



IMPLEMENTAÇÃO TPM

DANIEL FRANCISCO MARTINHO DIAS PIMENTEL

novembro de 2020

IMPLEMENTAÇÃO TPM – *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*

Daniel Francisco Martinho Dias Pimentel
1180135

2019/2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



IMPLEMENTAÇÃO TPM – *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE*

Daniel Francisco Martinho Dias Pimentel
1180135

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

2019/2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

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

Co-orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes
Professor Auxiliar, Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese deve-se ao apoio incessante, direto e indiretamente, de todos aqueles que me acompanharam no meu percurso académico.

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha família, amigos e em particular à minha namorada Mariana Castro Sousa pelo apoio, confiança e compreensão que me deram em todo o meu percurso académico e possibilitaram que conseguisse alcançar este momento.

Agradeço também a todos os meus colegas de mestrado, em particular ao Carlos Cruz, Ivo Amaro e Paulo Marinho, pelo apoio, compreensão e disponibilidade que me proporcionaram ao longo destes dois anos de mestrado.

À Doutora Rafaela Carla Barros Casais o meu muito obrigado pelo apoio e disponibilidade prestada ao longo de todo este percurso.

Agradeço também à Cork Supply Portugal pela disponibilidade e permissão para a realização desta dissertação.

Aos técnicos de manutenção, nomeadamente o Amaro, Roberto, Fábio e Diogo, e ao diretor da manutenção Engenheiro Mário Ferreira o meu muito obrigado por todo o tempo que investiram em mim e pela disponibilidade que sempre tiveram ao longo de todo o percurso.

Por último, mas não menos importante, à grandiosa instituição ISEP, aos seus colaboradores, um muito obrigado pelo fantástico trajeto académico que me proporcionaram.

PALAVRAS CHAVE

Total Productive Maintenance, OEE, Manutenção Autónoma, Manutenção Preventiva

RESUMO

A constante evolução industrial e a alta dependência das empresas nos seus equipamentos industriais, faz com que seja essencial garantir o desempenho destes, quando expostos a determinadas condições. Neste contexto, a manutenção industrial tem um contributo significativo para alcançar os objetivos definidos pelas empresas. Para tal, a implementação de qualquer metodologia associada a manutenção depende de um conhecimento profundo da organização, para que a sua implementação seja realizada de acordo com as necessidades da empresa.

Posto isto, a presente dissertação, realizada entre novembro de 2019 e agosto de 2020 (com interrupção de 3 meses devido à pandemia mundial provocada pelo COVID-19) numa empresa de acabamento de rolhas, visa a implementação da metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*), com especial incidência nos pilares da manutenção autónoma e manutenção preventiva. Esta metodologia, já se encontrava em desenvolvimento noutras unidades fabris do grupo, razão pela qual se desenvolveu a implementação do TPM nesta unidade.

Após uma análise à situação atual e ao histórico de avarias de todos os setores da unidade, o setor com mais avarias no período de outubro de 2018 a outubro de 2019, era a marcação. Iniciou-se então o desenvolvimento das operações de manutenção autónoma e introduziu-se uma lista de ajustes e verificações a realizar pelos operadores. Para o desenvolvimento das operações de manutenção autónoma, foi necessário rever todas as tarefas de manutenção preventiva que existiam e também reunir informações dadas pelos operadores e técnicos da manutenção. Algumas das tarefas de manutenção preventiva passaram assim para manutenção autónoma, devido a sua simplicidade e também proximidade do operador com o equipamento.

De forma a facilitar a interpretação de todas as tarefas de manutenção, autónoma ou preventiva, foram realizados POS – Procedimentos de Operação *Standard*, que consistem em fichas com ilustrações gráficas e instruções escritas acerca da tarefa a realizar. Estes POS facilitam muito a interpretação e realização das tarefas e são um grande avanço na implementação da metodologia TPM.

Por fim, foram apresentadas as melhorias obtidas através da análise do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), da variação do número de manutenções preventivas a realizar e também da variação do tempo gasto em manutenções preventivas.

KEYWORDS

Total Productive Maintenance, OEE, Autonomous Maintenance, Preventive Maintenance

ABSTRACT

The constant industrial evolution and the high dependence of companies on their industrial equipment, makes it essential to guarantee their performance, when exposed to certain conditions. In this context, industrial maintenance has a significant contribution to achieving the objectives defined by companies. For this, the implementation of any methodology associated with maintenance depends on a deep knowledge of the organization, so that its implementation is carried out according to the needs of the company.

That said, this dissertation, carried out between November 2019 and August 2020 (with a 3-month interruption due to the global pandemic caused by COVID-19) in a stopper finishing company, aims to implement the TPM (Total Productive Maintenance) methodology, with special focus on the pillars of autonomous maintenance and preventive maintenance. This methodology was already being developed in other manufacturing units of the group, which is why the implementation of TPM in this unit was developed.

After an analysis of the current situation and the history of faults in all sectors of the unit, the sector with the most faults in the period from October 2018 to October 2019, was the appointment. Then, the development of autonomous maintenance operations started and a list of adjustments and checks to be carried out by operators was introduced. For the development of autonomous maintenance operations, it was necessary to review all the preventive maintenance tasks that existed and also to gather information provided by operators and maintenance technicians. Some of the preventive maintenance tasks have thus passed to autonomous maintenance, due to its simplicity and also the proximity of the operator to the equipment.

In order to facilitate the interpretation of all maintenance tasks, autonomous or preventive, POS - Standard Operating Procedures were carried out, which consist of cards with graphic illustrations and written instructions about the task to be performed. These POSs greatly facilitate the interpretation and execution of tasks and are a major step forward in the implementation of the TPM methodology.

Finally, the improvements obtained through the analysis of OEE (Overall Equipment Effectiveness), the variation in the number of preventive maintenances to be performed and also the variation in the time spent on preventive maintenance were presented.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AFNOR	<i>Association Française de Normalisation</i> (Associação Francesa de Normalização)
CSP	<i>Cork Supply Portugal</i>
MA	Manutenção Autónoma
MTBF	Mean Time Between Failures (Tempo médio entre falhas)
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i> (Tempo médio de reparação)
NOI	<i>Non-Operating Income</i> (Receita não operacional)
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i> (Eficiência Global do Equipamento)
OI	<i>Operating Income</i> (Receita operacional)
POS	Procedimentos de Operação <i>Standard</i>
SA	Sociedade Anónima
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)

Lista de Unidades

mm	Milímetros
----	------------

Lista de Símbolos

λ	Taxa de falha
-----------	---------------

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>5S</i>	Sorting, Simplifying, Sweeping, Standardizing, Self-discipline
<i>Checklist</i>	Lista de operações previamente estabelecidas a realizar para certificar as condições de um serviço, produto, processo ou qualquer outra tarefa.
<i>Downtime</i>	É o tempo que um recurso ou sistema está totalmente inoperável devido a uma avaria inesperada ou para fins de manutenção.
<i>Kamishibai</i>	Consiste num quadro de gestão visual, através do uso de cartões, onde é possível controlar as tarefas a realizar num determinado espaço de tempo.
<i>Ropack</i>	Contentores plásticos de transporte de materiais
<i>Standard</i>	Estrangeirismo para “padronizar”
<i>Work</i>	Estrangeirismo para “trabalho”
<i>Uptime</i>	É o tempo que um recurso ou sistema está totalmente operacional ou está pronto para realizar a função pretendida

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - TIPOS DE MANUTENÇÃO [8]	11
FIGURA 2 - FÓRMULA PARA O CÁLCULO DO <i>OEE</i>	19
FIGURA 3 - OS OITO PILARES DO TPM [30]	21
FIGURA 4 - PROCESSO PRODUTIVO DA ROLHA NATURAL NA CSP2	31
FIGURA 5 - PROCESSO PRODUTIVO DA ROLHA TÉCNICA NA CSP2	32
FIGURA 6 - VALÊNCIAS DO TÉCNICO DA MANUTENÇÃO	33
FIGURA 7 - AMBIENTE DE TRABALHO DO MANWINWIN	33
FIGURA 8 - ELABORAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	35
FIGURA 9 - DIAGRAMA DE FLUXO DA MANUTENÇÃO CORRETIVA	35
FIGURA 10 - PLANO MENSAL DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS	36
FIGURA 11 - OFICINA DA MANUTENÇÃO NA CSP2	37
FIGURA 12 - EXEMPLO DA ORGANIZAÇÃO DE UM ARMÁRIO	37
FIGURA 13 - QUADRO DE GESTÃO VISUAL – <i>KAMISHIBAI</i>	38
FIGURA 14 - TEMPO TOTAL DE AVARIAS (HISTÓRICO DE AVARIAS DA CSP2 NO ANEXO 2)	39
FIGURA 15 - EXEMPLO DE UM <i>ROPACK</i>	40
FIGURA 16 - COLOCAÇÃO DE UM <i>ROPACK</i> PARA ABASTECIMENTO	40
FIGURA 17 - EQUIPAMENTO DE MARCAÇÃO A FOGO	41
FIGURA 18 - EXEMPLO DA MARCAÇÃO DO TOPO	41
FIGURA 19 - EXEMPLO DA MARCAÇÃO DO CORPO	41
FIGURA 20 - MATRIZ DE MARCAÇÃO A FOGO (CORPO)	42
FIGURA 21 - MATRIZ DE MARCAÇÃO A FOGO (TOPO)	42
FIGURA 22 - MATRIZ SEM MARCAÇÃO (TOPO)	42
FIGURA 23 - EQUIPAMENTO DE MARCAÇÃO A TINTA (PERSPETIVA RETAGUARDA)	43
FIGURA 24 - EQUIPAMENTO DE MARCAÇÃO A TINTA (PERSPETIVA FRONTAL)	43
FIGURA 25 - EXEMPLO DE MATRIZ DE IMPRESSÃO PARA A MARCAÇÃO A TINTA	44
FIGURA 26 - EXEMPLO DE UMA MARCAÇÃO A TINTA	44
FIGURA 27 - EQUIPAMENTO DE MARCAÇÃO A LASER	45
FIGURA 28 - EXEMPLO DE UMA MARCAÇÃO A LASER (CORPO)	45
FIGURA 29 - SISTEMA DE MARCAÇÃO A LASER (CORPOS)	46
FIGURA 30 - SISTEMA DE MARCAÇÃO A LASER (TOPOS)	47
FIGURA 31 - EXEMPLO DE UMA MARCAÇÃO A LASER (TOPO)	48
FIGURA 32 - EXEMPLO DE UM POS PARA A MANUTENÇÃO PREVENTIVA	51
FIGURA 33 - EXEMPLO DE GESTÃO VISUAL NO EQUIPAMENTO DE MARCAÇÃO A FOGO	52
FIGURA 34 - EXEMPLO DE GESTÃO VISUAL NO EQUIPAMENTO DE MARCAÇÃO A TINTA	52
FIGURA 35 - EXEMPLO DE UM POS PARA A MANUTENÇÃO AUTÓNOMA	54
FIGURA 36 - INDICAÇÃO DOS LIMITES DE PRESSÃO NO MANÓMETRO	55
FIGURA 37 - INDICAÇÃO PARA O CONTROLO DO NÍVEL DA ÁGUA NO REFRIGERADOR	55
FIGURA 38 - MESA DE APOIO AO SETOR DA MARCAÇÃO A TINTA E FOGO	58
FIGURA 39 - QUADRO DE APOIO À SECÇÃO DE MARCAÇÃO	58

FIGURA 40 - EVOLUÇÃO DO OEE E DOS SEUS INDICADORES NO SETOR DA MARCAÇÃO	59
FIGURA 41 - VARIAÇÃO DO NÚMERO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS A REALIZAR NO SETOR DA MARCAÇÃO	59
FIGURA 42 - VARIAÇÃO NO TEMPO GASTO EM MANUTENÇÕES PREVENTIVAS NO SETOR DA MARCAÇÃO	60

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - CONCEITOS DE MANUTENÇÃO	10
TABELA 2 - DEFINIÇÃO DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO	12
TABELA 3 - DEFINIÇÃO DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO (CONTINUAÇÃO)	13
TABELA 4 - NÍVEIS DE MANUTENÇÃO SEGUNDO AFNOR	13
TABELA 5 - NÍVEIS DE MANUTENÇÃO SEGUNDO AFNOR (CONTINUAÇÃO)	14
TABELA 6 - INDICADORES GERAIS DA MANUTENÇÃO [15]	14
TABELA 7 - INDICADORES GERAIS DA MANUTENÇÃO [15] (CONTINUAÇÃO)	15
TABELA 8 - DEFINIÇÕES DE TPM	16
TABELA 9 - PARÂMETROS DE CÁLCULO DO OEE [28]	19
TABELA 10 - SEIS PERDAS A ELIMINAR COM O TPM	20
TABELA 11 – ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM	25
TABELA 12 - ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM (CONTINUAÇÃO)	26
TABELA 13 - HORAS DEDICADAS AOS DIFERENTES TIPOS DE MANUTENÇÃO	34
TABELA 14 - SIMBOLOGIA UTILIZADA NOS POS	48
TABELA 15 - SIMBOLOGIA UTILIZADA NOS POS (CONTINUAÇÃO)	49
TABELA 16 - OPERAÇÕES E PERIODICIDADES DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA (MARCAÇÃO A FOGO)	49
TABELA 17 - OPERAÇÕES E PERIODICIDADES DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA (MARCAÇÃO A FOGO) (CONTINUAÇÃO)	50
TABELA 18 - OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA PARA A SECÇÃO DA MARCAÇÃO	53
TABELA 19 - <i>CHECKLIST</i> DE AJUSTES E VERIFICAÇÕES A EFETUAR NOS TURNOS NO SECTOR DA MARCAÇÃO	55
TABELA 20 - <i>CHECKLIST</i> DE AJUSTES E VERIFICAÇÕES A EFETUAR NOS TURNOS NO SECTOR DA MARCAÇÃO (CONTINUAÇÃO)	56
TABELA 21 - <i>CHECKLIST</i> DE AJUSTES E VERIFICAÇÕES A EFETUAR NOS TURNOS NO SECTOR DA MARCAÇÃO (CONTINUAÇÃO)	57
TABELA 22 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS	64
TABELA 23 - REFERÊNCIAS DE TRABALHOS PRÁTICOS (CONTINUAÇÃO)	65
TABELA 24 - ANÁLISE DOS OBJETIVOS PROPOSTOS	66

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização.....	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Metodologia Utilizada	4
1.4	Empresa de acolhimento	4
1.5	Estrutura da dissertação.....	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	Manutenção	9
2.1.1	Introdução à manutenção	9
2.1.2	Definição de manutenção	9
2.1.3	Objetivos da manutenção	10
2.1.4	Tipos de Manutenção	11
2.1.5	Níveis de manutenção	13
2.1.6	Indicadores da manutenção	14
2.2	TPM – Total Productive Maintenance.....	16
2.2.1	Definição e características do TPM	16
2.2.2	Manutenção Autónoma.....	17
2.2.3	Objetivos do <i>TPM</i>	18
2.2.4	<i>OEE – Overall Equipment Efficiency</i>	18
2.2.5	Oito Pilares do TPM	20
2.2.6	5’S na base do TPM.....	22
2.2.7	12 etapas para o lançamento do TPM	24
3	DESENVOLVIMENTO	29
3.1	Apresentação da empresa Cork Supply SA [36]	29
3.1.1	Visão, missão e compromisso da Cork Supply [37]	29
3.1.2	Cork Supply em Portugal [39].....	30

3.2	Processo produtivo da CSP2	30
3.3	Manutenção na CSP2	32
3.3.1	6S na Cork Supply	36
3.4	Análise do histórico de avarias	38
3.4.1	Marcação	39
3.4.1.1	Marcação a fogo	40
3.4.1.2	Marcação a tinta	42
3.4.1.3	Marcação a laser	44
3.5	Manutenção Preventiva	48
3.6	Manutenção Autónoma	52
3.7	6S no setor da marcação	57
3.8	O OEE e análise das melhorias aplicadas no setor da marcação	59
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	63
4.1	Conclusões	63
4.2	Proposta de trabalhos futuros	67
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	71
5.1	Referências Bibliográficas	71
6	ANEXOS	77
6.1	ANEXO 1 – Principais Tipos de Rolha	77
6.2	ANEXO 2 – Histórico de Avarias na CSP2	81
6.3	ANEXO 3 – Histórico de avarias no setor da marcação	83
6.4	ANEXO 4 – Plano de manutenção preventiva da marcação a tinta	84
6.5	ANEXO 5 – Plano de manutenção preventiva da marcação a laser	85
6.6	ANEXO 6 – POS de manutenção preventiva da marcação a fogo, tinta e laser	86
6.7	ANEXO 7 – POS de manutenção autónoma da marcação a fogo, tinta e laser	89

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia Utilizada

1.4 Empresa de acolhimento

1.5 Estrutura da dissertação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

No contexto da atual conjuntura económica mundial e face à elevada competitividade dos mercados, as indústrias exibem mudanças e melhorias constantes, quer ao nível dos seus sistemas de produção quer ao nível dos seus equipamentos, procurando manter os seus níveis de competitividade.

Face a estes aumentos de competitividade e à crescente industrialização de diversos setores, a indústria transformadora de cortiça não é exceção, revelando uma necessidade constante de procura pela melhoria na qualidade do produto e pelo cumprimento das necessidades dos clientes.

Neste sentido, a implementação de ações de melhorias constantes traduz-se num aumento de rentabilidade, tanto na área financeira como na diminuição de desperdícios associados ao processo. Relacionadas com estes desperdícios estão as paragens por avaria e a conseqüente perda de produção. Como tal, as atividades de manutenção são vistas como sendo de elevada importância para uma constante evolução e um aumento de rentabilidade das indústrias.

Efetivamente, a introdução da metodologia TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total), que consiste na eliminação de perdas, na redução de paragens por avaria e na conseqüente diminuição de custos, permite às organizações rentabilizar os seus recursos de uma forma eficaz. Esta metodologia é uma conseqüência do desenvolvimento e evolução presentes nas indústrias, exibindo várias aplicações de sucesso ao longo do tempo com resultados relevantes para as mesmas.

No que à organização diz respeito, a Cork Supply SA (Sociedade Anónima) tem como atividade a produção de rolhas naturais e técnicas, contando com quatro unidades fabris em Portugal. No âmbito da presente dissertação, o foco será a unidade situada na zona industrial de Rio Meão.

1.2 Objetivos

O presente projeto tem como principal objetivo a implementação da metodologia TPM, com especial foco nos pilares da manutenção autónoma e da manutenção preventiva. Esta implementação, será executada através de uma revisão em todas as tarefas de manutenção preventiva e na criação de POS. Para a manutenção autónoma serão

criadas tarefas e *checklists* de ajustes e verificações, com base nos conhecimentos dos operadores e também na alteração de manutenções preventivas para manutenções autónomas.

A organização assim, procurando a implementação estruturada da metodologia TPM, definiu os seguintes objetivos:

- Identificação dos pontos críticos a verificar nos processos produtivos;
- Definição das gamas operatórias da manutenção autónoma;
- Definição das gamas operatórias da manutenção preventiva;
- Redução do tempo de paragem por ARO (Avaria reparável por operador) em 10%.

1.3 Metodologia Utilizada

Para a elaboração do presente projeto no âmbito do estágio curricular, e de forma a atingir os objetivos propostos, a metodologia utilizada foi a investigação – ação e assenta na realização nos seguintes pontos:

1. Identificação dos objetivos apresentados;
2. Realização do estudo sobre o tema geral da dissertação;
3. Realização da revisão bibliográfica com incidência sobre os temas identificados nos objetivos apresentados;
4. Integração no departamento de manutenção e no ambiente fabril de forma a adquirir conhecimentos sobre os processos;
5. Recolha e organização de dados relativos ao histórico de avarias e das tarefas de manutenção preventiva;
6. Identificação dos pontos críticos através dos dados recolhidos;
7. Discussão e seleção de melhorias a implementar nestes pontos;
8. Atuação nos pontos críticos através da aplicação das ferramentas apropriadas e das soluções geradas;
9. Medição dos resultados das implementações;
10. Apresentação de propostas de melhoria.

1.4 Empresa de acolhimento

O presente projeto foi desenvolvido na empresa Cork Supply SA, situada na Zona Industrial de Rio Meão, rua 8, nº 204 Apartado 518, 4524-907 Rio Meão. A Cork Supply, é uma empresa com atividade no setor da cortiça há 39 anos, mais precisamente na produção de rolhas de elevada qualidade. É um dos maiores fabricantes de rolhas naturais para a indústria vinícola a nível mundial e, é a empresa líder no fornecimento de rolhas naturais no mercado norte americano. Todos os produtos elaborados pela Cork Supply SA estão estabelecidos sobre o mesmo compromisso, a satisfação do cliente com a garantia de qualidade nos produtos.

1.5 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está organizada em quatro capítulos principais.

O primeiro capítulo é referente à Introdução ao projeto, onde é realizada a contextualização do projeto, a apresentação dos objetivos propostos para a realização desta dissertação, a metodologia aplicada na estruturação da dissertação, uma apresentação da empresa onde será realizado o projeto para a dissertação e, por fim, a estrutura presente no relatório da dissertação.

O segundo capítulo, referente à Revisão Bibliográfica, é apresentado em dois subcapítulos. O primeiro subcapítulo apresenta o tema manutenção e todo o seu contexto envolvente. No segundo capítulo é abordado a metodologia TPM e as suas ferramentas para a aplicação no desenvolvimento do projeto. Esta metodologia é sustentada por diversos autores, onde são fundamentadas em livros e publicações científicas especializadas.

No terceiro capítulo, alusivo ao Desenvolvimento, onde se encontra o caso de estudo, é apresentada a empresa Cork Supply SA, o seu processo produtivo, o estado da manutenção, a metodologia e implementação das soluções apresentadas bem como os resultados obtidos dessas implementações.

No quarto capítulo, este referente às Conclusões, são analisados os resultados do caso de estudo, e são apresentadas sugestões de melhoria no que diz respeito à manutenção na CSP2.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.2 TPM – Total Productive Maintenance

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.1.1 Introdução à manutenção

A crescente globalização dos mercados associada a aumentos na competitividade das empresas impôs uma melhoria na qualidade dos seus produtos e dos serviços prestados, ainda que os custos associados tenham preservado um certo nível competitivo. Efetivamente, com vista à obtenção de uma qualidade igualmente competitiva, é essencial que se proceda à redução dos custos ou ao aumento das receitas.

Sendo a redução de custos o principal objetivo da manutenção, a eliminação de desperdícios em atividades que geram valor acrescentado pode ser fundamental no alcançar do mesmo. Neste sentido, é imperativa uma redução dos tempos de paragem gerada pelas avarias nos equipamentos, que pode ser obtida através de uma boa delineação estratégica ao nível da manutenção.

Assim, a manutenção revela-se como sendo uma atividade altamente relevante pois, para além da elevada disponibilidade gerada a baixo custo, aumenta igualmente o ciclo de vida dos equipamentos.

2.1.2 Definição de manutenção

Segundo a AFNOR – *Association Française de Normalization* (Associação Francesa da Normalização), a manutenção pode designar-se como sendo um conjunto de ações que permite manter ou restaurar um equipamento numa condição específica, procurando assegurar uma determinada missão [1].

Esta definição, não sendo universal, tende a diferir de autor para autor (Tabela 1).

Tabela 1 - Conceitos de manutenção

(Monks, 1996)[2]	Define manutenção como um conjunto de atividades concebidas para manter os utensílios da produção bem como outro tipo de instrumentos num determinado estado, a fim de possibilitar à empresa atingir os seus objetivos.
(Farinha, 1997)[3]	Apresenta manutenção como sendo uma aplicação e combinação de vários fatores, económicos, de engenharia e de gestão, aplicados a bens físicos, com vista à otimização dos seus ciclos de vida.
(Pinto, 2002)[4]	A manutenção pode ser definida como um conjunto de ações de gestão, ações técnicas e económicas, onde são aplicadas a equipamentos com o objetivo de aumentar o seu período útil de vida.
(Cabral, 2006)[5]	Define manutenção como um conjunto de ações destinadas a garantir o correto funcionamento das máquinas e das instalações.
(Márquez, 2007)[6]	Sugere que a manutenção se traduz num conjunto de ações técnicas usadas para proteger ou preservar uma peça, para que esta possa realizar a sua tarefa dentro do seu tempo de vida útil.
(Kardec e Nascif, 2009)[7]	Manutenção tem como objetivo garantir a funcionalidade dos equipamentos, sistemas e instalações ao longo das suas vidas úteis, sem prejuízo no seu desempenho.

2.1.3 Objetivos da manutenção

Os objetivos da manutenção deverão estar perfeitamente alinhados com objetivos da empresa, sendo que o propósito principal passa por balancear os custos da indisponibilidade dos equipamentos e os verdadeiros custos da manutenção desses mesmos equipamentos.

Segundo Mobley [8], o objetivo da manutenção não é reparar as avarias em tempo recorde, mas sim prevenir todas as perdas que possam ser causadas pelos equipamentos ou até mesmo pelo sistema.

Posto isto, a manutenção pode assentar nos seguintes objetivos [9]:

- O aumento da disponibilidade;
- A manutenção do tempo de vida dos equipamentos;
- A segurança e a preservação ambiental;
- A redução de custos.

2.1.4 Tipos de Manutenção

Para a categorização dos tipos de manutenção existem várias sugestões, de entre as quais as de Ferreira [1] e Pinto [4]. Para Ferreira [1], a manutenção é dividida em duas categorias, a corretiva e a preventiva, sendo que a corretiva se subdivide em paliativa e curativa. Por sua vez, também a preventiva pode ser repartida em dois subgrupos, nomeadamente, a sistemática e a condicionada. A preventiva é igualmente dividida em dois subgrupos, a sistemática e a condicionada. Esta visão é partilhada por Pinto [4] sendo que, para além dos tipos curativa e preventiva, este acrescenta ainda uma terceira forma de manutenção, que nomeia de manutenção melhorativa.

Posto isto, os tipos de manutenção podem ter várias interpretações, sendo que a Figura 1 representa uma distribuição dos tipos de manutenção no ponto de vista de Mobley [8].

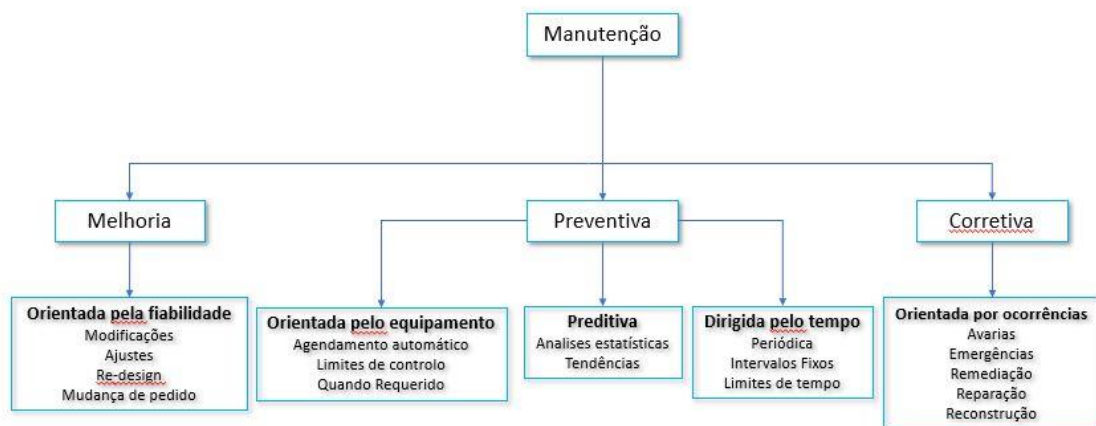


Figura 1 - Tipos de manutenção [8]

Neste sentido, a Tabela 2 e a Tabela 3 apresenta as definições para os tipos de manutenção enunciados pelo autor.

Tabela 2 - Definição dos tipos de manutenção

Tipo de Manutenção	Definição
Manutenção Preventiva	Corresponde a um conjunto de tarefas efetuadas com o objetivo de prevenir o maior número possível de avarias nos equipamentos. Segundo Shafiee e Chukova [10], <i>“manutenção preventiva é realizada antes da falha do item e tem como objetivo reduzir a degradação do item e o seu risco de falha.”</i> Também Mobley [8], apresenta uma outra abordagem, afirmando que <i>“as tarefas de manutenção preventiva destinam-se a evitar tempo de inatividade não programado e danos prematuros nos equipamentos que resultariam em atividades de reparação”</i> .
Manutenção Corretiva	É definida como uma ação que é executada após a avaria do equipamento. Conforme Shafiee e Chukova [10], <i>“manutenção corretiva ocorre após a falha a do item e o seu restauro para um estado operacional”</i> . Por sua vez Erkoyuncu [11], sugere que <i>“a manutenção corretiva segue o princípio de funcionamento até à falha”</i> .
Manutenção Melhoria	É um conjunto de atividades que abrange transformações ou modificações destinadas a melhorar o desempenho dos equipamentos, a ajustá-los a novas estados de funcionamento e a melhorar ou reabilitar as suas características operacionais [5].
Manutenção Preventiva Preditiva	A manutenção preditiva consiste na avaliação do estado de vigor em que se encontram os componentes críticos das máquinas, independentemente do estado da manutenção, tendo como propósito principal tornar a previsão alcançável [12]. Outra perspectiva é apresentada por Wireman [13], que refere que <i>“a manutenção preditiva permite que as avarias sejam previstas através da análise da condição dos equipamentos”</i> . Esta análise é geralmente conduzida pela alteração de algum parâmetro, como vibração, temperatura e fluxo. A manutenção preventiva difere da manutenção preditiva, pois esta concentra-se nas tarefas manuais, enquanto a manutenção preditiva usa alguma forma de tecnologia.

Tabela 3 - Definição dos tipos de manutenção (Continuação)

Tipo de Manutenção	Definição
Manutenção Preventiva Reativa	Segundo Mobley [8], a manutenção reativa é executada quando o equipamento precisa. São feitas inspeções usando a sensibilidade dos sentidos humanos ou instrumentos quando necessário, com limites estabelecidos, para indicar quando existe um potencial problema.
Manutenção Preventiva Sistemática	A manutenção preventiva sistemática é geralmente usada quando as falhas que não podem ser detetadas com antecedência possam ser reduzidas, ou quando são impostas pelos requisitos de produção [8].

2.1.5 Níveis de manutenção

Os níveis de manutenção não são somente definidos pelas ações a executar, mas também pelas competências dos seus executantes e dos meios de que estes dispõem para realizar essas mesmas tarefas. Na Tabela 4 e Tabela 5 estão presentes os cinco níveis de manutenção [1].

Tabela 4 - Níveis de manutenção segundo AFNOR

Nível	Ação	Responsável pela execução
1º	Afinações simples previstas pelo construtor do equipamento sem desmontagem do mesmo ou com substituição de elementos acessíveis com toda a segurança.	Operador do equipamento
2º	Reparações efetuadas através da substituição de elementos normalizados previstos para este efeito ou pequenas atividades de manutenção preventiva.	Técnico habilitado ou operador

Tabela 5 - Níveis de manutenção segundo AFNOR (Continuação)

Nível	Ação	Responsável pela execução
3º	Identificação e diagnóstico das avarias, substituição de componentes avariados e reparações mecânicas menores.	Técnico especializado no local ou equipa de manutenção
4º	Inclui todo o tipo de manutenções corretivas e preventivas.	Equipas de manutenção
5º	Trabalhos de renovação, reparação ou reconstrução total de um equipamento.	Equipas completas de manutenção polivalentes

2.1.6 Indicadores da manutenção

A medição do desempenho é um instrumento muito importante na gestão da manutenção. Indicadores de desempenho bem definidos podem ajudar a detetar lacunas entre o desempenho atual e o desempenho pretendido, fornecendo indicações relativamente ao progresso dessas mesmas lacunas [14].

Estes indicadores, quando aplicados de forma adequada, devem realçar as oportunidades de melhoria que estão presentes na organização. Devem também destacar um ponto fraco na organização e, conseqüentemente permitir análises adicionais para encontrar esse mesmo ponto que está a causar um baixo indicador e, finalmente, apontar para uma solução [13].

Na Tabela 6 e Tabela 7 estão presentes os principais indicadores para a manutenção. Estes indicadores permitem compreender o estado, a capacidade e também a qualidade dos exercícios da manutenção.

Tabela 6 - Indicadores gerais da manutenção [15]

Indicador	Descrição
Disponibilidade	Considera a probabilidade de um recurso ser capaz de ter um desempenho satisfatório na função que desempenha, quando necessário, num determinado ambiente.

Tabela 7 - Indicadores gerais da manutenção [15] (Continuação)

Indicador	Descrição
Falha	Consiste na inabilidade de um recurso ou componente realizar a função esperada. Não requer que o recurso esteja inoperável. A falha pode significar também uma redução de velocidade ou então não cumprir os requisitos operacionais ou de qualidade.
Taxa de Falha (λ)	Corresponde ao número de falhas de um recurso num determinado tempo de funcionamento. É uma taxa considerada constante durante o tempo de vida útil do equipamento. É normalmente expresso como número de falhas por unidade de tempo. É o inverso do MTBF – <i>Mean Time Between Failure</i> (Tempo médio entre falhas).
Manutenção	A facilidade e velocidade com que a atividade de manutenção é executada num recurso.
MTBF – <i>Mean Time Between Failures</i> (Tempo médio entre Falhas)	É um indicador básico para obter a fiabilidade de um equipamento. É calculado pela divisão do tempo total de funcionamento do recurso pelo número de falhas no mesmo período.
MTTR – <i>Mean Time to Repair</i> (Tempo médio de Reparação)	Considera o tempo médio necessário para a reparação de um recurso e para a sua colocação em total funcionamento após uma avaria. É calculado pela divisão do tempo total de reparação do recurso pelo número de falhas no mesmo período.
Fiabilidade	É a probabilidade de um recurso ou componente desempenhar a função designada durante um período sob determinadas condições. Por norma, é expressa em percentagem e medida pelo MTBF.

2.2 TPM – Total Productive Maintenance

2.2.1 Definição e características do TPM

O TPM – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total) tem como conceito principal zero paragens e zero avarias, educando os colaboradores e os operadores das máquinas a manter os equipamentos das empresas em bom estado [16].

Segundo Mckone [17], TPM é um programa que trata da manutenção dos equipamentos, através de um sistema abrangente de manutenção produtiva, vigiando o tempo de vida útil dos equipamentos e envolvendo todos os colaboradores da produção e manutenção até à gestão de topo. Além disso, o TPM também é uma metodologia e uma filosofia da gestão estratégica dos equipamentos, focado na criação de produtos de qualidade, através da maximização da eficácia dos equipamentos.

Ainda assim, o TPM pode ter várias interpretações, observando-se na Tabela 8 algumas das suas definições.

Tabela 8 - Definições de TPM

(Nakajima, 1989) [18]	Considera o TPM uma abordagem inovadora à manutenção que procura otimizar a eficácia dos equipamentos, eliminar avarias, promovendo a manutenção autónoma efetuada pelos operadores através de atividades do dia-a-dia.
(Wireman, 1990) [19]	Define TPM como uma estratégia de melhoria da manutenção que conta com a envolvência de todos os colaboradores da organização, desde a gestão de topo até à produção, incluindo ainda todos os departamentos, como a manutenção, a engenharia de design, engenharia de projeto, inventário, setor de compras, departamento financeiro e a gestão da organização.
(Robinson e Ginder, 1995) [20]	Considera o TPM como uma metodologia de melhoria destinada à produção, planeada para otimizar a confiabilidade dos equipamentos e garantir a gestão eficiente dos ativos da organização.

Segundo Nakajima [21], uma definição completa do TPM inclui os seguintes elementos:

- O TPM aponta para uma maximização da eficácia dos equipamentos;
- O TPM estabelece um sistema minucioso de manutenção preventiva para o ciclo de vida dos equipamentos;
- O TPM é implementado por diversos departamentos;

- O TPM envolve todos os colaboradores, desde a gestão de topo até aos colaboradores da produção;
- O TPM é baseado no incentivo à manutenção preventiva através da gestão motivacional, ou seja, atividades autónomas para pequenos grupos.

Interpretando TPM, cada uma das letras da sigla contém um significado próprio, em que [22]:

- o “T” designa-se por “*TOTAL*” – Implica todos os aspetos e a envolvimento de todos os colaboradores desde baixo até ao topo da organização;
- o “P” designa-se por “*PRODUCTIVE*” – Tem como ênfase o continuar a “fazer” enquanto a produção prossegue e a tentativa de minimizar problemas para a produção;
- o “M” designa-se por “*MAINTENANCE*” – Considera que as manutenções dos equipamentos em bom estado sejam efetuadas pelos próprios operadores, executando atividades de limpeza, reparação e lubrificação.

Estabelecendo o TPM como uma ferramenta que ajuda a detetar e a reduzir os desperdícios por meio dos três zeros (zero defeitos, zero paragens e zero acidentes), o TPM inclui ações em cinco principais áreas [16]:

- Instruir todos os colaboradores, começando da gestão de topo até aos colaboradores da produção, com o objetivo de mudar a consciência acerca de tudo o que constitui um sistema de fabricação eficaz;
- Estabelecer uma conexão para que as ações de implementação sejam baseadas no trabalho de equipa;
- Com a introdução dos 5S impõe-se a remoção de objetos desnecessários, a rigorosidade na limpeza e visualização do processo de gestão;
- Criar um sistema de avaliação imparcial e comparar resultados para locais de trabalho individuais;
- Recorrer ao desenvolvimento e implementação da gestão contínua de consciencialização dos colaboradores nos sistemas de saúde e segurança.

2.2.2 Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma (MA) é uma ferramenta que é parte integrante dos oito pilares do TPM. O objetivo principal é eliminar todos os tempos de paragens desnecessários, derivados de avarias dos equipamentos, que invariavelmente têm um impacto negativo no processo [23].

Um programa de MA deve conter os seguintes objetivos básicos [22]:

- Gerir a deterioração acelerada, promovendo atividades de limpeza do equipamento; identificar e corrigir áreas problemáticas; desenvolver e aplicar medidas padrão;

- Colocar o equipamento de volta ao seu padrão de funcionamento, introduzindo melhorias no equipamento, identificando e corrigindo problemas crônicos e áreas com dificuldades de acesso; desenvolver e aplicar medidas padrão;
- Melhorar o equipamento, procurando conhecer o processo de funcionamento dos sistemas de produção; inovando e implementando novas ideias.

Assim sendo, a MA, quando realizada, para além de ajudar a manter uma alta fiabilidade nos equipamentos, procura também, garantir custos operacionais baixos e níveis de produção alto.

2.2.3 *Objetivos do TPM*

Com vista à compreensão do verdadeiro potencial do TPM e à garantia de uma implementação bem-sucedida, as metas e objetivos do TPM necessitam de estar totalmente interligados com os planos estratégicos e de negócios da organização, porque o TPM atinge toda a organização, não se limitando somente à produção [24].

Efetivamente, uma implementação do TPM fornece e assevera um alto desempenho dos equipamentos, com o objetivo de alcançar zero avarias, zero defeitos e uma alta taxa de produção [25].

Posto isto, os objetivos chave do TPM têm em vista [26]:

- O foco e a melhoria da gestão de recursos humanos para minimizar as perdas localizadas;
- O desenvolvimento de políticas, estratégias e atividades de gestão prévias para garantir uma manutenção acessível do equipamento;
- O desenvolvimento do sistema de MA para permitir que os operadores da produção mantenham as condições e eficácia dos equipamentos;
- O desenvolvimento de manutenções planeadas dos equipamentos;
- O fornecimento de treino e educação para operadores e pessoal da manutenção para melhorar os seus conhecimentos e habilidades relacionados com os equipamentos;
- A aplicação de práticas de segurança e também a prevenção de efeitos ambientais adversos;
- A redução de desperdícios dos recursos da organização.

2.2.4 *OEE – Overall Equipment Efficiency*

As falhas podem ter uma prioridade reduzida, desde que tal não afete a segurança, a eficiência operacional ou a qualidade do produto. O aumento dos benefícios do TPM na produção dependem da priorização da eliminação das falhas que afetam os três seguintes fatores [27]:

- Disponibilidade;

- Desempenho;
- Qualidade.

Estes três fatores são os componentes usados para o cálculo do OEE – *Overall Equipment Efficiency (Eficiência Global do Equipamento)*. Este cálculo permite às organizações comparar e controlar o seu progresso com métricas simples e fáceis de entender, com o propósito de aumentar o desempenho produtivo. O OEE, como ferramenta de medição, tem como principal força a maneira como integra diferentes aspetos do processo produtivo numa ferramenta única de medição [28].

O TPM define os padrões de disponibilidade em 90%, a eficiência de desempenho em 95% e uma taxa de qualidade em 99%. Um OEE de 85% é considerado de classe mundial e uma referência para outros [22].

Posto isto, a equação para o cálculo do OEE é apresentada na Figura 2 [28], onde são multiplicados os parâmetros acima descritos. Estes parâmetros são calculados através das fórmulas apresentadas na Tabela 9.

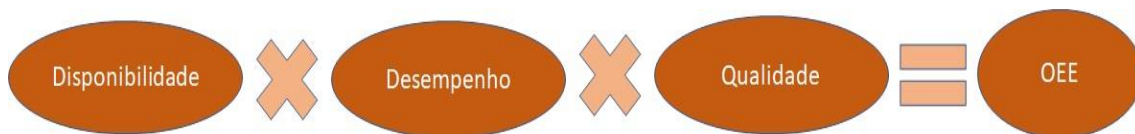


Figura 2 - Fórmula para o cálculo do OEE

Tabela 9 - Parâmetros de cálculo do OEE [28]

Parâmetros	Expressões de Cálculo
Disponibilidade	$\frac{\text{Tempo disponível} - \text{Tempo de paragem}}{\text{Tempo disponível}} \times 100$
Desempenho	$\frac{\text{Tempo de ciclo} \times \text{Quantidade produzida}}{\text{Tempo de operação}} \times 100$
Qualidade	$\frac{\text{Total de peças produzida} - \text{Total de peças defeituosas}}{\text{Total de peças produzidas}} \times 100$

A maximização do valor do OEE é obtida através da eliminação das seis grandes perdas, presentes na Tabela 10. Com a redução das perdas por paragens a disponibilidade é

aumentada, a redução das perdas por velocidade aumenta o desempenho e a redução de perdas por defeitos aumenta a qualidade [29].

Tabela 10 - Seis perdas a eliminar com o TPM

Tipo de Perdas	Motivo
Perdas por paragem	<ul style="list-style-type: none"> • Perdas por paragens (avarias) inesperadas • Perdas por paragens para afinações ou reajustes
Perdas por velocidade	<ul style="list-style-type: none"> • Operações em vazio e pequenas paragens • Redução de velocidade causadas pela discrepância entre a velocidade projetada e a velocidade real
Perdas por defeitos	<ul style="list-style-type: none"> • Defeitos no processo: a produção de defeitos e os retrabalho dos defeitos • Rendimento reduzido: perdas que ocorrem entre o arranque de um equipamento e a estabilização da produção.

2.2.5 Oito Pilares do TPM

A circunspeção do TPM estabeleceu um conjunto de princípios ou ferramentas denominadas de pilares. A definição dos pilares é variada e personalizada de acordo com os requisitos das organizações [30].

O modelo dos oitos pilares não é consensual entre todos os autores, visto que segundo Nakajima [21], este definia apenas cinco pilares para o TPM. Já Suzuki [31] apresenta um modelo com oito pilares, sendo este representado pela Figura 3 [32].

Estes pilares são a base para o alcançar dos objetivos propostos pelo TPM, propondo um trajeto para o desempenho e implementação do TPM [33]. Os oito pilares apresentados na Figura 3 são: manutenção autónoma; foco na melhoria; manutenção planeada; manutenção na qualidade; educação e formação; segurança, saúde e ambiente; TPM no escritório; gestão do desenvolvimento.

A implementação destes pilares traduz-se num aumento da produtividade através do controlo da manutenção, na redução dos custos da manutenção e a redução de *downtime* [22].

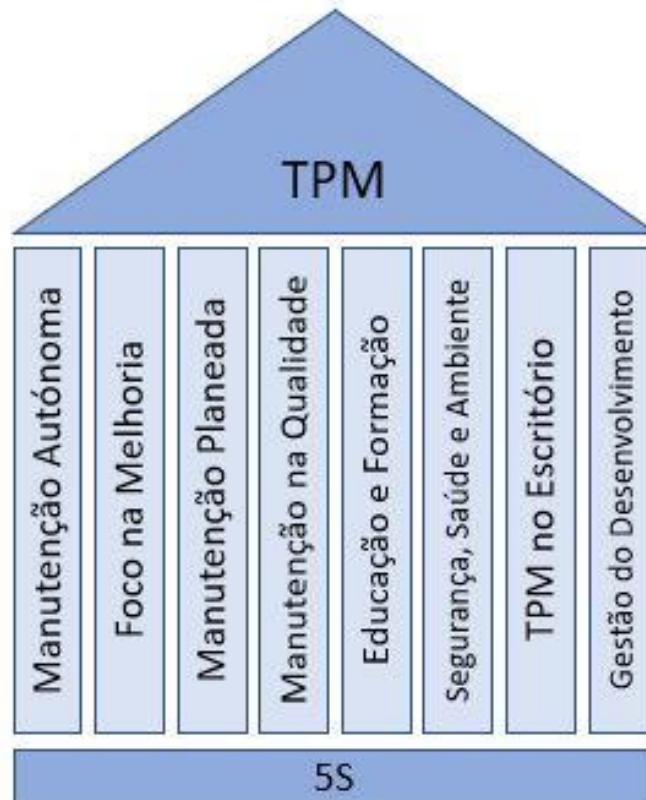


Figura 3 - Os oito pilares do TPM [30]

1. **Manutenção autónoma** [15] – Este pilar tem como objetivo promover o desenvolvimento dos operadores, por forma a que estes executem simples e pequenas tarefas de manutenção. Esta situação permite aos técnicos de manutenção concentrarem-se noutras tarefas de manutenção mais complexas. Posto isto, os operadores são responsáveis pela manutenção dos equipamentos, com vista à prevenção de avarias induzidas pelo desgaste. Os objetivos da manutenção autónoma são: o funcionamento sem interrupções do equipamento; os operadores operam e mantêm o equipamento; a rápida eliminação de defeitos e possíveis falhas na fonte; o envolvimento de todos os colaboradores na solução de problemas através de uma participação ativa.
2. **Foco na melhoria** [22] – Consiste na identificação e eliminação sistemática das perdas, no alcançar da eficiência melhorada do sistema e na obtenção de um OEE aprimorado em sistemas de produção.
3. **Manutenção planeada** [15] – Consiste na realização de tarefas de manutenção pelas respetivas equipas de manutenção, com o objetivo de aumentar o tempo de vida útil dos equipamentos. Estas exigem habilidades especiais, isto é, técnicas especiais de medição e ferramentas específicas.
4. **Manutenção na qualidade** [15] – Este pilar foca-se na eliminação da qualidade do produto relacionada com as não conformidades. Como os operadores vão compreendendo de que forma é que os diferentes componentes dos equipamentos afetam a qualidade dos produtos, estes começam a eliminar os

problemas de qualidade que enfrentam e preparam-se para o surgimento de novos problemas relacionados com a qualidade. O objetivo principal é cumprir as exigências dos clientes, através do fornecimento de produtos com alta qualidade e, ao mesmo tempo alcançar uma produção sem defeitos.

5. **Educação e formação** [15] – Neste pilar avalia-se as necessidades de treino técnico, determina-se o estado atual de habilidades e estabelece-se um plano de formação baseado nas lacunas existentes. O objetivo é obter uma equipa de trabalho qualificada e criar um quadro de especialistas para apoiar todos os aspetos do TPM. Uma formação apropriada pode melhorar as habilidades para a análise de causas raiz, bem como para outras tarefas necessárias para melhorar a eficácia dos equipamentos e a consequente redução de custos.
6. **Segurança, saúde e ambiente** [15] – Tem como foco a eliminação de acidentes, bem como as preocupações com a saúde e o meio ambiente dos funcionários. O foco é criar um ambiente de trabalho seguro, com os seguintes objetivos: zero acidentes; zero preocupações com a saúde; zero acidentes ambientais.
7. **TPM no escritório** [15] – Neste pilar, o objetivo é eliminar as perdas de eficiência no escritório e áreas de serviço, bem como implementar ferramentas para a criação de um ambiente de escritório eficiente e organizado.
8. **Gestão do desenvolvimento** [22] – Este pilar tem como objetivos: minimizar problemas e tempo de execução em novos equipamentos; utilizar conhecimentos adquiridos de sistemas existentes em novos sistemas; promover iniciativas de melhoria na manutenção.

As organizações, através da aplicação desta metodologia, evoluem e tornam-se competitivas face a um mercado exigente. São vários os casos de sucesso quando aplicado o TPM, visto que é uma metodologia de referência mundial.

Segundo um artigo publicado no *Internacional Journal of Production Research*, no ano 2016 [28], uma empresa localizada na Índia, cuja atividade é a produção de veículos agrícolas, apresentou um plano de implementação do TPM, tendo como foco principal o aumento das vendas, e estabelecer-se como uma marca de referência. Esta implementação, iniciada em 2008, traduziu-se num aumento do *OEE* em 39% num período de cinco anos. Para além do aumento do *OEE*, a implementação do *TPM*, através da redução das perdas de produção, obteve uma redução do custo de produção em cerca de 30%.

Em suma, a aplicação desta metodologia é uma referência mundial para todas as indústrias.

2.2.6 5'S na base do TPM

Face à globalização dos mercados e um aumento na competitividade, os primeiros contatos interpessoais são cruciais para causar um conforto e confiabilidade nos clientes, bem como nos colaboradores das organizações. Em todos os ambientes de

trabalho existe a tendência de acumular todo o tipo de materiais, documentos ou até mesmo stock. [27]

Em consequência desta desorganização, torna-se imperativo a aplicação dos 5S, cujo objetivo é a criação e manutenção do local de trabalho organizado, limpo, altamente eficiente e de qualidade elevada [16].

Os 5S são traduzidos nas seguintes palavras japonesas [34]:

- **Seiri** (Organizar) – É a distinção e classificação dos itens, ferramentas e materiais em necessário ou desnecessário, e conseqüente remoção dos elementos desnecessários. Neste sentido os colaboradores necessitam de instruções fáceis de entender e bem documentadas, de forma a identificar e classificar itens desnecessários;
- **Seiton** (Simplificar) – Os itens necessários devem ser arrumados em locais adequados. Para minimizar o tempo de acesso a esses locais, estes devem ser categorizados usando etiquetas, cores ou outro tipo de identificação;
- **Seiso** (Limpeza) – O ambiente de trabalho, os equipamentos e as ferramentas devem ser limpas diariamente. Para além destas atividades, as instruções para evitar a poluição devem ser corretamente documentadas;
- **Sekitsu** (Padronizar) – Os três princípios apresentados anteriormente devem ser claros e documentados bem como avaliados regularmente. Novas descobertas, que impliquem a alteração de algum destes princípios, devem ser comunicadas entre todos os colaboradores.
- **Shitsuke** (Disciplinar) – A introdução dos 5S deve fazer parte da cultura organizacional. O principal objetivo de disciplinar é a garantia de que os colaboradores estejam comprometidos com a implementação dos 5S, a longo prazo. Pontualidade, segurança e disciplina em todos os níveis da organização são os efeitos da aplicação dos 5S.

A aplicação da metodologia 5S é de elevada importância em qualquer organização. Segundo Borris [27], os 5S são reconhecidos como uma etapa fundamental das técnicas de melhoria contínua. Esta aplicação permite fornecer aos colaboradores, de uma maneira prática, os conceitos de desperdício e produtividade. Devido aos 5S, existe um maior incentivo ao desenvolvimento de novos projetos, melhores sistemas de armazenamento e melhores métodos para identificar diferentes componentes.

Em suma, os 5S permitem identificar e remover fontes de contaminação, melhorando a qualidade dos produtos.

A aplicação da metodologia 5S apresenta inúmeros casos de sucesso espalhadas por diferentes tipos de indústria. Como tal, segundo um artigo apresentado na *IEEE International Conference on Quality and Reliability* em 2011, a aplicação da metodologia 5S representou uma melhoria numa indústria alimentar situada no Irão [34]. Neste caso, os 5S foram implementados nos departamentos de produção e administrativos. Apesar de não terem uma auditoria regular e apenas alguns colaboradores estarem familiarizados com as terminologias e expressões dos 5S, os resultados da implementação dos 5S tiveram as seguintes implicações: os colaboradores estão comprometidos com o melhoramento contínuo; redução nos erros relativos ao uso de componentes de reserva; redução no número de avarias; uma rápida acessibilidade às ferramentas para a execução da manutenção; redução do custo da manutenção.

Como resultado da implementação dos 5S na organização apresentada, alguns pilares do TPM poderão estar em boas condições de serem introduzidos.

2.2.7 12 etapas para o lançamento do TPM

Apesar de não haver um método certo e único para a implementação do TPM, um processo estruturado de implementação torna-se num fator de sucesso identificado e num elemento-chave para o TPM [35].

Para introduzir com sucesso os princípios e práticas do TPM é necessária uma elaborada e estruturada metodologia de implementação do TPM, procurando simplificar a transição suave do estado atual para uma situação em que os níveis desejados de desempenho de produção sejam de classe mundial. Como tal, existem diferentes abordagens sugeridas por diferentes profissionais e pesquisadores para a implementação do TPM [22].

Posto isto, segundo Nakajima [21] são esperados pelo menos três anos para que a implementação do TPM gere resultados ganhadores. Este apresenta, também, três requisitos necessários para uma melhoria fundamental, sendo estes os seguintes: motivação, competência e o ambiente de trabalho.

Em suma, existem doze etapas necessárias para o desenvolvimento do programa de TPM, divididas por quatro fases, que estão apresentadas na Tabela 11 e Tabela 12 [21].

Tabela 11 – Etapas para a implementação do TPM

Fases	Etapas	Ações
Preparação	1 – Anunciar à gestão de topo a decisão de introduzir o TPM	Comunicar em palestra acerca do TPM; Artigos no jornal da organização.
	2 – Lançar uma campanha e educar para a introdução do TPM	Formação adequada ao nível hierárquico.
	3 – Criar organizações para a promoção do TPM	Formar comités especiais em cada nível para promover o TPM; Definir a sede e designar o corpo de colaboradores.
	4 – Estabelecer políticas básicas de TPM e objetivos	Analisar as condições existentes; Definir objetivos; Prever resultados.
	5 – Formular um plano mestre para o desenvolvimento do TPM	Preparar planos detalhados de implementação para as cinco atividades fundamentais.
Implementação Preliminar	6 – Lançar o TPM	Convidar clientes, associados e empresas subcontratadas.
Implementação do <i>TPM</i>	7 – Melhorar a eficácia de cada parte do equipamento	Selecionar modelo de equipamento; Formar equipas para projetos.
	8 – Desenvolver um programa de manutenção autónoma	Promover as sete etapas; Desenvolver competências de diagnóstico.
	9 – Desenvolver um programa de manutenção para o departamento de manutenção	Incluir manutenção periódica e preditiva; Gestão de componentes de reserva, ferramentas, desenhos técnicos e calendários.

Tabela 12 - Etapas para a implementação do TPM (Continuação)

Fases	Etapas	Ações
Implementação do <i>TPM</i>	10 – Realizar ações para melhorar as competências de operação e manutenção	Formação de líderes em conjunto; Líderes partilham a informação com os membros do grupo.
	11 – Desenvolver um programa de gestão de equipamentos	Planear a manutenção preventiva.
Estabilização	12 – Implementação perfeita do <i>TPM</i> e elevar os níveis do <i>TPM</i>	Definir objetivos superiores.

O tempo que decorre desde a preparação inicial até à obtenção de resultados concluídos, pode ser aproximadamente estimado. Dependendo do tamanho da organização, nível de tecnologia, nível de gestão e atual manutenção preventiva, a fase de preparação pode ser de três a seis meses. A fase de implementação, para estar completa, tem como tempo estimado dois a três anos. Para esta fase, é crucial o tempo despendido, para que o produto corresponda ao esperado e não obter uma qualidade inferior. Durante o final do período de estabilização, a organização deve comparar os resultados obtidos com as metas definidas do TPM [21].

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Apresentação da empresa Cork Supply SA [36]
 - 3.2 Processo produtivo da CSP2
 - 3.3 Manutenção na CSP2
 - 3.4 Análise do histórico de avarias
 - 3.5 Manutenção Preventiva
 - 3.6 Manutenção Autónoma
 - 3.7 6S no setor da marcação
- 3.8 O OEE e análise das melhorias aplicadas no setor da marcação

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação da empresa Cork Supply SA [36]

Fundada em 1981 por Jochen Michalski, a Cork Supply nasce na reconhecida região vinícola do Norte da Califórnia. Sob a liderança pioneira de Jochen, nas três décadas que se seguiram a empresa multiplicou os seus colaboradores bem como a sua atividade por todo o mundo. A Cork Supply é representada com operações de serviço especializado ao cliente por toda a Europa, América do Norte, América do Sul, Austrália, África do Sul e China, conseguindo assim fornecer os seus produtos e serviços de qualidade em todas as principais zonas produtoras do mundo.

No presente, a Cork Supply é reconhecida como um dos maiores fabricantes de rolhas naturais para indústria vinícola a nível global bem como é o maior fornecedor de rolhas naturais da América do Norte. Este reconhecimento parte do envolvimento da Cork Supply com os produtores de vinho de forma a implementarem melhorias inovadoras e pioneiras na conceção rolha natural.

Por fim, a Cork Supply transmite aos seus clientes o foco no processo de engarrafamento, uma oferta de qualidade de excelência em tudo o que é feito e uma procura apaixonada e ambiciosa de continuo aperfeiçoamento.

3.1.1 Visão, missão e compromisso da Cork Supply [37]

A visão partilhada pela Cork Supply demonstra uma principal preocupação com as necessidades dos clientes visto que, o foco principal é ser o maior parceiro de confiança e credibilidade na indústria vinícola. Para tal procura fornecer os melhores produtos do sector, contando com especialistas extraordinários que atuam sempre orientados para a qualidade dos produtos e serviços para a satisfação das necessidades dos clientes.

Para o sucesso empresarial a longo prazo, que é refletido pela produção e distribuição de produtos e serviços vinícolas de alta qualidade, a Cork Supply não descarta os seguintes objetivos:

- O desenvolvimento de parcerias a longo prazo com os clientes e fornecedores;
- Corresponder as expectativas dos clientes através da qualidade dos nossos produtos e serviços;
- Ter presente o trabalhar com honestidade, integridade e respeito;
- A procura da excelência em todas as atividades;
- Não ter medo e promover a mudança e encorajar a inovação;

- Dispor de um local de trabalho desafiante e gratificante, que inspire lealdade e sucesso;
- O respeito pelo ambiente de trabalho;
- Maximizar o retorno dos acionistas.

A promessa e compromisso dado pela Cork Supply é o proporcionar de uma qualidade exemplar em todas as atividades realizadas. Para tal, é pressuposto que os colaboradores, os produtos, a filosofia imposta e as práticas de trabalho sejam de forma a promover a qualidade requerida.

Posto isto, a Cork Supply encontra-se empenhada na satisfação do cliente, na garantia de qualidade, na igualdade social, na implementação de práticas sustentáveis e na inovação [38].

3.1.2 Cork Supply em Portugal [39]

Fundada em 1995 e com sede no norte de Portugal, a CSP (Cork Supply Portugal) controla as operações verticalmente integradas que são abrangidas por todo o território e assegura a melhor qualidade nas rolhas produzidas. A Cork Supply dispõe de quatro unidades fabris, três a norte e uma a sul. A CSP 1, localizada em São Paio de Oleiros, é a sede da CSP e foi construída em 2007. Esta unidade recebe a cortiça preparada pela unidade do Sul, a CSP 3 localizada no Montijo, e dedica-se a produção de rolhas naturais. A CSP 3 é a unidade de preparação da cortiça e foi expandida e reconstruída em 2008, de forma a melhorar a qualidade da cortiça e consequente sustentabilidade. A CSP4, localizada em São João de Ver, adquirida em 2015 e a laborar desde abril de 2016, dedica-se à produção de rolhas técnicas. Para a produção das rolhas técnicas, a matéria-prima utilizada no processo provém dos desperdícios da CSP 1. No final, as rolhas produzidas na CSP 1 e CSP 4 podem ser enviadas para os clientes, ou enviadas para a unidade de acabamento localizada em Rio Meão, a CSP 2. Esta unidade é responsável pela personalização das rolhas, em concordância com as exigências dos clientes, através da marcação a tinta, fogo ou laser. As rolhas são humidificadas e tratadas, e na expedição são utilizados sacos esterilizados com SO_2 (*Dióxido de enxofre*), de forma a assegurar a maior qualidade das rolhas.

3.2 Processo produtivo da CSP2

O processo produtivo presente na CSP2 é iniciado com a receção das rolhas, naturais ou técnicas, das unidades fabris CSP1 ou CSP4, respetivamente. O processo produtivo é separado em duas categorias referentes aos tipos de rolha, naturais e técnicas (principais tipos de rolha presentes no Anexo 1), percorrendo estas processos semelhantes, mas executadas em etapas diferentes, como pode ser verificado na Figura 4 e na Figura 5.

Como tal, a rolha natural inicia o seu percurso na secção de despoeiramento. Esta secção destina-se à limpeza dos pós e outros organismos presentes na rolha, através da execução de dois ciclos. O primeiro ciclo consiste na injeção de água no tambor, onde

se encontram as rolhas, e a sua conseqüente aspiração. O segundo ciclo consiste na rotação do tambor, para provocar uma agitação na rolha, e de seguida é executada a aspiração.

De seguida, a rolha entra na secção de contagem, onde é verificada a quantidade de cada lote.

Estas seguem para a secção da escolha. A escolha é dividida em dois tipos, manual ou automática. A escolha manual é realizada por operadores, que atestam a qualidade e uniformidade das rolhas. A escolha automática é realizada por equipamentos eletrónicos, configurados para verificar a qualidade das rolhas.

O percurso das rolhas segue então para a secção da marcação. Esta secção contém três tipos diferentes de marcação que podem ser usadas nas rolhas, nomeadamente a marcação a laser, marcação a tinta e marcação a fogo. As rolhas são marcadas consoante a exigência pretendida pelo cliente, inclusive a área a ser impressa, designadamente o corpo ou o topo da rolha.

Após a secção da marcação, as rolhas são introduzidas num tapete, que pertence a secção da humedificação, onde as rolhas são humedificadas com o objetivo de apresentarem um nível de humidade entre 3 e 6 %.

De seguida, as rolhas são levadas para a secção de tratamento. Estas, são sujeitas a um tratamento para aplicar um revestimento, que vai facilitar a ductilidade das rolhas, quando esta for utilizada pelo cliente.

As rolhas, após o tratamento, são direcionadas para a secção de embalagem e por fim para a expedição, onde são enviadas para o cliente.

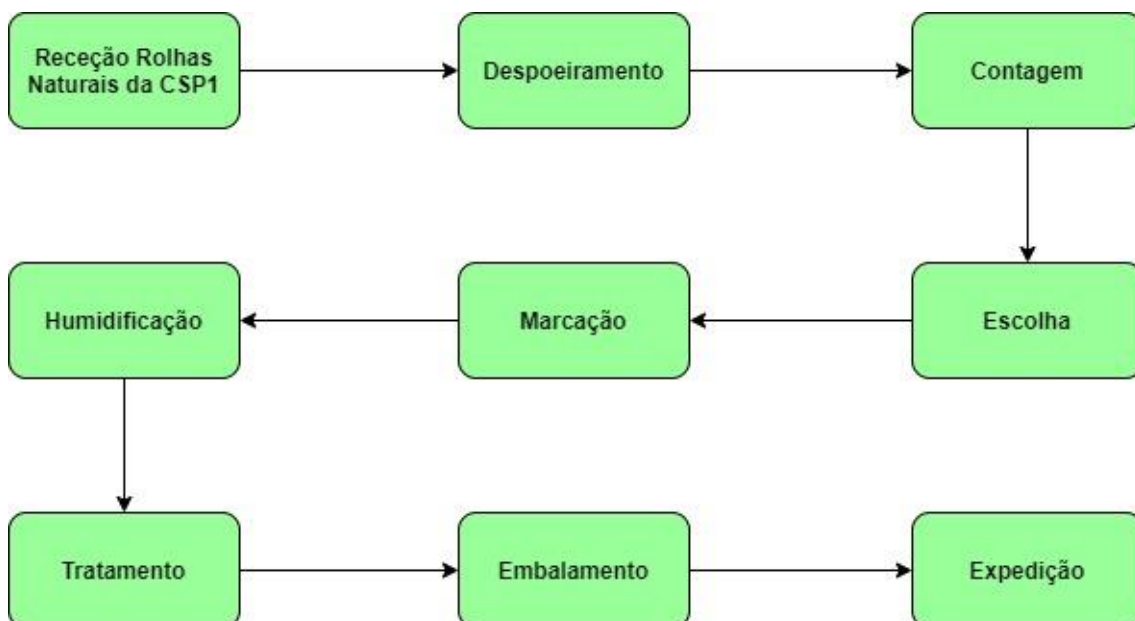


Figura 4 - Processo Produtivo da Rolha Natural na CSP2

Por outro lado, a rolha técnica apresenta menos etapas no seu percurso antes de ser expedida para o cliente. Estas, entram diretamente para a secção de contagem, onde são contadas e confirmadas as quantidades de rolhas presentes em cada lote.

De seguida, é encaminhada para a secção da marcação, que há semelhança da rolha natural tem três tipos de marcação e dois locais possíveis na rolha para a respetiva marcação.

Após a marcação, as rolhas são enviadas para a secção de tratamento, onde o tratamento aplicado é igual ao tratamento aplicado nas rolhas naturais.

Com o tratamento concluído, as rolhas seguem para a secção de embalagem e para finalizar para a expedição, com o destino final o cliente.

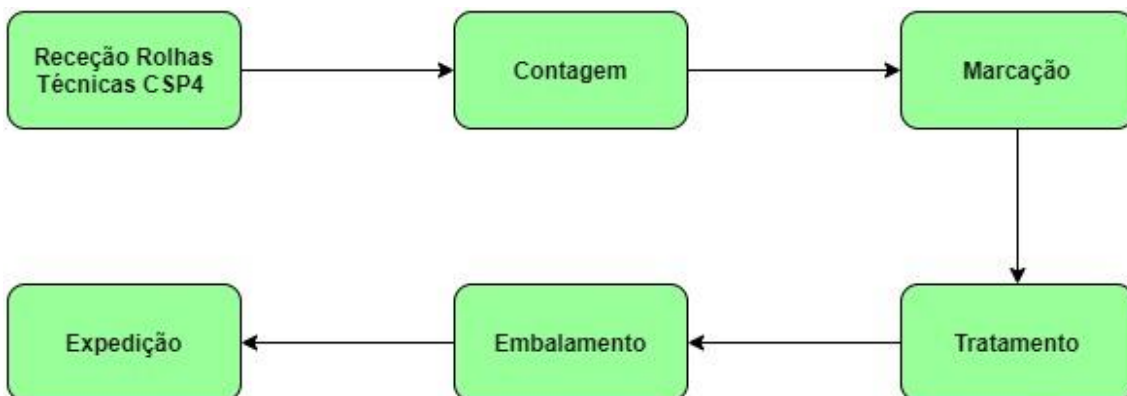


Figura 5 - Processo Produtivo da Rolha Técnica na CSP2

Existe também uma secção designada por small line (linha pequena), que consiste numa linha de produção, apenas para rolhas do tipo natural, onde esta engloba algumas das etapas referidas anteriormente, nomeadamente a contagem, a marcação, humedificação, tratamento, embalagem e a expedição. Esta linha é utilizada para encomendas de pequenas quantidades e alta qualidade.

3.3 Manutenção na CSP2

O departamento de manutenção na CSP2 é constituído por dois elementos, o diretor da manutenção e um técnico responsável por assegurar as atividades de manutenção presentes na CSP2. Este técnico, é responsável pela comunicação de todas as avarias, através de um software de manutenção chamado ManWinWin, bem como a gestão de peças de reserva. A Figura 6 apresenta as valências do técnico de manutenção, em que a divisão é efetuada por tipos de processos fabris e por competências transversais.

MTRIZ DE COMPETÊNCIAS MANUTENÇÃO		MANUTENÇÃO DOS PROCESSOS FABRIS									COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS																	
		MARCAÇÃO			TRATAMENTO			EMBALAMENTO			MECÂNICA			ELECTRICIDADE			PNEUMÁTICA			HIDRAULICA			AUTOMAÇÃO			SERRALHARIA		
		Manutenção curativa	Manutenção preventiva	Manutenção de melhoria	Manutenção curativa	Manutenção preventiva	Manutenção de melhoria	Manutenção curativa	Manutenção preventiva	Manutenção de melhoria	Diagnóstico	Concepção e planeamento	Execução	Diagnóstico	Concepção e planeamento	Execução	Diagnóstico	Concepção e planeamento	Execução	Diagnóstico	Concepção e planeamento	Execução	Diagnóstico	Concepção e planeamento	Execução			
Nome/Função		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
174		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 6 - Valências do técnico da manutenção

O horário de trabalho são oito horas por turno, ou seja, das 8 horas da manhã às 17 horas da tarde. A maioria das atividades de manutenção são asseguradas pelo técnico presente, exceto atividades mais complexas que exijam a intervenção de técnicos especializados.

No início do mês de maio de 2020, devido à pandemia relacionada com o COVID-19, houve uma reorganização nas equipas de manutenção no grupo Cork Supply. Esta reorganização passou por dividir as atividades de manutenção em dois turnos, sendo o primeiro turno das sete horas da manhã às catorze horas da tarde, e o segundo turno das catorze horas da tarde às 21 horas da noite. Para colmatar a adição de um turno, foi designado um técnico de manutenção proveniente da CSP1.

Como anteriormente referido, o departamento de manutenção tem como auxílio o software ManWinWin, que consiste numa ferramenta de gestão e planeamento de todas as atividades relacionadas com a manutenção e respetivos ativos (Figura 7).

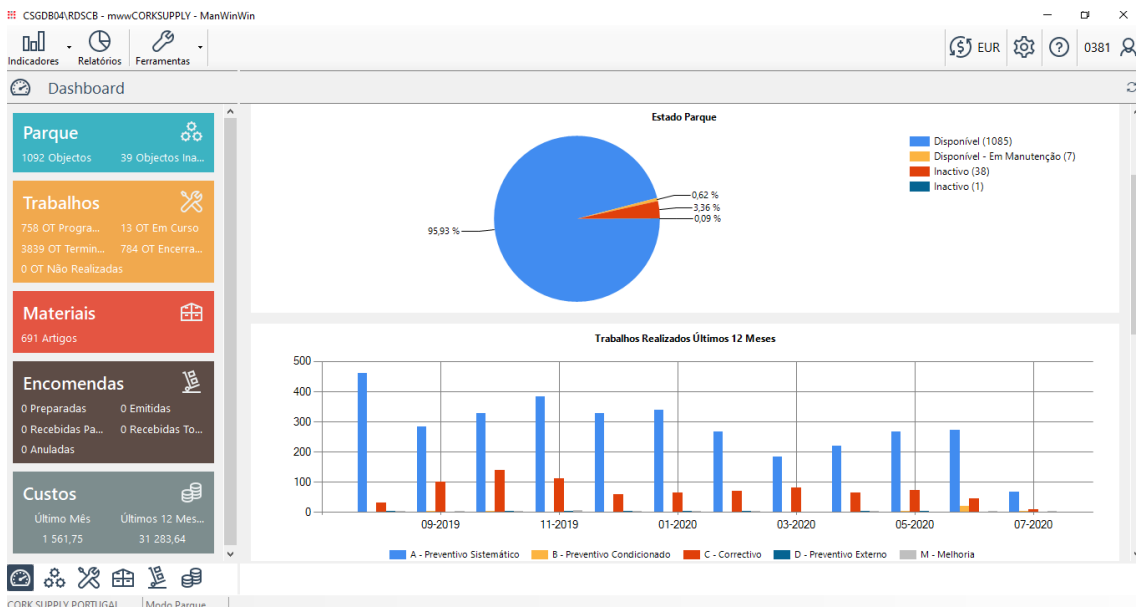


Figura 7 - Ambiente de trabalho do ManWinWin

Este software permite obter um controlo sobre todas as atividades de manutenção bem como uma gestão eficiente nas peças de reserva. Todos os elementos da manutenção têm acesso ao software, onde podem registar as tarefas realizadas, sejam elas atividades de manutenção preventiva ou corretiva. O elemento da manutenção possui também a possibilidade de visualizar e registar as tarefas num dispositivo móvel, permitindo assim que a informação introduzida seja mais fidedigna, porque os tempos de intervenção e horas de intervenção podem ser introduzidos quando esta é finalizada.

O software permite também gerar relatórios e análises referentes aos dados da manutenção, como os dados apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Horas dedicadas aos diferentes tipos de manutenção

Tipo de Manutenção	Total em horas	Percentagem
Preventiva	749	84,73%
Corretiva	115	13,01%
Melhoria	14	1,58%
Preventiva externa	5	0,57%
Preventiva condicionada	1	0,11%
Total	884	100%

A Tabela 13 expõe os totais de horas dedicadas a cada tipo de manutenção, no período de um de janeiro de 2019 a um de janeiro de 2020. A manutenção predominante é a manutenção preventiva, com 749 horas gastas o que corresponde a 84,73%. Por sua vez a manutenção corretiva consumiu 115 horas, correspondendo a 13,01%, representando assim o segundo tipo de manutenção com mais horas dedicadas. Com menor tempo gasto, a manutenção de melhoria despendeu catorze horas, o que corresponde a 1,58%. De seguida, a manutenção preventiva externa, sendo esta realizada por elementos não pertencentes à equipa de manutenção, gastou no total cinco horas, correspondendo assim a 0,57%. Por fim, com apenas uma hora de manutenção dedicada, a manutenção condicionada corresponde apenas a 0,11%.

Na gestão das manutenções preventivas, a manutenção possui diagramas de fluxo com as etapas necessárias para a elaboração de um plano, bem como a sua execução. Na Figura 8, pode observar-se quais os procedimentos a executar para a elaboração de um plano de manutenção preventiva. A elaboração do plano, como demonstrado na Figura 8, é um conjunto de fatores, como por exemplo: a experiência dos operadores, as recomendações atribuídas pelos fabricantes dos equipamentos, os requisitos legais necessários para a execução das tarefas de manutenção ou o tempo de execução para realizar a tarefa de manutenção.



Figura 8 - Elaboração do plano de manutenção preventiva

Relativamente aos procedimentos associados à manutenção corretiva, o departamento também possui um diagrama de fluxo, como representado na Figura 9.

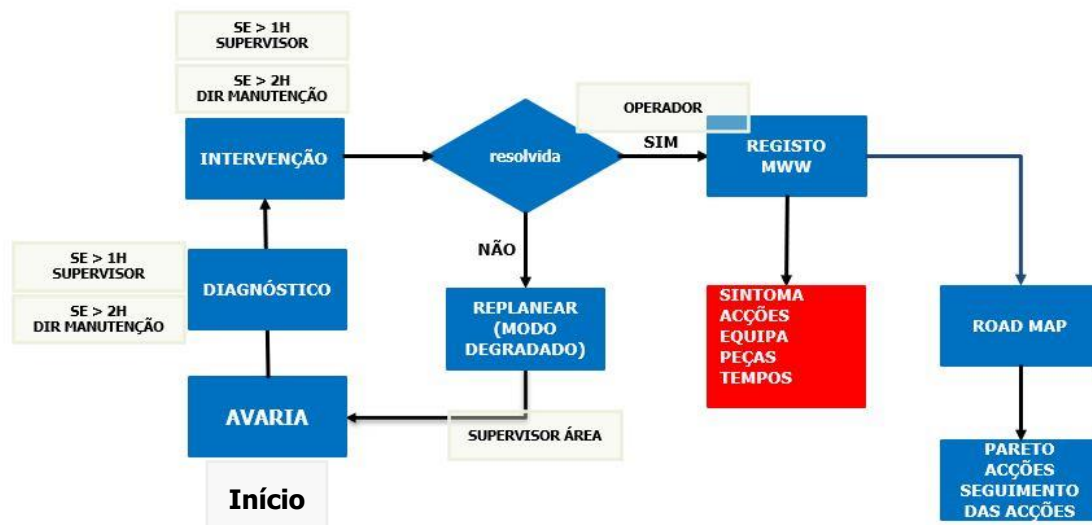


Figura 9 - Diagrama de fluxo da manutenção corretiva

O procedimento a seguir para a manutenção corretiva passa pelas seguintes etapas: quando a avaria é reportada ao departamento de manutenção, é executado um diagnóstico. Este diagnóstico se tiver a duração superior a uma hora, mas inferior a duas horas, é necessário reportar ao supervisor da manutenção. Se superior a duas horas, deve ser reportada ao diretor da manutenção. Seguindo a mesma lógica, é incluída nas mesmas condições a duração da intervenção. Caso não seja resolvida a avaria, é necessário replanejar a ação e comunicar ao supervisor da secção afetada. Em caso de resolvida a avaria, o operador deve inserir o registo de avaria no ManWinWin, onde

deve incluir os sintomas, as ações tomadas para a resolução da avaria, a equipa que participou na intervenção, que peças foram utilizadas e os respetivos tempos gastos na intervenção. Para finalizar, as avarias são introduzidas num documento, neste caso um road map, que permitirá procurar as causas e quais as ações a implementar, bem como o seguimento da implementação das mesmas.

De forma a planear as manutenções preventivas, a manutenção na CSP2 recorre ao ManWinWin, onde no início de cada mês são observadas que manutenções preventivas estão agendadas para o mesmo período. Na Figura 10 é possível observar um exemplo de um plano mensal de manutenções preventivas. O técnico de manutenção, acedendo ao calendário das manutenções, visualiza o estado das manutenções preventivas, neste caso, se o prazo para a sua realização foi cumprido.

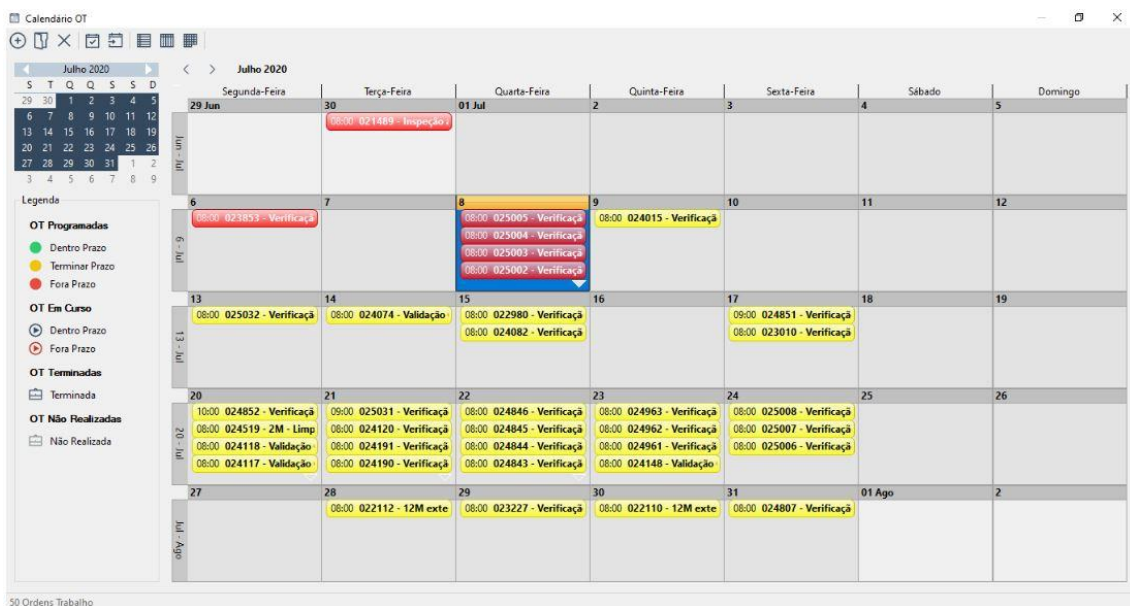


Figura 10 - Plano mensal de manutenções preventivas

3.3.1 6S na Cork Supply

A metodologia aplicada na Cork Supply é baseada nos 5S, neste caso 6S, adicionando o elemento *Safety* (Segurança) aos restantes elementos. Esta metodologia permite a organização, a limpeza e uma alta eficiência do local de trabalho.

A oficina da manutenção foi disposta e organizada, visto que quando foi construída o seu planeamento foi executado de raiz para que cumprisse todos os requisitos pertencentes aos 6S.

Como é possível verificar na Figura 11, a oficina apresenta uma disposição organizada (Seiri - Organizar), um ambiente de trabalho limpo e cuidado (Seiso - Limpeza), bem como possui apenas os elementos necessários para as atividades de manutenção e reparação (Seito - Simplificar).



Figura 11 - Oficina da manutenção na CSP2

Os interiores dos armários estão organizados por cacifos ou por áreas delimitadas, como exemplificado na Figura 12.

Os cacifos ou os materiais dispostos no interior dos armários, estão categorizados e assinalados por um código atribuído pelo departamento de manutenção. Esta organização permite aos colaboradores um acesso rápido e eficaz ao local onde se encontra o material ou produto pretendido.



Figura 12 - Exemplo da organização de um armário

Como ferramenta integrante dos 6S, o departamento de manutenção também organiza e executa tarefas de manutenção que estão inseridas num quadro de gestão visual, com a ferramenta kamishibai, como representado na Figura 13. Esta ferramenta permite ao departamento de manutenção controlar as tarefas com periodicidades mais reduzidas, bem como as tarefas mais repetitivas. As tarefas podem ter periodicidades diárias, de dois

em dois dias, semanais, quinzenais ou mensais. Este quadro permite uma gestão mais atenta e eficaz das tarefas que poderiam ser facilmente esquecidas.



Figura 13 - Quadro de gestão visual – Kamishibai

3.4 Análise do histórico de avarias

Com a organização dos dados relativamente ao histórico de avarias na CSP2, no período de outubro de 2018 a outubro de 2019, foi possível identificar as áreas da unidade com mais paragens por avaria. Esta identificação é possível com a observação do gráfico apresentado na Figura 14. Embora a secção de tratamento e a secção embalagem apresentem valores de paragens muito próximos e de valores consideravelmente relevantes, estes não são totalmente contabilizados. No caso da secção de tratamento, aproximadamente 73% do tempo total das paragens foi devido ao facto da intervenção para a reparação de uma das avarias ter sido efetuada por serviços externos à manutenção, causando assim grande impacto na disponibilidade do equipamento e influenciando também o histórico de avarias.

Na situação da secção do embalagem, aproximadamente 62% do tempo total das paragens aconteceram no equipamento de enchimento e selagem automático. Este equipamento encontra-se na fase inicial da sua operação, dando assim origem a avarias e tempos de paragem causados por diversos fatores, sendo o de maior fator, o fator

humano, ou seja, a falta de formação dos operadores para o manuseamento e correção de pequenos problemas que foram ocorrendo.

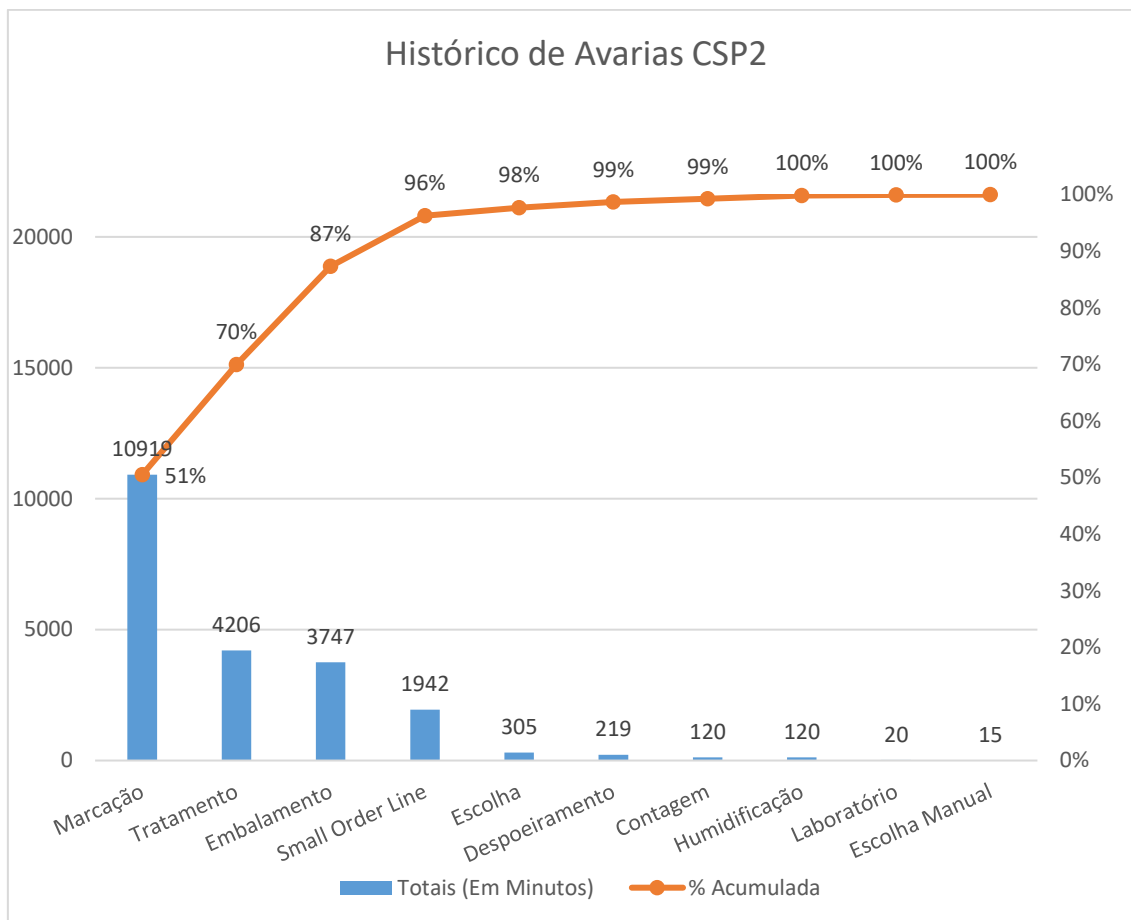


Figura 14 - Tempo total de avarias (Histórico de avarias da CSP2 no Anexo 2)

3.4.1 Marcação

O setor da marcação trabalha oito horas por dia, das oito da manhã às dezassete da tarde, de segunda à sexta-feira. Este setor possui dezassete linhas, compostas por sete máquinas de marcação a tinta, cinco máquinas de marcação a fogo e cinco máquinas de marcação a laser, sendo que estas, possuem mais que um dispositivo de impressão por máquina. No Anexo 3 está presente a lista de avarias que cada equipamento do setor da marcação registou e total de tempo perdido por avaria.

Alocados à secção de marcação estão sete colaboradores, quatro para a linha de rolhas naturais e três para a linha de rolhas técnicas.

Os quatro colaboradores presentes na linha de rolhas naturais são responsáveis por oito equipamentos referentes aos três tipos de marcação. As quantidades de cada máquina são: duas de marcação a laser, duas de marcação a fogo e quatro de marcação a tinta.

Referente à secção da marcação das rolhas técnicas, estão responsáveis por seis equipamentos, três colaboradores. Nesta linha existem três equipamentos de marcação a fogo e três de marcação a tinta.

O operador tem como principal função garantir o funcionamento contínuo dos equipamentos aos quais está alocado. Quando existem pequenas paragens motivadas por diversos fatores, o colaborador deve garantir a reposição das condições normais com celeridade, exceto em situações que seja necessária a intervenção do técnico de manutenção. Posto isto, o operador tem de abastecer o equipamento com rolhas para manter a sua produção contínua, através da colocação de *ropacks* (Figura 15) carregados com rolhas (Figura 16). Relativamente à verificação da qualidade da rolha, esta é verificada em média de dois em dois minutos, devido aos colaboradores encontrarem-se sempre em constante movimento. Para garantir que, no princípio da produção seja encontrada a qualidade de impressão desejada, o operador é responsável pela afinação e introdução dos parâmetros requeridos pelo cliente. Por fim, o operador dirige-se ao supervisor da fabricação, que autoriza ou rejeita a respetiva marcação.



Figura 15 - Exemplo de um ropack

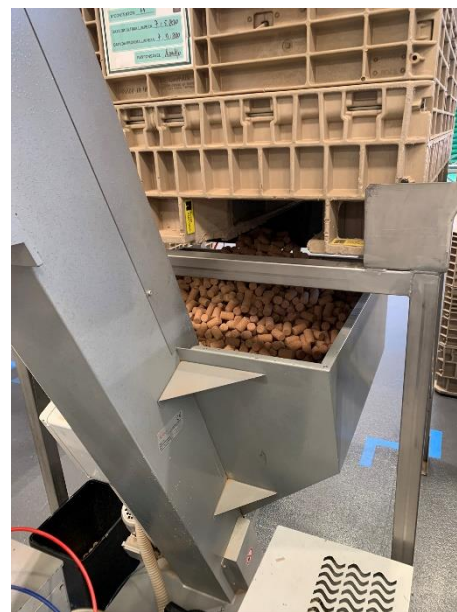


Figura 16 - Colocação de um ropack para abastecimento

3.4.1.1 *Marcação a fogo*

Relativamente ao equipamento de marcação por fogo, o seu sistema produtivo é visível na Figura 17. As rolhas começam o seu percurso no depósito (1), onde são depositadas através da colocação de um *ropack* na parte superior deste para garantir um abastecimento constante. De seguida, o tapete (2) transporta a rolha até ao orientador (4), onde são dispostas uma a uma, como representado na Figura 17 (A).

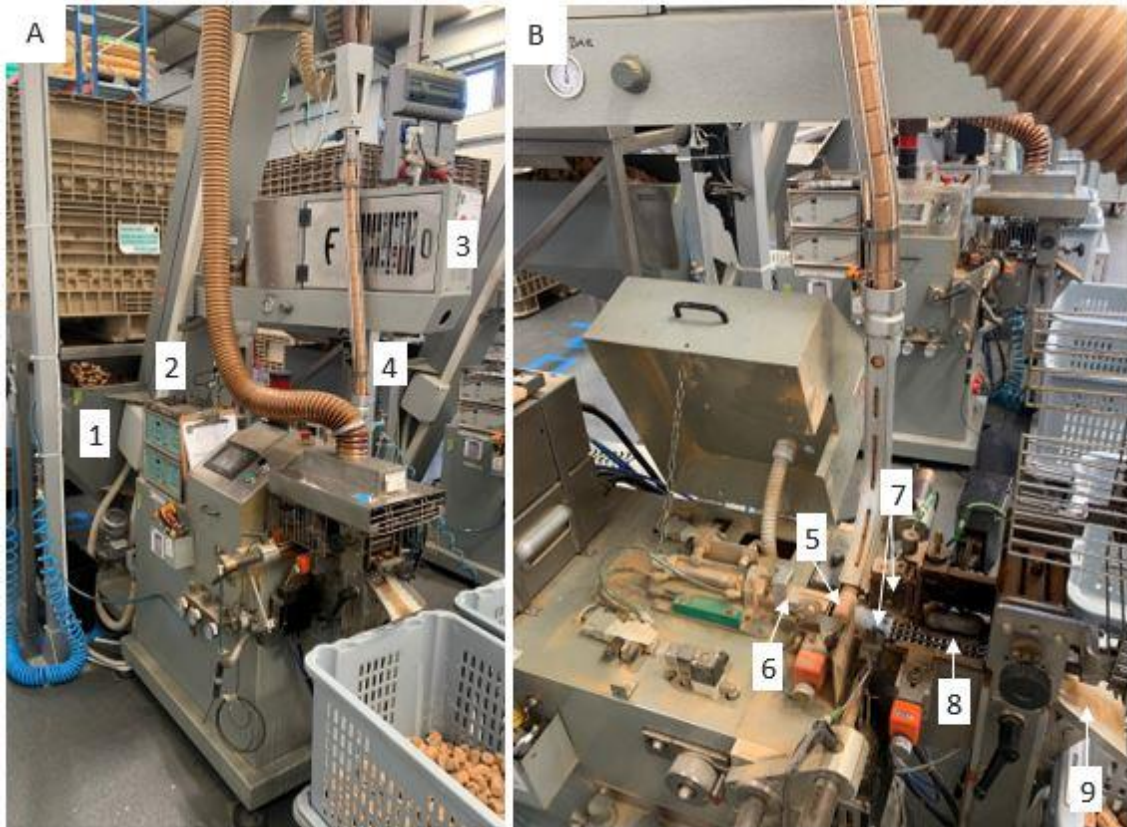


Figura 17 - Equipamento de marcação a fogo

Existe também a possibilidade de equipar a máquina com um orientador de rolhas (3), isto é, quando há a necessidade de marcar as rolhas com uma orientação pré-determinada. Na Figura 18 é possível verificar a marcação do topo da rolha e na Figura 19 a marcação do corpo. Neste caso, a rolha precisa de ser orientada de forma a que o topo marcado fique na parte superior da rolha quando o corpo é marcado como na Figura 19.



Figura 18 - Exemplo da marcação do topo



Figura 19 - Exemplo da marcação do corpo

Também na Figura 17 (B) e com a orientação da rolha no carril (4), a rolha chega à posição horizontal (5) de forma unitária, onde um cilindro pneumático (6) empurra a rolha para a primeira marcação, que é referente aos topos (7), onde na Figura 21 é possível verificar um exemplo de uma matriz de marcação de topos. A Figura 22 apresenta uma matriz sem marcação para quando não é necessário marcar um topo ou os dois. A rolha é forçada ao seu movimento pela rolha que vem a seguir, indo esta para a marcação do corpo (8), marcação esta que é realizada com uma matriz como exemplificada na Figura 20. Finalizando a marcação do corpo, a rolha cai para o cesto (9). As marcações, tanto do corpo como dos topos, são opcionais, isto é, a rolha pode ser marcada só nos topos ou só no corpo.



Figura 20 - Matriz de marcação a fogo (Corpo)



Figura 21 - Matriz de marcação a fogo (Topo)



Figura 22 - Matriz sem marcação (Topo)

Cada equipamento de marcação a fogo, tem uma capacidade máxima de produção de 12000 rolhas por hora. Esta capacidade máxima sofre alterações consoante o tipo de rolha, ou seja, tem em consideração os diferentes tipos de calibre de rolha que são utilizados.

3.4.1.2 *Marcação a tinta*

À semelhança do processo efetuado na marcação a fogo, é possível verificar na Figura 23 e Figura 24, que as rolhas são depositadas (1) através da colocação de um *ropack* na parte superior do depósito, para assegurar um fornecimento constante. Estas, são transportadas por uma tela colocando-as num vibrador (2), que faz com que as rolhas sejam orientadas e de forma alinhada ingressem na correia de transporte (3 e 5). Quando a rolha se encontra em frente ao martelo (4), como é possível visualizar na Figura 23, esta é empurrada para o interior da máquina, e por revolução é executada a marcação. A marcação pretendida na rolha é assegurada pela colocação da matriz (6) no local indicado na Figura 23. Para garantir que a marcação é efetuada, a rolha tem de estar em contacto com a matriz de marcação (6), sendo a mesa (10) ajustada consoante o calibre da rolha que está a ser utilizada.

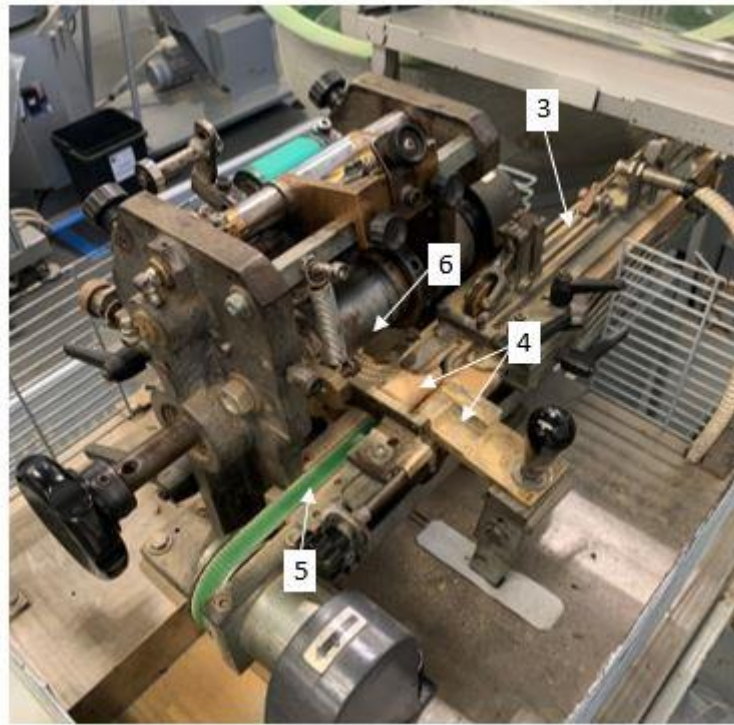


Figura 23 - Equipamento de marcação a tinta (perspetiva retaguarda)

A Figura 24 permite ter uma compreensão melhor do sistema de impressão, ou seja, o tinteiro (7), efetua a distribuição de tinta pelos rolos verdes (9) e para garantir que a tinta seja distribuída uniformemente pelos rolos, o cilindro distribuidor (8) executa, constantemente, movimentos de deslize horizontalmente. Quando a rolha se encontra no processo de marcação, ela rotaciona sobre a mesa (10), e de seguida é expelida (11) para o cesto de recolha.



Figura 24 - Equipamento de marcação a tinta (perspetiva frontal)

Na Figura 25 é possível visualizar um exemplo de uma matriz usada nos equipamentos de marcação a tinta e na Figura 26 um exemplo de uma marcação a tinta numa rolha.



Figura 25 - Exemplo de matriz de impressão para a marcação a tinta



Figura 26 - Exemplo de uma marcação a tinta

Cada equipamento de marcação a tinta tem a capacidade máxima de produção em cerca de 10000 rolhas por hora. De igual forma que a marcação a fogo, esta capacidade difere consoante o tipo de calibre da rolha que está a ser utilizada no momento da impressão.

3.4.1.3 *Marcação a laser*

A marcação a laser, como anteriormente referido, é efetuada tanto no corpo da rolha como no topo, mas para tal existem dois tipos de equipamento diferentes.

Na Figura 27, é possível visualizar o equipamento de marcação a laser para o corpo da rolha e o respetivo sistema produtivo. As rolhas são depositadas (1), através da colocação de um *ropack* na parte superior do depósito, à semelhança do que acontece nos outros equipamentos de marcação. De seguida, as rolhas são transportadas pela tela (2) até aos orientadores (3), onde estas são alinhadas e dispostas de forma unitária para proceder a marcação (4). Realizada a marcação, a rolha é expelida (5) para os cestos de recolha. Este equipamento tem a capacidade também de rejeitar rolhas, isto é, as rolhas são comparadas com a base de dados inserida no equipamento e se a rolha não apresentar as características pretendidas, estas são rejeitadas.

Na Figura 28 é possível visualizar um exemplo de uma rolha com marcação a laser, neste caso no corpo.



Figura 27 - Equipamento de marcação a laser



Figura 28 - Exemplo de uma marcação a laser (Corpo)

Na Figura 29 é possível visualizar o sistema de marcação a laser em detalhe. As rolhas chegam de forma unitária (7) e são empurradas pelo orientador (8), que é acionado pelo cilindro pneumático (10), ou para a esquerda ou para a direita. Estando a rolha no lado esquerdo, como na Figura 29, esta é rotacionada por uma roldana que se encontra debaixo da rolha e forçada contra a roldana de encosto (9), ao mesmo tempo que o laser (6) realiza a marcação. Concluída a marcação, o orientador (8) desloca-se para o lado esquerdo forçando a entrada de uma rolha nova para marcação e expelindo a rolha que se encontra finalizada (5), passando assim para a marcação da rolha que está à direita e assim sucessivamente. Este equipamento efetua a marcação das rolhas de forma unitária, ou seja, só realiza uma marcação de cada vez. Este equipamento apresenta uma capacidade máxima de produção em cerca de 7000 rolhas por hora.



Figura 29 - Sistema de marcação a laser (Corpos)

Relativamente ao equipamento de marcação a laser dos topos das rolhas, o sistema produtivo é semelhante à marcação do corpo, existindo apenas diferenças no sistema de marcação. Na Figura 30 é possível visualizar o sistema produtivo da marcação dos topos a laser.

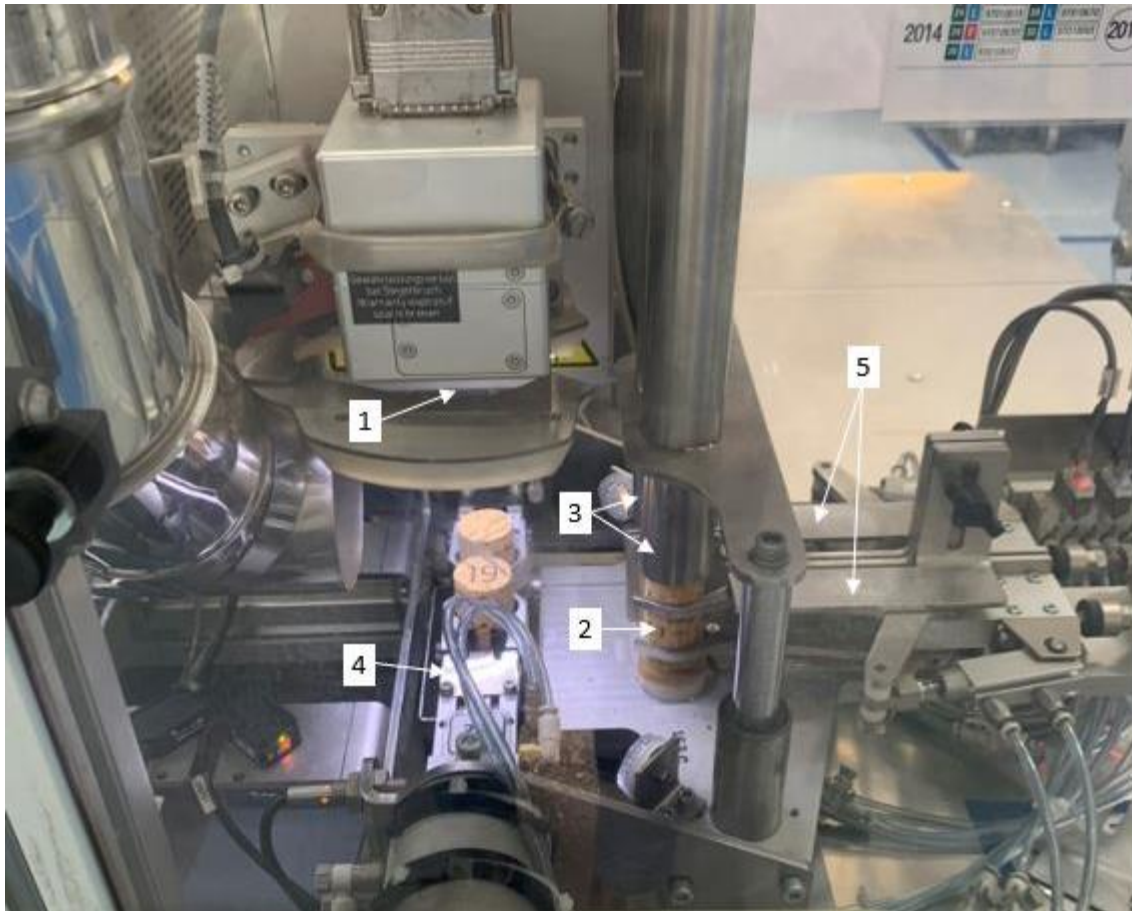


Figura 30 - Sistema de marcação a laser (Topos)

Este sistema é, no seu princípio de funcionamento, semelhante ao sistema de marcação dos corpos, ou seja, as rolhas são fornecidas ao equipamento de igual forma e de forma unitária, mas a sua orientação à chegada para a marcação (2) é feita de forma vertical e não de forma horizontal. Este sistema de marcação, tem a capacidade de realizar a marcação em duas rolhas em simultâneo, o que faz com que a alimentação seja feita em dois orientadores (3). Quando as rolhas se encontram no orientador (2), estas são impulsionadas pelos cilindros pneumáticos (5) para o local de marcação, ou seja, na direção exata do laser (1). Para garantir que as rolhas estão seguras e colocadas corretamente para serem marcadas, são utilizadas pinças pneumáticas (4). Estas pinças são fundamentais para que a rolha esteja segura no local correto, bem como para rotacionar a rolha e assim permitir que a marcação seja realizada nos dois topos da rolha, se assim for pretendido.

Na Figura 31 é possível visualizar um exemplo de uma rolha com marcação a laser no topo.



Figura 31 - Exemplo de uma marcação a laser (Topo)

Este equipamento apresenta uma capacidade máxima de marcação muito superior à marcação dos corpos, sendo de 11000 rolhas por hora.

3.5 Manutenção Preventiva

Relativamente à manutenção preventiva, todas as operações associadas podem ser visualizadas e consultadas no *software* ManWinWin. Estas operações foram planificadas e elaboradas pela equipa de manutenção, através da consulta dos manuais dos equipamentos e da experiência dos técnicos de manutenção.

De forma a padronizar e para que a interpretação das operações seja realizada de igual forma entre diferentes elementos da equipa de manutenção, foram criados os procedimentos de operação *standard* (POS). O modelo usado para o POS, foi concebido internamente em conformidade com todos os elementos do departamento de manutenção. Este modelo visa todas as fases que cada intervenção requer a executar, o equipamento que está sujeito à intervenção, a operação que está a ser realizada e o material necessário para a sua realização, a duração prevista para a intervenção, os equipamentos de proteção individual (EPI) necessários, e a segurança do operador e alimentar. A segurança alimentar é importante na medida em que, as rolhas vão estar em contacto direto com os bens alimentares, ou seja, todas as operações de manutenção não podem comprometer a segurança alimentar do produto.

No modelo foi inserido também uma legenda com simbologia, de forma a facilitar a interpretação das tarefas. Essa simbologia pode ser visível na Tabela 14 e Tabela 15.

Tabela 14 - Simbologia utilizada nos POS



Símbolo	Tarefa
	Controlo Visual
	Controlo Manual

Tabela 15 - Simbologia utilizada nos POS (Continuação)

Símbolo	Tarefa
	Lubrificação
	Controlo Auditivo
	Limpeza

Na Tabela 16 e Tabela 17, é possível visualizar as operações e respetivas periodicidades da manutenção preventiva, relativas ao equipamento de marcação a fogo. No Anexo 4 e Anexo 5 é possível visualizar as operações de manutenção preventiva relativas aos restantes equipamentos, nomeadamente o equipamento de marcação a tinta e marcação a laser.

Tabela 16 - Operações e periodicidades da manutenção preventiva (Marcação a fogo)














Periodicidade	Operação	Responsável	Ação
Mensal	Verificar estado das telas	Técnico de Manutenção	
	Lubrificar chumaceiras	Técnico de Manutenção	
	Testar seguranças	Técnico de Manutenção	
	Verificar fugas de ar	Técnico de Manutenção	 
	Verificar estado dos veios	Técnico de Manutenção	
Trimestral	Limpeza do refrigerador	Técnico de Manutenção	

Tabela 17 - Operações e periodicidades da manutenção preventiva (Marcação a fogo) (Continuação)

Periodicidade	Operação	Responsável	Ação
Trimestral	Verificação de fugas no refrigerador	Técnico de Manutenção	
	Verificação das ligações elétricas	Técnico de Manutenção	
Anual	Verificar electroválvulas	Técnico de Manutenção	
	Verificar cilindros pneumáticos	Técnico de Manutenção	
	Limpeza do quadro elétrico	Técnico de Manutenção	
	Substituição do tubo de aspiração	Técnico de Manutenção	

Como referido anteriormente, foram concebidos POS das manutenções preventivas, cerca de 28 (no Anexo 6 encontram-se três exemplos de POS para cada tipo de marcação), como visível no exemplo na Figura 32, de forma a garantir que diferentes operações possam ser executadas por diferentes elementos do departamento de manutenção. Estes POS são também uma ferramenta de elevado valor para que novos técnicos, quando inseridos no departamento de manutenção, consigam interpretar e realizar as tarefas cumprindo o tempo exigido para cada operação.










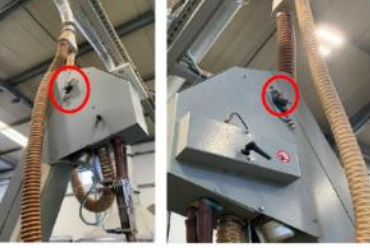




 Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure				
Equipamento Máquina a Fogo	Operação Verificar, limpar e lubrificar chumaceiras	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 30 min	Legenda Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação  Controlo Auditivo  Limpeza 
Material:	Utilizar bisnaga de lubrificação com massa consistente IV NSF			
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina desligada.			
Segurança alimentar:	Norma NSF			
Riscos:	N/A			
EPI's:				
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem		
1	Bloquear o equipamento, com o sistema Lockout Tagout Station, através da colocação dos dispositivos no botão de energia ou no disjuntor.			
2	Localizar as chumaceiras (Ambos os lados). Verificar estado visualmente e limpar se necessário antes de aplicar a lubrificação			 
3	Colocar a bisnaga no orifício assinalado e dar uma ou duas bombadas. Realizar a operação nas duas chumaceiras.			

Figura 32 - Exemplo de um POS para a manutenção preventiva

Por fim, de forma a facilitar a localização e que tipo de operação a realizar, por exemplo controlo visual ou manual, foram colocadas, nos equipamentos, indicações gráficas em concordância com a simbologia apresentada na Tabela 14 e Tabela 15. Nas Figura 33 e Figura 34 é possível visualizar exemplos desta gestão visual.

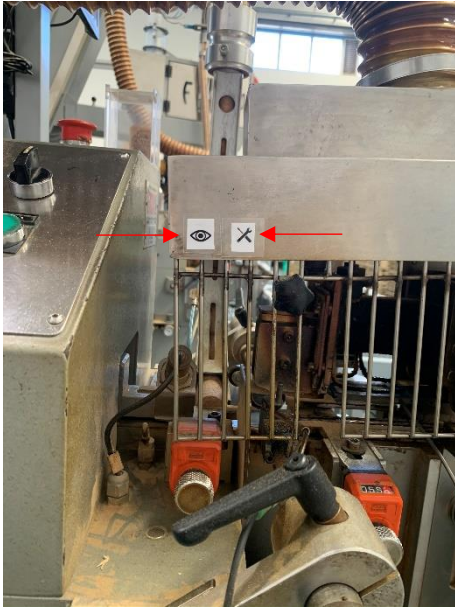


Figura 33 - Exemplo de gestão visual no equipamento de marcação a fogo

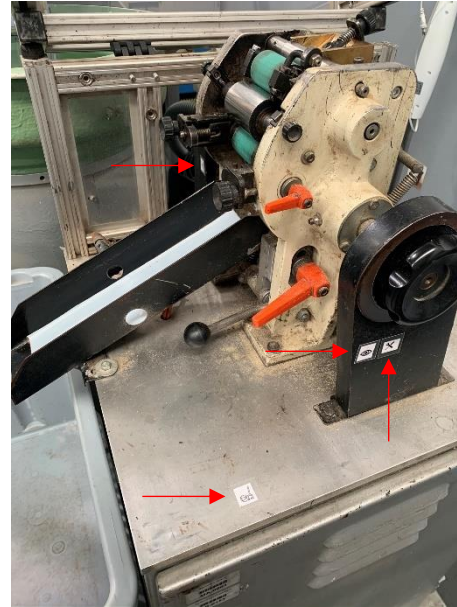


Figura 34 - Exemplo de gestão visual no equipamento de marcação a tinta














3.6 Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma permite obter uma relação entre manutenção e os operadores dos equipamentos, ou seja, as operações ditas mais simples e mais recorrentes são executadas pelos próprios operadores. Estas operações podem incluir verificações visuais e auditivas, lubrificações, substituição de elementos e limpeza.

De forma a gerar os planos de manutenção autónoma, foi realizada uma análise às operações que compõe os planos de manutenção preventiva na secção da marcação. Esta análise, consiste em tentar perceber que operações podem ou não ser executadas pelos operadores, que impactos tem nos tempos de inoperação dos equipamentos e na poupança de recursos no departamento da manutenção.

De igual forma, as operações apresentadas na Tabela 18 foram estabelecidas através da reunião de informações dadas pelos operadores e pelos elementos do departamento da manutenção. Estas operações, como referido anteriormente, são importantes para que a disponibilidade e fiabilidade do equipamento aumente e que o seu desempenho seja sempre o espectacular.

Tabela 18 - Operações de manutenção autónoma para a secção da marcação

Equipamento	Periodicidade	Operação	Responsável	Ação
Marcação a Fogo	Turno (Início e Fim)	Limpeza geral	Operador	
	Turno (Início)	Verificar pressões manómetros	Operador	
	Quando necessário	Troca de sonda	Operador	
		Troca da resistência	Operador	
		Ajustes nas matrizes de marcação	Operador	
Marcação a Laser	Turno (Início e Fim)	Limpeza geral	Operador	
	Turno (Início)	Verificar componentes pneumáticos	Operador	
	Turno (Início)	Verificar cordões de transporte	Operador	
Marcação a Tinta	Turno (Início e Fim)	Limpeza geral	Operador	
	Turno (Início e Fim)	Verificação e limpeza do tinteiro	Operador	 
	Quando necessário	Troca do cilindro distribuidor de tinta	Operador	
		Ajustar matriz de marcação	Operador	

Foram, também, geradas operações de manutenção autónoma de acordo com as tarefas de manutenção preventiva que estão introduzidas no *ManWinWin*, ou seja, após uma análise às tarefas de manutenção preventiva percebeu-se que existiam tarefas atribuídas ao departamento da manutenção que podiam ser adjudicadas à produção, passando assim para operações de manutenção autónoma.

À imagem das manutenções preventivas, foram criados POS, cerca de catorze (no Anexo 7 encontra-se um exemplo de um POS de manutenção autónoma para cada equipamento da marcação), para que a interpretação e realização das tarefas seja simples. Na Figura 35 é possível visualizar um exemplo de POS relacionado com a manutenção autónoma. De salientar que as manutenções que envolvam verificações e/ou lubrificações de elementos complexos e que exigiam uma intervenção mais técnica, não foram consideradas para a manutenção autónoma.






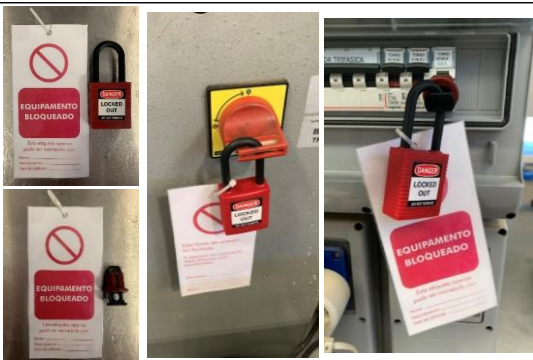



		Manutenção Autónoma - Procedimento Operacional Standard Autonomous Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento Marcação a Tinta	Operação Verificar e substituir o cilindro distribuidor	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 30 min	Legenda Controlo Visual  Controlo Manual 	
Material:					
Segurança operador:		As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.			
Segurança alimentar:		N/A			
Riscos:		N/A			
EPI's:					
Observações:		Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem			
1	Bloquear o equipamento, com o sistema Lockout Tagout Station, através da colocação dos dispositivos no botão de energia ou no disjuntor.				
2	Abrir a proteção da máquina. Retirar o cilindro de distribuição, rotacionando os parafusos assinalados pelas setas (sentido anti-horário). Substituir o cilindro.				 

Figura 35 - Exemplo de um POS para a manutenção autónoma

Como realizado nas manutenções preventivas, na manutenção autónoma também foram adicionados elementos de gestão visual de forma a facilitar a interpretação dos operadores no exercício das operações. Na Figura 36 e na Figura 37 é possível visualizar exemplos da utilização da gestão visual.

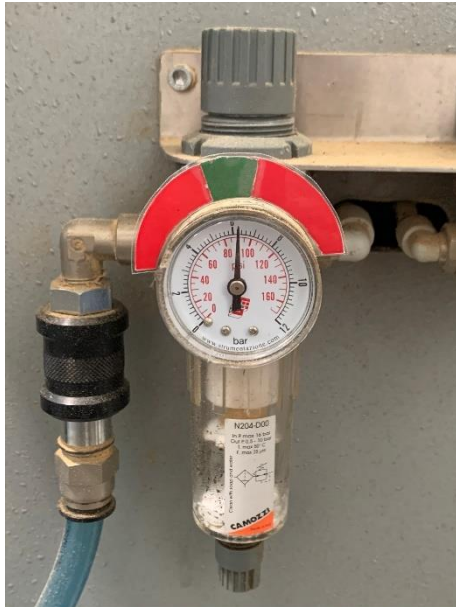


Figura 36 - Indicação dos limites de pressão no manómetro



Figura 37 - Indicação para o controlo do nível da água no refrigerador

De forma a prevenir micro paragens e aumentar o desempenho dos equipamentos no sector da marcação, os operadores têm à sua disposição instruções de operação a efetuar no início do turno. Estas operações, incluem ajustes e verificações que devem ser executadas antes de iniciar a produção.

A Tabela 19, Tabela 20 e Tabela 21 apresenta uma *checklist* com os ajustes e verificações a efetuar no sector da marcação, bem como o respetivo local e respetiva operação. Em caso de anomalia, o operador deve reportar ao supervisor da produção.

Tabela 19 - *Checklist* de ajustes e verificações a efetuar nos turnos no sector da marcação




Tipo de Marcação	Local	Operação	Ação	Responsável
Tinta Laser Fogo	Sistema de comando do equipamento	Testar seguranças do equipamento	 	Operador do equipamento
Tinta Laser Fogo	Moega	Verificar se existem rolhas na moega de carga		Operador do equipamento

Tabela 20 - Checklist de ajustes e verificações a efetuar nos turnos no sector da marcação (Continuação)











Tipo de Marcação	Local	Operação	Ação	Responsável
Tinta Laser Fogo	Sistema de alimentação das rolhas	Verificar se existem rolhas na tela de transporte		Operador do equipamento
Tinta Laser Fogo	Sistema de alimentação das rolhas	Verificar correia de transporte de rolhas		Operador do equipamento
Tinta Laser Fogo	Sistema de marcação	Verificar se existem rolhas no sistema de marcação		Operador do equipamento
Tinta Fogo	Sistema de marcação	Colocar marca para impressão		Operador do equipamento
Fogo	Sistema de marcação	Ajustar termopares. Caso seja necessário colocar massa anti-gripante nos parafusos do termopar.		Operador do equipamento
Tinta Fogo	Sistema de alimentação das rolhas	Ajustar as guias laterais		Operador do equipamento
Fogo	Sistema de marcação	Verificar pressão na marca do corpo, verificar pressão nos cilindros dos topos e entrada da rolha		Operador do equipamento

Tabela 21 - Checklist de ajustes e verificações a efetuar nos turnos no sector da marcação (Continuação)

Tipo de Marcação	Local	Operação	Ação	Responsável
Tinta Laser Fogo	Sistema de marcação	Verificar e regular tonalidade, espessura e posicionamento da marcação. Ajustar os parâmetros e limpar sempre que necessário.		Operador do equipamento
Fogo	Sistema de marcação	Verificar e ajustar temperatura dos topos e/ou corpos		Operador do equipamento
Tinta	Sistema de marcação	Verificar e limpar regularmente os sensores		Operador do equipamento

3.7 6S no setor da marcação

No que diz respeito à aplicação das ferramentas de 6S no setor da marcação, não foram introduzidas alterações, visto que todas as áreas de trabalho foram formuladas e executadas de forma a estabelecer um local de trabalho limpo e organizado, contendo apenas os bens essenciais para a execução das tarefas.

Na Figura 38 é possível visualizar a mesa de apoio à marcação a tinta e fogo, sendo que a marcação a laser também tem uma mesa idêntica. Estas mesas são utilizadas pelos operadores alocados à secção da marcação, onde podem encontrar as ordens de produção, materiais e ferramentas necessárias para a execução das tarefas. Todas as áreas da mesa de apoio, estão assinaladas e identificadas no que diz respeito às ferramentas e aos materiais.



Figura 38 - Mesa de apoio ao setor da marcação a tinta e fogo

Para além das mesas de apoio, existe também quadros de apoio, como é possível visualizar na Figura 39. Estes quadros contêm informações relativas à inspeção visual a efetuar nas rolhas, aos POS de operação dos equipamentos (tinta, fogo e laser) e ao OEE da secção. Existe também outros tipos de informações, como por exemplo o horário de trabalho da secção e o calendário e registo de limpeza.



Figura 39 - Quadro de apoio à secção de marcação

3.8 O OEE e análise das melhorias aplicadas no setor da marcação

Relativamente ao OEE, o histórico disponibilizado pela CSP2 para a secção de marcação apenas apresenta os valores dos indicadores do OEE e o valor do OEE desde maio de 2020. Apesar do curto histórico disponível, foi possível avaliar o impacto das soluções apresentadas, neste caso com a introdução de tarefas de manutenção autónoma e de tarefas de ajustes e verificações a realizar pelos operadores.

Na Figura 40 é possível visualizar a evolução do OEE, bem como o aumento de 1% na disponibilidade e de 8% na performance. Já o OEE, sofreu um aumento considerável de 8%. De notar que a CSP considera o indicador da qualidade 100%.

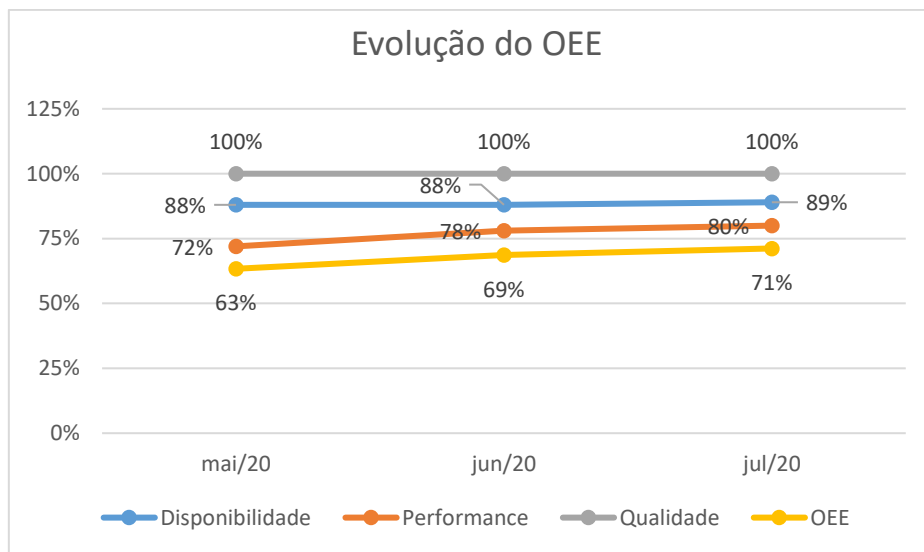


Figura 40 - Evolução do OEE e dos seus indicadores no setor da marcação

Para além do impacto no OEE, a introdução de tarefas de manutenção autónoma e a passagem de algumas tarefas de manutenção preventiva para manutenção autónoma, possibilitou a redução do número de tarefas a executar pelo técnico de manutenção. Na Figura 41 é possível visualizar esta redução, desde o início do estágio até ao fim do mesmo.

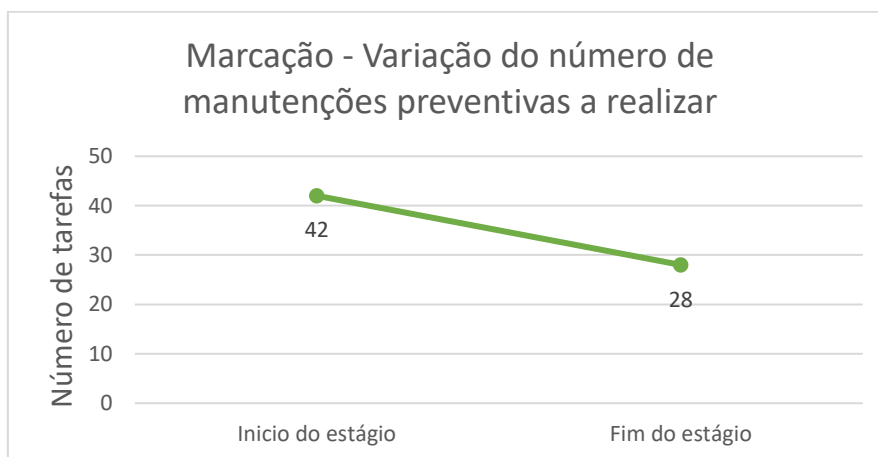


Figura 41 - Variação do número de manutenções preventivas a realizar no setor da marcação

Esta variação no número de manutenções preventivas a realizar irá, obviamente, ter um impacto muito positivo no tempo gasto em manutenções preventivas, libertando assim o departamento de manutenção para outras atividades que possam surgir. Na Figura 42, é apresentada a possível redução do tempo gasto em manutenções preventivas depois da introdução das tarefas de manutenção autónoma.

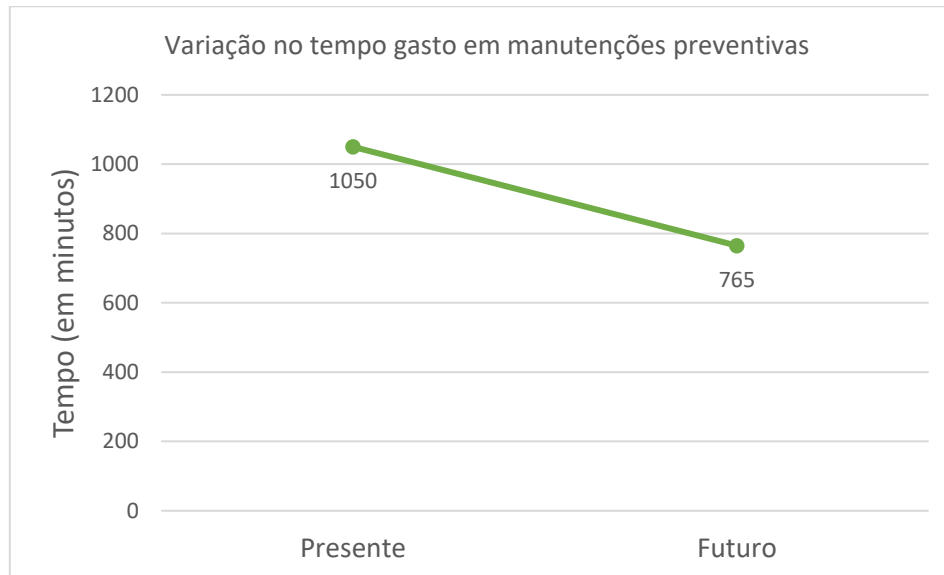


Figura 42 - Variação no tempo gasto em manutenções preventivas no setor da marcação

CONCLUSÕES

4.1 Conclusões

4.2 Proposta de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

Com a conclusão do projeto, é possível evidenciar os resultados obtidos, perseguindo assim os objetivos propostos.

Para tal, foram identificados os pontos críticos através da análise das avarias registadas num espaço de 12 meses, mais precisamente de outubro de 2018 a outubro de 2019.

Finda esta análise, o setor que apresentava mais minutos despendidos em avarias era o da marcação. Porém, não foi possível verificar nenhuma avaria que carecesse de especial atenção ou de uma investigação à sua origem, isto porque os equipamentos analisados têm uma atividade reduzida em termos de carga horária e de trabalho, ou seja, existe muito tempo não planeado para os equipamentos. Este tempo não planeado traduz-se num melhor comportamento dos equipamentos em termos de avarias e da menor necessidade de manutenção corretiva. Como mostrado anteriormente, só 13,01% (115 horas) das manutenções realizadas são corretivas, o que significa uma grande eficiência e disponibilidade dos equipamentos.

Posto isto, de forma a baixar o número de horas perdidas em manutenções corretivas e a implementar o pilar da manutenção autónoma, foram desenvolvidos os POS das manutenções autónomas e também das manutenções preventivas. O desenvolvimento dos POS das manutenções preventivas possibilita uma maior facilidade de interpretar e realizar as tarefas por parte de qualquer elemento da equipa de manutenção. Possibilita também um controlo dos tempos associados a cada tarefa de manutenção, sendo assim possível obter o total de tempo gasto nestas operações. De igual forma, o desenvolvimento das POS de manutenções autónomas e da introdução de *checklists* e ajustes a realizar pelos operadores, vai possibilitar uma redução nos tempos despendidos para a manutenção preventiva, visto que algumas tarefas de manutenção preventiva foram alteradas para a manutenção autónoma. A longo prazo é expectável a redução nos tempos de micro paragens, devido à introdução das atividades presentes na *checklist* e das tarefas de manutenção autónoma serem realizadas pelos operadores, mantendo assim os operadores mais interligados com os equipamentos. Esta interligação torna-se importante na prevenção das avarias porque aumenta a sensibilidade do operador relativamente aos equipamentos.

Após os desenvolvimentos dos POS, a sua aplicação traduziu-se num aumento do OEE, como descrito anteriormente, onde este obteve uma subida 8%. Esta subida foi exaltada pelo aumento dos indicadores da performance e da disponibilidade, de 8% e 1% respetivamente.

De forma a analisar os resultados obtidos no OEE e dos respetivos fatores, através da implementação do *TPM*, foram estudados e analisados os trabalhos presentes na Tabela 22 e na Tabela 23.

Tabela 22 - Referências de trabalhos práticos

Artigos /Referências Bibliográficas	Resumo
<p>Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line [40]</p>	<p>Este estudo, teve como objetivo principal a implementação do TPM com base nos 5S, de forma a melhorar a disponibilidade numa linha de produção crítica.</p> <p>Deste projeto resultou um decréscimo nas horas despendidas em MA, cerca de 236 horas, um aumento no MTBF médio de 31 horas o que resultou numa redução nas paragens na linha de produção. Houve também um decréscimo no MTTR. Por fim, foi possível verificar um aumento na disponibilidade em 1.2%. Estes resultados foram obtidos através da aplicação das ferramentas do TPM.</p>
<p>A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction [41]</p>	<p>Neste caso de estudo, um plano para a implementação do TPM é descrito para a fiabilidade de uma linha de produção automóvel. A estratégia utilizada é a redução de perdas causadas pelas avarias dos equipamentos.</p> <p>Da aplicação do TPM, resultou um aumento no OI – “<i>Operating Income</i>” (Receita operacional) em cerca de 18.5% e um decréscimo no NOI – “<i>Non-Operating Income</i>” (Receita não operacional) em cerca de 3.5%.</p>
<p>Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study [42]</p>	<p>Este caso de estudo, apresenta a implementação do TPM num centro de maquinaria CNC. A estratégia é a implementação de todos os pilares do TPM por fases, de forma a reduzir as perdas, e a consequente medição do OEE.</p> <p>Da aplicação do TPM, foi possível verificar um aumento do OEE de 67% para 79%.</p>

Tabela 23 - Referências de trabalhos práticos (continuação)





Referências Bibliográficas	Resumo
Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer [23]	<p>Este estudo, foi desenvolvido numa empresa que produz tubos de ar condicionado para a indústria automóvel, e teve como objetivo a implementação da manutenção autónoma para o aumento da disponibilidade dos equipamentos.</p> <p>O objetivo foi cumprido através da aplicação das sete etapas da manutenção autónoma, resultando assim num decréscimo no número de intervenções na respetiva linha, contribuindo assim para um aumento da disponibilidade dos equipamentos em 10%. Já o OEE teve um aumento de 8%, o MTBF aumentou e, por fim, houve uma redução no MTTR.</p>
Standardization and optimization of an automotive components production line [43]	<p>O estudo apresentado, desenvolvido no setor automóvel, teve como objetivos a padronização das operações, a redução ou a eliminação de tarefas que não acrescentavam valor, aumentar a produtividade e associar tarefas de melhoria continua de forma a eliminar desperdícios. Para tal, foi importante o uso dos conceitos e definições de <i>standard work</i>.</p> <p>Após a implementação de algumas alterações, foi possível adaptar os objetivos da produção e tempos de ciclo para a capacidade da linha. A produtividade e eficiência dos equipamentos e dos operários também aumentaram. Devido à eliminação de desperdícios e geração de valor, foi possível o aumento geral do OEE, de 70% para 86%, ou seja, 16%.</p>

Apresentadas as referências para a interpretação de resultados, é possível verificar que uma implementação estruturada do TPM pode contribuir para um aumento do OEE e dos seus fatores. Este aumento traduz-se na capacidade das organizações corresponderem as exigências dos atuais mercados.

De salientar que foram realizados POS para todos os setores e para todas as tarefas de manutenção preventiva que se encontravam introduzidas no *ManWinWin*, bem como a realização de vários *standards works* relativos a operações de substituições de equipamentos ou materiais de desgaste. Mas, como tal, a total demonstração dos POS não era viável.

Por fim, é possível afirmar que grande parte dos objetivos primordialmente definidos foram cumpridos. Na Tabela 24 é possível visualizar o objetivo e etapas, bem como o respetivo estado das mesmas.

Tabela 24 - Análise dos objetivos propostos

Objetivo	Etapas do Projeto	Estado
Implementação estruturada dos 7 pilares do TPM com especial incidência no pilar da manutenção autónoma	<ul style="list-style-type: none"> Identificação dos pontos críticos a verificar nos processos produtivos 	Realizado 
	<ul style="list-style-type: none"> Definição das gamas operatórias da manutenção autónoma 	Realizado 
	<ul style="list-style-type: none"> Definição das gamas operatórias da manutenção preventiva 	Realizado 
	<ul style="list-style-type: none"> Redução do tempo de paragem por ARO (avaria reparável por operador) em 10 % 	Em execução 

4.2 Proposta de trabalhos futuros

Com os objetivos propostos a serem cumpridos, foi possível verificar que a CSP2 já apresenta um nível avançado na implementação do TPM. Contudo, existe sempre a possibilidade de melhoras, em que essas melhoras podem ser:

- A criação de *checklists* e ajustes para os restantes setores da CSP2
- introdução de mais tarefas de manutenção autónoma nos restantes setores da CSP2 e a consequente elaboração dos POS;
- a alteração de tarefas de manutenção preventiva para manutenção autónoma.

Com estas melhorias implementadas, se for verificada a redução das horas gastas em manutenções corretivas, pode-se efetuar um estudo para determinar se o custo do elemento da equipa de manutenção é justificável. Isto é, o elemento pode ser destacado para outra unidade e apenas deslocar-se para a CSP2 para realizar as tarefas de manutenção preventiva e quando houvesse necessidade de intervenção em avarias. Esta solução pode ser viável tendo em conta a proximidade das unidades fabris.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 Referências Bibliográficas

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 Referências Bibliográficas

- [1] Luis Andrade Ferreira, *Uma Introdução à Manutenção (1a Edição)*, 1ª Edição. Publindustria, Edições Técnicas.
- [2] J. Monks, *Schaum's Outline of Operations Management*. McGraw-Hill Education, 1996.
- [3] J. M. T. Farinha, *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares (Uma Abordagem Terológica)*. 1997.
- [4] C. Pinto, *Organização e gestão da manutenção*. 2002.
- [5] J. S. Cabral, *Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática...*, 6ª Edição. 2006.
- [6] A. C. Márquez, *The Maintenance Management Framework*. 2007.
- [7] A. KARDEC and J. NASCIF, *MANUTENÇÃO: FUNÇÃO ESTRATEGICA - 3ªED.(2009) - Julio Nascif; Alan Kardec Pinto - Livro*. 2009.
- [8] R. K. Mobley, *An introduction to predictive maintenance*. Butterworth-Heinemann, 2002.
- [9] R. Manzini, A. Regattieri, H. Pham, and F. Pham, *Maintenance for Industrial Systems With*. Springer, 2011.
- [10] M. Shafiee and S. Chukova, "Maintenance models in warranty: A literature review," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 229, no. 3, pp. 561–572, 2013.
- [11] J. A. Erkoyuncu, S. Khan, A. L. Eiroa, N. Butler, K. Rushton, and S. Brocklebank, "Perspectives on trading cost and availability for corrective maintenance at the equipment type level," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 168, pp. 53–69, 2017.
- [12] W. Zhang, D. Yang, and H. Wang, "Data-Driven Methods for Predictive Maintenance of Industrial Equipment: A Survey," *IEEE Syst. J.*, vol. 13, no. 3, pp. 2213–2227, Sep. 2019.
- [13] T. Wireman, *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. Industrial Press, Inc., 2004.
- [14] P. N. Muchiri, L. Pintelon, H. Martin, and A. M. De Meyer, "Empirical analysis of maintenance performance measurement in Belgian industries," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 48, no. 20, pp. 5905–5924, 2010.
- [15] R. Gulati, *Maintenance and Reliability Best Practices*. Industrial Press, Inc, 2012.

- [16] B. Gadzik, "INTRODUCTION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE IN STEELWORKS PLANTS.," *Metalurgija*, vol. 48, no. 2, pp. 137–140, 2009.
- [17] K. E. McKone, R. G. Schroeder, and K. O. Cua, "Total productive maintenance: a contextual view.," *J. Oper. Manag.*, vol. 17, no. 2, pp. 123–144, 1999.
- [18] S. Nakajima, *TPM development program : implementing total productive maintenance*. Productivity Press, 1989.
- [19] T. Wireman, *Total Productive Maintenance - An American Approach*. Industrial Press, 1992.
- [20] C. J. Robinson and A. Ginder, *Implementing TPM: The North American Experience*. Productivity Press, 1995.
- [21] S. Nakajima, *Nakajima, S. (1988), Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*, Productivity Press, Portland, OR. Productivity Press, 1988.
- [22] M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, J. Knezevic, D. Ait-Kadi, and A. Raouf, *Handbook of maintenance management and engineering*. Springer, 2009.
- [23] P. Guariente, I. Antonioli, L. P. Ferreira, T. Pereira, and F. J. G. Silva, "Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer.," *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 1128–1134, 2017.
- [24] A. K. Digalwar and P. V Nayagam, "Implementation of Total Productive Maintenance in Manufacturing Industries: A Literature-Based Metadata Analysis.," *IUP J. Oper. Manag.*, vol. 13, no. 1, pp. 39–53, 2014.
- [25] A. T. Bon and L. P. Ping, "Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in automotive industry.," *2011 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA), Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA), 2011 IEEE Symposium on*. pp. 55–58, 2011.
- [26] M. S. Prabhuswamy, P. Nagesh, and K. P. Ravikumar, "Statistical Analysis and Reliability Estimation of Total Productive Maintenance.," *IUP J. Oper. Manag.*, vol. 12, no. 1, pp. 7–20, 2013.
- [27] S. Borris, *Total productive maintenance*. McGraw-Hill, 2006.
- [28] P. Gupta and S. Vardhan, "Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study.," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 54, no. 10, pp. 2976–2988, 2016.
- [29] A. Kelly, *Managing Maintenance Resources*. Butterworth-Heinemann, 2006.
- [30] M. Chong, J. Chin, and H. Hamzah, "Transfer of total productive maintenance practice to supply chain.," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 23, no. 3/4, pp. 467–488, 2012.
- [31] T. Suzuki, *TPM in Process Industries*. Productivity Press, 1992.
- [32] V. Pascal, A. Toufik, A. Manuel, D. Florent, and K. Frédéric, "Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy.," *Control Eng. Pract.*, vol. 82, pp. 86–96, 2019.



- [33] H. A. Prabowo, Y. B. Suprpto, and F. Farida, "THE EVALUATION OF EIGHT PILLARS TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) IMPLEMENTATION AND THEIR IMPACT ON OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) AND WASTE," *J. Ilm. SINERGI*, vol. 22, no. 1, pp. 13–18, 2018.
- [34] M. Moradi, M. R. Abdollahzadeh, and A. Vakili, "Effects of implementing 5S on Total Productive Maintenance: A case in Iran," *2011 IEEE International Conference on Quality and Reliability, Quality and Reliability (ICQR), 2011 IEEE International Conference on*. pp. 41–45, 2011.
- [35] C. J. Bamber, J. M. Sharp, and M. T. Hides, "Factors affecting successful implementation of total productive maintenance: A UK manufacturing case study perspective," *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 162–181, 1999.
- [36] "Perfil da Empresa - Cork Supply." [Online]. Available: <https://www.corksupply.pt/pt/a-nossa-empresa/perfil-da-empresa/>. [Accessed: 18-Aug-2020].
- [37] "A Nossa Visão, A Nossa Missão - Cork Supply." [Online]. Available: <https://www.corksupply.pt/pt/a-nossa-empresa/a-nossa-visao-a-nossa-missao/>. [Accessed: 18-Aug-2020].
- [38] "O Nosso Compromisso - Cork Supply." [Online]. Available: <https://www.corksupply.pt/pt/a-nossa-empresa/o-nosso-compromisso/>. [Accessed: 18-Aug-2020].
- [39] "As Nossas Instalações - Cork Supply." [Online]. Available: <https://www.corksupply.pt/pt/a-nossa-empresa/as-nossas-instalacoes/>. [Accessed: 18-Aug-2020].
- [40] I. M. Ribeiro, R. Godina, C. Pimentel, F. J. G. Silva, and J. C. O. Matias, "Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line," *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 1574–1581, 2019.
- [41] M. D. O. dos Reis, R. Godina, C. Pimentel, F. J. G. Silva, and J. C. O. Matias, "A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction," *Procedia Manuf.*, vol. 38, no. 2019, pp. 908–915, 2019.
- [42] R. Singh, A. M. Gohil, D. B. Shah, and S. Desai, "Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study," in *Procedia Engineering*, 2013, vol. 51, pp. 592–599.
- [43] I. Antonioli, P. Guariente, T. Pereira, L. P. Ferreira, and F. J. G. Silva, "Standardization and optimization of an automotive components production line," *Procedia Manuf.*, vol. 13, pp. 1120–1127, 2017.

ANEXOS

- 6.1 ANEXO 1 – Principais Tipos de Rolha
- 6.2 ANEXO 2 – Histórico de Avarias na CSP2
- 6.3 ANEXO 3 – Histórico de avarias no setor da marcação
- 6.4 ANEXO 4 – Plano de manutenção preventiva da marcação a tinta
- 6.5 ANEXO 5 – Plano de manutenção preventiva da marcação a laser
- 6.6 ANEXO 6 – POS de manutenção preventiva da marcação a fogo, tinta e laser
- 6.7 ANEXO 7 – POS de manutenção autónoma da marcação a fogo, tinta e laser

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1 – Principais Tipos de Rolha

Tipo de Rolha	Descrição	Principais características	Figura
Natural	A rolha natural é selecionada em termos da sua melhor qualidade. Esta contém o selo de garantia Innocork. É a rolha 100% natural escolhida para os vinhos.	Comprimento: 38/45/49/54 +/-0,7mm Diâmetro: 24/25/26 +/-0,4mm	
Natural Optimum Colmatado	Esta rolha é mais económica quando os aspetos mais importantes são o desempenho, a qualidade visual e a tradição. O processo de colmatagem a que é submetida a rolha, melhor a qualidade visual e propriedades físicas.	Comprimento: 38/45/49 +/-0,7mm Diâmetro: 24 +/-0,5mm	

Tipo de Rolha	Descrição	Principais características	Figura
Técnica 1+1	Esta rolha é composta por um corpo de aglomerado de cortiça unido a um disco de cortiça natural em cada extremo. Estes discos são tratados pelo processo exclusivo Innocork para obter um desempenho sensorial máximo	Comprimento: 39/44 +/-0,5mm Diâmetro: 23,5 +/-0,3mm	
Técnica Micro 1+1	Esta rolha apresenta uma elevada neutralidade organolética e excelentes propriedades mecânicas. É composta por um corpo de microaglomerado de cortiça e dois discos de cortiça natural, um em cada extremidade.	Comprimento: 39/44 +/-0,5mm Diâmetro: 23,5 +/-0,3mm	
Técnica Micro 0,5-1,0 mm	Esta rolha tem uma excelente capacidade mecânica, uma elevada neutralidade organolética e uma vedação exemplar. É composta por um corpo de aglomerado de cortiça, com microgrânulos de 0,5-1,0mm. É uma rolha de eleição no mercado das rolhas técnicas.	Comprimento: 38/44 +/-0,5mm Diâmetro: 24 +/-0,3mm	

Tipo de Rolha	Descrição	Principais características	Figura
Técnica Micro 0,5-2,0 mm	<p>Esta rolha tem uma elevada neutralidade organolética e uma excelente capacidade mecânica. É composta por um corpo de aglomerado de cortiça, com microgrânulos de 0,5-1,0mm. É uma rolha de eleição no mercado das rolhas técnicas.</p>	<p>Comprimento: 38/44 +/-0,5mm Diâmetro: 24 +/-0,3mm</p>	
Técnica Cuvée 0+2	<p>É a rolha de eleição para os melhores champanhes e espumantes do mundo. É constituída por um corpo de aglomerado de alta qualidade, com dois discos de cortiça natural na extremidade de contacto com o vinho.</p>	<p>Comprimento: 48 +/-0,5mm Diâmetro: 30,5/31 +/-0,3mm</p>	

Tipo de Rolha	Descrição	Principais características	Figura
Técnica Cuvée 0+1	Esta rolha possui um elevado desempenho mecânico e organolético. É constituída por um corpo de aglomerado de cortiça de alta qualidade, com um disco de cortiça natural na extremidade de contacto com o vinho.	Comprimento: 48 +/-0,5mm Diâmetro: 30,5/31 +/-0,3mm	
Técnica Cuvée Micro	É uma rolha para champanhe composta por um corpo de aglomerado de cortiça, com microgrânulos de 0,5-2,0mm, elaborada através de tecnologia de moldação individual.	Comprimento: 48 +/-0,5mm Diâmetro: 30,5/31 +/-0,3mm	
Técnica Cuvée Aglomerado	É uma rolha para champanhe e espumante com um elevado desempenho mecânico e organolético. É constituída por um corpo de aglomerado, com dimensão do granulado entre 3,0-7,0mm.	Comprimento: 48 +/-0,5mm Diâmetro: 30,5/31 +/-0,3mm	

6.2 ANEXO 2 – Histórico de Avarias na CSP2

Familia de Equipamentos	Avaria	2018			2019											
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out		
Máquina de Contar Azevedos	Fases trocadas e ar comprimido desligado	60														
Máquina de Contar Azevedos	Afinar veio do excêntrico		60													
Máquina de Despoeiramento	Máquina sem sinal após pico de tensão			60												
Máquina de Despoeiramento	Fim de curso trocado										40					
Máquina de Contar	Desgaste do rolo guia			60												
Máquina de Contar	Palhetas sem força										44					
Máquina de Cozer	Cabo traçado									15						
Detetor de Metais	Parâmetros desajustados	35														
Máquina de Contar L1	Calha de alimentação partida		60													
Máquina de Contar L1	Cordão do tapete rebentado								30							
Máquina de Contar L2	Moega com teflon descolado	30														
Máquina de Contar L2	Contagens incorretas			60												
Máquina Envolvedora Robot	Não aguenta a carga													0		
Máquina de Selar Automática	Barra de selar com avaria										60					
Máquina de Selar Automática	Borracha superior não fecha													17		
Máquina de Selar Automática	Não sela o saco													1650		
Máquina de Selar Automática	Não corta "filme" no sitio certo													270		
Máquina de Selar Automática	Não sela o saco													390		
Máquina de Selar Automática	Selagem incorrecta													20		
Máquina de Selar Automática	Selagem incorrecta														75	
Máquina de Selar	Teflon gasto			60												
Máquina de Selar	Substituição borrachas encosto				60											
Máquina de Selar	Relógio encravado					60										
Máquina de Selar	Falha no vácuo						30									
Máquina de Selar	Cilindro partido									120						
Máquina de Selar nº2	Resistência com elevada temperatura		30													
Máquina de Selar nº2	Barra de selar queimada				60											
Máquina de Selar nº2	Barra de selar sobreaquecida				180											
Máquina de Selar nº2	Excesso de SO2				45											
Máquina de Selar nº2	Teflon gasto								30							
Máquina de Selar nº2	Erro contagem de SO2													210		
Máquina de Selar nº2	Não injeta SO2														15	
Refrigerador - SMC	Não arrefece			120												
Tapete de Carga MC L1	Avaria no motor e redutor							30								
Tapete de Carga MC L2	Sensor de moeda não atua	0														
Máquina Escolha Eletrónica 1	Cordões partiram			55												
Máquina Escolha Eletrónica 1	Correção de parâmetros			90												
Máquina Escolha Eletrónica 1	Rolhas não entram corretamente				30											
Máquina Escolha Eletrónica 1	Avaria rolamento							30								
Máquina Escolha Eletrónica 1	Cilindro encravado								20							
Máquina Escolha Eletrónica 1	Não especificada										30					
Máquina Escolha Eletrónica 2	Erro na leitura do corpo													30		
Máquina Escolha Eletrónica 2	Não lê topos													20		
Escolha Manual	Botão emergência partido			15												
Máquina de Engarrafar CLIFOM	Acoplamento com fuga de ar			20												
Máquina de Humidificar	Suporte de espelho partido	30														
Máquina de Humidificar	Chapa partida		30													
Máquina de Humidificar	Desmontagem para limpeza			60												
Máquina a Fogo 4	Cilindro com fuga de ar		60													
Máquina a Fogo 5	Cilindro com fuga de ar		60													
Máquina a Fogo 5	Trocar veios do topo												45			
Máquina a Fogo 10	Fuga tubo de água							0								
Máquina a Fogo 11	Troca tubos alimentação		90													
Máquina a Fogo 11	Eletrovalvula da porta não fechava						120									
Máquina a Fogo 12	Fim de curso não fechava	30														
Máquina a Fogo 12	Varões partidos	0														
Máquina a Fogo 12	Troca de sonda						60									
Máquina a Fogo 12	Sonda solta							15								
Máquina a Fogo 12	Troca cilindro orientador		60													
Máquina a Fogo 12	Acesso sistema água partido									120						
Máquina a Fogo 12	Sonda temperatura queimada									60						
Máquina a Fogo 12	Troca de bomba de água									60						
Máquina a Fogo 12	Sensor de temperatura queimado										30					
Máquina a Fogo 12	Tubo partido													210		
Máquina a Fogo 12	Fuga de água														90	
Máquina a Laser Corpo L.G.	Avaria na cabeça de impressão										30					
Máquina a Laser Corpo L.G.	Montagem do laser										60					
Máquina a Laser Corpo L.P.	Varição na gravação	240														











Continuação do histórico de avarias

Familia de Equipamentos	Avaria	2018			2019											
		Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abril	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out		
Máquina a Laser Corpo L.P.	Correia partida		120													
Máquina a Laser Corpo L.P.	Marcação errada					90										
Máquina a Laser Corpo L.P.	Rolamentos desfeitos					1260										
Máquina a Laser Corpo L.P.	Encravamento na cabeça								60							
Máquina a Laser Corpo L.P.	Formação no manuseamento da máquina										240					
Máquina a Laser Topos L.G.	Fuga no circuito pneumático								30							
Máquina a Laser Topos L.G.	Tubo de ar da cabeça furado								30							
Máquina a Laser Topos L.G.	Marcação descalibrada									30						
Máquina a Laser Topos L.G.	Troca de laser na cabeça de impressão											60				
Máquina a Laser Topos L.G.	Troca de laser na cabeça de impressão											60				
Máquina a Laser Topos L.P.	Avaria Led's		60													
Máquina a Laser Topos L.P.	Não arrancava					90										
Máquina a Laser Topos L.P.	Não arrancava					60										
Máquina a Laser Topos L.P.	Fuga de ar								30							
Máquina a Laser Topos L.P.	Cilindro de rotação desafinada													30		
Marcação a Tinta 6	Mola Partida		30													
Marcação a Tinta 6	Avaria no Sensor		30													
Marcação a Tinta 6	Revisão a cabeça da máquina		120													
Marcação a Tinta 6	Avaria sensor			30												
Marcação a Tinta 6	Avaria no vibrador					60										
Marcação a Tinta 6	Roda dentada partida													1530		
Marcação a Tinta 7	Avaria cabeça da máquina		90													
Marcação a Tinta 8	Botão velocidade solto		30													
Marcação a Tinta 8	Revisão a cabeça da máquina		180													
Marcação a Tinta 8	Verificação Vibrador					120										
Marcação a Tinta 8	Verificação Vibrador					30										
Marcação a Tinta 9	Sensor de contagem		30													
Marcação a Tinta 9	Virar máquina e revisão a cabeça		210													
Marcação a Tinta 9	Teste													30		
Marcação a Tinta 13	Tinta secou		60													
Marcação a Tinta 13	Tinta secou		45													
Marcação a Tinta 13	Rolos riscados		60													
Marcação a Tinta 13	Avaria rolamento de encosto rolo distribuidor			70												
Marcação a Tinta 13	Parafusos moidos							15								
Marcação a Tinta 13	Pro.acoplamento entre motor e reductor								30							
Marcação a Tinta 13	Botão de reset desapareceu											30				
Marcação a Tinta 13	Veio com folga														210	
Marcação a Tinta 14	Veio do tinteiro não roda								0							
Marcação a Tinta 14	Cabo sensor partido								32							
Marcação a Tinta 15	Placas vibrador partidas							60								
Marcação a Tinta 15	Não arranca em automático													30		
Marcação a Tinta 15	Rolo de borracha cortado														30	
Bomba de Tratamento Azevedos	Trocar proteção policarbonato		30													
Máquina de Contar	Leitura errada		60													
Máquina a Fogo 10	Falha no cilindro do orientador		180													
Máquina a Fogo 10	Falha no cilindro do orientador		30													
Máquina a Fogo 10	Falha no cilindro do orientador		420													
Máquina a Fogo 10	Falha no cilindro do orientador		360													
Máquina a Fogo 10	Falha no cilindro do orientador				15											
Máquina a Fogo 10	Folgas base			0												
Máquina de Humidificar Pequena	Relé avariado		60													
Marcação a Tinta 15	Suporte de botoneira emergência partida		360													
Marcação a Tinta 15	Avaria na moega					60										
Máquina de Tratamento - Prototipo	Não ligava ecrã														7	
Panela SWAM	Avaria Controlador							60								
Panela SWAM	Balança não pesava								240							
Panela SWAM	Erro na célula de carga										60					
Máquina de Tratamento 1	Parafusos moidos		30													
Máquina de Tratamento 1	Avaria no tambor							300								
Máquina de Tratamento 2	Parafusos moidos		30													
Máquina de Tratamento 2	Suporte cilindro partiu									60						
Máquina de Tratamento 2	Tambor deslocado													3060		
Máquina de Tratamento 2	Tambor não roda														60	
Máquina de Tratamento Az 3	Cabos traçados		360													
Máquina de Tratamento Az 3	Pistola com residuos		60													
Máquina de Tratamento Az 3	Pistola com residuos		60													
Máquina de Tratamento Az 3	Pistola entupida		60													
Máquina de Tratamento Az 3	Avaria na pistola					90										
Máquina de Tratamento Az 6	Trinco da porta partido														36	











6.3 ANEXO 3 – Histórico de avarias no setor da marcação

Máquina	Avaria	Totais (Em Minutos)
Marcação a Tinta 6	Roda dentada partida	1530
Máquina a Laser Corpo L.P.	Rolamentos desfeitos	1260
Máquina a Laser Corpo L.P.	Formação no manuseamento da máquina	240
Máquina a Laser Corpo L.P.	Varição na gravação	240
Máquina a Fogo 12	Tubo partido	210
Marcação a Tinta 13	Veio com folga	210
Marcação a Tinta 9	Virar máquina e revisão a cabeça	210
Marcação a Tinta 8	Revisão a cabeça da máquina	180
Marcação a Tinta 8	Verificação Vibrador	150
Máquina a Fogo 12	Acessório sistema água partido	120
Máquina a Laser Corpo L.P.	Correia partida	120
Máquina a Fogo 11	Eletrovalvula da porta não fechava	120
Marcação a Tinta 6	Revisão a cabeça da máquina	120
Máquina a Laser Topos L.G.	Troca de laser na cabeça de impressão	120
Marcação a Tinta 13	Tinta secou	105
Marcação a Tinta 7	Avaria cabeça da máquina	90
Máquina a Fogo 12	Fuga de água	90
Máquina a Laser Corpo L.P.	Marcação errada	90
Máquina a Laser Topos L.P.	Não arrancava	90
Máquina a Fogo 12	Sensor de temperatura queimado	90
Máquina a Fogo 11	Troca tubos alimentação	90
Marcação a Tinta 13	Avaria rolamento de encosto rolo distribuidor	70
Máquina a Laser Topos L.P.	Avaria Led's	60
Marcação a Tinta 6	Avaria no Sensor	60
Marcação a Tinta 6	Avaria no vibrador	60
Máquina a Fogo 4	Cilindro com fuga de ar	60
Máquina a Fogo 5	Cilindro com fuga de ar	60
Máquina a Laser Corpo L.P.	Encravamento na cabeça	60
Máquina a Laser Corpo L.G.	Montagem do laser	60
Máquina a Laser Topos L.P.	Não arrancava	60
Marcação a Tinta 15	Placas vibrador partidas	60
Marcação a Tinta 13	Rolos riscados	60
Máquina a Fogo 12	Troca cilindro orientador	60
Máquina a Fogo 12	Troca de bomba de água	60
Máquina a Fogo 12	Troca de sonda	60
Máquina a Fogo 5	Trocar veios do topo	45
Marcação a Tinta 14	Cabo sensor partido	32
Máquina a Laser Corpo L.G.	Avaria na cabeça de impressão	30
Marcação a Tinta 13	Botão de reset desapareceu	30
Marcação a Tinta 8	Botão velocidade solto	30
Máquina a Laser Topos L.P.	Cilindro de rotação desafinada	30
Máquina a Fogo 12	Fim de curso não fechava	30
Máquina a Laser Topos L.P.	Fuga de ar	30
Máquina a Laser Topos L.G.	Fuga no circuito pneumático	30
Máquina a Laser Topos L.G.	Marcação descalibrada	30
Marcação a Tinta 6	Mola Partida	30
Marcação a Tinta 15	Não arranca em automático	30
Marcação a Tinta 13	Problema de acoplamento entre motor e redutor	30
Marcação a Tinta 15	Rolo de borracha cortado	30
Marcação a Tinta 9	Sensor de contagem	30
Marcação a Tinta 9	Teste	30
Máquina a Laser Topos L.G.	Tubo de ar da cabeça furado	30
Marcação a Tinta 13	Parafusos moídos	15
Máquina a Fogo 12	Sonda solta	15









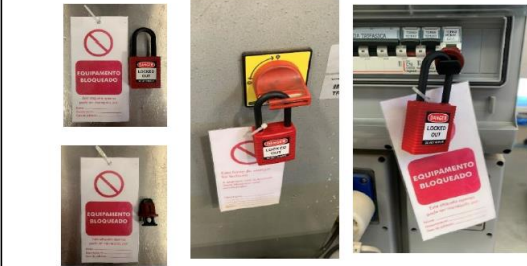
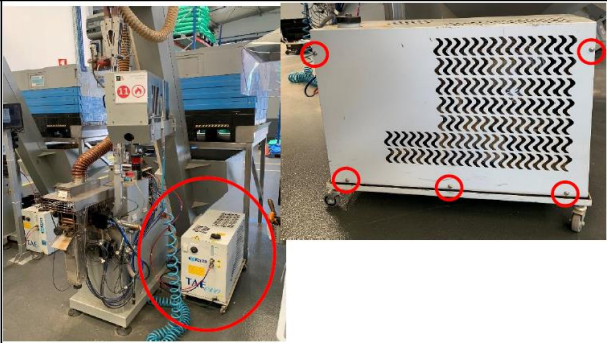

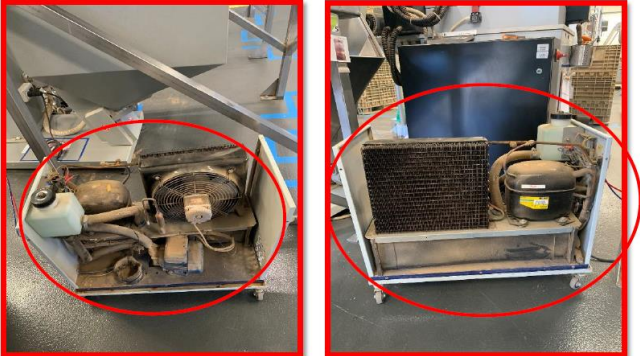

6.4 ANEXO 4 – Plano de manutenção preventiva da marcação a tinta

Periodicidade	Operação	Responsável	Ação
Bimestral	Verificar e lubrificar rolo de distribuição de tinta	Técnico de Manutenção	
	Lubrificar rolo de borracha inferior	Técnico de Manutenção	
	Lubrificar veio do tinteiro	Técnico de Manutenção	
	Esticar correia do tapete	Técnico de Manutenção	
	Verificar e lubrificar chumaceiras	Técnico de Manutenção	
Trimestral	Verificar elementos móveis	Técnico de Manutenção	
	Limpeza geral do equipamento	Técnico de Manutenção	
	Lubrificação da roldana e corrente	Técnico de Manutenção	
	Verificação e afinação das telas e veios	Técnico de Manutenção	
Anual	Verificação do estado dos elementos elétricos	Técnico de Manutenção	

6.5 ANEXO 5 – Plano de manutenção preventiva da marcação a laser

Periodicidade	Operação	Responsável	Ação
Mensal	Verificar estado de funcionamento do diferencial de energia	Técnico de Manutenção	 
	Verificar a existência de fugas de ar	Técnico de Manutenção	 
Anual	Verificar manómetros de pressão e respetivo alarme	Técnico de Manutenção	 
	Verificar e ajustar a fixação do quadro elétrico	Técnico de Manutenção	 
	Verificar tensões elétricas das fontes de alimentação	Técnico de Manutenção	 

6.6 ANEXO 6 – POS de manutenção preventiva da marcação a fogo, tinta e laser

		Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda	
Máquina a Fogo	Limpeza do refrigerado com ar comprimido	Técnico da Manutenção	30 min	Controlo Visual	
				Controlo Manual	
				Lubrificação	
				Controlo Auditivo	
				Limpeza	
Material:		Chave de estrela, tamanho médio			
Segurança operador:		As operações têm de ser realizadas com a máquina desligada.			
Segurança alimentar:		Norma NSF			
Riscos:		N/A			
EPI's:					
Observações:		Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem			
1	Bloquear o equipamento, com o sistema Lockout Tagout Station, através da colocação dos dispositivos no botão de energia ou no disjuntor.				
2	Localizar o refrigerador. Retirar os parafusos de ambos lados da carcaça, usando uma chave de estrela.				
3	Retirar a tampa e utilizar o aspirador para limpar ambos os lados do refrigerador. Finalizar a limpeza com o uso de ar comprimido.				




















Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard
Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure











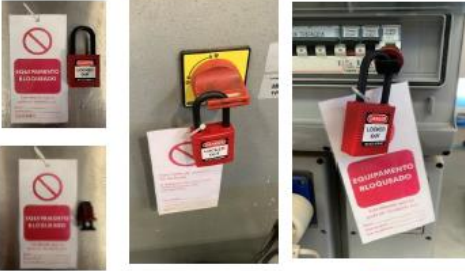
Equipamento Marcação a Tinta	Operação Verificar e lubrificar o distribuidor de tinta	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 30 min	Legenda Controlo Visual
				Controlo Manual
				Lubrificação
				Controlo Auditivo
				Limpeza
Material:	Óleo em spray com a norma NSF H1			
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.			
Segurança alimentar:	Norma NSF			
Riscos:	N/A			
EPI's:				
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem		
1	Bloquear o equipamento, com o sistema Lockout Tagout Station, através da colocação dos dispositivos no botão de energia ou no disjuntor.			
2	<p>Abrir a proteção da máquina.</p> <p>Retirar o rolo de borracha inferior.</p> <p>Rotacionar os parafusos assinalados pelas setas (sentido anti-horário).</p>			
3	<p>Lubrificar a área assinalada pelas setas.</p> <p>Nota: Limpar o excesso do óleo após a aplicação.</p>			

		Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure				
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda		
Máquina marcação a laser	Verificar disjuntor diferencial	Técnico da Manutenção	15 min	Controlo Visual		
				Controlo Manual		
				Lubrificação		
				Controlo Auditivo		
				Limpeza		
Material:						
Segurança operador:		As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.				
Segurança alimentar:		N/A				
Riscos:		N/A				
EPI's:		  				
Observações:		Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.				
Fase	Procedimento	Imagem				
1	Bloquear o equipamento, com o sistema Lockout Tagout Station, através da colocação dos dispositivos no botão de energia ou no disjuntor.					
1	Com o equipamento em funcionamento, desligar os disjuntores diferenciais, (assinalados pelas setas na figura 1.3). Verificar se o equipamento está inoperável.				 	

6.7 ANEXO 7 – POS de manutenção autónoma da marcação a fogo, tinta e laser

		<p style="text-align: center;">Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Autonomous Maintenance - Standard Operation Procedure</p>					
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda			
Máquina a Fogo	Testar emergências e seguranças do equipamento	Técnico da Manutenção	15 min	Controlo Visual			
				Controlo Manual			
				Lubrificação			
				Controlo Auditivo			
				Limpeza			
Material:							
Segurança operador:		As operações têm de ser realizadas com a máquina ligada.					
Segurança alimentar:		Norma NSF					
Riscos:		N/A					
EPI's:							
Observações:		Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.					
Fase	Procedimento	Imagem					
1	Bloquear o equipamento, com o sistema Lockout Tagout Station, através da colocação dos dispositivos no botão de energia ou no disjuntor.						
2	Localizar o painel principal. Com a máquina em funcionamento, accionar o botão de emergência.						 
3	Com a máquina em funcionamento, levantar a proteção do tapete para testar se o equipamento interrompe a sua atividade.						 

		<p style="text-align: center;">Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Autonomous Maintenance - Standard Operation Procedure</p>				
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda		
Marcação a Tinta	Verificar o estado do tinteiro	Técnico da Manutenção	30 min	Controlo Visual		
				Controlo Manual		
				Lubrificação		
				Controlo Auditivo		
				Limpeza		
Material:						
Segurança operador:		As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.				
Segurança alimentar:		Norma NSF				
Riscos:		N/A				
EPI's:		  				
Observações:		Registrar a operação e qualquer anomalia encontrada.				
Fase	Procedimento	Imagem				
1	Bloquear o equipamento, com o sistema Lockout Tagout Station, através da colocação dos dispositivos no botão de energia ou no disjuntor.					
2	<p>Abrir a proteção da máquina.</p> <p>Retirar o tinteiro. Rotacionar o parafuso assinalado pela seta (rotacionar no sentido anti-horário)</p> <p>Verificar o estado tinteiro, observando o desgaste nos locais assinalados pelas setas.</p>				 	

		<p style="text-align: center;">Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Autonomous Maintenance - Standard Operation Procedure</p>			
Equipamento Máquina a laser	Operação Garantir o bom estado geral do equipamento	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 15 min	Legenda	
				Controlo Visual	
				Controlo Manual	
				Lubrificação	
				Controlo Auditivo	
				Limpeza	
Material:					
Segurança operador:		As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.			
Segurança alimentar:		Norma NSF			
Riscos:		N/A			
EPI's:					
Observações:		Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem			
1	Bloquear o equipamento, com o sistema Lockout Tagout Station, através da colocação dos dispositivos no botão de energia ou no disjuntor.				
2	Verificar visualmente o estado geral do equipamento, através da sua limpeza e acomodação de cabos na área correta.	