoria propostos. Desta forma, na Figura 23 estão representadas as etapas que foram delineadas para aplicar no desenvolvimento do trabalho.

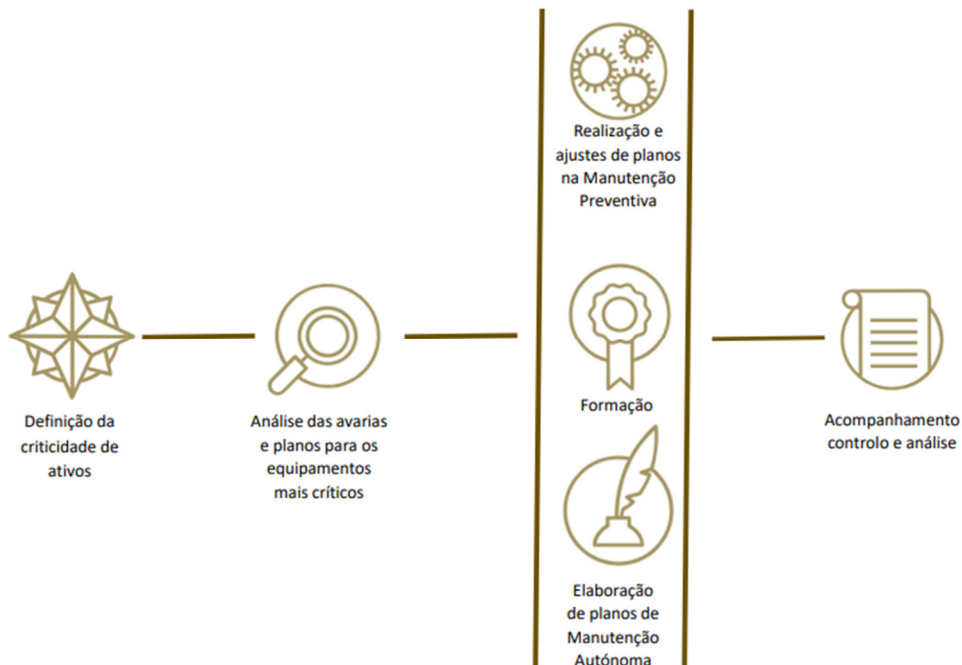


Figura 23 – Metodologia de trabalho com base na metodologia *Action Research*

### 3.7. Criticidade de Ativos

Como de início já tinham sido identificados os equipamentos com taxa de avarias mais elevada, torna-se agora necessário perceber quais os equipamentos mais críticos da linha 6. A análise da criticidade de ativos é uma metodologia usada para determinarmos a importância que cada equipamento tem nas empresas. Esta análise permite priorizar a gestão, como a manutenção dos equipamentos de acordo com a criticidade, reduzindo assim o risco de perdas de ativos importantes.

Esta metodologia tem 3 níveis de prioridade para seleccionar os ativos de acordo com a gravidade e consequência, ou seja, é baseada na classificação de equipamentos em três criticidades: A, B e C.

Em caso de falhas funcional de ativos, a criticidade A - gera impacto na linha inteira de produção, pois inclui equipamentos críticos e de elevado valor. A criticidade B - gera algum impacto na linha de produção, tendo equipamentos de valor moderado. Já a criticidade C - gera pouco impacto ou nenhum, na linha produção e equipamentos de baixo valor.

O procedimento de identificação dos componentes críticos segue o seguinte processo passando por as seguintes 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.

Recorrendo às ferramentas do *Microsoft Excel*, elaborou-se um documento que permite calcular a criticidade dos equipamentos. Para isso, foi realizado um levantamento dos equipamentos da linha 6 e procedeu-se à elaboração da lista apresentada na Tabela 16.

Tabela 16 – Equipamentos Produtivos da linha 6

<b>Equipamentos</b>	<b>Fabricante</b>
Armazém Paletes Paletizadora	KETTNER
Ascensor Garrafas	STANDARD KNAPP
Codificador Caixas	DOMINO
Codificador Rótulos	DOMINO
Descensor Caixas/Tab.	APOLLO VTS
Despaletizadora Garrafas	KETTNER
Embaladora/Divisor/Girador Pack	MEAD
Embaladora+Plastificadora	KISTERS
Enchedora Innofill	KHS
Envolvedora de Paletes ITW	ITW
Enxaguadora/Sopradora Innoclean	KHS
Etiquetadora Paletes	DOMINO
Etiquetadora Topo	DOMINO
Insp. Pressão Int./Logo Cáp	BBULL
Inspector de Garrafas Vazias Linha 6	HEUFT
Inspector Grfs. Cheias CHECKMAT	KRONES
Inspector Nível Innocheck	KHS
Inspetor de Embalagens	BBULL
Paletizadora Caixas	KETTNER
Pasteurizador	SANDER HANSEN
Rejeitador de Cxs/Tab	PENTALINE
Rotuladora Krones Topmodul	KRONES
Transportadores Caixas/Tab.	SORBAL-SIDEL
Transportadores Garrafas	SORBAL/SIDEL
Transportadores Packs	SIDEL
Transportadores Paletes	GEBO
Transportadores Paletes	GEBO

Para priorizar os ativos, foram tidos em conta os seguintes critérios:

- Segurança e meio ambiente;
- Qualidade da produção;
- Tempo operativo;
- Tempo de entrega;
- MTBF;
- MTTR.

Posteriormente foi determinado grau de importância de cada critério e atribuída uma classificação a cada um dos fatores de criticidade. Na Tabela 17 são apresentados os critérios, os fatores de criticidade e respetiva classificação.

Tabela 17 – Fatores de criticidade e classificação

<b>Critério</b>	<b>Fatores</b>	<b>Classificação</b>
Segurança	Provoca risco de morte ou dano físicos permanentes e contaminação do meio ambiente	4
	Causa lesões corporais leves e não permanentes e sem impacto no meio ambiente	3
	Causa risco controláveis de segurança e sem impacto no meio ambiente	2
	Não causa riscos de segurança e meio ambiente	1
Qualidade	Afetar de forma irrecuperável a experiência do cliente	4
	Afetar a qualidade do produto de forma irrecuperável	3
	Afetar a qualidade do produto de forma recuperável/retrabalho	2
	Não afetar a qualidade do produto	1
Tempo de Operação	Afetar 90% do tempo de produção	4
	Afetar 50 a 90% do tempo de produção	3
	Afetar < 50% do tempo de produção	2
	Não afetar a o tempo produção	1
Tempo de entrega produto	Atinge o prazo entrega sem alternativas a curto prazo	4
	Atinge o prazo entrega, porém com alternativas a curto prazo	3
	Atrasa a entrega dos produtos, mas de forma controlável	2
	Não atrasa a entrega dos produtos	1

Tabela 17 – Fatores de criticidade e classificação (cont.)

Critério	Fatores	Classificação
MTBF	O tempo médio entre falhas (MTBF) é abaixo de 24 horas	4
	O tempo médio entre falhas (MTBF) é entre 24 a 39 horas	3
	O tempo médio entre falhas (MTBF) é entre 39 a 49 horas	2
	O tempo médio entre falhas (MTBF) é superior a 49 horas	1
MTTR	O tempo médio de reparação (MTTR) é acima de 2 horas	4
	O tempo médio de reparação (MTTR) é entre 1 a 2 horas	3
	O tempo médio de reparação (MTTR) é entre 0,5 a 1 horas	2
	O tempo médio de reparação (MTTR) é menor que 0,5 horas	1

A avaliação final consiste no produto de todas as avaliações, sendo que, quanto mais elevado for o resultado mais crítica é a máquina, o que a torna prioritária. Assim, são facilmente identificáveis os equipamentos críticos e que terão um impacto mais elevado em caso de falha e desta forma agir, para que seja encontrada uma solução.

Na Figura 24 podemos observar os resultados obtidos na análise de criticidade realizada.

	Equipamentos	Segurança Meio Ambiente	Qualidade	Tempo de operação	Tempo de entrega	MTBF	MTTR	Pontos	Criticidade
Linha 6	Armazém Paletes Despaletizadora KETTNER	2	1	3	3	1	1	18	C
	Armazém Paletes Paletizadora KETTNER	2	1	3	3	1	1	18	C
	Ascensor Garrafas STANDARD KNAPP	3	2	3	4	1	1	72	C
	Codificador Caixas DOMINO	3	1	3	3	1	1	27	C
	Codificador Rótulos DOMINO	3	1	3	4	1	1	36	C
	Descensor Caixas/Tab. APOLLO VTS	3	2	3	4	1	2	144	B
	Despaletizadora Garrafas KETTNER	3	1	3	4	1	1	36	C
	Embaladora/Divisor/Girador Pack MEAD	3	2	3	4	1	1	72	B
	Embaladora+Plastificadora KISTERS	3	3	4	4	2	2	576	A
	Enchedora Innofill KHS	3	3	3	4	1	2	216	A
	Envolvedora de Paletes ITW	3	3	4	4	1	2	288	A
	Enxaguadora/Sopradora Innoclean KHS	3	2	3	4	1	1	72	B
	Etiquetadora Paletes DOMINO	2	2	3	3	1	1	36	C
	Etiquetadora Topo DOMINO	2	2	3	3	1	1	36	C
	Insp. Pressão Int./Logo Cáp. "BBULL"	2	2	3	3	1	1	36	C
	Inspector de Garrafas Vazias Linha 6	2	2	4	4	1	1	64	C
	Inspector Grfs. Cheias CHECKMAT "KRONES"	2	2	3	4	1	1	48	C
	Inspector Nível Innocheck KHS	2	3	3	4	1	1	72	B
	Inspetor de Embalagens BBULL	2	1	3	3	1	1	18	C
	Paletizadora Caixas KETTNER	3	2	4	4	1	2	192	B
	Pasteurizador SANDER HANSEN	3	3	4	2	1	1	72	B
	Rejeitador de Cxs/Tab	2	1	3	3	1	2	36	C
	Rotuladora Kronen Topmodul	3	2	3	4	1	2	144	B
	Transportadores Caixas/Tab. SORBAL-SIDEL	2	1	3	2	1	1	12	C
Transportadores Garrafas SORBAL/SIDEL	2	1	3	2	1	1	12	C	
Transportadores Packs SIDEL	2	1	3	2	1	1	12	C	
Transportadores Paletes GEB0	2	1	3	2	1	2	24	C	

Figura 24 – Análise da criticidade de ativos na linha 6

Ao analisar os resultados obtidos é possível constatar que existe um número elevado de equipamentos com criticidade de classe C (17 ativos), equipamentos com criticidade de classe B temos um número mais reduzido (7 ativos) e que os equipamentos de criticidade de classe A são os que se encontram em menor número (3 ativos).

A definição da criticidade dos equipamentos é uma importante ferramenta que para além de nos ajudar na melhoria dos planos de manutenção, também nos vai auxiliar na implementação da Manutenção Autónoma possibilitando que os operadores realizem verificações visuais e manuais, limpezas e lubrificações nos equipamentos mais críticos.

### 3.7.1. Equipamentos críticos

Uma vez selecionados os 3 equipamentos mais críticos, os quais serão alvo de estudo nesta dissertação, surge a necessidade de perceber o estado atual dos mesmos, de forma a entender e perceber a melhor forma de agir daqui em diante e em qual dos ativos nos vamos centrar em primeiro lugar e aplicar as técnicas e ferramentas da metodologia TPM.

De seguida, e para se ter uma melhor perceção da função e relevância de cada um destes equipamentos é feita uma breve descrição do seu funcionamento.

#### **Embaladora + Plastificadora KISTERS**

Este é um equipamento de embalagem de utilização universal que produz uma multiplicidade de embalagens a partir de produtos exclusivos estáveis.

A embaladora+ Plastificadora KISTERS é constituída pela combinação dos seguintes módulos:

- Mesa entrada garrafas/*pack*/latas;
- Armazém cartão;
- Sistema separação garrafas/*packs*/latas;
- Sistema transporte garrafas/*packs*/latas;
- Sistema transporte cartão;
- Sistema formatação caixas/tabuleiros;
- Sistema colagem caixas/tabuleiro;
- Sistema rotação caixas/tabuleiro;
- Sistema transporte filme retráctil;
- Sistema forno.

O seu funcionamento é o seguinte: As garrafas, *packs* e latas são transportadas até à mesa de entrada, e depois através de um tapete de plástico o produto é transportado até ao sistema de separação.

O armazém de cartão tem de estar carregado com cartão, e leva aproximadamente 700 cartões e é regulável para os diversos tamanhos de cartões utilizados. O cartão é aspirado um a um e é depositado sobre as guias das correntes de transporte de cartão. A corrente transporta de uma forma sincronizada o cartão até à chapa de passagem.

As garrafas, *packs* e latas são separadas mediante o grupo formato correspondente e vão para a corrente do sistema transporte, que de uma forma organizada as transporta com barras até à chapa de passagem.

A chapa de passagem é o ponto da máquina onde é feito a junção do cartão com as garrafas, *packs* ou latas. Já em grupo passam para a corrente de dobragem, a qual está equipada com diversos arrastadores traseiros (colagem do cartão/tabuleiro), arrastadores dianteiros (ajuste do comprimento entre arrastadores).

As caixas ou tabuleiros já quase formados ao ser transportados pela corrente de dobragem de uma forma constante passam pelas pistolas de aplicação de cola quente onde aplicam cola em forma de pontos sobre o bordo dianteiro e traseiro na parte inferior/superior do cartão *wraparound* e do tabuleiro e sobre o bordo superior (tampa) do cartão *wraparound*. Após aplicação da cola os arrastadores traseiros e dianteiros de fecho, fecham os bordos superiores e inferiores permitindo o fechar das caixas ou tabuleiros.

As caixas ou os tabuleiros já fechados, são transportados para o sistema de rotação, onde rodam 90° para permitir a saída do produto para o transporte e forno. No caso da caixa o processo será só transporte.

No caso de tabuleiro, os rolos de filme são colocados através de mandris recetores de rolos de filme, são colocados sobre um percurso estipulado, por norma deixa-se sempre uma película filme para permitir o reboque, depois a película filme é soldada com a que está a fazer de reboque, e é transportado por dois pares de rolos sobre correias de transporte. De seguida, o filme é cortado no comprimento determinado e transportado até ao ponto de encontro, sendo o tabuleiro envolvido com o filme e transportado até ao forno.

No forno o tabuleiro com o filme recebe o ar quente através de elementos de calefação para o encolhimento do filme, saindo para o transportador com ventiladores superiores, permitindo o arrefecimento das embalagens.

### **Enchedora Innofill KHS**

Este equipamento enche garrafas com cerveja e outras bebidas com CO<sub>2</sub>. O computador na parte superior do dispositivo de enchimento comanda o enchimento sob pressão. É desta forma que a sonda mede o nível de enchimento na garrafa.

A máquina é constituída pelos seguintes componentes principais:

- Transporte de garrafas;
- Dispositivo de enchimento (constituído pela parte superior e pela parte inferior);
- Dispositivo de colocação da tampa no transporte de garrafas;
- Distribuidor de válvulas;
- Bomba de vácuo.

No seu funcionamento o distribuidor de válvulas conduz para a máquina os fluidos de produção e limpeza, recolhendo do dispositivo de enchimento os fluidos de retorno e escoando-os.

O transporte de garrafas recolhe as garrafas vazias do transporte de recipientes ou da máquina a montante (por ex., da Enxaguadora), conduzindo-as individualmente ao dispositivo de enchimento.

A parte superior do dispositivo de enchimento é ajustável em altura e está montada sobre a parte inferior, podendo ser regulada com diferentes alturas. Os cilindros de elevação no dispositivo de enchimento recolhem as garrafas e pressionam-nas contra os elementos de enchimento. O comando usa um sensor (consulta de garrafas) para verificar se se encontra alguma garrafa no cilindro de elevação e começa o processo de enchimento. Se faltar uma garrafa, o comando suprime o processo de enchimento. Os elementos de enchimento abastecem as garrafas durante uma rotação do dispositivo de enchimento. Se o processo de enchimento estiver concluído, os cilindros de elevação baixam-se e retiram as garrafas do elemento de enchimento.

O transporte de garrafas aceita as garrafas e leva-as ao dispositivo de colocação da tampa. O dispositivo de colocação da tampa fecha as garrafas. Depois, o transporte de garrafas leva as mesmas para o transporte dos recipientes a jusante.

### **Envolvedora**

A Envolvedora ITW envolve as paletes com filme com estiramento sendo o seu envolvimento totalmente automático. Este equipamento é uma solução ideal para cargas de paletes instáveis com capacidade de produção até 120 paletes/hora, dependendo do modelo da máquina, tamanho da carga da paleta, programa de embalagem, velocidade do transportador, etc.

A máquina é constituída pelos seguintes componentes principais:

- Anel de envolvimento;
- Sistema aplicador Filme topo;
- Elevador paletes.

O funcionamento é o seguinte: a paleta chega à Envolvedora e através de sensores é parada no elevador de paletes que eleva a paleta (elevador tipo tesoura) de forma que a máquina quando estiver a envolver não toque na estrutura dos transportadores de rolos.

Após o elevador estar na posição, o anel começa a andar à volta da paleta. Este anel tem uma bobina de película de embalagem que está suspensa e gira em torno da paleta. O anel vai levantado e baixando de acordo com o programa de embalagem. Como o anel pode ser posicionado com precisão na direção vertical, o envolvimento pode ser iniciado e terminado a qualquer altura necessária. Mediante programa, aplica uma película de filme por cima da paleta e faz o envolvimento da paleta.

### **3.7.2. Análise de falhas e erros nos equipamentos**

A etapa de reconhecimento de potenciais erros e avarias foi efetuada para a embaladora + plastificadora KISTERS, através do acompanhamento dos técnicos de operação durante o horário laboral. A Figura 25 ilustra várias situações que levam à paragem do equipamento e as possíveis causas através de um diagrama causa efeito, sendo este foi elaborado após diversas sessões de *brainstorming* com alguns elementos das várias equipas.

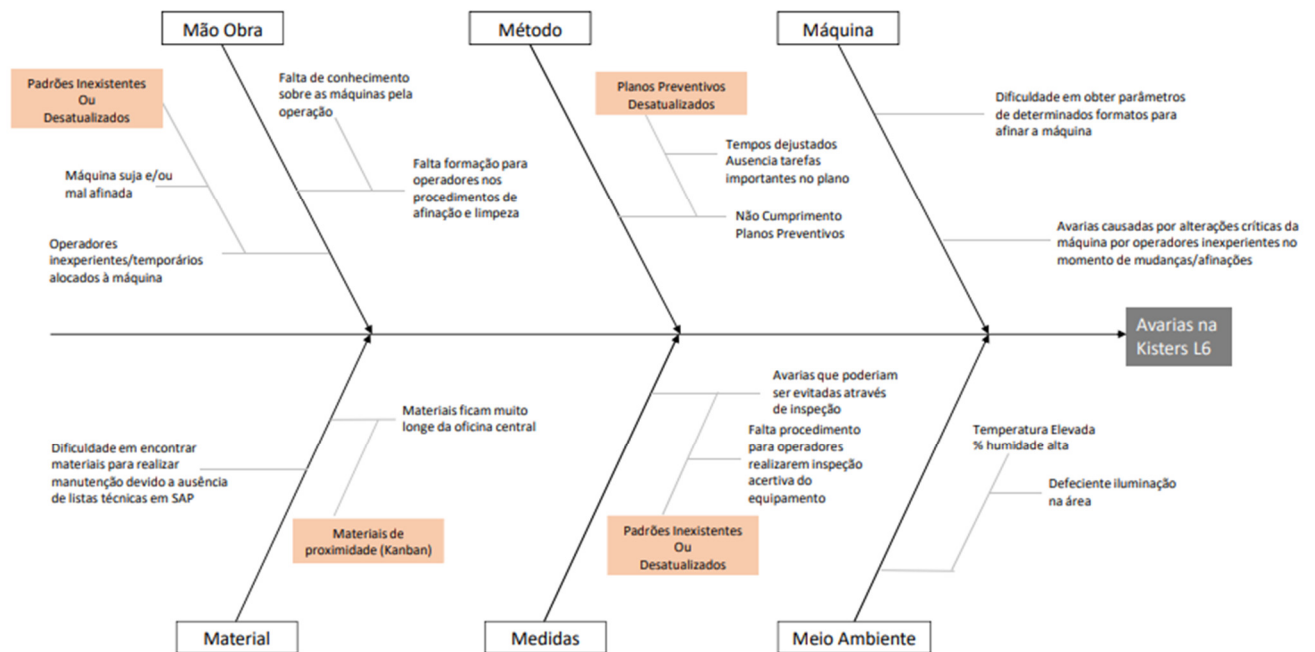


Figura 25 – Diagrama de *Ishikawa* avarias KISTERS linha 6

Foi utilizado o método dos 6M's para a realização do diagrama de *Ishikawa*. Assim, para cada M foram identificadas possíveis causas para o problema.

O primeiro M abordado refere-se à Mão de obra, e ficou evidente a falta de formação e falta de conhecimentos por parte dos trabalhadores em relação a alguns procedimentos. Torna-se assim, necessário elaborar formas de passar essa informação aos colaboradores.

No M do Método foram identificadas as causas que se relacionam diretamente aos processos de trabalho. O não cumprimento do plano preventivo e a necessidade de ajustar o mesmo para algumas tarefas, foi notado.

No M referente à Máquina, a inexperiência e a falta de conhecimento por parte dos colaboradores foi salientada, reforçando a medida de melhorar procedimentos com informação.

No M de Material verificou-se que a ausência de listas técnicas de material e a distância para obter os materiais eram um problema que teria de ser solucionado para agilizar e diminuir os tempos de reparação das avarias.

O M de Medida diz respeito às análises de resultados. Verificou-se que as avarias poderiam ser diminuídas e até evitadas se fossem utilizados métodos de inspeção eficazes.

Finalmente no M de Meio ambiente verificou se que existiam fatores que não ajudavam ao bom desempenho e satisfação dos colaboradores e foi referido que é indispensável, para garantir bons resultados, que os colaboradores estejam confortáveis nos seus trabalhos e no ambiente em que eles estão inseridos.

### 3.8. Implementação da metodologia TPM

O principal objetivo desta dissertação baseia-se na implementação de uma metodologia TPM adaptada às necessidades da linha em estudo, com especial incidência na implementação do pilar da Manutenção Autónoma e da Manutenção Planeada. Os pilares TPM implementados na linha 6 são apresentados na Figura 26, é depois efetuada na Tabela 18, uma breve descrição das técnicas envolvidas em cada pilar, bem como as ações efetuadas no âmbito de cada um.



Figura 26 – Pilares implementados na linha 6

Tabela 18 – Descrição das ações de cada pilar implementado

Pilar Implementado	Ação Desenvolvida
<b>Manutenção Autónoma</b>	Criação de <i>check-list</i> para o registo da execução das tarefas; Criação dos planos de Manutenção Autónoma com tarefas a executar nos equipamentos, realizadas pelos próprios operadores.
<b>Manutenção Planeada</b>	Elaboração e melhoria dos planos de Manutenção Preventiva dos equipamentos, visando minimizar o tempo de inatividade, reduzir os custos de reparação e melhorar a fiabilidade e eficiência do equipamento.
<b>Treino e formação</b>	Fornecimento de conhecimentos teóricos e práticos aos operadores sobre os equipamentos, de forma a os orientar na realização das tarefas evitando perdas.
<b>6S</b>	A metodologia dos 6S que constitui a base da TPM está presente em toda a linha 6 e foi aplicada com especial notoriedade à oficina de apoio à linha.

### 3.9. Implementação da Manutenção Autónoma

O pilar da Manutenção Autónoma pretende desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e de necessidade de cuidar dos equipamentos dos seus postos de trabalho, detetando problemas e realizando tarefas de limpeza, lubrificação e resolução de pequenas avarias.

Desta forma, a implementação deste pilar teve como principal função otimizar os postos de trabalho e as tarefas a desempenhar por parte dos operadores e técnicos nas máquinas identificadas como críticas na linha 6.

Para dar início à implementação da Manutenção Autónoma, foi necessário informar os operadores e introduzir estes novos conceitos de forma a alertar para a mais-valia da implementação deste pilar. Para isso, foi realizada uma reunião onde foi definido que iria ser implementado primeiramente na Embaladora + Plastificadora KISTERS e quais as estratégias para a sua correta implementação.

#### 3.9.1. Planos de Manutenção Autónoma

Tendo já anteriormente sido efetuada a implementação da Manutenção Autónoma em outra linha da fábrica, mas sem sucesso, foi realizado uma pesquisa com os operadores dessa linha para perceber o que correu mal e melhorar aquando da implementação na linha 6.

O conhecimento como os operadores aplicaram e lidaram com a implementação na outra linha foi extremamente útil para a realização do Plano da Manutenção Autónoma (PMA) da linha 6. Assim, os operadores mostraram algum desagrado com o PMA existente na outra linha, pois este apresentava demasiadas tarefas e os tempos previstos para a realização das mesmas não eram os corretos. Além disso, os operadores reconheceram que muitas vezes não tinham tempo para realizar algumas das tarefas, devido às exigências por parte da produção. Outro fator importante foi a indisponibilidade das *check-list* junto dos equipamentos e a sua perda, ou esquecimento de deixar no local definido, após a realização das tarefas.

Tendo em conta estes contributos, optou-se por reduzir o tempo de realização de algumas tarefas e por fazer a leitura e formalizar a realização das tarefas dos planos de manutenção não em papel, mas através de uma aplicação informática, visto os operadores já usarem *tablets* e telemóveis para realizar outras atividades.

Para a criação dos PMA foi tido também em conta os seguintes aspetos:

- Análise do processo efetuado nas máquinas de forma a perceber todo o processo;
- Recolha de informação relativamente aos planos de lubrificação dos equipamentos;
- Diálogo com técnicos da manutenção, no sentido de obter o maior número de informações acerca dos lubrificantes usados nos equipamentos e periodicidade da sua realização;
- Análise dos planos de manutenção preventiva já existentes.

### 3.9.2. Principais tarefas da Manutenção Autónoma

De forma a facilitar a perceção e a realização das tarefas nos planos de Manutenção Autónoma, foram atribuídos símbolos visuais a cada tarefa e criadas etiquetas, que foram colocadas nos equipamentos de forma a facilitar a perceção da tarefa e agilizar o processo, mostrando assim as áreas de intervenção importantes no equipamento.

As 3 principais etiquetas CIL (Limpeza, Inspeção e Lubrificação) devem ser utilizadas na maioria dos casos, mas existe também um conjunto alargado de etiquetas de atividade a utilizar, se necessário.

São definidas etiquetas de processo sendo elas de Lubrificação (PL) de Substituição (PS) e de afinação (PA). São também definidas etiquetas de processo de controlo, que pode ser: Visual (PCV), Limpeza (PCL), Auditivo (PCA), Tátil (PCT) e Medição (PCM).

Cada etiqueta inclui um número de referência relativo ao CIL. A etiqueta não inclui mais informações, uma vez que a duração ou frequência das mesmas podem mudar durante a implementação da melhoria contínua.

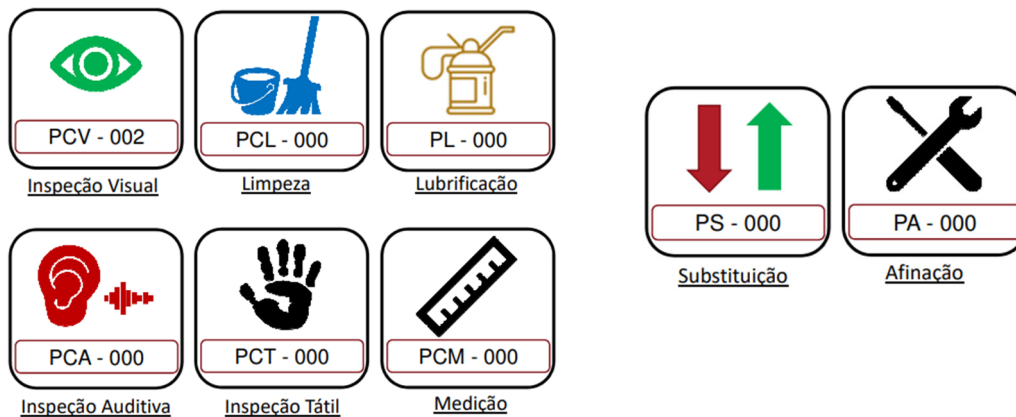


Figura 27 – Etiquetas CIL

### 3.9.3. Realização e controlo da Manutenção Autónoma

A realização das tarefas propostas para a Manutenção Autónoma é efetuada, como já foi referido anteriormente, com recurso a uma aplicação informática criada para esse efeito. Nessa aplicação informática estão colocadas as tarefas a executar, sendo estas um conjunto de instruções normalizadas para inspeção, limpeza e lubrificação dos equipamentos, bem como a *check-list* da realização da tarefa.

Para melhor entendimento do método, será de seguida feita a descrição do processo de realização das tarefas de Manutenção Autónoma para a embaladora + plastificadora KISTERS, através da aplicação informática criada através da *Power Apps*, uma plataforma que permite criar aplicativos deste género.

Em primeiro lugar o técnico de operação necessita saber qual o circuito que terá de fazer para começar a realizar as tarefas. Para isso foi criado um *QR Code*, que fica colocado junto do equipamento e que pode ser observado na Figura 28, o qual após ser feita a sua leitura dá ao técnico

acesso ao circuito completo do plano diário da Manutenção Autónoma da KISTERS, como mostra a Figura 29.



Figura 28 – QR Code de acesso ao circuito diário

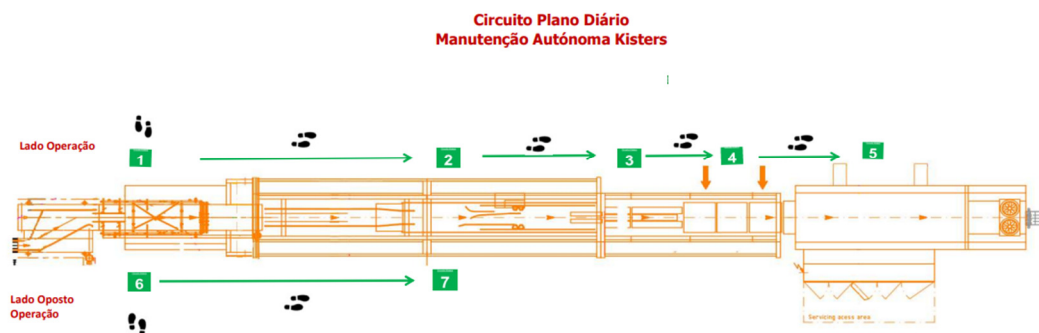


Figura 29 – Circuito a realizar no PMA da KISTERS

De seguida será feita a explicação do funcionamento da aplicação a partir do ponto n.º 1, Figura 30.



Figura 30 – Acesso ao circuito 1 MA

Como pode ser observado, no ponto n.º 1 existe outro QR Code ao qual é também necessário fazer a leitura para ter acesso à aplicação.



Figura 31 – Acesso à aplicação da MA e visualização da página inicial

Abrindo a aplicação, aparece a página inicial. Após selecionar o botão ENTRAR irá aparecer uma página a relembrar a obrigatoriedade do uso de EPI'S. Só é possível avançar, confirmando que tem todos os EPI'S necessários e após o aparecimento da mensagem “Agora já podes prosseguir”, basta não ter um equipamento selecionado na aplicação e já não é possível prosseguir.

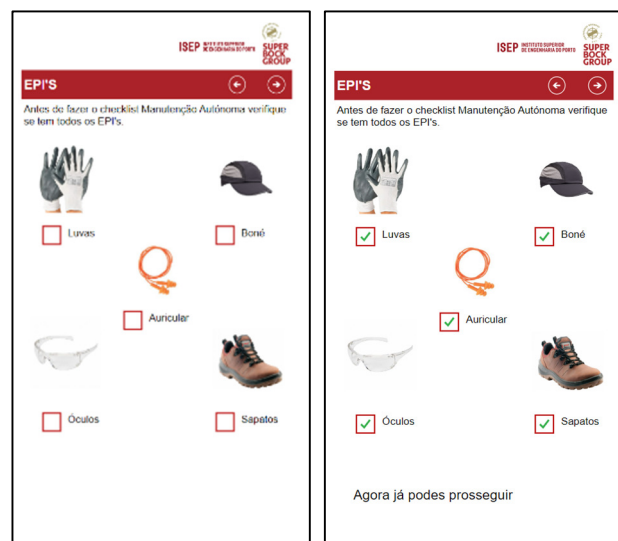





Figura 32 – Confirmação de EPI'S

Após a mensagem o técnico seleciona o botão de avançar  e aparecerá uma nova página com uma imagem que dá uma perceção mais minuciosa do local onde o técnico se encontra.

Selecionando novamente o botão avançar  aparecerá uma nova página com o *checklist* do plano diário MA KISTERS - Circuito 1 onde deve ser assinalado se as tarefas foram realizadas ou não colocando *OK* ou *NOK*. Após completar todo o *checklist* deve colocar a data e o número do colaborador e pode avançar para o próximo circuito selecionando a seta  no final da página.

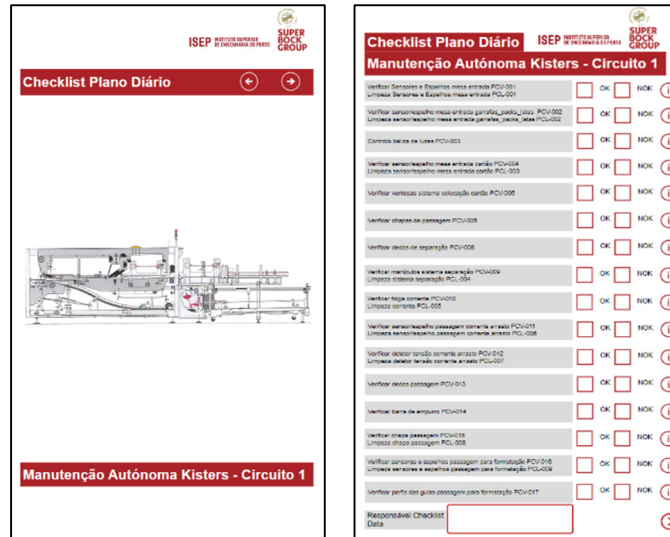


Figura 33 – Manutenção Autônoma KISTERS - Circuito 1

Deve proceder da mesma forma até ao último circuito (circuito 7).

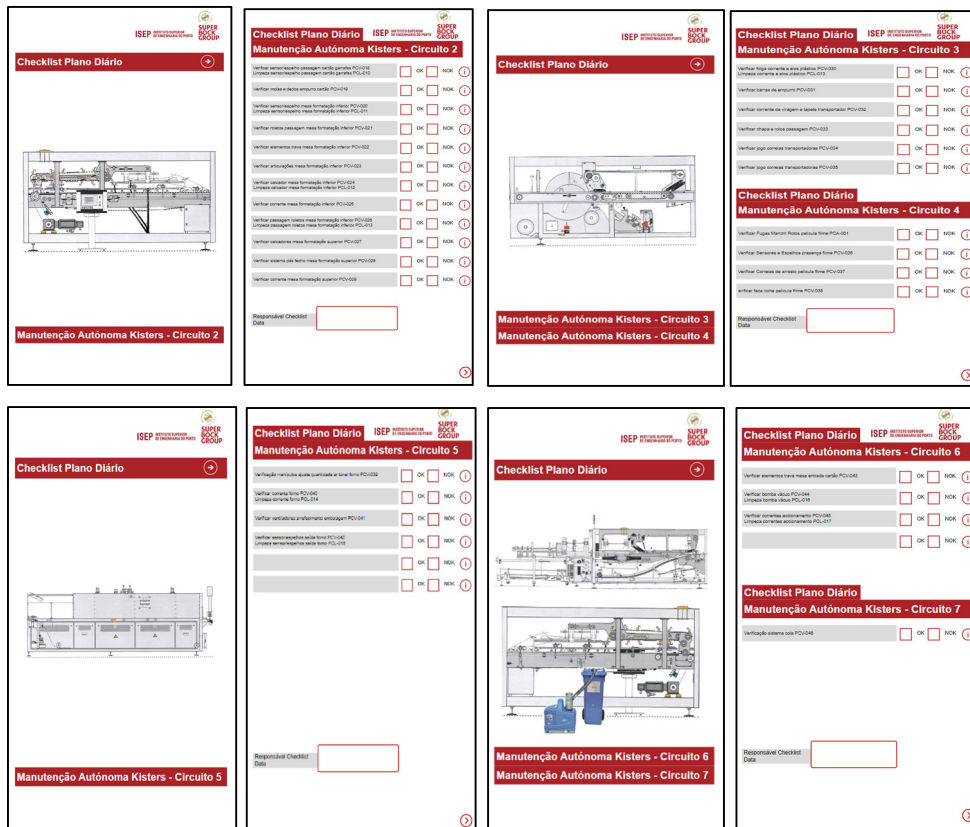


Figura 34 – Manutenção Autônoma KISTERS - Circuitos 2,3, 4, 5, 6 e 7

Nos vários circuitos o técnico tem várias tarefas, sendo maioritariamente tarefas de inspeção visual, mas também algumas tarefas de limpeza.

Foi colocado no próprio equipamento, no respetivo ponto (Figura 35), a etiqueta referente ao processo de controlo, para ajudar a ter uma melhor perceção da tarefa a realizar.



Figura 35 – Etiquetas de processo de controlo

A aplicação tem em todos os circuitos de *checklist* o símbolo , que permite dar a informação do processo de controlo a realizar. Na Figura 36 pode ser observado um exemplo, neste caso através da inspeção visual. Exemplos das restantes tarefas podem ser consultadas no APÊNDICE A.

 PCV-002	PCV-002	Verificar sensor/espeelho mesa entrada cartão	<input checked="" type="checkbox"/> Diária <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Quinzenal	<input type="checkbox"/> Mensal <input type="checkbox"/> Trimestral	<b>MA-PCV-002</b> X1  5 min.
<b>Estado da máquina:</b>  <b>Segurança:</b> 	<b>Área de intervenção:</b> 	<b>Material necessário:</b> 			
<b>EPI:</b> 	<b>Riscos residuais:</b> <input type="checkbox"/> deslizamento <input type="checkbox"/> esmagamento <input type="checkbox"/> queimadura	<b>Equipamento:</b> 	<b>Crítérios de aceitação:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Sensores, espelho e detetores presença grf em bom estado <input checked="" type="checkbox"/> Sensores, espelho e detetores presença danificados Danificada		
<b>Notas:</b>					

Figura 36 – Exemplo de plano de inspeção visual

Após a confirmação de realização das tarefas de cada circuito, é enviado um *e-mail* ao responsável pela Manutenção Autónoma com um documento anexo em pdf, ficando este imediatamente na posse dos dados relativos às tarefas executadas e ficando estas informações também guardadas na pasta criada para ter informações da TPM.

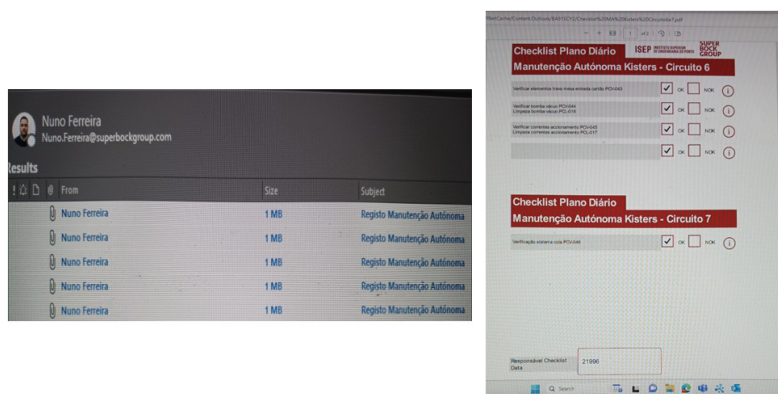


Figura 37 – Controlo MA na KISTERS

É possível verificar o funcionamento da aplicação através de um vídeo, fazendo a leitura do *QR Code* da Figura 38.



Figura 38 – Vídeo realização da MA na KISTERS

### 3.10. Manutenção Planeada

A Manutenção Planeada já se encontrava implementada na linha 6, no entanto agora 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.

Após a análise dos planos de Manutenção Preventiva nos três ativos críticos, foi detetado que na Envelopadora era necessário a criação de um plano de Manutenção Preventiva novo pois verificou-se uma elevada taxa de avarias devido à inexistência de execução de Manutenção Planeada para este ativo. Nos outros ativos procedeu-se a alguns ajustes no plano já existente.

#### 3.10.1. Realização de planos Manutenção Preventiva

Para a construção dos planos de Manutenção Preventiva da Envelopadora, em primeiro lugar, procedeu-se à recolha de informação técnica acerca dos componentes constituintes dos equipamentos. A recolha desta informação foi feita através da pesquisa das recomendações de manutenção presentes nos manuais técnicos do fornecedor e contacto com o fornecedor do equipamento aliado à revisão dos modos de falha e potenciais causas. A Figura 39 ilustra parte do plano de Manutenção Preventiva efetuado para o equipamento, onde a totalidade do plano pode ser analisado no ANEXO B.

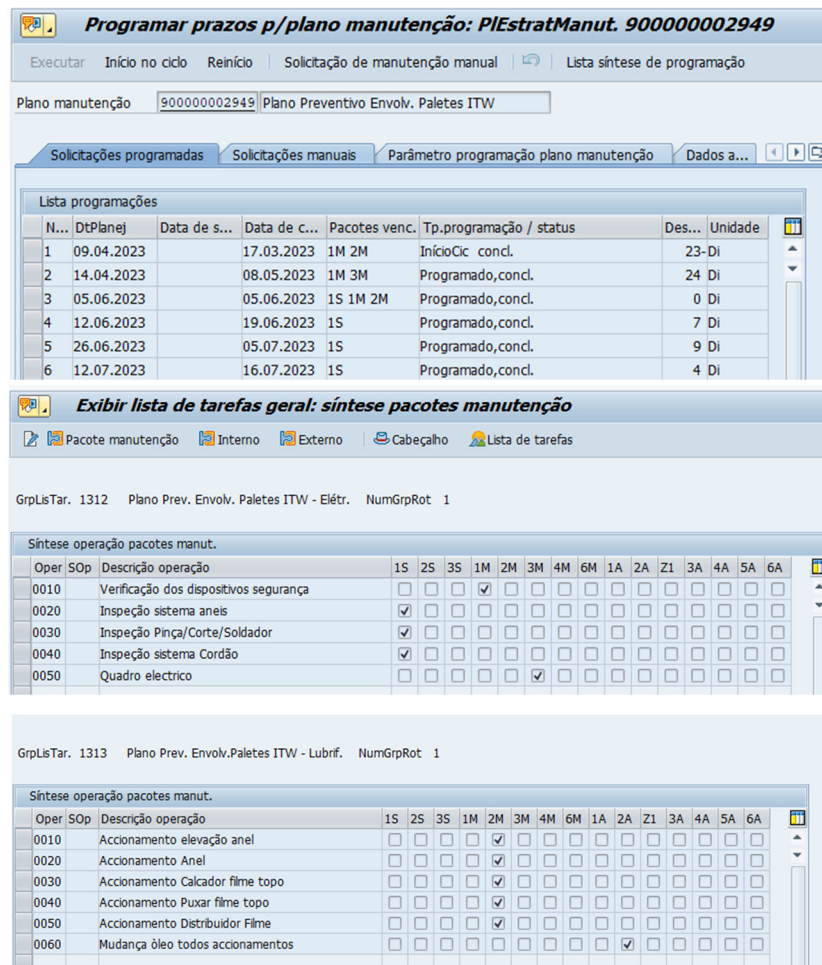


Figura 39 – Plano de Manutenção Preventiva envolvente de paletes ITW

### 3.10.2. Melhoria de planos manutenção preventiva existentes

Após análise e reuniões efetuadas com os técnicos de manutenção, foram feitas alterações no plano preventivo da KISTERS. Assim, foi aumentada a frequência de algumas intervenções nas quais se verificou não existir necessidade de ser tão frequentes. Pelo contrário, foram colocadas semanalmente outras tarefas pois constatou-se que eram necessárias essas intervenções serem mais frequentes. Isto pode ser comprovado na Figura 40, onde podemos ver o plano antigo *versus* o atual.

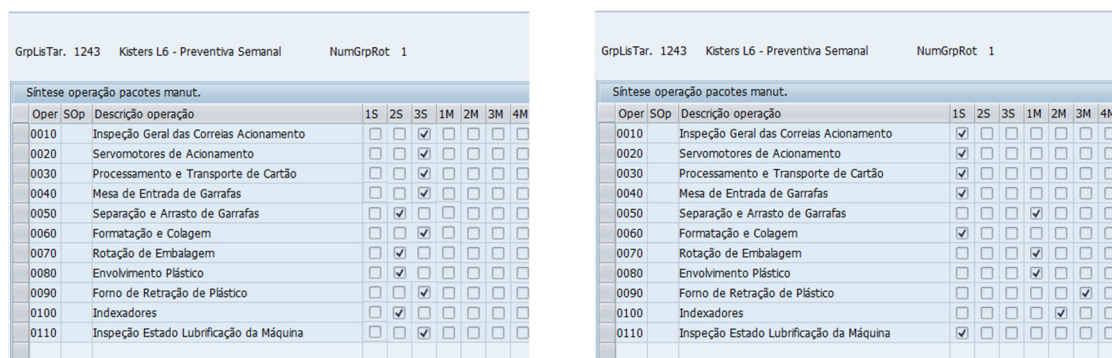


Figura 40 – Plano Preventivo da KISTERS antigo *versus* atual

De forma a garantir que este plano seja cumprido foram efetuadas reuniões com a gestão do planeamento do enchimento para que sejam garantidas paragens de limpeza semanais. No caso de isto não ser possível, como este equipamento trabalha com vários produtos e necessita periodicamente de ter mudanças de referência, a paragem para efetuar essas mudanças deve ser aproveitada para efetuar as tarefas do Plano Preventivo.

No caso da operação 110 inspeção do estado Lubrificação da máquina garantimos que semanalmente esta seja verificada.

Os textos da descrição dos trabalhos a efetuar foram totalmente escritos, pois não existia informação acerca da tarefa que os técnicos de manutenção tinham de efetuar, conforme podemos verificar na Figura 41, a única informação que aparecia nesta operação seria: "Processamento e transporte de cartão".

```
Processamento e Transporte de Cartão

-Verificar empeno da barra empurradora de cartão e integridade
do cilindro que a movimenta.

-Inspeccionar existência de elos partidos no cadeado do armazém
e sua folga.

-Inspeccionar cilindros, rolamentos e chumaceiras do sistema de
movimento do cartão no armazém.

-Verificar equilíbrio entre correias e tirantes e integridade
dos tensores das correias no sistema dispensador de cartão.

-Verificar estado e posicionamento das ventosas.
```

Figura 41 – Alterações no Plano Preventivo da KISTERS

### 3.11. Treino e formação

O treino e formação dos operadores foi efetuado com reuniões onde foi explicado o procedimento de uso da Aplicação em *Power Apps* e a consulta das tarefas de Manutenção Autónoma.

Foi também explicado o sistema de símbolos e cores adotado nas etiquetas, que visa tornar as tarefas mais fáceis e compreensíveis para qualquer operador. Também foi dada a informação que, para além dos símbolos que representam a tarefa a desempenhar, encontram-se afixadas etiquetas nos principais pontos, podendo por exemplo nos pontos de lubrificação o operador distinguir mais facilmente o tipo de lubrificante que deve usar. Também foi mostrado e explicado como interpretar o quadro da MA.



Figura 42 – Imagem de uma reunião para formação da MA

### 3.12. Implementação dos 6S

A implementação da metodologia 6S, visa construir um ambiente de trabalho seguro e saudável, e que assegure o cumprimento das normas, de forma a promover a melhoria da qualidade dentro da organização. O conceito 6S enfatiza a simplificação do ambiente de trabalho, gestão de locais de trabalho produtivos, e redução de resíduos enquanto promove a saúde e a segurança.

Para a sua correta implementação é muito importante que haja uma alteração no comportamento e atitudes do pessoal. A conscientização da importância dos conceitos e de como eles devem ser usados por todos, facilita a implementação do programa e leva a que exista um desenvolvimento do conhecimento do pessoal, bem como do seu sentido de responsabilidade, tornando-se um hábito para todos.

A metodologia dos 6S, que constitui a base da TPM está presente em toda a linha 6, e foi aplicada com especial notoriedade à oficina de apoio à linha. De seguida é feita uma breve descrição dos problemas encontrados e da implementação das melhorias para cada senso.

#### 3.12.1. Seiri - Senso de utilização

No senso de utilização os materiais são verificados e retirados tendo em conta a sua frequência de uso ou utilidade. É feita uma seleção e descartados os que são inúteis ou desnecessários para o processo produtivo e aproveitados os que estão em condições de uso. Deve ser também verificado se os itens descartados são recicláveis ou não.

Assim, a aplicação deste primeiro senso iniciou-se com o descarte seletivo de materiais, ferramentas e peças desnecessárias na oficina ficando somente os necessários e úteis.

Os materiais descartados sem utilização foram separados e enviados para a sucata, sendo os recicláveis colocados num ecoponto criado para esse efeito (Figura 44). Os materiais de uso frequente foram devidamente identificados e colocados de forma a facilitar o seu uso. Os materiais com pouco uso foram também identificados e colocados em um local de fácil visualização para quando necessários ser fácil alcançá-los.

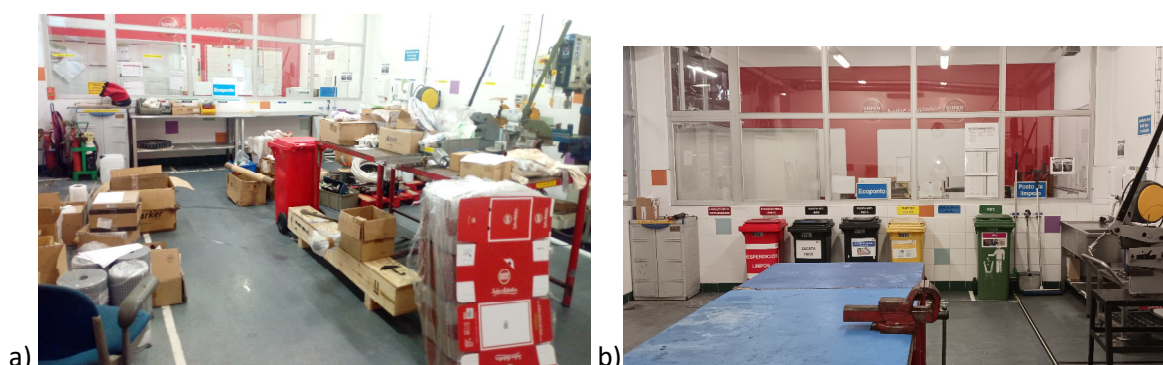


Figura 43 – Antes imagem a) e depois imagem b) da aplicação do senso de utilização



Figura 44 – Eco ponto criado no senso de utilização

Após a implementação deste senso obtiveram-se as seguintes melhorias:

- Redução do tempo para realização de algumas tarefas;
- Aumento de espaço útil da oficina;
- Melhor fluxo nos movimentos necessários facilitando o trânsito interno e melhorando a organização;
- Diminuição de incidentes e acidentes.

### 3.12.2. *Seiton* - Senso de organização e ordenação

Este senso faz com que os colaboradores verifiquem e coloquem os materiais e ferramentas que são realmente necessários, em locais predefinidos.

A aplicação deste senso foi iniciada fazendo a classificação e organização dos itens da oficina de maneira que os materiais usados frequentemente fiquem com fácil visualização e disponibilidade num local apropriado e identificados de forma objetiva, para uma melhor visualização e percepção. Foram colocadas etiquetas de identificação e suportes para colocar os itens, conforme se pode visualizar na Figura 45 e Figura 46.

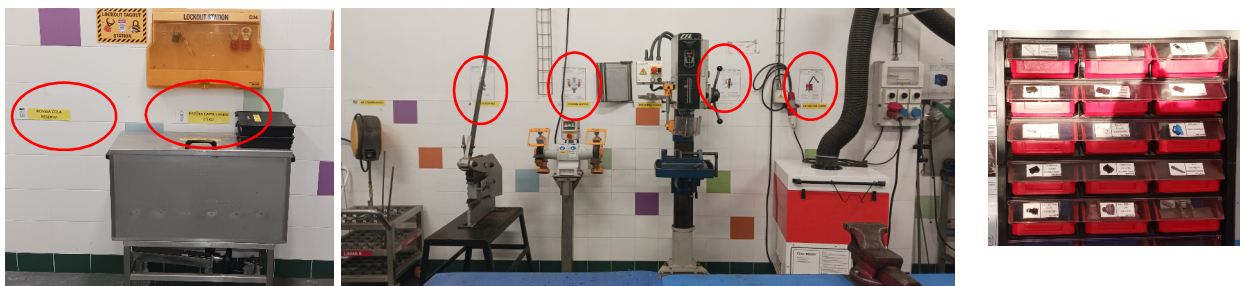


Figura 45 – Aplicação do senso de organização e ordenação - colocação de etiquetas de identificação

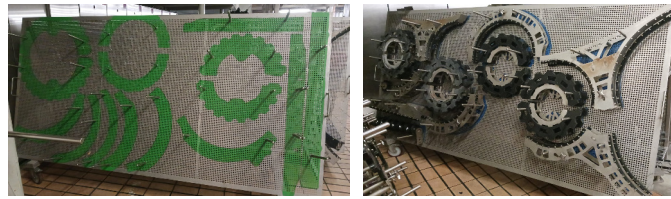


Figura 46 – Aplicação do senso de organização e ordenação – Suportes para peças de formato

Após a implementação deste senso obtiveram-se as seguintes melhorias:

- Redução do tempo para encontrar os materiais;
- Otimização do espaço;
- Melhoria na disposição dos materiais, móveis e equipamentos;
- Melhoria no ambiente de trabalho;
- Melhoria na produtividade.

### 3.12.3. *Seiso* - Senso de limpeza

Este senso chama a atenção para aspetos de limpeza e de aparência, tanto do ambiente de trabalho como também dos processos produtivos e dá-nos a informação de que mais do que limpar, o importante é não sujar. Assim, um ambiente de trabalho limpo e saudável, gera mais atenção, segurança, qualidade e satisfação dos colaboradores, melhora a gestão visual e possibilita a identificação de possíveis desvios, evitando assim problemas.

Para a aplicação deste senso foram identificados e eliminados alguns processos que fomentavam a sujidade, foi feita uma limpeza geral à oficina e a alguns equipamentos da linha de produção. A área da oficina foi também remodelada e foram colocadas fitas sinalizadoras e fitas de visibilidade noturna como é possível ver na Figura 47.

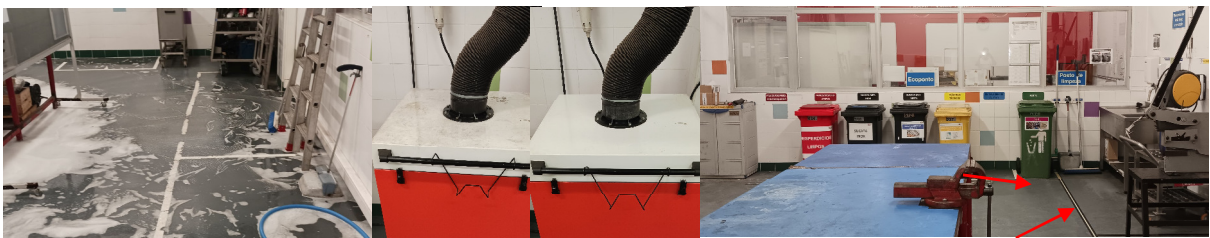


Figura 47 – Aplicação do senso de limpeza

Foi feito um apelo a todos os colaboradores para se comprometerem a fazer e manter a limpeza do local. Foram estabelecidos critérios de limpeza através de um plano de limpeza (Figura 48) (APÊNDICE B) e os colaboradores foram incentivados a cumpri-lo e a fazer o seu registo e também a melhorá-lo, caso necessário, bem como a documentar e informar de possíveis causas para danos que eventualmente surjam.

Local	Local e Equipamento	Frequência	Responsável	Procedimento de Limpeza (com descrição e imagem)	Controlo	Perigo	Imagem	Procedimento	Equipamento de Limpeza Utilizado	Equipamento de Proteção
Oficina Linha 6	Desembaratadora	Man. Utilização Manual	Tec. Manutenção	N.A.	N.A.			Limpar as travessas com o mesmo e aplicar óleo. Limpar a área circundante.	Escova, Espátula, Vaselina	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Regulador de fase	Man. Utilização Manual	Tec. Manutenção	N.A.	N.A.			Limpar as travessas com o mesmo e aplicar óleo. Limpar a área circundante.	Escova, Espátula, Vaselina	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Coluna	Man. Utilização Manual	Tec. Manutenção	N.A.	N.A.			Limpar as travessas com o mesmo e aplicar óleo. Limpar a área circundante.	Escova, Espátula, Vaselina	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Bandeira de velocidade	Man. Utilização Manual	Tec. Manutenção	N.A.	N.A.			Limpar as travessas com o mesmo e aplicar óleo. Limpar a área circundante.	Escova, Espátula, Vaselina	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Bandeira de tempo	Man. Utilização Manual	Tec. Manutenção	N.A.	N.A.			Limpar as travessas com o mesmo e aplicar óleo. Limpar a área circundante.	Escova, Espátula, Vaselina	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Mesa	Man. Utilização Manual	Previdor de segurança			⚠		Limpar com pano húmido e evitar água sobre o piso.	Pano para chão	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Chão	Man. Utilização Manual	Previdor de segurança			⚠		Limpar com pano húmido e evitar água sobre o piso.	Pano para chão	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Parafuso	Man. Utilização Manual	Previdor de segurança			⚠		Limpar com o mesmo e evitar que se soltem no chão.	Escova, Espátula, Vaselina	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Parafuso com parafuso	Man. Utilização Manual	Previdor de segurança			⚠		Limpar com o mesmo e evitar que se soltem no chão.	Escova, Espátula, Vaselina	Óculos, Luvas
Oficina Linha 6	Parafuso com parafuso	Man. Utilização Manual	Previdor de segurança			⚠		Limpar com o mesmo e evitar que se soltem no chão.	Escova, Espátula, Vaselina	Óculos, Luvas



Figura 48 – Plano e registo de limpeza na linha 6

Após a implementação deste senso obtiveram-se as seguintes melhorias:

- Melhoria do ambiente de trabalho;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;
- Redução de paragens não planeadas nos equipamentos da oficina;
- Facilidade de limpeza;
- Melhor gestão visual.

**3.12.4. Seiktsu - Senso de padronização**

Este senso visa criar regras que ajudem a manter o ambiente em ordem, porque é importante que todas as pessoas colaborem de forma justa para seguir os 3 sentidos anteriores já aplicados. Ou seja, para que o espaço seja ocupado apenas por itens úteis, mantenha-se limpo e organizado. Assim, este senso de padronização ajuda a trazer mais segurança e oferece um estímulo extra para os colaboradores, e consequentemente, as equipas passam a ser mais produtivas.

Neste senso foram elaboradas as normas que são a base ao processo de implementação dos cinco sentidos. Foram criados registos e documentos de todo o trabalho executado. Foram definidos padrões para que os materiais e equipamentos se mantenham organizados, bem como padrões de limpeza. Por fim, foi elaborado uma *chek list* para a realização de uma auditoria periódica. A Figura 49 (APÊNDICE C) ilustra estas normas.

CRIAÇÃO POR: NUNO FERREIRA DATA: 28.04.2023

**One-Point Lesson**

Departamento: Manutenção Enchimento Área: Oficina Apoio L6 Equipamento: Furadora

Tema: FURADORA DE COLUNA Pág. 1 de 3 Data emissão: 28.04.2023

1. Botão de Emergência
2. Botão de Rearme
3. Botão de ligar a furadora.
4. Botão de desligar a furadora.
5. Protecção contra projecção de aparas
6. Selector de velocidade de trabalho.
7. Selector de velocidade de trabalho .
8. Regulador profundidade vertical furação.
9. Alavanca movimentação vertical furadora.

G LEAN		AUDITORIA 5S - OFICINA L6		Data:	
Área/Zona ZONA 2		Auditor: NUNO FERREIRA			
Nº	Item a auditar	Critérios de Avaliação	Nº. Avaliador	Nº. Avaliado	Comentários
1	Organização	Os equipamentos e ferramentas estão a ser usados e em bom estado?			
2	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
3	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
4	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
5	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
6	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
7	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
8	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
9	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
10	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
11	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
12	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
13	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
14	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
15	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
16	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
17	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
18	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
19	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
20	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
21	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
22	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
23	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
24	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
25	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
26	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
27	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
28	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
29	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
30	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
31	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
32	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
33	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
34	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
35	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
36	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
37	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
38	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
39	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
40	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
41	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
42	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
43	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
44	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
45	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
46	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
47	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
48	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
49	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
50	Organização	Os equipamentos e ferramentas são usados, e estão identificados e em bom estado de conservação?			
<b>RESULTADO ZONA (S):</b>					
<b>ACTION LOG:</b>					
Nº	Descrição	Responsável	Estado		
1			○		
2			○		
3			○		

Figura 49 – Aplicação do senso de padronização

Após a implementação deste senso obtiveram-se as seguintes melhorias:

- Melhoria do ambiente de trabalho;
- Os colaboradores foram estimulados a criar hábitos saudáveis de organização e limpeza;
- Padronização de resultados já atingidos;
- Foi mantido o nível atingido nos senso anteriores;
- Redução do tempo para realização de algumas tarefas.

**3.12.5. Shitsuke - Senso de disciplina**

Este último senso, visa o cumprimento e a observação de todas as fases anteriores, das normas e padrões estabelecidos de forma a manter o nível de excelência do programa. Através deste senso é possível desenvolver o hábito de cuidar das melhorias obtidas, visando sempre novos desafios. Para a implementação deste senso foram aplicadas as seguintes medidas:

- Informação aos colaboradores acerca do funcionamento dos 5S quer oralmente quer através de imagens, de uma forma clara e objetiva;
- Realização de auditorias periódicas;
- Delegar um representante responsável pela implementação dos 5S e responsáveis pela realização das auditorias;
- Inculcar responsabilidades nos colaboradores, valorizar e incentivar os comportamentos positivos;
- Colaboração de todos os membros da equipa e chefia para obter os melhores resultados.



Figura 50 – Aplicação do senso de disciplina

Após a implementação deste senso obtiveram-se as seguintes melhorias:

- Conscientização dos colaboradores para a prática dos cinco sentidos, na linha, na empresa, e até na sociedade;
- Diminuição do tempo de realização de determinadas tarefas tais como a procura de equipamentos, informações, peças ou materiais;
- Melhoria nos indicadores da linha, devido ao seguimento das normas e padrões estabelecidos;
- Melhoria da qualidade, segurança e ambiente na linha.

### 3.12.6. Segurança

Este sexto S de “segurança” foi adicionado ao método 5S visando manter o foco na redução de acidentes de trabalho. Como as questões de segurança são muito dispendiosas e podem causar atrasos ou defeitos no processo de produção, a implementação de um programa de segurança visa eliminar riscos e perigos ao longo do processo do 5S e melhorar o sucesso de uma organização.

Para tal, a segurança foi considerada como tendo um papel integral dentro de cada uma das cinco etapas anteriores e foi aplicada ao longo da implementação dos outros 5 sentidos.

A segurança é uma prática contínua e de esforço diário que deve ser incorporada tanto na cultura do local de trabalho como na mentalidade dos trabalhadores. Lembrar os trabalhadores para se

manterem seguros e se protegerem através de sinais visuais ou outros foi uma das medidas implementadas neste senso. Assim, o uso de EPI's é obrigatório e como tal, é dado ênfase ao seu uso aquando da realização das tarefas de Manutenção Autónoma. Só é possível aceder às tarefas a realizar no equipamento caso cumpra os critérios de segurança pedido. Também foram colocadas informações ao longo da linha para o uso de EPI's, como é possível ver na Figura 51.

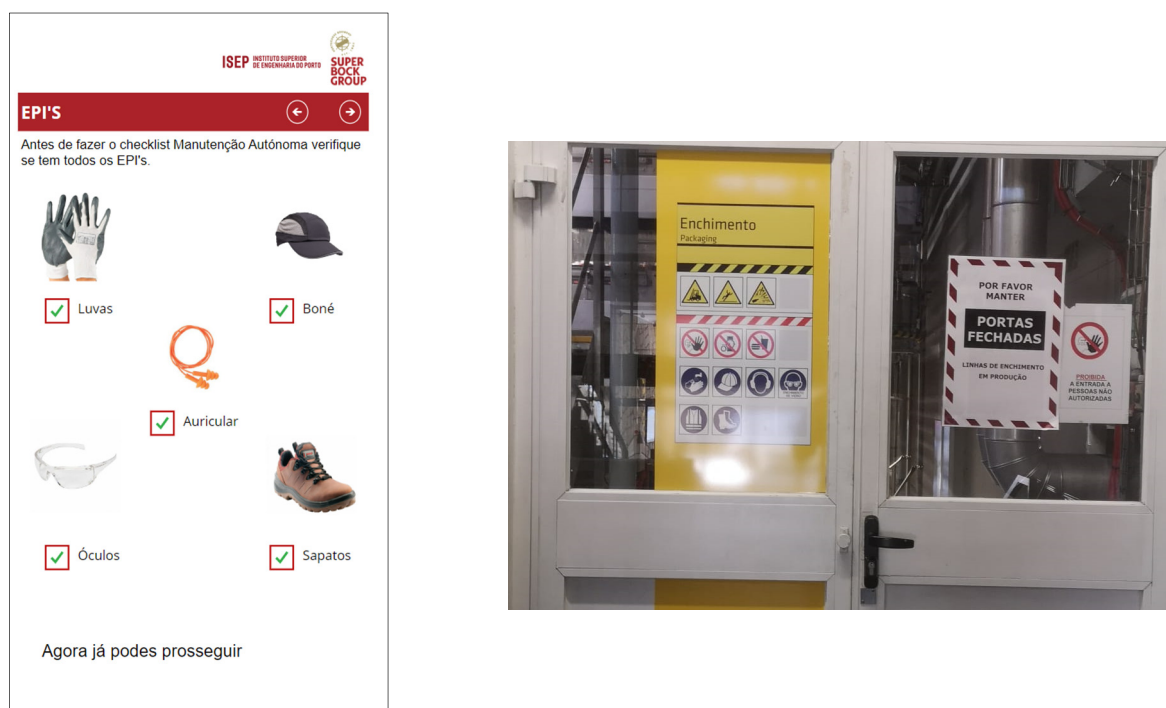


Figura 51 – Incentivo à segurança

### 3.13. Os desperdícios na manutenção

Estes desperdícios são atividades que consomem recursos e que afetam significativamente o tempo de produção, o preço e a qualidade do produto. Foram identificados na linha 6, alguns dos oito desperdícios abordados na parte teórica desta dissertação.

#### 3.13.1. Espera

Após observação de algumas tarefas de manutenção verificou-se que algumas tarefas, como a substituição de componentes, são efetuadas por segurança, estando esses componentes ainda em bom estado. Tal facto acontece, por se desconhecer a sua vida útil até à próxima intervenção de manutenção, e isso implica muitas vezes desmontagens e paragens demoradas dos equipamentos para as referidas substituições e a compra desnecessária de componentes. Este facto gera um duplo desperdício em materiais e tempo e, por consequência, custos.

Após uma análise cuidada aquando da realização da revisão anual, efetuada no final do ano 2022 foi efetuada uma reformulação e consecutivamente a diminuição do pedido de itens para

substituição de alguns componentes na embaladora + plastificadora KISTERS, conseguindo assim uma diminuição de custos. Para a revisão prevista para o final o ano de 2023, mantém-se a substituição apenas desses itens mais críticos, como pode ser observado na Figura 52.

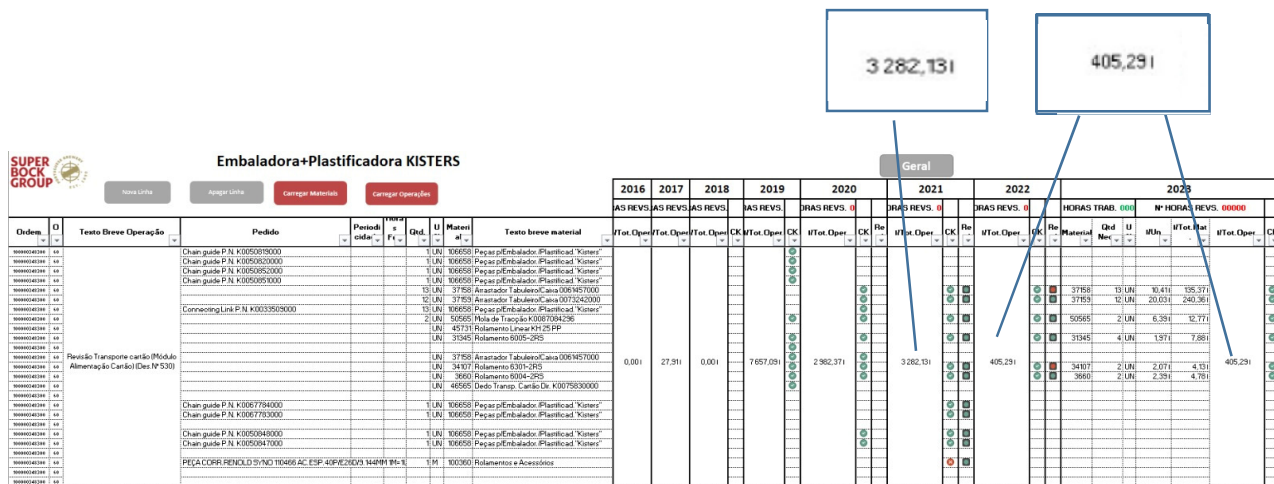


Figura 52 – Reformulação de pedido de componentes KISTERS

Também se verificou que os óleos lubrificantes são substituídos mesmo tendo um número muito reduzido de horas de produção, pois o plano de lubrificação é executado por uma periodicidade fixa, anual, não tendo em conta o real estado dos lubrificantes e o número de horas de trabalho que esses equipamentos realizaram.

Assim, a substituição do óleo passou a ser bianual conforme novo plano criado para a envolvente e que pode ser visualizado na Figura 53.

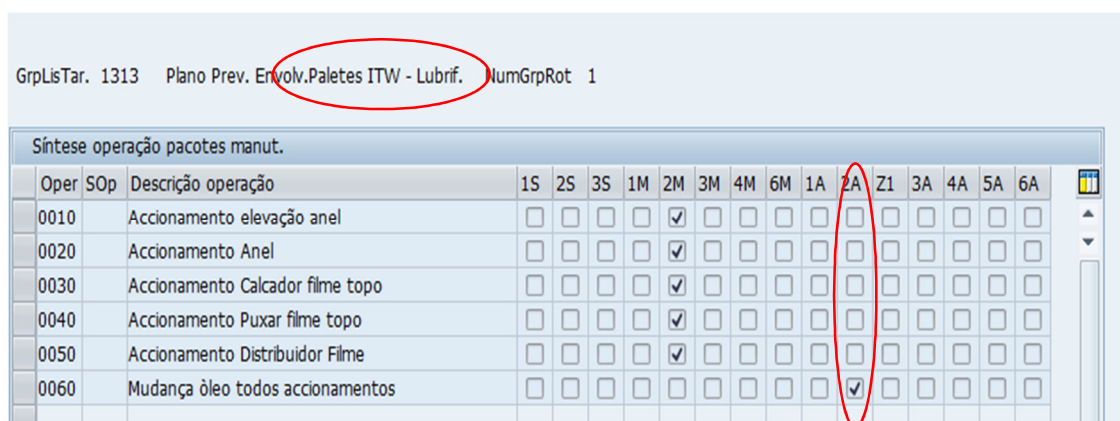


Figura 53 – Alteração do plano lubrificação

### 3.13.2. Inventário

O desperdício por inventário diz respeito ao armazenamento excessivo de materiais, ferramentas, peças acabadas ou em processo, entre outros. Verificou-se que existe na linha um valor de inventário muito elevado de peças-de-reserva, materiais obsoletos ou desnecessários, o que significa capital investido e recursos consumidos na sua gestão. Procedeu-se à devolução desses componentes ao armazém geral o que gerou uma entrada de valor.

### 3.13.3. Movimento

Este desperdício acarreta cada movimento desnecessário que os trabalhadores têm de realizar durante o seu trabalho. Verificou-se, assim, movimentos desnecessários que os trabalhadores têm de realizar durante o seu trabalho, nomeadamente as várias deslocações à oficina para levantamento de material.

Assim, de forma a minimizar o tempo gasto nessas deslocações foi criado e colocado um *Kanban* de peças junto do equipamento. A Figura 54 ilustra a criação do *Kanban* de peças.

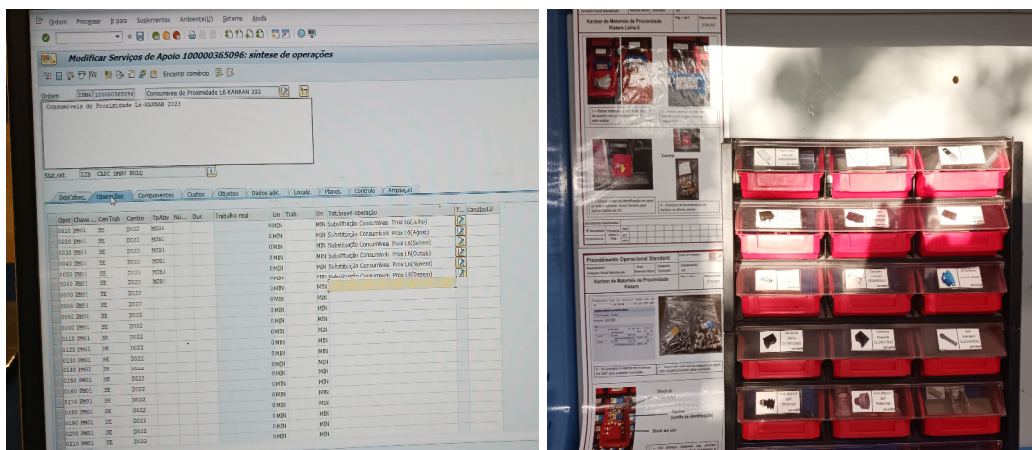


Figura 54 – Criação do *Kanban* de peças

### 3.13.4. Competências

Este desperdício ocorre quando a gestão não identifica as competências dos seus trabalhadores na organização e subutiliza os colaboradores. A subutilização de recursos humanos, tem como consequência a sua desmotivação, a que se pode associar a ausência de formas de motivação/premiação individual das pessoas. Apesar de existir um prémio de produtividade em vigor na empresa, este é baseado numa avaliação que tem por base critérios que não refletem o real esforço e desempenho dos colaboradores.

Este desperdício implica também ignorar ideias dos trabalhadores e a sua contribuição criativa, de forma a melhorar os processos. O técnico que executa o trabalho na linha reconhece primeiro os problemas e tem mais depressa as soluções para esse problema, sendo muito difícil melhorar o processo sem a ajuda desses colaboradores.

Outro aspeto deste desperdício prende-se com o facto de, apesar de existir capacidade técnica interna para a realização de determinados trabalhos, se recorrer a subcontratação de empresas para executar essas tarefas, originando assim, desmotivação nos recursos humanos internos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo será efetuada uma análise aos resultados obtidos com a implementação da metodologia TPM.

Serão analisados os efeitos resultantes da implementação do plano de Manutenção Preventiva na envolvente de paletes ITW, que era inexistente, e observados as melhorias obtidas com a reformulação e pequenos ajustes efetuados ao Plano de Manutenção Preventiva na KISTERS. Também a implementação da Manutenção Autónoma na KISTERS e os seus resultados, serão aqui analisados.

Após a recolha e tratamento dos dados obtidos durante e após a implementação da metodologia TPM, foi elaborado o cálculo dos indicadores de manutenção e feita respetiva análise. É também feita uma breve síntese acerca dos resultados obtidos com a implementação dos 6S e com a identificação dos Desperdícios da Manutenção.

Por fim, é feita uma comparação e é apresentada uma pequena discussão dos resultados obtidos, com base nos trabalhos que alguns dos autores realizaram, tendo por base a implementação da metodologia TPM em ambiente industrial.

### 4.1. Resultados da implementação da Manutenção Planeada

Como já foi referido anteriormente, um dos focos deste trabalho pretendia o aumento das intervenções preventivas para desta forma evitar as paragens não planeadas que geravam atrasos na produção.

Assim, após a implementação de melhorias nos planos e da realização de novos planos de manutenção preventiva de forma a aumentar a realização de tarefas preventivas, foi efetuada uma análise quantitativa onde é realizada a comparação do número de ordens de manutenção concluídas no período de abril a julho do ano 2022 *versus* o mesmo período no ano 2023, como pode ser observado na Figura 55 para os 3 ativos alvo deste estudo.

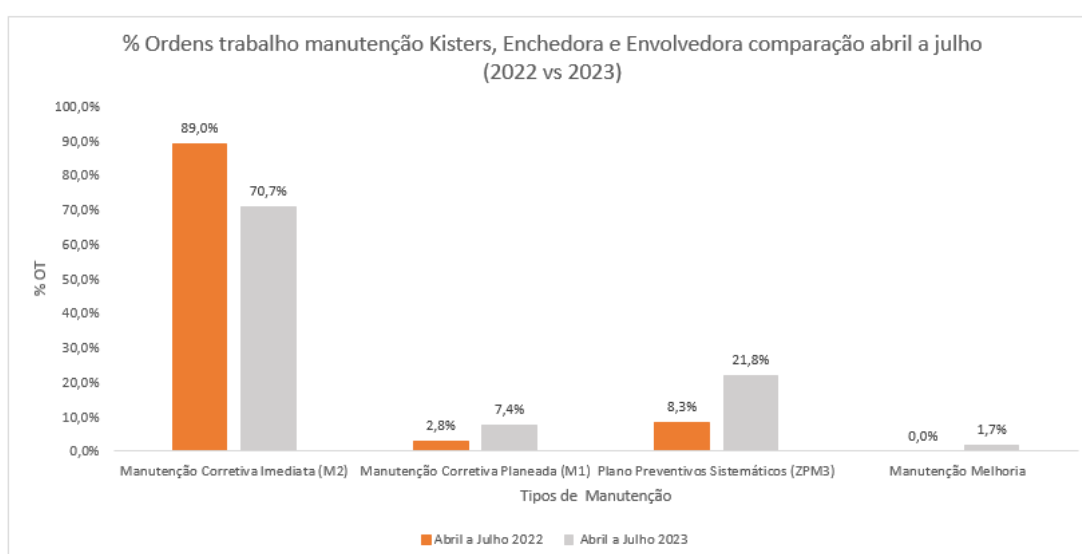


Figura 55 – Comparação da % de ordens de trabalho realizadas abril a julho (2022 vs 2023)

Como pode ser observado no gráfico da Figura 55, após a realização destas operações de melhoria obteve-se uma diminuição significativa das intervenções de Manutenção Corretiva Imediata (M2) de 18,3% no ano de 2023 face ao mesmo período em 2022. Como pretendido, verifica-se um aumento da Manutenção Planeada, com as ordens concluídas nas intervenções na Manutenção Corretiva Planeada (M1) quer com as ordens de Manutenção Preventiva Sistemática (ZPM3). No caso das ordens M1 o aumento foi de 4,6 %, mas nas ZPM3 o aumento foi mais significativo sendo de 13,5%. De notar que no ano de 2023 foram efetuadas intervenções de manutenção de melhoria com um total de 1,7% das OT's concluídas, e que estas foram inexistentes no ano anterior.

Constata-se também que as intervenções efetuadas nos planos de manutenção geraram uma diminuição da taxa de avarias em dois dos equipamentos alvo do nosso estudo, a KISTERS e a Enchedora o que leva a uma melhoria da eficiência desses equipamentos. Analisando a comparação quantitativa presente no gráfico da Figura 56, verificamos que a KISTERS teve uma redução da taxa de avarias mais significativa que a Enchedora, devendo-se este facto a este ativo ter sido alvo da implementação da Manutenção Autónoma. No caso da Envolvedora, verificou-se um aumento da percentagem de avarias no período em análise, no entanto, tal facto deve-se à % de avarias ocorridas no mês de maio que atingiu um valor elevado e alterou a média. Como se pode constatar na Figura 57 para a Envolvedora e no período em questão, só no mês de maio os valores foram superiores comparativamente ao ano anterior. De realçar que só a partir de abril começaram a ser efetuadas intervenções de caráter preventivo neste equipamento, pois até agora o plano de MP era inexistente. Para o mês de junho já se verificou uma redução de avarias neste equipamento e o mês de julho as avarias são praticamente inexistentes.

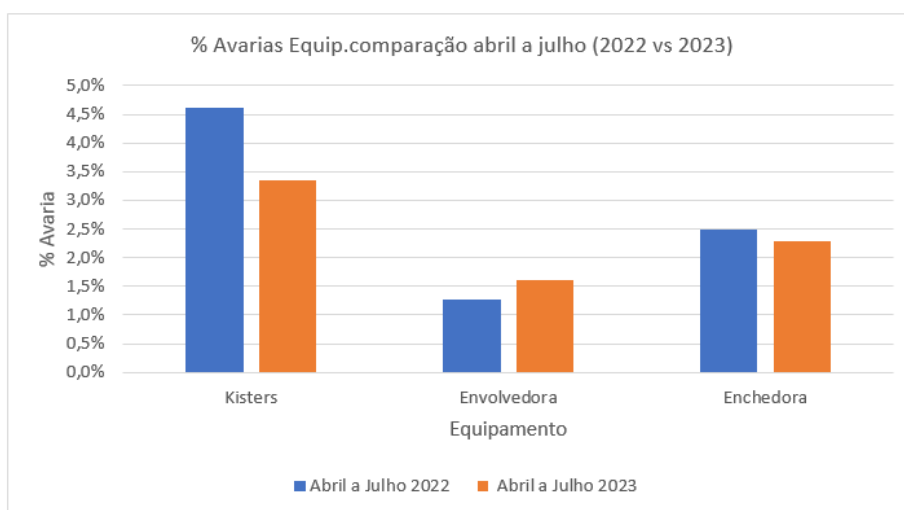


Figura 56 – Comparação da % de avarias abril a julho (2022 vs 2023) para os 3 equipamentos

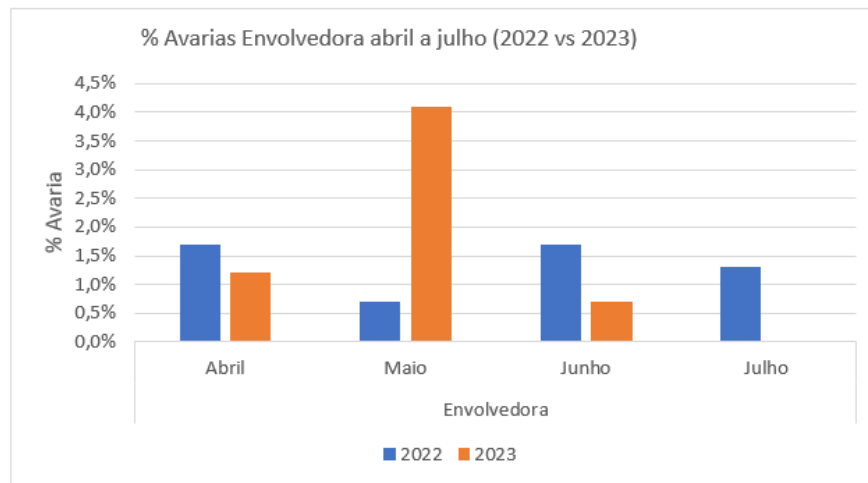


Figura 57 – % de avarias abril a julho (2022 vs 2023) para a Envolvedora

## 4.2. Indicadores de Desempenho

Neste capítulo serão analisados os indicadores de desempenho MTBF, MTTR e Disponibilidade que foram sendo medidos durante a implementação da metodologia TPM. Assim, o uso destes dados quantitativos vai ser utilizado para analisar a evolução dos resultados definidos e implementados quer na Manutenção Autónoma quer na Manutenção Planeada, nos ativos críticos selecionados.

De seguida é feita uma análise a estes indicadores, fazendo a comparação para cada ativo estudado no período de abril a julho para o ano de 2022 *versus* 2023.

### 4.2.1. MTBF e MTTR

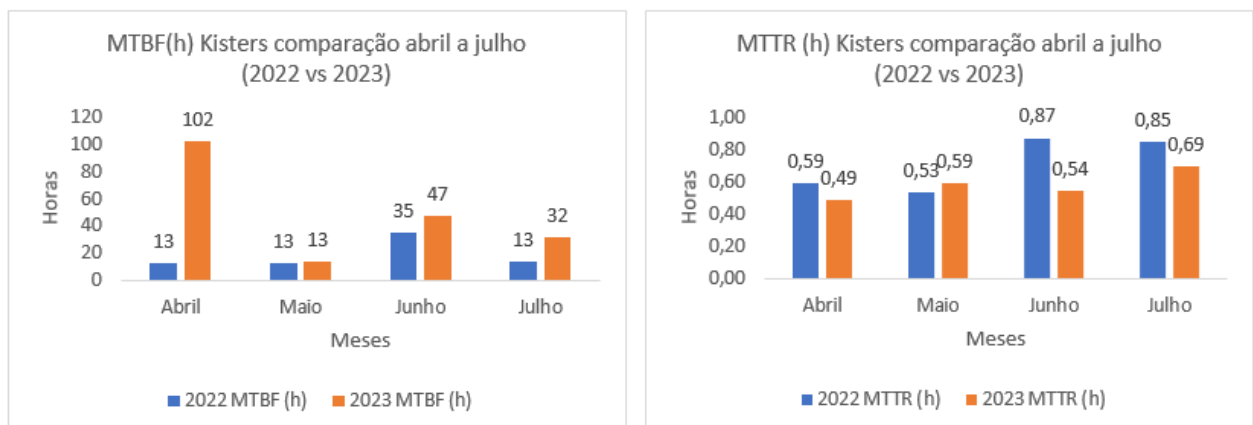


Figura 58 – MTBF e MTTR KISTERS abril a julho (2022 vs 2023)

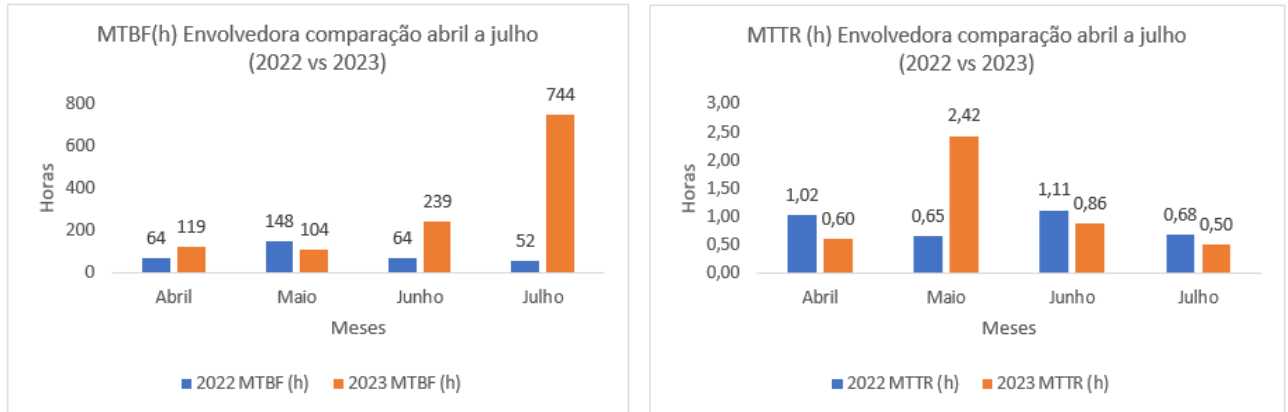


Figura 59 – MTBF e MTTR Envededora abril a julho (2022 vs 2023)

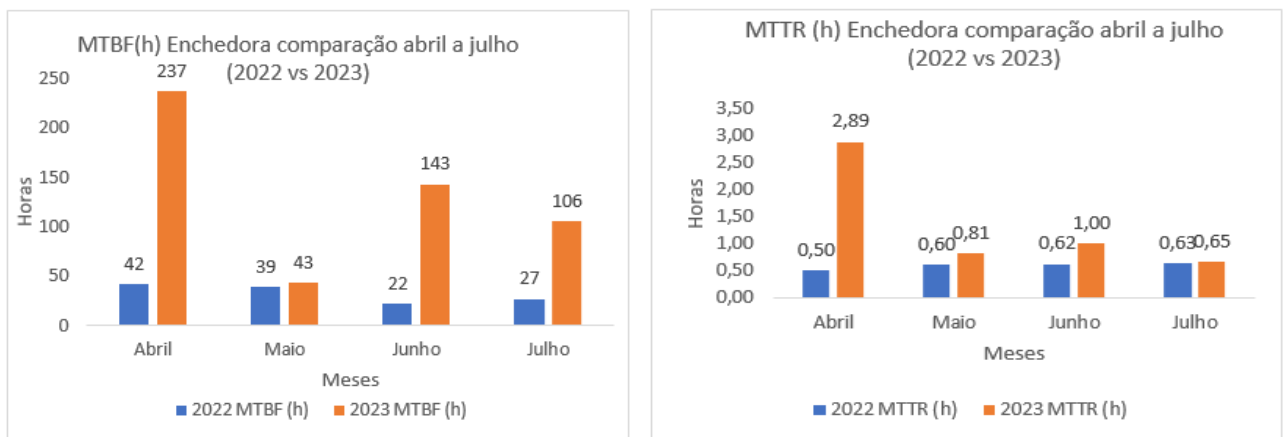


Figura 60 – MTBF e MTTR Enchedora abril a julho (2022 vs 2023)

A análise dos gráficos da Figura 58, Figura 59 e Figura 60 revela como era pretendido, após a implementação das medidas da TPM uma diminuição do MTTR para dois dos equipamentos em análise, a KISTERS e a Envededora, comparativamente ao ano anterior. Este facto é justificado pela melhoria observada nas intervenções de manutenção corretiva imediata (diminuição das avarias contempladas no cálculo do indicador MTTR). Verificou-se que a Enchedora continua com valores de MTTR acima comparativamente ao ano anterior, o que leva à necessidade de mais ajustes nas intervenções a efetuar nos planos de Manutenção de forma a conseguir baixar o tempo das reparações diminuindo, assim, o tempo de inatividade deste ativo por paragens provocadas por avarias de manutenção.

Quanto ao MTBF, verificou-se um aumento do mesmo para os 3 equipamentos comparativamente ao ano anterior, mostrando assim, que existiu uma maior eficiência das ações de manutenção preventiva, e por consequência, uma redução das ações de manutenção corretiva.

### 4.2.2. Disponibilidade

Tendo em conta a análise efetuada aos indicadores de desempenho anteriores verificou-se também um aumento da Disponibilidade nos 3 ativos em estudo como pode ser observado nas Figura 61, Figura 62 e Figura 63. Assegurar a Disponibilidade dos ativos é muito importante para garantir o funcionamento adequado da linha e a produtividade programada. A partir deste indicador pode-se fazer os ajustes necessários na manutenção e desenvolver estratégias eficazes para definir quais os equipamentos que requerem mais atenção ao nível da manutenção. Sendo este um indicador importante para o trabalho que foi efetuado é de salientar a relevância dos valores obtidos após a implementação da TPM. Apesar de em 2022, para o período de abril a julho, já se ter verificado valores de Disponibilidade médios elevados, em 2023 conseguiu-se ainda melhorar esses valores aumentando-os em todos os ativos, como pode ser constatado na Tabela 19.

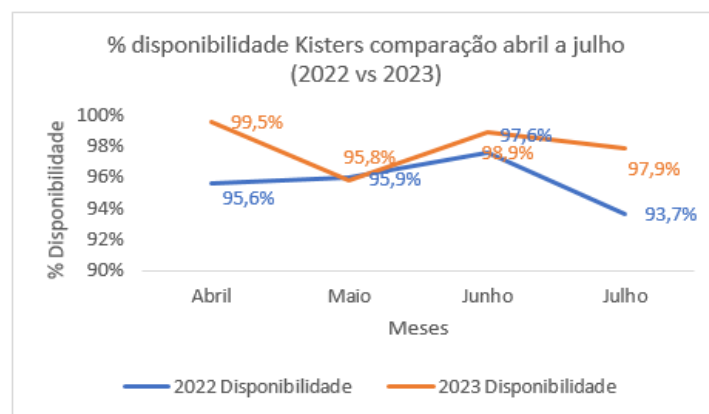


Figura 61 – Disponibilidade KISTERS abril a julho (2022 vs 2023)

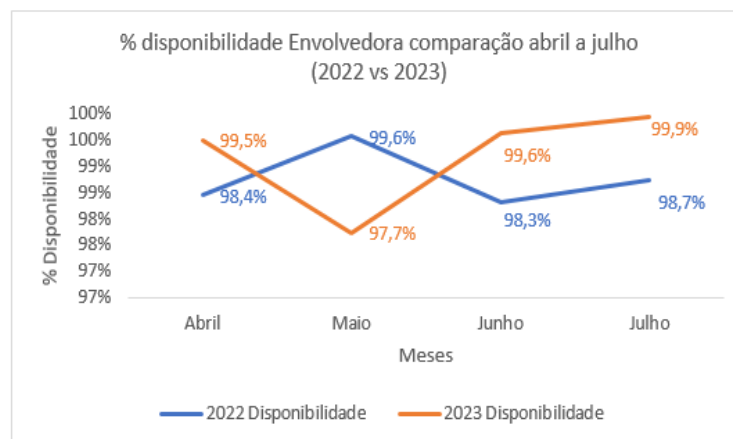


Figura 62 – Disponibilidade Envolvedora abril a julho (2022 vs 2023)

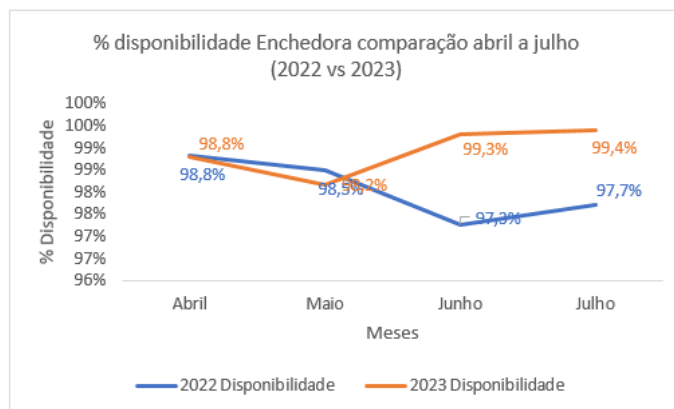


Figura 63 – Disponibilidade Enchedora abril a julho (2022 vs 2023)

Tabela 19 – Variação do valor médio da Disponibilidade

Equipamento	2022	2023	Varição
KISTERS	95,8%	98,4%	+ 2,6%
Envolvedora	98,6%	99,6%	+1%
Enchedora	98,1%	99,1%	+1%

### 4.3. Resultados da implementação da Manutenção Autónoma

Com a implementação dos planos de Manutenção Autónoma na KISTERS foi perceptível uma melhoria das condições de trabalho da mesma, e a obtenção de resultados favoráveis.

No começo da implementação, apesar da formação dada, verificou-se alguma insegurança por parte dos técnicos da máquina, quer por a utilização da APP ser uma novidade, quer por incerteza nos procedimentos a realizar. Assim, houve no início um acompanhamento e orientação por parte dos técnicos de manutenção aquando da execução dessas tarefas, permitindo aos operadores ganhar confiança para executar daí em diante as tarefas corretamente e de forma autónoma. Verificou-se assim, que mesmo apesar da disponibilidade e empenho dos técnicos da máquina para a implementação da MA, a formação e o acompanhamento é vital para obter sucesso.

#### 4.3.1. Utilização da APP na realização dos procedimentos de MA

Houve alguma expectativa com os resultados que seriam obtidos com implementação da MA principalmente por esta ser efetuada com a utilização de um suporte informático, mas também visto a implementação da MA já ter falhado em outra linha. Como já foi referido, os resultados foram favoráveis e então tentou-se perceber junto dos colaboradores quais as vantagens que a utilização da APP trouxe para o sucesso da implementação da MA na linha 6.

Assim, foram reunidas e de seguida listadas algumas das vantagens citadas pelos colaboradores:

- Maior facilidade na identificação do local para realizar o procedimento de MA;
- Eliminação da possibilidade de perda de informação;


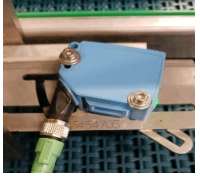






- Informação para realização das tarefas de forma mais acessível e perceptível;
- Informação fica acessível a todos os colaboradores e num só local;
- Redução do impacto ambiental, pois deixa de ser utilizado papel.

Apesar destas vantagens também foram referidas algumas limitações, sendo elas a de ter atenção para a bateria do *tablet* ou telemóvel estar carregada quando se for fazer o procedimento de inspeção, e a ligação à rede internet por vezes não ser a mais eficiente e prolongar o processo de realização das tarefas de MA.

### 4.3.2. Melhorias obtidas no equipamento

São apresentadas na Tabela 20, algumas imagens que representam o antes e o depois da aplicação dos procedimentos de MA em alguns itens da KISTERS.

Tabela 20 – Antes e depois da MA na KISTERS

	Procedimento/Melhoria	Antes	Depois
Aplicação Procedimentos MA KISTERS	Limpeza da célula / Diminuição dos erros de leitura		
	Limpeza e alinhamento roletos/ Diminuição de danos nas caixas ou tabuleiros; Aumento produção		
	Reparação do tubo de lubrificação e limpeza/ Melhor desempenho da máquina		
	Limpeza do excesso de massa e poeiras da chumaceira/ Melhor desempenho da máquina		

### 4.3.3. Quadro da Manutenção Autónoma

Com o objetivo de analisar os resultados relativos à implementação da MA na KISTERS, foram recolhidas informações e foram retirados dados do jornal de bordo do *PowerBi* para criar um

Quadro de Manutenção Autónoma, que pode ser visualizado na Figura 64. Este quadro foi elaborado com dados obtidos durante a implementação da MA, sendo possível visualizar na Figura 64 os valores de final do período em análise, ou seja, a partir da semana 22 até à semana 30. Também é visível dados desde o início do ano e acerca do desempenho da Linha 6, para posterior comparação de valores.

Com este quadro foi possível estabelecer visualmente os resultados obtidos das atividades que foram executadas ao longo deste período, promovendo uma comunicação objetiva sobre o que estava a acontecer no ativo em questão e foi dada a possibilidade ao operador de reconhecer as anomalias inerentes a este equipamento.

De início foi criado um quadro de atividades (informação) junto do equipamento, mais tarde na sala de reuniões da linha 6 e por fim digitalmente (Figura 64).

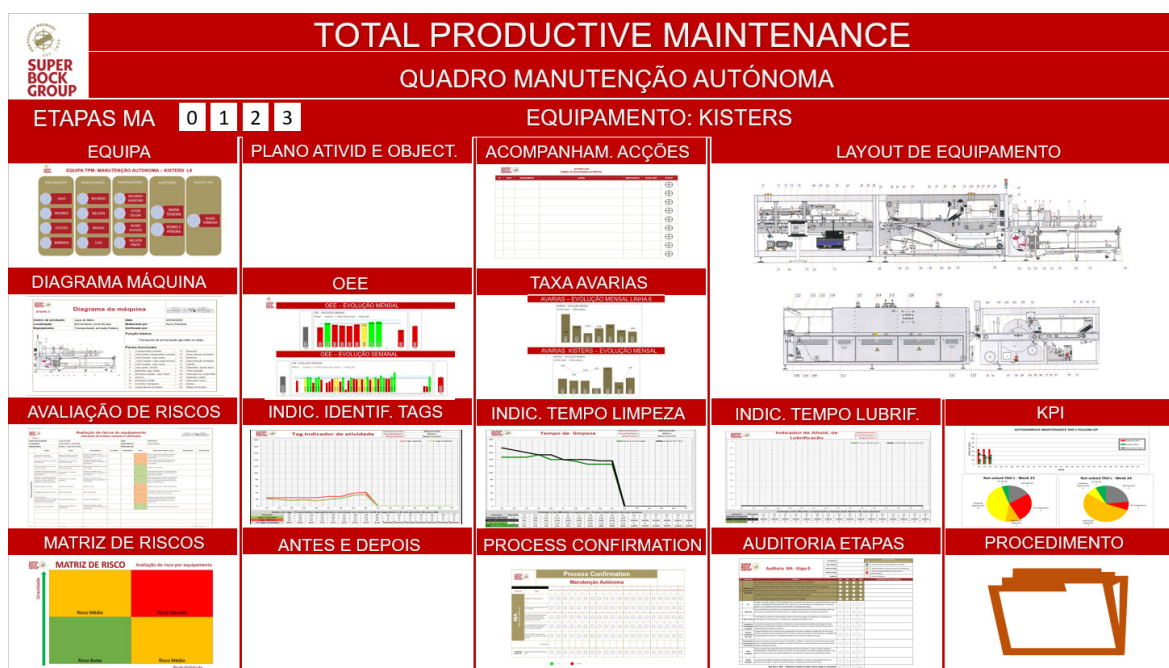


Figura 64 – Quadro Manutenção Autónoma

Na Figura 64 pode ser observado o quadro digital, onde a equipa consegue acompanhar o progresso das ações, aumentando assim a sua visibilidade acerca dos assuntos. De seguida será efetuada uma breve descrição do que pode ser observado no quadro, dando ênfase a alguns pontos mais importantes.

Neste quadro podemos observar a equipa se encontra incumbida deste projeto, o diagrama da máquina, a avaliação de riscos efetuada à máquina em causa (KISTERS) e a matriz de riscos, sendo esta última, um dos pontos sempre a considerar devido ao facto de estarmos sempre em melhoria continua.

Também são visíveis o plano de atividade e os objetivos, tratando-se estes do planeamento pensado para execução das nossas etapas (0-Preparação, 1-Limpeza inicial, 2-Eliminação das fontes de contaminação e áreas de difícil limpeza e inspeção e 3-Criar e manter normas de limpeza, inspeção e lubrificação).

Ainda é possível analisar graficamente o OEE efetivo da linha 6 de uma forma mensal e semanal, Figura 65, bem como a Taxa Avarias da máquina e da linha, Figura 66, permitindo assim verificar o seu impacto na linha.

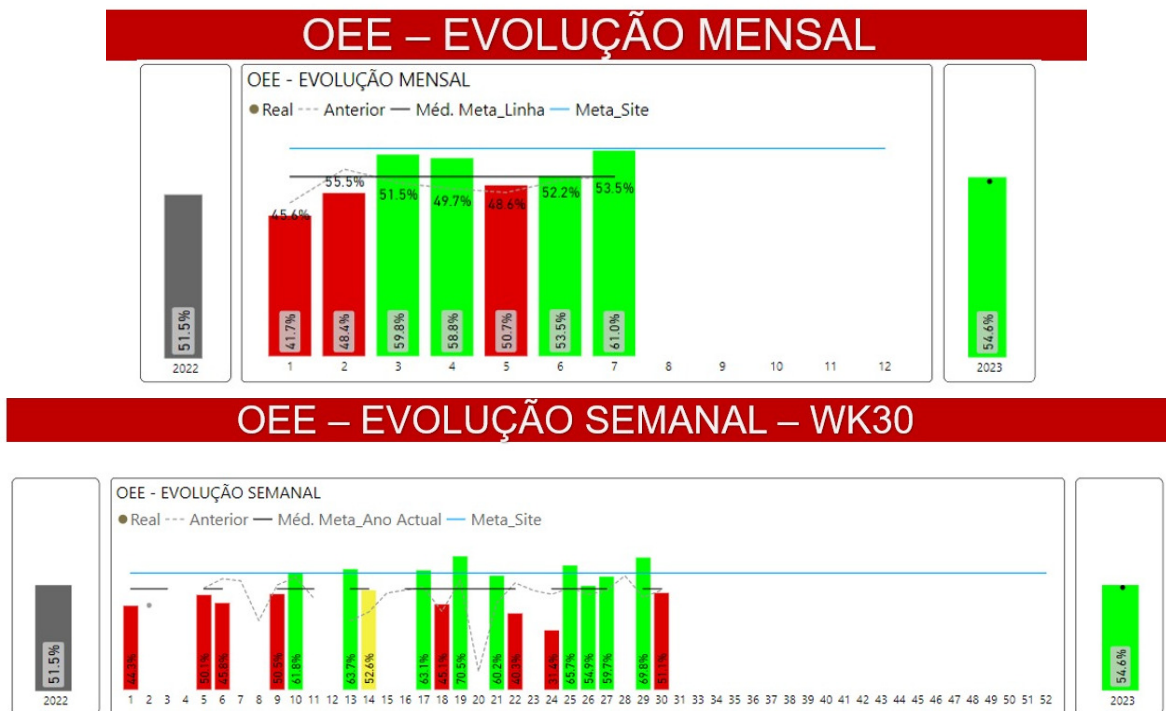


Figura 65 – Valores OEE linha 6

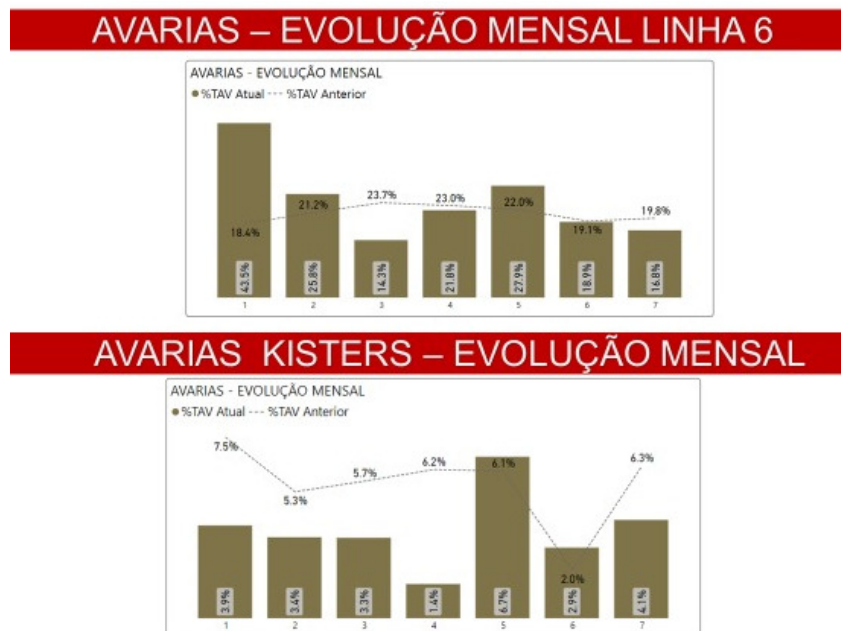


Figura 66 – Taxa de avarias na linha 6 e na KISTERS – Evolução mensal

No gráfico da Figura 65 são apresentados os valores do OEE da linha 6 que foram obtidos automaticamente pelo programa. De seguida é feita uma breve explicação destes valores com base na Tabela 21 que mostra a variação do OEE de abril a julho nos anos 2022 *versus* 2023 e da Tabela 22 que mostra a variação da taxa de avarias da linha 6, de abril a julho nos anos 2022 *versus* 2023.

Tabela 21 – Variação dos valores OEE linha 6

OEE	2022	2023	Variação	Meta 2023 (53,3%)
Abril	49,7%	58,8%	+9,1%	+5,5%
Maio	48,6%	50,7%	+2,1%	-2,61%
Junho	52,2%	53,5%	+1,3%	+0,2%
Julho	53,5%	61%	+7,5%	+7,7%

Tabela 22 – Variação da taxa de avarias linha 6

TAV	2022	2023	Variação
Abril	23,0%	21,8%	-1,2%
Maio	22,0%	27,9%	+5,9%
Junho	19,1%	18,9%	-0,2%
Julho	19,8%	16,8%	-3%

Da análise da Tabela 21, verificamos que em 2023 houve um aumento do OEE em relação ao ano 2022 para os meses em análise e que este aumento também se verifica para a meta estabelecida para a linha (53,3%), com exceção do mês de maio que sofreu uma diminuição de 2,61%. Este valor negativo do mês de maio, está relacionado com o valor da taxa de avarias da linha 6 de 27,9%, visível na Tabela 22, valor este que se deve a uma avaria grave e de resolução demorada ocorrida no Pasteurizador que colocou esse equipamento com uma taxa de avarias nesse mês de 4,24%. Também a Envolvedora contribuiu com uma taxa de avarias de 3,45%, devido a repetitivas avarias que ocorreram e que também tiveram elevados tempos de reparação.

No entanto, analisando a Tabela 22 verifica-se uma redução da taxa de avarias da linha 6 a partir do mês de maio, tendo já no mês de julho conseguido uma redução de 3%. No gráfico da Figura 66 podemos visualizar a taxa de avarias na KISTERS e na Tabela 23 podemos observar a variação da taxa de avarias de abril a julho nos anos 2022 *versus* 2023.

Tabela 23 – Variação da taxa de avarias KISTERS

TAV	2022	2023	Variação
Abril	6,2%	1,4%	-4,8%
Maio	6,1%	6,7%	+0,6%
Junho	2,0%	2,9%	+0,9%
Julho	6,3%	3,5%	-2,8%

Da análise dos dados da Tabela 23, constatamos que embora existam subidas da taxa de avarias da KISTERS estas são muito pequenas, verificando-se descidas muito mais acentuadas e tendo já os meses de junho e julho uma diminuição destacada dos valores em relação ao mês de maio, mês em que se verificou o valor mais elevado.

No quadro da MA (Figura 64), está também colocado o *Layout* do equipamento e um mapa da máquina com indicação por símbolos das zonas com perigos, para limpeza e para lubrificação. Estão também colocados gráficos onde é possível identificar os tempos de limpeza, os tempos de lubrificação e verificar os controlos de identificação de *tags*, ou seja, os problemas detetados e registados, sendo feito o controlo das que ainda aguardam resolução e das que já foram resolvidas e fechadas (Figura 67).

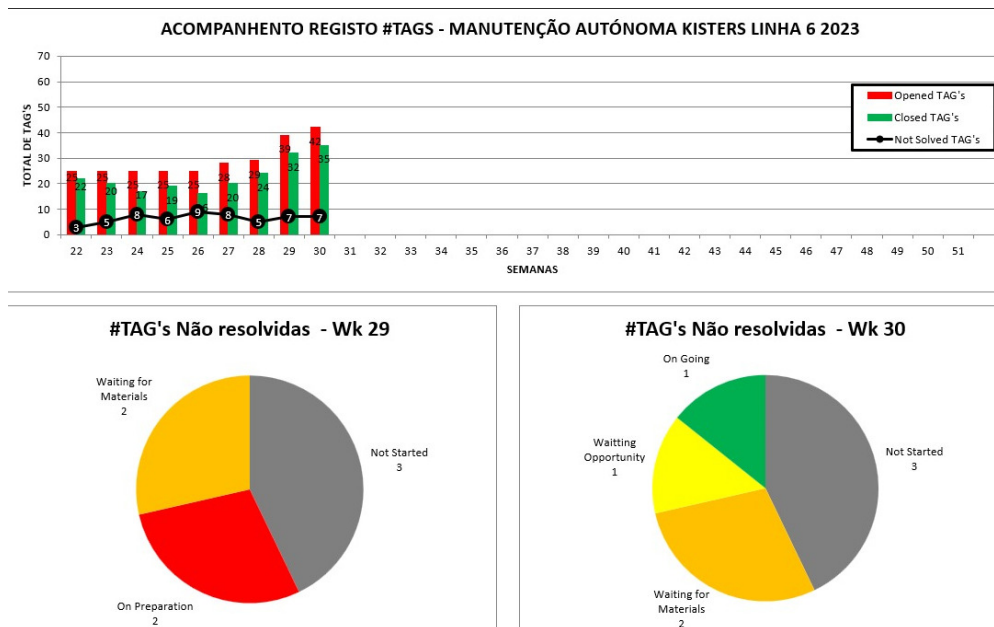


Figura 67 – Acompanhamento da MA na KISTERS

Finalmente temos no quadro o “*process confirmation*” de forma a constatar se as tarefas estão realmente a ser realizadas e a “Auditoria” que contém os resultados realizados após cada etapa, e que avalia as práticas e os resultados da implementação.

Na pasta Procedimentos estão todos os materiais normalizados, organizados e prontos, reduzindo a procura de informação e o controlo do que existe (5S, OPLs, POPs, CILs, e manuais da máquina).

Para que todo o sistema de Aplicação da Manutenção Autónoma e quadro digital possa ter a informação acessível e devido a todo o processo do ataque informático, foi criada uma página partilhada no *Sharepoint* do Microsoft 360 para o *Super Bock Group* referente à TPM, visível na Figura 68.

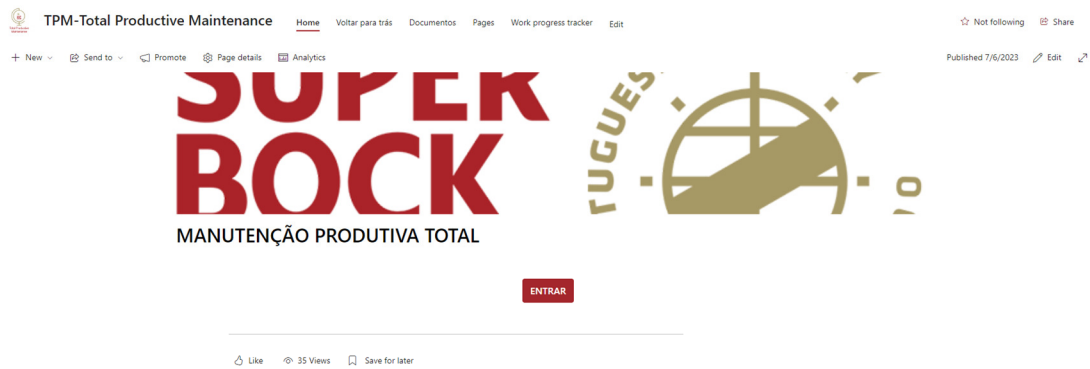


Figura 68 – Página com informação da TPM

Quando entramos na página é possível visualizar os pilares da metodologia TPM e as pastas onde se encontram guardadas todas as informações necessárias e já anteriormente descritas acerca deste tema. A Figura 69 mostra a página com as pastas referentes a cada pilar da metodologia TPM.

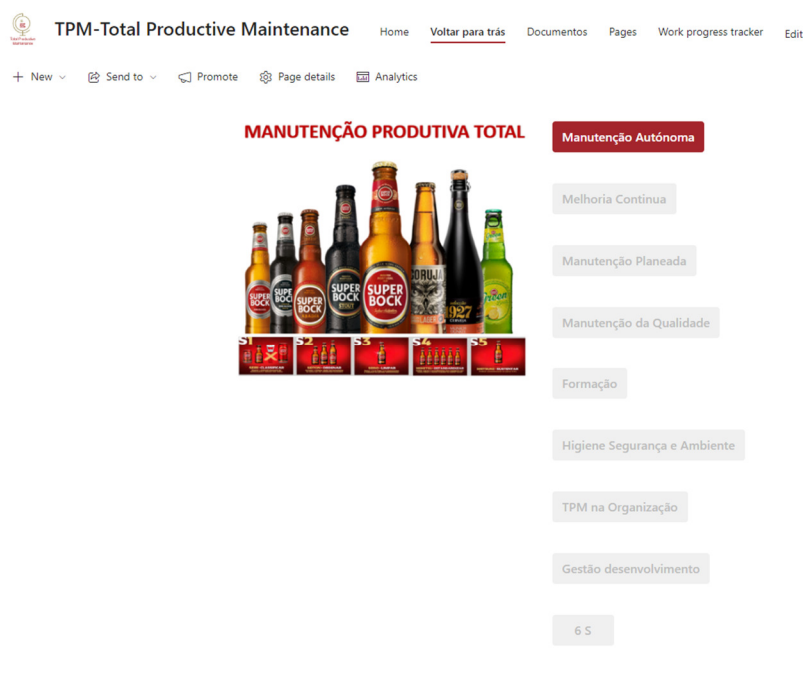


Figura 69 – Página com as pastas referentes a cada pilar da TPM

#### 4.4. Resultados da implementação dos 6S

Apesar do programa 6S ser de fácil entendimento, a sua aplicação foi um pouco complicada, pois, ainda houve alguma resistência ao comprometimento por parte dos trabalhadores, e alguma falta de apoio por parte de algumas chefias devido a possíveis custos e falta de informação.

Os funcionários estavam acostumados com a rotina do dia a dia, e a implementação dos 6S veio trazer uma mudança, gerando algum desconforto, resistência e reprovação. No entanto através das informações e orientações dadas e da monitorização constante através das auditorias, foi conseguido um compromisso de melhoria.

Para além das melhorias já referidas anteriormente relativamente a cada senso, esta implementação permitiu desenvolver uma mentalidade *Lean* nos colaboradores e também a capacidade de criar ideias de melhoria de maneira natural. Assim, o ambiente limpo, organizado e saudável proporcionou uma satisfação nos funcionários e permitiu melhorar o seu papel na empresa. Auxiliou também, na identificação dos desvios de processo de maneira rápida e simples, na otimização dos recursos e processos, melhoria da comunicação, comprometimento da equipa, maior proximidade da chefia com os colaboradores do “chão de fábrica” e maior preocupação com a segurança e meio ambiente.

#### 4.5. Resultados após identificação dos desperdícios da Manutenção

Após a identificação dos desperdícios e da implementação das medidas para os diminuir ou eliminar podemos dizer que os objetivos delineados foram atingidos tanto na linha como na oficina. No caso do desperdício de Espera, com a diminuição dos componentes substituídos conseguiu-se não só uma redução do custo anual de cerca de 2877,00€, mas também uma redução de cerca de 1 dia de trabalho aquando da paragem do equipamento para a revisão anual. Também com a substituição do óleo a ser bianual obtivemos uma redução de 15€ e de 5 h de trabalho na revisão.

No desperdício de Inventário com a devolução dos itens ao armazém geral, conseguiu-se obter uma entrada de valor na linha bastante significativo de 26620,62€, como pode ser constatado na Figura 70.

100000325133 Revisão Anual - Linha 6 - 2022			
100000341160		Rev. Anual - Despal. Grfs. KETTNER - 2022	4 741,61 €
100000341161		Rev. Anual - Ascensor Grfs.- 2022	2 693,78 €
100000341162		Rev. Anual - Insp. Garrafas Vazias- 2022	
100000341163		Rev. Anual - Sopradora Innoclean - 2022	2 425,59 €
100000341164		Rev. Anual - Enchedora Innofill - 2022	8 233,89 €
100000341183		Rev. Anual - Filtro Cerveja KHS - 2022	1 038,07 €
100000341165		Rev. Anual - Insp. Nivel Innocheck- 2022	
100000341166		Rev. Anual - Pasteurizador "S.H." - 2022	467,94 €
100000341167		Rev. Anual - Secador de Garrafas - 2022	
100000341168		Rev. Anual - Rotuladora Krones - 2022	4 207,10 €
100000341169		Rev. Anual - Insp. Grfs. CHECKMAT - 2022	
100000341170		Rev. Anual - Cod. Rótulos DOMINO - 2022	
100000341171		Rev. Anual - Embaladora Pack MEAD - 2022	
100000341172		Rev. Anual - Encartonadora KISTERS- 2022	
100000341173		Rev. Anual - Etiquetadora Topo - 2022	
100000341174		Rev. Anual - Codificador Caixas - 2022	
100000341175		Rev. Anual - Rejeitador Cxs/Tab - 2022	
100000341176		Rev. Anual - Descensor APOLLO VTS - 2022	
100000341177		Rev. Anual - Paletiz. KETTNER - 2022	1 929,31 €
100000341178		Rev. Anual - Armazém Paletes Pal. - 2022	
100000341179		Rev. Anual - Envolvedora Paletes - 2022	
100000341180		Rev. Anual - Etiquetadora Paletes - 2022	
100000341181		Rev. Anual - Transportadores - 2022	
	100000341184	Rev. Anual - Transp. Garrafas - 2022	181,81 €
	100000341185	Rev. Anual - Transp. Caixas/Tab. - 2022	351,82 €
	100000341186	Rev. Anual - Transp. Paletes GEBO - 2022	349,70 €
	100000341187	Rev. Anual - Transp. Packs SIDEL - 2022	
	100000341188	Rev. Anual - Transp. Cápsulas - 2022	
100000341182		Rev. Anual - Quadros Electricos - 2022	
Total devolvido			<b>26 620,62 €</b>

Figura 70 – Total de devoluções

No desperdício de movimento com a colocação do *Kanban* de peças, os objetivos também foram atingidos, pois houve uma redução das deslocações à oficina, eliminação de tempos de espera, melhor arrumação, maior controlo dos *stocks* e respetiva diminuição da probabilidade de rutura dos mesmos e apoio na gestão de trabalhos.

Finalmente no desperdício Competências, promoveu-se o diálogo e a realização de reuniões para que os técnicos dessem contribuições para as soluções dos problemas que iam surgindo e priorizou-se o trabalho interno para a solução desses problemas.

#### 4.6. Resumo dos resultados de implementação

Neste capítulo será efetuada uma breve resenha dos resultados obtidos neste trabalho com a implementação da TPM.

Tabela 24 – Resumo dos resultados de implementação

Concretização	Tarefas realizadas	Resultados de implementação	Observações
Manutenção planeada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de um plano de MP Envolvedora</li> <li>• Ajustes nos planos MP existentes de outros ativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↘ 18,3% manutenção corretiva</li> <li>• ↗ 13,5% manutenção preventiva sistemática</li> <li>• ↗ 4,6% manutenção corretiva planeada</li> </ul>	
Taxa de Avarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumprimento do plano de MP e MA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↘ % Taxa avarias KISTERS</li> <li>• ↘ % Taxa avarias Enchedora</li> <li>• ↗ % Taxa avarias Envolvedora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar PMP</li> </ul>
MTBF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiência das ações de MP</li> <li>• Redução das ações de MC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↗ MTBF KISTERS</li> <li>• ↗ MTBF Enchedora</li> <li>• ↗ MTBF Envolvedora</li> </ul>	
MTTR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↘ Avarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↘ MTTR KISTERS</li> <li>• ↘ MTTR Envolvedora</li> <li>• ↗ MTTR Enchedora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar PMP</li> </ul>
Disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação da MA na KISTERS</li> <li>• Ajustes nos planos MP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↗ 2,6% Disponibilidade KISTERS</li> <li>• ↗ 1% Disponibilidade Envolvedora</li> <li>• ↗ 1% Disponibilidade Enchedora</li> </ul>	
Manutenção Autónoma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização plano MA para KISTERS</li> <li>• Criação da APP para realização da <i>checklist</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↗ Disponibilidade da KISTERS</li> <li>• Melhorias no equipamento</li> </ul>	
6S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação dos 5 sentidos + segurança</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↗ limpeza</li> <li>• ↗ organização</li> <li>• ↗ segurança</li> </ul>	
Desperdícios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação de 4 desperdícios da manutenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retorno de valor</li> <li>• ↘ custos</li> <li>• ↘ deslocações</li> <li>• ↘ tempos de espera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Devolução de materiais</li> </ul>

## 4.7. Comparação e discussão dos resultados obtidos

Esta dissertação começou por fazer uma abordagem teórica ao tema em estudo, a implementação da TPM. A pesquisa bibliográfica sobre o tema, permitiu obter conhecimento acerca dos resultados obtidos por alguns dos autores aí mencionados. Neste capítulo, será efetuada uma comparação entre esses resultados e os resultados obtidos neste trabalho após a implementação da TPM na linha 6 do *Super Bock Group*.

A implementação da TPM é um trabalho que visa obter resultados benéficos para as empresas e que deve ser desenvolvido continuamente e com a colaboração dos funcionários, pois não é apenas um método, mas sim uma cultura organizacional, devendo ser incutida nos objetivos da organização. Para isso são desenvolvidas várias estratégias que vão desde a descoberta dos problemas à implementação das melhorias para os solucionar. Isso mesmo pode ser verificado no trabalho de (Dos Reis *et al.*, 2019) onde a estratégia utilizada foi a redução das perdas causadas por falhas das máquinas tendo foco no desenvolvimento de ações de identificação de problemas e posteriormente a realização de várias ações de melhoria numa linha de maquinagem e montagem para peças da indústria automóvel. Com isto, foi possível uma evolução positiva do rendimento operacional da linha, obtendo no final um aumento de 18% nos resultados operacionais com uma redução de 3,5% das falhas. Também neste trabalho foi primeiramente realizado um estudo dos problemas para identificação das falhas e realizadas melhorias de forma a obter soluções, obtendo também uma melhoria nos resultados operacionais obtendo um aumento da disponibilidade dos ativos alvo de estudo.

Um dos objetivos atingidos com este trabalho foi a diminuição das intervenções corretivas, fazendo prevalecer as intervenções de Manutenção Planeada. Para atingir esse objetivo foram criados planos de MA e MP e feitos ajustes aos planos de Manutenção Preventiva existentes. Assim, através da análise da OT's concluídas, verificou-se uma diminuição das intervenções corretivas em 18,3 % e no caso das intervenções planeadas, nas ordens M1 verificou-se um aumento de 4,6 %, e nas ZPM3 um aumento mais significativo de 13,5%. Constatou-se também que uma diminuição da taxa de avarias em 2 dos equipamentos alvo do nosso estudo, a KISTERS com uma diminuição de 1,3% e a Enchedora com uma diminuição de 0,2%. Também (Pinto *et al.*, 2020) criou planos de MA e MP e fez ajustes aos tempos de intervenção em tornos e centros de maquinagem CNC, obtendo com essa melhoria uma diminuição de 23% nas avarias no sector dos tornos CNC e de 38% nos centros de maquinagem CNC.

Para conseguir uma redução das perdas numa oficina de máquinas nos centros de maquinagem CNC nas operações de torneamento, (Singh *et al.*, 2013) implementou todos os pilares da TPM de uma forma faseada, melhorando assim a utilização desses centros. Já (Ahmad *et al.*, 2018) centra-se na aplicação de apenas um dos pilares da manutenção produtiva total (TPM) para melhorar a eficiência global de um equipamento numa fábrica de fiação. Para isso realizou um programa de formação bem organizado para tornar os operadores instruídos sobre as perdas existentes e possíveis formas de melhorar a situação. As perdas foram reduzidas significativamente, e o OEE do equipamento aumentou de 75% para 86%. Também neste trabalho, foram apenas implementados 3 pilares mais a base 6S, verificando-se mesmo assim um aumento da disponibilidade dos mesmos, e constatou-se que a formação e a participação dos colaboradores são um fator decisivo para o sucesso da implementação da metodologia TPM. O sucesso da implementação da MA na KISTERS só foi possível com a formação e o comprometimento dos colaboradores. Também (Au-Yong *et al.*,

2022) com o seu trabalho demonstrou a importância do conhecimento, sensibilização e comunicação bem como a participação dos trabalhadores na Implementação da TPM.

Quanto aos índices de desempenho da manutenção, neste trabalho verifica-se um aumento do MTBF para cada um dos ativos estudado e uma diminuição do MTTR e, conseqüentemente, um aumento de Disponibilidade em 1% para a Enchedora e Envolvedora e 2,6% para a KISTERS. Também (Pinto *et al.*, 2020) obteve em termos globais com a implementação de apenas alguns pilares da manutenção resultados muito satisfatórios, sendo estes de um aumento na Disponibilidade das máquinas em 5%, a diminuição do MTTR em 28% e 27% e um aumento do MTBF em 21% e 14% para os dois sectores que estudou.

Para (Shahriar *et al.*, 2022) o método 5S é um pré-requisito para a implementação do TPM. O objetivo principal do seu estudo foi utilizar o método 5S, para reduzir dois desperdícios da manutenção (espera e movimento) identificados numa empresa de fabricação de sacos de plástico. A técnica 5S foi implementada para melhorar a eficiência operacional na operação do sopro e nas operações de impressão, eliminando movimentos extras e tempo de espera gasto à procura de ferramentas. Verificou-se que nessas áreas, o tempo operacional total foi reduzido em 8% para sopro e 18% para impressão. Também neste trabalho foi determinante a implementação dos 5S, quer para obter uma melhoria significativa na organização da oficina, quer para ajudar também na redução do desperdício de movimento. Com a ajuda do senso de organização e ordenação, foi elaborado e colocado um *Kanban* de peças, reduzindo assim, as deslocações à oficina, eliminando tempos de espera e obtendo uma melhor arrumação.

Tal como constatou (Ahmad *et al.*, 2018), cujos resultados do trabalho revelaram o benefício da aplicação do TPM em ambientes de fabrico, também neste trabalho ficou evidenciado que a implementação não só da TPM, mas em conjunto com os 6S, pode trazer muitos benefícios para a empresa incluindo uma grande melhoria da segurança no ambiente de trabalho, aumento do desempenho, qualidade e produtividade.

## 5. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais, tendo em conta que ao longo desta dissertação, em cada capítulo, já foram apresentadas conclusões relativamente ao trabalho realizado. Aqui serão indicadas as observações finais face aos objetivos e metas propostos inicialmente.

Por fim, serão relatadas algumas das dificuldades encontradas no decorrer deste trabalho e também apresentadas as propostas de ações a desenvolver no futuro, para numa perspetiva de melhoria contínua, prosseguir com a implementação da TPM e melhorar o desempenho da função da manutenção, não só na linha aqui analisada, mas também alargando a todas as outras linhas que constituem a empresa.

### 5.1. Conclusões finais

A aplicação dos pilares Manutenção Autónoma, Manutenção Planeada, Formação e 6S da metodologia TPM, foram os pilares sobre os quais esta dissertação incidiu. Teve como principal objetivo, priorizar a realização de intervenções de carácter autónomo e preventivo, para evitar paragens não programadas e aumentar assim a Disponibilidade dos ativos alvo de estudo nesta dissertação. A aplicação da metodologia TPM visou melhorar a organização da manutenção na linha 6 do *Super Bock Group*, nomeadamente nos 3 ativos selecionados como críticos.

Para atingir os objetivos propostos na aplicação da metodologia TPM, em primeiro lugar foi efetuada formação e dada informação relativamente às técnicas da TPM a serem implementadas e a sua importância para o bom funcionamento da linha, principalmente na aplicação da Manutenção Autónoma na Embaladora + Pastificadora KISTERS.

É possível afirmar que o objetivo foi alcançado, nomeadamente na aplicação da Manutenção Autónoma, onde foram dadas ferramentas e responsabilidades aos operadores, para que possam desempenhar ações autónomas de diagnóstico, limpeza, organização e verificação diária dos pontos críticos do equipamento, garantindo o bom funcionamento do mesmo.

Foi visível ao longo do processo de implementação que é muito benéfica a introdução da metodologia TPM numa instituição. Esta conduz a ótimos resultados, garantindo maiores níveis de Disponibilidade dos equipamentos e obtenção de maior eficiência dos equipamentos e também ao nível do envolvimento total dos colaboradores na busca pela melhoria do sistema produtivo e do local de trabalho.

Também, a aplicação da metodologia 6S foi fundamental para suportar todo o trabalho realizado na implementação da metodologia TPM. A limpeza, organização e segurança da oficina da linha 6 e dos postos de trabalho da mesma foi fundamental para desenvolver um ambiente de trabalho agradável e de fácil acesso para todos os colaboradores.

Os resultados obtidos relativamente aos objetivos inicialmente propostos para este trabalho são descritos na Tabela 25, onde se pode constatar que estes objetivos foram cumpridos com êxito.

Tabela 25 – Resultados obtidos

<b>Objetivo</b>	<b>Resultados</b>
Definição dos ativos críticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realização de uma matriz ABC para classificação dos ativos críticos da linha</li> </ul>
Implementação da Manutenção Autónoma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento do envolvimento e responsabilidade dos colaboradores</li> <li>Inovação no procedimento de realização das tarefas da MA</li> <li>Resultados acessíveis e de fácil visualização</li> <li>Desenvolvimento de planos de MA</li> <li>Aumento da disponibilidade do equipamento</li> </ul>
Implementação e melhoria da Manutenção Planeada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução dos tempos de paragem por avarias</li> <li>Diminuição da Manutenção Corretiva</li> <li>Aumento da Manutenção Planeada</li> <li>Realização de plano de MP</li> </ul>
Monitorização de KPI's	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise do desempenho dos equipamentos</li> <li>Avaliação da função manutenção na linha</li> <li>Obtenção de dados para melhorar tomadas de decisão</li> </ul>
Incutir a filosofia TPM em todos os colaboradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realização de formação e divulgação para todos os colaboradores</li> <li>Participação ativa dos colaboradores na implementação da TPM</li> </ul>
Aplicação de práticas da Manutenção <i>Lean</i> na linha	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicação dos 6S à oficina</li> <li>Redução e eliminação de desperdícios</li> </ul>

A aplicação da metodologia TPM neste trabalho, levou a um aumento da Disponibilidade dos equipamentos e a uma redução das avarias por paragens não programadas dos equipamentos. Para isto contribui a forma inovadora e ágil de execução da Manutenção Autónoma e o cumprimento dos planos de MP. De realçar também, que o sucesso dos resultados obtidos só foi possível, tendo em conta cooperação entre todos os envolvidos na TPM e o empenho dos operadores dos equipamentos, tendo estes desenvolvido as suas capacidades técnicas e aumentado o seu sentido de responsabilidade perante o trabalho que realizam.

Conclui-se que a TPM estabelece uma metodologia muito eficiente na procura pela melhoria continua e aumento da produtividade de uma empresa, tendo em conta a sua filosofia de zero avarias, aumenta a Disponibilidade e Eficiência dos ativos. Assim sendo, pode-se dizer que a TPM promove melhorias significativas no desempenho de uma empresa, garantindo um maior aproveitamento da capacidade produtiva e também promovendo a motivação das pessoas envolvidas o processo, uma vez que cada operador passa a se sentir responsável pelo bom funcionamento do equipamento que opera.

## 5.2. Constrangimentos e trabalhos futuros

No decorrer do desenvolvimento desta dissertação, foram encontrados alguns obstáculos para alcançar os resultados desejados para este trabalho. De seguida são enumerados algumas das dificuldades encontradas:

- Ataque informático, que levou à perda de dados e atraso na realização do trabalho;
- Compreensão inicial dos operadores para a execução das tarefas de Manutenção Autónoma;
- Indisponibilidade do equipamento para poder ser efetuados trabalhos de manutenção devido à necessidade de produção;
- Indisponibilidade por parte da gestão da produção para auxílio no cumprimento das atividades de Manutenção Autónoma e Planeada.

Na sequência do trabalho realizado, foram identificados alguns parâmetros que podem ser alvo de melhoria ou de novas intervenções, quer na linha 6 quer nos restantes setores. Impõe-se assim, a necessidade de serem desenvolvidas ações, para dar continuidade ao trabalho realizado tendo em vista sempre a melhoria continua e garantindo uma melhor estruturação e organização da Manutenção na empresa.

De seguida, são apresentados alguns pontos a desenvolver em trabalhos futuros:

- Implementação das etapas da TPM realizadas neste trabalho, nos equipamentos críticos de outras linhas;
- Criação de uma matriz de competências para acompanhamento da equipa de Manutenção Autónoma;
- Fomentar a partilha com as outras linhas e centros da experiência obtida com este de trabalho;
- Sustentação de algumas das etapas e ações realizadas;
- Continuação da melhoria continua para utilização da gestão à vista, colocação e visualização dos resultados da execução dos planos preventivos;
- Fornecer mais formação aos colaboradores a todos os níveis, de forma a incutir cada vez mais os valores da TPM;
- Efetuar revisões e melhorias a todo o processo já efetuado, incluindo o Plano de Manutenção Autónoma.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adesta, E. Y. T., Prabowo, H. A., & Agusman, D. (2018). Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 290(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/290/1/012024>
- Agung, D., & Hasbullah, H. (2019). REDUCING THE PRODUCT CHANGEOVER TIME USING SMED & 5S METHODS IN THE INJECTION MOLDING INDUSTRY. *SINERGI*, 23(3), 199. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2019.3.004>
- Ahmad, N., Hossen, J., & Ali, S. M. (2018). Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1–4), 239–256. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0783-2>
- Amaral FD. (2016). *Gestão da Manutenção na Indústria (in Portuguese)*. LIDEL.
- Andersson, R., Manfredsson, P., & Lantz, B. (2015). Total productive maintenance in support processes: an enabler for operation excellence. *Total Quality Management and Business Excellence*, 26(9–10), 1042–1055. <https://doi.org/10.1080/14783363.2015.1068598>
- Au-Yong, C. P., Azmi, N. F., & Myeda, N. E. (2022). Promoting employee participation in operation and maintenance of green office building by adopting the total productive maintenance (TPM) concept. *Journal of Cleaner Production*, 352. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131608>
- Barone, G., & Frangopol, D. M. (2014). Reliability, risk and lifetime distributions as performance indicators for life-cycle maintenance of deteriorating structures. *Reliability Engineering and System Safety*, 123, 21–37. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2013.09.013>
- Brankovic, D., & Milovanovic, Z. (n.d.). *THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF TPM CONCEPT APPLICATION IN INDUSTRIAL SYSTEMS MAINTENANCE PRIJEDLOG MJERA I AKTIVNOSTI NA UVOĐENJU OPTIMALNOG UPRAVLJANJA POKAZATELJIMA KONKURENTNOSTI ENERGETSKIH I PROCESNIH POSTROJENJA (UVOĐENJE ASSET MANAGEMENT-A NA NAJVIŠEM NIVOU)"-FAZA I View project ANALIZA MOGUĆNOSTI I PERSPEKTIVE KORIŠĆENJA KOGENERACIJE I TRIGENERACIJE U REPUBLICI SRPSKOJ* View project *THE ROLE AND SIGNIFICANCE OF TPM CONCEPT APPLICATION IN INDUSTRIAL SYSTEMS MAINTENANCE*. <https://www.researchgate.net/publication/361581804>
- Carvalho, D., Pereira, C., Pereira De Carvalho, C., & Ferreira De Castro, C. (2020). Application of a tool based on the GUT matrix for the improvement of quality Indicators in the automotive industry. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 2020(01), 37–043. <https://doi.org/10.30574/wjaets>
- Chen, D., & Trivedi, K. S. (2001). Analysis of periodic preventive maintenance with general system failure distribution. *Proceedings of IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing, PRDC, 2001-January*, 103–107. <https://doi.org/10.1109/PRDC.2001.992686>
- Daniewski, K., Kosicka, E., & Mazurkiewicz, D. (2018). Analysis of the correctness of determination of the effectiveness of maintenance service actions. *Management and Production Engineering Review*, 9(2), 20–25. <https://doi.org/10.24425/119522>
- Deac, V., Cârstea, G., Bâgu, C., & Pârnu, F. (n.d.). *The Modern Approach to Industrial Maintenance Management*.
- Dieste, M., Panizzolo, R., & Garza-Reyes, J. A. (2020). Evaluating the impact of lean practices on environmental performance: evidences from five manufacturing companies. *Production Planning and Control*, 31(9), 739–756. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1681535>
- dos 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, 908–915. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.173>

- Drewniak, R., & Drewniak, Z. (2022). Improving business performance through TPM method: The evidence from the production and processing of crude oil. *PLoS ONE*, 17(9 September). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274393>
- Farinha, J. M. Torres. (1997). *Manutenção das instalações e equipamentos hospitalares: uma abordagem terológica*. 135. <https://www.worten.pt/livros/livros-tecnicos/livros-de-ciencias-naturais-e-exatas/livro-manutencao-das-instalacoes-hospitalares-de-torres-farinha-portugues-MRKEAN-9789728318161>
- Ferreira, S., Martins, L., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Campilho, R. D. S. G., & Sá, J. C. (2020). A novel approach to improve maintenance operations. *Procedia Manufacturing*, 51, 1531–1537. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.213>
- Ferreira, S., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2019). KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. *Procedia Manufacturing*, 38, 1427–1435. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.145>
- Geraldo, J., Oliveira, D. E., Salibi, R., Augusto, P., Lima, B., Souza, F., Geraldo De Oliveira, J., Laura, A., Souza, D., Rodrigues, M., & Bernardi De Souza, F. (2022). Lean and the circular economy: A systematic literature review environmental management View project Lean and the circular economy: A systematic literature review. In *Journal of Lean Systems Salibi et al* (Vol. 7). <http://leansystem.ufsc.br/http://leansystem.ufsc.br/>
- Gojković, R., Moljevic, S., Maric, B., & Medaković, V. (n.d.). *ELIMINATION LEAN WASTE IN THE PRODUCTION PROCESS Production technology View project Training Courses for Public Services in Sustainable Infrastructure Development in Western Balkans (TEMPUS SDTRAIN) View project*. <https://www.researchgate.net/publication/365835036>
- Gonçalves, C. D. F., Dias, J. A. M., & Machado, V. A. C. (2015). Multi-criteria decision methodology for selecting maintenance key performance indicators. In *International Journal of Management Science and Engineering Management* (Vol. 10, Issue 3, pp. 215–223). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/17509653.2014.954280>
- Gong, J., Luo, Y., Qiu, Z., & Wang, X. (2022). Determination of key components in automobile braking systems based on ABC classification and FMECA. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 9(1), 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.01.008>
- 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, Ramesh. (n.d.). *Maintenance and reliability best practices*.
- Hama Kareem, J. A., & Hama Amin, O. A. Q. (2017). Ethical and psychological factors in 5S and total productive maintenance. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 10(3), 444–475. <https://doi.org/10.3926/jiem.2313>
- Heizer, J. (2013). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management* (Render B., Ed.; 11<sup>a</sup> Edition). Pearson.
- Jaderi, F., Ibrahim, Z. Z., & Zahiri, M. R. (2019). Criticality analysis of petrochemical assets using risk based maintenance and the fuzzy inference system. *Process Safety and Environmental Protection*, 121, 312–325. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.11.005>
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293–323. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Jeon, J., Kim, C., & Lee, H. (2011). Measuring efficiency of total productive maintenance (TPM): A three-stage data envelopment analysis (DEA) approach. *Total Quality Management and Business Excellence*, 22(8), 911–924. <https://doi.org/10.1080/14783363.2011.593865>






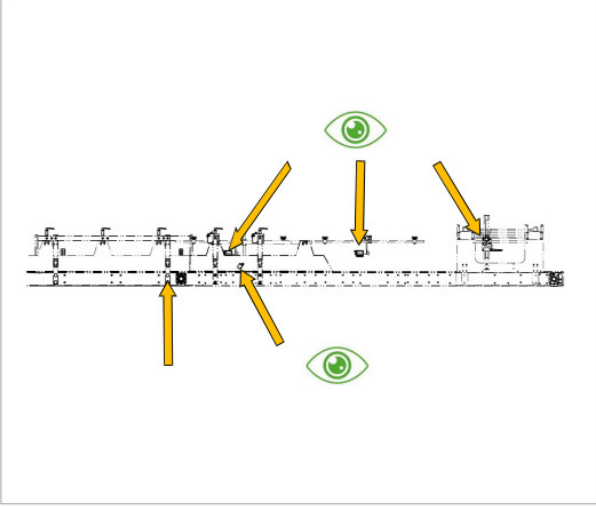


- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Kareem, J. A. H., & Talib, N. A. (2015). A review on 5S and total productive maintenance and impact of their implementation in industrial organizations. In *Advanced Science Letters* (Vol. 21, Issue 5, pp. 1073–1082). American Scientific Publishers. <https://doi.org/10.1166/asl.2015.6084>
- Khan, S., Farnsworth, M., McWilliam, R., & Erkoyuncu, J. (2020). On the requirements of digital twin-driven autonomous maintenance. In *Annual Reviews in Control* (Vol. 50, pp. 13–28). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2020.08.003>
- Leal, L., dos Santos Pedraça, A., & Santana, K. (n.d.). *Análise Crítica de Manutenção em Máquinas: Aspectos Relevantes para Assegurar Condições Operacionais em Empresa do Pólo Industrial de Manaus*. [www.euacademic.org](http://www.euacademic.org)
- Lundgren, C., Bokrantz, J., & Skoogh, A. (2020). Performance indicators for measuring the effects of Smart Maintenance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(6), 1291–1316. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2019-0129>
- Márquez, A. C. (2007). The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance. In *The Maintenance Management Framework*. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-821-0>
- Martins, L., Silva, F. J. G., Pimentel, C., Casais, R. B., & Campilho, R. D. S. G. (2020). Improving preventive maintenance management in an energy solutions company. *Procedia Manufacturing*, 51, 1551–1558. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.216>
- Martins, 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, 1723–1729. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>
- Mello, J. A. V. B., Pito, B. G. J., & Mello, A. J. R. (2022). SWOT analysis and GUT matrix for business management and problem solving: an application in a Brazilian case-study. *Cuadernos de Gestion*, 22(1), 81–93. <https://doi.org/10.5295/CDG.211472JV>
- Mena, R., Viveros, P., Zio, E., & Campos, S. (2021). An optimization framework for opportunistic planning of preventive maintenance activities. *Reliability Engineering and System Safety*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107801>
- Mobley R K. (2002). Introduction to Predictive Maintenance. In *Elsevier Science*.
- Molenda, M. (2016). *Management Systems in Production Engineering THE AUTONOMOUS MAINTENANCE IMPLEMENTATION DIRECTORY AS A STEP TOWARD THE INTELLIGENT QUALITY MANAGEMENT SYSTEM*. <https://doi.org/10.12914/MSPE-10-04-2016>
- Moradi, M., Abdollahzadeh, M. R., & Vakili, A. (2011). Effects of implementing 5S on total productive maintenance: A case in Iran. *2011 IEEE International Conference on Quality and Reliability, ICQR 2011*, 41–45. <https://doi.org/10.1109/ICQR.2011.6031678>
- Moreira, A., Silva, F. J. G., Correia, A. I., Pereira, T., Ferreira, L. P., & de Almeida, F. (2018). Cost reduction and quality improvements in the printing industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 623–630. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.107>
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2015). Lean Maintenance Roadmap. *Procedia Manufacturing*, 2, 434–444. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.076>
- Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Montoya-Torres, J. R., & Jaca, C. (2018). Using OEE to evaluate the effectiveness of urban freight transportation systems: A case study. *International Journal of Production Economics*, 197, 232–242. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.01.011>
- 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, 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.063>
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>






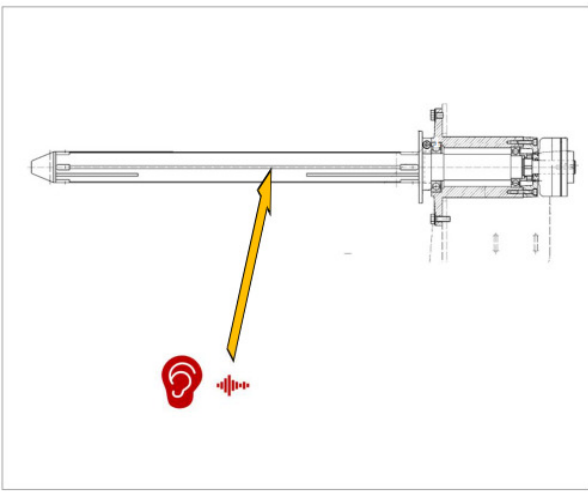


- Ng, et al. (2017). A review on lean maintenance through various implementations of total productive maintenance models. *International Journal of ADVANCED AND APPLIED SCIENCES*, 4(9), 174–179. <https://doi.org/10.21833/ijaas.2017.09.025>
- Ngoy, K. R., & Israel, K. (n.d.). *The Strategy of Successful Total Productive Maintenance (TPM): Implementation and Benefits of TPM (Literature Review)*. <https://www.researchgate.net/publication/356556721>
- Pačaiová, H., & Ižariková, G. (2019). Base principles and practices for implementation of total productive maintenance in automotive industry. *Quality Innovation Prosperity*, 23(1), 45–59. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I1.1203>
- Parikh, Y., & Mahamuni, P. (2015). Total Productive Maintenance: Need & Framework. In *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)* (Vol. 2). [www.ijirae.com](http://www.ijirae.com)
- Passath, T., & Mertens, K. (2019). Decision Making in Lean Smart Maintenance: Criticality Analysis as a Support Tool. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 364–369. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.058>
- Paul, A. R., Biswas, S., & Mukherjee, M. (2022). Conceptualisation of a novel technique to incorporate artificial intelligence in preventive and predictive maintenance in tandem. *Materials Today: Proceedings*, 66, 3814–3821. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.06.250>
- PERIARD, G. (2011). *Matriz Gut - guia completo*.
- Pinto, E. de O., Aquino, C. R., da COSTA, G., Campos, L., Rodrigues, Y., & Thode Filho, S. (2022). A preliminary study of environmental risks through the gut matrix: application in an industrial kitchen. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.12622>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38, 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Baptista, A., Fernandes, N. O., Casais, R., & Carvalho, C. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan - A case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 1423–1430. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>
- Pinto, 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/10.24867/IJIEM-2020-3-264>
- Pinto, J. P. (2013). Manutenção Lean. In ed. *Lidel, Porto*.
- Roberto Baran, L., Trojan, F., Luiz Kovaleski, J., & Stefano Piechinicki, A. (n.d.). *Métodos e Ferramentas aplicados na Análise de Criticidade em Sistemas Industriais Methods and tools applied in the Criticality Analysis Industrial Systems*.
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, 179(1–3), 276–279. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.03.102>
- Šajdlerová, I., Schindlerová, V., & Kratochvíl, J. (2020). Potential and Limits of Overall Equipment Effectiveness in the Total Productivity Management. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 14(2), 19–26. <https://doi.org/10.12913/22998624/113617>
- Santos, T., Silva, F. J. G., Ramos, S. F., Campilho, R. D. S. G., & Ferreira, L. P. (2019). Asset priority setting for maintenance management in the food industry. *Procedia Manufacturing*, 38, 1623–1633. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.122>
- Saxena, M. M. (2022). Total productive maintenance (TPM); as a vital function in manufacturing systems. *Journal of Applied Research in Technology & Engineering*, 3(1), 19–27. <https://doi.org/10.4995/jarte.2022.15934>
- Schmidt, B., & Wang, L. (2018). Cloud-enhanced predictive maintenance. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 99(1–4), 5–13. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-8983-8>





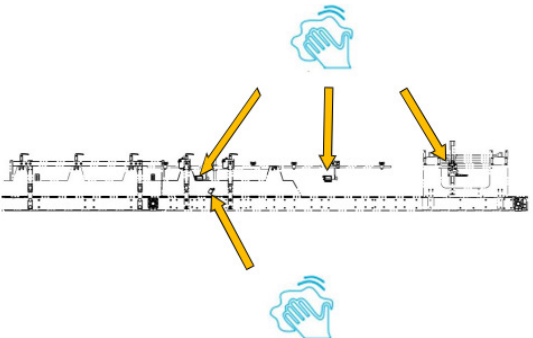




- Sellitto, M. A. (2022). Expected utility of maintenance policies under different manufacturing competitive priorities: A case study in the process industry. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 38, 717–723. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2022.06.012>
- Shahriar, M. M., Parvez, M. S., Islam, M. A., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488>
- Sharma, S. S., & Khatri, R. (n.d.). *Introduction to Lean Waste and Lean Tools*. [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com)
- Shin Min, C., Ahmad, R., Kamaruddin, S., & Abdul Azid, I. (2011). Development of autonomous maintenance implementation framework for semiconductor industries. In *Int. J. Industrial and Systems Engineering* (Vol. 9, Issue 3).
- Shohet, I. M., & Nobili, L. (2017). Application of key performance indicators for maintenance management of clinics facilities. *International Journal of Strategic Property Management*, 21(1), 58–71. <https://doi.org/10.3846/1648715X.2016.1245684>
- 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, 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>
- Souris, J.-P. (1992). *La Maintenance, Source de Profits/Manutenção Industrial, Custo ou Benefício*, LIDEL-Edições Técnicas Lda.
- Sundarakani, B., Ajaykumar, A., & Gunasekaran, A. (2021). Big data driven supply chain design and applications for blockchain: An action research using case study approach. *Omega (United Kingdom)*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102452>
- Sutrisno, A., Vanany, I., Gunawan, I., & Asjad, M. (2018). Lean waste classification model to support the sustainable operational practice. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012067>
- Teixeira, F., Mauricio, J., & Loos, J. (2018). *Análise da metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM): Estudo de caso Analysis of the methodology of Total Productive Maintenance (TPM): Case study* (Vol. 39, Issue 03).
- Thorat, R., & T, M. G. (2018). *ScienceDirect IConAMMA 2018 Improvement in productivity through TPM Implementation*. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- Vasudevan, A., Hai Sam, T., Raman, A., & Fei, Z. (2022). *THE EFFECTIVE IMPLEMENTATION OF THE 5S CONCEPT ON THE PERFORMANCE: A CASE STUDY OF A MANUFACTURING COMPANY IN MALAYSIA Development of sustainable platform controller for STEP NC complaint system View project THE IMPACT OF WORKING FROM HOME ON EMPLOYEE PRODUCTIVITY DURING 21STCENTURY View project THE EFFECTIVE IMPLEMENTATION OF THE 5S CONCEPT ON THE PERFORMANCE: A CASE STUDY OF A MANUFACTURING COMPANY IN MALAYSIA*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6956027>
- Vathoopan, M., Johny, M., Zoitl, A., & Knoll, A. (2018). *Modular Fault Ascription and Corrective Maintenance Using a Digital Twin*. 51(11), 1041–1046. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.470>
- Virk, S. I., Khan, M. A., Lakho, T. H., & Indher, A. A. (n.d.). *Review of Total Productive Maintenance (TPM) & Overall Equipment Effectiveness (OEE) Practices in Manufacturing Sectors*.
- Williams, T., Wiles, J., Smith, M., & Ward, K. (2022). Combining action research and grounded theory in health research: A structured narrative review. *SSM - Qualitative Research in Health*, 2, 100093. <https://doi.org/10.1016/j.ssmqr.2022.100093>
- Wohlin, C., & Runeson, P. (2021). Guiding the selection of research methodology in industry–academia collaboration in software engineering. *Information and Software Technology*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106678>
- Workineh, M. W., & Iyengar, A. S. (2014). Autonomous Maintenance: A Case Study on Assela Malt Factory. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 4(4), 170–178. <https://doi.org/10.9756/bijiems.10364>

- Xu, H., & Hu, W. (2008). Availability optimisation of repairable system with preventive maintenance policy. *International Journal of Systems Science*, 39(6), 655–664.  
<https://doi.org/10.1080/00207720701872057>
- Yang, L., Ye, Z. sheng, Lee, C. G., Yang, S. fen, & Peng, R. (2019). A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement. *European Journal of Operational Research*, 274(3), 966–977.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.049>
- Zhang, Z., Tang, Q., & Chica, M. (2021). Maintenance costs and makespan minimization for assembly permutation flow shop scheduling by considering preventive and corrective maintenance. *Journal of Manufacturing Systems*, 59, 549–564.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.03.020>

# APÊNDICE A – PROCESSOS DE CONTROLO MA

 PCV - 001	<b>PCV-001</b>	<b>Verificar sensor mesa entrada</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Diária <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Quinzenal	<input type="checkbox"/> Mensal <input type="checkbox"/> Trimestral	<b>MA-PCV-001</b>  X1  2 min.		
<b>Estado da máquina:</b> 		<b>Área de intervenção:</b> 					
<b>Segurança :</b> 		<b>Riscos residuais:</b> <input type="checkbox"/> deslizamento <input type="checkbox"/> esmagamento <input type="checkbox"/> queimadura <input type="checkbox"/> corte				<b>Material necessário:</b> Nenhum(a)	
<b>EPI:</b> 		<b>Equipamento :</b> Nenhum(a)				<b>Crítérios de aceitação:</b> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <input checked="" type="checkbox"/> Sensores, fichas e espelho em bom estado                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> <input checked="" type="checkbox"/> Sensores, fichas e espelho Danificada                 </div>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se o feixe de luz está focada ao espelho ou objecto (passar mão junto sensor ou espelho e ver se o sinal pisca)</li> <li>• Verificar se ficha ligação terra está em bom estado</li> <li>• Criar nota manutenção "#PS-MA" substituição sensor/espelho caso os critérios de aceitação não estejam OK</li> </ul>							

 PCA - 001	<b>PCA-001</b>	<b>Verificar Fugas Mandril Rolos película filme</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Diária <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Quinzenal	<input type="checkbox"/> Mensal <input type="checkbox"/> Trimestral	<b>MA-PCA-001</b>  X1  1 min.		
<b>Estado da máquina:</b> 		<b>Área de intervenção:</b> 					
<b>Segurança :</b> 		<b>Riscos residuais:</b> <input type="checkbox"/> deslizamento <input type="checkbox"/> esmagamento <input type="checkbox"/> queimadura <input type="checkbox"/> corte				<b>Material necessário:</b> -	
<b>EPI:</b> 		<b>Equipamento :</b> -				<b>Crítérios de aceitação:</b> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> <input checked="" type="checkbox"/> Não existe de fugas nos mandris rolos película filme                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> <input checked="" type="checkbox"/> Existência de de fugas nos mandris rolos película filme                 </div>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar se existem fugas</li> <li>• Criar nota manutenção "#PS-MA" substituição câmara pneumática dos mandris caso os critérios de aceitação não estejam OK</li> </ul>							

 <p>PCL-001</p>	<p>PCL-001</p> <p style="text-align: center;"><b>Limpeza sensor mesa entrada</b></p>	<input type="checkbox"/> Diária <input checked="" type="checkbox"/> <b>Semanal</b> <input type="checkbox"/> Quinzenal	<input type="checkbox"/> Mensal <input type="checkbox"/> Trimestral	<p style="text-align: right;"><b>MA-PCL-001</b></p>  <p>X1 3 min.</p>
<p><b>Estado da máquina:</b></p> 	<p><b>Área de intervenção:</b></p> 			
<p><b>Segurança :</b></p> 	<p><b>Riscos residuais:</b></p> <input type="checkbox"/> deslizamento <input type="checkbox"/> esmagamento <input type="checkbox"/> queimadura <input type="checkbox"/> corte			
<p><b>EPI :</b></p> 	<p><b>Equipamento :</b></p> Nenhum(a)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpar o sensor com um pano limpo e seco</li> <li>Verificar se o feixe de luz está focada ao espelho ou objecto (passar mão junto sensor ou espelho e ver se o sinal pisca)</li> <li><b>Consequências se não for executado:</b> Paragem Não planeada</li> </ul>		<p><b>CrITÉrios de aceitação:</b></p> <div style="border: 1px solid green; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">  Sensores, fichas limpos e afinados com espelho                 </div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px;">  Sensores, fichas sujos e desafinados com espelho                 </div>		
<p><b>Notas:</b></p>				





# APÊNDICE C – NORMAS SENSO PADRONIZAÇÃO

5S		Nº	Item a Verificar	Critério de Avaliação	V ou NA	F	Comentários
CLASSIFICAR	1	Equipamentos, ferramentas e auxiliares	Todos equipamentos e ferramentas estão a ser usados e são necessários?				
	2	Materiais	Todos os materiais e objectos (ex: canetas, X-acto, alimentos, etc) presentes são de uso permitido na área?				
	3	Materiais	Não há stock de materiais obsoletos ou a devolver ao armazém que não está a ser utilizado?				
	4	Bancadas	As bancadas de trabalho apenas têm materiais e documentos necessários?				
	5	Material, produto não conforme, stock intermédio	Os materiais em reparação, a aguardar material e consumíveis estão segregados e identificados?				
ORDENAR	6	Acessos	Os acessos a equipamento, quadros, bancadas estão desimpedidos?				
	7	Armários e gavetas	Estão limpos e organizados?				
	8	Stock de materiais	Todos os materiais têm local definido e estão identificados?				
	9	Contentores de resíduos	Existem, estão identificados e têm local definido?				
	10	Carros de ferramentas	Estão limpos e organizados?				
LIMPAR	11	Pisos e Paredes	Estão limpos e em bom estado de conservação?				
	12	Máquinas e equipamentos	Estão limpos e em bom estado de conservação?(ex : vidros protecção, chão do equipamento, partes amovíveis)				
	13	Máquinas e equipamentos	Os equipamentos não tem fugas de ar, líquido, óleo, etc?				
	14	Postos de limpeza	Cumprem a condição alvo (os utensílios necessários e estão colocados nos locais corretos)?				
	15	Meios de limpeza	Existem meios de limpeza (vassouras, mangueiras, apanhadores) estão em bom estado e arrumados?				
NORMALIZAR	16	Máquinas e equipamentos	Estão definidos planos de limpeza para todos as máquinas e equipamentos? Estão actualizados e são cumpridos?				
	17	Pisos e layout	Está definido um plano de limpeza para a oficina? Está actualizado e é cumprido?				
	18	Lava-maos , dispensadores desinfectantes e de EPI's	Estão limpos e cumprem a condição alvo (tem papel,sabão, desengordurante)?				
	19	Boas Práticas	Todos os colaboradores cumprem as boas práticas de higiene e segurança no trabalho? (ex: cumprem utilização de EPIs?)				
	20	Condições alvo	As condições alvo existem e estão atualizadas?				
SUSTENTAR	21	Procedimentos	Existem procedimentos standard (ITS; POS; OPL) no local de trabalho? Estão devidamente actualizados? Os colaboradores receberam formação?				
	22	Materias	Todos os materias estão codificados e está definido o stock mínimo de reposição (kanban fisico ou electrónico)?				
	23	Formação	Todos os colaboradores têm formação em 5S? Conhecem os fundamentos e os objectivos dos 5S's?				
	24	Quadro PMS/5S	Os relatórios das auditorias 5S e as listas de acções estão afixados e actualizados?				
	25	Auditoria 5S's	As acções definidas estão a ser cumpridas? Há melhoria sustentada dos resultados das auditorias 5S's?				

**RESULTADO ZONA (%):**

**ACTION LOG:**

	Descrição	Responsável	Estado
1			<input type="radio"/>
2			<input type="radio"/>
3			<input type="radio"/>

<b>One-Point Lesson</b>		Centro de Produção: Leça do Balio
Departamento: Manutenção Enchimento	Área: Oficina Apoio L6	Equipamento: Furadora
<b>Tema:</b> FURADORA DE COLUNA		Pág. 1 de 1: Data emissão: 28.04.2023
		
<p>1. Botão de Emergência</p> <p>2. Botão de Rearme</p> <p>3. Botão de ligar a furadora.</p> <p>4. Botão de desligar a furadora.</p> <p>5. Protecção contra projecção de aparas</p> <p>6. Selector de velocidade de trabalho.</p> <p>7. Selector de velocidade de trabalho .</p> <p>8. Regulador profundidade vertical furação.</p> <p>9. Alavanca movimentação vertical furadora.</p>		



CRIADO POR: NUNO FERREIRA

DATA 28.04.2023







## ANEXO B – PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

**Programar prazos p/plano manutenção: PLEstratManut. 900000002949**

Executar Início no ciclo Reinício Solicitação de manutenção manual Lista síntese de programação

Plano manutenção 900000002949 Plano Preventivo Envolv. Paletes ITW

Solicitações programadas Solicitações manuais Parâmetro programação plano manutenção Dados a...

**Lista programações**

N...	DtPlanej	Data de s...	Data de c...	Pacotes venc.	Tp.programação / status	Des...	Unidade
1	09.04.2023		17.03.2023	1M 2M	InícioCic concl.	23-Di	
2	14.04.2023		08.05.2023	1M 3M	Programado,concl.	24 Di	
3	05.06.2023		05.06.2023	1S 1M 2M	Programado,concl.	0 Di	
4	12.06.2023		19.06.2023	1S	Programado,concl.	7 Di	
5	26.06.2023		05.07.2023	1S	Programado,concl.	9 Di	
6	12.07.2023		16.07.2023	1S	Programado,concl.	4 Di	

**Exibir lista de tarefas geral: síntese pacotes manutenção**

Pacote manutenção Interno Externo Cabeçalho Lista de tarefas

GrpLisTar. 1312 Plano Prev. Envolv. Paletes ITW - Elétr. NumGrpRot 1

Síntese operação pacotes manut.

Oper	SOp	Descrição operação	1S	2S	3S	1M	2M	3M	4M	6M	1A	2A	Z1	3A	4A	5A	6A
0010		Verificação dos dispositivos segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0020		Inspeção sistema aneis	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0030		Inspeção Pinça/Corte/Soldador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0040		Inspeção sistema Cordão	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0050		Quadro electrico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

GrpLisTar. 1313 Plano Prev. Envolv.Paletes ITW - Lubrif. NumGrpRot 1

Síntese operação pacotes manut.

Oper	SOp	Descrição operação	1S	2S	3S	1M	2M	3M	4M	6M	1A	2A	Z1	3A	4A	5A	6A
0010		Accionamento elevação anel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0020		Accionamento Anel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0030		Accionamento Calcador filme topo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0040		Accionamento Puxar filme topo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0050		Accionamento Distribuidor Filme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0060		Mudança óleo todos accionamentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

GrpLisTar. 1314 Plano Prev. Envolv.Paletes ITW - Mec. NumGrpRot 1

Síntese operação pacotes manut.

Oper	SOp	Descrição operação	1S	2S	3S	1M	2M	3M	4M	6M	1A	2A	Z1	3A	4A	5A	6A
0010		Inspeção dos Componentes Pneumáticos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0020		Inspeção das correias elevação do anel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0030		Inspeção das correias dentadas do anel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0040		Inspeção sistema aplicação filme topo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0050		Inspeção sistema calcador filme topo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0060		Inspeção distribuidor de filme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0070		Inspeção sistema anti-queda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0080		Inspeção elevador Paletes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0090		Inspeção proteções	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Exibir Manutenção Preventiva 100000362293: síntese de operações**

Ordem: ZPM3 100000362293 Plano Preventivo Envolv. Pal ITW-Ele

Plano Preventivo Envolv. Pal ITW-Ele

Stat.sist.: ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCIM

DdsCabeç. Operações Componentes Custos Objetos Dados adic. Localiz. Planej. Controle Ampliação

Oper	Chave ...	CenTrab	Centro	TpAtiv	Nú...	Dur.	Trabalho real	Un	Trab.	Un	Txt.breve operação	T...	CondInstal
0010	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Verificação dos dispositivos segurança		
0020	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção sistema aneis		
0030	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção Pinça/Corte/Soldador		
0040	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção sistema Cordão		

**Exibir Manutenção Preventiva 100000362294: síntese de operações**

Ordem: ZPM3 100000362294 Plano Preventivo Envolv. Pal ITW-Lub

Plano Preventivo Envolv. Pal ITW-Lub

Stat.sist.: ENTE CONF IMPR CAPC NOLQ SCIM

DdsCabeç. Operações Componentes Custos Objetos Dados adic. Localiz. Planej. Controle Ampliação

Oper	Chave ...	CenTrab	Centro	TpAtiv	Nú...	Dur.	Trabalho real	Un	Trab.	Un	Txt.breve operação	T...	CondInstal
0010	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	5		0	MIN	Accionamento elevação anel		
0020	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	5		0	MIN	Accionamento Anel		
0030	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	10		0	MIN	Accionamento Calçador filme topo		
0040	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	5		0	MIN	Accionamento Puxar filme topo		
0050	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	3		0	MIN	Accionamento Distribuidor Filme		

**Exibir Manutenção Preventiva 100000362295: síntese de operações**

Ordem: ZPM3 100000362295 Plano Preventivo Envolv. Paletes ITW

Plano Preventivo Envolv. Paletes ITW

Stat.sist.: ENTE CONF IMPR CAPC DMNV MOME NOLQ

DdsCabeç. Operações Componentes Custos Objetos Dados adic. Localiz. Planej. Controle Ampliação

Oper	Chave ...	CenTrab	Centro	TpAtiv	Nú...	Dur.	Trabalho real	Un	Trab.	Un	Txt.breve operação	T...	CondInstal
0010	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção dos Componentes Pneumáticos		
0020	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção das correias elevação do anel		
0030	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção das correias dentadas do anel		
0040	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção sistema aplicação filme topo		
0050	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção sistema calçador filme topo		
0060	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção distribuidor de filme		
0070	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção sistema anti-queda		
0090	PM01	SE	D022	MOB1	0	0,0	0,000		0,0		Inspeção proteções		

GrpLisTar. 1243    Kisters L6 - Preventiva Semanal    NumGrpRot 1

Síntese geral de operações											
Oper	CenTrab	Cen.	Ctrl	TpAtiv	Descrição operação	T.	Ex.	Dur.	Un.	Trab.	Un.
0010	SE	D022	PM01	MOB1	Inspeção Geral das Correias Acionamento	✓	1	30	MIN	30	MIN
0020	SE	D022	PM01	MOB1	Servomotores de Acionamento	✓	1	60	MIN	60	MIN
0030	SE	D022	PM01	MOB1	Processamento e Transporte de Cartão	✓	1	90	MIN	90	MIN
0040	SE	D022	PM01	MOB1	Mesa de Entrada de Garrafas	✓	1	60	MIN	60	MIN
0050	SE	D022	PM01	MOB1	Separação e Arrasto de Garrafas	✓	1	120	MIN	120	MIN
0060	SE	D022	PM01	MOB1	Formatação e Colagem	✓	1	120	MIN	120	MIN
0070	SE	D022	PM01	MOB1	Rotação de Embalagem	✓	1	60	MIN	60	MIN
0080	SE	D022	PM01	MOB1	Envolvimento Plástico	✓	1	120	MIN	120	MIN
0090	SE	D022	PM01	MOB1	Forno de Retração de Plástico	✓	1	120	MIN	120	MIN
0100	SE	D022	PM01	MOB1	Indexadores	✓	1	60	MIN	60	MIN
0110	SE	D022	PM01	MOB1	Inspeção Estado Lubrificação da Máquina	✓	1	60	MIN	60	MIN

GrpLisTar. 1243    Kisters L6 - Preventiva Semanal    NumGrpRot 1

Síntese operação pacotes manut.																	
Oper	SOp	Descrição operação	1S	2S	3S	1M	2M	3M	4M	6M	1A	2A	Z1	3A	4A	5A	6A
0010		Inspeção Geral das Correias Acionamento	✓														
0020		Servomotores de Acionamento	✓														
0030		Processamento e Transporte de Cartão	✓														
0040		Mesa de Entrada de Garrafas	✓														
0050		Separação e Arrasto de Garrafas				✓											
0060		Formatação e Colagem	✓														
0070		Rotação de Embalagem				✓											
0080		Envolvimento Plástico				✓											
0090		Forno de Retração de Plástico						✓									
0100		Indexadores					✓										
0110		Inspeção Estado Lubrificação da Máquina	✓														


Ordem    ZPM3 | 100000364341    Kisters L6 - Preventiva Semanal







Kisters L6 - Preventiva Semanal

Stat.sist.    ENTE CONF CAPC DMIV NOLQ SCIM

DdsCabeç.    Operações    Componentes    Custos    Objetos    Dados adic.    Localiz.    Planej.    Controle    Ampliação

Oper	Chave ...	CenTrab	Centro	TpAtiv	Nú...	Dur.	Trabalho real	Un	Trab.	Un	Txt.breve operação	T...	CondInstal
0010	PM01	SE	D022	MOB1	1	30		1	MIN	30	MIN	Inspeção Geral das Correias Acionamento	2
0020	PM01	SE	D022	MOB1	1	60		1	MIN	60	MIN	Servomotores de Acionamento	2
0030	PM01	SE	D022	MOB1	1	90		1	MIN	90	MIN	Processamento e Transporte de Cartão	2
0040	PM01	SE	D022	MOB1	1	60		1	MIN	60	MIN	Mesa de Entrada de Garrafas	2
0050	PM01	SE	D022	MOB1	1	120		1	MIN	120	MIN	Separação e Arrasto de Garrafas	2
0060	PM01	SE	D022	MOB1	1	120		1	MIN	120	MIN	Formatação e Colagem	2
0070	PM01	SE	D022	MOB1	1	60		1	MIN	60	MIN	Rotação de Embalagem	2
0080	PM01	SE	D022	MOB1	1	120		1	MIN	120	MIN	Envolvimento Plástico	2
0100	PM01	SE	D022	MOB1	1	60		1	MIN	60	MIN	Indexadores	2
0110	PM01	SE	D022	MOB1	1	60		1	MIN	60	MIN	Inspeção Estado Lubrificação da Máquina	2

 **Exibir Texto da operação: Operação 0010 Idioma PT**

   Formatos   

Formts.parág. \*Parágrafo alinhado à esquerda Formts.caracts

**Inspeção Geral das Correias Acionamento**

- Verificar o bom estado da totalidade das correias de acionamento quanto à tensão e estado de conservação.
- Se necessário proceder ao esticamento das correias ou substituição no caso de correias porosas ou danificadas»

**Servomotores de Acionamento**

- Verificar se as engrenagens da totalidade dos servomotores de acionamento apresentam fugas de óleo ou folga no engrenamento.
- Verificar estado das estrelas de acoplamento  
Reparar se necessário.»

**Processamento e Transporte de Cartão**

- Verificar empeno da barra empurradora de cartão e integridade do cilindro que a movimentam.
- Inspeccionar existência de elos partidos no cadeado do armazém e sua folga.
- Inspeccionar cilindros, rolamentos e chumaceiras do sistema de movimento do cartão no armazém.
- Verificar equilíbrio entre correias e tirantes e integridade dos tensores das correias no sistema dispensador de cartão.
- Verificar estado e posicionamento das ventosas.
- Inspeção da efectividade do movimento recuo e recuperação dos cilindros amortecedores das ventosas.
- Desmontar e limpar filtro e desobstruir silenciadores do sistema de vácuo.
- Inspeccionar e afinar braço de ventosas (posição de recolha e posição de entrega).
- Inspeccionar grau de tensão e folgas entre as correntes de transporte de cartão.
- Verificar nível de desgaste dos perfis de deslizamento das correntes de transporte de cartão.
- Verificar existência de dedos empurradores partidos, empenados ou presos.
- Inspeccionar e afinar guias do cartão (varão redondo).
- Inspeccionar roletes de transferência à saída deste sector.

#### Mesa de Entrada de Garrafas

- Inspeccionar e remover vestígios de sujidade ou lubrificação no tapete transportador.
- Verificar posicionamento das guias laterais e dos seus limitadores.
- Inspeccionar a integridade dos cilindros da guia oscilante à entrada (fugas e movimentos) e desmontar acoplamentos para limpeza e lubrificação.
- Acertar alinhamento e equidistância entre as guias separadoras de garrafas à entrada.»

#### Separação e Arrasto de Garrafas

- Inspeccionar e garantir o nivelamento das chapas de transição à entrada deste sector.
- Verificar o nível de desgaste do perfil de apoio do cadeado transportador. Verificar estado cadeado e pentes de transferência.
- Inspeccionar barras e dedos do conjunto de separação (os que vão estar em serviço) e afinação dos tensores das correntes que o accionam.
- Inspeccionar os dedos do conjunto de separação das outras referências ( não estão em serviço)
- Verificar alinhamento e equidistância das guias separadoras entre garrafas e eliminar empenos .
- Verificar e eliminar folgas nas correntes de acionamento das barras de arrasto bem como nas transmissões de acionamento da máquina.»

#### Formatação e Colagem

- Inspeccionar o nível de desgaste das guias de deslizamento das correntes de arrasto superior e inferior.
- Verificar tensão das correntes e respetivo acionamento, do lado esquerdo da máquina, e integridade do sistema de transmissão à formatação superior.
- Despiste de empenos, molas, dedos, chapas e veios danificados. Garantir o alinhamento das articulações com as guias de deslizamento.
- Inspeccionar possível falta de molas plásticas de aperto da caixa na corrente superior
- Assegurar o alinhamento dos bicos injetores de cola (equilíbrios de alturas e ângulos) dos lados esquerdo e direito da máquina.
- Testar accionamento das eletroválvulas»

#### Rotação de Embalagem

- Verificar a folga do tapete transportador de caixas e do seu perfil de deslizamento.
- Verificar a integridade e funcionalidade da corrente que força a rotação da caixa.
- Inspeccionar a inexistência de empenos ou desalinhamentos nas barras empurradoras e folgas nas correntes que as acionam.
- Inspeccionar os perfis de deslizamento das correntes e integridade dos rolamentos de todos os carretos.
- Inspeccionar folgas na correia de transmissão e os rolamentos dos carretos e tensor
- Verificar a existência de empenos nos rolos à entrada e saída deste sector.
- Verificar a integridade e tensão das molas laterais dos rolos à entrada deste sector.
- Garantir o correto alinhamento das guias à saída para que a caixa seja entregue ao centro da mesa de transferência após o sector seguinte

#### Envolvimento Plástico

- Verificar grau de tensão do tapete e possíveis folgas nos acionamentos.
- Remover sujidade incrustada nos roletes embraiados da mesa de transferência à saída e inspeccionar o nível de desgaste dos carretos transmissores.
- Verificar desgaste, alinhamento e tensão dos rolos de acionamento das correias de transporte de plástico do "transportador diagonal inferior".
- Verificar desgaste, alinhamento e tensão das correias de transporte de filme plástico.
- Verificar a integridade da totalidade dos dentes da lâmina de corte.
- Verificar a integridade e a inexistência de fugas de ar nos mandris.
- Verificar os níveis de vácuo no transportador diagonal inferior e existência de ruídos anormais provenientes da bomba de vácuo.
- Verificar a inexistência de prisão nos roletes de retorno e apoio nas extremidades das correias de transporte de plástico.
- Testar o funcionamento do sistema de equilíbrio dos tapetes transportadores. Assegurar que a velocidade do movimento de equilíbrio dos tapetes é controlada

#### Indexadores

-Verificação dos elementos trava (indexadores, carretos, veio, manivelas)»

#### Inspeção Estado Lubrificação da Máquina

Inspeccionar estado da lubrificação das correntes.

- Módulo de Alimentação Cartão.
- Transporte de Cartão.
- Módulo de Formatação.
- Módulo de Dobragem/Colagem.
- Estação de dobragem ( Correntes Inferior ).
- Estação de cimentação ( Correntes Superiores ).
- Módulo de Viragem / Rotação.

Em caso de escassez ou excesso verificar se possível a origem do problema e criar nota manutenção»