



IMPLEMENTAÇÃO TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

PAULO SÉRGIO LAMAS MARINHO

novembro de 2020

IMPLEMENTAÇÃO TPM - TOTAL PRODUCTIVE

MAINTENANCE

Paulo Sérgio Lamas Marinho
1150885

2019/2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

IMPLEMENTAÇÃO TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

Paulo Sérgio Lamas Marinho
1150885

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

Doutora Isabel Cristina Silva Barros Rodrigues Mendes Pinto
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutora Rafaela Carla Barros Casais
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Co-orientador

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

Arguente

Doutora Isabel da Silva Lopes
Professor Auxiliar, Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer especialmente aos meus pais e irmão pelo apoio incondicional e pelo sentimento de confiança transmitido ao longo do meu percurso académico.

Um agradecimento especial também à minha namorada, pela paciência, compreensão e encorajamento durante esta etapa.

Agradeço à Cork Supply Portugal, pela oportunidade de realizar a dissertação de mestrado e, sobretudo, aos técnicos de manutenção com quem tive o privilégio de trabalhar, em especial ao Roberto Ribeiro, pela enorme disponibilidade e paciência que demonstraram durante este projeto.

À Doutora Rafaela Carla Barros Casais, pela disponibilidade, apoio e orientação em todas as etapas desta dissertação.

Aos meus amigos, que foram sempre uma fonte de alegria e motivação.

Aos meus colegas de mestrado, em especial ao Carlos Cruz, Daniel Pimentel e Ivo Amaro, pela amizade e ajuda que me proporcionaram durante estes dois anos.

Por último, ao Instituto Superior de Engenharia do Porto e a todos os docentes que participaram no meu percurso universitário, pelos conhecimentos transmitidos.

PALAVRAS CHAVE

Manutenção, TPM, Manutenção Preventiva, Manutenção Autónoma, Indicadores de Desempenho

RESUMO

O TPM - *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total) visa melhorias no desempenho das empresas, concentrando-se assim no corte de custos para aumentar os níveis de produtividade e qualidade. Desta forma, investimentos estratégicos na manutenção podem levar a um melhor desempenho do sistema de produção e, conseqüentemente, melhorar a posição competitiva de mercado da organização. Porém, para ser eficaz, o TPM deve ser implementado em toda a empresa e com a garantia de suporte total aos trabalhadores, envolvendo a gestão de topo.

A presente dissertação, realizada numa unidade industrial de produção de rolhas naturais, foi desenvolvida com o objetivo de reduzir perdas e melhorar a produtividade dos equipamentos, recorrendo-se para tal à implementação do TPM. Dentro desta metodologia, deu-se maior foco aos pilares da melhoria contínua, da manutenção preventiva e da manutenção autónoma.

Dada a dimensão do processo produtivo e a quantidade de equipamentos que o integram, optou-se por eleger um setor de atuação. Com base no histórico de avarias, e depois de uma análise ao estado da manutenção, optou-se por intervir na área do DSL (separação das rolhas por qualidade). Antes de qualquer tentativa de apresentar soluções, foi necessário perceber o funcionamento dos equipamentos, tanto da perspectiva do operador como do técnico de manutenção, bem como as principais avarias que os caracterizavam.

O trabalho desenvolvido pode ser dividido em dois segmentos. No primeiro, conduziu-se uma análise sobre as causas de avarias mais comuns no equipamento de escolha eletrónica. Este estudo resultou na implementação de ações de melhoria.

No segundo, realizou-se a reestruturação dos planos de manutenção preventiva, bem como a introdução de planos de manutenção autónoma e checklist de início de turno. Durante este processo, foram realizados ficheiros de procedimento operacional standard, de forma a padronizar e facilitar as intervenções de manutenção. Complementarmente, foi feita a marcação dos equipamentos, para que seja mais fácil identificar os locais de intervenção.

KEYWORDS

Maintenance, TPM, Preventive Maintenance, Autonomous Maintenance, Performance Indicators

ABSTRACT

The TPM - Total Productive Maintenance aims to improve the performance of companies, focusing on cutting costs to increase levels of productivity and quality. Strategic investments in maintenance can lead to better performance of the production system and improve the organization's competitive market position. However, to be effective, the TPM must be implemented throughout the company and with the guarantee of full support to workers, involving top management.

The present dissertation, carried out in an industrial unit to produce natural corks, was developed with the objective of reducing losses and improving the productivity of the equipment, using the TPM implementation for this purpose. Within this methodology, greater focus was placed on the pillars of continuous improvement, preventive maintenance and autonomous maintenance.

Given the size of the production process and the amount of equipment that make it up, it was decided to choose a sector of activity. Based on the history of malfunctions, and after an analysis of the maintenance status, it was decided to intervene in DSL (separation of corks by quality). Before any attempt to present solutions, it was necessary to understand the functioning of the equipment, both from the perspective of the operator and the maintenance technician, as well as the main faults that characterized them.

The work developed can be divided into two segments. In the first, an analysis was conducted on the causes of the most common malfunctions in the electronic choice equipment. This study resulted in the implementation of improvement actions.

In the second, the preventive maintenance plans were restructured, as well as the introduction of autonomous maintenance plans and the start of shift checklist. During this process, standard operating procedure files were made to standardize and facilitate maintenance interventions. In addition, the equipment was also marked, so that it is easier to identify the intervention sites.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AFNOR	<i>Association Française de Normalization</i> (Associação Francesa da Normalização)
CSP	<i>Cork Supply Portugal</i>
EE	Escolha Eletrónica
EM	Escolha Manual
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
KPIs	<i>Key Performance Indicators</i> (Indicadores Chave de Desempenho)
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i> (Tempo médio entre falhas)
MTTR	<i>MTTR – Mean Time To Repair</i> (Tempo médio de reparação)
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i> (Eficiência Global do Equipamento)
POS	Procedimentos Operacionais <i>Standard</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)

Lista de Unidades

h	Horas
L	Litros
Ω	Ohm
MPa	Megapascal
mm	Milímetros
min	Minutos
ng	Nanogramas
s	Segundos

Lista de Símbolos

€	Euros
λ	Taxa de avarias

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Checklist</i>	Lista de verificações com tarefas rotineiras.
Fiabilidade	Probabilidade de um equipamento cumprir a função requerida durante um certo intervalo de tempo sob condições especificadas [1].
<i>Kamishibai</i>	Ferramenta de gestão visual com o objetivo de recordar tarefas repetitivas.
<i>Roadmaps</i>	Plano estratégico que define os objetivos propostos e as principais etapas para alcançá-los.
<i>Software</i>	Programa informático.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO <i>ACTION RESEARCH</i>	28
FIGURA 2 - TIPOS DE MANUTENÇÃO ADAPTADO DA NORMA NP EN 13306:2010	33
FIGURA 3 - TIPOS DE MANUTENÇÃO SEGUNDO CABRAL [1]	35
FIGURA 4 - OITO PILARES DO TPM (ADAPTADO DE AHUJA [16])	40
FIGURA 5 - INDICADORES DO OEE ADAPTADO DE [37], [38]	44
FIGURA 6 - PROCESSO PRODUTIVO DA CSP1	51
FIGURA 7 - PROCESSO <i>INNOCORK</i> RETIRADO DO SITE DA CSP [43]	52
FIGURA 8 - MAPA DE VALÊNCIAS DA EQUIPA DE MANUTENÇÃO	54
FIGURA 9 - FLUXOGRAMA PARA A MANUTENÇÃO CORRETIVA	56
FIGURA 10 - FLUXOGRAMA PARA A MANUTENÇÃO PREVENTIVA (1ª ETAPA)	56
FIGURA 11 - FLUXOGRAMA PARA A MANUTENÇÃO PREVENTIVA (2ª ETAPA)	57
FIGURA 12 - EXEMPLO DE UM PLANEAMENTO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS	57
FIGURA 13 - OFICINA DE MANUTENÇÃO NO FINAL DO ESTÁGIO	58
FIGURA 14 - QUADRO <i>KAMISHIBAI</i> (INICIAL (A); PREENCHIDO (B))	61
FIGURA 15 - ORGANIZAÇÃO DOS COMPONENTES	61
FIGURA 16 - IDENTIFICAÇÃO DOS ELEMENTOS DA SECRETÁRIA	61
FIGURA 17 - LIMPEZA DO CHÃO DA OFICINA	61
FIGURA 18 - TEMPO PERDIDO EM AVARIAS NA CSP1	62
FIGURA 19 - ALCOFAS PARA DEPÓSITO DE ROLHAS	63
FIGURA 20 - ALIMENTADOR DE ROLHAS PARA AS LINHAS	63
FIGURA 21 - EQUIPAMENTO DE ESCOLHA MANUAL	64
FIGURA 22 – EQUIPAMENTO DE ESCOLHA ELETRÓNICA	65
FIGURA 23 – INTERIOR DO EQUIPAMENTO DE ESCOLHA ELETRÓNICA (PARTE 1)	66
FIGURA 24 - INTERIOR DO EQUIPAMENTO DE ESCOLHA ELETRÓNICA (PARTE 2)	67
FIGURA 25 - DIAGRAMA DE PARETO PARA AS AVARIAS NO DSL	68
FIGURA 26 – ENTRADA DE ROLHAS NO EQUIPAMENTO DE EE	69
FIGURA 27 - ALIMENTAÇÃO DE ROLHAS NO EQUIPAMENTO DE EE	69
FIGURA 28 - ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA O DESALINHAMENTO DO CHAPÉU DE ENTRADA	70
FIGURA 29 - ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA OS CORDÕES VERDES	71
FIGURA 30 - CARTÃO PARA A COMPARAÇÃO ENTRE UM CORDÃO NOVO E UM GASTO	72
FIGURA 31 – ELEMENTOS DE VIBRAÇÃO DA CUBA	73
FIGURA 32 - RECIPIENTE DA CUBA	73
FIGURA 33 - ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA A CUBA	74
FIGURA 34 - POTENCIÓMETRO DE VIBRAÇÃO DA CUBA	75
FIGURA 35 - ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA O DESGASTE DO CILINDRO DE ALIMENTAÇÃO	75
FIGURA 36 - EXEMPLO DE UM MANÓMETRO COM INDICAÇÃO DOS VALORES	76
FIGURA 37 - ANÁLISE DOS CINCO PORQUÊS PARA O CILINDRO DE PRESSÃO	77
FIGURA 38 - EXEMPLO DO ELEMENTO DENOMINADO COMO JOELHO	78
FIGURA 39 - EXEMPLO DE UM POS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	83

FIGURA 40 - EXEMPLO DE GESTÃO VISUAL NO EQUIPAMENTO DE EE (CONTROLO MANUAL E VISUAL)	84
FIGURA 41 - EXEMPLO DE GESTÃO VISUAL NO EQUIPAMENTO DE EE (LIMPEZA E LUBRIFICAÇÃO)	84
FIGURA 42 - EXEMPLO DE GESTÃO VISUAL NO EQUIPAMENTO DE EM (LUBRIFICAÇÃO)	84
FIGURA 43 - EXEMPLO DE UM POS DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA	86
FIGURA 44 - ZONA DE APOIO 1	88
FIGURA 45 - ZONA DE APOIO 2	88
FIGURA 46 - ZONA PARA PALETES	88
FIGURA 47 - LOCAL PARA A COLOCAÇÃO DOS CALÇOS	88
FIGURA 48 - EVOLUÇÃO DO TEMPO GASTO COM O ENCRAVAMENTO DO CILINDRO	89
FIGURA 49 - EVOLUÇÃO DO OEE E DOS RESPETIVOS INDICARES	89
FIGURA 50 - VARIAÇÃO DO NÚMERO DE MANUTENÇÕES PREVENTIVAS	90
FIGURA 51 – VARIAÇÃO DO TEMPO GASTO EM MANUTENÇÕES PREVENTIVAS	91

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DIFERENTES DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO	31
TABELA 2 - DIFERENTES DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO (CONTINUAÇÃO)	32
TABELA 3 - DEFINIÇÕES DOS DIFERENTES TIPOS DE MANUTENÇÃO	33
TABELA 4 - DEFINIÇÕES DOS DIFERENTES TIPOS DE MANUTENÇÃO (CONTINUAÇÃO)	34
TABELA 5 - NÍVEIS DE MANUTENÇÃO SEGUNDO A AFNOR	35
TABELA 6 - PRINCIPAIS INDICADORES DE MANUTENÇÃO	36
TABELA 7 - PRINCIPAIS INDICADORES DE MANUTENÇÃO (CONTINUAÇÃO)	37
TABELA 8 - DIFERENTES DEFINIÇÕES DO TPM	38
TABELA 9 - DESIGNAÇÃO E DEFINIÇÃO DOS 5S	42
TABELA 10 - ETAPAS PARA APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA SEGUNDO CABRAL [1]	43
TABELA 11 - SEIS GRANDES PERDAS [17]	44
TABELA 12 - CÁLCULO DO OEE [37]	45
TABELA 13 - ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM SEGUNDO NAKAJIMA [17]	46
TABELA 14 - POLOS INDUSTRIAIS DA CSP	51
TABELA 15 - TEMPO PERDIDO NOS DIFERENTES TIPOS DE MANUTENÇÃO NA CSP1 (HORAS)	55
TABELA 16 - PONTOS POSITIVOS NA IMPLEMENTAÇÃO DOS 6S	59
TABELA 17 - PONTOS NEGATIVOS NA IMPLEMENTAÇÃO DOS 6S	60
TABELA 18 - INFORMAÇÃO REFERENTE À ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE	69
TABELA 19 - COMPARAÇÃO DO DESGASTE PROVOCADO EM CADA MATERIAL	78
TABELA 20 - RESUMO DAS IMPLEMENTAÇÕES	79
TABELA 21 - RESUMO DAS IMPLEMENTAÇÕES (CONTINUAÇÃO 1)	80
TABELA 22 - RESUMO DAS IMPLEMENTAÇÕES (CONTINUAÇÃO 2)	81
TABELA 23 - SIMBOLOGIA DAS TAREFAS DE MANUTENÇÃO	81
TABELA 24 – PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O EQUIPAMENTO DE EE	82
TABELA 25 - PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA PARA O SETOR DO DSL	84
TABELA 26 - PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA PARA O SETOR DO DSL (CONTINUAÇÃO)	85
TABELA 27 - <i>CHECKLIST</i> COM VERIFICAÇÕES E AJUSTES DE INÍCIO DE TURNO (EE)	87
TABELA 28 - COMPARAÇÃO ENTRE OS INDICADORES (OEE) DE REFERÊNCIA MUNDIAL E DO DSL	90
TABELA 29 - ANÁLISE DOS OBJETIVOS INICIAIS	95
TABELA 30 - AÇÕES DE MELHORIA FUTURAS SUGERIDAS	97

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	Enquadramento	27
1.2	Objetivos.....	27
1.3	Metodologia utilizada	27
1.4	Estrutura da dissertação	28
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	31
2.1	Manutenção.....	31
2.1.1	Introdução à Manutenção	31
2.1.2	Definição de Manutenção	31
2.1.3	Objetivos da Manutenção	32
2.1.4	Tipos de Manutenção	33
2.1.5	Níveis de Manutenção.....	35
2.1.6	Indicadores de Manutenção.....	36
2.2	TPM - Total Productive Maintenance	37
2.2.1	Definição e Características do TPM	37
2.2.2	Objetivos do TPM	39
2.2.3	Oito Pilares do TPM	39
2.2.4	5S como base do TPM	41
2.2.5	Manutenção Autónoma	43
2.2.6	OEE - <i>Overall Equipment Efficiency</i>	44
2.2.7	Implementação do TPM	45
3	DESENVOLVIMENTO	49
3.1	Apresentação da Empresa	49
3.1.1	Visão	49
3.1.2	Missão	49
3.1.3	Compromissos	50

3.2	Caracterização da Empresa.....	50
3.3	Processo produtivo na CSP1	51
3.4	Manutenção na CSP1.....	53
3.4.1	Departamento de Manutenção.....	53
3.4.2	6S como base do TPM	58
3.5	Análise dos postos de trabalho	62
3.6	Setor DSL.....	63
3.7	Aplicação da metodologia TPM.....	67
3.7.1	Análise das avarias e propostas para implementação no DSL	67
3.7.1.1	Chapéu de entrada	69
3.7.1.2	Cordões verdes	70
3.7.1.3	Cuba (ou tambor vibrador)	72
3.7.1.4	Cilindro de alimentação	75
3.7.1.5	Cilindro de pressão	77
3.7.1.6	Joelhos	78
3.7.1.7	Resumo das implementações	79
3.7.2	Manutenção Preventiva	81
3.7.3	Manutenção Autónoma	84
3.8	6S no setor do DSL.....	87
3.9	Resultados obtidos	88
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	95
4.1	CONCLUSÕES	95
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS.....	96
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	101
5.1	Artigos em revistas internacionais e outras fontes.....	101
6	ANEXOS.....	107
6.1	ANEXO 1 – Tipos de rolhas produzidas na CSP1.....	107
6.2	ANEXO 2 - Mapa de valências da equipa de manutenção	108
6.3	ANEXO 3 – Tempo perdido em manutenções corretivas.....	109

6.4	ANEXO 4 - Comparação do tempo de reparação de avaria para a EM e EE.....	111
6.5	ANEXO 5 – Dados referentes às avarias nos equipamentos de EE	112
6.6	ANEXO 6 – Diagrama de pareto completo	117
6.7	ANEXO 7 – POS da execução e substituição dos cordões verdes	118
6.8	ANEXO 8 – POS para a verificação do estado da Cuba.....	120
6.9	ANEXO 9 – Plano de manutenção preventiva para os equipamentos de EM	124
6.10	ANEXO 10 – Exemplos de POS de manutenções preventivas	125
6.11	ANEXO 11 - Exemplos de POS de manutenções autónomas.....	127

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia utilizada

1.4 Estrutura da dissertação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Atendendo à conjuntura económica atual, pode-se afirmar que o mercado global tem apresentado sinais de crescimento, proporcionando um ambiente com maior competitividade para a produção industrial. Consequentemente, o foco nas necessidades do cliente é considerado uma peça fundamental para o fortalecimento do setor industrial. Isto permite a retenção dos consumidores, ou seja, é desenvolvida uma relação de continuidade, promovendo estabilidade para as empresas.

Para que se mantenham competitivas, as empresas têm de adotar medidas de melhoria contínua, combatendo as fontes de desperdício nos processos produtivos, assim como na restante organização, a fim de aumentar a rentabilidade.

O TPM é uma ferramenta cujo objetivo se baseia na eliminação de perdas através da redução das avarias e paragens. Isto permite uma diminuição dos custos, obtendo-se assim uma produção com qualidade superior. Esta metodologia aborda conceitos bem definidos de manutenção, começando a sua aplicação pelos gestores de topo e terminando com os operários no chão de fábrica.

A Cork Supply, um dos maiores fabricantes de rolhas naturais para a indústria vinícola a nível global, não é exceção, e por isso assume o compromisso de desenvolver e produzir os seus produtos com orientação para o cliente e com a garantia de qualidade. Desta forma, esta organização pretende introduzir o TPM com o objetivo de reduzir as perdas por avarias e paragens, bem como garantir o correto manuseamento dos seus equipamentos, estendendo assim o tempo de vida útil dos mesmos.

1.2 Objetivos

A organização procura a implementação estruturada do TPM, com especial incidência no pilar da manutenção autónoma, definindo assim 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 avaria reparável pelo operador em 10%.

1.3 Metodologia utilizada

O presente trabalho foi desenvolvido recorrendo à metodologia *action research*, que se baseia na identificação do problema, na investigação de soluções e na aplicação de

melhorias. Para tal, são definidas quatro fases para este ciclo, nomeadamente o planeamento da solução, a implementação das melhorias, o controlo dos efeitos e a avaliação da eficácia [2]. Esta metodologia encontra-se ilustrada na Figura 1.



Figura 1 - Ciclo *action research*

Inicialmente, foi feita a identificação do problema e dos objetivos desta dissertação, e, conseqüentemente, efetuou-se o enquadramento teórico referente à metodologia e ferramentas apropriadas. De seguida, foi feito o levantamento da situação inicial, bem como a recolha de dados referentes ao caso em análise. Isto permitiu perceber quais os pontos críticos e definir o setor de atuação. Feita a análise ao processo produtivo e às práticas de manutenção, foi possível identificar os alvos de intervenção e selecionar propostas de melhoria. Após o debate das propostas, o plano traçado foi colocado em ação. Posto isto, realizou-se o controlo e medição dos efeitos causados pelas implementações realizadas. Por último, foi feita a análise e validação dos resultados obtidos, assim como a sugestão de propostas para possíveis melhorias.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está dividida em quatro capítulos principais. O primeiro (Introdução) visa introduzir o projeto, através da apresentação do enquadramento temático, dos objetivos definidos inicialmente, da metodologia utilizada e da estruturação do relatório.

No segundo capítulo (Revisão Bibliográfica), é feita a apresentação e sustentação teórica de todos os conceitos e ferramentas utilizados durante o projeto, dividindo-se em duas partes. A primeira apresenta os conceitos globais de manutenção e a segunda caracteriza os fundamentos e ideais da filosofia TPM.

No terceiro capítulo (Desenvolvimento), que diz respeito à apresentação do trabalho desenvolvido, é feita a caracterização da empresa, a exposição dos problemas abordados, as análises realizadas, as soluções implementações e os resultados obtidos.

Por fim, o quarto capítulo (Conclusões) diz respeito às conclusões do trabalho realizado e à apresentação de propostas de melhorias futuras.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.2 TPM - *Total Productive Maintenance*

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manutenção

2.1.1 Introdução à Manutenção

Devido à globalização do mercado, este tem vindo a tornar-se cada vez mais competitivo, o que estimula as empresas na procura de soluções com o objetivo de reduzir custos. Assim sendo, e com as exigências cada vez mais elevadas por parte dos clientes no que toca à qualidade, surge a necessidade de intervir mais cedo de forma a evitar interrupções. Uma dessas soluções passa pela utilização da manutenção () como ferramenta que possibilita não só aumentar a disponibilidade dos equipamentos como também diminuir o desperdício, resultando assim num aumento da produtividade.

2.1.2 Definição de Manutenção

Como qualquer tema concebido sobre os fundamentos da ciência e da tecnologia, o estudo da manutenção começa com a definição de manutenção. Devido ao facto de existirem tantos equívocos sobre este tema, fica enraizado no pensamento de algumas pessoas a noção errada de que a manutenção se baseia simplesmente na reparação frenética de componentes ou equipamentos. Embora esta seja uma atividade frequente, a manutenção não está limitada somente a este aspeto [3].

O conceito de manutenção não é definido de forma absoluta e universal pelos diferentes autores, como tal existem diferentes definições (Tabela 1 e Tabela 2).

Tabela 1 - Diferentes definições de manutenção

(Farinha, 1997) [4]	A manutenção como ferramenta para a otimização dos ciclos de vida dos equipamentos, através de ações de gestão, técnicas e económicas.
(Higgins, 2002) [3]	A manutenção como sendo uma ciência, uma arte, e uma filosofia. É como uma ciência, pois mais tarde ou mais cedo depende da maioria ou de todas as ciências. É como uma arte, visto que problemas regulares aparentemente idênticos exigem abordagens e ações variadas, algo que também está relacionado com a experiência dos técnicos de manutenção ou dos seus superiores. Por fim, é acima de tudo uma filosofia, pois pode ser aplicada de forma mais intensiva ou mais modesta, devendo ser cuidadosamente ajustada à operação ou organização em questão.

Tabela 2 - Diferentes definições de manutenção (continuação)

(Cabral, 2006) [1]	A manutenção abrange o conjunto de ações que asseguram o bom funcionamento das máquinas e das instalações, através de intervenções no tempo certo, com o intuito de evitar avarias ou diminuições de rendimento e, caso tal aconteça, que sejam repostas em boas condições o mais rápido possível, tudo isto otimizando o custo global.
(Márquez, 2007) [5]	A manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um item com o objetivo de o preservar, ou restaurar, num estado que lhe permita desempenhar uma dada função.
(Deac, 2010) [6]	A manutenção representa um conjunto de medidas e ações que garantem a prevenção, preservação e restauro de um equipamento a um estado prévio ou que seja capaz de garantir a realização de um determinado serviço, em conjunto com a minimização dos custos de manutenção.
(Heizer & Render, 2013) [7]	A manutenção compreende todos os procedimentos realizados para garantir que os equipamentos trabalham com a produtividade esperada e nas condições previstas.

2.1.3 Objetivos da Manutenção

Antes de se definir os objetivos da manutenção propriamente dita, deve-se ter em consideração os objetivos da organização, ou seja, deve ser feito um alinhamento do departamento de manutenção com a visão global da empresa.

Segundo Márquez [5], os objetivos da manutenção podem ser divididos nos três grupos seguintes:

- ✓ **Objetivos técnicos** - Dependem do setor industrial em que a empresa se enquadra, estando ligados a um nível satisfatório de disponibilidade de equipamentos e segurança das pessoas;
- ✓ **Objetivos legais/regulamentos obrigatórios** - Normalmente, é um objetivo da manutenção cumprir todos os regulamentos existentes;
- ✓ **Objetivos financeiros** - Satisfazer o objetivo técnico com o mínimo custo.

Para Robertson [3], a manutenção tem como base os seguintes objetivos:

- ✓ Garantir a segurança de todos os intervenientes;
- ✓ Proporcionar a qualidade desejada;
- ✓ Melhorar a disponibilidade para aumentar a produtividade;
- ✓ Reduzir custos.

2.1.4 Tipos de Manutenção

No que diz respeito aos diferentes tipos de manutenção, a literatura não é consensual, podendo haver variações consoante os autores. Estas divergências podem manifestar-se desde simples alterações da terminologia para a caracterização de um dado tipo de manutenção, o que é facilmente identificável através das definições apresentadas pelos autores, até à diferente divisão dos tipos de manutenção.

Segundo a norma EN 13306: 2010: Terminologia da Manutenção, a manutenção pode ser dividida em dois tipos, preventiva e corretiva, como demonstrado na Figura 2. De uma forma geral, a manutenção preventiva é realizada antes da falha ser detetada enquanto que a manutenção corretiva é realizada após a deteção da falha.

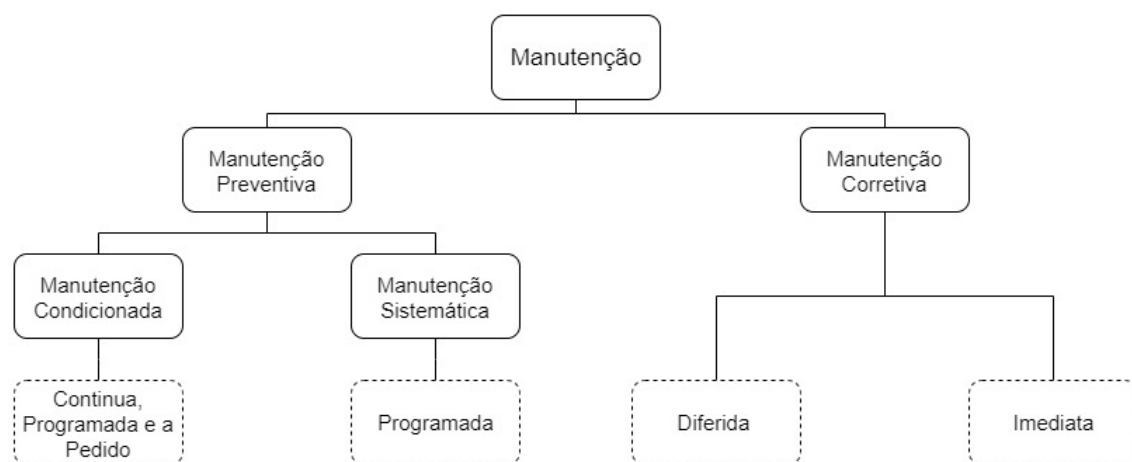


Figura 2 - Tipos de manutenção adaptado da Norma NP EN 13306:2010

Na Tabela 3 e Tabela 4 são apresentadas as definições dos diferentes tipos de manutenção segundo a visão de diferentes autores.

Tabela 3 - Definições dos diferentes tipos de manutenção

<p>Manutenção Preventiva</p>	<p>Para Erkoyuncu [8], a manutenção preventiva é o processo em que se realizam inspeções, testes, medições, ajustes ou substituições de componentes, especificamente destinadas a evitar falhas. Estas ações preventivas são executadas em intervalos predeterminados, com base num intervalo de tempo ou no número de operações. Segundo Yang [9], a manutenção preventiva é uma forma eficaz de reduzir os custos operacionais de ativos industriais, amplamente adotada em várias áreas industriais, como sistemas de produção, sistemas de energia, infraestruturas críticas, redes de transporte, etc. De um modo geral, a elaboração de um plano de manutenção pode equilibrar o compromisso entre reduzir os riscos de falha e economizar os recursos de manutenção, conduzindo a uma melhoria da disponibilidade do sistema e/ou cortes nos custos de manutenção.</p>
------------------------------	---

Tabela 4 - Definições dos diferentes tipos de manutenção (continuação)

Manutenção Condicionada	<p>Segundo Verbert [10], é uma estratégia de manutenção preventiva cada vez mais popular, na qual as atividades de manutenção são planeadas com base nas informações recolhidas da monitorização em tempo real. A manutenção baseada na condição compreende (1) o diagnóstico da falha, que é a deteção de comportamentos defeituosos e determinação das suas causas; (2) o prognóstico da falha, que corresponde à previsão do comportamento futuro de degradação e estimativa do tempo de falha associado; (3) a otimização da manutenção, que compreende a determinação do tempo de manutenção.</p> <p>Segundo a norma EN 13306:2010 - Terminologia da Manutenção, a manutenção condicionada tem como variante a manutenção preditiva, onde são feitas previsões derivadas de análises repetitivas ou características conhecidas e avaliações dos parâmetros significativos da degradação do item.</p>
Manutenção Sistemática	<p>Segundo Cabral [1], é uma manutenção preventiva onde as intervenções são planeadas com periodicidades, quer de tempo quer de unidades de uso, ou seja, passado o intervalo de tempo ou utilização estabelecido, os componentes são substituídos ou reconicionados, independentemente de se apresentarem em bom estado de funcionamento.</p>
Manutenção Corretiva	<p>É uma manutenção realizada após o reconhecimento da falha. Conforme Erkoyuncu [8], a manutenção corretiva segue o princípio de “funcionamento até à falha”, onde o efeito não é necessariamente sério ou prejudicial à missão. A ação corretiva consistirá em substituir um sistema, subsistema ou componente avariado para garantir a restauração completa e sem falhas da condição operacional. Naturalmente, a manutenção corretiva também cobre aquelas falhas inesperadas que podem ser graves ou atrapalhar a missão.</p>

Seguindo a mesma linha de pensamento apresentada na Figura 2, Cabral [1] sugere mais um tipo de manutenção para além das retratadas acima, que é a manutenção de melhoria. Segundo o autor, incluem-se as modificações e alterações efetuadas em equipamentos com o objetivo de melhorar o seu desempenho, a sua adequabilidade a situações específicas e a sua atualização por incorporação de novas características. Esta alteração está ilustrada na Figura 3.

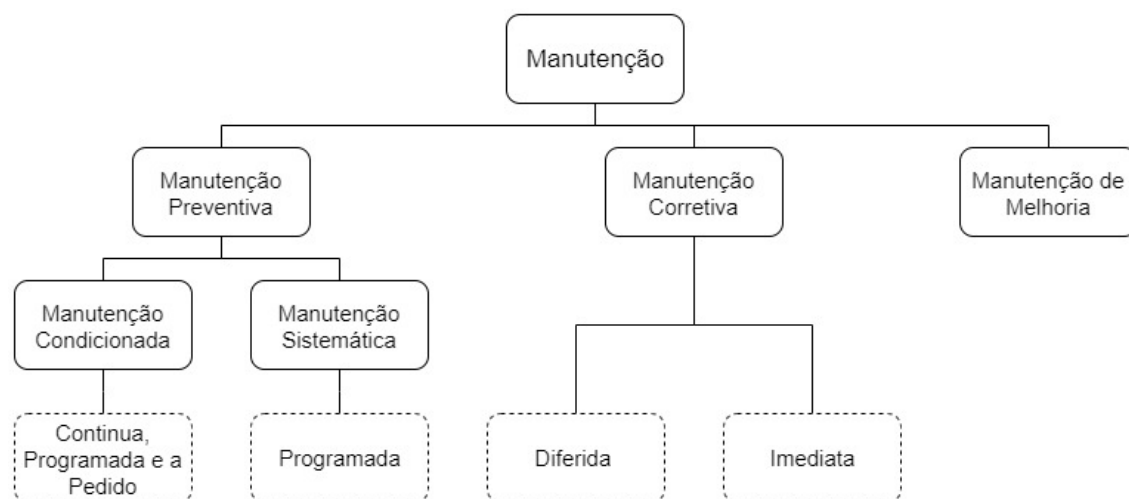


Figura 3 - Tipos de manutenção segundo Cabral [1]

2.1.5 Níveis de Manutenção

O nível de manutenção é caracterizado de forma comum pela complexidade das ações de manutenção a realizar num dado componente ou equipamento. Assim sendo, e segundo a norma da AFNOR FD X60-000:2002, pode-se dividir a manutenção em cinco níveis, que estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 - Níveis de manutenção segundo a AFNOR

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

2.1.6 Indicadores de Manutenção

Os indicadores chave de desempenho, designados por *Key Performance Indicators* (KPIs) em inglês, são importantes para monitorizar o desempenho na indústria, podendo ser utilizados para identificar um mau desempenho e o seu potencial de melhoria. Os KPIs podem ser definidos para equipamentos individuais, subprocessos e processos inteiros, conseguindo fornecer informações sobre o desempenho em diferentes áreas, como energia, matéria-prima, controlo e operações, manutenção, planeamento e programação, qualidade do produto, *stock*, etc [11].

Segundo Stricker [12], a medição do desempenho com os principais indicadores é um instrumento amplamente utilizado para detetar alterações no desempenho do sistema de produção, a fim de coordenar as medidas adequadas. A medição compreensível do desempenho de um sistema multidimensional tendo o tempo, custo e qualidade como objetivos, só pode ser alcançada com vários indicadores. Para além disso, o sistema de monitorização de desempenho usado deve ser o mais simples possível, com um número de KPIs tão alto quanto necessário e tão baixo quanto possível, para não sobrecarregar as habilidades cognitivas de quem toma as decisões.

Segundo a norma EN 15341:2005, estes indicadores são utilizados para:

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

Dos vários indicadores existentes podem-se destacar a Taxa de Avarias (λ), o MTBF – *Mean Time Between Failure* (Tempo médio entre falhas), o MTTR – *Mean Time To Repair* (Tempo médio de reparação) e a Disponibilidade (D) [13], [14]. Na Tabela 6 e Tabela 7 é feito um resumo dos indicadores referidos.

Tabela 6 - Principais indicadores de manutenção

Indicador	Definição	Equações de cálculo
Taxa de Avarias (λ)	Exprime o número de avarias por unidade de utilização [1].	$\lambda = \frac{\text{número de avarias}}{\sum \text{tempos de funcionamento}}$
MTBF	Exprime a fiabilidade de um equipamento num dado período de tempo [15].	$MTBF = \frac{\sum \text{tempos de funcionamento}}{\text{número de avarias}}$

Tabela 7 - Principais indicadores de manutenção (continuação)

MTTR	Exprime o tempo médio para reparar uma avaria no período em análise [1].	$MTTR = \frac{\sum \text{tempos das reparações}}{\text{número de avarias}}$
Disponibilidade (D)	Exprime a percentagem de tempo de serviço agendado no qual a máquina estava disponível para executar uma determinada atividade [16].	$D = \frac{\text{tempo total} - \text{tempo de paragens}}{\text{tempo total}}$

2.2 TPM - Total Productive Maintenance

2.2.1 Definição e Características do TPM

No ambiente atual altamente dinâmico e em rápida mudança, a competição global entre organizações levou a exigências mais elevadas por parte das empresas. O mercado global exige que se procurem melhorias no desempenho de uma empresa, concentrando-se no corte de custos, aumentando os níveis de produtividade e qualidade, e garantindo entregas, a fim de satisfazer os clientes. Ou seja, com o aumento da concorrência, a atenção foi desviada do aumento da eficiência por meio de economias de escala e especialização interna para atender às condições do mercado em termos de flexibilidade, desempenho de entrega e qualidade. Neste ambiente altamente competitivo, para se ter sucesso e obter uma produção de classe mundial, as organizações devem possuir estratégias de produção eficientes e estratégias de manutenção eficazes. Investimentos estratégicos na manutenção podem levar a um melhor desempenho do sistema de produção e melhorar a posição competitiva de mercado da organização. Tudo isto deu um impulso às organizações líderes em todo o mundo para adotarem estratégias de manutenção eficazes e eficientes, como o TPM, em detrimento das abordagens tradicionais de manutenção reativa de combate a “incêndio” [17], [18].

O TPM surgiu através da combinação da manutenção preventiva americana e de conceitos japoneses de gestão de qualidade total e envolvimento total dos funcionários. Foi desenvolvido por Seiichi Nakajima, no Japão, para apoiar os sistemas de produção *lean*, sistemas esses cujo foco visa a redução de perdas [13].

Segundo Nakajima [19], o TPM é geralmente definido como "manutenção produtiva envolvendo participação total". Frequentemente, a gestão interpreta erradamente que isso significa apenas os trabalhadores, assumindo que as atividades de manutenção preventiva devem ser realizadas autonomamente no chão de fábrica. No entanto, para

ser eficaz, o TPM deve ser implementado em toda a empresa, com a garantia de suporte total aos trabalhadores e envolvendo a gestão de topo [20].

Na Tabela 8 são apresentadas diferentes visões de alguns autores sobre a definição do TPM.

Tabela 8 - Diferentes definições do TPM

(Nakajima, 1988) [19]	O TPM é uma abordagem inovadora à manutenção que otimiza a eficácia do equipamento, elimina falhas e promove a manutenção autónoma por parte dos operadores através de atividades diárias que envolvem a totalidade da força de trabalho.
(Smith, 2004) [21]	O TPM é a base da manutenção <i>lean</i> , sendo uma metodologia que visa otimizar a fiabilidade e a eficácia dos equipamentos de produção. Baseia-se no trabalho em equipa e na manutenção proativa, envolvendo todos os níveis e funções da organização, desde os principais executivos até aos operadores. O TPM aborda todo o ciclo de vida do sistema produtivo e constrói um sistema sólido, baseado no chão de fábrica, para evitar todas as perdas.
(Witt, 2006) [22]	O TPM baseia-se na comunicação, exigindo que operadores, pessoal de manutenção e engenheiros colaborem e entendam coletivamente o idioma um do outro.
(Sharma, 2013) [23]	O TPM pode ser definido como um programa de melhoria que estabelece um sistema abrangente de manutenção produtiva, durante toda a vida útil do equipamento, abrangendo todos os campos relacionados com o equipamento. O TPM conta com a participação de todos os funcionários, para promover a manutenção através da motivação ou atividades voluntárias em equipa.

Segundo Manzini [24], a palavra "*total*" no TPM pode assumir três significados:

1. O TPM procura a eficácia total, como eficiência económica e lucratividade;
2. O TPM fornece uma abordagem de manutenção total, incluindo políticas corretivas, preventivas, condicionais e de melhoria;
3. O TPM precisa da participação total de todos os funcionários e envolve todos os níveis e funções da organização, desde o alto executivo até ao operador de produção.

2.2.2 Objetivos do TPM

Os objetivos do TPM devem ter em consideração os objetivos da organização, ou seja, deve ser feito um alinhamento destes com a visão global da empresa.

Os objetivos base de qualquer programa de TPM assentam na melhoria da produtividade e da qualidade, assim como o aumento da moral dos funcionários e da satisfação no local trabalho [25]. Posto isto, segundo Arslankaya [26], os objetivos do TPM podem ser listados da seguinte forma: aprimorar a produtividade dos postos de trabalho, aumentar a qualidade do produto, reduzir defeitos (zero defeitos), reduzir perdas (zero perdas), reduzir desperdícios (zero desperdício), reduzir inventários (zero inventários), reduzir acidentes de trabalho, aumentar a qualidade da manutenção e aumentar as ideias sobre melhoria. Esta visão vai de encontro à construção de um sistema de prevenção de todos os tipos de perda, com o intuito de atingir zero defeitos, zero perdas e zero desperdício.

De uma forma mais completa, os objetivos chave do TPM podem ser definidos como [17], [27]:

- ✓ Maximizar a eficácia do equipamento através da otimização da disponibilidade, desempenho, eficiência e qualidade do produto;
- ✓ Estabelecer uma estratégia de manutenção preventiva para todo o ciclo de vida do equipamento;
- ✓ Envolvimento de todos os departamentos (produção, manutenção, gestão, etc.);
- ✓ Envolvimento de todos os funcionários, desde a alta gerência até aos operários;
- ✓ Promover uma manutenção aprimorada por meio de atividades autónomas para pequenos grupos;
- ✓ Promover ações de formação para os operadores e técnicos de manutenção de forma a melhorar e apurar os seus conhecimentos;
- ✓ Reduzir desperdícios (zero defeitos, zero perdas e zero desperdício).

2.2.3 Oito Pilares do TPM

Para a implementação do TPM, foi necessário estabelecer elementos conceituais orientadores, que foram definidos como pilares, para direcionam o desenvolvimento desta ferramenta [28]. A definição dos pilares é variada e personalizada de acordo com os requisitos da empresa. O modelo de TPM inicialmente proposto por Nakajima [19] possuía apenas cinco pilares. Consequentemente, o JIPM - *Japan Institute of Plant Maintenance* (Instituto Japonês de Manutenção) apresentou um modelo com oito pilares, conforme ilustrado na Figura 4.

Segundo Chong [29], quando os pilares são implementados de forma sistemática, focam-se em torno de cinco áreas: a educação de todos os funcionários, a promoção de um ambiente de trabalho em equipa, organização e limpeza do local de trabalho, avaliação e comparação dos resultados dos diferentes postos de trabalho e uma ação contínua de sensibilização dos trabalhadores nas áreas da saúde e segurança.

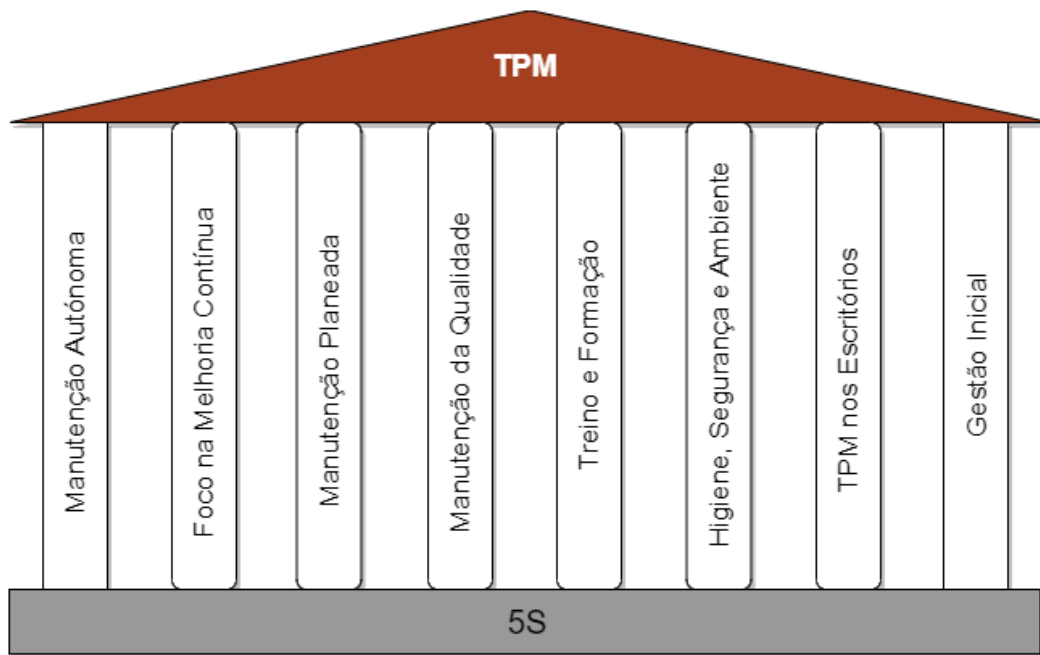


Figura 4 - Oito pilares do TPM (adaptado de Ahuja [17])

Manutenção Autônoma - Foca o desenvolvimento dos operadores para que estes possam realizar pequenas tarefas de manutenção, permitindo assim que os técnicos de manutenção qualificados se concentrem em reparações mais técnicas ou atividades de maior valor agregado. Os operadores são responsáveis por cuidar dos seus equipamentos para evitar deterioração [30].

Foco na Melhoria Contínua - Visa, fundamentalmente, a identificação e eliminação de todas as perdas e, conseqüentemente, obter crescimento da eficácia dos equipamentos, sistemas e processos produtivos. Tudo isto através da utilização de técnicas de análise e aprimoramento, promovendo alterações substanciais que permitam alcançar os limites de produtividade máximos [30].

Manutenção Planeada - Define um nível ótimo de desempenho dos equipamentos através da implementação de atividades projetadas para recuperar o estado ideal do dispositivo e manter esse estado através de atividades de manutenção preventiva e preditiva. É também tido em consideração o uso adequado do equipamento pelos operadores. Tudo isto é alcançado através do uso de uma base de dados, o que pressupõe um registo contínuo e disciplinado do desempenho da máquina. Uma equipa motivada e comprometida com formação contínua é essencial para este pilar [28].

Manutenção da Qualidade - O foco está na eliminação de não conformidades de forma sistemática. As atividades de manutenção da qualidade servem para estabelecer condições que impeçam qualquer defeito de qualidade [30]. Ou seja, o ajuste gradual dos sistemas e componentes do equipamento é alcançado durante a implementação do TPM, o que também resulta em comportamentos menos variáveis da máquina, criando assim processos estáveis com qualidade estável. É prestada uma atenção especial às características que são consideradas importantes pelo cliente [28].

Treino e Formação – Este é um pilar essencial, pois é onde a compreensão inicial da importância da filosofia do TPM é obtida, seguida pelo entendimento do desempenho adequado dos processos, do correto manuseamento das máquinas e do rigor dos padrões. Tudo isto é alcançado através de formações para aprimorar as habilidades relacionadas à manutenção e à melhoria dos níveis de produtividade do posto de trabalho [28]. Para além disso, a formação de habilidades sociais e técnicas, aumenta a moral e a experiência dos operadores e pessoas envolvidas [31].

Higiene, Segurança e Ambiente - Procura garantir zero acidentes, zero doenças profissionais e zero acidentes ambientais no local de trabalho. Portanto, ambiciona-se um ambiente bem iluminado, limpo e arrumado, com todas as medidas de segurança necessárias para evitar acidentes e garantir a gestão adequada de todo o material, assegurando assim que o ambiente não seja afetado negativamente. Para isso, devem ser estabelecidos padrões que também estejam em conformidade com todos os regulamentos legais atuais no setor em questão [28].

TPM nos Escritórios - Os objetivos são alcançar zero perda funcional, criar escritórios altamente eficientes e fornecer serviços e suporte eficazes a outros departamentos. Os departamentos administrativos têm como principais tarefas reunir, processar e distribuir informação. A análise de processo deve ser aplicada para otimizar o fluxo de informação [31]. Visa também habilitar os funcionários a visualizarem os processos de maneira integrada e, a partir dessa visão integrada e focada nos processos, serão estabelecidos padrões e procedimentos que permitam avaliar, analisar e melhorar continuamente esses processos. Portanto, tudo isto serve para garantir apoio contínuo do escritório às atividades de operação, manutenção, marketing e expansão da empresa [30].

Gestão Inicial - Os objetivos passam por minimizar os problemas e o tempo de execução em novos equipamentos, utilizar a aprendizagem de sistemas existentes para a aplicação em novos sistemas e levar a cabo iniciativas de melhoria da manutenção [17].

2.2.4 5S como base do TPM

Apesar dos oito pilares acima descritos constituírem o suporte, o TPM começa com a metodologia dos 5S, sendo mesmo caracterizada como a fundação ou a base do TPM, conforme ilustrado na Figura 4 [25].

A metodologia 5S é uma das melhores ferramentas para gerar uma mudança de atitude dos trabalhadores e serve como forma de envolver atividades de melhoria no local de trabalho. O nome 5S corresponde à primeira letra de cinco palavras japonesas - *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*. Esta metodologia, desenvolvida no Japão, introduz bons hábitos relacionados à organização e limpeza da empresa, sendo a aplicação dos 5S considerada como um pré-requisito para a implementação de outras ações de melhoria e como um passo básico para eliminar o desperdício [32], [33].

Segundo Marria [34], os principais inibidores da implementação dos 5S estão relacionados com o custo, tempo e a possível resistência dos funcionários às mudanças. Esta ferramenta é um método não estatístico e visual, requerendo autodisciplina e melhoria contínua dos colaboradores para fazer e sustentar o progresso. As atividades 5S requerem apoio da gestão e dos funcionários para garantir que as melhorias sejam mantidas.

Na Tabela 9 é feita uma breve explicação de cada uma das cinco fases da metodologia 5S.

Tabela 9 - Designação e definição dos 5S

5S	Designação em inglês	Designação em português	Definição
<i>Seiri</i>	<i>Sort</i>	Organizar	Identificar e eliminar itens desnecessários, como ferramentas, materiais e outros resíduos, organizando a estação de trabalho com os itens necessários [35].
<i>Seiton</i>	<i>Set in order</i>	Arrumar	Definir o <i>layout</i> dos itens e identificar cada objeto. Tudo tem que estar no seu lugar para que a perda de tempo com a procura das ferramentas possa ser eliminada e o desperdício reduzido [36].
<i>Seiso</i>	<i>Shine</i>	Limpar	Após o uso, as ferramentas devem ser colocadas no local original e a estação de trabalho deve ser limpa, a fim de melhorar a eficiência e para que se possam identificar e evitar possíveis defeitos [35].
<i>Seiketsu</i>	<i>Standardize</i>	Padronizar	Devem ser desenvolvidas instruções, através de documentação, sobre como executar o trabalho adequadamente e solucionar complicações, a fim de minimizar deficiências [35]. Para além disso, são também desenvolvidos sistemas e procedimentos para manter e monitorizar os primeiros 3S [36].
<i>Shitsuke</i>	<i>Sustain</i>	Sustentar	Desenvolver uma abordagem em toda a empresa para a melhoria contínua. É essencial que todos trabalhem juntos na mesma direção para objetivos futuros e que se lembrem mutuamente para manter a “ordem” [35].

Segundo Hindoliya [37], a correta implementação dos 5S pode resultar em benefícios tais como, um fluxo de processo transparente, um local de trabalho limpo, a redução dos tempos de instalação e de ciclo, o aumento do espaço disponível, a diminuição da taxa de incidentes/acidentes de segurança e menos tempo de trabalho desperdiçado.

2.2.5 Manutenção Autônoma

Conforme referido anteriormente, a manutenção autônoma é um dos pilares do TPM, seguindo uma abordagem onde a responsabilidade pela manutenção dos equipamentos reparte-se entre os operadores e os técnicos do departamento de manutenção [38]. O objetivo passa por eliminar todas as perdas de tempo associadas a paragens no sistema produtivo devido a falhas na máquina, que inevitavelmente possuem um impacto direto no desempenho do processo [39]. No seu trabalho diário com os equipamentos, os operadores adquirem experiência e conhecimentos relacionados com o manuseamento e diagnóstico dos equipamentos. Portanto, os operadores das máquinas são a primeira linha de defesa contra o tempo de inatividade não planeado dos equipamentos de produção [38].

Segundo Cabral [1], a manutenção autônoma conta com sete etapas para a sua aplicação, conforme representado na Tabela 10.

Tabela 10 - Etapas para aplicação da manutenção autônoma segundo Cabral [1]

Etapa	Denominação	Atividade
1ª	Limpeza inicial	Eliminar na totalidade as sujidades que se formam no equipamento, bem como a deteção de inconveniências e a sua reparação.
2ª	Ações de combate contra as fontes de sujidade	Efetuar melhorias quanto à fonte de sujidades, possíveis derrames e locais de difícil limpeza e lubrificação, bem como reduzir o tempo gasto nesses procedimentos.
3ª	Elaborar normas de limpeza e lubrificação	Efetuar normas de limpeza e lubrificação de forma a manter o menor tempo para estas operações.
4ª	Inspeção geral	Detetar falhas do equipamento através de inspeções gerais.
5ª	Inspeção autônoma	Elaborar e executar as folhas de manutenção autônoma.
6ª	Organização e ordem	Executar a padronização dos itens dos diversos locais de trabalho e a sistematização total da sua manutenção.
7ª	Consolidação	Desenvolver as diretrizes e as metas e executar registar a atividade de melhoria.

2.2.6 OEE - Overall Equipment Efficiency

Segundo Wudhikarn [40], o OEE - *Overall Equipment Efficiency* (Eficiência Global do Equipamento) foi introduzido por Nakajima como uma ferramenta de análise para avaliar a melhoria alcançada através das iniciativas de desenvolvimento realizadas para a implementação do TPM. O OEE é a principal métrica para medir o sucesso dos programas de implementação do TPM.

Este indicador destaca a "capacidade oculta" real de uma organização, medindo a eficiência (fazer corretamente as coisas) e a eficácia (fazer o que está correto). O OEE incorpora três indicadores básicos de desempenho e fiabilidade do equipamento, que são a disponibilidade, o desempenho e a qualidade, estando cada um focado em diferentes tipos de perdas [41], conforme é ilustrado na Figura 5.



Figura 5 - Indicadores do OEE adaptado de [41], [42]

Segundo Nakajima [19], as perdas retratadas na Figura 5 são caracterizadas como sendo as “seis grandes perdas”. Na Tabela 11 é feita a descrição de cada uma dessas perdas.

Tabela 11 - Seis grandes perdas [19]

Perda	Causas
Perdas por paragens	Falha/avaria do equipamento
	Configurações e ajustes
Perdas de velocidade	Esperas ou micro paragens
	Perdas de velocidade
Perdas por defeitos	Defeitos de qualidade e retrabalho
	Arranque e mudanças de produtos

Assim sendo, o cálculo do OEE e de cada um dos seus componentes (disponibilidade, o desempenho e a qualidade) encontra-se descrito na Tabela 12 [41].

Tabela 12 - Cálculo do OEE [41]

Parâmetros	Equações de cálculo
Disponibilidade	$= \frac{\text{tempo total disponível} - \text{tempo de paragens}}{\text{tempo total disponível}}$
Desempenho	$= \frac{\text{tempo de ciclo} \times \text{número de peças produzidas}}{\text{tempo de produção}}$
Qualidade	$= \frac{\text{número de peças produzidas} - \text{número de peças rejeitada}}{\text{número de peças produzidas}}$
OEE	$= \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$

Segundo Patel [41], para que sejam obtidos níveis considerados de classe mundial, o OEE tem que atingir um valor percentual mínimo de 85%, com uma disponibilidade mínima de 90%, um desempenho mínimo de 95% e uma qualidade mínima de 99%.

2.2.7 Implementação do TPM

Segundo Nakajima [19], a correta implementação do TPM demora pelo menos entre dois a três anos para que se consigam obter resultados de classe mundial, considerando que esta implementação seja feita segundo as doze etapas sugeridas pelo autor.

Para Reyes [43], o primeiro passo necessário para a implementação do TPM é realizar uma campanha de ensino e promover um ambiente adequado para o uso desta ferramenta. A campanha deve-se focar no correto entendimento do TPM e no reconhecimento dos benefícios que este traz. Em seguida, todos os funcionários da empresa devem ser informados da decisão da gerência de implementar o TPM e quais serão os objetivos a serem alcançados. Deve-se levar em consideração a incorporação desta metodologia no planeamento estratégico da empresa para que sejam tomadas decisões claras a longo prazo.

Na Tabela 13 estão identificadas as quatro fases da implementação, com as doze etapas e as suas principais ações, segundo Nakajima [19].

Tabela 13 - Etapas de implementação do TPM segundo Nakajima [19]

Fase	Etapa	Ações
Preparação	1 – Direção comunica a intenção de introduzir o TPM.	Reuniões com os responsáveis pelos diferentes departamentos.
	2 – Lançamento da campanha de educação para a introdução do TPM.	Formações de acordo com o nível hierárquico e as funções que desempenham.
	3 – Criação de equipas para promover o TPM.	Formação de equipas a todos os níveis hierárquicos para promover o TPM.
	4 – Estabelecer as políticas e os objetivos básicos do TPM.	Analisar as condições existentes e definir objetivos.
	5 – Formulação de um plano para o desenvolvimento do TPM.	Preparar os planos detalhados da implementação para as atividades fundamentais.
Lançamento	6 – Lançamento e arranque do TPM.	Convite aos clientes e a todas as partes interessadas.
Implementação	7 – Melhoria do desempenho de todos os equipamentos.	Seleção dos equipamentos e formação de equipas de projeto.
	8 – Desenvolvimento de um programa de manutenção autónoma.	Desenvolver ferramentas de diagnóstico e estabelecer procedimentos.
	9 – Desenvolvimento de um plano de manutenção programada para o departamento de manutenção.	Incluir manutenção periódica e preditiva, assim como a gestão de peças de sobra, ferramentas e planos de manutenção.
	10 – Promover formações para melhorar as habilidades operacionais e de manutenção.	Formação dos líderes em grupo, para que os líderes passem a informação aos restantes membros do grupo.
	11 – Desenvolvimento de um programa de gestão precoce de equipamentos.	Elaboração de manutenção preventiva e de uma comissão de controlo.
Consolidação	12 – Implementação perfeita do TPM.	Definir objetivos mais elevados.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Apresentação da Empresa
- 3.2 Caracterização da Empresa
- 3.3 Processo produtivo na CSP1
 - 3.4 Manutenção na CSP1
- 3.5 Análise dos postos de trabalho
 - 3.6 Setor DSL
- 3.7 Aplicação da metodologia TPM
 - 3.8 6S no setor do DSL
 - 3.9 Resultados obtidos

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação da Empresa

O Grupo Cork Supply foi fundado em 1981 por Jochen Michalski, na reconhecida região vinícola da Califórnia, EUA, visando a comercialização de rolhas naturais produzidas em Portugal e cujos acabamentos eram realizados nos EUA. A diferenciação do produto e a atenção ao detalhe permitiram uma consolidação no mercado norte-americano, bem como o evoluir do Grupo para outros mercados como a Europa, América do Norte, América do Sul, Austrália, África do Sul e China, onde possuem hoje representação através de operações de serviços ao cliente [44], [45].

Em 1992 foi inaugurado o laboratório da Cork Supply em Portugal, com o objetivo de desenvolver novas técnicas para a produção e tratamento de rolhas de cortiça, assim como controlar a qualidade dos seus produtos. Em 1995, justificada pela proximidade com a matéria-prima e com os projetos de investigação já em curso, foi fundada a Cork Supply Portugal (CSP), o que se traduz na entrada do Grupo Cork Supply na produção de rolhas em Portugal [46].

Atualmente, a Cork Supply destaca-se globalmente como um dos maiores produtores de rolhas naturais para a indústria vinícola, sendo o maior fornecedor de rolhas naturais da América do Norte [44]. Para além da aposta na qualidade diferenciada dos seus produtos, há também uma forte preocupação e investimento na investigação e desenvolvimento dos processos produtivos, bem como dos produtos e serviços prestados.

3.1.1 Visão

Com os olhos postos no futuro, mas sem descorar o passado, a Cork Supply aspira ser um parceiro de elevada credibilidade e confiança, apresentando os melhores produtos do setor, empregando especialistas e atuando com orientação para a qualidade dos produtos e serviços e para a satisfação dos seus clientes e colaboradores [44].

3.1.2 Missão

Como líderes globais da sua indústria, o foco está orientado para o sucesso empresarial a longo prazo, visando a produção e distribuição de produtos e serviços vinícolas de qualidade superior, sem nunca perder de vista os objetivos de [44]:

- ✓ Desenvolver parcerias a longo prazo com clientes e fornecedores;

- ✓ Ir consistentemente ao encontro das expectativas dos clientes com a qualidade dos serviços e produtos;
- ✓ Trabalhar sempre com honestidade, integridade e respeito;
- ✓ Procurar a excelência em tudo o que é feito;
- ✓ Promover a mudança e encorajar a inovação;
- ✓ Oferecer aos colaboradores um local de trabalho desafiante e gratificante, que inspire lealdade e sucesso;
- ✓ Respeitar o ambiente em que operam;
- ✓ Maximizar o retorno dos acionistas.

3.1.3 Compromissos

A Cork Supply tem como principal compromisso proporcionar uma qualidade exemplar a todos os níveis. Como tal, a indústria que serve bem como os recursos naturais são preocupações constantes na obtenção dos objetivos. Nas suas palavras e ações, a Cork Supply está empenhada na [44]:

- ✓ Satisfação do cliente;
- ✓ Garantia de qualidade;
- ✓ Igualdade social;
- ✓ Implementação de práticas sustentáveis;
- ✓ Inovação.

3.2 Caracterização da Empresa

A CSP conta com quatro polos industriais, que podem ser agrupados em três unidades. A primeira é denominada por unidade de preparação, onde é realizada a preparação da cortiça proveniente dos produtores. Para tal, recorrem a características inovadoras para evitar a contaminação da matéria-prima, tais como um parque de estabilização de cortiça, um armazém de paletes de cortiça preparada e uma caldeira de alta eficiência em aço inoxidável. A segunda é designada como unidade de produção, que se divide em dois polos. Um é dedicado à produção de rolhas naturais e tem uma capacidade de produção de 700 milhões de rolhas por ano. O outro é dedicado à produção de rolhas técnicas, que consiste na transformação do desperdício de cortiça proveniente da produção de rolhas naturais em granulado e que, posteriormente, é transformado em aglomerados de cortiça, sendo as rolhas de espumante o exemplo mais claro, visto que as suas dimensões impossibilitam que sejam produzidas através da cortiça natural. Por último, a terceira é identificada como unidade de acabamento e dedica-se à marcação, tratamento superficial e embalamento de rolhas naturais e técnicas, com uma capacidade de produção instalada para 150 milhões de rolhas acabadas por ano [44], [45].

Na Tabela 14 é apresentado um resumo dos polos industriais da CSP.

Tabela 14 - Polos industriais da CSP

Unidade	Polo	Designação	Função
Unidade de preparação	Montijo	CSP3	Preparação da cortiça proveniente dos produtores.
Unidade de produção	São Paio de Oleiros	CSP1	Produção de rolhas naturais.
	São João de Ver	CSP4	Produção de rolhas técnicas.
Unidade de acabamentos	Rio Meão	CSP2	Marcação, tratamento superficial e embalagem de rolhas naturais e técnicas.

3.3 Processo produtivo na CSP1

Tendo em conta o elevado grau de procura, para além da produção interna de rolhas naturais, a CSP recorre a pequenos/médios produtores de forma a conseguir satisfazer as suas necessidades produtivas. Segundo estimativas da CSP, em maio de 2019 a produção era de cerca de 186 milhões de rolhas naturais por ano, dos quais perto de 84 milhões de rolhas por ano foram adquiridas a empresas externas. Isto corresponde a uma produção interna de 55% nas instalações da CSP1. Desta forma, o processo produtivo na CSP1, representado na Figura 6, inicia-se com a receção de cortiça e de rolhas adquiridas aos respetivos fornecedores.

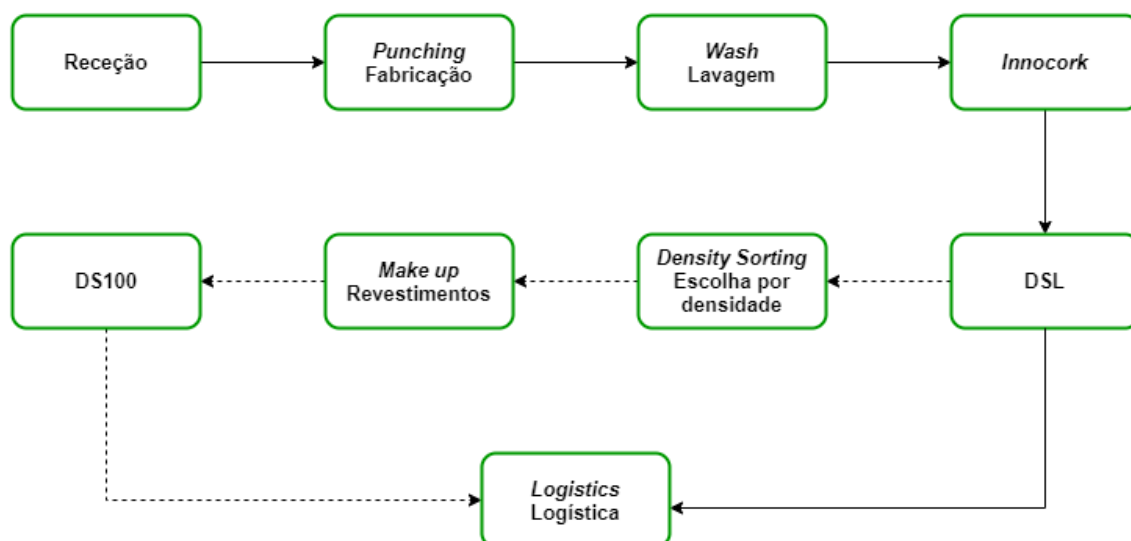


Figura 6 - Processo produtivo da CSP1

Após a receção da cortiça, as placas são encaminhadas para o setor da fabricação. Lá são cortadas em segmentos mais estreitos, o que, por um lado, facilita o manuseamento por parte dos broquistas aquando da furação das placas e, por outro,

confere o comprimento inicial das rolhas. De seguida, os broquistas procedem à furação de rolhas. Posto isto, todas as rolhas produzidas na CSP e adquiridas externamente são analisadas, procedendo-se à retificação das dimensões e à colmatação das mesmas. A colmatação das rolhas consiste no preenchimento dos poros com pó de cortiça, fixado através de resina natural e de borracha natural, melhorando o aspeto visual e a performance. No final deste posto é realizada uma primeira separação das rolhas.

Posteriormente, é efetuada a lavagem e desinfeção no posto de lavagem, para que as rolhas possam ser encaminhadas para um dos postos mais importantes do processo produtivo, o *innocork*. Este setor combate o TCA (molécula 2,4,6-tricloroanisol), que de uma forma sucinta é um composto químico formado pela interação de fungos presentes livremente no meio-ambiente com compostos clorados (presença de cloro), podendo-se formar caso as rolhas se encontrem contaminadas com clorofenóis. Apesar do TCA não causar problemas à saúde humana, suprime os aromas do vinho, causando desvios sensoriais, geralmente descritos como aroma/gosto a mofo no vinho. A solução para o combate ao TCA é o processo *innocork*, esquematizado na Figura 7. Neste processo utiliza-se a combinação de vapor de água, álcool etílico e temperatura controlada para volatilizar as moléculas de TCA e outros aromas presentes na estrutura celular da cortiça. Desta forma, são preservadas a estrutura celular, a elasticidade, a permeabilidade e outras propriedades mecânicas das rolhas.



Figura 7 - Processo *Innocork* retirado do site da CSP [47]

De seguida, é feita a escolha mais refinada das rolhas no setor designado como DSL, onde através da combinação da escolha manual com a escolha eletrónica é feita a seleção das rolhas consoante o seu valor. A escolha manual é o posto onde se realiza uma avaliação primária das rolhas, detetando-se defeitos exteriores visíveis a olho nu.

Por sua vez, a escolha eletrónica é um processo que acrescenta elevado valor, visto que permite separar as rolhas de acordo com o seu calibre. Para tal, recorre-se a câmaras fotográfica para obter o registo e a um programa informático para comparar os topos e o corpo de cada rolha com as diferentes gamas dos produtos registados na base de dados. A pedido do cliente é também possível fazer uma escolha por densidade.

Feita a escolha das rolhas seguem-se dois setores opcionais, sendo o primeiro o setor de revestimentos, onde as rolhas são revestidas consoante as especificações do cliente. Por sua vez, o segundo setor é denominado como DS100 e é um processo descrito como *dry soak inspection*, onde 100% das rolhas são inspecionadas com o intuito de detetar todos os desvios sensoriais, incluindo o TCA, através de um método não destrutivo de “maceração a seco” (verificação olfativa).

Por fim, as rolhas chegam ao último setor, a logística, que corresponde ao processamento de encomendas, quer seja no armazenamento em *stock* ou na expedição do produto final, fazendo a gestão dos produtos encaminhados para a CSP2 ou para os restantes pontos de negócios do Grupo Cork Supply.

No Anexo 1 encontra-se uma descrição dos diferentes tipos de rolhas naturais produzidas na CSP1, apresentando os diferentes calibres (diâmetro e comprimento) de cada produto.

3.4 Manutenção na CSP1

3.4.1 Departamento de Manutenção

O departamento de manutenção é constituído por quatro pessoas, o diretor da manutenção, o responsável pela manutenção, que concilia o trabalho no terreno com funções administrativas, como a gestão de peças de reserva e a supervisão da equipa de manutenção, e dois técnicos. A Figura 8 (Anexo 2) exhibe a avaliação de competências/valências de cada membro da equipa de manutenção. Esta avaliação está dividida em duas componentes. A primeira diz respeito à análise das competências por setor do processo fabril, compreendendo, assim, a avaliação da fabricação, da retificação, do WIM (lavagem e innocork) e do DSL. A segunda trata-se de uma análise por valências nas diferentes áreas de intervenção da manutenção (mecânica, eletricidade, pneumática, hidráulica, automação e serralharia).


 MATRIZ DE COMPETÊNCIAS MANUTENÇÃO		Sem aptidão		Sabe com acompanhamento		Sabe bem		Domina o processo																					
		MANUTENÇÃO DOS PROCESSOS FABRIS DA CSP1												COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS															
		FABRICAÇÃO			RECTIFICAÇÃO			WIM			DSL			MECÂNICA		ELECTRICIDADE		PNEUMÁTICA		HIDRAULICA		AUTOMAÇÃO		SERRALHARIA					
Código	Nome	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção de melhoria	Manutenção Preventiva	Manutenção de melhoria	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção de melhoria	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção de melhoria	Manutenção de substituição	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	
174	[REDACTED]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
385	[REDACTED]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
381	[REDACTED]	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 8 - Mapa de valências da equipa de manutenção

O turno de trabalho dos técnicos é das 8 às 17 h, sendo estes responsáveis por todo o tipo de manutenções. Caso seja necessário é possível recorrer à subcontratação de fabricantes ou técnicos especializados para realizar tarefas de manutenção com maior grau de dificuldade ou cujo *know-how* não seja do conhecimento da equipa de manutenção. Porém, desde meados do mês março até ao final do estágio, a equipa de manutenção laborou de forma repartida, havendo dois turnos, das 7 h às 14 h e 30 min e das 15 h às 21 h, de forma a evitar a contaminação de toda a equipa de manutenção em caso de infeção pelo vírus Covid-19.

A equipa de manutenção conta com um *software* para a gestão do departamento, o *ManWinWin*, onde são feitas as participações e os registos das avarias, o planeamento das ações de manutenção preventiva, bem como a gestão de peças de reserva. Apesar da existência deste *software*, o registo de avarias não é totalmente fidedigno visto que raramente é realizado logo após a reparação, o que pode conduzir a perda de informação importante. Para além disso, o próprio preenchimento não é executado de forma padronizada, ou seja, cada técnico tem a sua forma de escrever e de se referir a problemas comuns, criando confusão na leitura e interpretação dos mesmos. De forma a tentar amenizar estes problemas recorreu-se à aplicação *ManWinWin* para os dispositivos móveis dos técnicos de manutenção, neste caso os telemóveis, com o intuito de diminuir o tempo entre a reparação e o registo da avaria. Porém, os técnicos queixam-se que a aplicação é demasiado lenta, tornando o registo mais moroso. As participações de avarias são feitas exclusivamente em versão digital (computador), não havendo registos físicos das mesmas.

Segundo os dados retirados do *software ManWinWin* para o período de 1 de janeiro de 2019 até ao dia 13 de novembro de 2019, apresentados em síntese na Tabela 15, o tipo de manutenção predominante na CSP1 é a preventiva, correspondendo a 74,17% do tempo total despendido em intervenções nos equipamentos. O segundo tipo de manutenção mais recorrente é a corretiva, com 25,20% do tempo total gasto em manutenção dos equipamentos. Por fim, restam apenas 0,42% de tempo utilizado para a manutenção preventiva externa, 0,17% para manutenção de melhoria e 0,04% para

manutenção condicionada. O total de horas em manutenção no período referido anteriormente é de 2389 h.

Tabela 15 - Tempo perdido nos diferentes tipos de manutenção na CSP1 (horas)

Tipo de Manutenção	Preventiva	Corretiva	Preventiva Externa	Melhoria	Condicionada
Tempo de manutenção (horas)	1 772	602	10	4	1
Percentagem	74,17%	25,20%	0,42%	0,17%	0,04%

Para a estruturação e protocolo no que às intervenções diz respeito, são apresentados fluxogramas de procedimento, conforme ilustrado na Figura 9, na Figura 10 e na Figura 11, para que o processo seja o mais célere e uniforme. Estes fluxogramas são universais dentro dos vários departamentos de manutenção das diferentes unidades de produção da CSP.

A estruturação da manutenção corretiva assenta no fluxograma apresentado na Figura 9. Após indicação de avaria, por parte do supervisor da área produtiva, é solicitado um técnico de manutenção para se dirigir ao local e efetuar o diagnóstico. Caso o diagnóstico demore mais do que uma hora tem de se contactar o supervisor da manutenção e caso dure mais do que 2 h tem de se contactar o diretor da manutenção para averiguarem o problema. Concluído o diagnóstico é iniciada a reparação, sendo novamente necessário contactar o supervisor da manutenção caso a duração da reparação seja superior a uma hora e o diretor de manutenção caso exceda as 2 h. Na eventualidade da avaria não ser resolvida é realizado um novo planeamento da intervenção, podendo ser necessário recorrer ao fabricante ou a empresas externas especializadas para solucionar o problema. Quando a avaria estiver corrigida é efetuado o registo da mesma no *software ManWinWin*, registando o tempo despendido, o procedimento realizado, a lista com as peças utilizadas/substituídas e qualquer anomalia detetada durante o procedimento. Por último, e se a avaria assim o justificar, é conduzida uma reunião para o debate e discussão de ideias cujo objetivo passa por encontrar soluções e dar seguimento a possíveis ações implementadas, resultando daí a elaboração de *roadmaps* contendo as soluções encontradas.

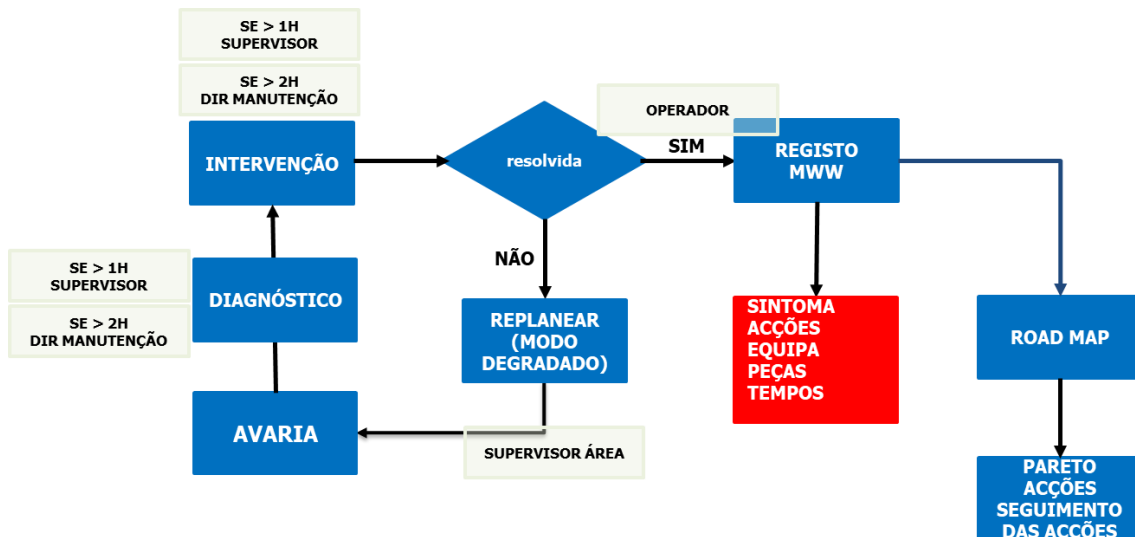


Figura 9 - Fluxograma para a manutenção corretiva

A organização da manutenção preventiva é constituída por duas etapas, como é visível na Figura 10 e na Figura 11. A primeira corresponde à criação e ajuste dos planos de manutenção preventiva, através da documentação existente, de reuniões da equipa de manutenção para a discussão de ideias, da experiência dos técnicos e do tempo de vida do equipamento, conforme ilustrado na Figura 10.



Figura 10 - Fluxograma para a manutenção preventiva (1ª etapa)

A segunda etapa representa a planificação e realização das ações de manutenção, conforme ilustrado na Figura 11. O técnico começa por realizar uma verificação prévia da existência dos materiais necessários para a concretização da tarefa, quer sejam ferramentas ou peças. Só depois é executada a ação de manutenção propriamente dita. Quando esta é dada como terminada procede-se ao registo da intervenção no *software ManWinWin*, de forma semelhante ao registo feito na manutenção corretiva, ou seja, colocando o tempo despendido, a lista com as peças utilizadas/substituídas e

qualquer anomalia detetada durante o procedimento. Tal garante um histórico rico e com informações vitais para o controlo da manutenção.



Figura 11 - Fluxograma para a manutenção preventiva (2ª etapa)

Como foi mencionado anteriormente, o planeamento das ações de manutenção preventiva é realizado pelo *software ManWinWin*, onde são geradas ordens de trabalho em função dos planos de manutenção preventiva para cada equipamento. De forma a facilitar e simplificar a interpretação destes mesmos planos, os elementos do departamento de manutenção da CSP1 fazem o levantamento mensal destes dados para um ficheiro Excel, conforme exemplificado na Figura 12. No final do turno, são impressas as ordens de trabalho para o dia seguinte, tornando mais fácil o acesso ao plano diário de manutenções a realizar.


					
Data	Localização	Identificação equipamento	Tipo manutenção	Tempo de paragem	
2019-11-01	Escolha e embalagem	Escolha manual 7	MP 3M	Paragem 45 min	
		Geral	Empilhador Toyota BE18	S/ Paragem	
		Moldação	Moldadora 1 - P38	P38 Limpeza Cabeça	Paragem Sábado
		Remoagem	Moinho remoagem 1	MP - 1M	Paragem 45 min
2019-11-02	Desinfecção	Máquina de desinfecção granulado 2	MP 1M	Paragem Sábado	
		Secador 1 (Finos)	MP 1M	S/ Paragem Paragem ao Sábado	
		Secador 2 (Grossos)	MP 1M	S/ Paragem Paragem ao Sábado	
		Geral	Compressor Atlas Copco	MP 1M	S/ Paragem
2019-11-04	Escolha e embalagem	Transportador Inclinado Duplo Canal 1.1 (EE1)	Verificação 3M	S/ Paragem	
		Lavação	Máquina lavar rolhas n.º 1	MP - 1M	Paragem 45 min
		Moldação	Moldadora 1 - P38	MP 1M - Chiller e central hidraulica	Paragem Sábado
		Remoagem	Mesa Densimétrica 4	MP - 1M	Paragem 45 min
2019-11-05	Geral	Mesa densimétrica 5	MP - 1M	Paragem 45 min	
		Gerador Diesel	MP 3M	S/ Paragem	
		Remoagem	Mesa Densimétrica 6	MP - 1M	Paragem 45 min
		Silo granulado n.º3	MP - 3M	S/ Paragem	
		Silo granulado n.º4	MP - 3M	S/ Paragem	
Silo granulado n.º6	MP - 3M	S/ Paragem			

Figura 12 - Exemplo de um planeamento de manutenções preventivas

Em termos de avaliação e controlo da manutenção são utilizados indicadores como o OEE, o MTBF e o MTTR, com mais ênfase para o OEE, visto que também é utilizado por

outros departamentos, como por exemplo o departamento de produção. O MTBF e o MTTR são indicadores retirados do *software ManWinWin*.

3.4.2 6S como base do TPM

Uma das áreas com maior aposta por parte da CSP são os 6S como ferramenta para melhorar a organização e limpeza do local de trabalho. Esta metodologia assenta nos 5S descritos no ponto 2.2.4, com a inclusão do componente de segurança (*safety*) como sexto elemento. É notória a familiarização dos técnicos de manutenção com os conceitos dos 6S, sendo também perceptível a tentativa de implementação desta metodologia no departamento de manutenção. Para avaliar os progressos e garantir a continuidade da implementação desta ferramenta, o departamento de qualidade realiza vistorias mensais, atribuindo uma classificação pelo desempenho.


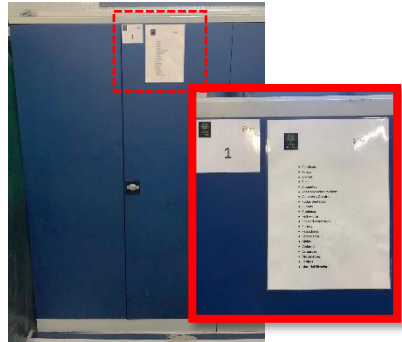



A oficina de manutenção, ilustrada na Figura 13, foi criada antes da introdução e implementação dos 6S, levando a uma adaptação do espaço existente para satisfazer os critérios e valores desta ferramenta. Como tal, existem aspetos positivos e negativos a salientar na organização e estruturação da oficina de manutenção.



Figura 13 - Oficina de manutenção no final do estágio

Na Tabela 16 são apresentados os pontos positivos no que diz respeito à aplicação da ferramenta 6S à oficina de manutenção.

Tabela 16 - Pontos positivos na implementação dos 6S

Descrição	6S	Imagem
Os locais destinados às ferramentas encontram-se assinalados e possuem registos fotográficos para demonstrar a disposição das mesmas.	<i>Seiton</i> <i>Set in order</i> Arrumar	
Inventário com o conteúdo de cada armário afixado nas portas dos respetivos armários.	<i>Seiton</i> <i>Set in order</i> Arrumar	
Delimitação das zonas de trabalho.	<i>Shinrai sei</i> <i>Safety</i> Segurança	
Existência de uma zona protegida com resguardo para trabalhos que envolvam uma possível projeção de materiais ou faíscas da soldadura.	<i>Shinrai sei</i> <i>Safety</i> Segurança	
Documento para o registo do levantamento de peças por parte de funcionários fora do departamento de manutenção. O presente documento encontra-se fixado no interior da porta de cada armário.	<i>Seiri</i> <i>Sort</i> Organizar	

Apesar dos pontos positivos praticados pelo departamento de manutenção, há também aspetos negativos a salientar, conforme é visível na Tabela 17.

Tabela 17 - Pontos negativos na implementação dos 6S

Descrição	6S	Imagem
Desarrumação geral do espaço de trabalho.	<i>Seiri</i> <i>Sort</i> Organizar	
Desorganização dos armários e dos seus compartimentos. Não existe coerência na localização de componentes semelhantes, havendo a mistura de peças de diferentes áreas (pneumática, eletricidade, mecânica, etc.), tornando assim muito difícil a localização dos materiais necessário.	<i>Seiri</i> <i>Sort</i> Organizar	
Sujidade no chão da oficina.	<i>Seiso</i> <i>Shine</i> Limpar	

Para a gestão das tarefas diárias/semanais é utilizado um quadro *Kamishibai*, conforme representado na Figura 14, garantindo um maior controlo sobre as mesmas. Nas linhas do quadro estão definidas as periodicidades e nas colunas as tarefas a realizar, sendo colocado um cartão verde quando é realizada a tarefa e um cartão

vermelho quando a tarefa não é realizada (Figura 14 (B)). A implementação desta ferramenta de gestão visual (elemento “organizar” dos 6S) tem como objetivo recordar os técnicos de tarefas repetitivas, que anteriormente estavam somente referenciadas no *software ManWinWin*, e que poderiam cair no esquecimento.



Figura 14 - Quadro Kamishibai (inicial (A); preenchido (B))

Para complementar o que já existe na oficina de manutenção referente aos 6S, foram feitas algumas melhorias. A primeira prende-se com a identificação e organização das peças de reserva no *software ManWinWin*. Assim sendo, cada elemento tem um código de barras associado, como é visível na Figura 15. Esta ação permite saber rapidamente qual o armário, estante e compartimento em que se encontra um dado componente, o que se traduz na redução do tempo que o operador normalmente perde a procurar. A segunda tem a ver com a organização do espaço de trabalho. Foi feita a identificação e localização dos vários objetos, conforme ilustrado na Figura 16, de forma a garantir que as secretárias se encontram sempre arrumadas. Por último, os técnicos de manutenção foram sensibilizados para a importância de manterem a oficina limpa e em bom estado, sendo realizada uma limpeza semanal, como é visível na Figura 17.



Figura 15 - Organização dos componentes

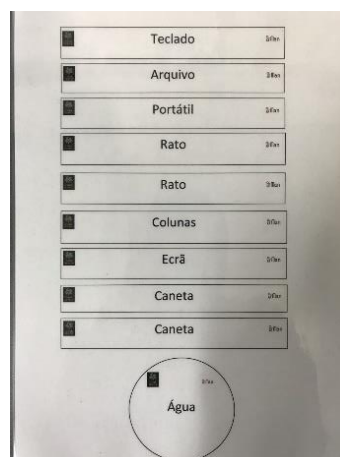


Figura 16 - Identificação dos elementos da secretária



Figura 17 - Limpeza do chão da oficina

3.5 Análise dos postos de trabalho

Para compreender melhor o impacto que cada setor tem no tempo perdido em manutenções corretivas, fez-se o levantamento e a análise dos dados referentes aos tempos de indisponibilidade por avarias nos diferentes setores. Estes dados correspondem ao período compreendido entre o dia 1 de janeiro de 2019 e o dia 13 de novembro de 2019 e encontram-se no Anexo 3.

O posto de trabalho que apresenta maior tempo perdido com ocorrências é o DSL, com 365,48 h despendidas em manutenções, o que corresponde a 60,71% das avarias para o período em análise. De seguida, o segundo setor com mais tempo gasto em intervenções é a fabricação, com 110,13 h, o que corresponde a 18,29%. O terceiro posto que mais tempo consumiu em termos de manutenções corretivas é os *bartops*, com 68,66 h, o que se traduz em 11,41%. A lavação é o setor que apresenta o quarto tempo mais elevado no que diz respeito ao tempo despendido na reparação de avarias, com 30,02 h, o que representa 4,99%. Por último, restam os postos do *innocork*, com 22,83 h, e dos revestimentos, com 4,90 h, que representam os restantes 3,79% e 0,81% do tempo gasto na resolução de avarias, respetivamente. O posto denominado como *bartops* já não se encontra no processo produtivo da CSP1, porém a manutenção deste setor continua a ser realizada pela equipa de manutenção da CSP1. Esta análise está representada no gráfico da Figura 18.

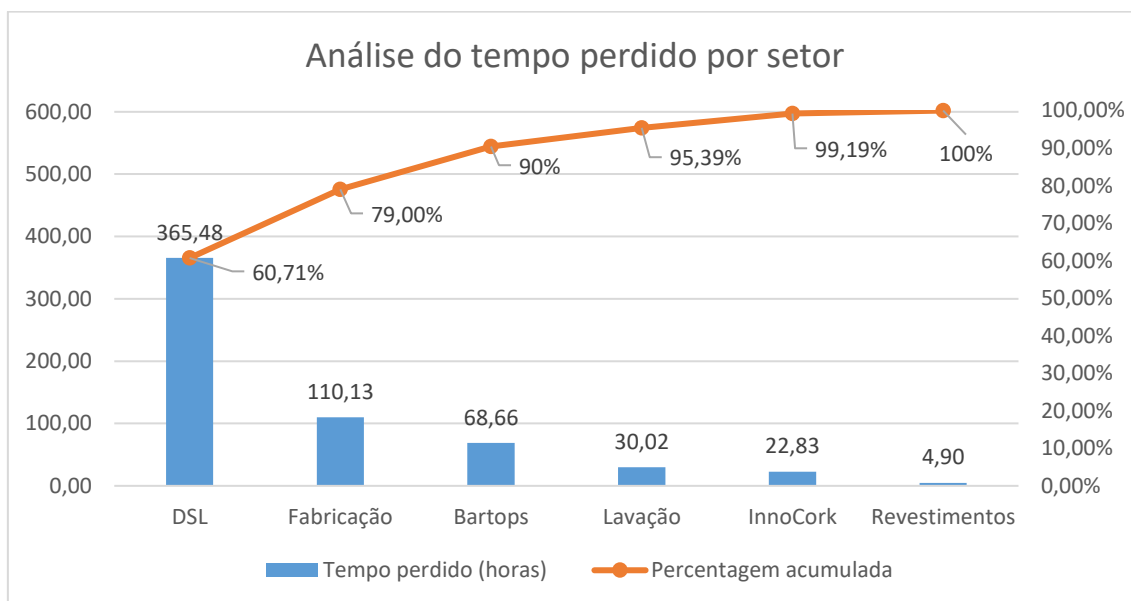


Figura 18 - Tempo perdido em avarias na CSP1

Posto isto, através da análise levada a cabo para os tempos despendidos em manutenções corretivas, conclui-se que o setor mais crítico é o DSL. Este posto de trabalho é responsável por mais de metade (60,71%) do período de indisponibilidade total alvo do estudo.

Para além da análise quantitativa, foram tidos em conta outros fatores que complementaram a escolha deste setor. Um deles foi o facto de existirem

equipamentos neste posto que são comuns a outros setores, ou seja, algumas das melhorias podem ser também realizadas noutros setores. Isto possibilita uma maior abrangência e impacto das ações a implementar. Outro dos fatores passa pela insistência do departamento de produção para que sejam analisados alguns problemas recorrentes com os equipamentos deste setor e que prejudicam a produção.

3.6 Setor DSL

Conforme referido no capítulo 3.3, o setor denominado por DSL executa uma escolha mais refinada das rolhas. Para isso, utilizam-se dois equipamentos distintos, que são os equipamentos de escolha manual (EM) e os equipamentos de escolha eletrónica (EE). Esta secção é constituída por dez linhas, sendo cada linha composta por uma máquina de EM que abastece duas máquinas de EE. O turno é de 8 h e está compreendido entre as 8 h e as 17 h, com pausa de uma hora para almoço. Caso seja necessário, pode ser estendido até à meia noite, consoante o volume de encomendas. Cada turno conta com dois operadores por cada equipamento de EM, totalizando vinte operadores quando há uma produção em pleno. No que toca aos equipamentos de EE, cada turno conta com quatro colaboradores por cada cinco linhas. Dois desses colaboradores são responsáveis por verificar e trocar as alcofas quando estas se encontram cheias (Figura 19), e, suplementarmente, abastecer os equipamentos de EM através do tapete de alimentação (Figura 20). Este abastecimento é realizado com a colocação de um carrinho carregado de rolhas (Figura 20.1) sobre um tapete com telas (Figura 20.2), onde é aberto um compartimento no fundo desse carrinho (Figura 20.3) que permite que as rolhas sejam depositadas na tela.



Figura 19 - Alcofas para depósito de rolhas

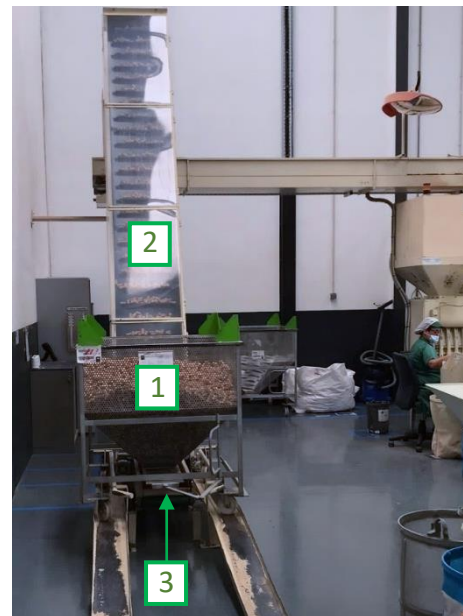


Figura 20 - Alimentador de rolhas para as linhas

Os outros dois colaboradores são os supervisores dos equipamentos de EE e têm como funções gerir as operações de produção, reportar qualquer avaria ou não conformidade que os aparelhos possam apresentar e recolher amostras de 30 em 30 min para comparar com a amostra de referência. Tendo em conta que estes equipamentos são altamente automatizados, os colaboradores operam somente numa base de apoio aos equipamentos. No que diz respeito à cadência teórica de produção, o setor do DSL conta com uma produção de 180 000 rolhas por hora, ou seja, 18 000 rolhas por hora por cada linha, contabilizando um total de 1 440 000 rolhas por turno. Todas as sextas-feiras, no final do turno, é realizada uma limpeza aos equipamentos do setor do DSL por parte de uma empresa subcontratada para o efeito.

O equipamento de EM, visível na Figura 21, é abastecido com rolhas através de um tapete que as deposita na moega (Figura 21.1). Posto isto, as rolhas são dispostas no tapete de rolos (Figura 21.2), onde são deslocadas na direção de dois operários estacionários (Figura 21.3) para a verificação visual das rolhas, eliminando as que apresentam defeitos visíveis. Por último, as rolhas são encaminhadas para um tapete com telas (Figura 21.4), onde são elevadas e de seguida depositadas noutra tapete (Figura 21.5) que procede ao abastecimento das duas máquinas de EE (Figura 21.6).

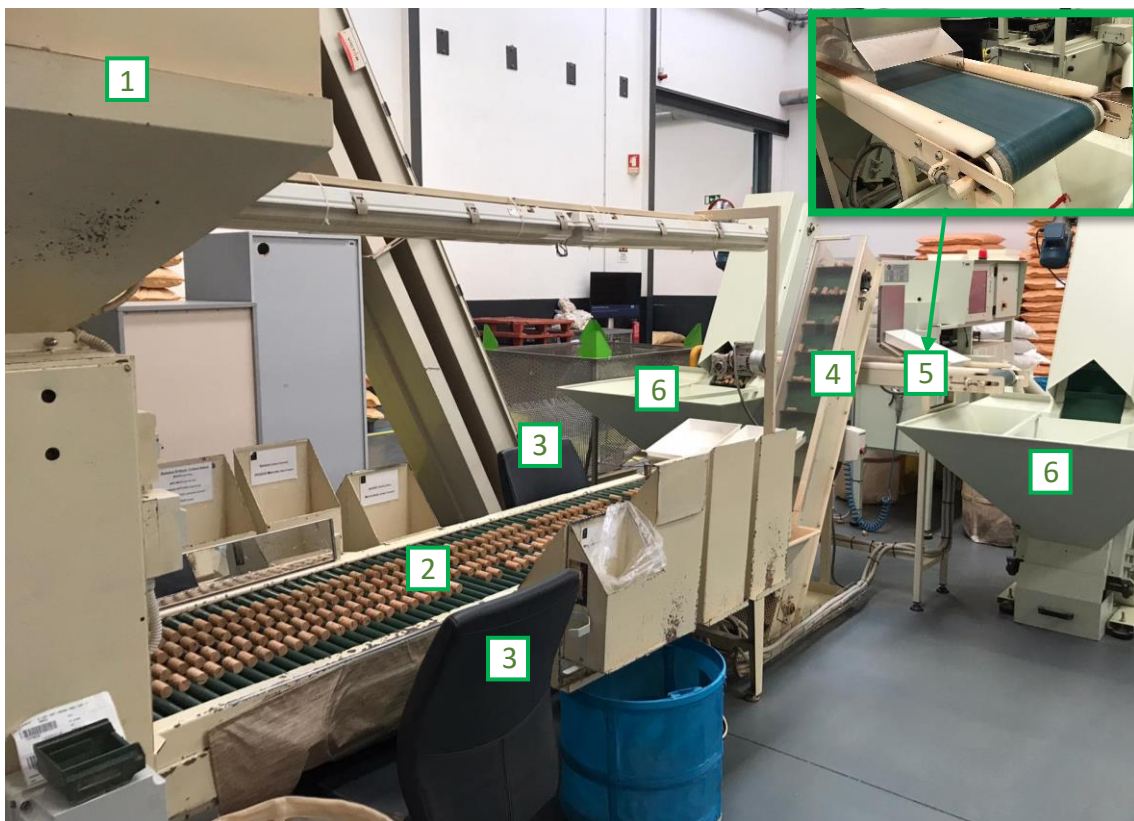


Figura 21 - Equipamento de escolha manual

O equipamento de EE, visível na Figura 22, é abastecido pelo equipamento de EM, conforme mencionado no parágrafo anterior. De seguida, um tapete com telas (Figura 22.1) faz o transporte das rolhas desde a moega (Figura 21.6) até à cuba (Figura 22.2). Posto isto, através da vibração da cuba, as rolhas são organizadas e encaminhadas para os cordões verdes (Figura 22.3), que fazem a sua deslocação até chegarem ao

interior do equipamento de EE (Figura 22.4). No final dos cordões verdes existe um chapéu de calibre (Figura 23.7), com as dimensões apropriadas para os diferentes calibres de rolhas do processo produtivo. Este dispositivo permite alinhar corretamente as rolhas para a entrada no interior do equipamento de EE.

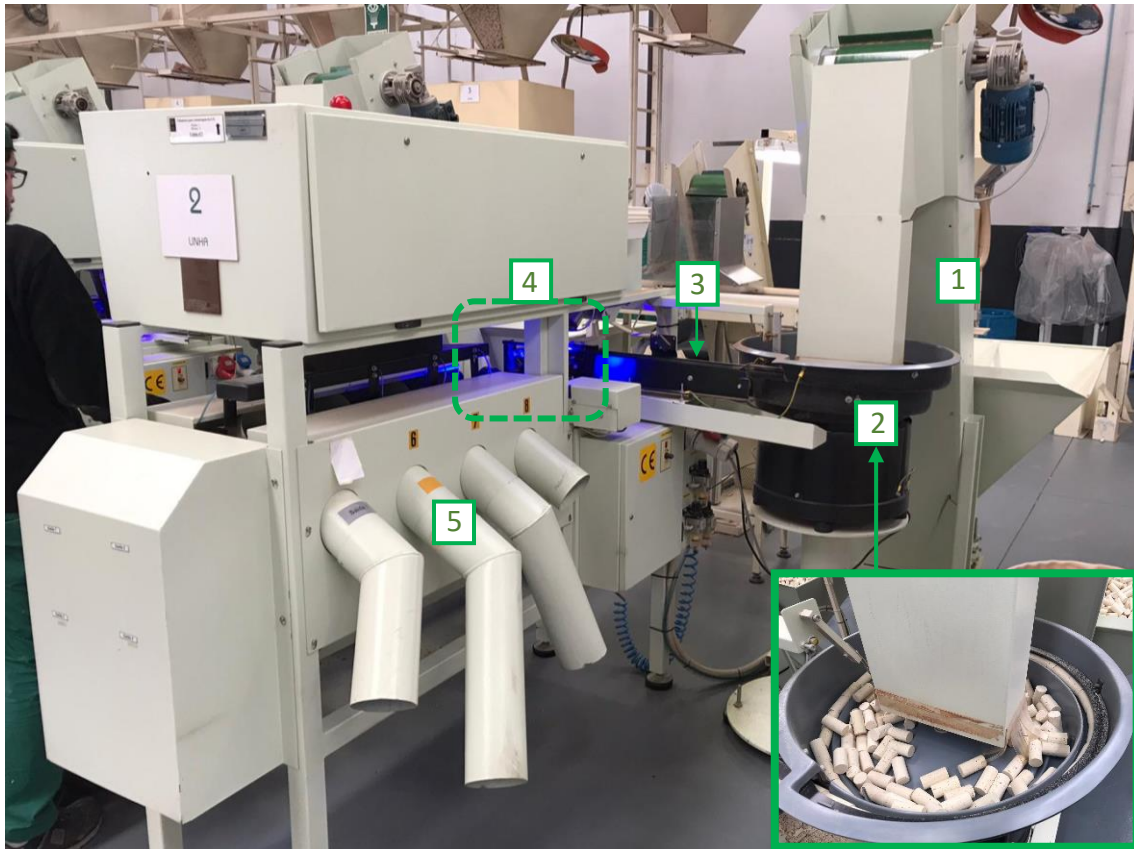


Figura 22 – Equipamento de escolha eletrónica

De seguida, o cilindro de alimentação (Figura 23.1) é acionado e transporta a rolha até aos rolamentos do cilindro de pressão (Figura 23.2), que a pressionam contra o mecanismo de rotação (Figura 23.3). Com a rolha posicionada (Figura 23.4), o motor de rotação é acionado, colocando-a em revolução para que a primeira câmara fotográfica (Figura 23.5), auxiliada por iluminação de lâmpadas LED (Figura 23.6), faça o registo de todo o corpo da mesma. A rolha avança quando a anterior é transportada pelo cilindro de alimentação (Figura 23.1), empurrando-a para o próximo posto. Para que a rolha seja movida com o posicionamento correto, existem dois calços (Figura 23.8), que corrigem a disposição da rolha. Estes calços variam consoante o comprimento da rolha.

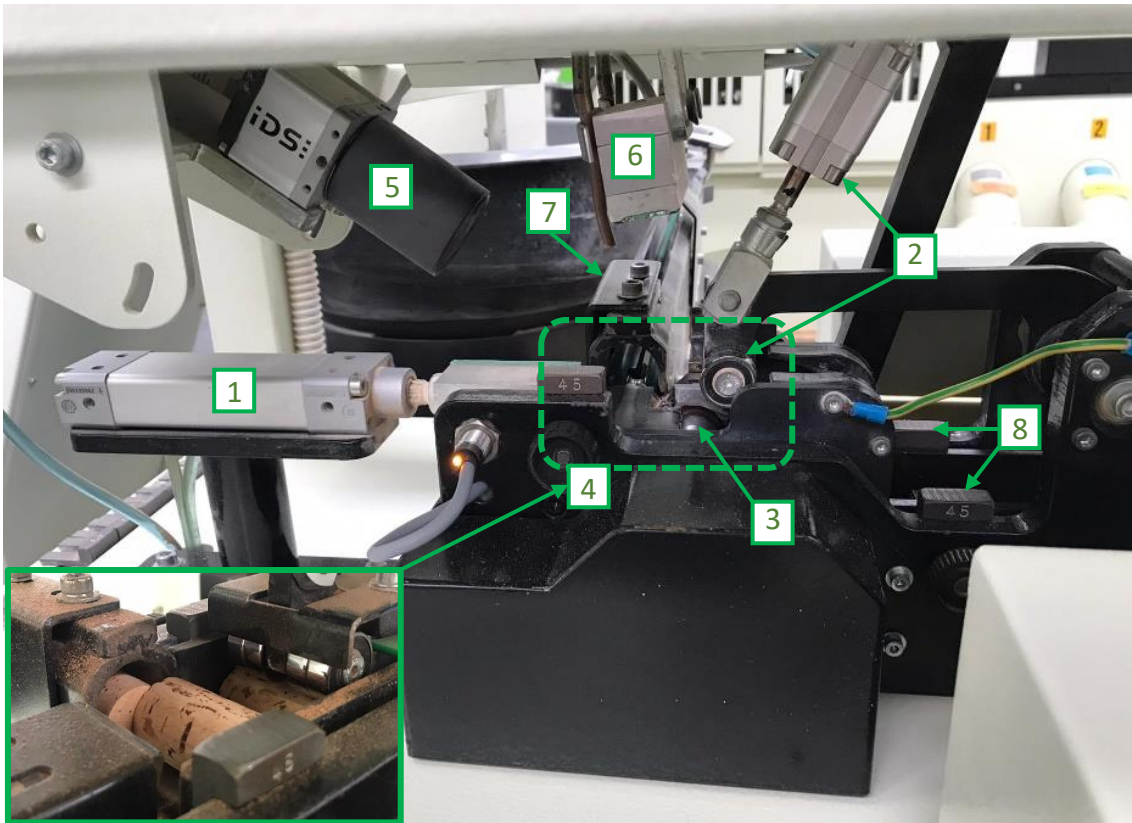


Figura 23 – Interior do equipamento de escolha eletrónica (parte 1)

Posto isto, a rolha é colocada sobre uma correia (Figura 24.1) que a transporta até à segunda zona de registo (Figura 24.2). É neste posto que um conjunto de duas câmaras fotográficas (Figura 24.3), auxiliadas por iluminação de lâmpadas LED (Figura 24.4), fazem o registo de ambos os topos da rolha. Com o registo dos topos e do corpo da rolha já efetuado, é realizada a comparação da mesma com a base de dados existente para que seja definido o calibre da rolha. Por último, a correia avança até colocar a rolha em frente ao cano desejado (Figura 22.5 e Figura 24.5), consoante a qualidade da mesma, e é acionado um jato de ar (Figura 24.6) para encaminhar a rolha para as alcofas.

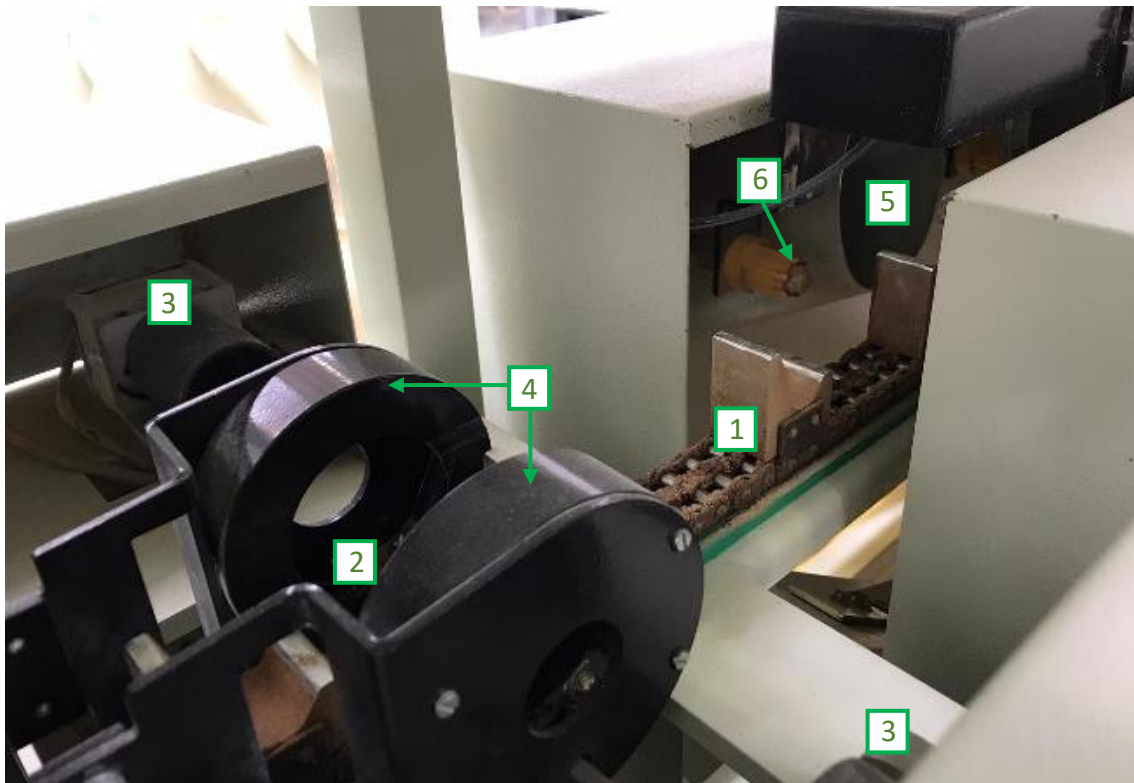


Figura 24 - Interior do equipamento de escolha eletrónica (parte 2)

3.7 Aplicação da metodologia TPM

Para a aplicação desta metodologia, o trabalho a realizar foi dividido em duas partes. A primeira prende-se com a análise e intervenção nas avarias de maior expressão no DSL e que causam grandes transtornos também a outros departamentos. A segunda parte passa pela definição e ajuste das gamas de manutenção preventiva e a definição e elaboração das gamas de manutenção autónoma, sendo estas últimas praticamente inexistentes.

3.7.1 Análise das avarias e propostas para implementação no DSL

No que toca a avarias no setor do DSL, optou-se por direcionar esta análise para os equipamentos de EE. Esta decisão prende-se com o facto dos relatos, quer do departamento de produção, onde se incluem os operadores, como também dos técnicos de manutenção, apontarem para um elevado número de ocorrências quando comparados com os restantes equipamentos. Assim sendo, para verificar a veracidade destes relatos, recorreu-se ao *software ManWinWin* para perceber qual o tempo perdido na reparação de avarias dos equipamentos de EM e EE desde o dia 1 de janeiro de 2019 até ao dia 13 de novembro de 2019 (Anexo 4). Concluiu-se portanto que os equipamentos de EE consomem, de facto, mais tempo na reparação de avarias, com 127,42 horas, o que corresponde a cerca de 89% do tempo total de reparações no DSL durante o período referido.

Conseqüentemente, foi levada a cabo a recolha, compilação e análise dos dados referentes às avarias para os equipamentos de EE durante o período de 1 de janeiro de 2019 até ao dia 13 de novembro de 2019 (Anexo 5). Estes dados referem-se ao tempo de reparação das avarias e não ao tempo de inatividade do equipamento durante essas mesmas avarias. Optou-se pela utilização deste indicador uma vez que nem todos os técnicos de manutenção registam corretamente as ocorrências, o que conduziria a uma análise menos fidedigna das intervenções. Assim sendo, o gráfico da Figura 25 contém a informação referente às intervenções registadas no período em estudo e que consomem 80% do tempo total de manutenção. O diagrama de Pareto encontra-se na sua totalidade no Anexo 6.

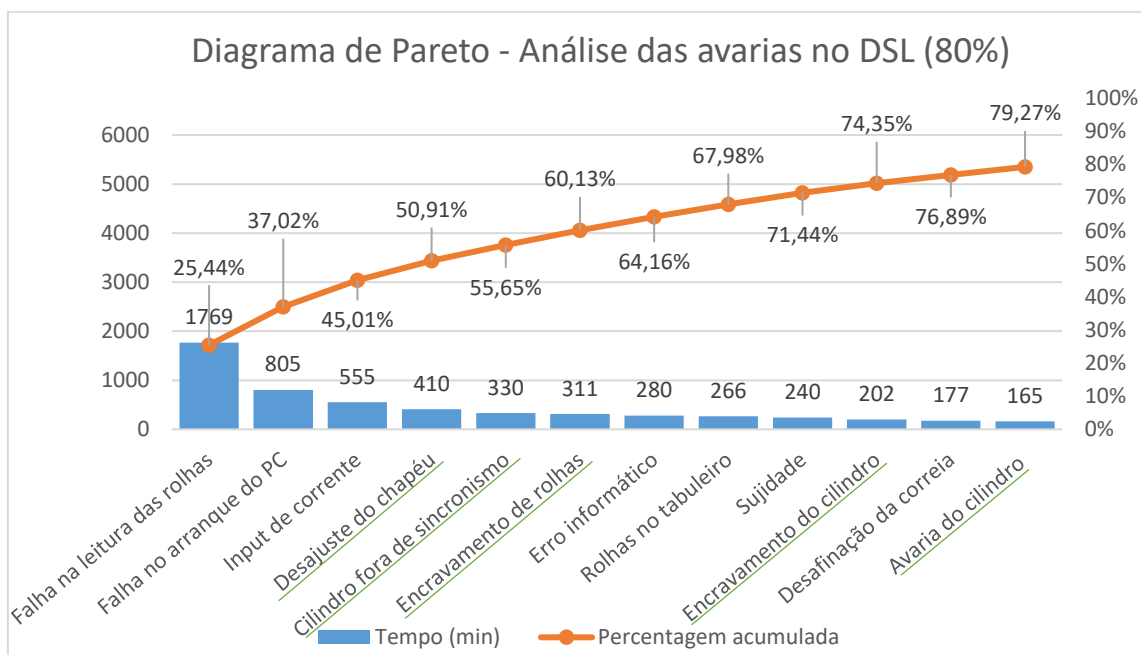


Figura 25 - Diagrama de Pareto para as avarias no DSL

Na primeira fase desta análise, fez-se a verificação das avarias que poderiam ter causas comuns, como por exemplo a ocorrência “falha na leitura das rolhas” poderia ser provocada pelo “erro informático”. A análise exclusiva destes dados não foi suficiente para compreender as avarias na sua totalidade, pelo que a experiência dos técnicos de manutenção e dos operadores foi fulcral neste processo. Desta forma, ficou claro que grande parte das ocorrências (assinaladas a verde no gráfico da Figura 25) originavam uma avaria denominada por “encravarmento do cilindro”. Isto ocorre quando o cilindro de alimentação (Figura 23.1) não consegue atuar, provocando acumulação de rolhas no interior do equipamento de EE. Esta situação leva à paragem das máquinas e a possíveis danos nas rolhas e no equipamento. Segundo o *software* de gestão da produção *MGPRO*, o departamento de produção estima que, para o período de 1 de maio até 31 de dezembro de 2019, perderam-se 296,3 h de trabalho devido a esta avaria no setor do DSL. Conseqüentemente, optou-se por abordar esta avaria, visto ser a que mais transtorno causa e cuja resolução não seria abrangida pelos capítulos seguintes.

Na segunda fase, procedeu-se ao estudo das relações causa-efeito para as avarias, de forma a procurar uma resolução para além das intervenções de manutenção corretiva. Para tal, recorreu-se novamente à experiência dos técnicos de manutenção e à ferramenta de análise dos cinco porquês. Nesta fase foi notório que o conhecimento mais intrínseco do equipamento de EE reside com os técnicos de manutenção e não com os operadores. Isto prende-se com o facto do equipamento ser totalmente automatizado.

De forma a facilitar e estruturar esta análise, foi feita a divisão do equipamento entre os mecanismos de “entrada” das rolhas e os dispositivos de “alimentação” que colocam as rolhas em posição para serem fotografadas. Esta informação encontra-se resumida na Tabela 18 com auxílio da Figura 26 e Figura 27.

Tabela 18 - Informação referente à estruturação da análise

Zona	Componentes	Ilustração
Entrada	Chapéu de calibre	Figura 27.1
	Cordões verdes	Figura 26.1
	Cuba (ou tambor vibrador)	Figura 26.2
Alimentação	Cilindro de alimentação	Figura 27.2
	Cilindro de pressão	Figura 27.3
	Joelhos	Figura 27.4

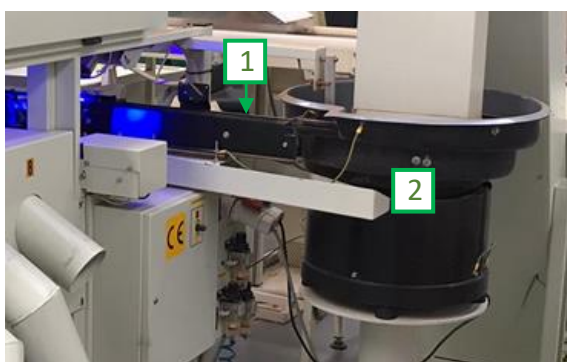


Figura 26 – Entrada de rolhas no equipamento de EE

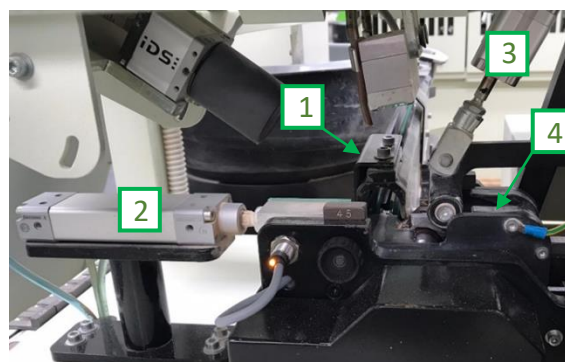


Figura 27 - Alimentação de rolhas no equipamento de EE

3.7.1.1 Chapéu de entrada

Relativamente ao desalinhamento do chapéu, chegou-se à conclusão de que existem duas causas, conforme ilustrado na Figura 28. A primeira é a utilização do chapéu incorreto para o calibre de rolha a ser processado. Isto acontece devido à falta de conhecimento por parte dos operadores ou por esquecimento dos mesmos em realizarem a troca. A segunda causa tem a ver com a má calibração do chapéu com a

entrada do cilindro, ou seja, se o chapéu for colocado demasiado alto as rolhas poderão não entrar na posição desejada, ou, por outro lado, se estiver demasiado baixo poderá danificar as rolhas.



Figura 28 - Análise dos cinco porquês para o desalinhamento do Chapéu de entrada

Na tentativa de eliminar a utilização do chapéu errado, os operadores foram sensibilizados para a importância do cumprimento das especificações dos chapéus para o calibre de rolha a processar. Esta ação prende-se com o facto desta falha ser da responsabilidade dos operadores.

Para combater a má calibração do chapéu, foram adicionadas ao *checklist* inicial de operação (Tabela 27) a verificação do ajuste da altura do chapéu, bem como a verificação de que o calibre do mesmo corresponde às rolhas a serem processadas. Foi também levado a cabo um estudo para a introdução de um chapéu com perfil cónico, que permitisse regular o seu calibre ajustando somente a altura do mesmo. Esta melhoria permitiria que o calibre do chapéu fosse alterado sem que fosse preciso removê-lo do equipamento, poupando tempo. Contudo, a solução apresentada não se provou viável uma vez que a complexidade do mecanismo, aliada aos custos da execução do mesmo, levaram a que o departamento de manutenção descartasse esta solução de melhoria. Contudo, quando apresentada ao departamento de produção, esta solução agradou, sendo provável que seja realizado um novo estudo acerca desta melhoria.

3.7.1.2 Cordões verdes

Para os cordões verdes, chegou-se à conclusão de que grande parte dos problemas residem na falta de manutenção, como é visível na Figura 29. Isto é, tanto a utilização do cordão para lá do tempo útil de vida, que conduz ao desgaste do componente, como a folga no cordão, que pode ser causado pela execução do cordão com as dimensões erradas, advêm do descuido nas manutenções de verificação deste elemento. Para além disso, existe também a possibilidade do mecanismo de entrada das rolhas para o interior do equipamento, ou seja, a altura dos cordões verdes

relativamente ao cilindro de alimentação, estar mal regulada. Isto poderá causar dificuldades ao avanço da rolha, podendo mesmo danificá-la.

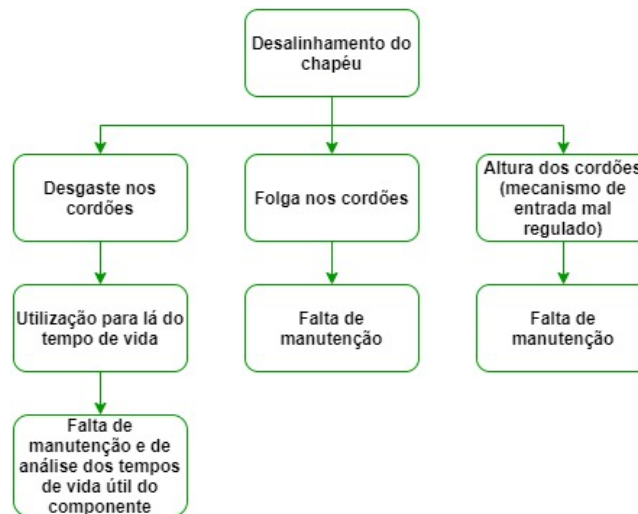


Figura 29 - Análise dos cinco porquês para os cordões verdes

As situações descritas acima podem também causar sobrecarga na cuba, visto que os cordões verdes não operam conforme as suas especificações de transporte de rolhas para o interior do equipamento de EE. Quando tal sucede, os operadores recorrem ao aumento da vibração da cuba para compensar. Isto levará a um esforço desnecessário sobre a cuba e à conseqüente diminuição do seu tempo útil de vida.

No que diz respeito ao desgaste dos cordões, seria proveitoso conduzir um estudo sobre o seu tempo de vida útil, para que se pudesse estabelecer a periodicidade das intervenções de manutenção preventiva de substituição deste componente. Esta ação é da preferência do diretor da manutenção, uma vez que a execução de um cordão apresenta um baixo custo (cerca de 4 €) e permitiria reduzir o tempo de paragens não planeadas para a troca deste componente. Porém, o histórico de avarias não é detalhado o suficiente para realizar esta análise, isto é, as avarias registadas para este componente são descritas de forma genérica como “cordões verdes”. Isto torna impossível averiguar se a intervenção no cordão diz respeito ao seu nível de desgaste, à existência de folga ou à altura do mecanismo.

Para realizar o controlo da folga do cordão foi criada uma ação de manutenção preventiva mensal com a proposta de utilização de um aparelho medidor de forças. Como diferentes folgas iriam proporcionar diferentes intensidades de força, seria facilmente perceptível se o cordão não estivesse a cumprir os requisitos. Contudo, esta ferramenta de controlo não foi aprovada uma vez que, segundo o departamento de manutenção, o aparelho requerido para desempenhar esta função não justificava o investimento (cerca de 500 €). De forma suplementar, para além da verificação da folga, nesta manutenção preventiva é também verificado o desgaste do cordão. Para isso, foi criado um cartão plastificado que contém dois segmentos de cordão, um já desgastado e outro totalmente novo, servindo como termo de comparação para auxiliar a verificação, como é visível na Figura 30.



Figura 30 - Cartão para a comparação entre um cordão novo e um gasto

De forma a garantir que o mecanismo de entrada das rolhas no equipamento é ajustado corretamente, foram criados dois ficheiros com os procedimentos operacionais *standard* (POS) (Anexo 7), um para a execução do cordão e o outro para a instalação do mesmo. Estes ficheiros contêm as instruções detalhadas necessárias para realizar as tarefas, bem como as ferramentas e os materiais utilizados durante estes processos. Foi também definido o comprimento ideal dos cordões, recorrendo-se numa primeira fase à experiência dos técnicos de manutenção para obter um intervalo de dimensões inicial. Posteriormente, procedeu-se à execução e instalação de cordões com dimensões próximas para eleger o tamanho ideal deste componente, chegando-se à conclusão de que o comprimento ideal é de 1785 mm.

3.7.1.3 Cuba (ou tambor vibrador)

No que diz respeito à cuba, foi necessário compreender melhor o funcionamento da mesma para perceber quais poderiam ser as causas para o seu mau funcionamento ou avarias. Como tal, optou-se por realizar uma análise desde a base do equipamento até se chegar ao recipiente da cuba propriamente dita. Os elementos que compõe a cuba são o transformador (Figura 31.1), que produz a vibração, as palhetas (Figura 31.2), que transferem a vibração para o recipiente da cuba, a distância entre ferros do transformador com o recipiente da cuba (Figura 31.3), que é responsável pela intensidade da vibração, e o revestimento da cuba (Figura 32), que facilita a movimentação das rolhas através da redução do atrito.

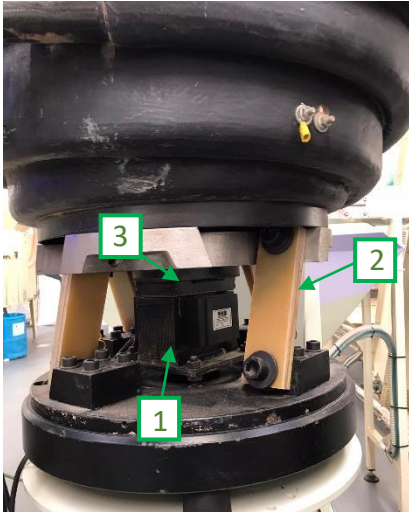


Figura 31 – Elementos de vibração da Cuba

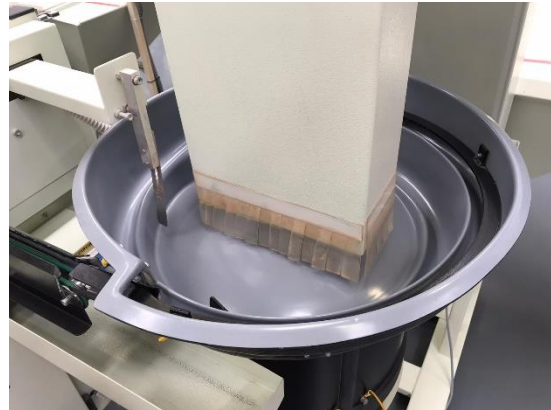


Figura 32 - Recipiente da cuba

Foram assim apuradas quatro causas para as avarias neste dispositivo, como é visível na Figura 33. A primeira prende-se com a fratura das palhetas de vibração (Figura 31.2), que é causada pelo desgaste do movimento de vibração constante a que este componente está sujeito. Ao estender a utilização do componente para lá da sua vida útil, aumenta-se o risco de uma possível avaria que careça de intervenção corretiva. Isto traduz-se na necessidade de interromper o processo produtivo para restabelecer o normal funcionamento do equipamento e, conseqüentemente, a perda de disponibilidade. A segunda tem a ver com a fadiga no transformador (Figura 31.1). Este problema, à semelhança do anterior, está relacionado com a utilização do componente para lá do seu tempo de vida útil teórico. Esta situação é originada pela falta de manutenção no que toca à verificação do estado deste componente. A terceira causa é a distância entre ferros (Figura 31.3) e está dependente da instalação do transformador. Assim sendo, quando a instalação do transformador é realizada, tem de se assegurar que a distância dos ferros é a pretendida. Caso este parâmetro não esteja correto, a cuba não irá apresentar a performance requerida para a alimentação de rolhas no equipamento. Por último, a quarta causa está relacionada com o revestimento da cuba (Figura 32). O desgaste provocado pela passagem repetitiva das rolhas leva à deterioração do revestimento, o que conduz ao aumento do atrito e, conseqüentemente, à diminuição da velocidade de abastecimento de rolhas no equipamento.

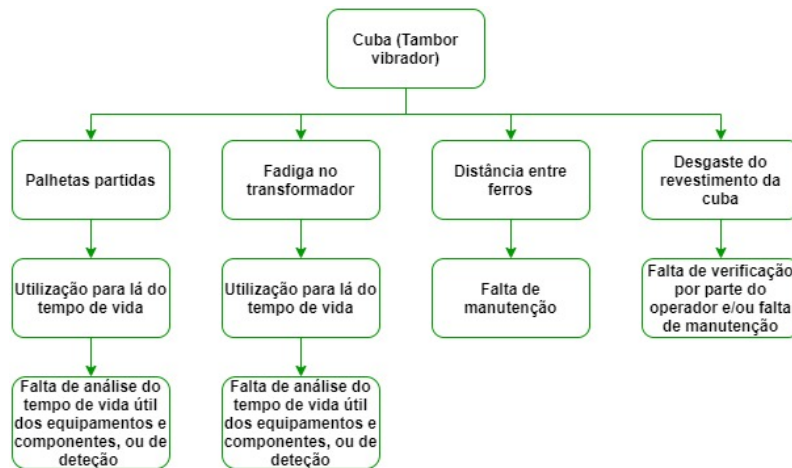


Figura 33 - Análise dos cinco porquês para a cuba

Para combater os problemas descritos no parágrafo anterior, foram estabelecidas ações de prevenção nos diferentes elementos que compõem a cuba. Para combater o número de palhetas partidas, sugeriu-se realizar a medição da vibração da cuba, para que se pudesse ajustá-la ao valor ideal. Isto permitiria prolongar a vida útil do componente. Contudo, esta ação não foi aplicável uma vez que o aparelho requerido para a medição de vibrações apresenta um custo considerado elevado pelo departamento de manutenção (cerca de 1000 €). Esta medição iria permitir aferir com mais rapidez o estado geral da cuba. Assim sendo, foram definidas ações para verificar o normal funcionamento dos restantes componentes, fazendo-se o controlo da cuba através de três novas medições. A primeira foca-se na medição do estado de desgaste do transformador, através de uma ação de manutenção preventiva mensal complementada por um ficheiro de POS. O valor limite de resistividade do transformador foi definido como $2,5 \Omega$, ou seja, quando se registarem valores inferiores, o componente tem de ser substituído. Este valor de resistividade foi definido através do conhecimento do fornecedor aliado à experiência dos técnicos de manutenção. A segunda ação tem como objetivo controlar a distância entre ferros. Para tal, foi criado um ficheiro de POS para a substituição do transformador, onde a distância entre ferros foi definida como 0,8 mm, segundo as recomendações do fornecedor. Por último, para controlar/verificar o desgaste do revestimento da cuba, foi concebido um teste de fácil execução. Este consiste em recolher uma rolha, colocá-la na base do recipiente da cuba e realizar a medição do tempo que esta demora a percorrer o circuito até chegar à saída da cuba. A rolha escolhida deve ter sempre o mesmo tratamento e calibre, para que as medições sejam as mais fidedignas possíveis. Devem ser conduzidas no mínimo cinco medições. Através da realização deste teste numa cuba com o revestimento em bom estado, apurou-se que o tempo ideal para que a rolha percorresse o circuito é cerca de 11 s, podendo haver pequenas oscilações entre os 10 e os 12 s. Esta verificação será realizada pelos operadores numa ação de manutenção autónoma mensal. Adicionalmente, foi também definido o valor do potenciómetro do equipamento como sete, numa escala de vibração de zero a nove, segundo as recomendações do fornecedor (Figura 34).



Figura 34 - Potenciômetro de vibração da cuba

Os ficheiros de POS referidos neste ponto encontram-se no (Anexo 8).

3.7.1.4 Cilindro de alimentação

Relativamente ao cilindro de alimentação pneumático, conclui-se que as ocorrências advêm do desgaste provocado no componente, como é visível na Figura 35. Este desgaste pode acontecer devido a três situações distintas. A primeira é a regulação incorreta da pressão de trabalho, onde grande parte dos manómetros demonstram que os atuadores operam com pressões superiores à recomendada. A segunda tem haver com a utilização para lá do tempo de vida do componente. Por último, existe acumulação de sujidade, nomeadamente pó de cortiça, no atuador do cilindro, o que dificulta o movimento deste elemento. Todas estas ocorrências derivam da falta de manutenção ou verificação por parte dos técnicos de manutenção e dos operadores

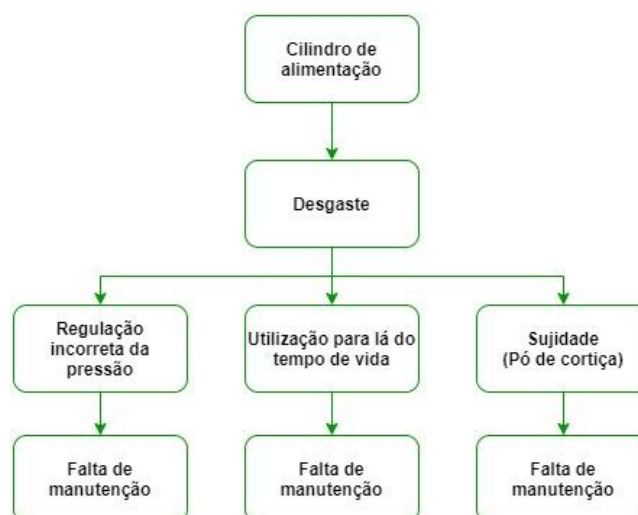


Figura 35 - Análise dos cinco porquês para o desgaste do cilindro de alimentação

Para controlar a pressão de trabalho do dispositivo, todos os cilindros foram colocados à pressão recomendada, compreendida entre os 0,2 e os 0,3 MPa. Foram também colocados indicadores nos manómetros, como é visível na Figura 36, para que fosse

facilmente perceptível o intervalo de valores em que os parâmetros da pressão de trabalho deve estar compreendida. Esta ação de gestão visual facilita a verificação por parte do operador visto não ser necessário que este consulte ou memorize os parâmetros. Esta verificação foi também incluída no *checklist* inicial de operação (Tabela 27) e está acompanhada do ficheiro de POS.



Figura 36 - Exemplo de um manómetro com indicação dos valores

No que diz respeito à utilização do componente para lá do tempo de vida útil teórico, contactou-se o fornecedor para obter os dados referentes a esta informação para o cilindro e válvulas. Posto isto, foi recomendada uma ação de manutenção preventiva, para que quando os cilindros (alimentação e pressão) atingissem 90% do tempo de vida útil teórico, que corresponde a cerca de três anos, fosse feita a substituição deste componente. Porém, esta ação não será levada a cabo pelo departamento de manutenção uma vez que existem cilindros ainda em funcionamento para lá do tempo de vida útil teórico expectável e que apresentam bom estado. Assim sendo, em vez de serem substituídos, será feita uma verificação mensal a todos os cilindros, que consiste na realização de um teste para garantir que permanecem estanques. Este teste divide-se em duas componentes. Na primeira, é feita a verificação do retentor da haste, para se garantir que não há fugas. Na segunda, coloca-se ar de um dos lados da câmara de ar e remove-se o tubo do lado oposto, verificando-se que não há passagem de ar. Repete-se o processo para o lado oposto da câmara. Este teste, caso não se verifiquem fugas de ar, garante que o cilindro se encontra em condições de funcionamento. Esta ação de verificação é acompanhada do respetivo ficheiro de POS.

Para proteger o cilindro do desgaste provocado pelo pó da cortiça, sugeriu-se a colocação de um fole de raspagem no atuador para proteger este elemento. Após contactar o fornecedor, aferiu-se que o custo do fole é de 70 € e o custo do cilindro é de 80 €. Depois de ser instalado no cilindro, o fole irá proteger o atuador em causa. Caso o cilindro avarie e seja substituído, o fole poderá não servir para o novo cilindro, dependendo do nível de desgaste sofrido. Segundo a experiência dos técnicos de manutenção, na maioria dos casos, os foles dos cilindros avariados não protegem devidamente os novos cilindros. Assim sendo, o departamento de manutenção reprovou esta ação visto que caso seja necessário adquirir um fole para cada cilindro novo instalado, o custo seria quase o dobro.

3.7.1.5 Cilindro de pressão

Para o cilindro de pressão, as causas de avaria prendem-se com três fatores, como é visível na Figura 37. O primeiro é a má regulação da sua altura, o que causa sobrecarga no cilindro de alimentação. A segunda é a deterioração dos rolamentos que exercem pressão na rolha, o que dificulta a passagem das rolhas. Ambas as situações descritas anteriormente causam o aumento do esforço no cilindro de pressão, bem como o aumentam o esforço que o cilindro de alimentação terá de exercer para conseguir empurrar as rolhas. Por último, à semelhança do que acontece com o cilindro de alimentação, a pressão de trabalho encontra-se regulada de forma incorreta, o que vai acelerar o desgaste deste componente.

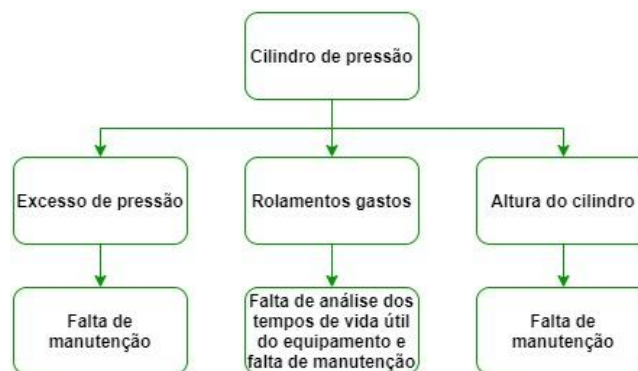


Figura 37 - Análise dos cinco porquês para o cilindro de pressão

De forma semelhante ao que sucedeu com as ações implementadas para controlar a pressão de trabalho nos cilindros de alimentação, todos os cilindros de pressão foram colocados à pressão recomendada, compreendida entre os 0,2 e os 0,3 MPa. Colocaram-se também indicadores nos manómetros, tornando facilmente perceptível o intervalo de valores em que os parâmetros da pressão de trabalho deve estar compreendida. A verificação das pressões registadas pelos manómetros foi também incluída no *checklist* inicial de operação (Tabela 27) e está acompanhada do ficheiro de POS.

No que diz respeito aos rolamentos gastos, visto que este componente é relativamente barato (cerca de 4 €), contactou-se o fornecedor para perceber qual a vida útil do equipamento. Desta forma, foi criada uma ação de manutenção preventiva para que quando o componente atingir 90% do tempo de vida útil teórico, que corresponde a cerca de dois anos, seja substituído.

Para combater a má regulação da altura do cilindro, foi introduzida a verificação e ajuste deste componente no *checklist* inicial de operação (Tabela 27), para que caso não esteja em conformidade, o técnico de manutenção seja alertado e possa proceder à correção. A altura padrão deste componente varia consoante o calibre de rolha a ser processada, sendo o seu ajuste realizado consoante o diâmetro das rolhas para cada lote.

3.7.1.6 Joelhos

Relativamente aos componentes denominados como joelhos (Figura 38), estes servem como guias para que as rolhas sejam encaminhadas corretamente para a zona de registo fotográfico dos topos da rolha. Como tal, estão sujeitos ao desgaste provocado pelo atrito repetitivo das rolhas e, também, pelo pó da cortiça. Existem também situações em que na tentativa de desencravar rolhas que possam estar a congestionar o processo produtivo, os operadores danificam o componente. Os joelhos são feitos de *teflon*.

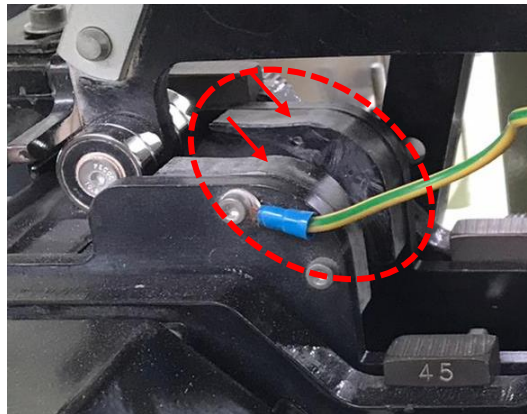





Figura 38 - Exemplo do elemento denominado como joelho

De forma a tentar prolongar o tempo de vida útil destes componentes, foi realizado um teste com joelhos de diferentes materiais. Os materiais escolhidos, para além do *teflon* já utilizado (9,65 € por joelho), foram o *teflon* reforçado (7 € por joelho) e o aço inoxidável (18,5 € por joelho). Estes três conjuntos foram colocados em três equipamentos de EE com níveis semelhantes de produção, sendo que cada equipamento requer dois joelhos. Após um período de dois meses em teste, as amostras foram retiradas e comparadas, para que se pudesse eleger o material ideal para desempenhar a função requerida. Na Tabela 19 é apresentado o registo fotográfico no final do estudo.

Tabela 19 - Comparação do desgaste provocado em cada material

<i>Teflon</i>	
<i>Teflon reforçado</i>	
Aço inoxidável	

Segundo a informação apresentada na Tabela 19, é facilmente perceptível que o elemento que apresenta maior desgaste é o *teflon*, seguido do *teflon* reforçado e por último o aço inoxidável. Assim sendo, a dúvida na escolha do material reside entre o *teflon* reforçado e o aço inoxidável. Isto prende-se com o facto de que apesar do *teflon* reforçado apresentar um desgaste ligeiramente superior ao aço inoxidável, o seu preço é inferior. Após a deliberação com a equipa de manutenção, optou-se por escolher o *teflon* reforçado uma vez que o joelho em aço inoxidável representa um custo muito superior, cerca de 2,6 vezes mais por joelho, e os danos apresentados por ambos os materiais não justificam esta diferença de custo. Comparativamente ao *teflon* regular, a utilização de *teflon* reforçado traduz-se num ganho de 2,65 € por joelho.

Para combater os danos causados pelas tentativas de desencravamento, os operadores foram sensibilizados para que caso se verificasse uma situação de congestionamento de rolhas, alertassem o departamento de manutenção. Os técnicos são então responsáveis por apurar as causas do encravamento e repor o normal funcionamento do equipamento.

3.7.1.7 Resumo das implementações

Concluída a análise, e reunidas as implementações necessárias para combater o encravamento de rolhas no equipamento, realizou-se uma reunião com o departamento responsável pelo setor DSL. Esta reunião serviu para alertar os supervisores deste posto das várias causas apuradas e das conseqüentes ações de melhoria que seriam implementadas, tanto da parte do departamento de manutenção como, caso assim o entendessem, da parte do departamento de produção. Após a discussão desta análise, as propostas apresentadas para o setor do DSL foram aprovadas.

Na Tabela 20, Tabela 21 e Tabela 22 encontra-se um resumo com todas as implementações estudadas (aprovadas, não aplicáveis ou reprovadas), onde é apresentado o elemento em análise, as ações implementadas e o estado dessas mesmas implementações.

Tabela 20 - Resumo das implementações

Elemento	Implementação	Estado
	Sensibilização dos operadores para a importância de cumprirem com as especificações do chapéu.	Aplicado
Chapéu de entrada	Adicionar a verificação da altura e do calibre do chapéu ao <i>checklist</i> de início de turno.	Aplicado
	Estudo de um chapéu universal ajustável de perfil cónico (<i>ideia a explorar no futuro</i>).	Não aplicável no imediato

Tabela 21 - Resumo das implementações (continuação 1)

Elemento	Implementação	Estado
Cordões verdes	Estudo para aferir o tempo de vida útil teórico do cordão (histórico de avarias pouco detalhado).	Não exequível no imediato
	Ação de manutenção preventiva para controlar a folga do cordão através de um aparelho medidor de força (preço do aparelho elevado).	Reprovado
	Ação de manutenção preventiva (com POS) para a verificação do desgaste e da folga do cordão.	Aplicado
	Criação de dois POS para garantir que o comprimento e a instalação (altura) do cordão são corretos.	Aplicado
Cuba (ou tambor vibrador)	Medição da vibração para ajustá-la ao valor ideal, aumentando a vida útil do componente (preço do aparelho elevado).	Reprovado
	Ação de manutenção preventiva (com POS) para a medição da resistividade do transformador.	Aplicado
	Criação de POS para substituição do transformador, garantindo que a distancia entre ferros é de 0,8 mm.	Aplicado
	Ação de manutenção preventiva (POS) para a verificação do desgaste do revestimento da cuba.	Aplicado
Cilindro de alimentação	Adicionar a verificação das pressões dos manómetros ao <i>checklist</i> de início de turno.	Aplicado
	Ação de manutenção preventiva para a substituição do componente ao atingir o tempo de vida útil teórico.	Reprovado
	Ação de manutenção preventiva (POS) para verificar a estanquidade do componente.	Aplicado
	Aplicação de um fole de raspagem para proteger o componente (preço do componente elevado).	Reprovado
Cilindro de pressão	Adicionar a verificação das pressões dos manómetros ao <i>checklist</i> de início de turno.	Aplicado
	Ação de manutenção preventiva (POS) para a troca dos rolamentos quando estes atingirem o tempo de vida útil teórico.	Aplicado
	Adicionar a verificação e ajuste da altura do cilindro ao <i>checklist</i> de início de turno.	Aplicado

Tabela 22 - Resumo das implementações (continuação 2)






Elemento	Implementação	Estado
Joelhos	Substituição dos joelhos de <i>teflon</i> por <i>teflon</i> reforçado.	Aplicado
	Sensibilização dos operadores para alertarem um técnico de manutenção em caso de congestionamento.	Aplicado

3.7.2 Manutenção Preventiva

No que diz respeito à manutenção preventiva, através da informação recolhida no chão de fábrica, da consulta dos manuais dos equipamentos e, sobretudo, da experiência e conhecimento dos técnicos de manutenção, procedeu-se ao ajuste dos planos preventivos existentes para o setor do DSL, exemplificado na Tabela 24. É possível consultar esta informação no *software ManWinWin*. Além disso, de forma a padronizar e facilitar as intervenções abordadas neste capítulo, foram criados procedimentos operacionais *standard* (POS), conforme ilustrado na Figura 39. Este modelo foi desenvolvido com o departamento de manutenção, em conformidade com os documentos padrão da empresa. Assim sendo, todas as informações referentes à atividade a ser executada, como a descrição do procedimento, os materiais necessários, a segurança do operador, a segurança alimentar e os equipamentos de proteção individual (EPI), encontram-se descritas nestes ficheiros. De referir que a segurança alimentar se prende com a utilização de materiais (como por exemplo os lubrificantes) que não comprometam a segurança dos produtos alimentares, uma vez que a rolha estará em contacto direto com o vinho. Foram desenvolvidos 19 POS de manutenção preventiva.













Para facilitar a gestão visual dos documentos, foi introduzida a simbologia de cada tipo de tarefa, como é observável na Tabela 23.

Tabela 23 - Simbologia das tarefas de manutenção

Tarefa	Símbolo
Controlo Manual	
Controlo Visual	
Controlo Auditivo	
Lubrificação	
Limpeza	

Na Tabela 24 está representado o plano de manutenções preventivas, referentes ao equipamento de EE. O plano de manutenção preventivo para o equipamento de EM encontra-se no Anexo 9. Os POS referentes a algumas destas tarefas de manutenção, de ambos os equipamentos (EM e EE), encontram-se Anexo 10.

Tabela 24 – Plano de manutenção preventiva para o equipamento de EE

Periodicidade	Operação	Responsável	Ação
Semanal	Limpeza profunda do equipamento	Empresa externa	
Mensal	Lubrificar chumaceiras	Técnico de Manutenção	
	Verificar/lubrificar correntes e substituir os lubrificantes automáticos se necessário	Técnico de Manutenção	
	Verificar rolamentos	Técnico de Manutenção	
	Verificar guia da corrente	Técnico de Manutenção	
	Limpeza dos filtros da <i>box</i>	Técnico de Manutenção	
	Verificação do estado das telas e afinação	Técnico de Manutenção	
	Verificar motores e tambores	Técnico de Manutenção	
	Medição da resistividade do transformador da cuba	Técnico de Manutenção	
	Verificar o estado do desgaste do revestimento da cuba (teste rolha)	Técnico de Manutenção	
	Testar a estanquidade dos cilindros	Técnico de Manutenção	
Bianual	Substituição dos rolamentos	Técnico de Manutenção	

Como referido anteriormente neste capítulo, foram criados POS para as manutenções preventivas, conforme ilustrado na Figura 39. Isto garante que a operação seja o mais uniforme possível, tanto na execução como na duração da mesma, independentemente do técnico responsável por realizá-la. Esta ferramenta é de extrema importância e relevância para os técnicos de manutenção que estejam a executar estas ações pela primeira vez, proporcionando uma explicação passo a passo.















		Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento Escolha Eletrónica	Operação Lubrificação das chumaceiras	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 30 min	Legenda Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação  Controlo Auditivo  Limpeza 	
Material:	Lubrificante massa consistente NSF				
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.				
Segurança alimentar:	Norma NSF H1				
Riscos:	N/A				
EPI's:					
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.				
Fase	Procedimento	Imagem			Ação
Segurança	Se a máquina estiver em produção, desligar/bloquear a alimentação do equipamento (utilização do mecanismo de <i>Lockout Tagout</i>).				
Equipamento	Identificar o equipamento de Escolha Eletrónica. Retirar as chapas de proteção indicadas na figura.				
1	Verificar o estados dos graces e limpar se necessário. Colocar o lubrificante nos graces indicados, aplicando 1/2 bombadas.				  

Figura 39 - Exemplo de um POS de manutenção preventiva

Por fim, em conformidade com a simbologia utilizada nos ficheiros POS (Tabela 23), foram colocados marcadores com os símbolos referentes a cada tarefa. Isto irá facilitar a localização dos pontos de intervenção no equipamento, como é visível na Figura 40, na Figura 41 e na Figura 42.



Figura 40 - Exemplo de gestão visual no equipamento de EE (controle manual e visual)



Figura 41 - Exemplo de gestão visual no equipamento de EE (limpeza e lubrificação)



Figura 42 - Exemplo de gestão visual no equipamento de EM (lubrificação)

3.7.3 Manutenção Autónoma









Relativamente à manutenção autónoma, esta permite combinar o conhecimento técnico do departamento de manutenção com a experiência adquirida no quotidiano de utilização da máquina. Isto possibilita que os operadores realizem tarefas simples, como verificações visuais e manuais, limpezas, lubrificações e substituições de alguns componentes danificados. Contudo, por decisão do diretor de manutenção, as ações de lubrificação serão da responsabilidade do departamento de manutenção.

Para conceber os planos de manutenção autónoma, realizou-se a análise dos planos de manutenção preventiva existentes até ao início do estágio. Esta análise consiste em avaliar a complexidade das operações de manutenção, para que seja feita a seleção das tarefas que podem ser realizadas pelos operadores. De forma semelhante ao que sucedeu na elaboração dos planos de manutenção preventiva, recorreu-se também aos manuais dos equipamentos, ao *feedback* dos operadores e ao conhecimento dos técnicos de manutenção para complementar o conjunto de ações a implementar. Visto que os planos de manutenção preventiva eram inexistentes, foram desenvolvidos de raiz. O plano de manutenção autónoma para o setor do DSL está ilustrado na Tabela 25 e na Tabela 26.

Tabela 25 - Plano de manutenção autónoma para o setor do DSL

Periodicidade	Equipamento	Operação	Responsável	Ação
Final de turno	EM/EE	Limpeza (aspiração do excesso de pó)	Operador do equipamento	
Mensal	EE	Verificar as lentes das câmaras	Operador do equipamento	

Tabela 26 - Plano de manutenção autónoma para o setor do DSL (continuação)

Periodicidade	Equipamento	Operação	Responsável	Ação
Mensal	EE	Verificar os joelhos Substituir se necessário	Operador do equipamento	 
Mensal	EE	Verificar as lâmpadas LED	Operador do equipamento	
Mensal	EE	Verificar o circuito pneumático	Operador do equipamento	 
Mensal	EE	Verificar cordão verde	Operador do equipamento	 
Trimestral	EM	Verificar os rolos	Operador do equipamento	

As tarefas apresentadas na Tabela 25 e na Tabela 26 possuem os respetivos ficheiros POS (alguns exemplos no Anexo 11), para que todas as operações sejam realizadas sem dificuldades e de forma semelhante por todos os operadores. Na Figura 43 é apresentado um exemplo de um POS referente à verificação das lâmpadas LED. De igual forma ao que foi realizado para as tarefas de manutenção preventiva, foram colocados marcadores com os símbolos referentes a cada tarefa para facilitar a localização dos pontos de intervenção.

Para completar o trabalho realizado no que diz respeito à manutenção autónoma, e visto não serem realizadas verificações nem afinações iniciais, foi criada uma *checklist* de início de turno, representada na Tabela 21. Esta *checklist* contém verificações/inspeções de alguns parâmetros da máquina de EE, bem como afinações necessárias para o normal funcionamento da mesma. Com esta ação, espera-se detetar atempadamente situações de possível avaria que necessitem de intervenção corretiva, reduzindo assim os tempos de paragem por avaria. No total, foram desenvolvidos 17 POS de manutenção autónoma, incluindo as ações do checklist de início de turno.



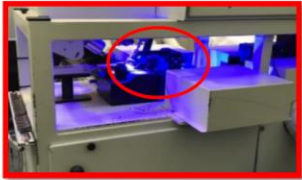










		Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda	
Escolha Eletrónica	Verificação das lâmpadas leds	Operador	15 min	Controlo Visual	
				Controlo Manual	
				Lubrificação	
				Controlo Auditivo	
				Limpeza	
Material:		Material de limpeza se necessário.			
Segurança operador:		As operações têm de ser realizadas com a máquina parada à exceção das lâmpadas led.			
Segurança alimentar:		N/A			
Riscos:		N/A			
EPI's:					
Observações:		Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem		Ação	
Segurança/Equipamento	Se a máquina estiver em produção, utilizar a etiqueta de bloqueio de equipamento (<i>Lockout Tagout</i>).				
	Identificar o equipamento de Escolha Eletrónica				
1	Verificar se as lâmpadas leds do corpo estão a funcionar e não têm nenhuma fissura, acionando e desligando as mesmas. Limpar se necessário.			 	
2	Verificar se as lâmpadas leds dos topos estão a funcionar e não têm nenhuma fissura, acionando e desligando as mesmas. Limpar se necessário.			 	
Exemplo	Exemplo de uma lâmpada de corpo danificada.				

Figura 43 - Exemplo de um POS de manutenção autónoma

Tabela 27 - Checklist com verificações e ajustes de início de turno (EE)

Local	Operação	Responsável	Ação	<input checked="" type="checkbox"/>
Circuito de transporte	Verificar se existem rolhas no circuito de transporte do equipamento	Operador do equipamento		
Painel de controlo	Testar seguranças	Operador do equipamento		
Chapéu de entrada	Verificar a altura do chapéu (dependo do calibre da rolha)	Operador do equipamento		
Chapéu de entrada	Verificar se o calibre do chapéu corresponde ao calibre das rolhas Substituir se necessário	Operador do equipamento	 	
Cuba	Verificar o nível do potenciómetro de vibração (7)	Operador do equipamento		
Sistema pneumático	Verificar as pressões nos manómetros (entre 0,2 e 0,3 MPa)	Operador do equipamento		
Cilindro de pressão	Verificar a altura do cilindro de pressão (depende do calibre da rolha)	Operador do equipamento		
Painel de controlo	Limpar a memória do sistema informático	Operador do equipamento		
Sistema de registo fotográfico	Limpeza das lentes e das lâmpadas LED	Operador do equipamento		
Circuito de transporte	Verificar os calços das rolhas	Operador do equipamento		

3.8 6S no setor do DSL

No que diz respeito à ferramenta dos 6S, o setor do DSL apresenta várias medidas já implementadas. Conforme foi referido anteriormente (capítulo 3.4.2), existe uma grande aposta por parte da empresa nesta metodologia e, como tal, este posto já se encontra totalmente adaptado aos 6S. Assim sendo, este setor conta com duas zonas de apoio aos operadores, conforme ilustrado pela Figura 44 e Figura 45. Estas mesas servem para que os operadores possam receber ordens de produção, recolham e armazenem amostras para serem testadas e encontrem o material necessário para

executarem as suas funções. Estes espaços encontram-se organizados somente com o material necessário para este posto.



Figura 44 - Zona de apoio 1



Figura 45 - Zona de apoio 2

Existe também um espaço reservado para as paletes, conforme ilustrado na Figura 46, que se encontra delimitado para evitar a desordem e desarrumação do setor. Por último, existe um espaço no equipamento de EE, com os diferentes calços necessários e com a respetivo local de arrumação de cada elemento, como é visível na Figura 47.



Figura 46 - Zona para paletes



Figura 47 - Local para a colocação dos calços

3.9 Resultados obtidos

Relativamente à análise levada a cabo para o conjunto de avarias que resultam no encravamento do cilindro, foi possível diminuir o impacto que estas causavam no tempo de produção. Assim sendo, através da introdução progressiva das ações a implementar, a partir de janeiro de 2020, é possível verificar que a situação se manteve constante até março de 2020. A média de tempo perdido com esta avaria para o período até março de 2020 é de cerca de 39,14 h. Isto deve-se ao facto de nem todas as implementações terem efeitos imediatos e, também, de haver a necessidade de adaptação por parte dos operadores e dos técnicos de manutenção. Posto isto, a partir de março de 2020 é possível observar uma redução significativa do tempo perdido, passando para uma média de 25,57 h nos três meses seguintes. Isto representa uma diminuição de pouco mais de 34%. Os resultados obtidos encontram-

se sumarizados no gráfico da Figura 48. Esta informação foi retirada do *software* de gestão da produção *MGPRO*.

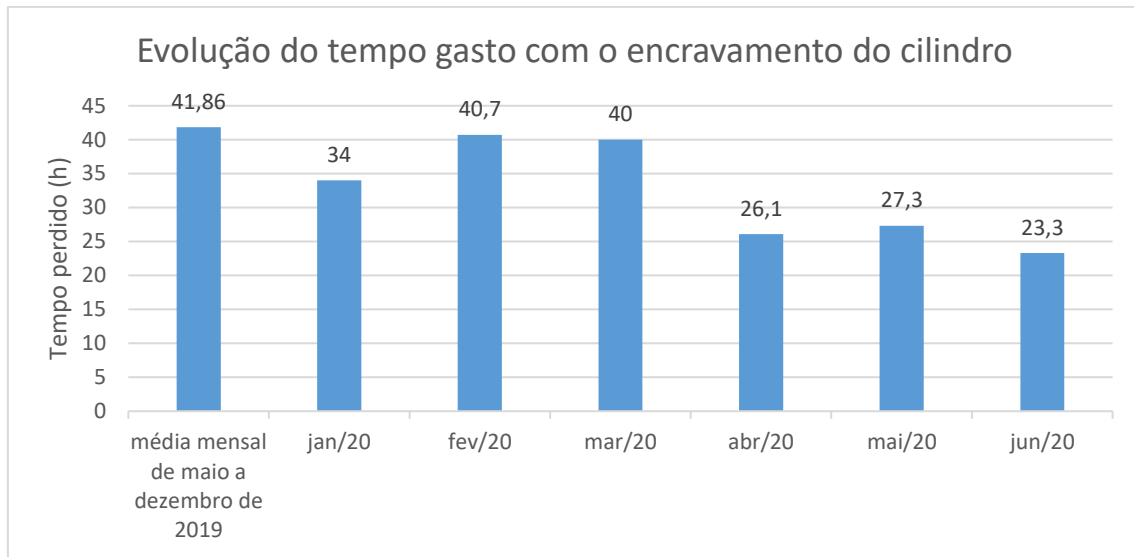


Figura 48 - Evolução do tempo gasto com o encravamento do cilindro

Quanto ao OEE, a intervenção nas diversas áreas da manutenção para o setor do DSL, traduziu-se num ligeiro aumento dos seus indicadores. Para efeitos de cálculo, a CSP considera que o indicador da qualidade corresponde a 100%. Conforme ilustrado no gráfico da Figura 49, durante o período de implementações (de janeiro a junho de 2020) houve uma subida no valor dos indicadores do OEE, quando comparados com o período de maio a dezembro de 2019. Para o desempenho, o ganho foi de 1,7%, enquanto que para a disponibilidade o aumento foi de 3,3%. Isto representa um aumento médio do OEE de 4,6%. Esta informação foi retirada do *software* de gestão da produção *MGPRO*.

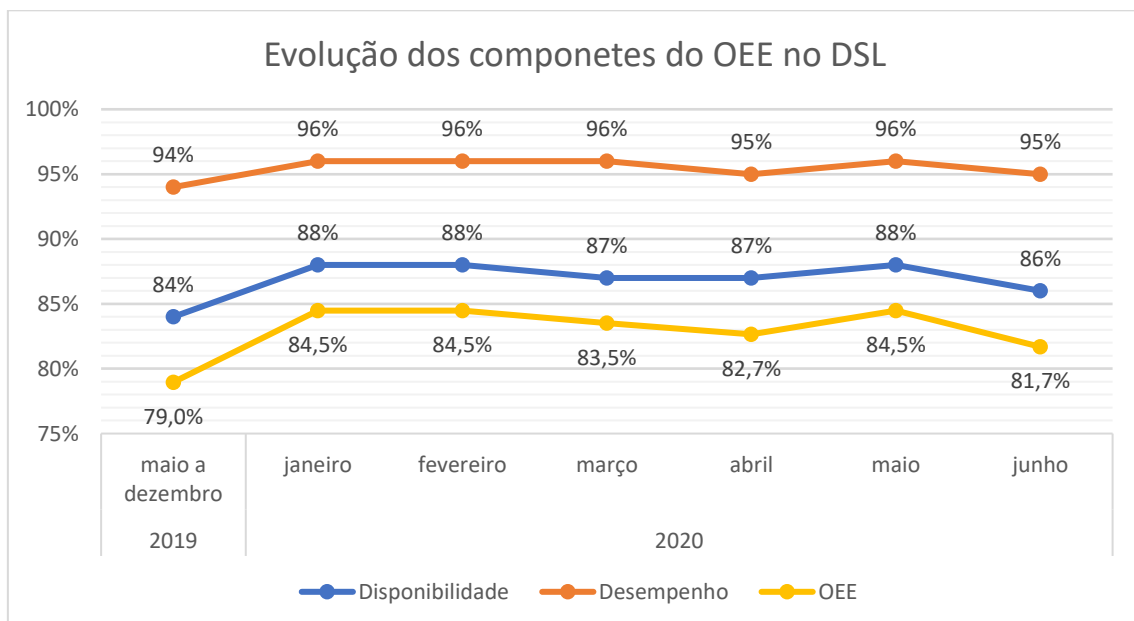


Figura 49 - Evolução do OEE e dos respetivos indicadores

A Tabela 28 apresenta a comparação entre os valores de referência mundial e os valores atuais (entre janeiro e junho de 2020) do DSL, para o OEE e para os seus indicadores. Denota-se então que apesar do desempenho já se encontrar ao nível exigido, há ainda a necessidade de evoluir positivamente a disponibilidade deste setor para que se atinga um OEE de referência mundial.

Tabela 28 - Comparação entre os indicadores (OEE) de referência mundial e do DSL

Indicador	Valores de referência mundial	Valores do DSL	
Disponibilidade	90%	87,3%	✗
Desempenho	95%	95,7%	✓
OEE	85%	83,6%	✗

Com a reestruturação dos planos de manutenção preventiva e a introdução de planos de manutenção autónoma e da *checklist* de início de turno, foi possível reduzir o número de manutenções a realizar pelos técnicos de manutenção. Como é visível no gráfico da Figura 50, o número de ações preventivas a realizar pelos técnicos de manutenção para o setor do DSL foi reduzido de 34 para 18.

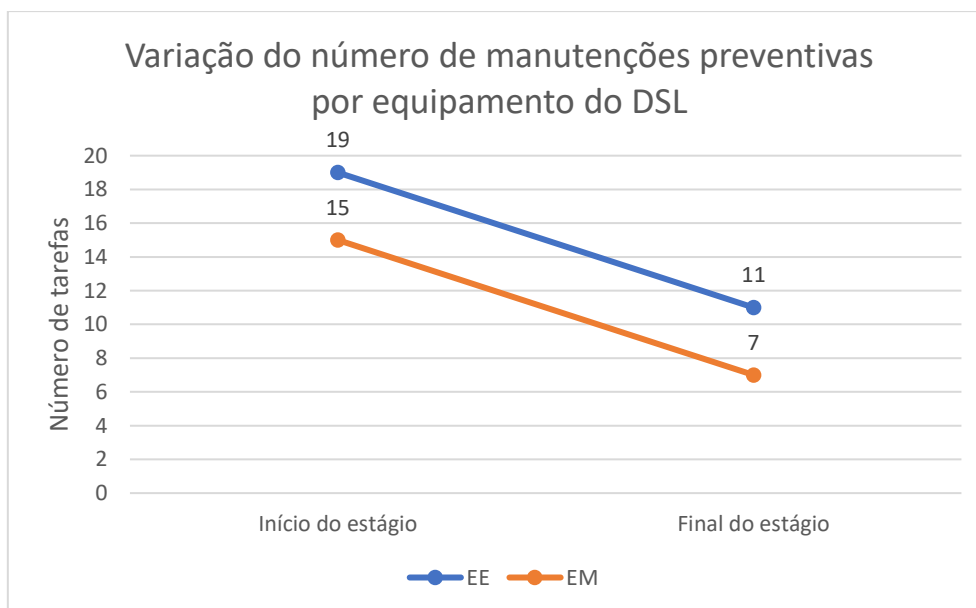


Figura 50 - Variação do número de manutenções preventivas

Esta redução do número de tarefas a realizar pelos técnicos de manutenção irá, consequentemente, representar uma diminuição do tempo que estes dispõem em manutenções preventivas. Isto permite focar os recursos do departamento de manutenção em ações mais urgentes. O gráfico da Figura 51 apresenta a diminuição do tempo gasto em manutenções preventivas. Assim sendo, conclui-se que houve uma redução de 27,7% no tempo gasto em manutenções preventivas para o equipamento de EE e de 21,7% para o equipamento de EM.

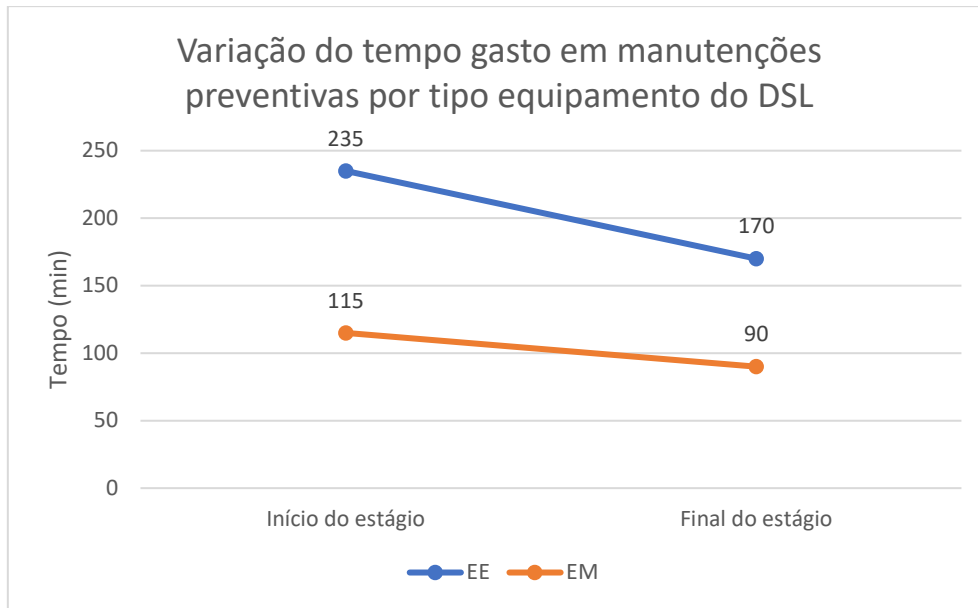


Figura 51 – Variação do tempo gasto em manutenções preventivas

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES





4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

O foco desta dissertação incidiu fundamentalmente nos pilares da melhoria contínua, manutenção autónoma e manutenção preventiva da metodologia TPM. O setor alvo de intervenção foi o DSL, visto ser o que apresenta mais tempo perdido com a reparação de avarias. De forma geral, é possível afirmar que grande parte dos objetivos propostos inicialmente foram cumpridos. Na Tabela 29 são apresentados os objetivos e o estado de execução dos mesmos.

Tabela 29 - Análise dos objetivos iniciais

Objetivo	Estado
Identificação dos pontos críticos a verificar nos processos produtivos;	Realizado 
Definição das gamas operatórias da manutenção autónoma;	Realizado 
Definição das gamas operatórias da manutenção preventiva;	Realizado 
Redução do tempo de paragem por avaria reparável pelo operador em 10%.	Em execução 

No final da implementação das diversas ações de melhoria propostas, foram realizadas análises quantitativas para avaliar o desempenho do trabalho desenvolvido. Para as várias medidas implementadas no combate ao congestionamento de rolhas no equipamento de EE, obteve-se numa redução de cerca de 34% do tempo gasto com esta avaria, em comparação com o período anterior. Já a reestruturação dos planos de manutenção preventiva e a introdução de planos de manutenção autónoma e *checklist* de início de turno, levaram à redução de 27,7% no tempo gasto em manutenções preventivas para o equipamento de EE e de 21,7% para o equipamento de EM. Por último, a combinação das medidas referidas anteriormente permitiram que o OEE para o setor do DSL registasse um aumento de 4,4% durante o período de intervenções, deixando este indicador (83,7%) próximo do valor de referência mundial (85%). Assim sendo, os resultados obtidos foram positivos, havendo ainda espaço para melhorias.

O trabalho realizado nos planos de manutenção preventiva e autónoma para o DSL, nomeadamente a execução dos POS, permitirá também interpretar e executar

rapidamente qualquer tarefa de forma padronizada. Para além disso, a criação de uma *checklist* com as verificações necessárias para o início de turno, irá aumentar a deteção de situações de potencial perda de disponibilidade do equipamento.

Um aspeto crucial para o sucesso deste estágio, foi a disponibilidade e boa vontade dos técnicos de manutenção para cooperarem e intervirem durante todas as etapas do projeto. Isto permitiu agilizar os processos de análise, discussão e implementação de melhorias, refletindo-se nos resultados obtidos. Assim sendo, ficou claro que a implementação bem sucedida desta metodologia depende da envolvimento e motivação dos colaboradores durante todas as fases do projeto.

Apesar de não ter sido muito aprofundado durante esta dissertação, visto que a empresa já apresenta grandes avanços nesta área, a utilização dos 6S é fundamental para suportar todo o trabalho realizado em torno do TPM. A limpeza, organização e segurança de todos os postos de trabalho, incluído a oficina de manutenção, é crucial para o desenvolvimento de um ambiente de trabalho mais fácil e agradável para todos os colaboradores.

Durante o período de estágio, foi também perceptível que a aplicação prática dos conceitos teóricos nem sempre acontece conforme planeado, sendo que cada processo ou organização requer adaptação por parte dos intervenientes.

Concluindo, a implementação correta do TPM permite obter uma melhoria do processo produtivo, através da redução de avarias e paragens nos equipamentos. A envolvimento de toda a organização no objetivo comum de eliminação constante de perdas, proporciona um ambiente de melhoria contínua e interesse por parte de todos os colaboradores.

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Durante as diversas fases deste projeto, foi possível observar algumas oportunidades de melhoria, para que o trabalho já desenvolvido não seja desperdiçado ou descontinuado.

Dado o sucesso da implementação do TPM para o setor do DSL, seria muito vantajoso para a CSP o envolvimento de toda organização nesta filosofia. Visto que a vontade em introduzir esta metodologia deve chegar dos postos diretivos da empresa, algo que não acontece na CSP, prosseguir com este modo de atuação poderá não proporcionar os melhores resultados. Como tal, para que a implementação do TPM seja eficaz, é preciso que todos os departamentos estejam em sintonia, englobando toda a organização. Seguindo o exemplo do que já acontece com os 6S, onde cada departamento, com a ajuda do departamento de qualidade, é responsável por implementar esta ferramenta, seria proveitoso atuar de forma semelhante para a introdução do TPM. Isto proporcionaria o envolvimento coletivo dos diferentes setores para que se possa desenvolver, etapa a etapa, esta metodologia.

Na Tabela 30 são apresentadas ações de melhoria relacionadas com as diferentes áreas da CSP1.

Tabela 30 - Ações de melhoria futuras sugeridas

Ação sugerida	Melhoria expectável
Integração do <i>software</i> de produção (MGPRO) com o <i>software</i> de manutenção (ManWinWin).	Permitirá alterar a periodicidade das manutenções preventivas para horas de trabalho em vez dos períodos atuais (mensal, trimestral, etc.), resultando num maior controlo.
Melhorar o registo de ações de manutenções corretivas no <i>software</i> ManWinWin (opções <i>standard</i> para as avarias mais recorrentes, mais pormenor nos componentes intervencionados e quando possível apresentar causas para as avarias).	O histórico de dados será mais completo, possibilitando a execução de análises mais profundas, fidedignas e abrangentes para a resolução de diversos problemas.
Conduzir análises detalhadas aos problemas mais recorrentes dos restantes postos de trabalho (semelhante à análise realizada para o congestionamento de rolhas na EE).	À semelhança dos resultados obtidos para o equipamento de EE, seria vantajoso estender este tipo de análise aos restantes equipamentos e postos de trabalho para aumentar a eficiência e eficácia do processo produtivo.
Apostar na formação de todos os colaboradores, inculcando-lhes os valores e valias do TPM.	Poderá possibilitar uma mudança geral de paradigma da empresa, uma vez que é com os operadores (que trabalham regularmente com os equipamentos,) que começa a compreensão inicial da importância da filosofia do TPM.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 Artigos em revistas internacionais e outras fontes

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5.1 Artigos em revistas internacionais e outras fontes

- [1] J. P. S. Cabral, *Organização e Gestão da Manutenção dos conceitos à prática*, 6ª Edição. Lisboa: Lidel, 2006.
- [2] D. Tripp, “Pesquisa-ação: uma introdução metodológica / Action research: a methodological introduction,” *Educ. e Pesqui.*, vol. 31, no. 3, pp. 443–466, 2005.
- [3] L. R. Higgins, R. K. Mobley, and R. Smith, *Maintenance Engineering Handbook*, 6ª Edição. McGraw-Hill, 2002.
- [4] J. M. T. Farinha, *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares (Uma Abordagem Terológica)*. Minerva, 1997.
- [5] A. C. Márquez, *The Maintenance Management Framework*. Londres: Springer, 2007.
- [6] V. Deac, G. Cârstea, C. Bâgu, and F. Pârvu, “The Modern Approach to Industrial Maintenance Management.,” *Inform. Econ.*, vol. 14, no. 2, pp. 133–144, 2010.
- [7] J. Heizer and B. Render, *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*, 11ª Edição. Pearson, 2013.
- [8] 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.
- [9] L. Yang, Z. sheng Ye, C. G. Lee, S. fen Yang, and R. Peng, “A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 274, no. 3, pp. 966–977, 2019.
- [10] K. Verbert, B. De Schutter, and R. Babuska, “A Multiple-Model Reliability Prediction Approach for Condition-Based Maintenance,” *IEEE Trans. Reliab. Reliab. IEEE Trans. on, IEEE Trans. Rel.*, vol. 67, no. 3, pp. 1364–1376, 2018.
- [11] C.-F. Lindberg, S. Tan, J. Yan, and F. Starfelt, “Key Performance Indicators Improve Industrial Performance,” *Energy Procedia*, vol. 75, pp. 1785–1790, 2015.
- [12] N. Stricker, F. Echsler Minguillon, and G. Lanza, “Selecting key performance indicators for production with a linear programming approach.,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 55, no. 19, pp. 5537–5549, 2017.
- [13] M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, and D. Ait-Kadi, *Handbook of Maintenance Management and Engineering*, Springer-Verlag London Limited.

- 2009.
- [14] G. F. L. Pinto, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, R. B. Casais, A. J. Fernandes, and A. Baptista, "Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools," *Procedia Manuf.*, vol. 38, pp. 1582–1591, 2019.
- [15] S. Borris, *Total productive maintenance*. McGraw-Hill, 2006.
- [16] C. C. Cavassin Diniz, E. da Silva Lopes, G. de Magalhães Miranda, H. Soares Koehler, and E. K. Custodio de Souza, "ANALYSIS OF INDICATORS AND COST OF WORLD CLASS MAINTENANCE (WCM) IN FOREST MACHINES.," *Floresta*, vol. 49, no. 3, pp. 533–542, 2019.
- [17] I. P. S. Ahuja and J. S. Khamba, "Total productive maintenance: Literature review and directions," *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 25, no. 7. pp. 709–756, 2008.
- [18] G. F. Correia Pinto, F. José Gomes da Silva, N. Octávio Garcia Fernandes, R. Carla Barros Casais, A. Baptista da Silva, and C. Jorge Vale Carvalh, "Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology," *Int. J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 11, no. 3, pp. 192–204, Sep. 2020.
- [19] S. Nakajima, *Nakajima, S. (1988), Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*, Productivity Press, Portland, OR. Productivity Press, 1988.
- [20] L. Martins, F. J. G. Silva, C. Pimentel, R. B. Casais, and R. D. S. G. Campilho, "Improving Preventive Maintenance Management in an Energy Solutions Company."
- [21] R. Smith and B. Hawkins, *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share (Life Cycle Engineering Series)*. Elsevier Butterworth Heinemann, 2004.
- [22] C. E. Witt, "TPM: The foundation of Lean," *Mater. Handl. Manag.*, vol. 61, no. 8, pp. 42–45, 2006.
- [23] R. Kumar Sharma and R. Gopal Sharma, "Integrating Six Sigma Culture and TPM Framework to Improve Manufacturing Performance in SMEs.," *Qual. Reliab. Eng. Int.*, vol. 30, no. 5, pp. 745–765, 2014.
- [24] E. Manzini, Riccardo. Regattieri, Alberto. Pham, Hoang. Ferrari, *Maintenance for Industrial Systems*, vol. 53, no. 9. Springer, 2013.
- [25] R. Singh, A. M. Gohil, D. B. Shah, and S. Desai, "Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study," *Procedia Eng.*, vol. 51, pp. 592–599, 2013.
- [26] S. Arslankaya and H. Atay, "Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 207, pp. 214–224, 2015.
- [27] H. Pačaiová and G. Ižaríková, "Base Principles and Practices for Implementation of Total Productive Maintenance in Automotive Industry.," *Qual. Innov. Prosper.*

- / *Kval. Inovácia Prosper.*, vol. 23, no. 1, pp. 45–59, 2019.
- [28] J. Morales Méndez and R. Rodriguez, “Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line.,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 92, no. 1–4, pp. 1013–1026, 2017.
- [29] 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.
- [30] R. M. Santos, A. C. Sassi, B. M. Sá, S. A. Miguez, and A. A. Pardaul, “Ergonomics Program Management in Tucuruí Hydropower Plant using TPM Methodology.,” *Work*, vol. 41, pp. 2822–2830, 2012.
- [31] D. D. Shinde and R. Prasad, “Application of AHP for Ranking of Total Productive Maintenance Pillars.,” *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 100, no. 2, pp. 449–462, 2018.
- [32] C. Jaca, E. Viles, L. Paipa-Galeano, J. Santos, and R. Mateo, “Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies.,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 52, no. 15, pp. 4574–4586, 2014.
- [33] C. Costa, L. Pinto Ferreira, J. C. Sa, and F. J. G. Silva, “Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company,” in *DAAAM International*, 2018, pp. 001–012.
- [34] P. Marria, S. J. Williams, and M. Naim, “Six S: creating an efficient and safer work environment.,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 25, no. 11/12, pp. 1410–1428, 2014.
- [35] R. Andersson, P. Manfredsson, and B. Lantz, “Total productive maintenance in support processes: an enabler for operation excellence.,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 26, no. 9/10, pp. 1042–1055, 2015.
- [36] D. Agung and H. Hasbullah, “REDUCING THE PRODUCT CHANGEOVER TIME USING SMED & 5S METHODS IN THE INJECTION MOLDING INDUSTRY,” *J. Ilm. SINERGI*, vol. 23, no. 3, pp. 199–212, 2019.
- [37] S. Hindoliya and A. K. Sarathe, “IMPLEMENTATION 5-S FOR EFFICIENT MANUFACTURING IN A,” *Int. J. Mech. Prod. Eng.*, no. 10, pp. 101–105, 2017.
- [38] M. MOLENDÁ, “THE AUTONOMOUS MAINTENANCE IMPLEMENTATION DIRECTORY AS A STEP TOWARD THE INTELLIGENT QUALITY MANAGEMENT SYSTEM,” *Manag. Syst. Prod. Eng.*, vol. 24, no. 4, pp. 274–279, 2016.
- [39] P. Guariente, I. Antoniulli, 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.
- [40] R. Wudhikarn, “Improving overall equipment cost loss adding cost of quality.,” *Int. J. Prod. Res.*, vol. 50, no. 12, pp. 3434–3449, 2012.
- [41] V. B. Patel and H. R. Thakkar, “Review Study on Improvement of Overall Equipment Effectiveness through Total Productive Maintenance,” 2014.

- [42] N. Ahmad, J. Hossen, and S. Ali, "Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case.," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 94, no. 1–4, pp. 239–256, 2018.
- [43] J. Reyes, K. Alvarez, A. Martínez, and J. Guamán, "Total productive maintenance for the sewing process in footwear," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 11, no. 4, pp. 814–822, 2018.
- [44] "Cork Supply." [Online]. Available: <https://www.corksupply.pt/pt/a-nossa-empresa/perfil-da-empresa/>. [Accessed: 08-Jun-2020].
- [45] "Realcork – Cork Supply Portugal." [Online]. Available: <https://www.apcor.pt/entrevista-cork-supply-portugal/>. [Accessed: 08-Jun-2020].
- [46] "Cork Supply – Observador." [Online]. Available: <https://observador.pt/2016/02/02/construir-rolha-perfeita-cork-supply-portugal/>. [Accessed: 08-Jun-2020].
- [47] "Innocork - Cork Supply." [Online]. Available: <https://www.corksupply.pt/pt/compromisso-de-qualidade/innocork/>. [Accessed: 06-Jul-2020].

ANEXOS






- 6.1 ANEXO 1 – Tipos de rolhas produzidas na CSP1
- 6.2 ANEXO 2 - Mapa de valências da equipa de manutenção
- 6.3 ANEXO 3 – Tempo perdido em manutenções corretivas
- 6.4 ANEXO 4 - Comparação do tempo de reparação de avaria para a EM e EE
- 6.5 ANEXO 5 – Dados referentes às avarias nos equipamentos de EE
- 6.6 ANEXO 6 – Diagrama de pareto completo
- 6.7 ANEXO 7 – POS da execução e substituição dos cordões verdes
- 6.8 ANEXO 8 – POS para a verificação do estado da Cuba
- 6.9 ANEXO 9 – Plano de manutenção preventiva para os equipamentos de EM
- 6.10 ANEXO 10 – Exemplos de POS de manutenções preventivas
- 6.11 ANEXO 11 - Exemplos de POS de manutenções autónomas

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1 – Tipos de rolhas produzidas na CSP1

Designação	Descrição	Características	Fotografia
Rolha Natural	A Rolha Natural é integralmente extraída de um único traço de cortiça devidamente selecionado em termos de qualidade, o que faz com que seja um produto topo de gama.	Comprimento: 38 / 45 / 49 / 54 ± 0,7 mm Diâmetro: 24 / 25 / 26 ± 0,4 mm	
<i>Optimum</i> Colmatado	A <i>Optimum</i> Colmatado é uma rolha de cortiça natural que é submetida a um processo de colmatagem para melhoria da qualidade visual e propriedades físicas.	Comprimento: 38 / 45 / 49 ± 0,7 mm Diâmetro: 24 ± 0,4 mm	
DS100 Rolha Natural	O DS100 consiste numa análise não invasiva e não destrutiva realizada por um painel de provadores altamente especializados que garante a eliminação de rolhas com desvios sensoriais, incluindo TCA, em 100% das rolhas de um lote.	Comprimento: 38 / 45 / 49 / 54 ± 0,7 mm Diâmetro: 24 / 25 / 26 ± 0,4 mm	
DS100+ Rolha Natural	O DS100+ garante rolhas naturais 100% livres de TCA, rejeitando qualquer rolha que tenha níveis de TCA acima do limiar sensorial (TCA ≤ 1,0 ng/L). A tecnologia DS100+ garante um rastreio eficiente de 100% das rolhas num mesmo lote.	Comprimento: 45 / 49 ± 0,7 mm Diâmetro: 24 ± 0,4 mm	

6.2 ANEXO 2 - Mapa de valências da equipa de manutenção

 MATRIZ DE COMPETÊNCIAS MANUTENÇÃO		 Sem aptidão			 Sabe com acompanhamento			 Sabe bem			 Domina o processo			COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS																		
		MANUTENÇÃO DOS PROCESSOS FABRIS DA CSP1																														
		FABRICAÇÃO			RECTIFICAÇÃO			WIM			DSL			MECÂNICA			ELECTRICIDADE			PNEUMÁTICA			HIDRAULICA			AUTOMAÇÃO			SERRALHARIA			
Código	Nome	Manutenção curativa	Manutenção preventiva	Manutenção de melhoria	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	Diagnóstico	Concepção e planeamento	Execução	
		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	28	29	30	
174	██████████																															
385	██████████																															
381	██████████																															

6.3 ANEXO 3 – Tempo perdido em manutenções corretivas

Equipamento	Manutenção corretiva em horas (C1)	Família de equipamento	Localização
BA-0008	7,50	BA	Fabricação
BA-0001	6,75	BA	Fabricação
BA-0003	1,50	BA	Fabricação
BA-0002	0,00	BA	Fabricação
BA-0004	1,00	BA	Fabricação
BA-0005	0,00	BA	Fabricação
BA-0006	0,00	BA	Fabricação
BA-0007	0,00	BA	Fabricação
BB-0029	3,00	BB	Lavação
BB-0030	3,00	BB	Lavação
BB-0012	1,00	BB	Geral
BB-0020	0,67	BB	Bartops
BL-0006	1,00	BL	Lavação
BL-0005	0,75	BL	Lavação
BM-0013	2,33	BM	Fabricação
BO-0002	0,50	BO	InnoCork
CP-0004	0,00	CP	Geral
EE-0017	17,00	EE	DSL
EE-0015	9,52	EE	DSL
EE-0018	7,75	EE	DSL
EE-0004	4,33	EE	Fabricação
EE-0039	1,25	EE	Bartops
EE-0052	1,75	EE	Bartops
EE-0011	4,77	EE	DSL
EE-0021	4,65	EE	DSL
EE-0010	4,38	EE	DSL
EE-0046	1,00	EE	DSL
EE-0043	2,78	EE	DSL
EE-0030	2,25	EE	DSL
EE-0002	0,62	EE	Fabricação
EE-0042	1,75	EE	DSL
EE-0003	1,25	EE	Fabricação
EE-0031	1,25	EE	DSL
EE-0012	1,82	EE	DSL
EE-0016	1,75	EE	DSL
EE-0041	1,67	EE	DSL
EE-0001	0,00	EE	Fabricação
EE-0045	0,00	EE	DSL
EE-0029	1,30	EE	DSL
EE-0009	1,12	EE	DSL
EE-0032	0,75	EE	DSL
EE-0040	0,75	EE	DSL
EE-0022	0,42	EE	DSL
EE-0023	0,33	EE	DSL
EM-0020	7,00	EM	DSL
EM-0010	2,08	EM	DSL
EM-0004	1,10	EM	DSL
EM-0006	0,53	EM	DSL
EM-0009	0,50	EM	DSL
EM-0011	0,25	EM	DSL
EM-0012	0,25	EM	DSL
EM-0003	0,18	EM	DSL
EM-0005	0,05	EM	DSL
FI-0002	0,00	FI	InnoCork

IN-0001	18,00	IN	InnoCork
LB-0001	1,50	LB	Laboratório
LH-0049	0,00	LH	Geral
LH-0045	0,00	LH	Lavação
LH-0055	3,00	LH	Bartops
LH-0061	0,00	LH	Fabricação
LH-0046	0,00	LH	Fabricação
LH-0066	0,00	LH	InnoCork
LH-0047	0,50	LH	InnoCork
LH-0006	0,00	LH	Fabricação
LH-0044	0,00	LH	Revestimentos
LH-0058	0,00	LH	InnoCork
LH-0062	1,00	LH	InnoCork
LH-0065	0,00	LH	InnoCork
LH-0043	0,00	LH	InnoCork
MAC-0001	2,00	MA	Bartops
MA-0008	1,00	MA	Bartops
MC-0007	1,50	MC	InnoCork
MC-0008	1,50	MC	Revestimentos
MCB-0001	0,50	MC	Bartops
MC-0001	0,33	MC	Fabricação
MD-0001	0,00	MD	Fabricação
MD-0003	0,50	MD	Fabricação
MD-0004	0,50	MD	Fabricação
MD-0002	0,00	MD	Fabricação
ML-0003	7,83	ML	Lavação
ML-0001	1,00	ML	Lavação
ML-0002	1,33	ML	Lavação
MP-0004	9,25	MP	Bartops
MP-0001	7,92	MP	Bartops
MP-0003	5,50	MP	Bartops
MR-0003	1,17	MR	Bartops
MT-0006	0,50	MT	Bartops
MT-0011	2,75	MT	Bartops
PC-0003	12,42	PC	Fabricação
PH-0001	0,00	PH	Geral
PK-0021	0,00	PK	Bartops
PO-0004	1,00	PO	Geral
RD-0004	0,00	RD	Geral
RD-0010	1,00	RD	Geral
SG-0004	0,50	SG	Geral
TB-0001	3,00	TB	Revestimentos
TB-0002	0,15	TB	Revestimentos
TP-0001	0,08	TP	Fabricação
TR-0083	2,90	TR	DSL
TR-0189	2,50	TR	Bartops
TR-0109	2,00	TR	InnoCork
TR-0045	1,50	TR	DSL
TR-0128	0,67	TR	InnoCork
TR-0138	0,50	TR	InnoCork
TR-0063	0,25	TR	DSL
TR-0012	0,17	TR	Fabricação
VB-0026	0,22	VB	DSL
Total	215,08		

6.4 ANEXO 4 - Comparação do tempo de reparação de avaria para a EM e EE

Objeto	Tipo de equipamento	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
EE L4 Direita	Escolha Eletrónica (EE)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	1,45
EE L3 Direita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,17	0,00	0,00	1,10	1,28	0,00	0,00	2,87
EE L2 Direita		0,00	2,25	0,17	2,25	0,33	0,22	0,50	0,00	0,00	0,25	0,18	1,25	7,40
EE L1 Direita		0,00	2,00	0,00	0,00	0,33	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90
EE L4 Esquerda		0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,85	0,00	3,52
EE L3 Esquerda		0,00	0,00	0,67	0,00	0,33	0,17	0,50	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	3,17
EE L2 Esquerda		0,00	0,50	2,33	20,00	0,33	0,25	0,50	0,00	0,20	0,00	0,00	0,50	24,62
EE L1 Esquerda		0,00	37,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,50	0,25	0,00	0,00	38,08
EE L6 Direita		0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,65	2,50	0,00	3,90
EE L7 Direita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	2,67	0,00	0,00	3,00
EE L9 Direita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EE L6 Esquerda		0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,18	0,45	0,00	2,80
EE L7 Esquerda		0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	1,25	0,50	0,00	2,32
EE L9 Esquerda		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25
EE L10 Direita		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,45	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	5,95
EE L10 Esquerda		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	4,17
EE L5 Direita		0,83	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	2,83
EE L5 Esquerda		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00	0,28	0,25	2,25	3,20
EE L8 Esquerda		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EE L8 Direita		0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00
EM Calibres Especiais	Escolha Manual (EM)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EM L4		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
EM L3		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,10	0,00	0,85
EM L2		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05
EM L1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,25	0,00	0,53
EM L6		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
EM L7		0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	1,08
EM L8		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EM L9		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	9,00
EM L10		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,57	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	3,65
EM L5		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL:		1,50	42,42	3,17	22,50	14,98	2,68	19,93	0,42	10,80	14,02	7,18	4,00	143,60

6.5 ANEXO 5 – Dados referentes às avarias nos equipamentos de EE

Número da OT	Avaria	Causa	Tarefas Realizadas	Tempo (h)
17850	Afinar o vibrador	Desafinação do vibrador	Afinação do vibrador	1,00
19623	Encravamento do cilindro	Desajuste do cilindro	Ajuste do chapéu Ajuste da pressão	1,00
21531	Ajustar e lubrificar o cilindro	Desajuste do cilindro	Ajuste e lubrificação do cilindro	0,12
19230	Colocar parafuso no vibrador	Desajuste do vibrador	Colocação do parafuso	0,13
19840	Substituir cordões verdes	Desgaste dos cordões verdes	Substituição dos cordões verdes devido ao desgaste	0,83
20201	Input de corrente	Input de corrente	Troca dos cordões verdes Ajuste do chapéu	0,50
19506	Rolhas partidas	Rolhas partidas	Alinhamento da entrada das rolhas para o martelo	1,00
21119	Tubo da saída 4 partido	Avaria do tubo da saída 4	Substituição do tubo de saída 4	0,50
19392	Ajustar luz	Desajuste da luz	Ajuste da luz	0,33
21744	Ajustar luz	Desajuste da luz	Ajuste da luz	0,50
20361	Falha no arranque	Falha na leitura das rolhas	Ajuste do sensor de entrada	0,08
19633	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da luz	0,17
21304	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da posição da luz	0,28
19377	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas		0,25
20365	Falha no arranque do PC	Falha no arranque do PC	Verificação das ligações Shutdown do PC - ok	0,33
20002	Colocar teflon nas moegas	Falta de teflon nas moegas	Colocação de teflon nas moegas	2,00
18585	Input de corrente	Input de corrente	Verificação dos cabos de terra Verificação das ligações Colocação de parafusos em falta Limpeza da lente Ajuste da luz de corpo	0,33
21882	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Esticar corrente e ajuste dos sopros	0,50
19421	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro		0,17
21070	Rolhas para a frente	Rolhas para a frente	Substituição dos rolamentos do cilindro de pressão Substituição dos rolamentos do rolo do lado esquerdo inferior na posição do cilindro de pressão	1,10
19718	Afinar a correia	Desafinação da correia	Ajuste da pressão do cilindro de pressão Remoção da rolha presa no rolo e lubrificação dos rolamentos	0,25
19394	Ajustar luz	Desajuste da luz	Ajuste da luz	0,33
20003	Ajustar o chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada das rolhas	0,27
19844	Ajustar o chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada das rolhas Ajuste da luz	0,50
18001	Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada de rolhas	0,25
18469	Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada de rolhas	0,17
17845	Ajustar cilindro de pressão Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do cilindro e do chapéu	Ajuste do cilindro de pressão Ajuste do chapéu de entrada das rolhas	0,33
21259	Ajustar o sopro	Desajuste dos sopros	Ajuste do sopro	0,25
18013	Encravamento de rolhas na saída do rolo	Encravamento de rolhas	Ajuste do chapéu Ajuste da pressão do cilindro de pressão Limpeza das laterais que estavam com bastante lixo acumulado provocando atrito na saída da rolha	1,17
18786	Perda de dados de configuração	Erro informático	Reposição dos dados de configuração	2,25
18335	Falha de arranque	Erro informático	O técnico carregou no botão <i>start</i> e a máquina arrancou	0,17

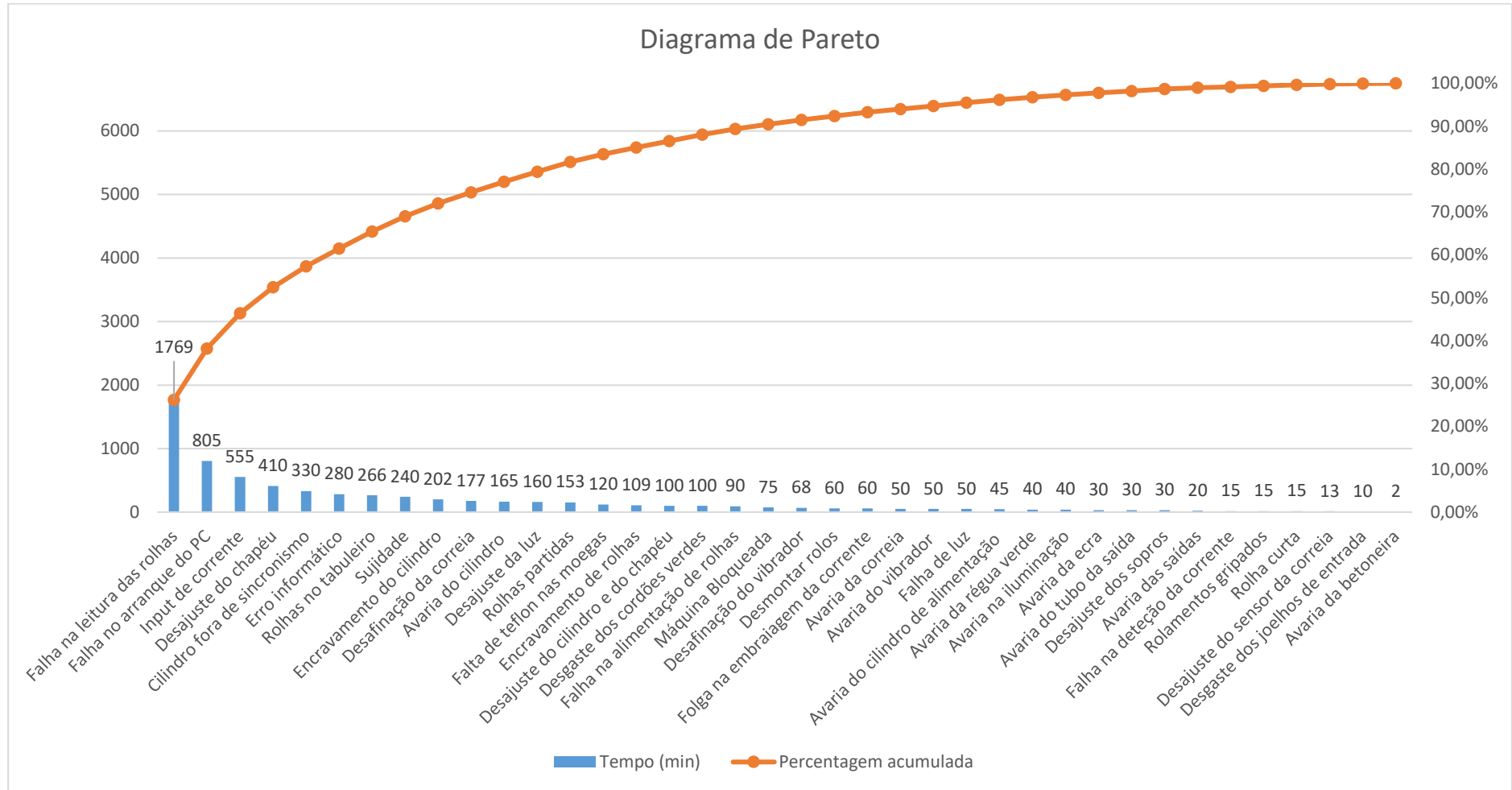
20362	Falha no arranque	Falha na leitura das rolhas	Restart do PC (estava a arrancar em modo de segurança)	0,17
19263	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Restart da máquina	0,22
21901	Input de corrente	Input de corrente	Substituição do cabo USB (erro provocado por comunicação da camara 1)	0,18
20228	Máquina bloqueada	Máquina Bloqueada	Substituição do cabo USB (erro na camara 1) e limpeza do disco	0,75
19627	Rolhas encravadas	Rolhas encravadas	Ajuste do chapéu	#N/D
19954	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Ajuste dos sopros	0,50
19396	Ajustar luz	Desajuste da luz	Ajuste da luz	0,33
19234	Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada das rolhas	0,17
18242	Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada de rolhas	0,25
19223	Ajustar cilindro de pressão	Desajuste do cilindro	Ajuste do cilindro de pressão Ajuste do chapéu de entrada das rolhas	0,08
19404	Afinar o cilindro	Desajuste do cilindro	Substituição da válvula do cilindro	1,57
19232	Afinar e lubrificar o cilindro de pressão	Desajuste do cilindro	Afinação e lubrificação do cilindro de pressão	0,07
19248	Afinar cilindro de pressão	Desajuste do cilindro	Limpeza do circuito de alimentação	0,32
17870	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Substituição da iluminação de topo (frente)	2,00
19518	Rolhas partidas	Rolhas partidas	Ajuste do chapéu	0,18
18332	Transformador do vibrador queimado	Avaria do vibrador	Substituição do transformador	0,83
21881	Afinação da correia	Desafinação da correia	Substituição dos joelhos. Aproximação do cilindro de alimentação aos rolos e ajuste da pressão Ajuste do chapéu e da entrada de rolhas	1,25
19629	Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada das rolhas	#N/D
18002	Troca de joelhos de entrada das rolhas para a corrente	Desgaste dos joelhos de entrada	Troca dos joelhos de entrada de rolhas Ajuste do chapéu de entrada de rolhas	0,17
22036	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da posição do feixe de luz para que a camara consiga ver mais área da rolha	0,20
21695	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Substituição da luz do corpo, ajuste da distância e da posição da luz	1,25
22032	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas		0,50
21971	Falha no arranque do PC	Falha no arranque do PC	Restart do PC	0,08
18519	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Ajuste dos sopros	0,27
18332	Desafinação do vibrador	Avaria da correia	Correia 270XL partida Substituição da correia	0,83
19397	Ajustar luz	Desajuste da luz	Ajuste da luz	0,33
18287	Ajustar chapéu Ajustar cilindro de pressão Ajustar sopros	Desajuste do cilindro, do chapéu e dos sopros	Ajuste do cilindro de pressão Ajuste do chapéu de entrada das rolhas Ajuste dos sopros	0,25
18577	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Limpeza da lente Ajuste do sopro da luz de corpo Ajuste da luz	0,22
19376	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas		0,25
19625	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste na luz do corpo	0,17
20378	Falha no arranque do PC	Falha no arranque do PC	Substituição do monitor	#N/D
19198	Falha dos rolamentos do cilindro de pressão	Rolamentos gripados	Rolamentos gripados	0,25
20041	Rolhas encravadas	Rolhas encravadas	Substituição dos joelhos (estavam a encavar as rolhas)	0,50
19520	Rolhas partidas	Rolhas partidas	Ajuste do chapéu	#N/D
21080	Rolhas partidas	Rolhas partidas	Ajuste do chapéu da entrada de rolhas	0,33
18363	Reparar as saídas (frontais)	Avaria das saídas	Substituição da tampa das saídas da frente da máquina Colocação da peça existente de substituição	0,33
19621	Afinar correia	Desafinação da correia	Ajuste da embraiagem	0,17

19398	Ajustar luz	Desajuste da luz	Ajuste da luz	0,33
18283	Ajustar cilindro de pressão	Desajuste do cilindro	Ajuste do cilindro de pressão	0,50
17846	Ajustar cilindro de pressão Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do cilindro e do chapéu	Ajuste do cilindro de pressão Ajuste do chapéu de entrada das rolhas	0,50
19233	Ajustar sensor da correia	Desajuste do sensor da correia	Ajuste do sensor da correia	0,22
19407	Falha na deteção da corrente	Falha na deteção da corrente		0,25
19463	Falha no arranque	Falha na leitura das rolhas	Substituição da relé de 11 pinos <i>finder</i>	0,42
20683	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Troca dos calços para o tamanho certo da rolha	0,20
18252	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Verificação dos calços Troca dos calços de 49 para 45	0,17
18842	Input de corrente	Input de corrente	Verificação das legações à terra Verificação das camaras Substituição do sensor - Not Ok Substituição da placa PCI - Not Ok Alteração da porta - Not Ok Ajuste do sincronismo - Not Ok Substituição do cabo da camara de corpo - OK - Cabo danificado.	6,00
20202	Rolhas encravadas	Rolhas encravadas	Ajuste do chapéu Ajuste da pressão do cilindro de pressão	0,50
19507	Rolhas partidas	Rolhas partidas	Ajuste dos calços	#N/D
18286	Limpar o circuito de ar do cilindro de pressão	Sujidade	Limpeza do circuito de ar do cilindro de pressão (obstruído com sujidade)	4,00
18520	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Limpar camara (Mancha amarela) Ajustar cor	0,27
19399	Ajustar luz	Desajuste da luz	Ajuste da luz	0,33
19628	Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada das rolhas	#N/D
17869	PC desliga-se e perde as contagens	Erro informático	Substituição da fonte de alimentação	2,00
18267	Falha na alimentação de rolhas	Falha na alimentação de rolhas	Troca do sensor	1,50
20184	Falha no arranque	Falha na leitura das rolhas	<i>Restart</i> da máquina	0,83
19467	Falha no arranque	Falha na leitura das rolhas	Substituição da relé de 11 pinos <i>finder</i>	0,25
19373	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da luz do corpo e dos topos Ajuste dos limites de corte	0,50
20185	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da pressão do cilindro de pressão	0,17
19363	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste dos limites de corte	0,50
21257	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Substituição dos cabos USB	0,25
17926	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Substituição dos cabos USB das camaras Ajuste do sensor de sincronismo Ajuste de sincronismo	3,50
20656	Falha no arranque do PC	Falha no arranque do PC	Eliminação do excesso de programas (disco sem espaço)	#N/D
20229	Máquina bloqueada	Máquina Bloqueada	Substituição do cabo USB (erro na camara 1)	0,50
19607	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Aperto dos calços (calços desapertados prendiam a rolha ao entrar na corrente)	0,08
22037	Cilindro fora de sincronismo	Cilindro fora de sincronismo	Substituição do cilindro de alimentação	1,00
22027	Encravamento do cilindro	Desajuste do cilindro	Ajuste do chapéu Ajuste da pressão do cilindro de pressão	0,50
21742	Ajustar cilindro	Desajuste do cilindro	Ajuste da pressão do cilindro	0,17
21529	Ajustar cilindro	Desajuste do cilindro	Ajuste do sensor do cilindro	0,23
21301	Afinar o cilindro	Desajuste do cilindro	Afinação do cilindro	0,25
19606	Afinar cilindro de pressão	Desajuste do cilindro	Ajuste da posição e da pressão do cilindro	0,33
18285	Ajustar cilindro de pressão Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do cilindro e do chapéu	Ajuste do cilindro de pressão Ajuste do chapéu de entrada das rolhas	0,25
18689	Falha de arranque do vibrador	Erro informático	Reparação do parafuso do sensor de presença de rolhas	0,25
19863	Falha no arranque do PC	Falha no arranque do PC	<i>Restart</i> da máquina	0,50








20043	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Ajuste do chapéu (parafuso despertado)	0,25
18333	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Substituição dos joelhos e dos rolamentos do cilindro de pressão Ajuste de pressões	1,00
19845	Ajustar o chapéu de entrada e do cilindro de pressão	Desajuste do cilindro e do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada das rolhas. Ajuste da pressão do cilindro	0,33
21498	Substituir cordões verdes	Desgaste dos cordões verdes	Substituição dos cordões verdes	#N/D
19374	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da luz do corpo	0,50
18478	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste do chapéu. Troca do rolamento 608 do calçador	0,15
18610	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste do sopro da luz de corpo Limpeza do pó Ajuste da posição da luz de corpo	0,23
17847	Falha no arranque do PC	Falha no arranque do PC	Encaminhar PC para Vilarinhos para reparar Foi substituído - Processador, motherboard, memória, disco, fonte, ventoinha	8,00
20231	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Ajuste da posição dos sopros	0,25
21825	Ajustar chapéu	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu	0,33
18239	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Sistema ótico da camara de corpo solto (entrava pó para a lente e provocava erros na leitura) - Reaperto do sistema ótico Esticar a corrente e ajuste do sincronismo	1,50
18780	Encravamento do cilindro	Desajuste do cilindro	Lubrificação do cilindro Aperto da base e ajuste distância ao cilindro de pressão.	0,25
19370	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Ajuste do cilindro de pressão	0,35
17464	Iluminação do corpo	Avaria na iluminação	Substituir iluminação de corpo	0,67
18477	Afinação	Desafinação	Ajuste do copo de entrada Apagar reciclagem no PC (devido ao número elevado de programas no lixo)	1,00
19953	Ajustar o cilindro de pressão e a entrada de rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do cilindro de pressão e da entrada de rolhas	0,50
21909	Encravamento do cilindro	Desajuste do cilindro	Ajuste do chapéu	0,20
19406	Ajustar sincronismo	Desajuste do sincronismo	Ajuste do sincronismo	2,50
18615	Encravamento de rolhas na saída do rolo	Encravamento de rolhas	Ajuste do chapéu	0,20
19321	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da luz	#N/D
21743	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste dos limites de corte	0,17
21795	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste dos limites de corte	0,02
20364	Input de corrente e afinar a correia	Input de corrente	Colocação de cabos para eliminar eletricidade estática Acerto da altura do chapéu e da altura do alimentador de cordões verdes	0,33
18238	Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada de rolhas	0,25
18468	Ajustar chapéu de entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada de rolhas	0,25
18690	Encravamento de rolhas na entrada da máquina	Encravamento de rolhas	Ajuste do chapéu Ajuste do cilindro de pressão	0,10
18611	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da luz de corpo Ajuste do sopro da luz de corpo Limpeza do pó	0,10
19375	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da luz do corpo	0,25
19417	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste dos limites de corte	#N/D
22095	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	ajuste dos limites de corte ajuste da pressão do cilindro	0,25












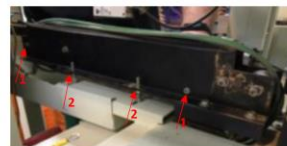

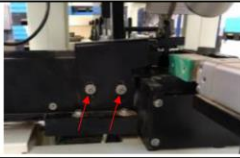
21896	Falha no arranque do PC	Falha no arranque do PC	Verificação das pressões Verificação dos sensores Verificação das camaras Verificação dos limites de corte O problema estava no programa de escolha, que estava mal feito	0,67
18601	Input de corrente	Input de corrente	Reapertar fios de terra Restart máquina	0,28
18778	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Ajuste da pressão do cilindro Alinhamento do martelo com a entrada do cilindro	0,28
21819	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Ajuste das pressões Substituição do empurrador de rolhas	0,58
20186	Substituir cilindro de alimentação	Avaria do cilindro de alimentação	Substituição do cilindro de alimentação	0,75
20298	Encravamento do cilindro	Desajuste do cilindro	Aproximação do cilindro de alimentação do cilindro de pressão e ajuste do tempo do sensor	0,75
19949	Rolhas encravadas	Rolhas encravadas	Ajuste do chapéu Ajuste da pressão do cilindro de pressão	0,32
19951	Rolhas encravadas	Rolhas encravadas		0,50
19838	Substituir o cilindro de entrada das rolhas	Avaria do cilindro	Substituição do cilindro de entrada de rolhas (não havia o cilindro em stock, espera pela entrega do material)	2,75
18280	Ajustar sopros dos canos 5	Desajuste dos sopros	Ajuste dos sopros	0,25
19630	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da luz de topo	0,75
19320	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste do sincronismo	1,00
21895	Substituição da régua verde	Avaria da régua verde	Substituição da régua verde	0,67
19952	Ajustar o chapéu de entrada e entrada das rolhas	Desajuste do chapéu	Ajuste do chapéu de entrada e da entrada das rolhas	0,50
21810	Montar rolos	Desmontar rolos	Montar rolos	1,00
20200	Falha no sincronismo	Falha no sincronismo	Substituição do sensor do cilindro	1,00
18957	Trocar ecrã	Avaria do ecrã	Troca do ecrã	0,50
20230	Ajustar luz	Desajuste da luz	Ajuste da abertura da lente	0,17
19624	Encravamento do cilindro	Desajuste do cilindro	Ajuste da posição do cilindro	0,50
17471	Falha de Luz (programa avariou)	Falha de luz		0,83
19622	Falha na leitura das rolhas	Falha na leitura das rolhas	Ajuste das pressões - not ok Substituição dos rolamentos do cilindro de pressão - not ok Substituição do cilindro de entrada de rolhas para o cilindro de pressão - ok	2,25
21767	Embraiagem da corrente com folga	Folga na embraiagem da corrente	Substituição da cavilha (partida) e ajuste do sincronismo	1,00
18475	Input de corrente	Input de corrente	Retirar a placa do PC e limpar Trocar a porta Testar	0,78
18846	Rolha curta	Rolha curta	Pedido de novos parâmetros - limites de corte alterados	0,25
18776	Rolhas no tabuleiro	Rolhas no tabuleiro	Ajuste da pressão do cilindro Ajuste da luz Limpeza do pó	0,20
21243	Afinar correia	Desafinação da correia	Ajuste do chapéu e dos calços	0,28
20379	Input de corrente	Input de corrente	Ligação da estrutura da máquina à terra	0,25
19517	Input de corrente	Input de corrente	Substituição do cabo USB (erro na camara 1)	0,58
20264	Rolhas partidas	Rolhas partidas	Ajuste da altura do chapéu Retirar restos de rolhas dos cordões Ajuste do cilindro de alimentação	0,42
19231	Retirar betoneira de emergência	Avaria da betoneira	Retirada a betoneira de emergência	0,03
18602	Encravamento de rolhas nas luzes do corpo	Encravamento de rolhas	Troca de calços Afinação da máquina	0,35
19395	Falha na escolha da rolha (assistência Vilarinhos)	Falha na leitura das rolhas	Ajuste da posição da camara, calibrações dos limites e do laser	8,00

6.6 ANEXO 6 – Diagrama de pareto completo



6.7 ANEXO 7 – POS da execução e substituição dos cordões verdes

		Manutenção Corretiva - Procedimento Operacional Standard Corrective Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda	
Equipamento de Escolha Eletrónica (DSL)	Execução de cordões verdes	Técnico da Manutenção	20 min	Controlo Visual	
				Controlo Manual	
				Lubrificação	
Material:	Fio de 6 mm, ferro de solta e rebarbadora.				
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.				
Segurança alimentar:	N/A				
Riscos:	Cortes e queimaduras.				
EPI's:					
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.				
Fase	Procedimento	Imagem			
1	Medição e corte do cordão verde com um comprimento de 1785 mm. Colocar o ferro de soldar a aquecer. Esperar 15 min para que atinja a temperatura de trabalho.				
2	1) Pressionar as extrimidades do cordão até que o material comece a derreter. 2) Pressionar ambas as extrimidades até o material fundir.				
3	Depois de arrefecido, desbastar os excessos de material recorrendo à rebarbadora.				

		Manutenção Corretiva - Procedimento Operacional Standard Corrective Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda	
Equipamento de Escolha Eletrónica (DSL)	Substituição dos cordões verdes	Técnico da Manutenção	20 min	Controlo Visual	
				Controlo Manual	
				Lubrificação	
Material:		Chave de boca 10 (M6); Chave Umbrako 5mm			
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			
Equipamento	Equipamento de Escolha Eletrónica Se a máquina estiver em produção, desligar a alimentação (utilização do mecanismo de lock out tag out).				
1	Desaparafusar as quatro porcas de fixação do mecanismo (duas de cada lado). Chave de boca 10				
2	Libertar os cordões da roldana para que a armação possa ser levantada.				
3	Desaparafusar os 3 parafusos para libertar a chapa exterior e o chapéu. Chave Umbrako 5mm				
4	Substituir o cordão danificado.				
5	1 - Colocar a chapa exterior e fixá-la apertando dois parafusos laterais. Chave Umbrako 5mm 2 - Encaixar o mecanismo nos 4 parafusos e apertar as 4 porcas para garantir a fixação. Chave boca 10				
6	Ajustar os cordões e colocá-los nos orientadores. Verificar a afinação da calha em profundidade e o seu alinhamento.				
7	Colocar o chapéu e afiná-lo utilizando uma rolha. Apertar o parafuso. Chave Umbrako 5mm				

6.8 ANEXO 8 – POS para a verificação do estado da Cuba

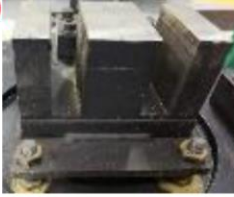
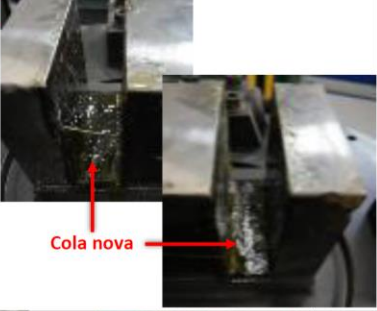
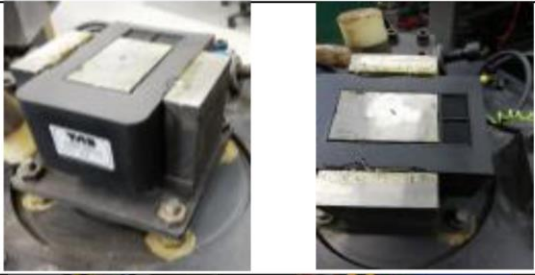




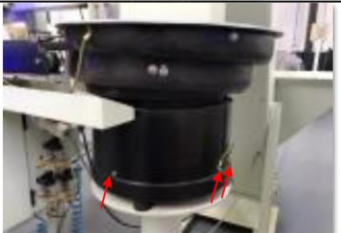
		Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento Escolha Eletrónica	Operação Verificação da resistividade do transformador do vibrador	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 15 min	Legenda	
				Controlo Visual	
				Controlo Manual	
				Lubrificação	
Material:		Multímetro (regulado para medição de resistividade)			
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			
Equipamento	Equipamento de Escolha Eletrónica Se a máquina estiver em produção, desligar a alimentação (utilização do mecanismo de lock out tag out).				
1	1) Proceder à medição da resistividade conforme representado na figura (medir na terceira e quarta entrada a contar da esquerda que corresponde ao segundo cabo). 2) O valor medido tem que ser superior a 2,5 ohms e deve estar compreendido entre os 3,2 e os 3,4 ohms.	 			

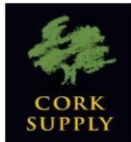


Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard
Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure



Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Equipamento de Escolha Eletrónica (DSL)	Substituição do transformador do vibrador	Técnico da Manutenção	4 horas	Controlo Visual Controlo Manual Lubrificação
Material:	Chaves de umbrako 5/6 mm; Chave dinamométrica com caixa de 24mm; Chave de bocas 24mm; apalpa-folgas; Chave de fendas fina para ligação das linhas elétricas; Fivelas para acomodação da cablagem; Lixas; Material de limpeza, Cola.			
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.			
Segurança alimentar:	N/A			
Riscos:	N/A			
EPI's:				
Observações:	Fazer as conexões no sentido correto (fase e neutro); Verificar a entrada de 220V e verificar a saída da placa do controlador a 220V; Verificar se o potenciómetro faz variar a tensão de saída; Deixar o potenciómetro no valor 7; Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem		
Equipamento	Equipamento de Escolha Eletrónica Se a máquina estiver em produção, desligar a alimentação (utilização do mecanismo de lock out tag out).			
1	Desapertar as proteções laterais desaparafusando os 6 parafusos laterais e desconectando o ligador elétrico. <i>Chave umbrako 5mm</i>			
2	Desapertar parafuso central da base. <i>Chave de bocas 24</i>			
3	Desapertar os 8 parafusos de fixação das placas vibratórias para remover o prato superior (ter atenção que as placas vibratórias tem umas chapas de separação entre cada uma delas). Após este passo temos acesso ao transformador. <i>Chave Umbrako 12mm</i>			
4	1) Deslocar o transformador mecanicamente ou se muito difícil dar algum aquecimento. 2) Removido o transformador, utilizar a lixa para remover toda a cola existente na área de contato. <i>Lixa</i>	1)	2)	





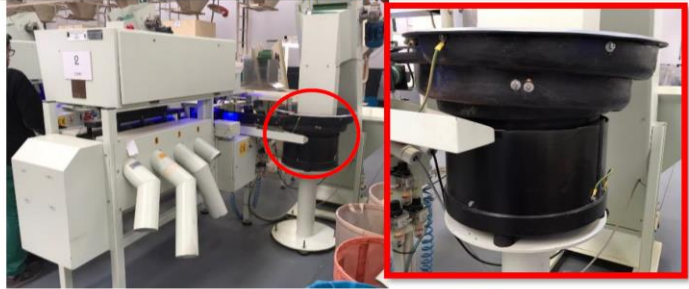

<p>5</p>	<p>1) Limpar toda a área de contato do transformador com o prato inferior.</p> <p>2) Aplicar cola no prato inferior bem como no transformador.</p> <p>Material de limpeza, Cola</p>	<p>1) </p> <p>2) </p> <p>Cola nova</p>
<p>6</p>	<p>Encaixar o transformador e deixar pelo menos 4 horas a secar.</p>	
<p>7</p>	<p>Após a secagem tem que se alinhar devidamente o prato superior com a posição do transformador, colocar todas as placas vibratórias e as chapas de separação.</p>	 <p>Prato superior</p> <p>Placas vibratórias</p>
<p>8</p>	<p>Garantir que a distância entre o prato superior e o transformador esteja compreendida entre 0,8 e 1 mm.</p> <p>Apalpa-folgas</p>	
<p>9</p>	<p>Apertar todos os parafusos com a chave dinamométrica com 180N.</p> <p>Chave dinamométrica com caixa de 24mm</p>	
<p>10</p>	<p>Colocar a base e apertar o parafuso central.</p> <p>Chave umbrako 12mm</p>	
<p>11</p>	<p>Colocar as proteções e apertar os 6 parafusos.</p> <p>Chave umbrako 5mm</p>	











Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard

Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure



























Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda
Escolha Eletrónica	Verificar a alimentação de rolhas no vibrador	Técnico da Manutenção	15 min	Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação 
Material:	1 rolha			
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada à exceção do vibrador.			
Segurança alimentar:	N/A			
Riscos:	N/A			
EPI's:				
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem		
Equipamento	Equipamento de Escolha Eletrónica Se a máquina estiver em produção, utilizar a etiqueta de bloqueio de equipamento (lock out tag out).			
1	Com o vibrador em funcionamento, colocar uma rolha na base da cuba e cronometrar o tempo necessário até que a rolha chegue aos cordões verdes. Tempo médio: ±11 segundos. <i>Nota: Sempre que se realizar esta verificação deve ser utilizado o mesmo tipo de rolha, uma vez que o tempo dependerá da rugosidade da rolha.</i>			

6.9 ANEXO 9 – Plano de manutenção preventiva para os equipamentos de EM

Periodicidade	Operação	Responsável	Ação
Semanal	Limpeza profunda do equipamento	Empresa externa	
Trimestral	Lubrificar chumaceiras	Técnico de Manutenção	
	Verificar estado de desgaste do excêntrico desviador	Técnico de Manutenção	
	Testar o bom funcionamento das molas	Técnico de Manutenção	
	Verificar estado do rolo alimentador	Técnico de Manutenção	
	Verificar estado do tapete elevador (telas)	Técnico de Manutenção	
	Verificar tela do tapete horizontal	Técnico de Manutenção	
	Verificar motores e tambores	Técnico de Manutenção	













6.10 ANEXO 10 – Exemplos de POS de manutenções preventivas

		Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento	Operação	Responsável	Duração Prevista	Legenda	
Escolha Manual	Verificação do estado da tela	Técnico da Manutenção	30 min	Controlo Visual 	
				Controlo Manual 	
				Lubrificação 	
				Controlo Auditivo 	
				Limpeza 	
Material:		Lubrificante massa consistente NSF			
Segurança operador:		As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.			
Segurança alimentar:		Norma NSF H1			
Riscos:		N/A			
EPI's:					
Observações:		Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem		Ação	
Seguranças/Equipamento	Se a máquina estiver em produção, utilizar a etiqueta de bloqueio de equipamento (Lockout Tagout). Identificar o equipamento de Escolha Eletrónica.				
	1 Colocar a tela em funcionamento a baixa velocidade. Para tal, aceder ao separador "testes" no monitor de controlo do equipamento e selecionar o teste de motores número 4, conforme ilustrado na figura. Verificar se está devidamente centrada, em boas condições e limpa. No final da verificação desligar a tela e limpar se	 		  	
	2 Verificar a integridade dos vedantes do motor redutor e possíveis fugas de óleo, assim como todas as ligações. Limpar se necessário.			  	
	3 Verificar se há alterações/deformações no diâmetro ou a presença de limalhas na chumaceira.				
	4 Verificar o estados dos gracers e limpar se necessário. Colocar o lubrificante nos gracers indicados, aplicando 1/2 bombadas.			  	

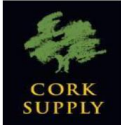




















Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard
Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure



Equipamento Escolha Manual	Operação Lubrificação	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 15 min	Legenda Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação  Controlo Auditivo  Limpeza 
Material:	Lubrificante massa consistente NSF			
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.			
Segurança alimentar:	Norma NSF H1			
Riscos:	N/A			
EPI's:				
Observações:	Registar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem		Ação
Segurança	Se a máquina estiver em produção, desligar/bloquear a alimentação do equipamento (utilização do mecanismo de <i>Lockout Tagout</i>).			
Equipamento	Identificar o equipamento de Escolha Manual.			
1	Verificar o estados dos graces e limpar se necessário. Colocar o lubrificante nos graces indicados, em ambos os lados do tapete, aplicando 1/2 bombadas.			  

6.11 ANEXO 11 - Exemplos de POS de manutenções autónomas

		Manutenção Preventiva - Procedimento Operacional Standard Preventive Maintenance - Standard Operation Procedure			
Equipamento Escolha Eletrónica	Operação Verificação do circuito pneumático	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 15 min	Legenda	 Controlo Visual  Controlo Manual  Lubrificação  Controlo Auditivo  Limpeza
Material:	N/A				
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.				
Segurança alimentar:	N/A				
Riscos:	N/A				
EPI's:					
Observações:	Registrar a operação e qualquer anomalia encontrada.				
Fase	Procedimento	Imagem			Ação
Segurança	Se a máquina estiver em produção, desligar/bloquear a alimentação do equipamento (utilização do mecanismo de <i>Lockout Tagout</i>).				
Equipamento	Identificar o equipamento de Escolha Eletrónica.				
1	Verificar se a pressão nos três manômetros está compreendida entre os 0,2 e os 0,3 MPa. Verificar se há folgas nas ligações/conexões.			 	
2	Verificar se há folgas nas ligações/conexões.			 	



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



Equipamento Escolha Manual	Operação Verificação do estado dos rolos	Responsável Técnico da Manutenção	Duração Prevista 15 min	Legenda Controlo Visual Controlo Manual Lubrificação Controlo Auditivo Limpeza
Material:	N/A			
Segurança operador:	As operações têm de ser realizadas com a máquina parada.			
Segurança alimentar:	N/A			
Riscos:	N/A			
EPI's:				
Observações:	Registrar a operação e qualquer anomalia encontrada.			
Fase	Procedimento	Imagem		Ação
Segurança	Se a máquina estiver em produção, desligar/bloquear a alimentação do equipamento (utilização do mecanismo de <i>Lockout Tagout</i>).			
Equipamento	Identificar o equipamento de Escolha Manual.			
1	Verificar o estado dos rolos, analisando se há vibrações durante a rotação dos mesmos, e o seu nível de rugosidade realizando um teste táctil.			