



**Rui Miguel Tavares Brites**

Licenciatura em Ciências da Engenharia Mecânica

**Estudo de Melhoria da Gestão da  
Manutenção de uma Empresa Siderúrgica**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Mecânica

Orientadora: Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas,  
Professora Auxiliar, FCT/UNL



# **Estudo de Melhoria da Gestão da Manutenção de uma Empresa Siderúrgica.**

Copyright © Rui Miguel Tavares Brites, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



*Dedico esta tese  
ao meu Avô Cipriano(In memoriam),  
pois sei que se estivesse presente  
estaria muito orgulhoso desta minha conquista.*



## **Agradecimentos**

A entrega do presente trabalho resulta no culminar de todo um percurso académico e pessoal, o qual não seria possível sem o apoio de todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente e aos quais eu gostaria de endereçar os meus agradecimentos.

Gostaria de agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Helena Navas, pela sua permanente disponibilidade, ajuda e incentivo, por todas as sugestões, críticas e correções bem como pela confiança depositada no meu trabalho.

Gostaria também de agradecer à empresa Megasa – Siderurgia Nacional do Seixal e a todos os seus colaboradores, em especial aos Engenheiros Carlos Conde, Luís Almeida, André Tavares, Nuno Soares, Joaquim Arroja, ao encarregado da manutenção mecânica Jorge Sezinando assim como toda a equipa Departamento de Manutenção Mecânica da Laminagem (DMML), que me receberam e auxiliaram em tudo o que precisei, e pela oportunidade que me deram ao poder realizar este estágio na empresa.

Gostaria de agradecer à instituição Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, e em especial ao corpo docente do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica por todo o apoio e disponibilidade e também por todos os conhecimentos transmitidos que serão muito importantes para a minha vida futura enquanto Engenheiro Mecânico.

Aos meus colegas e futuros Mestres que me acompanharam durante todo o curso um profundo obrigado pela amizade que se preservou e desenvolveu bem como pela ajuda prestada.

Gostaria muito de agradecer à minha avó Conceição Brites por todos os valores e ensinamentos que me transmitiu e por ter cuidado de mim desde que me lembro de existir, fazendo de mim o homem que sou hoje, pela paciência despendida na minha educação, pelas palavras de carinho e incentivo quando as coisas pareciam não estar a correr como o previsto, para ela o meu enorme, sentido e sincero obrigado.

Gostaria muito especialmente de agradecer à minha família por tudo o que me ajudou a conseguir até hoje e que espero conseguir no futuro e pela influência que foram e continuam a ser na minha vida.

Gostaria também de agradecer aos meus amigos, pela vossa amizade, companheirismo e suporte ao longo de todos estes anos e, aproveito para agradecer já, pelos que certamente se seguirão, para vocês meus caros amigos o meu muito obrigado.

Gostaria de agradecer ao meu amigo e futuro mestre em Engenharia Mecânica João Gaspar pela ajuda prestada na revisão da presente dissertação.

Não poderia faltar o tão merecido agradecimento à minha namorada, Sofia Rodrigues, pela sua paciência, tolerância e compreensão sempre ouviu os meus desabafos no decorrer da elaboração da dissertação e com os problemas com que me deparei, tendo sempre uma palavra de incentivo. O seu amor, carinho e apoio foram fatores de enorme importância, e aos quais dou muito valor, obrigado por estares sempre comigo.

Por fim gostaria de agradecer a todos que de forma direta ou indireta auxiliaram no desenvolvimento do presente trabalho.

## Resumo

Nas últimas décadas a manutenção industrial deixou de ser vista como uma atividade secundária em organizações e empresas, ganhando cada vez maior importância em todas as áreas funcionais das mesmas.

A empresa Megasa – SN Seixal começou a sentir necessidade de melhoria contínua dos processos e procedimentos, tanto a nível de produção como também a nível de manutenção.

A presente dissertação foi elaborada no âmbito da realização de um estágio profissional no departamento de manutenção mecânica na Megasa – SN Seixal.

O objetivo principal do estágio visava a melhoria das atividades de gestão, planeamento e o controlo da manutenção.

No âmbito do estudo, foi feita uma análise crítica da organização e gestão de manutenção existente na empresa. No decorrer desta análise, foram identificados vários aspetos a melhorar na área da gestão da documentação, na gestão da informação, organização e planeamento das atividades, entre outros.

Foram elaboradas várias propostas de melhoria, que tinham como finalidade a resolução de problemas de arrumação e limpeza, o registo mais fiável de falhas e avarias, a criação de novos documentos e melhoria dos documentos já existentes, elaboração de um sistema de gestão de informação e dos novos procedimentos de análise, planeamento e controlo da gestão da manutenção.

Em caso de implementação, as propostas sugeridas irão permitir um aumento significativo de eficiência e eficácia da empresa, pois através da implementação do sistema de gestão da manutenção seria possível melhorar o acompanhamento das atividades de manutenção, criando condições para uma gestão cuidada e organizada das mesmas, e a implementação da ferramenta 5S iria criar a base para uma correta implementação da TPM.

**Palavras-chave:** Manutenção, Gestão da Manutenção, 5S, *Lean*, Histórico de Avarias, Indicadores de Gestão.



## **Abstract**

In the recent decades the industrial maintenance is no longer seen like a secondary activity in organizations and companies, increasing its importance in all functional areas.

The Megasa company - SN Seixal began to feel the need for continuous improvement of processes and procedures, both in terms of production as well as the level of maintenance.

The present dissertation was elaborated under a professional internship in mechanical maintenance department of the Megasa – SN Seixal.

The first goal of this internship aimed to improve activities of management, planning and control of maintenance.

In this study was made a critical analysis of the organization and Maintenance management that exist in the company.

During this analysis, we identified several areas for improvement in the management of documentation in information management, organization and planning of activities, among others.

Various improvement proposals were prepared, which were aimed at resolving the housekeeping problems, the most reliable record of failures and malfunctions, creating new documents and improvement of existing documents, preparation of an information management system and the new analysis procedures, planning and control of maintenance management.

If the implementation takes place, the suggested proposals would allow a significant increase of efficiency and effectiveness of the company, because through the implementation of maintenance management system it would be possible to have a better monitoring of maintenance activities, creating conditions for an organized management, and, the implementation of the 5S tool would create the basis for a correct implementation of TPM.

**Keywords:** Maintenance, Maintenance Management, Lean, 5S, Failures history, Management Indicators.



# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1.	ENQUADRAMENTO, OBJETIVOS E CONTRIBUTOS DA DISSERTAÇÃO .....	1
1.2.	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	2
<b>2.</b>	<b>MANUTENÇÃO INDUSTRIAL</b> .....	<b>3</b>
2.1.	INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO.....	3
2.2.	DEFINIÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	5
2.3.	HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL .....	6
2.4.	NORMALIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	9
2.5.	TIPOS DE MANUTENÇÃO .....	10
2.6.	CUSTOS DE MANUTENÇÃO .....	14
2.7.	SISTEMAS DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO.....	16
2.7.1.	<i>Objetivos de um Sistema de Gestão da Manutenção</i> .....	16
2.7.2.	<i>Softwares de Gestão de Manutenção (SIGM)</i> .....	19
2.8.	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) .....	21
2.8.1.	<i>Pilares do TPM</i> .....	23
2.8.2.	<i>Indicadores de Desempenho</i> .....	26
2.8.3.	<i>Ferramentas de Apoio ao TPM</i> .....	28
<b>3.</b>	<b>MEGASA-SN SEIXAL</b> .....	<b>33</b>
3.1.	INTRODUÇÃO À EMPRESA .....	33
3.2.	PROCESSOS PRODUTIVOS .....	38
3.2.1.	<i>Processo Produtivo da Aciaria</i> .....	40
3.2.2.	<i>Processo Produtivo da Laminagem</i> .....	43
<b>4.</b>	<b>ANÁLISE DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DA EMPRESA</b> .....	<b>59</b>
4.1.	CODIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS E OS RESPECTIVOS CENTROS DE CUSTO .....	59
4.2.	ORGANIZAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO MECÂNICA DA LAMINAGEM .....	60
4.3.	ROTINAS E PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO EM VIGOR NA EMPRESA .....	62
4.4.	PROBLEMAS E PONTOS DE MELHORIA IDENTIFICADOS.....	65
<b>5.</b>	<b>PROPOSTAS DE MELHORIA</b> .....	<b>69</b>
5.1.	CRIAÇÃO DE EQUIPAS DE MANUTENÇÃO DE TURNOS .....	69
5.2.	SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO .....	70
5.3.	NOVOS INDICADORES A UTILIZAR PELO DEPARTAMENTO .....	82
5.4.	ANÁLISE DAS INSTALAÇÕES E SUGESTÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA 5S.....	84
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	<b>93</b>

6.1.	CONCLUSÕES .....	93
6.2.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	95
<b>ANEXOS .....</b>		<b>101</b>
ANEXO A.1- PLANTA DA MEGASA SN SEIXAL .....		103
ANEXO A.2-PLANTA GERAL DA OFICINA DO DMML.....		105
ANEXO B.1-FLUXOGRAMA PARA AS AÇÕES DE MANUTENÇÃO CORRETIVA/PREVENTIVA .....		107
ANEXO B.2 - FLUXOGRAMA PARA AS AÇÕES DE MANUTENÇÃO CORRETIVA/PREVENTIVA (CONTINUAÇÃO) .....		108
ANEXO C.1 – EXEMPLOS DE UMA FICHA TÉCNICA.....		109
ANEXO C.2- EXEMPLO DO DOCUMENTO: LISTA DE PEÇAS .....		111
ANEXO C.3- EXEMPLOS DE FICHAS DE ROTINAS DE INSPEÇÃO E DE LUBRIFICAÇÃO.....		113
ANEXO C.4 – IMAGEM DO FICHEIRO DE PLANEAMENTO DE MANUTENÇÃO .....		115
ANEXO C.5 - EXEMPLO DE UMA OT.....		117
ANEXO C.6 – EXEMPLO DE UM RELATÓRIO DE TRABALHO .....		119
ANEXO D.1 – FORMAÇÃO 5S .....		121
ANEXO D.2 – FOLHA COM INSTRUÇÕES PARA IMPLEMENTAR OS PRIMEIROS 3S .....		125
ANEXO D.2 – FOLHA DE AUDITORIA 5S.....		127

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1- Importância da Manutenção no Processo.....	4
Figura 2.2- Cronograma Evolutivo da Manutenção Industrial .....	8
Figura 2.3- Cronograma Representativo do Tipo de Trabalhos de Manutenção .....	8
Figura 2.4-Tipos de Manutenção .....	10
Figura 2.5- Ferramentas de Manutenção Condicionada .....	12
Figura 2.6- Iceberg de Custos de Manutenção.....	15
Figura 2.7-Desperdícios em Equipamentos .....	23
Figura 2.8-Pilares da TPM.....	23
Figura 2.9-Ciclo PDCA .....	29
Figura 2.10-Diagrama de Causa-Efeito .....	30
Figura 3.1- Vista Aérea da Antiga Siderurgia Nacional .....	33
Figura 3.2- Evolução dos Logotipos ao Longo da História .....	35
Figura 3.3- Imagem das Instalações da Megasa-SN Seixal .....	36
Figura 3.4-Organograma da Empresa.....	36
Figura 3.5- Aciaria.....	39
Figura 3.6- Laminagem.....	39
Figura 3.7- Forno de Arco Elétrico.....	40
Figura 3.8-Desenho Esquemático de um Forno de Arco Elétrico .....	40
Figura 3.9- Sucata Utilizada como Matéria-Prima .....	41
Figura 3.10- Esquema de Produção da Aciaria.....	42
Figura 3.11- Vazamento Contínuo e Produto Final Obtido .....	43
Figura 3.12- Produtos Provenientes do Processo Produtivo da Laminagem .....	43
Figura 3.13- Mesas de Enfornamento e Caminho de Rolos .....	44
Figura 3.14-Zona de Entrada do Forno.....	44
Figura 3.15- Entrada da Descalaminadora.....	45
Figura 3.16-Trem de Desbaste 1 .....	45
Figura 3.17-Agulha Desviadora e Caminho de Rolos Duplo .....	46
Figura 3.18-Trem de Desbaste 2.....	46
Figura 3.19-Trem Intermédio .....	47
Figura 3.20- Trem de Acabamento do Tronco Comum.....	47
Figura 3.21-Desviador .....	47
Figura 3.22- Zona do Bloco Acabador e Arrefecimento Controlado .....	48
Figura 3.23-Zona de Arrefecimento e Formação de Mantos.....	49
Figura 3.24- Tesoura de Corte a Frio.....	49
Figura 3.25-Transportador de Mantos .....	50

Figura 3.26- Estação Onde os Mantos são Atados e Etiquetados.....	50
Figura 3.27- Caminho de Rolos e Leito de Recolha dos Atados .....	51
Figura 3.28- Zona do Spooler .....	51
Figura 3.29-Zona de Etiquetagem .....	52
Figura 3.30- Bloco Intermédio.....	52
Figura 3.31- Bloco Acabador.....	53
Figura 3.32- Zona de Arrefecimento Controlado .....	53
Figura 3.33- Cabeça Lançadora de Espiras.....	54
Figura 3.34- Tapete Transportador .....	54
Figura 3.35- Câmara de Formação de Bobines.....	55
Figura 3.36- Compactadora. ....	55
Figura 3.37- Zona de Pesagem e Etiquetagem.....	56
Figura 3.38-Zona do CTI.....	56
Figura 3.39-Exemplo de uma Central Ar/Óleo.....	57
Figura 4.1- Esquema Organizacional do Departamento .....	61
Figura 4.2- Tipos de Manutenção Efetuada na Megasa.....	62
Figura 5.1-Esquema Representativo da Nova Organização do DMML .....	70
Figura 5.2-Zona de Armazenamento de Peças e Componentes para Reparação. ....	85
Figura 5.3-Zona de Armazenamento dos Equipamentos Substituídos na Paragem.....	85
Figura 5.4-Armários de Armazenamento de Consumíveis.....	86
Figura 5.5-Zona de Armazenamento de Componentes.....	87
Figura 5.6-Zona de Armazenamento do Material das Atadoras .....	88
Figura 5.7-Estante e Armário de Arrumação .....	88
Figura 5.8-Zona de Armazenamento de Material da Linha de Bobinados .....	89
Figura 5.9-Depósito de Lixo.....	89

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1- Normas Criadas Para a Área da Manutenção e Gestão da Manutenção .....	9
Tabela 2.2-Tipos de Manutenção Preventiva Condicionada .....	13
Tabela 2.3-Matriz de Competências .....	31
Tabela 3.1- Qualidades de Aço Produzidas .....	39
Tabela 4.1- Exemplos da Codificação Utilizada na Empresa .....	60
Tabela 5.1- Grau de Criticidade dos Equipamentos .....	72
Tabela 5.2- Tipos de Trabalho de Manutenção .....	73
Tabela 5.3-Grau de Urgência de uma OT .....	74
Tabela 5.4- Ficha de Manutenção Preventiva da Biblioteca de Trabalhos Padrão .....	74
Tabela 5.5- Tabela Sintomas/Causas .....	75
Tabela 5.6-Tabela de Intervenções e Ações Futuras .....	75
Tabela 5.7-Codificação dos Departamentos .....	76
Tabela 5.8-Codificação de Especialidades .....	76
Tabela 5.9-Plano de Manutenção Preventiva.....	77
Tabela 5.10- Classe de Materiais .....	78
Tabela 5.11-Família dos Óleos .....	78
Tabela 5.12- Subfamília dos Óleos .....	79
Tabela 5.13-Ficha Tipo de Pedido à Manutenção. ....	81
Tabela 5.14-Tabela Comparativa das Ações já Implementadas na Empresa .....	81
Tabela 5.15- Ficheiro de Excel para o Cálculo dos Indicadores.....	83
Tabela 5.16- Ficheiro de Excel para o Cálculo dos Indicadores de Custo.....	83
Tabela 5.17- Plano de Ações para Futura Implementação dos 5S.....	90
Tabela 5.18-Classificação a Atribuir .....	91



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFNOR	<i>Association Française de Normalisation</i>
CEE	Comunidade Económica Europeia
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i>
CTN	Comissão Técnica de Normalização
DMEL	Departamento de Manutenção Elétrica da Laminagem
DML	Departamento de Manutenção da Laminagem
DMML	Departamento de Manutenção Mecânica da Laminagem
DOP	Disponibilidade Operacional
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
FMECA	<i>Failure Mode, Effects and Criticality Analysis</i>
FTA	<i>Failure Tree Analysis</i>
GMAC	Gestão da Manutenção Assistida por Computador
ID	Indicador de desempenho
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ITE	Indicador do Tempo Efetivo
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
JMA	<i>Japan Management Association</i>
JTR	Jornada de Trabalho
MC	Manutenção Corretiva
MCC	Manutenção Corretiva Curativa
MCP	Manutenção Corretiva Paliativa
MM	Manutenção de Melhoria
MP	Manutenção Preventiva
MPC	Manutenção Preventiva Condicionada
MPS	Manutenção Preventiva Sistemática
OEE	<i>Overall Equipment Efficiency</i>
ONN	Organismo Nacional de Normalização
OT	Ordem de Trabalho
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
QP	Quantidade Produzida
SGM	Sistemas de Gestão da Manutenção
SIGM	<i>Software Informático de Gestão da Manutenção</i>
SN	Siderurgia Nacional
TCE	Tempo de Ciclo Efetivo
TEO	Tempo Efetivo de Operação
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TQU	Taxa de Qualidade



# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. Enquadramento, Objetivos e Contributos da Dissertação**

Na atualidade com a globalização dos mercados, as empresas operam em ambientes cada vez mais competitivos, como tal uma empresa para subsistir deve procurar novas formas de se diferenciar aumentando os seus índices de eficácia e eficiência mantendo-se competitivas e autossustentáveis. A eficácia e a eficiência interna de uma empresa são influenciadas pelo papel da manutenção e seu impacto noutras áreas, nomeadamente, a produção, a qualidade e o ambiente de trabalho [1].

Ao ser verificada a relevância da função da manutenção nos atuais processos produtivos, as organizações e as empresas devem adotar abordagens e ferramentas que mais se adequem à sua realidade, tendo como finalidade a melhoria contínua dos seus processos [2].

A presente dissertação foi elaborada no âmbito da realização de um estágio profissional no departamento de manutenção mecânica da Megasa – SN Seixal.

O objetivo principal do estágio visava a melhoria das atividades de gestão, planeamento e o controlo da manutenção, e como tal foi feito uma análise crítica da organização e gestão de manutenção existentes na empresa, tendo sido identificados vários aspetos a melhorar tais como, a gestão da documentação, a gestão da informação, organização e planeamento das atividades, entre outros.

Ao ser feita uma análise crítica foi possível elaborar propostas que tinham como finalidade melhorar os aspetos identificados, tais como, criar um registo mais fiável de falhas e avarias, criar novos documentos e melhorar os já existentes, elaborar regras para uma correta implementação de um sistema de gestão de informação, melhorar o planeamento e controlo da gestão da manutenção e por fim resolver os problemas de arrumação e limpeza existentes nas instalações da fábrica.

O fato do presente estudo poder dar o seu contributo para o aumento da eficiência e eficácia do departamento de manutenção da empresa permitindo desta forma que a Megasa – SN Seixal melhore a sua competitividade constitui um forte fator motivador para a realização do mesmo.

## **1.2. Estrutura da Dissertação**

Relativamente à organização da presente dissertação, a mesma encontra-se estruturada em sete capítulos, que serão seguidamente apresentados.

No primeiro capítulo “Introdução” é feita uma introdução, onde é feito o enquadramento da tese e quais os seus objetivos, sendo ainda descrita a sua estrutura.

No segundo capítulo “Manutenção Industrial” são abordadas as temáticas consideradas importantes para a elaboração do presente estudo.

No terceiro capítulo “Megasa – SN Seixal” é feita a apresentação da empresa e do departamento onde o estágio foi realizado, sendo descrito o seu processo produtivo.

No quarto capítulo “Análise da Gestão da Manutenção da Empresa”, é identificado qual o tipo de codificação utilizado pelo departamento, a sua organização, o tipo de atividades de manutenção em vigor na empresa, sendo por último feita a identificação dos pontos críticos identificados no decorrer da avaliação das atividades de manutenção.

No seguimento dos pontos críticos identificados, surge o quinto capítulo “Propostas de Melhoria”, onde são descritas propostas de melhoria.

No sexto capítulo “Conclusões” são descritas as conclusões do trabalho desenvolvido, a partir da análise das soluções apresentadas nos dois capítulos anteriores, para além disso são ainda apresentadas algumas sugestões para futuros trabalhos a realizar.

Na presente dissertação, estão colocados em anexo alguns documentos importantes para a elaboração da mesma.

## 2. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

### 2.1. Introdução à Manutenção

A evolução tecnológica, em conjunto com o aumento do conhecimento científico gerou um aumento significativo, não só de quantidade, mas também na qualidade dos produtos fabricados. A globalização e liberalização dos mercados provocou um aumento de competitividade, como tal uma empresa necessita de produzir cada vez mais e com melhor qualidade ao menor custo possível de forma a ser competitiva e desta forma manter-se em funcionamento [3].

Considerando que o aumento do desgaste dos equipamentos pode originar avarias que provoquem paragens na produção, uma empresa para conseguir manter os seus níveis de produção e qualidade em patamares desejáveis, é de extrema importância que o seu parque de máquinas, bem como o estado geral das suas instalações sejam mantidos em excelentes condições de utilização. De forma a garantir que as condições sejam mantidas, são realizadas um conjunto de ações, tais como, inspeções, rotinas de trabalho, limpeza das instalações e das máquinas que a constituem, reparações de avarias, melhorias de componentes, entre outro tipo de operações às quais são designadas por trabalhos de manutenção ou simplesmente Manutenção [4].

Na atualidade, devido à forte industrialização e evolução tecnológica constante, existem novas ferramentas que são utilizadas nos processos de manutenção e que permitem uma melhor monitorização e previsão do estado geral dos equipamentos. Esta evolução, aliada a uma maior formação e conhecimento científico por parte dos responsáveis desta área, originou uma melhoria significativa na forma como são realizadas as atividades de manutenção em toda a indústria, tornando-se imprescindível que exista em todas as empresas um departamento de gestão da manutenção [5].

Relativamente à importância da manutenção, no seio de uma empresa, é possível identificar três grupos de fatores distintos onde a manutenção tem forte influência, sendo eles de ordem económica, de ordem legal e de ordem social [8].

**Ordem Económica** – obter o maior rendimento possível dos investimentos efetuados pela empresa na aquisição de equipamentos e nas instalações, mantendo-os operacionais o máximo de tempo possível, reduzindo as interrupções e o desperdício de recursos utilizados.

**Legal** – Legalmente uma empresa é obrigada a prevenir situações que originem eventuais fatores de insegurança (risco de acidente), de incómodo (ruídos, fumos, cheiros), de ordem ambiental (emissões de gases, descargas de líquidos poluentes).

**Social** – Os grupos sociais (podem ser moradores das zonas limítrofes, associações defensoras do ambiente, etc.) que sejam afetados pelas operações dos equipamentos ou instalações, e podem exercer pressões junto dos órgãos responsáveis para que sejam reduzidos ou anulados os efeitos nocivos do processo produtivo. Na maioria das situações a empresa não é legalmente obrigada a cumprir estas exigências, contudo a preservação da imagem da empresa perante a sociedade pode de certa forma justificar a adoção das medidas por ela exigida.

Para além dos 3 fatores indicados, a manutenção proporciona melhorias na qualidade do produto final. As próprias ações de manutenção, que objetivamente servem para manter as boas condições de funcionamento dos equipamentos, acabam por intervir na qualidade final do produto, pois equipamentos em bom estado de conservação produzem produtos de qualidade [9].

Na figura 2.1 é possível observar o impacto da manutenção na qualidade do produto final obtido pelo processo de fabrico.



Figura 2.1- Importância da Manutenção no Processo [9]

A manutenção deixou de ser considerada como “o mal necessário da produção” e passou a ser encarada como uma das áreas mais importantes da indústria, sendo um dos principais desafios do departamento de manutenção garantir a funcionalidade dos equipamentos e da própria fabrica com o menor custo possível, e se possível minimizando os recursos [6], [7].

### **Missão e Objetivos da Manutenção**

Segundo Kardec e Carvalho, 2002 a missão da manutenção é “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a poder atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados”[10].

De um modo geral a missão, de todos os departamentos de manutenção, nos mais variados sistemas de produção, tem como pontos fundamentais:

- Atuar sistematicamente na prevenção de avarias dos equipamentos ou instalações;
- Corrigir as avarias decorrentes do processo de fabrico;
- Melhorar os parâmetros de segurança, produtividade e qualidade recorrendo ao método de melhoria contínua;
- Ser uma atividade lucrativa na medida em que se reflete nos custos globais (reparar é mais dispendioso que manter).

Segundo Cabral, 2006: “Os objetivos da manutenção industrial têm que estar ligados aos objetivos globais da empresa já que a manutenção afeta a rentabilidade do processo produtivo por via tanto da sua influência no volume e na qualidade da produção como do seu custo: por um lado melhora o desempenho e a disponibilidade do equipamento por outro acresce aos custos de funcionamento. O segredo está em encontrar o ponto de equilíbrio entre o benefício e o custo que maximize o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade geral da empresa”[6].

Ou seja de grosso modo os principais objetivos da manutenção são:

- Minimizar o custo total do produto;
- Reduzir as paragens programadas e as paragens por avarias;
- Aumentar a disponibilidade dos equipamentos para cumprir os prazos planeados pela produção;
- Maximizar o contributo da manutenção para ajudar a rentabilizar a empresa

## **2.2. Definição da manutenção**

Existem diversas definições de manutenção, dependendo das épocas e das referências bibliográficas consultadas:

Segundo Monchy, 1989 “O elemento chave tanto para a produtividade das indústrias quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica, voltar a discutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados á nova natureza dos materiais [11].”

De acordo com Pinto, 1999 “uma combinação de ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas a bens ou equipamentos para otimização do seu ciclo de vida” [12].

Monks,1987 defende que a manutenção é ”uma atividade desenvolvida com o intuito de manter o equipamento ou outros bens, em condições de melhor apoiar e corresponder às metas organizacionais [13].”

Para Cabral, 2006 a manutenção é vista como “um conjunto de ações desenvolvidas com o intuito de assegurar o bom funcionamento das máquinas e instalações. Devendo ser

assegurado, que estas são intervencionadas no momento certo e com a extensão necessária, de forma a evitar que avariem ou que baixem o seu rendimento. No caso de tal acontecer, devem ser repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, a um custo global otimizado [6]

A norma EN 13306 define que a “Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida”, entendendo-se por “bem qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente” [14].

A AFNOR (*Association Française de Normalisation*) define Manutenção como “sendo um conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem num estado especificado ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado, a um custo global otimizado”.

É possível verificar que apesar de existirem várias definições para a manutenção, todas elas, de um modo ou de outro, têm em comum as ideias principais sobre a definição de manutenção.

### **2.3. História da Manutenção Industrial**

Desde os primórdios da humanidade que a manutenção está presente no seu dia-a-dia, existindo desde sempre uma grande preocupação e necessidade em manter operacionais as suas ferramentas de trabalho, assim como as armas utilizadas para a sua proteção. Entre inúmeros outros aparelhos que entretanto foram surgindo em conjunto com a evolução da humanidade.

De acordo com Pascoli, os primeiros registos de manutenção são datados do século X, onde os Vikings recorriam à manutenção para manter os seus barcos em perfeito estado de conservação e utilização [15].

Apesar de existirem diversos registos de operações de manutenção ao longo da nossa história, foi nos últimos 100 anos que a mesma se começou a desenvolver e a organizar, estando em processo de melhoria constante. O seu desenvolvimento foi fortemente influenciado, não só pelo desenvolvimento industrial e evolução do conhecimento científico por parte dos técnicos e engenheiros das mais diversas áreas, mas também pela crescente consciência de que a manutenção influencia diretamente fatores importantes, tais como, a segurança e o meio ambiente, aumento da capacidade de produção e a qualidade final do produto [16], [17].

Com a primeira guerra mundial e o aumento das exigências do sistema produtivo, Henry Ford, criou equipas para controlar e garantir o bom funcionamento dos equipamentos [18], sendo este o primeiro grande registo da criação de equipas especializadas em manutenção.

Segundo Moubray, 2001 e Kobbaccy e Murthy, 2008 a manutenção evoluiu bastante nos últimos anos dividindo-se em 3 gerações distintas [19], [20]:

A primeira geração decorreu entre os anos 30 e 50, onde a produção era pouco industrializada e mecanizada. Nesta época a maior parte da atividade produtiva era realizada com recurso a mão-de-obra, como tal o tempo de inatividade devido à avaria de determinada máquina não era considerada relevante para o processo produtivo das empresas. Por outro lado a simplicidade dos equipamentos, e o grande sobredimensionamento por parte dos fabricantes eram garantia de fiabilidade e o seu processo de reparação era considerado fácil. Desta forma o tipo de manutenção utilizado era a manutenção corretiva, ou seja os equipamentos eram alvo de intervenção somente quando avariavam, devido ao tipo de manutenção utilizada ficou de certa forma conhecida como a era do “reparar quando partir”.

A segunda geração iniciou-se nos anos 50 e prolongou-se até aos anos 70, onde a reconstrução da indústria, provocada pela destruição da maioria das unidades fabris durante a Segunda Guerra Mundial e pela ausência de mão-de-obra, originou uma evolução tecnológica nos equipamentos utilizados pelas empresas no seu processo produtivo.

Em resultado da falta mão-de-obra e da evolução tecnológica, as empresas iniciaram o processo de automatização das suas linhas de produção, utilizando equipamentos cada vez mais variados e complexos. Esta evolução tecnológica permitiu obter um aumento quase exponencial na capacidade de produção das empresas, em contrapartida provocou uma maior dependência das empresas relativamente às máquinas e equipamentos utilizados. Com o crescimento desta dependência, o tempo de paragem das máquinas e equipamentos, por motivo de avaria, ganha cada vez mais relevância.

Desta forma a prioridade é manter o equipamento em funcionamento o maior tempo possível, para cumprir esta prioridade foi criado o conceito de manutenção preventiva, neste tipo de manutenção é feita a intervenção em determinados intervalos de tempo estipulados, com o intuito de antecipar eventuais falhas, e minimizar as intervenções de manutenção corretiva.

É nesta época que se começa a analisar os custos da manutenção, sendo criada a Engenharia de Manutenção, que ocupa uma posição hierárquica ao nível da produção, visando planejar e desenvolver as atividades de manutenção, procurando desta forma maximizar o tempo de vida útil dos ativos nos quais investiram e minimizar os custos associados.

A terceira geração surge entre os anos 70 e 80, onde a indústria sofreu uma nova renovação mundial, impulsionada por avanços no desenvolvimento tecnológico, que originou um aumento da automatização e uma melhoria dos processos produtivos. Surgindo novas ideias e conceitos para maximizar, não só a vida útil do produto, mas também a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos e ter um maior controlo sobre os custos de

manutenção e de produção. [21]–[23]. É nesta terceira fase que a manutenção ganha uma importância ainda maior, sendo reconhecido que uma boa equipa e um bom gestor de manutenção será um grande passo para que a empresa se mantenha competitiva.

Na figura 2.2 é representado um cronograma com a evolução da manutenção ao longo dos anos.

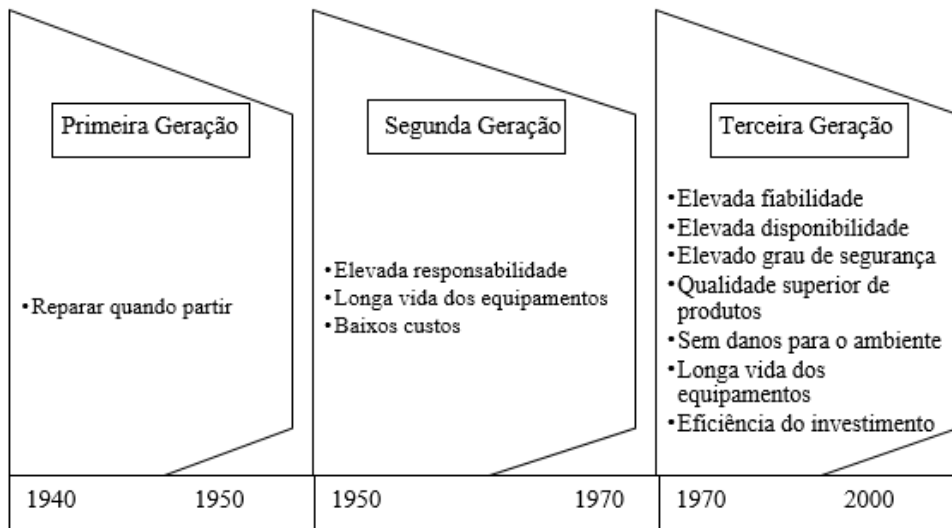


Figura 2.2- Cronograma Evolutivo da Manutenção Industrial [14].

Na figura 2.3 é possível visualizar as mudanças verificadas na manutenção para atingir essas expectativas.

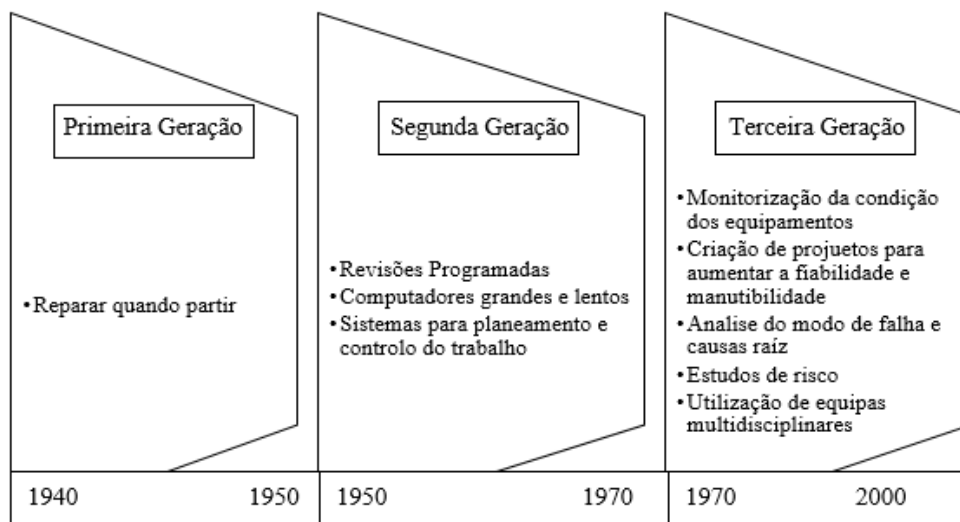


Figura 2.3- Cronograma Representativo do Tipo de Trabalhos de Manutenção [14].

Neste momento, o maior desafio das pessoas responsáveis pelo departamento de manutenção é tomar a decisão correta sobre qual o modelo de manutenção que mais se adequa à realidade da sua empresa. Se forem feitas as escolhas certas, é possível melhorar o desempenho dos ativos, bem como ao mesmo tempo, reduzir os custos operacionais e de manutenção. Por

outro lado, se forem feias as escolhas erradas, não só surgirão novos problemas mas também os já existentes tenderão a piorar, podendo em casos extremos, a empresa tornar-se pouco competitiva e originar o seu encerramento.

## 2.4. Normalização da Manutenção

De acordo com o Instituto Português da Qualidade (IPQ); “A Normalização é a atividade destinada a estabelecer, face a problemas reais ou potenciais, disposições para a utilização comum e repetida, tendo em vista a obtenção do grau ótimo de ordem, num determinado contexto. Consiste de um modo particular, na formulação, edição e implementação de Normas [24]”. O IPQ, como Organismo Nacional de Normalização (ONN) é responsável pela coordenação do Sistema Português da Qualidade, bem como de futuros sistemas de qualificação que legalmente lhes forem atribuídos.

A manutenção industrial, em Portugal, é uma atividade que labora dentro dos contornos normativos aplicados por esta entidade (IPQ). As normas de manutenção industrial são estabelecidas pela Associação Portuguesa de Manutenção Industrial (APMI), na qualidade de Comissão Técnica de Normalização (CTN), supervisionada pelo IPQ [4].

No processo de manutenção, bem como na sua gestão, é importante a utilização de um bom veículo de informação. De forma a ser possível uma boa comunicação entre todos os sectores da empresa, desde o técnico responsável pela zona até ao departamento financeiro, é necessário que todos utilizem os mesmos termos e definições. É importante, para além de utilizar os mesmos termos e definições, criar um conjunto de regras e procedimentos sustentados, que garantam que a manutenção é efetuada de acordo com as boas práticas técnicas, e que a sua verificação seja fácil de confirmar, é com base nestes dois propósitos que foram criadas as normas que vigoram na área da manutenção em Portugal. Na tabela 2.1 é possível verificar alguns exemplos de normas utilizadas na área da manutenção mecânica[25]–[28]:

Tabela 2.1- Normas Criadas Para a Área da Manutenção e Gestão da Manutenção [25]–[28]

<b>Norma</b>	<b>Definição</b>
<b>NP EN 13306:2007</b>	Terminologia da Manutenção
<b>NP EN 13269:2007</b>	Manutenção – Instruções para preparação de contratos de manutenção
<b>NP EN 15341:2009</b>	Manutenção – Indicadores de desempenho da manutenção
<b>NP EN 13460:2009</b>	Manutenção – Documentação para a manutenção
<b>NP 4483:2009</b>	Implementação de sistemas de gestão da manutenção

A normalização na manutenção é importante, pois permite a universalidade de conceitos e termos na manutenção, a uniformização dos indicadores da manutenção e a uniformização da documentação técnica de manutenção.

## 2.5. Tipos de Manutenção

A manutenção é dividida, de um modo mais generalista, em manutenção planeada e não planeada, surgindo após esta divisão o conceito de manutenção preventiva, corretiva e de melhoria. A manutenção preventiva subdivide-se em sistemática e condicionada, por outro lado a manutenção corretiva pode dividir-se em diferida ou imediata [9], [23], [29], [30].

Na figura 2.4 é possível verificar hierarquicamente a organização dos diferentes tipos de manutenção.

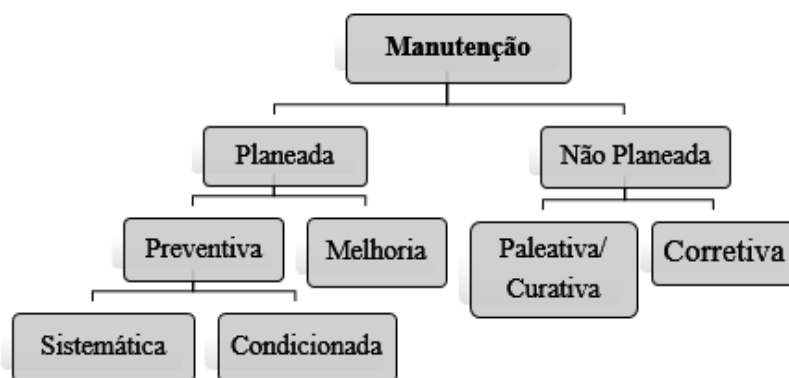


Figura 2.4-Tipos de Manutenção

### Manutenção Preventiva (MP)

Segundo Cabral, 2006, a Manutenção Preventiva (MP) é “a manutenção efetuada a intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de um bem” [6].

A aplicação da MP permite, não só aumentar a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos, mas também reduzir as ações de manutenção corretiva que originam as paragens ou os atrasos na produção, originando uma redução nos custos totais de manutenção, pois corrigir custa quatro vezes mais que prevenir [9], [23], [29], [30].

Este tipo de manutenção pode ser dividida em dois tipos distintos, a Manutenção Preventiva Sistemática (MPS) e a Manutenção Preventiva Condicionada (MPC), que serão descritas de seguida.

### **Manutenção Preventiva Sistemática (MPS)**

De acordo com a Norma NP EN 13306:2007 a “Manutenção preventiva é efetuada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem” [25].

A manutenção sistemática é feita na paragem de determinado equipamento, após um determinado período de funcionamento onde são efetuadas inspeções, medições, ajustes e se necessário com base nas observações efetuadas é feita a substituição dos elementos não conformes. Este tipo de atividade é realizada com base num programa pré-estabelecido, elaborado com base na experiência profissional do responsável de manutenção, utilizando a recomendação do fabricante ou com base num estudo de probabilidade de ocorrência de determinada avaria [31].

A utilização deste tipo de manutenção só é possível caso exista um histórico de avarias, que deve ser implementado e gerido a partir do momento em que o equipamento começa a funcionar [7], [9]. São exemplos de MPS a mudança de óleo e filtro de um automóvel a cada 25000 km, uma revisão e respetiva descarbonização de um motor *diesel* para as 20000 horas, repintura de uma estrutura metálica de dez em dez anos, etc.

### **Manutenção Preventiva Condicionada (MPC)**

A Norma NP EN 13306:2007 define a MPC como “Manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando ações daí decorrentes” [25].

Neste tipo de manutenção são utilizadas algumas técnicas específicas que permitem medir determinados parâmetros do equipamento, obtendo dessa forma indicações sobre as suas condições de funcionamento, em tempo real[31].

A grande utilidade será a deteção antecipada das anomalias que poderão levar à avaria/falha do equipamento. Na figura 2.5 é possível visualizar esquematicamente os tipos de ferramentas de inspeção utilizados na MPC.

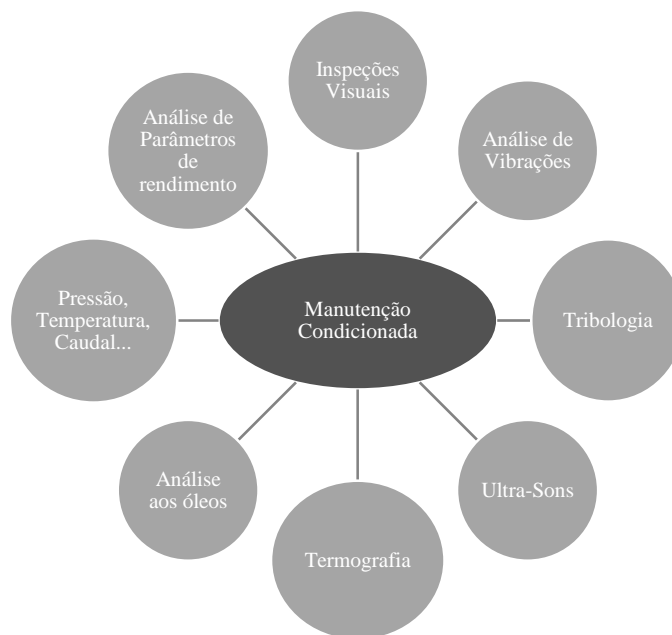


Figura 2.5- Ferramentas de Manutenção Condicionada [31]

As ações de manutenção são de periodicidade variável, uma vez que são decididas com base no estado do equipamento. A MPC tem 3 fases distintas, sendo elas [31]:

**1. Primeira Fase – Detecção do defeito.**

A deteção do defeito é verificada normalmente pelo registo de vibrações ou através da medição de alguns parâmetros tais como a pressão, a temperatura, caudal, intensidade, etc.

**2. Segunda fase – Estabelecimento do diagnóstico.**

É nesta fase que é efetuada a determinação das causas diretas de avaria e obtenção de informação para melhoria do desenho, construção e operação do equipamento.

**3. Terceira Fase – Análise de tendência.**

É feito um julgamento inicial do tempo disponível antes da avaria, de modo a determinar o momento em que a vigilância dos parâmetros tem de ser apertada para prever a sua reparação. Nesta fase estamos na posse de toda a informação para determinar o tempo máximo entre intervenções de manutenção.

Este tipo de manutenção é habitualmente utilizado em equipamentos que se consideram vitais para a produção ou em equipamentos que comprometam a segurança ou cuja avaria seja muito dispendiosa ou frequente. Na tabela 2.2 é possível observar alguns tipos de MPC consoante a sua área de aplicação [31].

Tabela 2.2-Tipos de Manutenção Preventiva Condicionada

Métodos Utilizados	Equipamentos Vigeados	Periodicidade da Verificação
Medição de vibração	Todas as máquinas giratórias de potência média ou máxima e/ou equipamentos críticos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores;</li> <li>• Redutores;</li> <li>• Compressores;</li> <li>• Bombas;</li> <li>• Ventiladores.</li> </ul>	Esta periodicidade pode variar consoante as necessidades da empresa e as condições de serviço dos equipamentos.
Análise dos Óleos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrais hidráulicas.</li> <li>• Centrais de lubrificação</li> <li>• Redutores</li> <li>• Circuitos hidráulicos</li> <li>• Motores</li> </ul>	Esta periodicidade é definida pelos fabricantes dos equipamentos e normalmente é efetuada de 6 em 6 meses.

### **Manutenção Preventiva Reativa (MPR)**

A MPR é considerada por muitos autores como sendo outro tipo de manutenção preventiva. Neste tipo de manutenção as intervenções são ditadas pelas capacidades sensoriais dos operários, nomeadamente a visão, olfato, a audição e o tato. Os operários por conhecerem os equipamentos podem detetar sintomas de anomalias de forma atempada, promovendo de imediato uma ação corretiva, antes da ocorrência da falha [32]. Resumidamente este tipo de ação de manutenção têm como finalidade prever as possíveis datas em que as avarias ocorrerão, reduzir os fatores que potenciam falhas e minorar as consequências duma avaria [6].

### **Manutenção Corretiva (MC)**

A norma NP EN 13306:2007 define a Manutenção Corretiva (MC) como “É a manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria, e destinada a repor o bem num estado que possa realizar uma função requerida” [25].

Normalmente este tipo de manutenção não é planeada, e está dependente da ocorrência de avarias que coloquem em risco o fluxo normal de produção, e como tal deve ser atendido com a máxima urgência. Assim, estas impõem a sua prioridade sobre outras ações de manutenção, resultando na necessidade de um elevado conhecimento técnico por parte dos operários de manutenção, e em custos associados muito mais elevados. A MC, possui cinco categorias de intervenção distintas, tais como; reparação da falha, recuperação de equipamentos ou componentes e ainda reconstruções de equipamentos [31].

A MC pode ser dividida em dois tipos distintos, a Manutenção Corretiva Paliativa ou Diferida (MCP) e a Manutenção Corretiva Curativa ou Imediata Condicionada (MCC).

### **Manutenção Corretiva Paliativa ou Diferida (MCP)**

A Manutenção Corretiva Planeada (MCP) define-se como o trabalho de manutenção que envolve uma reparação ou substituição agendada de componentes que falharam durante o processo de produção, ou em equipamentos onde foram detetadas anomalias durante as atividades de manutenção preventiva.

Normalmente este tipo de manutenção é utilizado para que a reparação de componentes não interfira com o processo de produção, ficando a resolução final da avaria adiada para uma altura menos crítica para a produção, normalmente no fim do horário de expediente ou ao fim-de-semana, ou no caso de empresas que tenham uma produção continua a mesma é adiada para coincidir com as paragens programadas [33].

### **Manutenção Corretiva Curativa (MCC)**

A norma NP EN 13306:2007 define a Manutenção Corretiva Curativa (MCC) como sendo “A Manutenção Corretiva que é efetuada imediatamente após a deteção de um estado de falha, para evitar consequências inaceitáveis” [25].

A MCC, tal como referido pela norma é classificado como sendo não planeado e tem como objetivo a correção da falha ou avaria de forma imediata., sendo bastante utilizada quando a avaria coloca em risco a segurança dos intervenientes no processo produtivo ou a qualidade do produto final. Este tipo de manutenção é, para muitos autores, um modelo relativamente fácil de implementar pois não necessita de uma estrutura organizada, basta ter técnicos especializados e meios materiais [34].

### **Manutenção de Melhoria (MM)**

A Manutenção de Melhoria (MM) tem como principal objetivo reduzir ou eliminar a necessidade de realizar manutenção aos equipamentos. Como tal, recorre a alterações aos sistemas com o intuito de maximizar o seu desempenho e aumentar a sua fiabilidade. Visando também melhorar a adequabilidade dos equipamentos a situações específicas e a sua atualização por incorporação de novas características [23], [35]. Este tipo de manutenção pode e deve ser utilizado quando a empresa efetua uma alteração ao *layout* do processo de fabrico, quando realiza novas obras de melhoria ou quando a empresa adquire novos equipamentos.

## **2.6. Custos de Manutenção**

Segundo Marcorin e Lima [36] “nenhum estudo de implementação de programas de manutenção, pode ser devidamente efetuado sem se considerar os custos envolvidos, pois são estes os fatores mais importantes a serem examinados para se decidir entre diferentes programas

de manutenção. Os custos envolvidos são fundamentais para a decisão de realizar, ou não, atividades de manutenção.”

Ao analisar a conjuntura e exigência dos mercados atuais, onde quanto melhor for a qualidade do bem produzido e menor for o custo alienado à sua produção, mais competitiva se torna a empresa. Considerando que os custos de manutenção estão implícitos no valor de mercado do produto final, é de extrema importância

Segundo Cabral [6] “os verdadeiros custos de manutenção, os que exprimem, realmente, o seu desempenho, não são os custos contabilísticos diretos. São estes e mais os que têm em linha de conta, também, as consequências da manutenção”. Os custos referenciados por Cabral diretamente relacionados com a manutenção são difíceis e alguns deles impossíveis de determinar, porque não são custos visíveis.

Uma forma de visualizar esta situação é recorrendo ao iceberg dos custos de manutenção representado na figura 2.6.



Figura 2.6- Iceberg de Custos de Manutenção [6]

Os custos de manutenção dependendo da sua origem podem ser classificados em duas categorias, os custos diretos e os custos indiretos [37]. Os custos diretos (parte visível do iceberg) englobam todos os custos que estão diretamente relacionados com a operação de manutenção, tal como, a mão-de-obra, subcontratação, material utilizado. Os custos indiretos (parte invisível do iceberg) são consequência de uma avaria, paragens, intervenções de manutenção, e alguns custos que podem ser influenciados pela manutenção, como por exemplo, baixa produtividade, não qualidade, desmotivação dos colaboradores, acidentes pessoais, imagem da empresa, riscos ambientais, entre outros [6], [8], [23], [31].

## **2.7. Sistemas de Gestão de Manutenção**

Um Sistema de Gestão da Manutenção (SGM) é, tal como o nome indica, utilizado para fazer uma gestão eficaz de todas as atividades de manutenção realizadas na empresa, permitindo a realização de uma forma disciplinada das principais funções de gestão, tais como: planejar, organizar, dirigir e controlar toda a manutenção efetuada na empresa.

Segundo a norma NP 4483:2009 “a manutenção tem um papel fulcral no sucesso das empresas, e como tal deve ser estabelecido, documentado, implementado e mantido um sistema de gestão da manutenção e trabalhar na melhoria contínua da sua eficácia, de acordo com os requisitos estabelecidos pela norma em questão” [28].

### **2.7.1. Objetivos de um Sistema de Gestão da Manutenção**

O principal objetivo de um SGM é poder contribuir para a eficácia e eficiência da empresa, atendendo às necessidades do seu processo produtivo, não só em quantidade, mas também em termos da qualidade final do produto. Desta forma para alcançar o seu objetivo principal deverá atingir todos os seguintes itens[38]:

- Diminuir os custos de manutenção e reparação;
- Incrementar a vida útil das equipas, agregados e componentes;
- Incrementar os índices de disponibilidade;
- Incrementar a produtividade da equipa;
- Facilitar a tomada de decisões de forma eficiente.

A implementação de um SGM requer uma abordagem ampla a todos os conceitos de manutenção e conhecimentos técnicos, tornando indispensável um conhecimento abrangente de toda a empresa. Alguns dos conhecimentos técnicos e de manutenção que auxiliam na sua correta implementação são os seguintes [39], [40]:

- a) Caracterização e conhecimento da instalação;
- b) Recolha e análise de documentos técnicos;
- c) Levantamento de instalações e equipamentos por áreas;
- d) Estruturação operativa, de gestão e de centros de custo;
- e) Identificar quais os materiais e as ferramentas necessárias para a manutenção;
- f) Identificar e analisar necessidades de subcontratação de manutenção;

- g) Codificação de áreas, instalações e equipamentos;
- h) Seleção das áreas, instalações e equipamentos prioritários;
- i) Estabelecer procedimentos operativos de instalações e equipamentos;
- j) Elaborar e implementar rotinas de inspeção técnica e de manutenção;
- k) Introduzir ordens de trabalho, histórico e gestão dos custos das atividades de manutenção;
- l) Implementação de planos para limpeza, higiene, lubrificação, pintura de áreas, instalações e equipamentos;
- m) Implementação de planos de manutenção preventiva;
- n) Delinear procedimentos de manutenção;
- o) Monitorização e análise das ações planeadas e programadas. ~

Um SGM, eficaz e que dê garantias de um bom planeamento e controlo das atividades de manutenção, deve cumprir as seguintes etapas na sua implementação:

1ª Etapa: Elaborar um inventário onde deverão constar todos os edifícios, instalações, máquinas e equipamentos que devem ser sujeitos a manutenção, e registar toda a informação relevante associada aos mesmos. Este registo será enriquecido e complementado com o registo de todas as ações de manutenção que serão efetuadas no equipamento.

2ª Etapa: Efetuar a sistematização e codificação dos equipamentos que foram registados na 1ª etapa, nesta fase é elaborada uma listagem de todos os itens, desde o mais geral ao mais particular. Codificando os equipamentos de acordo com a sua localização, função ou característica técnica, é na parte da codificação que o equipamento sujeito à manutenção adquire o seu código que o acompanha ao longo de toda a sua vida útil.

3ª Etapa: Verificar os equipamentos, e definir em quais existe a necessidade de realizar intervenções de manutenção preventiva definindo as mesmas de acordo com as recomendações do fabricante ou com a experiência dos colaboradores da empresa. A necessidade de um equipamento receber manutenção preventiva advém de uma variedade de critérios, nomeadamente a sua importância para a produção, o seu risco para a segurança dos trabalhadores, ou do seu valor económico.

4ª Etapa: Atribuir a periodicidade de cada ação de manutenção, essa periodicidade pode ser feita através de calendário, horas de utilização ou ciclos de operação do equipamento.

5ª Etapa: Identificar todos os recursos, humanos (número e qualificação dos técnicos de manutenção), materiais (peças, ferramentas, instrumentos, produtos), e documentais (desenhos técnicos, esquemas, manuais técnicos, normas).

De forma a ser feito um controlo sobre os trabalhos efetuados pelo plano de manutenção, definido pelo gestor, é frequente a utilização de uma folha de registo denominada de Ordem de Trabalho (OT)[6], [23], [35]. É este documento que serve de guia para o operador que está a realizar determinado trabalho de manutenção, e por outro lado serve de certificado em como o trabalho foi efetivamente realizado. São as OT que funcionam como meio de troca de informações entre os operadores e a direção do departamento de manutenção, pois é através das mesmas que é feita a comunicação oficial entre ambos [23].

Este documento contempla as informações relativas ao trabalho a realizar, e consoante a sua finalidade poderá conter mais ou menos informação. Não existe nenhum formato padrão ou normalizado, contudo segundo José Cabral uma OT deverá conter a seguinte informação[6]:

a) Número da OT: numeração sequencial que permite identificar numericamente e temporalmente cada OT emitida;

b) Referência do equipamento: identificação do equipamento a intervir mediante uma codificação definida;

c) Tarefa de manutenção: designação mediante um código definido do tipo de tarefa a realizar;

d) Técnico de manutenção: é feita a referência ao destinatário de cada OT;

e) Oportunidade: indicação da oportunidade que a produção fornece para o técnico intervir. A intervenção pode ser realizada em funcionamento, em paragem normal ou planeada;

f) Descrição do trabalho (atividades): é descrito o trabalho de acordo com procedimentos internos da empresa, sendo a descrição do trabalho a efetuar feita por etapas;

g) Materiais: lista de materiais necessários para a execução do trabalho, incluindo peças de substituição, materiais consumíveis e produtos;

h) Ferramentas e/ou equipamentos especiais: é referenciada a necessidade de utilização de ferramentas não universais ou de equipamentos especiais, quer sejam de inspeção e ensaio, acesso, meios de elevação ou movimentação de cargas;

i) Documentação técnica: referência a manuais, esquemas, desenhos ou outras publicações necessárias à execução do trabalho ou à interpretação dos seus resultados.

Como referido anteriormente a OT é um documento rico em informação, e é através do mesmo que se inicia o fluxo de informação dentro da empresa, passando por várias entidades até

completar o seu ciclo. Inicialmente a pessoa responsável verifica se a OT possui todos os dados e se existem todos os materiais necessários para realizar a operação solicitada. O operador, por sua vez, faz o relato das tarefas realizadas, e quando aplicável acrescenta as informações relevantes. Uma vez concluído o trabalho a OT deve ser completada consoante as diferentes instruções:

a) Trabalho efetuado: quando a OT é realizada devem ser registados os trabalhos efetuados, quer sejam levadas a cabo inspeções ou atividades de manutenção preventiva. Todas as anomalias detetadas tem obrigatoriamente de ser na OT, de modo a que a direção da manutenção tome conhecimento;

b) Trabalho pendente: aplica-se quando por algum motivo é impossível realizar a OT devem ser apresentadas as razões justificativas para tal;

c) Mão-de-obra: tempo e número de pessoas de cada especialidade e fazer referência entre horas normais e extraordinárias;

d) Materiais gastos: consumo de materiais na tarefa realizada, quer consumíveis que peças substituídas.

De forma a existir uma hierarquia e ordem de execução das OT, as mesmas possuem grau de urgência, para que em conjunto com outros fatores seja possível calcular a prioridade da execução do trabalho. Este parâmetro é calculado recorrendo à seguinte fórmula:

$$P = C \times U \times H \text{ (Equação 2.1)}$$

Onde,

C= Criticidade do Objeto pode assumir os seguintes valores; 1-Muito Crítico;2-Crítico;3-Normal;4-Baixo.

U= Urgência da OT e pode assumir os seguintes valores; 1-Emergência;2-Urgência;3-Normal;4-Quando conveniente.

H= nível hierárquico do solicitante; 1-Gestão de topo;2-Produção;3-Gestão intermédia;4-Outros.

Desta forma a prioridade pode tomar valores entre 1- prioridade máxima e 64-prioridade mínima.

## **2.7.2. Softwares de Gestão de Manutenção (SIGM)**

Na atualidade e considerando a elevada quantidade de informação que tem de ser gerida na área da manutenção, a utilização de ferramentas informáticas, que servem de apoio a essa gestão, ganham cada vez mais ímpeto no seio das empresas, tornando-se uma mais-valia para as

empresas que pretendam ver os seus processos de manutenção atingir patamares de fiabilidade e eficácia desejados.

Estes tipos de *software* costumam abreviar-se pelas siglas GMAC (Gestão da Manutenção Assistida por Computador) ou através da sigla inglesa CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) e têm como principal objetivo organizar e otimizar a manutenção, através do processamento de dados relativos aos equipamentos e instalações, estabelecendo planos sistemáticos para as ações de manutenção preventiva, na emissão das OT, no registo de ocorrência de falhas, na constituição do histórico de equipamento, etc. estas opções aliadas ao acesso mais rápido à informação pretendida, através de gráficos e dos indicadores de manutenção tornam estas ferramentas informáticas bastante importantes para a gestão da manutenção[41].

Segundo Wireman, para que os *softwares* funcionem, e se tornem numa vantagem competitiva existe a necessidade que os mesmos se adaptem à realidade da empresa, de forma a serem uma mais-valia [42]. Como tal é necessário que cumpram os seguintes requisitos [41]:

- **Equipamentos de manutenção**

Deve permitir a codificação e devida identificação de forma a possibilitar, de uma forma organizada, a consulta de informação relativa ao equipamento, que pode conter planos de manutenção preventiva, local da instalação, fichas técnicas do fabricante, entre outra informação disponível.

- **Materiais de manutenção**

Tal como os equipamentos, o material deve ter a codificação correta para facilitar a sua pesquisa nos momentos necessários., contendo também a informação relativa ao equipamento ao qual se destina.

- **Gestão dos trabalhos**

Deve englobar todo o planeamento e gestão dos diversos tipos de manutenção (ordens de trabalho), contendo toda a informação relativa (custos, tempos de reparação, materiais, indisponibilidade, entre outros) desde o início até à conclusão.

- **Análises**

Permitir o acompanhamento dos indicadores-chave de desempenho., possibilitando ao gestor o supervisionamento em tempo real das atividades, avarias, custos, entre outros.

- **Interface amigável**

Deve ser, principalmente, uma ferramenta fácil e rápida de utilizar por parte dos funcionários da empresa.

Segundo Cabral [6], [23] o *software* de gestão da manutenção, tem como principais vantagens:

- Aumento da produtividade;
- Informação técnica passa a estar disponível a todos os intervenientes na manutenção, o que ajuda a formar novos colaboradores;
- Produção automática de relatórios e indicadores de manutenção relevantes;
- Utilização de conceitos atualizados de manutenção e de gestão.

E como principais desvantagens:

- Pode existir desmotivação por parte de colaboradores com elevada experiência profissional na realização das atividades de manutenção e com reduzidas competências informáticas, relativamente aos que têm maior facilidade na utilização de ferramentas computacionais e menos experiência na realização de atividades relacionadas com a manutenção;
- Pode existir o risco de se cair num sistema burocrático, isto é, risco de absorção dos técnicos em tarefas administrativas;
- Pode-se cair na tentação de se preparar detalhadamente e com periodicidades muitos exigentes os planos de manutenção, o que pode exceder a capacidade de resposta das empresas.

Para garantir, que o *software* trará mais vantagens que desvantagens, deverá existir uma aposta clara em ações de formação com o propósito de conseguir uma correta utilização do software implementado[41], [42].

## **2.8. Manutenção Produtiva Total (TPM)**

Na atualidade a manutenção está cada vez mais interligada com a gestão, e a forma como a mesma é feita e implementada tem um impacto direto na economia das organizações e empresas. Desta forma, a manutenção deve recorrer a modelos de trabalho inovadores que garantam soluções para as problemáticas relacionadas com as exigências e necessidades da empresa. Por outro lado, a gestão é responsável por garantir o bom desempenho das atividades de manutenção.

A gestão da manutenção é na atualidade, encarada como uma atividade essencial para o aumento da qualidade e produtividade, e como tal têm sido desenvolvidas técnicas e filosofias cujo objetivo é a otimização da utilização dos recursos existentes.

A Manutenção Produtiva Total traduzida do inglês Total Productive Maintenance (TPM) é uma filosofia de gestão que envolve planeamento, execução, organização e controle

introduzida no Japão no início da década de setenta com forte envolvimento da *Japan Management Association* (JMA) [43], [44]. Atualmente, o TPM é uma marca registrada do *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM). Nesta filosofia a eficácia da própria estrutura organizacional da empresa é obtida através do investimento no quadro pessoal e na melhoria contínua dos seus equipamentos.

A TPM é a manutenção realizada e conduzida por todos os elementos da empresa, desde o nível superior da gestão até aos operadores e pessoal da manutenção, para obter a maximização da eficiência global das máquinas e dos equipamentos, abreviada do inglês por OEE (*Overall Equipment Efficiency*). A sua implementação tem como objetivos atingir zero defeitos; zero acidentes; zero quebras/falhas[43], [44].

Esta filosofia defende que quando se estabelece um plano de manutenção é de extrema relevância identificar todos os desperdícios existentes nos equipamentos e que podem influenciar significativamente certos parâmetros de avaliação em termos de disponibilidade, eficiência ou qualidade. Na figura 2.7 estão representados os seis grandes desperdícios que podem ser encontrados em equipamentos.

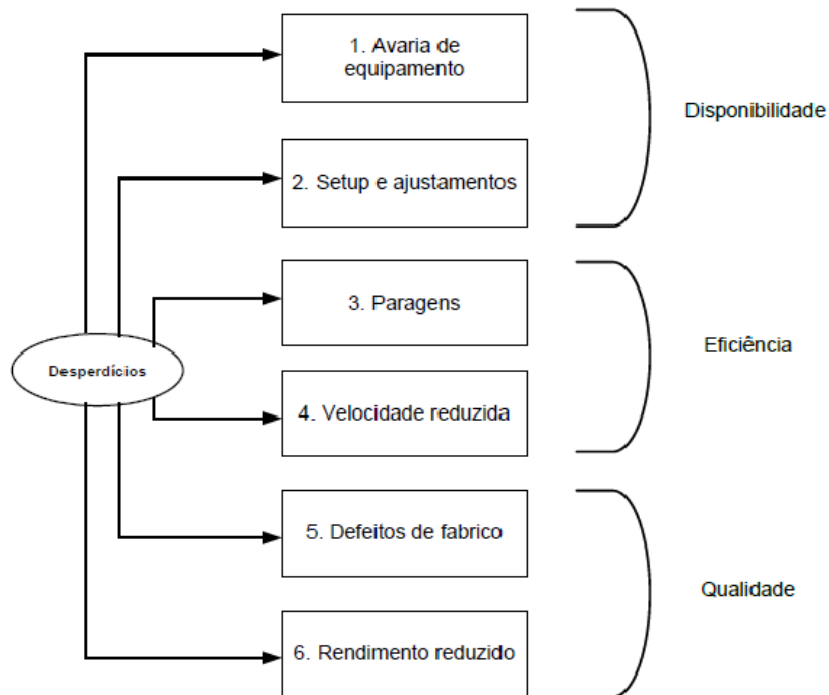


Figura 2.7-Desperdícios em Equipamentos

### 2.8.1. Pilares do TPM

Na base desta metodologia estão oito conceitos que sustentam o seu desenvolvimento. Essas oito atividades são normalmente designadas por os oito pilares de sustentação do desenvolvimento da TPM, conforme podem ser observados na figura 2.8 [40], [45], [46].

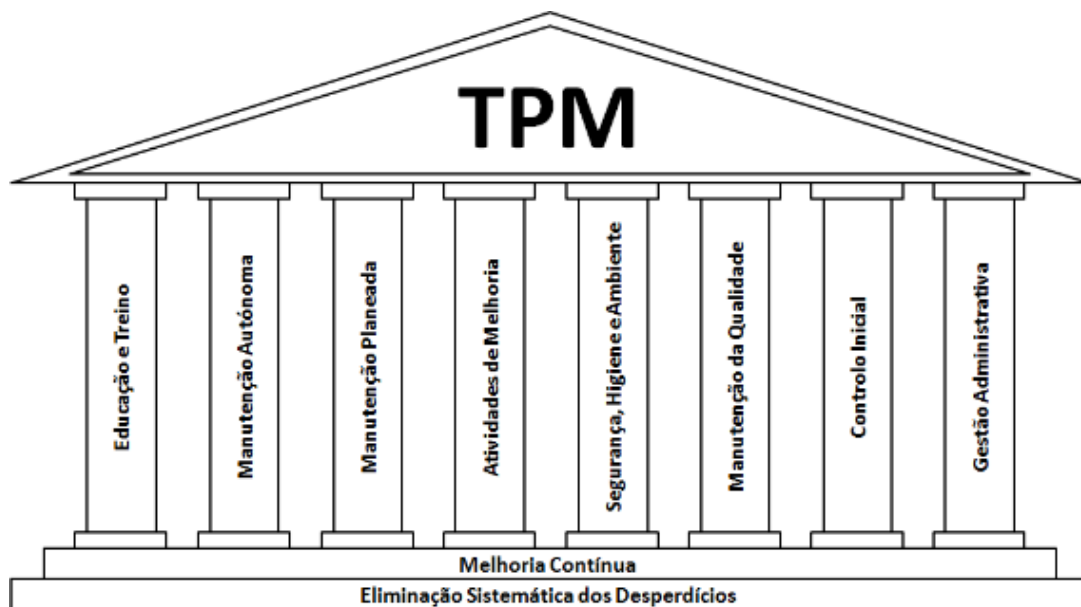


Figura 2.8-Pilares da TPM

### **Educação e Treino:**

Para garantir que todos os pilares são bem-sucedidos, é necessária uma aprendizagem constante dos colaboradores da empresa. Pois é através dessa aprendizagem e treino que a habilidade dos colaboradores é aperfeiçoada, contribuindo dessa forma para a melhoria do desempenho da empresa. Como tal é necessário garantir uma formação necessária, útil e adequada às funções de cada colaborador. No entanto deve ser fomentada a partilha de conhecimento entre todos os colaboradores, pois dessa forma os colaboradores com maior experiência podem transmitir os seus conhecimentos aos colaboradores com menor experiência promovendo dessa forma a união e o espírito de entreajuda [3], [43], [44], [47].

### **Manutenção Autónoma**

A habilidade adquirida pelos operadores através do pilar **Educação e Treino** deve ser contemplada pelos princípios *Jishu-Hozen*, termo japonês que significa manter o equipamento pelos próprios meios este termo ganhou o nome de Manutenção Autónoma [3], [34].

A Manutenção Autónoma é, para vários autores, um dos pilares mais importantes da TPM, através do qual são identificados e selecionadas as atividades de manutenção executadas pelos operadores de produção. Sendo criadas um conjunto de regras e passos que orientam os operadores na realização de determinadas tarefas, tais como inspeção, lubrificação, limpezas, e pequenas intervenções nos equipamentos de forma a criar uma certa autonomia por parte dos operadores de produção na sua realização [43], [44], [47].

### **Manutenção Planeada**

A Manutenção deve ser organizada e planeada, de forma a garantir que é feito um esforço maior numa manutenção preventiva e em detrimento da manutenção corretiva e dessa forma aumentar determinados parâmetros, tais como a fiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos, e assegurar a disponibilidade de materiais e peças para realizar uma atividade de manutenção mais adequada a cada tipo de equipamento com o objetivo de reduzir os custos de manutenção [3], [43], [44], [47].

### **Atividades de Melhoria**

Este pilar tem como objetivo identificar as perdas associadas aos equipamentos e aos processos produtivos das empresas. As perdas identificadas devem ser analisadas, de forma a compreender as causas e os problemas que as motivaram, para posteriormente serem estudadas soluções e serem planeadas as ações de correção. Por outro lado, as atividades de melhoria visam aumentar a eficiência total e a performance dos equipamentos e das instalações existentes, para minimizar os desperdícios a eles associados [44], [47].

## **Segurança, higiene e meio ambiente**

A Segurança, higiene e meio ambiente, é outro pilar de suporte da TPM, e centra-se na prevenção de acidentes pessoais e ambientais recorrendo a reparações ou melhorias de forma a repor a segurança das infraestruturas, por outro lado existem atos que podem ser potencialmente perigosos, normalmente provêm de incumprimento de regras ou normas, cabendo à empresa criar programas de consciencialização e ações de formação [3], [43], [44], [47].

Neste caso, o seu objetivo é identificar e eliminar as condições e atos que potenciem eventuais incidentes ou acidentes independentemente da sua gravidade, pois só desta forma se atinge o objetivo zero acidentes.

## **Manutenção de Qualidade**

Este pilar visa garantir a qualidade dos produtos obtidos através do processo produtivo, de forma a atingir a meta dos zero defeitos. Sabendo que as condições de trabalho influenciam de forma significativa a qualidade dos produtos, é indispensável que a manutenção efetue o levantamento dos defeitos dos produtos, de forma identificar quais os equipamentos que os provocam, diagnosticar a sua causa, e elaborar propostas de melhoria para os eliminar [3], [43], [44], [47].

## **Controlo Inicial**

Ao analisar as perdas dos processos produtivos, é possível constatar que as mesmas derivam de deficiências ou imperfeições nos projetos iniciais dos equipamentos, e em alguns casos os erros originados na fase da montagem provocam deficiências funcionais das instalações.

De forma a evitar as perdas indicadas surge então o pilar denominado por **Controlo Inicial**, que tem como principal objetivo analisar as condições de manutibilidade (facilidade em realizar as operações de manutenção), por outro lado o acompanhamento da fase de montagem dos equipamentos e das novas instalações permite confirmar se o equipamento cumpre os requisitos para os quais foi projetado, detetar inconformidades e garantir que toda a documentação relevante é fornecida. Em suma o controlo inicial compreende todas as etapas desde a especificação até à entrega e montagem dos equipamentos em corretas condições de funcionamento[3], [43], [44], [47].

## **Gestão Administrativa**

O trabalho da área administrativa também pode ser realizado de forma mais rápida e com mais qualidade, desta forma o principal objetivo deste pilar é melhorar a eficiência e eliminar as perdas inerentes aos processos administrativos. Desta forma são criadas pequenas equipas de trabalho com o intuito de definir os processos e a forma de medir a eficiência e as perdas e sugerir melhorias nos mesmos [3], [43], [44], [47].

## 2.8.2. Indicadores de Desempenho

De forma a ser verificado se o TPM, se encontra a ser corretamente aplicado, é necessário que existam ferramentas de controlo de gestão das suas atividades. Neste caso a ferramenta existente e quer permite aferir resultados é designado por índice de eficiência global de equipamentos que é a tradução do termo em inglês *Overall Equipment Efficiency* (OEE) [3], [43], [44], [47].

A utilização deste índice permite avaliar a capacidade dos equipamentos segundo as suas perdas em relação à disponibilidade, qualidade e desempenho, sendo este índice um indicador de melhoria contínua. Este indicador é o produto de quatro fatores, e calcula-se de acordo com a equação 2.2 [6]:

$$OEE = DOP \times ID \times TQU \text{ (Equação 2.2)}$$

onde:

DOP= Disponibilidade operacional

ID=Indicador de desempenho

TQU=Taxa de qualidade

**Disponibilidade Operacional-** Este indicador exprime a proporção entre o tempo efetivo de operação e a jornada de trabalho, e é calculado pela equação 2.3:

$$DOP = \left( \frac{TEO}{JTR} \right) \times 100 \text{ (Equação 2.3)}$$

Onde:

JTR = Jornada de Trabalho é o tempo total disponível do equipamento, descontando o tempo das paragens planeadas, este tempo deve ser normalizado em base diária, semanal ou mensal.

TEO = Tempo efetivo de operação, é igual à jornada de trabalho menos o somatório do tempo das paragens não programadas (avaria, mudanças de ferramenta por avaria, ajustes e outras anomalias temporárias).

**Indicador de velocidade** – Exprime a relação entre a velocidade efetiva da produção e a velocidade nominal da máquina. É dado pela razão entre o tempo que seria necessário para produzir uma unidade, se a máquina estivesse a funcionar à sua capacidade nominal e no tempo efetivamente necessário, conforme pode ser verificado pela equação 2.4:

$$VEL = \left( \frac{TC \text{ nominal}}{TC \text{ efetivo}} \right) \times 100 \text{ (Equação 2.4)}$$

onde:

TC nominal = Tempo do ciclo nominal, é igual ao tempo necessário para produzir uma unidade, ou com a máquina a funcionar à sua capacidade nominal.

TC efetivo = Tempo de ciclo efetivo, é o tempo real gasto para produzir uma mesma unidade.

**Indicador do tempo efetivo de operação** – Permite apurar a percentagem de tempo que o equipamento esteve a funcionar, e é dada pela equação 2.5:

$$ITE = \frac{QP \times TCE}{JTR} \text{ (Equação 2.5)}$$

onde:

ITE= Indicador do Tempo Efetivo de Operação

QP = Quantidade Produzida

TCE = Tempo de Ciclo Efetivo

JTR = Jornada de trabalho

**Indicador de desempenho** – Exprime o comportamento produtivo do equipamento, e é dado pela equação 2.6:

$$ID = VEL \times ITE \text{ (Equação 2.6)}$$

onde VEL e ITE são os indicadores de velocidade e de tempo efetivo de operação definidos anteriormente.

**Taxa de Qualidade** – Exprime a proporção de produtos aprovados em relação à quantidade total produzida, é dado pela equação 2.7:

$$TQU = \frac{QT \text{ produzida} - QT \text{ defeituosa}}{QT \text{ produzida}} \times 100 \text{ (Equação 2.7)}$$

Na contabilização das peças defeituosas, além das descartadas, devem ser incluídas as peças recuperadas.

De acordo com Cabral, para se obter um rendimento global OEE, superior a 85%, é necessário que os outros indicadores tenham os seguintes valores [6]:

- Disponibilidade operacional, DOP > 90%
- Indicador de desempenho, VEL > 95%
- Taxa de qualidade, TQU > 99%

### 2.8.3. Ferramentas de Apoio ao TPM

De forma a garantir que é feita uma correta gestão de todos os pilares que sustentam o TPM, existem algumas ferramentas que possuem uma série de metodologias que auxiliam essa gestão. À semelhança do TPM, também estas ferramentas têm por base a participação de todos os colaboradores da empresa. Seguidamente serão apresentadas as referidas ferramentas e a sua descrição[48].

#### **Sistema 5 S**

A falta de organização e a desordem numa empresa, é uns dos grandes obstáculos à eficiência, desta forma surgiu a necessidade de criar uma metodologia que garantisse a organização e limpeza das empresas, originando o aparecimento da metodologia 5S [49]

Considerada uma das ferramentas mais importantes, pela implementação da metodologia *Lean*, a metodologia 5 S surgiu na TPM por forma a ajudar a empresa a visualizar melhor os problemas, e permitindo dessa forma um controlo visual sobre o processo produtivo [48].

A metodologia 5 S advém de cinco palavras japonesas, que constituem as fases de implementação [49]:

*Seiri* – Separar/Eliminar – É necessário a remoção de todo o tipo de material ou ferramenta, das quais o operador não necessita mas que estão presentes na sua área de trabalho.

*Seiton* – Arrumar – Todo o material utilizado deve ter um espaço próprio de arrumação acessível, e deverá manter-se cada ferramenta no seu lugar de origem.

*Seiso* – Limpar – A limpeza é um ponto importante, de modo a garantir uma boa atmosfera no ambiente de trabalho e manter uma cultura de qualidade.

*Seiketsu* – Normalizar – Estabelecer uma normalização de regras de arrumação, é uma forma de comunicação e de compromisso com a qualidade.

*Shitsuke* – Respeitar – É fundamental respeitar as regras de funcionamento e melhorar continuamente todo o processo.

A implementação desta metodologia requer um compromisso, não só da administração da empresa, mas também dos trabalhadores. A metodologia 5 S exige um investimento em tempo de formação, mas uma vez implementada resulta num incremento na eficiência organizacional. Contribuindo para a produtividade das organizações, a diminuição dos custos, o aumento da qualidade, o compromisso, a segurança e a própria motivação dos trabalhadores. Para que a metodologia 5 S seja bem-sucedida, é necessário esforços adicionais na sua monitorização e

avaliação da implementação. Também é importante, que crie uma plataforma de comunicação dos vários participantes, em busca de uma melhoria de todo o processo [49].

### **Gestão Visual**

A Gestão Visual consiste em aplicar a informação pretendida de forma visual, conseguindo dessa forma que a identificação de situações anómalas seja feita com maior facilidade por parte dos operadores, prevenindo a ocorrência de falhas que possam avariar.

### **PDCA**

A implementação da TPM como verificado anteriormente tem por base a melhoria contínua, uma das ferramentas que auxiliam na resolução dos problemas e apresentação de melhorias é o PDCA (*Plan-Do-Check-Act*).

Na presença de um problema, é criada uma equipa e aplicada o PDCA, onde através da partilha de conhecimentos e testes de ideias é obtida a resolução do mesmo, normalmente a aplicação desta ferramenta resulta em novas práticas de trabalho [50].

A ferramenta PDCA é implementada recorrendo a um conjunto de passos que permite elaborar a estruturação do problema e a sua respetiva solução. Na figura 2.9 é possível visualizar as fases do processo.

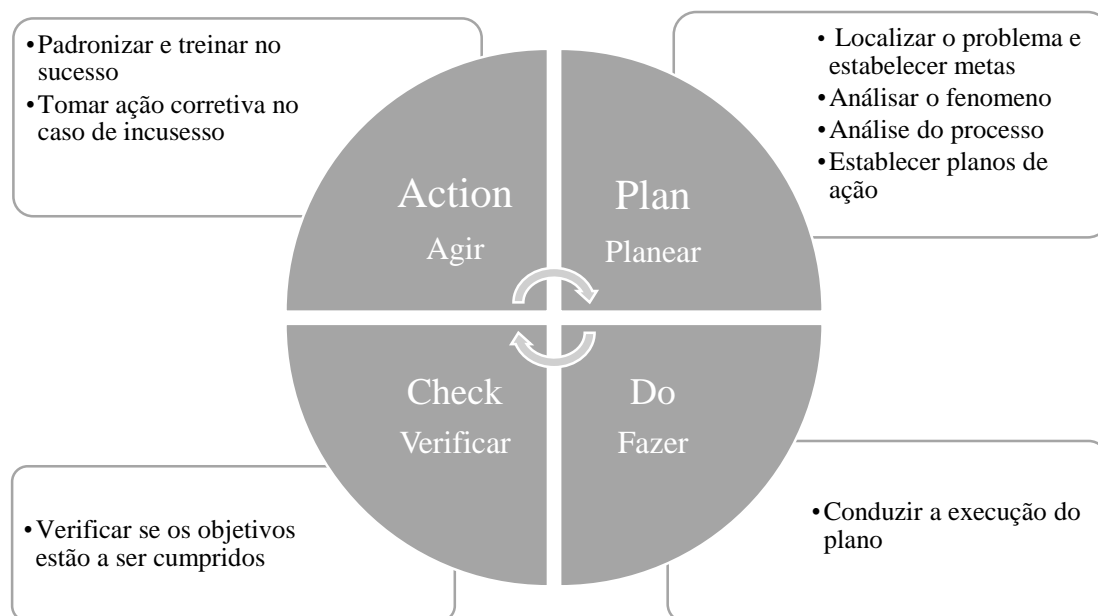


Figura 2.9-Ciclo PDCA

### **5 Porquês/ 5 Why's**

Esta ferramenta é utilizada para identificar a causa raiz de um problema. O seu método é bastante simples, consiste em questionar porquê até que a verdadeira causa do problema seja identificada. A origem do nome da ferramenta tem a ver com o fato de normalmente serem necessários 5 porquês para identificar a causa do problema. No 1º porquê temos um sintoma, no 2º porquê temos uma desculpa, no 3º um culpado, no 4º uma causa e finalmente no 5º porquê é identificada a raiz do problema.

### **Diagrama de Causa efeito**

Outra ferramenta utilizada pelo TPM é o diagrama de causa efeito, também reconhecido como diagrama de Ishikawa (nome do seu criador) ou ainda por diagrama espinha de peixe pelo seu esquema se assemelhar a uma espinha de peixe [35]. Este diagrama é utilizado para investigar todas as possíveis causas de determinado problema, e considera determinados parâmetros, tais como, pessoas, máquinas, métodos e matérias, e é bastante flexível uma vez que pode ser ajustado de acordo com o tipo de problema em estudo. Na figura 2.10 está representado o referido diagrama.



Figura 2.10-Diagrama de Causa-Efeito

### **Matriz de Competências**

De forma a garantir uma correta caracterização dos recursos humanos disponíveis no departamento de manutenção, é frequente recorrer à utilização de uma matriz de competências. A sua utilização permite identificar as principais dificuldades e quais as qualificações que cada operador possui. Assim sendo é possível realizar ações de formação de forma a colmatar as

dificuldades identificadas e promover uma qualificação diversificada dos operadores [42]. Na tabela 2.3 é possível observar o exemplo de uma matriz de competências.

Tabela 2.3-Matriz de Competências

EMPRESA X	MATRIZ DE CONHECIMENTO									
	Função :									
	Nível de conhecimento			ALTO	MÉDIO	BAIXO				
Nome	Base Técnica			Manutenção			Informática	Formação		
	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Técnica A	Técnica B	Processo C	Sistema Y			
Técnico 1	ALTO	BAIXO	ALTO	ALTO	ALTO	BAIXO	ALTO			
Técnico 2	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	ALTO			
Técnico 3	MÉDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO	MÉDIO	ALTO			
Técnico 4	BAIXO	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO	MÉDIO	ALTO			
	BAIXO	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO			
Considerações Finais										



### **3. MEGASA-SN SEIXAL**

#### **3.1. Introdução à Empresa**

A Siderurgia Nacional (S.N.) foi constituída no dia 24 de Dezembro de 1954, tendo como presidente António Champalimaud. Após a sua constituição, iniciaram-se estudos para encontrar a localização ideal para a instalação da fábrica, tendo sido sugeridas várias hipóteses. No ano de 1957 surgiu a possibilidade da instalação ficar situada na região do Seixal, mais concretamente na Aldeia de Paio Pires, por ser considerada a melhor opção de todas as apresentadas, tendo a sua construção demorado 4 anos a ficar concluída [51].

A inauguração da fábrica ocorreu durante o ano de 1961, tendo-se iniciado a produção de aço, naquela que foi considerada uma das maiores indústrias existentes em Portugal. A fábrica tinha uma dimensão total de 536 hectares e produzia principalmente aço nervurado utilizados no sector da construção e o fio-máquina utilizado na indústria metalomecânica (para perfis, pregos, parafusos, etc.), com capacidade para 200 mil toneladas/ano [52], [53]. Na figura 3.1 é possível visualizar a antiga Siderurgia Nacional [54].



Figura 3.1- Vista Aérea da Antiga Siderurgia Nacional

Contrariando, as expectativas da direção da empresa, nos primeiros quatro anos de existência não conseguiu realizar grandes volumes de vendas e consequentemente não obteve o lucro esperado. Tal situação lançou alguma desconfiança sobre se a S.N. teria ou não sido um bom investimento.

Perante tal situação, e de forma a alterar o rumo dos acontecimentos, o Estado Português decretou um subsídio para apoiar a exportação. Com esta medida, em 1965 assistiu-se a um aumento de vendas atingindo valores históricos, a empresa atingiu um total de 220 mil toneladas

de produto final. A empresa começou finalmente a justificar todo o investimento utilizado na sua criação [52]. Impulsionada pelo aumento acentuado das vendas, a sua direção iniciou o processo de melhoria e inovação da empresa.

No ano de 1966 foi iniciado o plano de inovação tecnológica e expansão da fábrica, com o propósito de aumentar e diversificar a quantidade de produtos fabricados. O plano de inovação foi concluído no ano de 1969, tendo a empresa aumentado o seu volume de produção para 370 mil toneladas/ano, e incluiu na sua gama de produtos, chapas laminadas a frio e folha-de-flandres muito utilizados na indústria [29].

Após a sua nacionalização, foi criada em 1976 uma nova unidade fabril situada na Maia e com uma capacidade de produção de 200 mil toneladas/ano. Com a criação desta segunda unidade fabril a empresa passou a ter cerca de 6300 colaboradores [52], [55].

A administração da empresa continuou a concentrar-se em novos planos de expansão e inovação para a S.N. contudo uma série de erros e decisões, tomadas em conjunto pela sua direção e o governo daquela época, provocaram quebras na produção e prejuízos elevados, desta forma os planos para a sua expansão e inovação ficaram sem efeito tendo sido substituídos por um plano de reestruturação.[52], [56]. Apesar do plano de reestruturação, a situação continuou a deteriorar-se em termos económico-financeiros, levando o estado a equacionar a privatização da empresa.

Com o passar dos anos a situação tornou-se insustentável, em termos económico-financeiros, levando o estado a equacionar a sua privatização, tendo no ano de 1991 sido feita pela Lusosider a primeira proposta de privatização, contudo a mesma foi recusada uma vez que o valor oferecido era inferior ao pretendido pelo estado.

No ano de 1994, devido à introdução de medidas por parte da CEE para reestruturar a siderurgia ao nível Europeu, originou a divisão da empresa em três empresas, a SN – Empresa de Serviços responsável pelo alto-forno, central de oxigénio, central elétrica entre outros serviços, a SN – Longos, S.A. que engloba as unidades do Seixal e da Maia e por ultimo a SN – Planos S.A. que engloba a fábrica de planos da unidade do Seixal. Esta cisão acabou por facilitar a privatização das empresas pertencentes ao grupo[52], [54].

No ano de 1995, iniciou-se a privatização das empresas, com a Lusosider uma empresa pertencente ao grupo CSN – Companhia Siderúrgica Nacional a adquirir a SN – Planos S.A. e a SN – Longos S.A. foi adquirida por um consórcio, constituído por duas empresas a Megasa (controlada pelo grupo espanhol Megafer) e o grupo Riva, cada uma com 50% do capital.

No ano de 1998 a Megasa adquiriu o controlo total da SN – Longos S.A, ao adquirir os 50% pertencentes ao grupo Riva, passando a controlar a empresa desde essa data, passando as duas empresas a denominar-se Megasa – SN Seixal e Megasa – SN Maia.

Em contrapartida após o encerramento do alto-forno em 2001, e aquisição do forno por arco elétrico na Megasa – SN Seixal, a única empresa cujo capital ainda pertencia ao estado, SN - Serviços, foi extinta em 2002 [51], [53], [55].

A meio do ano 2004, iniciou-se uma nova fase de modernização do trem de laminagem contínuo da unidade do Seixal, com o propósito de aumentar a sua capacidade de produção, através do aumento da capacidade do forno de reaquecimento.

Entre os anos de 2007 e 2009 deu-se outra fase de modernização, da linha de laminagem de varão direito, que incluiu a introdução de 3 novas caixas de laminagem, e a reestruturação da linha de produção de varão direito, tendo ainda sido instalado uma linha de Spooler que permite o fabrico de carretos diretamente do trem de laminagem.

Ao analisar as modernizações, efetuadas desde que a empresa foi adquirida pelo consórcio Espanhol, denota-se por parte da direção da empresa uma preocupação em atualizar a empresa, mantendo-a em processo de evolução e melhoria constante, e a prova disso mesmo é que a mesma possui uma das linhas de produção de produtos laminados mais rápida a nível europeu e mundial. Procurando não só produzir rápido, mas acima de tudo produzir com qualidade, estando inclusivamente neste momento a dedicar-se ao desenvolvimento de novas qualidades de aço, nomeadamente médio e alto carbono.

Neste momento está a decorrer um novo plano de inovação e expansão da fábrica tendo sido adquirida uma nova linha para a produção de varão nervurado encarretado (Spool) que deverá ficar concluída no último semestre deste ano civil.

Na figura 3.2 é possível observar a evolução dos símbolos da empresa ao longo do tempo, desde a criação da empresa até à sua privatização e aquisição por parte da Megasa.



Figura 3.2- Evolução dos Logótipos ao Longo da História

### **Instalações e Responsabilidades de Cada Departamento**

Como referido anteriormente a Megasa – SN Seixal, pertence ao grupo Megafer S.A, e fica situada na aldeia de Paio Pires, nos terrenos da antiga Siderurgia Nacional, como pode ser visualizado na figura 3.3.



Figura 3.3- Imagem das Instalações da Megasa-SN Seixal

De forma a identificar a forma como a empresa se encontra organizada e quais os departamentos que fazem parte da sua constituição e auxiliam o seu bom funcionamento é apresentado na figura 3.4 o seu esquema organizacional, sendo posteriormente efetuada uma descrição de quais as funções desempenhadas por cada departamento [57].

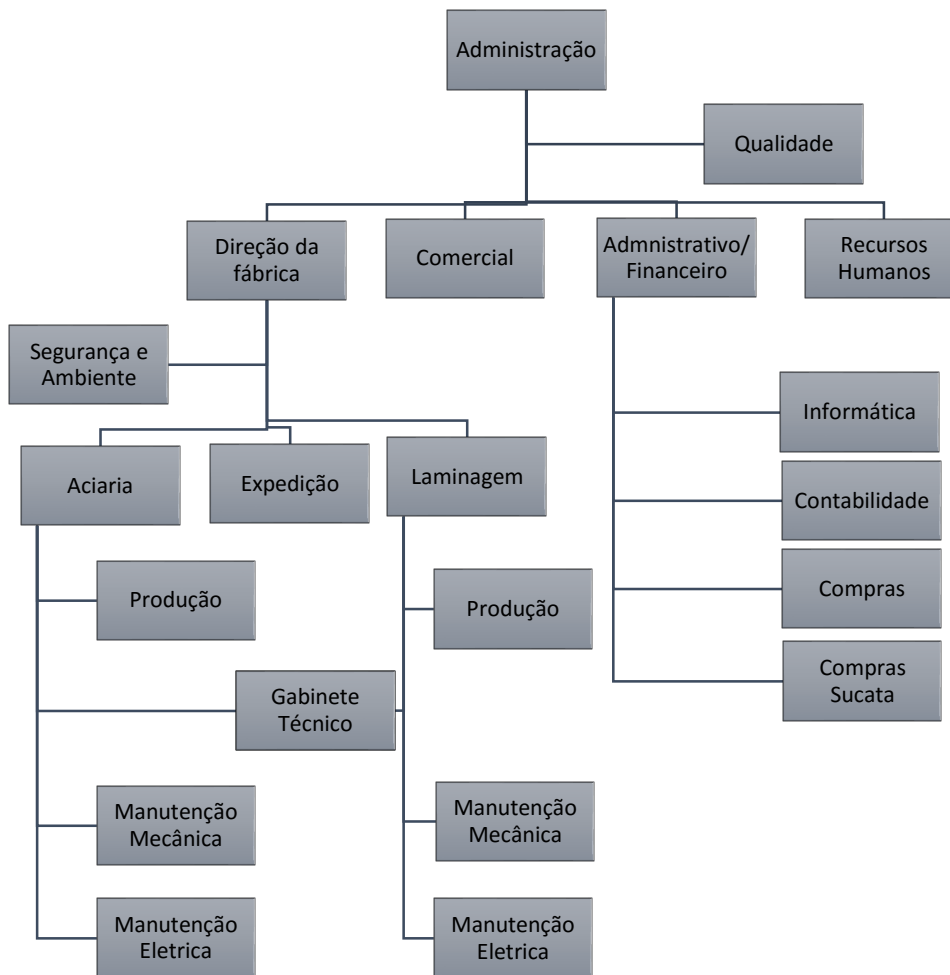


Figura 3.4-Organograma da Empresa

A **Administração** é a autoridade máxima executiva da empresa responsável por todas as tomadas de decisão relacionadas com a mesma.

O departamento de **Qualidade** é responsável por garantir a qualidade final do produto fabricado, através da análise da matéria-prima adquirida, bem como em conjunto com a produção definir os parâmetros de funcionamento e controlo de fabrico. Outra das funções inerentes ao departamento é a supervisão das atividades de calibração dos equipamentos utilizados na inspeção, medição e ensaio e coordena a emissão dos certificados de fabrico dos produtos comercializados pela empresa, tendo também à sua responsabilidade o tratamento e reclamação dos clientes, assim como dos produtos não conformes.

Relativamente à **Direção da Fábrica**, a mesma é responsável por dirigir o processo produtivo de forma a satisfazer os compromissos comerciais da empresa, tendo por base as prioridades e necessidades dos clientes, mas acima de tudo ter presente a importância da maximização dos lucros obtidos.

O **Departamento Comercial** tem como responsabilidade, propor e executar a estratégia comercial, e acompanhar os clientes em todo o processo de venda do material, procede à análise dos pedidos dos clientes, com base na informação dos pedidos dos clientes auxilia na colaboração dos programas produção.

Os **Recursos Humanos**, efetuam a gestão dos recursos humanos, nomeadamente na área de recrutamento, seleção e contratação, processamento de vencimentos e o controlo de ponto, efetua a gestão dos dados relativos à análise de competências e avaliação de desempenho, coordenam a formação ministrada na empresa.

É da competência da **Aciaria** e da **Laminagem**, cumprir os processos produtivos elaborados pela direção da fábrica, obtendo a máxima eficiência com os meios disponibilizados, define os parâmetros de funcionamento e controlo de fabrico em parceria com o departamento de qualidade, e por fim realiza estudos sobre os métodos com vista a melhorar a produção e a manutenção do nível tecnológico adequado propondo à Direção da Fábrica os investimentos necessários.

Relativamente às áreas funcionais da **Manutenção Mecânica e Elétrica** independentemente do setor de produção (Aciaria ou Laminagem) é da sua responsabilidade:

- Assegurar uma adequada taxa de disponibilidade das instalações e manter a condição dos equipamentos para garantir os objetivos da produção, em termos de quantidade, qualidade e competitividade de preços;
- Planificar, executar e controlar, todas as ações de manutenção preditiva, preventiva e corretiva;

- Otimizar a vida útil dos equipamentos, gerindo de uma forma técnico-económica essa manutenção;
- Promover ações de melhoria das instalações, através da eliminação dos pontos fracos;
- Propor, sempre que necessário, a contratação de serviços externos e controlar a sua execução;
- Realizar as Calibrações internas dos equipamentos correspondentes.

O departamento de **Expedição** é responsável pela gestão logística dos armazéns de produto acabado, garantindo a correta preservação dos produtos, gerir o carregamento de produtos acabados, conforme as indicações recebidas e efetivar a sua expedição.

O **Gabinete Técnico (GT)** que garante o apoio relativamente a todas as modificações e respetivo arquivo de documentação técnica, estudos de engenharia e auxiliar na gestão dos processos de manutenção,

O departamento de **Compras** tem como objetivo a aquisição de matérias-primas e serviços, acompanhamento de encomendas para que as mesmas contemplem todos os requisitos técnicos assim como os prazos e valores de aquisição aplicáveis. Tem também a seu cargo a gestão administrativa do armazém, no que toca a gestão de *stocks*, inserção de materiais no respetivo sistema informático.

Relativamente às instalações da fábrica é possível, através da consulta dos anexos A.1 é possível visualizar uma planta da Megasa Sn-Seixal, e no Anexo A.2 é possível observar a planta das oficinas e gabinete do departamento de manutenção mecânica da laminagem (DMML) onde foi realizado o estágio que deu origem à presente dissertação.

## 3.2. Processos Produtivos

A fábrica é constituída essencialmente por duas zonas distintas, a aciaria onde são produzidos os biletos, que podem ser vendidos como produto final para pequenas siderurgias que não tenham capacidade para os produzir, e a laminagem que utiliza os biletos fabricados na aciaria para a produção aço nervurado, em forma de varões ou spool (carreto) e bobines de fio- máquina que podem ser lisos ou nervuradas. Na figura 3.5 e 3.6 é possível visualizar as duas zonas respetivamente.



Figura 3.5- Aciaria



Figura 3.6- Laminagem

Os aços fabricados independentemente da sua forma, biletos ou produtos finais, são essencialmente constituídos por 3 grupos de qualidade. Na tabela 3.1 é possível verificar as 3 qualidades de aço produzidas na fábrica bem como a sua tensão de rotura.

Tabela 3.1- Qualidades de Aço Produzidas

		<b>Baixo Carbono</b>	<b>Médio Carbono</b>	<b>Altos Carbonos</b>
<b>Carbono (%)</b>	Mínimo	0,04	0,40	0,76
	Máximo	0,20	0,76	0,81
<b>Tensão de rotura (MPa)</b>	Mínimo	360	710	1190
	Máximo	540	1180	1250

Nos subcapítulos seguintes será feita uma descrição do processo produtivo das duas zonas de produção da empresa, de forma compreender os mesmos.

### 3.2.1. Processo Produtivo da Aciaria

A produção dos biletos é feita utilizando sucata como matéria-prima, no processo produtivo que será explicado de seguida é utilizado um forno de arco eléctrico, este nome deve-se ao facto da fusão do material ser feita utilizando a um arco eléctrico que se desenvolve entre os eléctrodos e o material a fundir. Na figura 3.7 e 3.8 é possível observar o forno utilizado na empresa bem como o seu desenho esquemático [52].



Figura 3.7- Forno de Arco Eléctrico

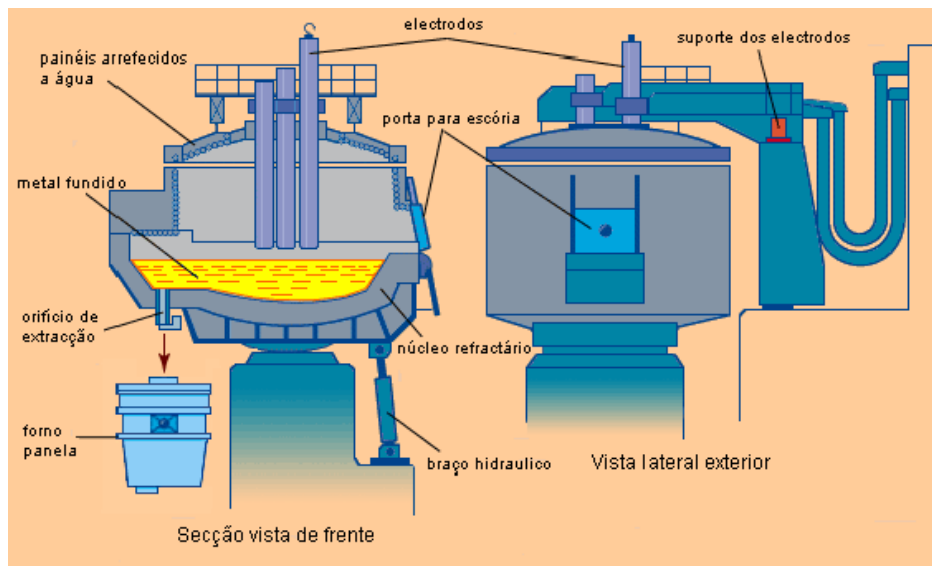


Figura 3.8-Desenho Esquemático de um Forno de Arco Eléctrico

A empresa utiliza 5 tipos distintos de matéria-prima no fabrico dos biletos, a sucata industrial, a sucata fragmentada, a sucata média e os pré-reduzidos (HBI). Toda a sucata ao dar

entrada na fábrica é pesada e verificada a sua radioatividade, sendo posteriormente armazenada consoante a sua tipologia.

Após passar por este processo é feita uma análise visual, por parte de técnicos especializados, de modo a ser feita uma previsão sobre o tipo e a quantidade de aditivos e corretores que terão de ser adicionados, durante o processo de fabrico, para se obter o tipo de aço desejado. Na figura 3.9 é um dos parques utilizados para o seu armazenamento.



Figura 3.9- Sucata Utilizada como Matéria-Prima

O Processo produtivo da aciaria tem início com a escolha da sucata a utilizar, uma vez seleccionada é então transportada para a aciaria onde é colocada num balde, devendo ter o cuidado de colocar o material mais pesado entre duas camadas de material mais leve de forma a evitar flutuações de matéria durante o processo de fusão do material.

A sucata é então colocada no forno, salienta-se que esta é uma das fases mais perigosas de todo o processo, devido a diversos fatores, sendo os mais perigosos, a energia gerada pela queda de várias toneladas de metal, e possíveis salpicos de material fundido resultante de uma operação anterior, existindo ainda o perigo associado à combustão de gorduras e poeiras existentes na sucata.

Após o carregamento da sucata, a tampa do forno em conjunto com os elérodos volta à sua posição de origem, começando os mesmos a funcionar assim que entram em contacto com a sucata. Numa fase inicial o processo utiliza uma tensão reduzida de forma a não danificar a estrutura do forno, à medida que a sucata vai fundindo os elérodos vão descendo para atingir o metal mais pesado altura em a tensão aumenta para ser possível a fusão completa.

Como efeito secundário deste processo de fusão é produzida a escória. A escória acumula-se por cima do material fundido e é constituída essencialmente por óxidos metálicos, servindo para absorver impurezas presentes na sucata e criando uma manta térmica que aumenta

a eficiência do processo de fusão, impedindo o calor de escapar e ao mesmo tempo protegendo a tampa do forno de danos causados por temperaturas excessivas.

Quando o material se encontra fundido é recolhido no forno de panela, onde é efetuada uma análise minuciosa do produto. Nesta fase são retiradas algumas características, nomeadamente a temperatura e a constituição química (relativamente à quantidade de oxigénio e carbono). Posteriormente é efetuada uma análise por espectrometria de forma a ser verificada a necessidade de adicionar elementos ao produto final para que o mesmo atinja a qualidade final pretendida.

Finalmente quando a mistura está, correta em termos químicos, o aço líquido é sujeito a um processo de vazamento contínuo (20 toneladas de cada vez), formando biletos de 14m de comprimento e com uma seção quadrada que pode ser de 14cm ou 16cm de lado, são posteriormente armazenados no parque de biletos para ser vendidos como produto acabado ou transportados para a laminagem para serem transformados em produtos laminados.

Nas Figuras 3.10 e 3.11 é possível verificar o processo de fabrico do aço descrito anteriormente e o produto final obtido.

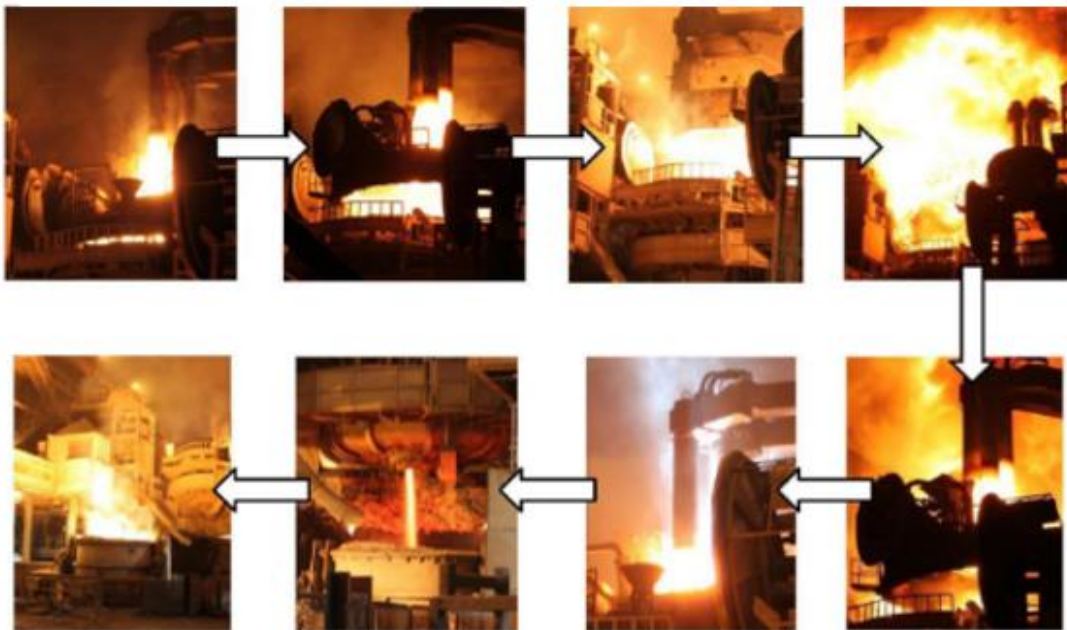


Figura 3.10- Esquema de Produção da Aciaria



Figura 3.11- Vazamento Contínuo e Produto Final Obtido

### 3.2.2. Processo Produtivo da Laminagem

A laminagem é o processo através do qual os biletos, produzidos na aciaria, são transformados em produtos laminados, tais como aço nervurado em forma de varão direito ou encarretado (spool), bobine de fio-máquina liso ou nervurado.

Na figura 3.12 é possível verificar os produtos acabados provenientes da fábrica de laminagem, no canto superior esquerdo está representado o varão nervurado, o varão encarretado (spool) encontra-se representado no canto superior direito, ao passo que no canto inferior esquerdo e direito estão representados a bobina de fio-máquina liso e no lado direito a bobine de fio-máquina nervurada respetivamente.

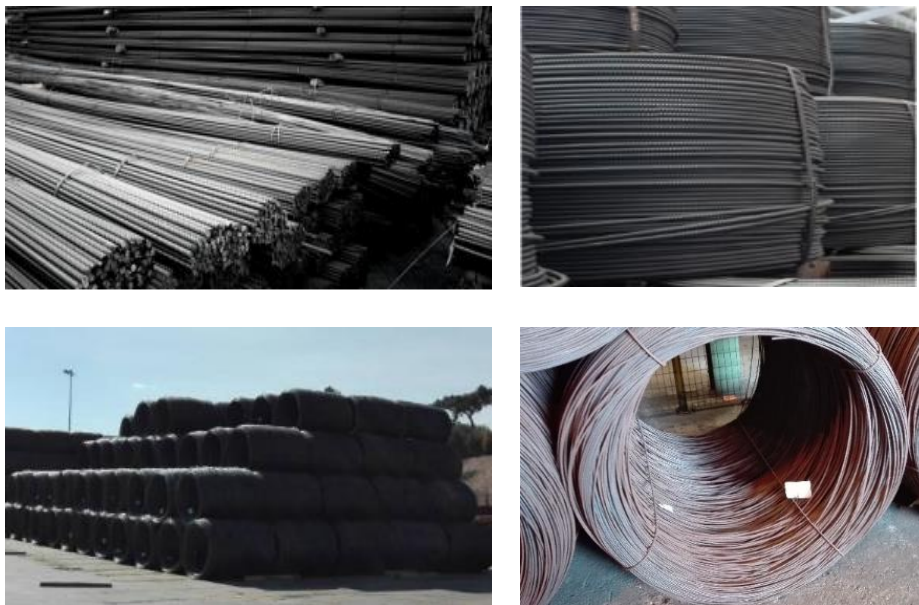


Figura 3.12- Produtos Provenientes do Processo Produtivo da Laminagem

O processo tem início com a colocação dos biletos numa das mesas de enformamento existentes, e encaminhados de forma individual para a entrada do forno, onde são pesados através da utilização de quatro básculas, como pode ser verificado na figura 3.13.



Figura 3.13- Mesas de Enformamento e Caminho de Rolos

Após a sua pesagem o bilete dá entrada no forno, iniciando-se o seu processo de aquecimento à medida que se desloca no interior do forno até à zona de desenformamento. Na figura 3.14 é possível visualizar a porta de entrada do forno.



Figura 3.14-Zona de Entrada do Forno

Após ser aquecido, o bilete é desenformado para o caminho de rolos, passando por uma descalaminadora, como pode ser verificado na figura 3.15, para que a sua oxidação superficial (calamina) seja removida.



Figura 3.15- Entrada da Descalaminadora

Depois de removida a calamina, o material entra no trem de desbaste 1, onde é laminado através de 4 laminadores, intercalando 1 horizontal com 1 vertical, para que o material à saída do quarto laminador possua uma área de seção circular. Na figura 3.16 é possível observar as 4 caixas de laminar.



Figura 3.16-Trem de Desbaste 1

Após ser laminado, o material dá entrada no caminho de rolos duplo, fechado com tampas retentoras de calor, a partir desta fase, o processo de laminagem pode ser feito por duas vias. Na figura 3.17 é possível observar o caminho de rolos duplo.



Figura 3.17-Agulha Desviadora e Caminho de Rolos Duplo

O caminho de rolos duplo é responsável por encaminhar o material para o trem de desbaste 2, onde volta novamente a ser laminado recorrendo a 4 laminadores horizontais, passando por um *looper* este mecanismo permite, não só aliviar as tensões do material, mas também efetuar um controlo da velocidade do trem, depois de laminado o material é sujeito a um corte à cabeça de forma a eliminar os defeitos inerentes ao processo produtivo. Na figura 3.18 é possível visualizar os referidos equipamentos.

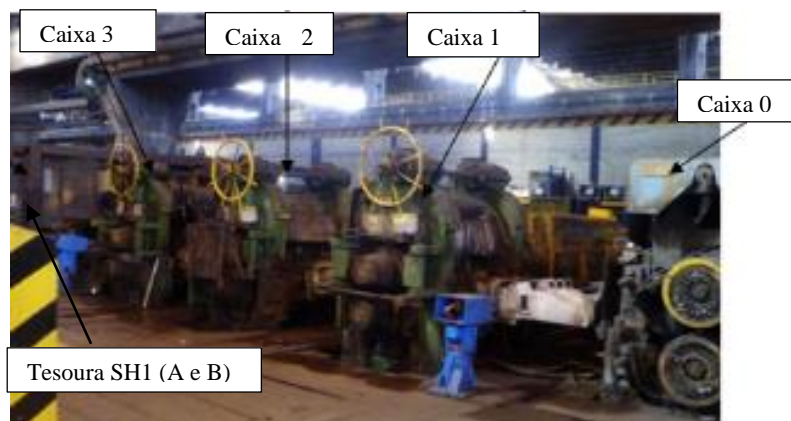


Figura 3.18-Trem de Desbaste 2

Depois do trem de desbaste 2, o material é encaminhado, utilizando rolos puxadores e caixas guia para o trem de laminagem intermédio, onde volta a passar por 4 laminadores horizontais, sendo efetuado novo corte, desta vez à cabeça e ao pé, voltando a passar por um *looper*, pelas razões referidas anteriormente. Na figura 3.19 estão ilustrados todos os mecanismos que fazem parte do trem intermédio.



Figura 3.19-Trem Intermédio

Ao sair do *looper* o material é encaminhado para o trem de acabamento do tronco comum, onde é laminado novamente por 4 laminadores horizontais, e de seguida é encaminhado pelo desviador para uma das linhas de produção, direto/spooler ou linha de bobinados, conforme pode ser verificado na figura 3.20.



Figura 3.20- Trem de Acabamento do Tronco Comum

Na figura 3.21, encontra-se o desviador responsável por encaminhar o material para a linha de Direitos/Spooler ou para a linha de Bobinados.



Figura 3.21-Desviador

### Linha de direitos

A linha de direitos é responsável pela produção de varão direito, e neste caso o desviador encaminha o material para a respetiva linha de produção, ao longo de todo o caminho existem rolos puxadores e guias responsáveis por manter a velocidade necessária para ser possível laminar o material ao longo do trem.

Ao ser encaminhado pelo desviador, o material dá entrada no bloco intermédio onde é laminado por 4 laminadores horizontais, de seguida é feito novo corte à cabeça e ao pé o bilette.

Depois de ser cortado, o material é encaminhado para o bloco acabador que é composto por 10 laminadores é neste bloco que a área de seção do material adquire a sua forma e dimensão final. O material é encaminhado para uma zona de arrefecimento controlado onde são dadas ao material as propriedades mecânicas finais. Na figura 3.22 é possível visualizar a zona do bloco acabador e arrefecimento controlado.

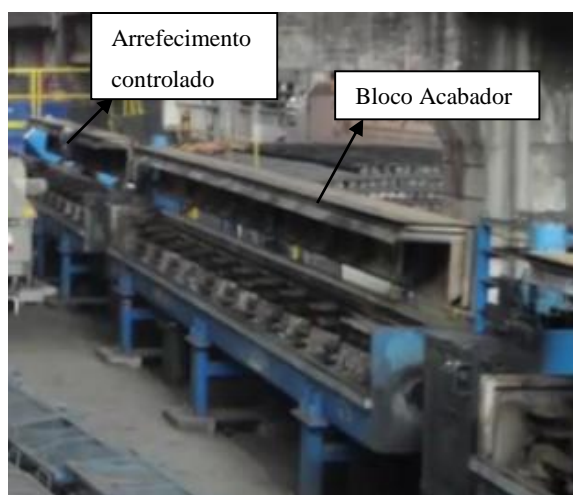


Figura 3.22- Zona do Bloco Acabador e Arrefecimento Controlado

Depois de arrefecido, o material volta a ser cortado à cabeça e ao pé, é neste corte que são eliminados os últimos defeitos do processo de fabrico

Posteriormente ao corte, o material é encaminhado para a zona de arrefecimento onde são agrupados em mantos com a quantidade de varões desejada para cada atado, como pode ser verificado na figura 3.23.



Figura 3.23-Zona de Arrefecimento e Formação de Mantos.

Depois de formado, o manto é transportado num caminho de rolos, até à tesoura de corte a frio, onde o material é cortado adquirindo o seu comprimento final. Na figura 3.24 é possível visualizar a tesoura de corte a frio respetivamente.



Figura 3.24- Tesoura de Corte a Frio

Depois de adquirir as dimensões comerciais finais, o manto é encaminhado para a zona de formação dos atados, onde através de um transportador o manto é feita a sua transferência para o caminho de rolos inferior que o encaminha para a zona das atadoras. A figura 3.25 ilustra o transportador de mantos.



Figura 3.25-Transportador de Mantos

Na zona das atadoras, o material é atado com o auxílio de três atadoras automáticas, o número de atagens depende do comprimento do material a ser fabricado, e de seguida o material é etiquetado com as informações comerciais pertinentes. Na figura 3.26 encontra-se ilustrada a estação de atagem do material.



Figura 3.26- Estação Onde os Mantos são Atados e Etiquetados

Depois de etiquetado, o material é encaminhado para a zona de evacuação final, onde através de um caminho de rolos é colocado no leito de recolha de atados, pronto a ser expedido. Na figura 3.27 são mostrados o caminho de rolos e o leito de recolha de atados.



Figura 3.27- Caminho de Rolos e Leito de Recolha dos Atados

### **Linha de Spooler**

A produção de Spooler é semelhante à linha de direitos até à zona do cruzamento de linhas (após as caixas de arrefecimento controlado), altura em que o material é encaminhado para a zona de arrefecimento controlado do spooler designado por QTB 1.1, à semelhança do arrefecimento controlado da linha de direitos, serve para dar ao material as propriedades mecânicas desejadas. Após passar pelo arrefecimento controlado o material é cortado utilizando uma tesoura divisora que é responsável pelo dimensionamento, em termos de comprimento, do produto final, conforme ilustrado na figura 3.28.



Figura 3.28- Zona do Spooler

O material com as dimensões finais é encaminhado para as encarretadoras, que lhe conferem a forma final (carretos), de seguida o produto encarretado é guiado através do carro de transferência para a zona de etiquetagem ilustrada na figura 3.29. Após ser etiquetado o material é colocado no respetivo parque de expedição.



Figura 3.29-Zona de Etiquetagem

### **Linha de bobinados**

A linha de bobinados é responsável pela produção de bobinas de fio laminado e bobinas de fio nervurado, e neste caso o desviador encaminha o material para a respetiva linha de produção. À semelhança da linha de direitos ao longo de todo o caminho existem rolos puxadores responsáveis pelo deslocamento do material ao longo das linhas, e por garantir que o material mantém a velocidade necessária que permita ser laminado.

Ao ser encaminhado pelo desviador, o material dá entrada no bloco intermédio onde é laminado por 4 laminadores horizontais, de seguida é feito novo corte à cabeça e ao pé do bilete. Na figura 3.30 está representado o respetivo bloco intermédio.



Figura 3.30- Bloco Intermédio

Depois de ser cortado, o material é encaminhado para o bloco acabador, ilustrado na figura 3.31, que é composto por 10 laminadores horizontais, é neste bloco que a área de seção do material adquire a sua forma e dimensão final.



Figura 3.31- Bloco Acabador

O material é encaminhado para uma zona de arrefecimento controlado onde são dadas, ao material, as condições necessárias para produzir o fio bobinado, como pode ser verificado na figura 3.32.



Figura 3.32- Zona de Arrefecimento Controlado

De seguida o material é encaminhado para a cabeça formadora de espiras, esta é a zona onde se formam as espiras da bobina e são descarregadas no tapete transportador. Na figura 3.33 é possível observar a cabeça formadora a funcionar.



Figura 3.33- Cabeça Lançadora de Espiras

Ao ser transportado, ao longo do tapete, o material é alvo de um processo de arrefecimento a ar, onde o material adquire as suas propriedades mecânicas finais. Na figura 3.34 é possível visualizar o tapete de rolos responsável pelo transporte de material.



Figura 3.34- Tapete Transportador

No final do tapete de rolos, existe a câmara de formação da bobine, onde as espiras de material são depositadas de forma a formar as bobines de fio laminado como é possível observar na figura 3.35.



Figura 3.35- Câmara de Formação de Bobines

De seguida a bobine é transportada, num transferidor vertical até à zona de transferência, onde são transferidas para os ganchos de transporte. O material, depois de sujeito ao desponte, é encaminhado para a compactadora onde é feito o acondicionamento e a atagem das bobinas. Na figura 3.36 é possível verificar a compactador e atadora de bobines.



Figura 3.36- Compactadora.

Depois de compactado o material é encaminhado para a zona de pesagem e etiquetagem, que pode ser observada na figura 3.37, e são entregues no cais de descarga para serem expedidas para o cliente final. Na figura 3.38 é possível visualizar a zona denominada por CTI responsável pelo transporte das bobines desde a câmara de formação até à zona de descarga.



Figura 3.37- Zona de Pesagem e Etiquetagem



Figura 3.38-Zona do CTI

Salienta-se o facto de ao longo das linhas de produção, existirem inúmeras centrais de lubrificação, e centrais hidráulicas. Na figura 3.39 é possível observar uma das centrais de lubrificação em funcionamento na empresa, neste caso a central de ar/óleo presente na figura é correspondente ao trem intermédio de laminagem da linha de produtos bobinados.



Figura 3.39-Exemplo de uma Central Ar/Óleo

Ao analisar o processo produtivo da empresa foi possível a identificação dos equipamentos utilizados ao longo do processo produtivo e dessa forma poder identificar quais os que poderão eventualmente fazer parte integrante dos equipamentos selecionados para o plano de gestão da manutenção.



## **4. ANÁLISE DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DA EMPRESA**

O estágio proposto foi realizado na unidade de produção da laminagem, mais concretamente no departamento de manutenção mecânica, tendo sido este o departamento da empresa selecionado para ser feito o levantamento da forma como o mesmo se encontrava organizado, como era feita a gestão da documentação relativa às atividades de manutenção e de que forma era feito o planeamento e a gestão da manutenção, por outro lado a presença contínua na fábrica permitiu analisar a mesma do ponto de vista da organização e limpeza de forma a identificar os desperdícios.

No presente capítulo serão identificados todos os aspetos passíveis de melhoria, e no capítulo seguinte serão apresentadas as respetivas propostas de melhoria para tornar a manutenção mais eficiente, e garantir que todos os equipamentos e infraestruturas se mantêm em perfeitas condições de utilização.

### **4.1. Codificação dos Equipamentos e os Respetivos Centros de Custo**

No que diz respeito à codificação dos equipamentos, a empresa, optou pela organização funcional, ou seja especifica a função de um determinado conjunto no contexto da fábrica. A empresa optou então, dentro da organização funcional, por um modelo de organização seção, sistema e equipamento. A codificação, é exclusivamente numérica e está de acordo com a seguinte tipologia:

[XX].[YY].[ZZ]

O primeiro grupo de caracteres representa as grandes áreas, tais como fábrica geral, infraestruturas, laminagem, aciaria, sistema de redes de água, etc. O segundo grupo de caracteres diz respeito ao tipo de sistemas dentro das grandes áreas, como por exemplo, sistemas de lubrificação, hidráulicos e de massa, quadros elétricos de automação e controlo, zonas da linha de produção, que se encontram ordenados de acordo com a linha do processo produtivo. Por fim o último carácter diz respeito ao equipamento em si que formam os sistemas, entre eles estão, as centrais de lubrificação, centrais de massa, e centrais hidráulicas, caixas de laminar, etc. Na tabela 4.1, estão representados alguns exemplos da codificação utilizada na empresa, não foram representados todos tendo em conta o seu elevado número.

Tabela 4.1- Exemplos da Codificação Utilizada na Empresa

<b>Código</b>	<b>Seção</b>	<b>Sistema</b>	<b>Equipamento</b>
<b>02.03.02</b>	Infraestruturas e Edifícios	Sistema Rodoviário	Locomotiva nº 2
<b>11.01.03</b>	Laminagem	Equipamentos auxiliares	Equipamentos de deteção e extinção de incêndio
<b>11.04.04</b>	Laminagem	Sistemas de Lubrificação, hidráulica e de massa	Central de lubrificação de óleo das caixas A-B
<b>11.25.10</b>	Laminagem	Máquinas de Descalaminar A, B e C	Máquina de Descalaminar A
<b>11.27.01</b>	Laminagem	Caixas de Laminar, A, B,C,D e 0	Laminador Horizontal A

Relativamente aos centros de custo, as mesmas não estão contempladas na codificação. De acordo com indicações do Departamento financeiro, todos os anos são criadas OT'S com a identificação da zona em questão, e depois é utilizado o número da OT criada como centro de custo.

#### **4.2. Organização do Departamento de Manutenção Mecânica da Laminagem**

O Departamento de Manutenção Mecânica da Laminagem (DMML) é responsável por todo o tipo de trabalho de manutenção mecânica realizado na fábrica, o seu horário de funcionamento está compreendido entre as 08:30 e as 17:30. Apesar de a fábrica trabalhar em regime contínuo, mais a frente será indicado como são salvaguardadas as atividades de manutenção fora deste horário.

De forma a analisar e interpretar qual o tipo de organização utilizado pelo DMML, foi elaborado o seu esquema organizacional que se encontra representado na figura 4.1.

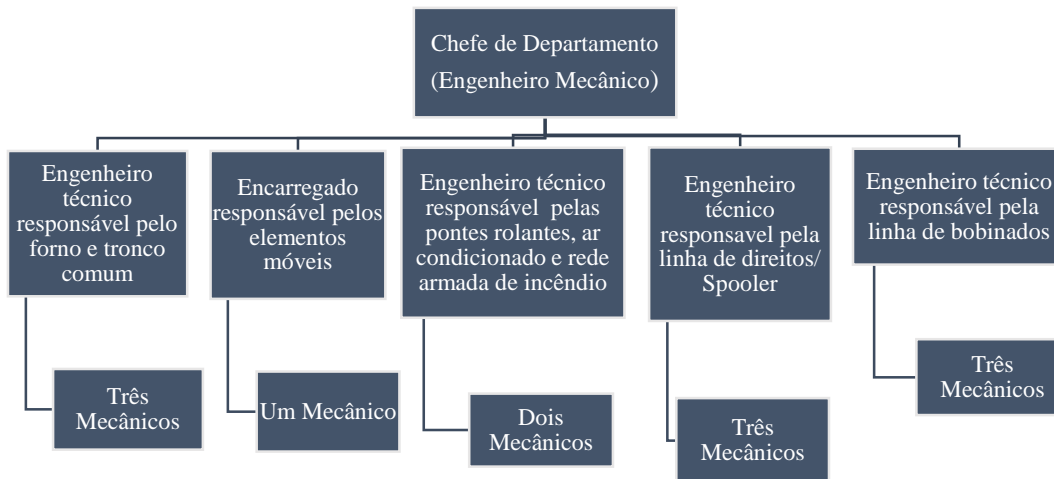


Figura 4.1- Esquema Organizacional do Departamento

Neste caso em concreto estamos perante uma organização funcional, onde os serviços de manutenção estão divididos de acordo com as instalações, este tipo de organização é utilizado quer devido a especificidades técnicas, quer devido à dispersão geográfica dos equipamentos ao longo das instalações, o que é o caso da empresa em estudo que pode ser verificado visualizando o anexo A.1 da presente dissertação.

Ao analisar o esquema organizacional do DMML, é possível identificar a existência de um chefe de departamento, responsável por efetuar a gestão da manutenção mecânica de toda a fábrica de laminação e tomar todas as decisões técnicas inerentes à mesma.

Os engenheiros técnicos responsáveis por cada uma das áreas e cuja principal função é a análise da documentação técnica dos equipamentos, dos recursos existentes para a execução dos trabalhos de manutenção, bem como supervisionar os trabalhos de manutenção realizados na sua área de intervenção, existe ainda um encarregado responsável que responde diretamente ao chefe do departamento. Os engenheiros de forma a realizar os trabalhos de manutenção têm dois ou três mecânicos responsáveis pela execução de todo o tipo de atividades de manutenção em toda a fábrica.

Apesar de não estar contemplado no esquema organizacional, por não fazer parte integrante da estrutura do departamento, é importante referir que em caso de o departamento necessitar de mais mão-de-obra, ou de mão-de-obra específica para determinado tipo de trabalho a empresa tem por hábito recorrer a contratação de serviços externos. O recurso a este tipo de serviços justifica-se por não ser rentável para a empresa ter mão-de-obra especializada contratada para um trabalho que é realizado anualmente.

Considerando que as equipes operacionais de produção trabalham em regime de turnos, três turnos distintos das 00:00 às 8:00, das 8:00 às 16:00 e das 16:00 às 24:00, existe a necessidade de ter um mecânico de turno de forma a garantir que em caso de existir algum problema técnico, que impeça a continuidade da produção, o mesmo possa ser solucionado, o mecânico de turno responde diretamente ao chefe de turno da produção e ao engenheiro técnico responsável pela área onde o problema técnico surgiu.

### 4.3. Rotinas e Procedimentos de Manutenção em Vigor na Empresa

A manutenção, como referido no segundo capítulo da presente dissertação, é uma das bases para o bom funcionamento da empresa, assegurando a conservação das suas infraestruturas e garantindo a qualidade dos processos produtivos, a preservação do meio ambiente e a preservação da saúde e segurança de todos os colaboradores da empresa e da comunidade.

Neste subcapítulo é feito o enquadramento das atividades relacionadas com a manutenção utilizada na empresa. Atualmente, na área de produção da laminagem, são praticados 4 tipos de manutenção, a manutenção preventiva, manutenção corretiva, manutenção de melhoria e manutenção de controlo inicial, posteriormente e por se tratarem de definições da própria empresa, será feita uma descrição de cada uma delas.

Na figura 4.2 é possível observar de forma esquemática e resumida os quatro tipos de manutenção existentes.

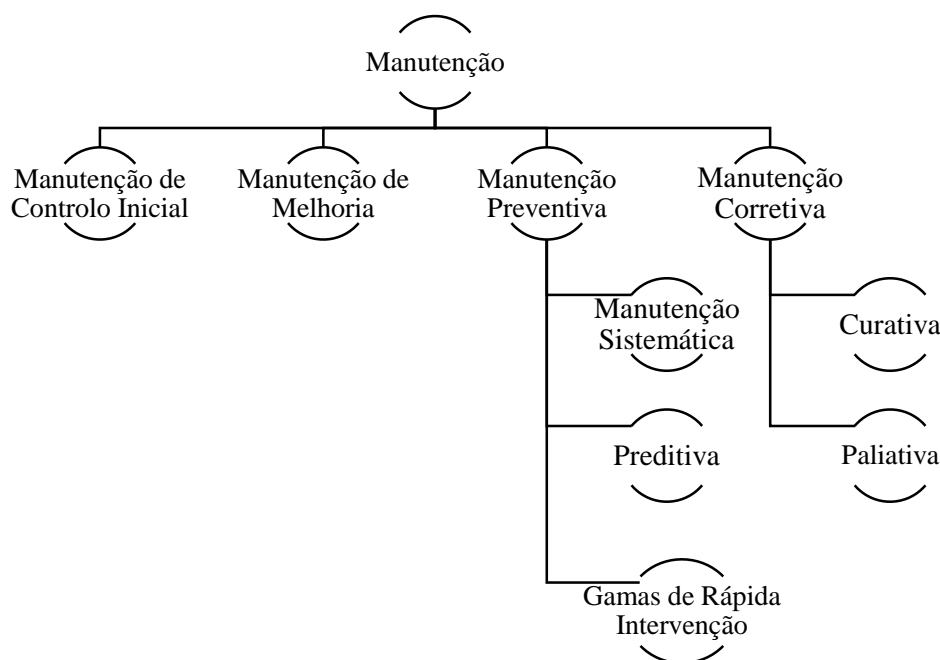


Figura 4.2- Tipos de Manutenção Efetuada na Megasa

## **Manutenção Preventiva**

A manutenção preventiva, como pode ser verificado através da figura 4.2, encontra-se sub dividida em 3 tipos de manutenção:

- Manutenção Preventiva Sistemática;
- Manutenção Preditiva;
- Gamas de Rápida Intervenção.

As atividades de manutenção preventiva sistemática, são atividades realizadas com base numa periodicidade fixa e previamente estabelecida, essa periodicidade fixa é obtida através de recomendações do fabricante da máquina/equipamento, ou com base na experiência dos engenheiros técnicos e mecânicos responsáveis pela área ou setor de produção em questão.

Para que este tipo de manutenção seja cumprida é emitida uma OT que dá autorização e orienta um individuo e o auxilia na execução das tarefas, no anexo B.1 é possível visualizar o caminho na realização de uma tarefa de manutenção preventiva.

As atividades de manutenção preditiva, são baseadas na análise de parâmetros de funcionamento periodicamente medidos, e de acordo com algum tipo de padrão ou limite pré estabelecido pelo fabricante é tomada uma ação para reparar ou substituir o equipamento, exemplos deste tipo de atividade de manutenção são as análises efetuadas aos óleos dos sistemas de acionamento hidráulico ou de lubrificação, ou a análise das vibrações realizadas às chumaceiras dos motores.

Outra das atividades de manutenção preventiva utilizadas na Megasa, tem o nome de gamas de trabalho de rápida intervenção, neste tipo de manutenção estão as atividades de inspeção onde o técnico de manutenção utiliza basicamente os sentidos, podendo em algumas situações ser auxiliado por instrumentos de medição (pirómetros, medidores de vibração, etc). Estas atividades são realizadas por pessoal especializado, normalmente o mecânico de turno e o mecânico da equipa de manutenção de dia responsável pelo setor, desta forma são detetadas e retificadas pequenas falhas que poderiam originar grandes avarias com o passar do tempo.

Para auxiliar o realizador da tarefa é facultada uma *chek list* com os vários pontos de passagem onde o técnico de manutenção terá de ir de forma a preencher a mesma, garantindo desta forma que as máquinas/equipamentos críticos são alvo de uma monitorização diária das suas condições.

A empresa pretende através destes métodos de manutenção preventiva, tentar minimizar ao máximo a ocorrência de avarias, aumentando a fiabilidade dos seus equipamentos, e diminuindo os tempos de paragem associados às mesmas.

No caso deste tipo de atividade de manutenção, não existe por parte da equipa de manutenção o cuidado de deixar registado informações importantes, tais como lista de material necessário, tempo despendido na execução da atividade, a mão-de-obra necessária à reparação do equipamento, os custos entre outras informações importantes. Assim sendo, não existe forma de analisar o desempenho da manutenção, estas questões serão analisadas no capítulo dedicado às propostas de melhoria.

### **Manutenção Corretiva**

A manutenção corretiva é a atividade realizada sempre que é detetada uma avaria ou falha num equipamento da fábrica durante as atividades de produção, ou quando é verificada uma não conformidade ao serem executadas as atividades de manutenção preventiva.

No caso de estarmos perante uma avaria que pode ser resolvida com os recursos existentes no terminal é iniciado o processo de reparação. Este processo normalmente consiste na substituição do componente danificado por um de reserva e posteriormente proceder à reparação do que ficou avariado. Em contrapartida caso o componente necessite de uma assistência técnica externa, é contratada uma empresa especializada para o efeito, o anexo B.1 e B.2 representam esquematicamente as ações tomadas no desenrolar de uma atividade de manutenção corretiva.

À semelhança, das atividades de manutenção preventiva, não existe a preocupação de efetuar um registo/relatório da avaria, neste caso para além dos problemas identificados no ponto anterior, acresce ainda o facto de sem estes dados é perdida a oportunidade para analisar o desempenho da manutenção, assim como a disponibilidade dos equipamentos, e sem estes registos não é possível também calcular os indicadores de manutenção falados no segundo capítulo da presente dissertação. Tal situação será analisada e serão propostas de melhoria para combater esta ausência de registo.

### **Manutenção de Melhoria**

A equipa de manutenção, mais concretamente o responsável pelo departamento e os quatro engenheiros técnicos de cada uma das áreas, analisam semanalmente quais os equipamentos que mais problemas e paragens deram à produção, apesar de não serem feitos registos das paragens, existe um *software* de apoio à produção que grava essas informações, e de seguida são criadas equipas de melhoria.

A Manutenção de Melhoria (MM) visa reduzir ou eliminar a necessidade de efetuar manutenção excessiva aos equipamentos. Para obter essa melhoria a equipa de manutenção recorre a alterações aos sistemas de forma a maximizar o seu desempenho e fiabilidade. Este conceito pode e deve ser adaptado a alterações de *layout*, novas obras de melhoria, aquisição de novos equipamentos.

## **Manutenção de Controlo Inicial**

A maioria das perdas ao longo de um processo produtivo derivam na sua maioria de erros na fase do projeto do referido equipamento, e outros ainda originados na fase da montagem do mesmo.

Com o objetivo de minimizar ou se possível eliminar estas perdas, foi criada a atividade de controlo inicial, nesta atividade o engenheiro técnico responsável por determinada área acompanha todo o projeto, de forma a analisar as condições de manutibilidade (de forma a facilitar as tarefas de manutenção), por outro lado o acompanhamento da fase de montagem permite verificar se o equipamento cumpre os requisitos para os quais foi concebido, detetar inconformidades e garantir que toda a documentação relevante é fornecida de forma a posteriormente se criarem as OT de manutenção preventiva para o novo equipamento.

Resumidamente, as tarefas de controlo inicial consistem em acompanhar todas as etapas desde a especificação até a entrega e montagem da máquina/equipamento no chão de fábrica. Apesar de ser definida pela empresa como Manutenção de Controlo Inicial a mesma pode ser enquadrada, de acordo com a norma NP EN 13306:2007, na definição de Manutenção de Melhoria.

### **4.4. Problemas e Pontos de Melhoria Identificados**

Ao longo do estágio, foi possível identificar que existem algumas lacunas na organização do departamento de manutenção. O chefe de departamento de manutenção, bem como os engenheiros técnicos, o respetivo encarregado e a equipa de manutenção de dia trabalhavam todos em horário administrativo (das 08:30 às 17:30). Por consequência nos horários relativos aos turnos da tarde e da noite, bem como aos fins-de semana, apenas existia um mecânico de turno, incapaz de tomar decisões por si limitando-se a corrigir os problemas apontados pelo engenheiro responsável pela produção.

Quando a avaria possuía um nível mais elevado de gravidade ou complexidade, e a mesma ocorria fora do horário de funcionamento do departamento eram chamados à fábrica o engenheiro técnico e o mecânico do departamento que estavam de prevenção. Neste tipo de situações o tempo despendido na resolução da avaria era bastante elevado.

Outro dos problemas identificados na ausência do departamento de manutenção era o facto de muitas vezes o próprio engenheiro e o mecânico de prevenção terem alguma dificuldade na resolução da avaria, pois a mesma poderia não pertencer a sua zona de intervenção direta aumentando ainda mais o tempo consumido na resolução da avaria, tendo muitas das vezes que

ser consultado via telefone ou chamado ao local o engenheiro e os mecânicos responsáveis por essa zona.

Fora do período de funcionamento do departamento, compete ao mecânico de turno reparar os equipamentos da produção que apresentem problemas, e ainda lhe era imputado a realização de algumas tarefas de rotina tais como as GAMAS de rápida intervenção descritas no capítulo anterior, o que se revela serem demasiadas tarefas apenas para uma única pessoa.

Tendo em conta as situações descritas anteriormente, no capítulo seguinte serão feitas as devidas propostas de melhoria de forma a colmatar estas situações.

### **Ausência de Registo das Atividades de Manutenção e Falta de Organização da Documentação Referente à Manutenção.**

No decorrer do estágio foi possível constatar que a equipa de manutenção negligenciava por completo a parte burocrática associada à manutenção, não existindo um correto registo das atividades de manutenção independentemente de se tratarem de ações de manutenção preventiva ou corretiva. A ausência de organização da documentação presente no gabinete de preparação de trabalho aliada ao facto da maioria se encontrar incompleta ou com informação incorreta, tornava a sua consulta difícil originando uma perda de tempo superior ao normal.

A desorganização da documentação torna difícil a preparação prévia dos trabalhos a realizar, pois atualmente as OT não possuem discriminados quais os materiais e ferramentas necessárias para a realização das tarefas. Esta ausência obriga de certa forma a que os mecânicos tenham que ter presente mentalmente quais os materiais e ferramentas que terão de utilizar, originando esquecimentos e algumas deslocações desnecessárias ao armazém, desta forma seria vantajoso aquando da implementação do sistema de gestão criar uma biblioteca de trabalhos padrão onde iria constar os trabalhos que devem efetuar bem como os materiais necessários para a sua realização minimizando dessa forma os tempos gastos em deslocações desnecessárias ao armazém.

Por outro lado a ausência de relatórios de trabalho, onde possam ficar registados todos os dados referentes a uma determinada tarefa de manutenção, tais como mão-de-obra utilizada, materiais e ferramentas utilizadas, tempos de execução da atividade, entre outros torna difícil obter dados concretos que permitam analisar o atual estado da manutenção.

Desta forma deverão ser criados procedimentos que tornem o registo da informação mais simples e eficaz, para que seja possível manter um correto registo das atividades do departamento e retirar as informações que permitam efetuar uma análise da eficácia e eficiência do departamento, como tal no capítulo seguinte serão indicados quais os passos a seguir e quais as folhas de registo que serão necessárias criar de forma a corrigir as situações anteriormente descritas.

### **Ausência de Indicadores de Desempenho de Manutenção**

Devido ao facto da falta de organização identificada no subcapítulo anterior, não existem registos fiáveis, que permitam ao gestor de manutenção calcular indicadores que auxiliem o gestor na tomada de decisão ao nível da gestão das tarefas de manutenção e dos recursos a utilizar.

Após a implementação do sistema que permitirá organizar e gerir a manutenção e desta forma obter informações que permitam avaliar o seu desempenho, será conveniente escolher parâmetros que permitam a indicação sobre qual o estado atual das atividades de manutenção, os indicadores escolhidos serão descritos no capítulo de propostas de melhoria.

### **Desorganização e Limpeza das instalações**

No decorrer do estágio, e após uma avaliação cuidada das instalações fabris foi possível identificar algumas situações que revelaram efetivamente falta de organização e limpeza, não só nas instalações referentes à produção, mas também na oficina de manutenção e espaços onde podem ser realizados algumas atividades relacionadas com a manutenção ou mesmo com o processo produtivo.

Ao manter a fábrica limpa e arrumada iríamos contribuir para o aumento do bem-estar dos funcionários e da própria eficácia e eficiência da empresa, visto que num ambiente limpo e organizado é mais fácil detetar e prever anomalias que podem originar avarias no futuro.

De forma a melhorar esta situação no capítulo seguinte será feita uma reportagem fotográfica com o sentido de sensibilizar a chefia e os trabalhadores, que a falta de organização e limpeza origina grandes desperdícios que diminuem a eficiência e eficácia da empresa. Será de igual forma apresentado um modelo para a implementação da metodologia 5S de forma a melhorar a empresa relativamente à sua organização e limpeza.



## **5. PROPOSTAS DE MELHORIA**

Este capítulo surge no seguimento das oportunidades de melhoria identificadas no capítulo anterior. Neste caso foram efetuadas propostas ao nível da criação de equipas de manutenção para dar o apoio técnico em termos de atividades de manutenção aos turnos de produção, foi apresentado um método para a implementação de um sistema de gestão da manutenção, foram sugeridos indicadores de manutenção e por último foi feita uma reportagem fotográfica de forma a sensibilizar a chefia e os operadores para a importância da implementação da ferramenta 5S de forma a manter um ambiente limpo e organizado.

Com este capítulo, pretende-se criar condições para melhorar o ambiente de trabalho, melhorando a gestão e utilização dos recursos humanos e materiais, e desta forma aumentar a eficácia e a eficiência da empresa.

### **5.1. Criação de Equipas de Manutenção de Turnos**

Ao analisar a situação descrita no capítulo anterior é visível e urgente a necessidade de criar equipas de manutenção que garantam a assistência em todos os turnos de produção. Como tal e de forma a conseguir acompanhar todos os turnos de produção é necessário criar duas equipas de manutenção, uma para o turno das 16:00 às 24:00 e outra para o turno das 24:00 às 08:00, sendo que o turno das 08:00 às 16:00 será garantido pela equipa de manutenção de dia.

Para minimizar os custos associados à criação das equipas em questão, deverá ser feita uma análise, em termos do conhecimento técnico e capacidade de liderança dos mecânicos da equipa de manutenção de dia de forma a obter os três futuros encarregados, esta avaliação pode ser feita recorrendo a uma matriz de competências semelhante à descrita no segundo capítulo da presente dissertação.

Na constituição das equipas serão utilizados os quatro mecânicos de turno e cinco mecânicos previamente contratados para formar 3 equipas de 3 elementos cada uma, mais um encarregado. De forma a auxiliar a integração dos novos mecânicos contratados cada uma das equipas deverá conter pelo menos um dos quatro mecânicos de turno que já pertenciam à empresa e que serão em conjunto com o encarregado os responsáveis pela integração dos novos colaboradores à realidade da empresa.

Relativamente à questão dos fins-de-semana de forma a segurar o primeiro turno (08:00 às 16:00) o mesmo seria assegurado de forma rotativa por 3 elementos da equipa de manutenção de dia, acompanhados por um dos engenheiros técnicos ou pelo encarregado.

Os encarregados de turno passariam a ter autonomia para atuar no seu turno, tomando decisões sozinhos, assumindo riscos e responsabilidades e envolvendo as chefias quando necessário, e sempre com o apoio dos engenheiros técnicos responsáveis pelos setores.

Para uma melhor interpretação do novo esquema organizacional, foram feitas as modificações ao organograma representado no capítulo anterior, essas modificações são representadas na figura 5.1

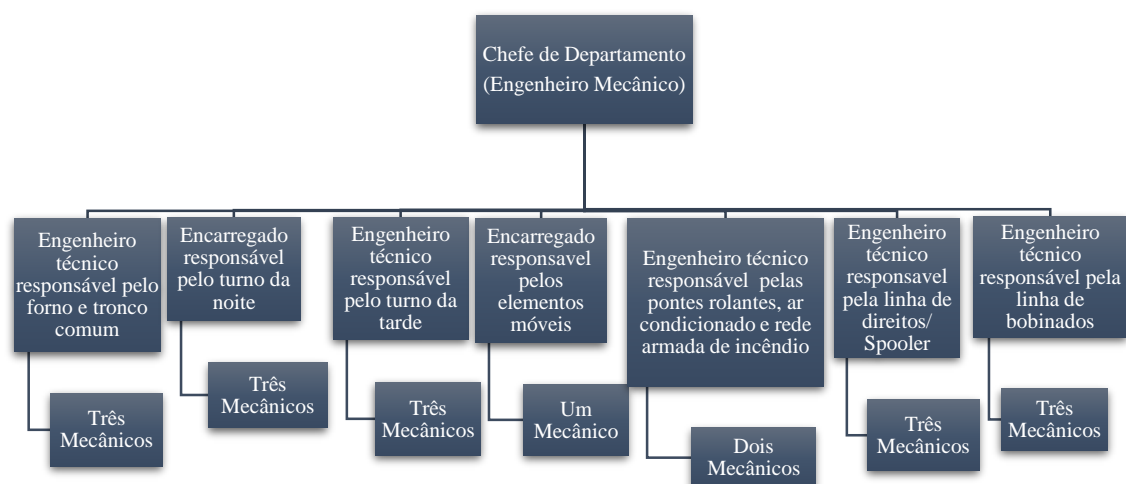


Figura 5.1-Esquema Representativo da Nova Organização do DMML

Com as alterações propostas a empresa iria ser capaz de responder de forma mais eficaz as exigências da produção, diminuindo de certa forma a resposta do departamento de manutenção perante uma avaria pois deixava de ser necessário aguardar a chegada da equipa de prevenção para que fossem resolvidas as situações mais complexas.

## 5.2. Sistema de Gestão de Manutenção

O presente subcapítulo surge de forma a melhorar os problemas identificados no capítulo anterior, relativamente aos problemas de organização e gestão documental do departamento de manutenção.

A empresa opera na indústria metalúrgica, mais concretamente na transformação de produtos de aço, onde recorre à utilização de equipamentos variados, é de extrema importância a correta implementação e utilização de um sistema de gestão de manutenção que seja capaz de manter o departamento de manutenção organizado e que permita recolher informações importantes e manter um registo atualizado de todas as informações pertinentes para o responsável pela gestão do departamento de manutenção.

Para que a manutenção funcione de forma eficaz em qualquer empresa é necessário construir informação de manutenção base e implementar a gestão e os respetivos procedimentos. A implementação do sistema de gestão com a sua informação base é um processo muito longo, contudo é vital para a correta implementação dos procedimentos de gestão diários.

Desta forma, para ser feita uma implementação progressiva deste sistema deve ser identificada qual a área de produção escolhida para o efeito e ter relativamente a essa área a seguinte documentação:

- Lista dos objetos de manutenção completos e as respetivas fichas de características técnicas;
- Eleição dos objetos de gestão sobre os quais vão ser emitidas as OTS, e guardado o histórico e os indicadores de manutenção;
- Criação dos planos de manutenção preventiva sistemática;
- Planos de rotinas de inspeção, lubrificação, calibração, etc.

Neste sub capítulo, será indicada uma forma para a implementação eficaz de um sistema de gestão de manutenção segundo Cabral [6] e que tem por base a norma NP 4483:2009- Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção.

#### **1º Passo - Observar criticamente a instalação.**

Nesta fase deve ser feita uma observação a toda a instalação, de forma a obter o seu *layout*, para selecionar a área onde se pretende iniciar a implementação do sistema.

#### **2º Passo - Grandes grupos.**

Dividir a fábrica em grandes áreas funcionais.

#### **3º Passo - Subdividir cada grande grupo em Sistemas e posteriormente em equipamentos.**

Neste passo dividem-se as grandes áreas funcionais em sistemas e os sistemas em equipamentos.

Ao analisar a empresa é possível verificar que os primeiros três passos já se encontram implementados na empresa, como pode ser verificado no subcapítulo 4.1, desta forma a sua implementação será mais célere uma vez que os três primeiros passos consomem algum tempo tendo em conta a dimensão e o número de equipamentos presentes na fábrica.

#### **4º Passo - Centros de custo.**

Os centros de custo irão permitir arrumar os vários equipamentos da empresa em centros de custo que servirão para o cálculo dos custos despendidos na sua manutenção e que serão importantes para o gestor poder realizar as suas análises técnicas e cálculo de indicadores, contudo

também é importante para o departamento financeiro poder efetuar os balanços financeiros da empresa. No caso da empresa em estudo preconizou-se que o centro de custo será o correspondente à junção dos algarismos da seção e sistema indicados no subcapítulo 4.1 da presente dissertação.

#### **5º Passo – Criação da ficha técnica.**

Neste passo é criado o código que irá identificar o objeto alvo de gestão, neste caso a codificação será aquela que já se encontra em vigor na empresa e que foi indicada no subcapítulo 4.1. Utilizando o sistema de codificação selecionado, é possível a criação da ficha técnica.

É importante salientar que apesar da ficha técnica dever ser o mais genérica possível de forma a facilitar o seu processo de leitura, a mesma deve ser adaptada e modificada de acordo com o tipo de equipamento, contudo nunca deve perder a sua estrutura tipo. No anexo C.1 é possível visualizar um modelo tipo a ser utilizado na empresa.

#### **6º Passo - Caderno de equipamento.**

O caderno técnico é muito importante pois para além de conter a respetiva ficha técnica irá conter o manual do equipamento, a respetiva lista de peças de reserva, os relatórios de trabalhos, o histórico de manutenção, as OT e as folhas de pedidos à manutenção emitidas referentes ao mesmo. No anexo C.2 é possível visualizar o modelo tipo para a lista de peças de reserva com o respetivo código de armazém.

#### **7º Passo - Grau de criticidade do equipamento.**

De forma a poder ser calculado o grau de prioridade de determinada OT, é necessário definir o grau de criticidade de cada equipamento. De forma a evitar problemas no futuro, o grau de criticidade de cada equipamento deve ser definido entre o departamento de manutenção e o departamento de produção. Na tabela 5.1 é possível observar os respetivos graus de criticidade.

Tabela 5.1- Grau de Criticidade dos Equipamentos

<b>1- Muito Crítico</b>	Equipamento com grandes áreas de incidência. A sua inoperacionalidade conduz a perdas de produção.
<b>2 – Crítico</b>	Equipamento chave, onde a sua inoperacionalidade apenas reduzirá a capacidade de produção.
<b>3 – Normal</b>	Engloba a maioria dos equipamentos, a inoperacionalidade tem efeitos negativos na produção.
<b>4 – Baixo</b>	Equipamento com pouca utilização, com fraca influência na produção.

### 8º Passo – Tipo de trabalhos e respectivos graus de urgência.

De forma a clarificar e consolidar os vários tipos de trabalhos a cargo do departamento de manutenção, existe a necessidade de estabelecer a ligação entre o tipo de trabalho de manutenção e a respetiva OT onde se enquadra. Na tabela 5.2 é possível visualizar esta ligação.

Tabela 5.2- Tipos de Trabalho de Manutenção

Tipo de Manutenção		Tipos de OT	Frequência	Origem	Grau de Urgência
<b>Preventiva</b>	<b>Sistemática</b>	Preventiva Sistemática	Sistemática	Fabricante/Experiência	4
		Calibração	Sistemática	Fabricante/Experiência	3
		Rotinas de Inspeção	Sistemática	Fabricante/Experiência	3
		Rotinas de lubrificação	Sistemática	Fabricante/Experiência	3
	<b>Condicional /Preditiva</b>	Inspeção Condicionada	Sistemática	Conhecimento adquirido/Experiência	3
		Análise de óleos	Sistemática	Fabricante/lubrificador/Experiência	3
Preventiva condicional		Quando Conveniente	Resulta das rotinas de inspeção ou de rotina; pedido pelos operadores	3 ou 2	
<b>Corretiva</b>	Corretivas	De imediato	Máquina Parou	1 ou 2	
<b>Graus de urgência: 1= Emergência; 2=urgência;3= normal; 4= conveniente</b>					

Há semelhança dos equipamentos, também as OT possuem um grau de urgência, para uma melhor interpretação da forma com a urgência é atribuída, foi elaborada a tabela 5.3.

Tabela 5.3-Grau de Urgência de uma OT

<b>1- Emergência</b>	Trabalhos corretivos cuja reparação deve ser efetuada no menor tempo possível, correção de intervenções mal efetuadas.
<b>2 – Urgência</b>	Trabalhos corretivos ou preventivos condicionais que tenham como principal objetivo eliminar tempo de improdutividade.
<b>3 – Normal</b>	Engloba a maioria dos equipamentos, a inoperacionalidade tem efeitos negativos na produção.
<b>4 – Quando Conveniente</b>	Equipamento com pouca utilização, com fraca influência na produção.

### 9º Passo - Constituição de uma biblioteca de trabalhos padrão.

A preparação de trabalhos de uma determinada OT pode ser mais ou menos complexa dependendo do tipo de equipamento. De forma a agilizar o processo de elaboração das OT é possível criar uma biblioteca de trabalhos padrão prontas a serem utilizadas na elaboração e preparação das OT. Na tabela 5.4 é possível visualizar um exemplo de um trabalho padrão.

Tabela 5.4- Ficha de Manutenção Preventiva da Biblioteca de Trabalhos Padrão

11.27.01 Laminador Horizontal Caixa A - Revisão 6 m			
Tarefas a realizar			
<b>Geral</b>	Limpeza geral do equipamento para a execução das tarefas de manutenção		
<b>Motor</b>	Desmontar e levar à oficina		
	Substituir Rolamentos		
	Remontar, instalar e verificar acoplamento		
<b>Redutor</b>	Abrir as tampas e inspecionar as engrenagens e rolamentos		
	Verificar o acoplamento de ligação motor/redutor e renovar o lubrificante		
	Substituir as cavilhas fusíveis do acoplamento		
	Efetuar a limpeza do filtro de óleo		
<b>Cardan</b>	Desmontagem dos dois veios cardans e substituição por dois novos		
Por fim deve ser feito o ensaio geral do Laminador			
Previsão de Materiais		Previsão de mão-de-obra	
Óleo Lubrificante	Tipo de operador	Horas.Homem (HH)	
Ferramentas de uso corrente	Encarregado Mecânico	2	
Aquecedor de indução SKF	Mecânico	8	
Equipamento SKF para montagem e desmontagem de uniões cónicas	Auxiliar de mecânica	8	
	Encarregado Eletricista	2	
	Eletricista	8	

### 10º Passo – Descrições chave.

As descrições chave permitem ao gestor de manutenção a possibilidade de sistematizar os sintomas e as causas, bem como o tipo de intervenções efetuadas e as ações futuras. Ao

sistematizar é possível realizar uma análise técnica, que permita relacionar os sintomas e as causas mais frequentes que permitirá determinar padrões de repetibilidade, por exemplo se uma avaria se repetir por mau uso, a gestão deverá equacionar a realização de ações de formação de forma a eliminar a ocorrência de tal avaria. Na tabela 5.5 e 5.6 é possível visualizar algumas descrições chave que podem ser utilizados.

Tabela 5.5- Tabela Sintomas/Causas

Sintomas	Causas
<b>INP – Inoperacional</b>	MAN - Má manutenção
<b>REN - Baixo rendimento</b>	DES – Desgaste
<b>DEF - Produto com defeito</b>	MOP - Má operação
<b>RUI – Ruído</b>	MDE - Mau desenho
<b>FUG – Fuga</b>	SEG - Causa segunda
<b>VIB – Vibração</b>	ACI – Acidente
<b>FRA – Fratura</b>	NID - Não identificado
<b>AQU – Aquecimento</b>	FL - Falta de lubrificação

Tabela 5.6-Tabela de Intervenções e Ações Futuras

Intervenções	Ações Futuras
<b>AJU – Ajustado</b>	AAJ - A ajustar/afinar/lubrificar
<b>REP – Limpo</b>	ARE - A reparar
<b>LUB - Lubrificado</b>	AVI - A vigiar
<b>SUB – Substituído</b>	ASU - A substituir
<b>MOD – Modificado</b>	AMD - A modificar
<b>LIM – Limpo</b>	ALI - A limpar

### 11º Passo – Codificação dos departamentos.

Definir e codificar de forma sugestiva o primeiro nível hierárquico da área de intervenção técnica de acordo com a tabela 5.7. Esta codificação permitirá posteriormente colocar cada elemento ativo na empresa no seu respetivo departamento.

Tabela 5.7-Codificação dos Departamentos

Codificação	Descrição
<b>PROD</b>	Produção
<b>MM</b>	Manutenção Mecânica
<b>ME</b>	Manutenção Elétrica
<b>GT</b>	Gabinete Técnico
<b>EXP</b>	Expedição
<b>SA</b>	Segurança e Ambiente
<b>QUA</b>	Qualidade
<b>ARM</b>	Armazém

### 12º Passo – Codificação das especialidades e respetivos custos de mão-de-obra.

É necessário definir e codificar para cada departamento as suas respetivas especialidades. A cada especialidade será atribuído o seu custo padrão, e a sua disponibilidade para a realização dos trabalhos de manutenção, e desta forma será possível calcular o valor de mão-de-obra despendido em determinada operação de manutenção, a mão-de-obra disponível para realizar as operações de manutenção. Na tabela 5.8 encontra-se representada a tabela com os dados referidos.

Tabela 5.8-Codificação de Especialidades

<b>MM - Manutenção Mecânica</b>				
<b>Código</b>	Designação	Nº	Custo HH (€)	Disponibilidade média diária
<b>001</b>	Engenheiros Técnicos	4	19	6
<b>002</b>	Encarregados	4	15	8
<b>003</b>	Mecânicos	15	12	8
<b>004</b>	Auxiliares de Mecânica	7	8	8

### 13º Passo – Registo do pessoal.

Neste momento já é possível, registar todo o pessoal, através do número mecanográfico, da empresa na área de intervenção técnica e nas estruturas criadas no 12º passo, para que os mesmos possam ser identificados nos pedidos que fazem à manutenção.

#### **14º Passo – Registrar fornecedores.**

Devem ser registados com os mesmos códigos utilizados pelo departamento financeiro todos os fornecedores de material e prestadores de serviços.

#### **15º Passo – Eleger os objetos de gestão.**

É neste passo que é tomada a decisão relativamente aos objetos selecionados em relação aos quais se irão criar todos os documentos referidos nos passos anteriores e sobre os quais irão ser produzidas as OT. Na escolha do primeiro objeto, faz sentido que a escolha recaia sobre um objeto sobre o qual se possua uma boa documentação técnica e que existam vários idênticos na instalação, no caso da empresa em estudo faz sentido selecionar primeiramente um laminador ou uma central de lubrificação.

#### **16º Passo – Cadastrar os objetos selecionados.**

Uma vez selecionados os objetos de gestão, os mesmos deverão ser cadastrados de acordo com a estrutura funcional e a nomenclatura utilizados nos cinco primeiros passos, especificando as referidas características na ficha técnica desenhada para o efeito, e cadastrar todos os objetos de manutenção descendentes. Recorrendo ao exemplo do laminador horizontal, é útil cadastrar o motor, os rolos de laminagem, caixa redutora, veio cardan, mas nunca cadastrar peças tais como, parafusos, porcas, rolamentos, etc.

#### **17º Passo – Estabelecer o plano de manutenção preventiva para os objetos selecionados.**

Após corretamente registados os objetos de manutenção, é necessário estabelecer o plano de manutenção, respeitando as descrições atribuídas no 9º passo. Neste caso um plano de manutenção é constituído pelas manutenções preventivas sistemáticas, rotinas de inspeção e lubrificação, análise de óleos, inspeções condicionadas, e calibrações. De forma a facilitar as tarefas de rotinas de inspeção e lubrificação foram criadas *chek list* que estão apresentadas no anexo C.3. Na tabela 5.9 é possível visualizar um exemplo de um plano de manutenção para o laminador horizontal A.

Tabela 5.9-Plano de Manutenção Preventiva.

<b>11.27.01 - Laminador Horizontal A</b>	
<b>Preventivas Sistemáticas</b>	Revisão Mensal
	Revisão Semestral
	Revisão anual de alinhamento do motor
<b>Rotinas de Inspeção</b>	Semanal
<b>Rotinas de Lubrificação</b>	Semanal
<b>Análise de óleos</b>	Anual
<b>Inspeções condicionadas</b>	Semanal
<b>Calibrações</b>	Semestral

### 18º Passo – Ficheiro de materiais.

De forma a ser possível apresentar os custos associados a um trabalho de manutenção é necessário estruturar as classes onde se irá enquadrar cada um dos materiais utilizados. Na tabela 5.10 estão representadas as famílias de materiais mais utilizados nas tarefas de manutenção da empresa em estudo.

Tabela 5.10- Classe de Materiais

Classes de materiais	
<b>E</b>	Peças de reserva específicas (Exemplo: veio cardan, engrenagens, etc.)
<b>S</b>	Peças de reserva comuns (Exemplo: rolamentos, retentores, 0-rings, válvulas, etc)
<b>C</b>	Material de consumo (Exemplo: produtos de limpeza, trapos, parafusos, porcas)
<b>L</b>	Lubrificantes e afins (Exemplo: óleo lubrificante, óleo hidráulico, massas, aditivos, etc)
<b>F</b>	Ferramentas (Exemplo: ferramentas de produção, ferramentas utilizadas em trabalhos de manutenção, etc.)

À semelhança da codificação de materiais, também os materiais devem ser organizados por classe-família-subfamília-número sequencial. Neste caso iremos exemplificar o exemplo da codificação dos lubrificantes e afins utilizados na empresa. Nas tabelas 5.11 e 5.12 estão identificadas a família e a subfamília dos óleos de lubrificação e hidráulicos, bem como a massa de lubrificação.

Tabela 5.11-Família dos Óleos

Família	
<b>HI</b>	Óleos hidráulicos
<b>LU</b>	Óleos lubrificadores
<b>TR</b>	Óleo para transmissões
<b>MA</b>	Massa Lubrificante

Tabela 5.12- Subfamília dos Óleos

Óleo Hidráulico	Óleo Lubrificador	Óleo transmissões	Massa Lubrificante
<b>001-BP Energol HLP HM46</b>	001- BP Energol GRXP-460	001 – BP Autran MBX	001- Energrease LS – EP2
<b>002- BP Energol HLP HM68</b>	002- BP Energol CS320	002 – BP Autran DX III	002 – Energrease HTG – 461 M
<b>003- Shell S4TXM</b>	003- BP Energol CSHB 220		

Após a codificação de todos os materiais deve ser feito um manual de codificação de materiais, onde para além da informação de codificação deverá conter a localização dos mesmos no armazém.

#### **19º Passo – Fichas de manutenção planeadas e rotinas de inspeção**

Neste momento com a preparação de todos os recursos até ao momento é possível elaborar as fichas de manutenção preventiva, através dos planos de manutenção preventiva criados, esquemas das preparações de trabalhos e a biblioteca de trabalhos padrão, e por outro lado uma vez cadastradas as descrições chave e o cadastro dos lubrificantes nas fichas de materiais também é possível a elaboração das rotinas de inspeção e lubrificação.

#### **20º Passo - Planos de manutenção de objetos similares**

Deve ser feito uma nova análise ao trabalho realizado para o primeiro objeto selecionado e se o mesmo for considerado correto deve ser utilizado para objetos semelhantes copiando os trabalhos elaborados e recorrendo a eventuais ajustes caso necessário.

#### **21º Passo – Preparar as OT de manutenção preventiva planeada**

A partir dos planos de manutenção preventiva elaborados é possível preparar as OT, salienta-se que é necessário saber quando foram realizadas as últimas OT de forma a cumprir os prazos definidos pelo plano. As OT terão obrigatoriamente uma entidade responsável.

Depois de serem elaborados os planos referentes a área piloto selecionada, é possível arrancar com o sistema de gestão, e iniciar o envio de OT para a área técnica, uma vez que já se detém toda a informação para a elaboração e emissão das mesmas. É necessário, porém assegurar que quem as receciona é capaz de:

- a) Interpretar e realizar as referidas tarefas,

- b) Está montado o mecanismo para efetuar o registo das horas dos equipamentos cujas intervenções de manutenção necessita desse valor, devendo antes de arrancar com o sistema efetuar um levantamento desses dados;
- c) Está montado um sistema para fazer o *reporting* dos trabalhos de manutenção;
- d) Existe um documento para registar as mobilizações de mão-de-obra, aplicações de materiais e registo de utilização de serviços exteriores à fábrica.

De forma a auxiliar o gestor no planeamento da manutenção anual, foi criado um ficheiro em Excel de forma a ser possível organizar o mesmo, no anexo C.4 é possível visualizar uma imagem do ficheiro em questão.

A forma de realizar o referido *reporting* será apresentado mais adiante nesta dissertação.

### **22º Passo – Analisar o plano e emitir as OT**

A tarefa de análise e emissão de OT pertence ao gestor da manutenção, que após a emissão procede ao envio para a entidade responsável (Engenheiros Técnicos) passando a sua gestão a ser feita por essa entidade até à receção do relatório de trabalhos. No anexo C.5 é apresentado o exemplo de uma OT que poderá ser utilizada pelo gestor de manutenção da empresa.



### **23º Passo – Relatório dos trabalhos**

O relatório de trabalhos possui o mesmo número da OT e serve para regulamentar a forma de reportar a realização dos trabalhos. É neste relatório que o técnico responsável faz todos os registos importantes da tarefa de manutenção e posteriormente o entrega ao gestor. É um elemento de extrema importância pois permite ao gestor de manutenção retirar informação importante para realizar as suas análises. No anexo C.6 é possível visualizar o tipo de relatório que será utilizado na empresa.

### **24º Passo – Pedido de Trabalhos à manutenção.**

Na realização das tarefas de manutenção ou de produção é possível identificar situações que necessitam de ser verificadas e corrigidas, como tal deve ser criada uma ficha de pedido de trabalhos, onde deve ser regulamentado quem pode realizar estes pedidos, especificar os níveis hierárquicos e clarificar os níveis de prioridade. Na tabela 5.13 é possível visualizar a ficha de pedido que pode ser utilizada pela empresa.

Tabela 5.13-Ficha Tipo de Pedido à Manutenção.

 		Pedido de trabalho à Manutenção Data: __/__/__	
<b>Solicitado por</b>			
Nome do funcionário: _____		Prioridade: _____	
Departamento: _____		Código de funcionário: _____	
<b>Destino e diagnóstico</b>			
Equipamento: _____		Código: _____	Sintoma: _____
		C. Custo: _____	Causa: _____
Descrição dos trabalhos a realizar		Tempo Previsto	
Aprovado Por: _____		Concluído por: _____	
<b>Detalhes do pedido</b>			

Neste momento, encontram-se esquematizada a forma como se deve trabalhar para organizar o sistema de gestão. Terá ficado clara a importância de se seguir, de forma consistente e disciplinadamente, um certo itinerário sem queimar etapas, pois só desta forma se irá garantir uma gestão organizada e proficiente onde será possível retirar informação chave para o gestor, tais como indicadores de manutenção, custos de manutenção, eficiência dos equipamentos, etc.

De forma a verificar a necessidade de cumprir todos os passos descritos para a implementação do sistema de gestão da manutenção, foram verificadas quais as práticas que já se encontravam a ser utilizadas na empresa, conforme pode ser observado na tabela 5.14.

Tabela 5.14-Tabela Comparativa das Ações já Implementadas na Empresa

<b>Bilhete de identidade</b>	<b>Não</b>	<b>Ficheiro de materiais</b>	<b>Não</b>
<b>Ficha técnica de manutenção</b>	<b>Não</b>	<b>Rotinas de inspeção e lubrificação</b>	<b>Sim</b>
<b>Biblioteca de trabalhos padrão</b>	<b>Não</b>	<b>Relatórios de Trabalhos</b>	<b>Não</b>
<b>Codificação dos departamentos</b>	<b>Não</b>	<b>Indicadores de Desempenho</b>	<b>Não</b>
<b>Codificação das especialidades</b>	<b>Não</b>	<b>Planos de manutenção</b>	<b>Sim</b>
<b>Codificação dos fornecedores</b>	<b>Sim</b>	<b>Codificação dos objetos de gestão</b>	<b>Sim</b>

Ao analisar a tabela 5.14 é possível verificar que já existem alguns parâmetros de gestão que são utilizados na empresa, dessa forma deverá ser feita uma breve revisão dos mesmos de

forma a verificar se os mesmos estão corretos e podem ser utilizados na implementação do sistema.

Relativamente à organização da documentação a mesma poderá ser feita de duas formas, através de documentos escritos, organizados em *dossiers* separados utilizando um *dossier* por cada equipamento onde serão armazenadas todos os documentos que lhe digam respeito. Contudo para esta solução será difícil manter a ordem e a organização existindo o risco elevado da informação ficar dispersa e em alguns casos perder-se, sendo o atual estado da documentação uma prova viva de como este método não é a melhor opção.

Alternativamente, é possível organizar a documentação em formato digital, recorrendo a pastas e subpastas, e recorrendo às ferramentas do Microsoft Office é possível criar documentos e folhas de cálculo que podem ser editadas com inclusão de novas informações, e através das ferramentas de calculo será possível obter de forma automática alguns parâmetros, tais como os custos inerentes à manutenção, os indicadores de manutenção.

Será aconselhável organizar toda a documentação em formato digital, pois caso a empresa venha a adquirir um *software* de gestão da manutenção ou proceder a criação de um software de raíz recorrendo à linguagem de programação VBA será mais fácil recolher a informação e carrega-la no *software* escolhido.

### **5.3. Novos Indicadores a Utilizar pelo Departamento**

Após organizar e implementar o sistema de gestão de manutenção é possível começar a recolher indicadores que permitirão verificar em que estado se encontra a manutenção e quais as melhorias que deverão ser efetuadas e dar indicações sobre as decisões tomadas pelo gestor do departamento.

Considerando que a empresa pretende implementar a TPM, os indicadores selecionados deverão ser aqueles que permitam indicar em que estado evolutivo se encontra a implementação da mesma. Na tabela 5.15 está representado um ficheiro em Excel, criado para auxiliar o gestor no cálculo dos indicadores selecionados, o seu método de cálculo foi descrito no subcapítulo 2.11.1.2.

Tabela 5.15- Ficheiro de Excel para o Cálculo dos Indicadores

Equipamento						
Parâmetro	Quantidade	Indicador	Quantidade	Indicador	Quantidade	Indicador
TEO						OEE (Overall Equipment Efficiency)
JTR						
ΣTempo paragens não planeadas						
TC nominal		VEL		ID(Eficiência)		
TC efetivo						
JTR		ITE		TQU (Qualidade)		
Qt produzida						
Qt defeituosa						

Será útil, para além dos indicadores que permitem o cálculo do OEE, será pertinente a utilização de alguns indicadores que permitam calcular o cálculo dos custos associados à manutenção.

Desta forma é aconselhado a utilização de alguns indicadores que irão permitir calcular os custos associados as atividades de manutenção, os indicadores selecionados estão de acordo com a norma NP EN 15341:2009 Manutenção – Indicadores de desempenho da manutenção. Na tabela 5.15 está representada uma imagem do ficheiro Excel que irá permitir o cálculo desses indicadores.

Tabela 5.16- Ficheiro de Excel para o Cálculo dos Indicadores de Custo

Indicadores de Custo	
Índice Primário =	<u>Custos de manutenção</u> Custo da substituição do equipamento
Rácio de Manutenção Preventiva =	<u>Custo da manutenção preventiva</u> Custo total da manutenção
Rácio de Manutenção Corretiva =	<u>Custo da manutenção corretiva</u> Custo total da manutenção
Rácio de Subcontratação =	<u>Custo dos serviços subcontratados</u> Custo total da manutenção

## **5.4. Análise das Instalações e Sugestão para Implementação da Ferramenta 5S**

Dois dos principais obstáculos à eficiência de qualquer empresa são a falta de organização e limpeza. A Metodologia 5S é um processo de organização e eliminação de resíduos dos postos de trabalho, muito utilizada para aumentar a eficiência de uma empresa. É um método estruturado para implementar táticas de organização e normalização da área de trabalho que conduz a uma otimização do desempenho de todos os seus colaboradores. A Metodologia 5S defende que um espaço de trabalho organizado motiva os trabalhadores dessa área de trabalho, acabando por influenciar o desempenho dos restantes.

De forma a analisar as instalações relativamente à organização e limpeza, foi feita uma reportagem fotográfica que retratam situações onde são verificadas não conformidades. Salienta-se que quando se realizam este tipo de ronda pela fábrica não se deve ter receio de apontar todas as não conformidades encontradas pois só assim é possível melhorar.

As não conformidades serão retratadas segundo as áreas de produção descritas no terceiro capítulo da presente dissertação, neste caso serão apresentadas não conformidades na oficina de manutenção, e em algumas zonas de trabalho ao longo da linha de produção.

### **Oficina de Manutenção.**

A oficina de manutenção, por se tratar de uma zona onde é realizada a maior parte da atividade de manutenção corretiva, prima por ser uma zona que se encontra frequentemente desorganizada. Na oficina existem várias zonas de armazenamento de equipamentos, é possível através do anexo A.2 visualizar que a mesma possui uma zona de armazenamento de equipamento em processo de reparação, uma zona para onde são deslocados os equipamentos que são substituídos na paragem e que necessitam de ser reabilitados para poderem ser devolvidos ao armazém, existindo ainda uma zona onde são armazenados alguns consumíveis, tais como rolamentos, parafusos, porcas, válvulas, etc.

Ao analisar as zonas de armazenamento é possível detetar não conformidades no que à organização diz respeito. Na figura 5.2 é possível visualizar a zona de armazenamento de equipamentos que serão alvo de reparação.



Figura 5.2-Zona de Armazenamento de Peças e Componentes para Reparação.

É possível verificar que os materiais são simplesmente colocados na zona para reparação não existindo o cuidado de identificar a que equipamento pertencem nem qual a sua avaria, e o motivo pelo qual ainda não foi reparado, por exemplo estamos a aguardar alguma peça para substituir ou se o componente terá de ser reparado no exterior.

Uma outra zona que foi identificada como sendo bastante crítica em termos de não conformidades, foi a zona onde são guardados os equipamentos que foram substituídos nas paragens anuais, como pode ser observado na figura 5.3.



Figura 5.3-Zona de Armazenamento dos Equipamentos Substituídos na Paragem

Há semelhança da zona identificada anteriormente também nesta zona não existe critério de arrumação e os equipamentos não estão identificados, e a avaliar pelo estado de limpeza de alguns componentes foi possível concluir que os mesmos já se encontravam depositados há algum tempo.

Outra das zonas onde se verificou falta de organização foi nos armários onde se encontravam armazenados alguns consumíveis utilizados pelo departamento de manutenção. Na figura 5.4 é possível observar a referida falta de organização.



Figura 5.4-Armários de Armazenamento de Consumíveis

Analisando a situação, é possível verificar uma clara falta de organização e de identificação dos consumíveis, encontrando-se muita sujidade e material acumulado no chão do armário.

### **Forno e tronco comum**

Esta área de produção apresenta algumas não conformidades, nomeadamente existe uma zona de armazenamento de componentes perto da linha de produção que revela falta de organização e limpeza, devendo ser feita uma inspeção de forma a detetar quais os componentes que não fazem falta nesse local e os que se encontram obsoletos. Na figura 5.5 é possível visualizar a referida zona de armazenamento.



Figura 5.5-Zona de Armazenamento de Componentes

### **Linha de produção de varão direito/Spool**

Prosseguindo para a linha de produção de varão direito é possível visualizar algumas não conformidades relativamente a armazenamento de componentes e relativamente a pequenas bancadas de elaboração de trabalho.

Relativamente ao armazenamento é possível visualizar que existe alguma falta de limpeza e de organização relativamente ao material utilizado na reparação das atadoras, através da figura 5.6 é possível visualizar a falta de organização e de identificação de componentes e ainda a acumulação de materiais que já não serão utilizados.



Figura 5.6-Zona de Armazenamento do Material das Atadoras

Na zona onde é fabricado o spooler existe uma pequena bancada de trabalho e uma estante de arrumação que deve ser alvo de atenção, pois uma vez mais denota-se falta de arrumação e identificação dos materiais presentes na estante de arrumação, como pode ser observado na figura 5.7. Este espaço poderia facilmente ser utilizado para armazenar ferramentas e componentes que fossem realmente necessário para o desempenho das funções, aliviando o peso que os técnicos têm que carregar sempre que vão realizar uma tarefa de manutenção.

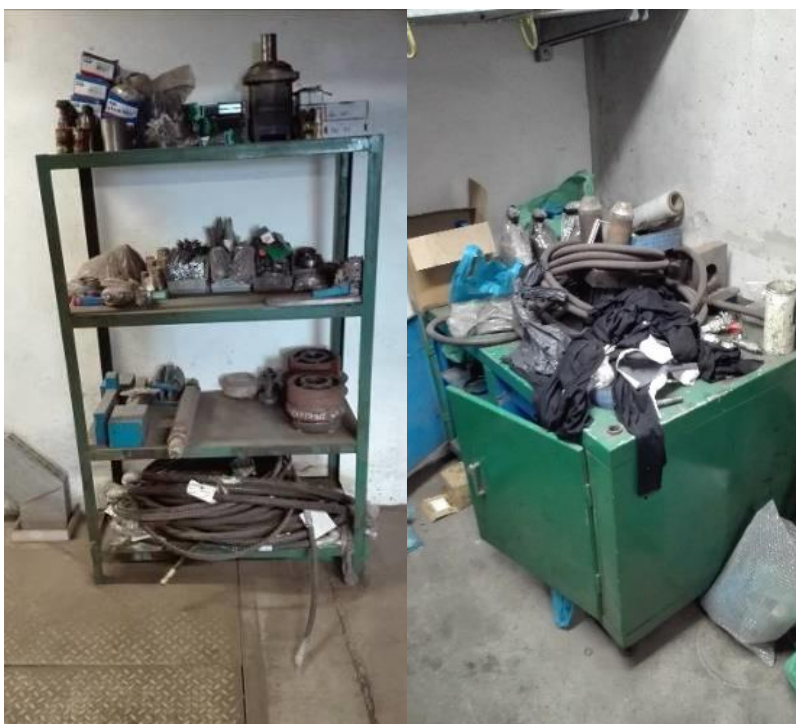


Figura 5.7-Estante e Armário de Arrumação

### **Linha de Bobinados**

Ao analisar a linha de produção de bobinados é possível identificar uma zona onde existe algum material obsoleto armazenado, devendo de igual forma ser feita uma identificação do material aí encontrado de forma a verificar qual ainda pode ser utilizado devendo ser

armazenado convenientemente e qual o material obsoleto que deve ser removido. Na figura 5.8 é possível visualizar a situação referida.



Figura 5.8-Zona de Armazenamento de Material da Linha de Bobinados

Existe contudo um ponto positivo, ao longo de toda a fábrica estão colocados recipientes para realizar a divisão dos resíduos produzidos nas tarefas de manutenção. Na figura 5.9 é possível visualizar os recipientes apropriados para cada tipo de resíduo estando os mesmos corretamente identificados.



Figura 5.9-Depósito de Lixo.

Neste momento é possível afirmar, através das não conformidades identificadas ao longo de toda a linha de produção e da oficina, que apesar de a empresa já ter feito uma tentativa para implementar a metodologia 5S, a mesma aparentemente não foi bem aceite por parte dos operadores. De forma a ser possível uma correta implementação da metodologia 5S deverão ser pensadas novas ações de sensibilização e de formação, e por outro lado criar um modelo que garanta uma implementação eficaz desta metodologia. Na tabela 5.17 serão apresentadas de forma sintetizada todos os passos a seguir para garantir uma implementação eficaz da ferramenta 5S.

Tabela 5.17- Plano de Ações para Futura Implementação dos 5S






<b>Etapa</b>	<b>O que fazer?</b>	<b>Quem?</b>	<b>Como?</b>	<b>Onde?</b>	<b>Duração</b>
<b>1</b>	Dar formação aos operários sobre os primeiros 3S	Chefe da Produção, Chefe da manutenção	Apresentação	Sala de Reuniões da Fábrica	2/3 Dias
<b>2</b>	Aplicar os 3S aprendidos	Operários	Separação, limpeza e organização dos postos e áreas envolventes	Fábrica	
<b>3</b>	Atribuir uma nota ao desempenho dos operários	Chefe da Produção, Chefe da manutenção	Observação e acompanhamento do trabalho realizado pelos operários	Fábrica	2 Dias
<b>4</b>	Dar formação aos operários sobre os últimos 2S	Chefe da Produção, Chefe da manutenção	Apresentação	Sala de Reuniões da Fábrica	2/3 Dias
<b>5</b>	Criar regras/normas de arrumação e limpeza dos postos e áreas envolventes e afixá-las nos postos	Operários	Criar grupos divididos por setor e fazer acompanhamento na definição de regras	Sala de Reuniões da Fábrica	
<b>6</b>	Desenvolver listas de verificação	Departamentos de Produção e Manutenção	A partir das regras criar listas de verificação	Fábrica	1/2 Dias
<b>7</b>	Realizar auditorias diárias	Departamentos de Produção e Manutenção	Observação dos postos e áreas envolventes	Fábrica	Sem Duração Prevista
<b>8</b>	Afixar resultados semanalmente e atribuir prémios mensais	Departamentos de Produção e Manutenção	Trabalhar resultados das auditorias e imprimir	Fábrica	Sem duração Prevista

As etapas identificadas e descritas na tabela 5.17, apesar de serem simples e de fácil execução devem pressupor algumas considerações. Na etapa 1 é muito importante que a informação a ser transmitida na formação seja feita de forma clara e acompanhada de alguns exemplos práticos, pois desta forma os operadores vão entender a forma como devem proceder, no anexo D.1 é possível visualizar os slides da formação.

Na segunda etapa os operários devem aplicar o que aprenderam na formação relativamente aos primeiros 3S, deve ser indicado aos mesmos que em caso de dúvida deverão questionar os supervisores para obter esclarecimentos. Outro ponto muito importante é esclarecer os supervisores que não devem interferir no processo de decisão, pois os operários ao terem que tomar decisões irão sentir-se responsáveis pelo seu posto de trabalho. No anexo D.1 estão apresentadas as fichas com as instruções que deverão utilizar na sua implementação.

A terceira etapa servirá para os supervisores observarem e analisarem, em todos os setores, o trabalho realizado pelos operários na implementação dos 3 primeiros S, no anexo D.2 está representada a folha de auditoria, que será utilizada pelos supervisores para classificarem o setor relativamente aos 3S. Os resultados deverão ser mostrados de acordo com a tabela 5.18.

Tabela 5.18-Classificação a Atribuir

Símbolo	Designação	Especificação
	Excelente	Foi feita uma implementação cuidada e refletida, não existe nenhuma melhoria/sugestão ao trabalho realizado.
	Muito Bom	Há pelo menos 1-2 melhorias/sugestões a fazer.
	Bom	Há pelo menos 2-4 melhorias/sugestões a fazer.
	Razoável	Há pelo menos 4-12 melhorias/sugestões a fazer.
	Mau	Há mais de 12 melhorias a fazer o que denota uma implementação descuidada e sem reflexo dos ensinamentos transmitidos.

Os resultados das classificações obtidos devem ser afixados no placard da informação da fábrica e devem ser realizadas ações corretivas mediante os resultados obtidos. O melhor setor deve ser premiado com a designação do “Setor 3S”, e deve ser premiado por exemplo com duas horas de descanso extra, desta forma os operários estariam motivados para implementar a metodologia no seu setor.

Na quarta etapa será dada a formação relativa aos últimos dois S, devendo seguir as diretrizes utilizadas na primeira etapa.

Na quinta etapa deverão ser criados grupos que serão responsáveis pela criação de regras específicas para cada setor e regras mais gerais de limpeza que serão comuns a todos os setores, esta etapa deverá ser acompanhada e validada pelos chefes de produção e manutenção.

A partir das regras definidas na quinta etapa, poderemos realizar a sexta etapa que consiste em preencher as *check list* que estão representadas no anexo D.3 com as respectivas tarefas. Estas *check list* serão utilizadas nas auditorias diárias e semanais a efetuar em todos os setores.

Na sétima etapa devem ser realizadas as auditorias diárias nos diferentes setores, estas auditorias devem ser realizadas de uma forma discreta. Ao longo da semana as auditorias devem ser realizadas em diferentes alturas do dia, nomeadamente em períodos de trabalho, períodos de descanso e no final do dia.

Depois de serem feitas as auditorias diárias os seus resultados são afixados os resultados semanais, na oitava etapa. Nesta etapa, o melhor setor semanal deve ser premiado com um pequeno brinde, por exemplo uma caneta ou um bloco de notas da empresa. A grande meta a atingir são os resultados mensais, desta forma o melhor setor mensal (média de todas as semanas) deverá receber um prémio monetário definido pela administração da empresa. Ao premiar os setores consoante o seu desempenho iremos garantir que os mesmos se mantêm motivados e desta forma garantir o sucesso da implementação da metodologia 5S.

Uma medida importante será manter os operários informados sobre o estado atual e da evolução da implementação dos 5S, pois desta forma irão sentir-se parte integrante do projeto. Sob esta perspetiva, salienta-se que devem ser realizadas reuniões mensais com os operários onde serão identificadas e expostas as dificuldades sentidas e a medida tomada para as ultrapassar pois dessa forma com a partilha de conhecimento irão ser feitas melhorias em setores que tenham a mesma dificuldade mas que não tenham encontrado ainda uma solução.

Estas práticas devem ser mantidas até que todos os operários interiorizem este modelo de organização, quando o modelo estiver atribuído as auditorias poderão ser feitas de uma forma mensal apenas para garantir que os operários continuam motivados e a seguir a metodologia 5S.

## **6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

### **6.1. Conclusões**

Na atualidade a manutenção detém um papel de destaque entre as atividades e processos industriais das organizações e empresas, revelando-se uma mais-valia para o aumento da eficácia e eficiência de todas as atividades das mesmas.

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito de um estágio de carácter profissional, realizado no serviço de manutenção mecânica da Megasa – SN Seixal uma empresa que atua no ramo siderúrgico a nível internacional, exportando para os mais variados países e em praticamente todos os continentes. A empresa de forma a manter os seus índices de competitividade sentiu a necessidade de melhoria contínua dos seus processos, quer a nível de produção quer a nível da manutenção.

De forma a ir de encontro às necessidades identificadas pela empresa, o estágio tinha como objetivo principal a melhoria das atividades inerentes à manutenção, tais como a gestão, o planeamento e o controlo da mesma, desta forma foi levada a cabo uma análise crítica da organização e gestão da manutenção existentes na empresa identificando todos os pontos de melhoria.

Após ser efetuada a análise crítica foram elaboradas várias propostas que visavam a resolução dos identificados, nomeadamente a criação de um registo mais fiável de falhas e avarias, a elaboração de um plano para a implementação de um sistema de gestão de informação eficaz recorrendo à criação de novos documentos e melhorias dos documentos já existentes que permitem melhorar o planeamento e o controlo da gestão da manutenção.

Ao ser feita a análise crítica à forma como eram feitos os registos das atividades de manutenção, foi possível verificar que a equipa de manutenção negligenciava por completo a parte burocrática associada à manutenção, não existe um correto registo e históricos das atividades de manutenção. Por outro lado a ausência da documentação, ou a sua existência de forma muito desorganizada, tornava o seu processo de consulta difícil.

Desta forma é recomendado, para aumentar os índices de eficácia e eficiência do departamento, uma reestruturação de toda a informação respeitante às suas atividades. Esta reestruturação deve ser efetuada com informação de manutenção e base, e recorrendo a alguns padrões que vão desde a criação da codificação os equipamentos até à criação de folhas para

registros dos relatórios de trabalho, fichas de manutenção, fichas de pedidos de trabalho à manutenção, bem como de que forma a mesma será organizada e mantida. Esta normalização irá minimizar a probabilidade de perda de informação e irá uniformizar a forma como a documentação será apresentada por toda a empresa.

Desta forma com a criação de todos os documentos necessários será possível implementar o sistema de gestão, e desta forma organizar informações muito importantes tais como, histórico de cada equipamento selecionado de forma a permitir ao gestor de manutenção fazer uma análise técnica e económica sobre qualquer equipamento que pertença ao plano de gestão de manutenção.

Com a utilização do histórico é possível calcular os valores dos indicadores que servem para medir a performance da manutenção e desta forma realizar estudos futuros para a tomada de decisões respeitantes à gestão da manutenção de modo a torná-la mais eficaz. Tendo em conta que o departamento não utiliza indicadores de manutenção, foram propostos indicadores que permitem uma análise contínua do estado dos equipamentos e da sua gestão. Os indicadores sugeridos fornecem informação que permite a tomada de decisão, por parte do gestor, relativamente a intervenções futuras nos equipamentos bem como alterações no plano de gestão, por outro lado permitem que o gestor tenha uma perceção sobre o impacto das medidas por si tomadas. Os indicadores são calculados a partir do histórico de informação, que será conseguido através das implementações sugeridas anteriormente.

Relativamente à estrutura organizacional do departamento, foi identificada uma ausência de uma chefia no período de ausência de toda a equipa do DMML e também mão-de obra insuficiente, como tal é urgente a criação de equipas de manutenção que garantam uma assistência técnica capaz de acompanhar todos os turnos de produção.

Relativamente à implementação da ferramenta 5S, foi possível verificar que apesar de a empresa já ter feito uma tentativa para implementar a metodologia 5S, a mesma aparentemente não foi bem aceite por parte dos operadores. Para garantir uma correta implementação da metodologia 5S deverão ser pensadas novas ações de sensibilização e de formação, e por outro lado criar um modelo que garanta uma implementação eficaz desta metodologia, pois desta forma serão criados bons hábitos de limpeza e organização que irão aumentar não só o bem-estar dos trabalhadores como um aumento na eficiência da fábrica. De forma a ser possível a implementação desta metodologia, foi criado um plano de ações para a sua futura implementação, que engloba uma ação de formação para todos os funcionários da empresa, a criação de uma equipa de auditoria semanal, e a criação das fichas de registo das mesmas bem como a forma de classificar as mesmas.

Em suma as propostas apresentadas na presente dissertação têm como objetivo criar condições para um melhor acompanhamento do desempenho das atividades de manutenção, através de uma gestão cuidada e organizada da informação, promovendo desta forma uma eficiência na realização de todas as atividades de manutenção, uniformizando a documentação existente e criando métodos de trabalho metódicos, facilitando desta forma a comunicação entre todos os intervenientes da empresa, tornando possível analisar os valores dos indicadores e dessa forma tomar decisões que promovam uma melhoria contínua e reduzindo os custos associados às atividades de manutenção.

Ao serem efetivadas as melhorias propostas, a empresa irá aumentar os níveis de produção e qualidade final do produto obtido, permitindo na maioria dos casos uma redução de custos de manutenção que poderão ser utilizados para evoluir e melhorar o processo produtivo da empresa elevando-a para um patamar superior em termos de capacidade de produção e qualidade final dos produtos obtidos.

## **6.2. Sugestões para Trabalhos Futuros**

Futuramente seria interessante dar continuidade ao trabalho até então realizado selecionando uma área piloto para se iniciar a implementação do sistema de gestão da manutenção e realizar os ajustes necessários para proceder à implementação do mesmo a toda a fábrica de laminagem e posteriormente a todas as outras unidades de produção pertencentes à empresa.

Após a implementação do sistema seria interessante calcular os indicadores e realizar uma análise estatística ao histórico de avarias, com o propósito de rever e afinar as rotinas de manutenção dos equipamentos com base nos valores obtidos e analisar quais os equipamentos onde seria útil implementar atividades de manutenção autónoma.

Outro trabalho interessante seria definir com a empresa uma data para o início da implementação da metodologia 5S e acompanhar o desenvolvimento da mesma realizando os ajustes necessários para atingir uma implementação eficaz da metodologia.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Al-Najjar, B. "The lack of maintenance and not maintenance which costs: A model to describe and quantify the impact of vibration-based maintenance on company's business.," *International Journal of Production Economics.*, vol. 107, no. 1, pp. 260–273, 2007.
- [2] Campbell, J. e Jardine, A. "Maintenance excellence: optimizing equipment life-cycle decisions", 1st Ed. New York,USA: Marcel Dekker Inc, 2001.
- [3] Nogueira, C. et al. "Manutenção Industrial: implementação da manutenção produtiva total (TPM)," *E-xacta*, vol. 5, no. 1, pp. 175–197, 2012.
- [4] Palmeira, T. "Estudo de Melhoria da Gestão da Manutenção de um Terminal Petrolífero." Dissertação de Mestrado. Almada:FCT/UNL, 2015.
- [5] Tavares,L "Mapeamento das Atividades e Falhas Humanas na Logística de Paradas de Manutenção." Dissertação de Mestrado.Salvador: Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, 2010.
- [6] J. Cabral, "Organização e Gestão da Manutenção: dos conceitos à prática.", 5 Ed. Lisboa: Lidel, 2006.
- [7] Ahuja, I. e Khamba, J. "Total productive maintenance: literature review and directions." *International Journal of Quality & Reliability Management* , vol. 25, no. 7, pp. 709–756, 2008.
- [8] Gonçalves, C. "Gestão da Manutenção em Edifícios: Modelos para uma abordagem LARG (Lean, Agile, Resilient e Green)". Tese de doutoramento. Almada: FCT/UNL, 2014.
- [9] Wikoff, D.; Higgins, L. and Mobley, K. "Maintenance Engineering Handbook", 7th ed. New York,USA: McGraw-Hill, 2008.
- [10] Kardec, A. e Carvalho, C. "Gestão Estratégica e Terceirização.", 1a ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
- [11] Monchy, F. "A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial." 1st ed. Durban, 1989.
- [12] Pinto, C. "Organização e Gestão da Manutenção." Lisboa: 1a ed. Editora Monitor, 1999.
- [13] Monks, J. "Administração da Produção.", 1st Ed São Paulo: McGraw Hill, 1987.
- [14] NP EN 13306, Manutenção. "Terminologia da Manutenção." Instituto Português da Qualidade 2007.
- [15] Pascoli, J. "Curso de Manutenção Industrial." Apostila, 1994
- [16] Filipe, E. "Gestão de Manutenção de uma Empresa Gráfica". Dissertação de mestrado. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2014.
- [17] Lima ,L. et al. "A Satisfação do manutentor na área industrial: O Caso em uma indústria frigorífica.," *Rev. Bras. de Tecnologia Agroindustrial*, vol. 6, no. 2, pp. 757–769, 2012.
- [18] Tavares, L. "Administração Moderna da Manutenção", 1a ed. Brasil: Novo Pólo Edições, 1999.
- [19] Moubray, J. "Reliability-Centered Maintenance". 2a Ed. U.S.A.: Industrial Press Inc, 2001.
- [20] Khairy, K. and Murthy, P. "Complex System Maintenance Handbook." London: Springer Press, 2008.

- [21] Martins, M. "Definição de metodologias de manutenção para a indústria: caso prático." Dissertação de mestrado. Minho: Universidade do Minho, 2007.
- [22] Wang, H. and Pham, H. "Reliability and Optimal Maintenance." 1a Ed. New Jersey: Springer Press, 2006.
- [23] Cabral, J. "Gestão da Manutenção de equipamentos, instalações e edifícios." 3a Ed. Lisboa: Lidel, 2003.
- [24] IPQ. "Manual de Normalização". IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2009.
- [25] NP EN 13306, Manutenção. "Terminologia da Manutenção." Instituto Português da Qualidade 2007.
- [26] NP EN 13269, Manutenção. "Instruções para a preparação de contratos de manutenção." Instituto Português da Qualidade. 2007.
- [27] NP EN 13460:2009 "Documentação para a manutenção (presentes num sistema de gestão da manutenção)". Instituto Português da Qualidade. 2009.
- [28] NP 4483:2009. "Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção." Instituto Português da Qualidade. 2009.
- [29] Dhillon, B. S. "Engineering Maintenance: A Modern Approach.", 1a Ed. Lancaster, United States: Technomic Publishing Co, 2002.
- [30] Al-Shayea, A. "Maintenance Definition", Riyadh: King Saud University 2007.
- [31] B. Dhillon, "Engineering Maintenance: A Modern Approach." 1st Ed. New York: CRC Press, 2002.
- [32] R. Gulati and R. Smith, "Maintenance and Reliability Best Practices." New York, USA: Industrial Press Inc., 2009.
- [33] Mirshakawa, V. "Manutenção preditiva: caminho para zero defeitos." 1a Ed. São Paulo: Makron Books, 1991.
- [34] Pinto, J. "Manutenção Lean." 1a Ed. Lisboa: Lidel, 2013.
- [35] Pinto, C. "Organização e Gestão da Manutenção." 1a Ed. Lisboa: Monitor, 1999.
- [36] Marcorin, W. and Lima, C. "Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos." *Rev. Ciência Tecnol.* vol. 11, no. 22, pp. 35–42, 2003.
- [37] Cavalier, M. and Knapp, G. "Reducing preventive maintenance cost error caused by uncertainty," *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 2, no. 3, pp. 21–36, 1996.
- [38] Pereira, R. "Análise e desenvolvimento de sistema de gestão da manutenção industrial." Dissertação de mestrado. Porto: FEUP, 2013.
- [39] Silva, V. e Santos, M. "Sistema de Informação Aplicado à Gestão de Manutenção: Um Estudo de Caso Sobre os Impactos da Implantação do SAP/R3 – Módulo PM," *Actas da 33ª encontro da Anpad*, pp. 1–16, 2009.
- [40] Pinto, J. "Implementação da metodologia TPM numa empresa de produção de elevadores." Dissertação de mestrado. Minho: Universidade do Minho, 2012.
- [41] Carnero, M. and Novés, J. "Selection of computerised maintenance management system by means of multicriteria methods.," *Prod. Plan. Control*, vol. 17, no. 4, pp. 335–354, 2006.
- [42] Wireman, T. "Total productive maintenance.", 2a Ed. Michigan: Industrial Press, Inc, 2007.

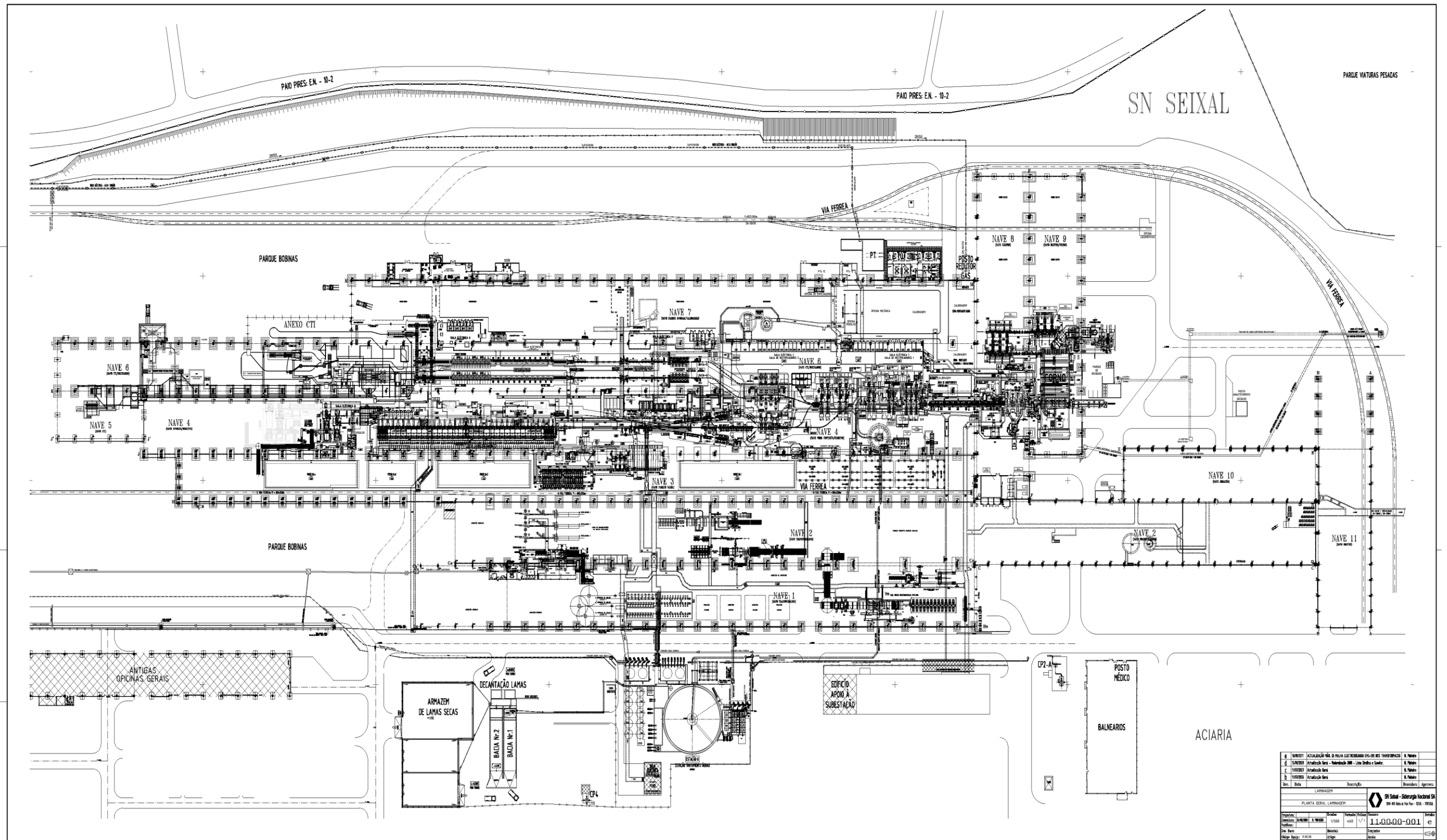
- [43] Chan, F. "Implementation of total productive maintenance: A case study," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 95, no. 1, pp. 71–94, 2005.
- [44] Wakjira, M. and Singh, A. "Total Productive Maintenance A Case Study," *Glob. J. Res. Eng.*, vol. 12, no. 1, pp. 25–23, 2012.
- [45] Matos, J. "Estudo do impacto da implementação da TPM numa fábrica de componentes para automóveis." Dissertação de mestrado. Porto: FEUP, 2008.
- [46] Brah, S. and Chong, W. "Relationship between total productive maintenance and performance." *Int. J. Prod. Res.*, vol. 42, no. 12, pp. 2383–2401, 2004.
- [47] Park, K. and Han, S. "TPM - Total Productive Maintenance: impact on competitiveness and a Framework for Successful Implementation.," *Hum. Factors Ergon. Manuf. Serv. Ind.*, vol. 11, no. 4, pp. 321–338, 2001.
- [48] Bayo-Moriones, A. et al. "5S use in manufacturing plants: contextual factors and impact on operating performance," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 27, pp. 217–230, 2010.
- [49] Ablanedo-Rosas, J. H. et al., "Quality improvement supported by the 5S, an empirical case study of Mexican organisations." *International Journal of Production*, vol. 48, no. June 2015, pp. 7063–7087, 2010.
- [50] Matsuo, M. and Nakahara, J. "The effects of the PDCA cycle and OJT on workplace learning," *International Journal of Human Resources*, vol. 24, no. 1, pp. 195–207, 2013.
- [51] Mota, M. "Os trabalhadores do aço." em Seminário - Com os Homens do Aço - história, memória e património. 2002, p. 7..
- [52] Machado, A. "Ainda há Siderurgia em Portugal." *Jornal de Negócios*, p. 11, 23-Sep-2012.
- [53] Autoridade da Concorrência, "Acompanhamento do mercado do ferro e aço," *Concorrência Inovação e Bem Estar*, p. 15, Oct-2004.
- [54] Leite, J. "Restos de Coleção," 2012. [Online].  
Available: <http://restosdecoleccion.blogspot.pt/2012/03/siderurgia-nacional.html>. [Acedido em: 22-Oct-2015].
- [55] S. Ferreira, "Comportamento Mecânico e Ambiental de Materiais Granulares. Aplicação às Escórias de Aciaria Nacionais." Tese de doutoramento. Minho: Universidade do Minho, 2010.
- [56] Guimarães, P. "Memórias da Siderurgia- Contribuição para a história da siderurgia nacional." *Publicações história*
- [57] Megasa – SN Seixal. "Megasa", Megasa - SN Seixal em [www.megasa.com](http://www.megasa.com) consultado em 12-12-2015 às 18:40.



# **ANEXOS**



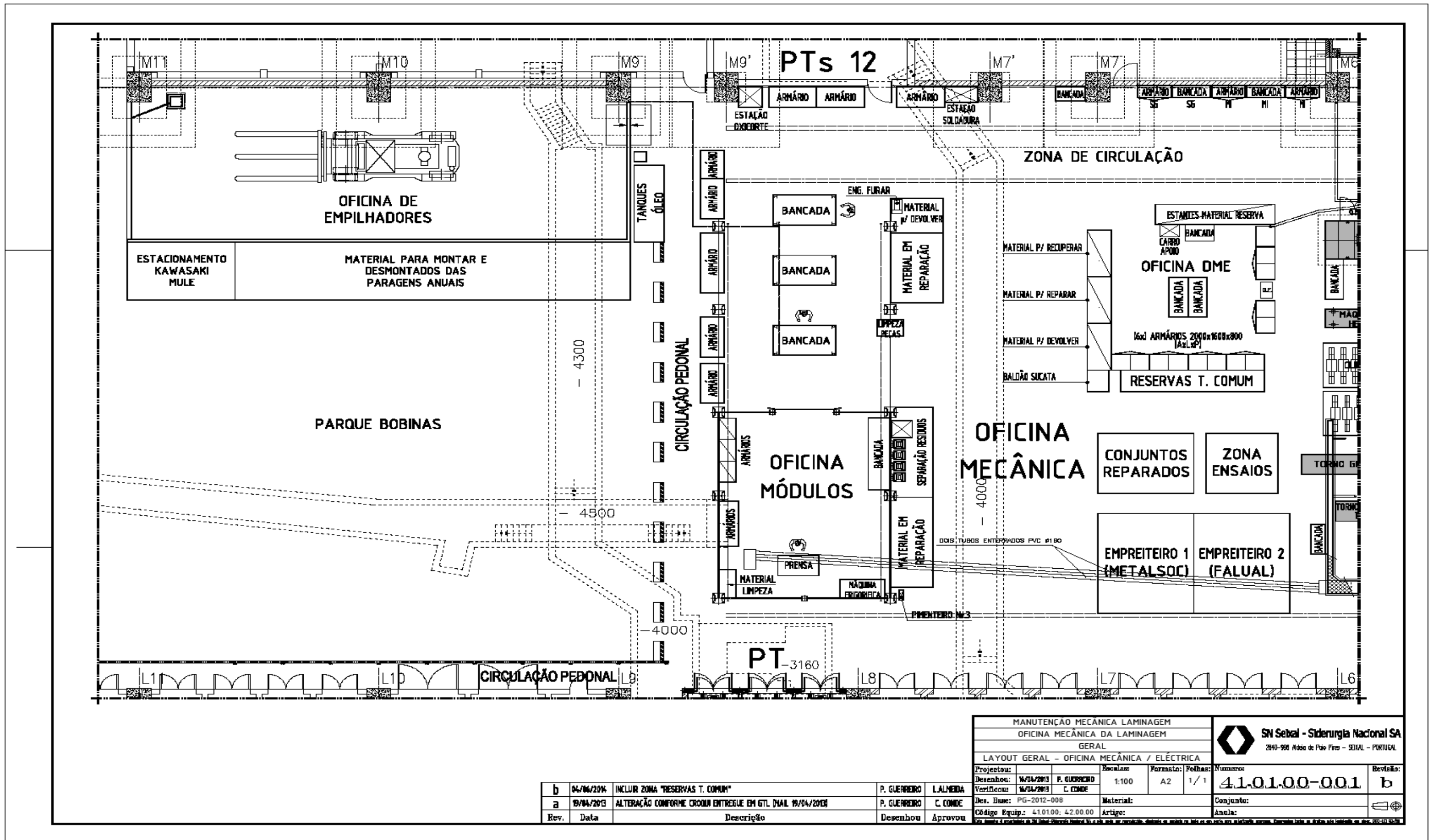
### Anexo A.1- Planta da Megasa SN Seixal



PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
CLIENTE	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
DATA	11/08/2010	PROJETA	R. P. M. P.
PLANTA GERAL LAMAZEY			
PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
CLIENTE	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
DATA	11/08/2010	PROJETA	R. P. M. P.
PLANTA GERAL LAMAZEY			
PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
CLIENTE	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
PROJETO	ACTUALIZAÇÃO DA PLANTA GERAL DA MEGASA	PROJETA	R. P. M. P.
DATA	11/08/2010	PROJETA	R. P. M. P.



Anexo A.2-Planta Geral da Oficina do DMML



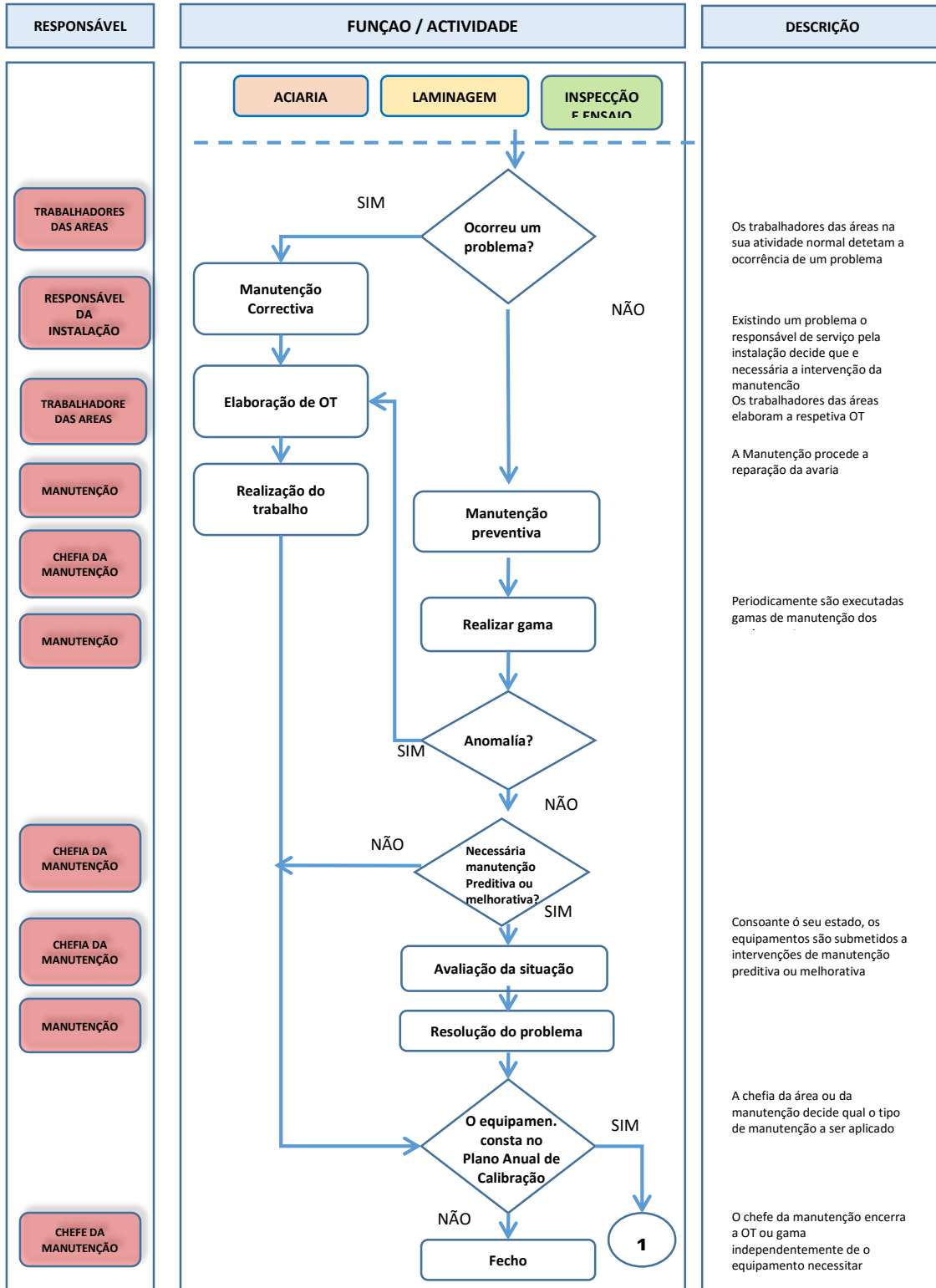
Rev.	Data	Descrição	Desenhou	Aprovou
b	04/06/2014	INCLUIR ZONA "RESERVAS T. COMUM"	P. GUERREIRO	L. ALMEIDA
a	19/04/2013	ALTERAÇÃO CONFORME CROQUI ENTREGUE EM GTL (NAIL 19/04/2013)	P. GUERREIRO	C. COMDE

MANUTENÇÃO MECÂNICA LAMINAGEM			
OFICINA MECÂNICA DA LAMINAGEM			
GERAL			
LAYOUT GERAL - OFICINA MECÂNICA / ELÉCTRICA			
Projecto:	Desenho:	Verificação:	Des. Base:
	16/04/2013 P. GUERREIRO	16/04/2013 C. COMDE	PG-2012-008
Código Equip.:	4.1.01.00; 4.2.00.00	Material:	Artigo:
Número:		Formato:	Folhas:
4.1.0.1.00-00.1		A2	1/1
Conjunto:			Revisão:
Anota:			b

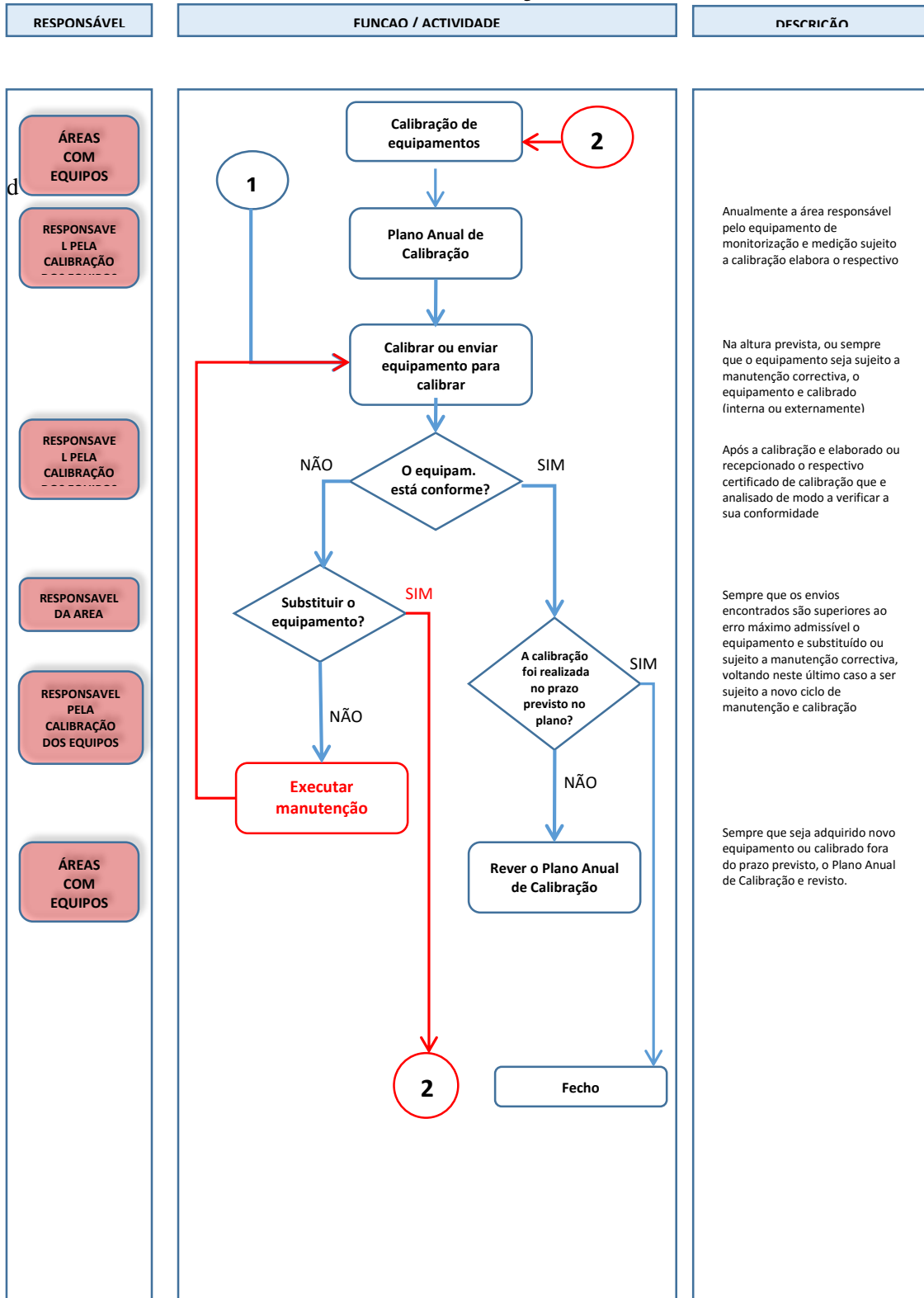





## Anexo B.1-Fluxograma para as Ações de Manutenção Corretiva/Preventiva



## Anexo B.2 - Fluxograma para as Ações de Manutenção Corretiva/Preventiva (Continuação)



## Anexo C.1 – Exemplos de uma Ficha Técnica.

 <small>SN SEIXAL SIDERURGIA NACIONAL S.A.</small>	FICHA TÉCNICA DO EQUIPAMENTO
<b>Identificação do Equipamento</b>	
Designação: _____	FOTO DO EQUIPAMENTO
Código: _____	
Centro de Custo: _____	
Localização/Área de Produção: _____	
<b>Descrição do Equipamento</b>	
Descrição:	
Função:	
<b>Características gerais</b>	
Fornecedor: _____	
Marca _____	
Modelo _____	
Ano de aquisição _____	
<b>Orgãos Auxiliares</b>	
	Quantidade
1 _____	
2 _____	
3 _____	
4 _____	
5 _____	
6 _____	
<b>Características Técnicas</b>	
<b>Documentação Anexa</b>	




## Anexo C.2- Exemplo do Documento: Lista de Peças

  SN SEIXAL SIDERURGIA NACIONAL S.A.				
CODIGO			DESIGNAÇÃO EQUIPAMENTO	DES. CONJUNTO
SEC	SIS	EQ.		
DESIGNAÇÃO		QTDD	COD. DE ARM	OBS.
MOTOR				
REDUTOR				
CARDAN				
CARTUXO DE LAMINAGEM				
SISTEMAS DE LUBRIFICAÇÃO/HIDRAÚLICA				
OUTROS COMPONENTES				




## Anexo C.3- Exemplos de Fichas de Rotinas de Inspeção e de Lubrificação

 	Inspeção nº _____ Data: __/__/__		
<b>Identificação do Equipamento</b>			
Designação: _____  Código: _____ Centro de Custo: _____ Localização/Área de Produção: _____	FOTO		
<b>Tipo de Inspeção</b>			
Tipo: _____ Periodicidade: _____ Duração Prevista: _____			
<b>Descrição:</b>			
Nº Operação:	Descrição da Operação	Observações:	Ações futuras
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
<b>Conclusão</b>			
Realizada por: _____ Função: _____			
Hora início: _____ Hora de fim: _____ Tempo Total: _____			
Equipamento conforme?	Sim Não <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Se Equipamento não conforme emitir OT: OT nº: _____	
<b>Observações</b>			




## Anexo C.4 – Imagem do Ficheiro de Planeamento de Manutenção

 <small>SIN SEIXAL SIDERURGIA NACIONAL S.A.</small>	Planeamento anual da manutenção
--	---------------------------------

Equipamento	Código	Ação de Manutenção	Periodicidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez




## Anexo C.5 - Exemplo de uma OT

 SN SEIXAL SIDERURGIA NACIONAL S.A.		Ordem de Trabalho nº _____	
		Data: __/__/__	
<b>Identificação/Caracterização da OT</b>			
Área de Produção: _____		Centro de Custo: _____	
Especialidade: _____			
Equipamento: _____		Código: _____	
Grau de Prioridade:	1	2	3
			4
<b>Descrição da OT</b>			
Descrição dos trabalhos a realizar			Tempo Previsto
<b>Executantes e horas de intervenção (Previstos)</b>			
Executante		Hora início	Hora fim
Nº	Nome:	__h: __min	__h: __min
Nº	Nome:	__h: __min	__h: __min
Nº	Nome:	__h: __min	__h: __min
Nº	Nome:	__h: __min	__h: __min
Tempo Total: __h: __min Tempo Previsto: __h: __min Concluída:			
<b>Materiais e Peças (Previstos)</b>			
Código		Designação	Custo(€)
<b>Custo mão-de-obra (Previsto)</b>			
Executante		Hora início	Hora fim
Nº	Nome:	__h: __min	__h: __min
Nº	Nome:	__h: __min	__h: __min
Nº	Nome:	__h: __min	__h: __min
Nº	Nome:	__h: __min	__h: __min
<b>Serviços externos (Previstos)</b>			
Código		Designação	Tempo
<b>Custo Total Previsto(€)</b>			
<b>Observações</b>			



## Anexo C.6 – Exemplo de um Relatório de Trabalho

 <small>SN SEXAL SIDERURGIA NACIONAL S.A.</small>		Relatório de Trabalho nº _____			
<b>Identificação do equipamento e responsável pelo relatório</b>					
Equipamento: _____		Código: _____			
Responsável: _____		Nº de funcionário: _____		Especialidade: _____	
<b>Realização do trabalho</b>					
Pedido de Trabalho: _____	OT emitida	Início	Fim	Encerrado	
Data e hora do pedido	__/__/__	__/__/__	__/__/__	__/__/__	
__/__/__ h: __ min	h: __ min	h: __ min	h: __ min	h: __ min	
Data de fim:	Contador	T. Espera	P. intervenção	T. Intervenção	
__/__/__ h: __ min		h: __ min	h: __ min	h: __ min	
<b>Diagnóstico</b>					
Sintoma:					
Causa:					
Ação Futura					
<b>Tarefas Realizadas</b>					
<b>Executantes e horas de intervenção</b>					
Executante		Hora início	Hora fim	Tempo Total/Exec	
Nº	Nome:	h: __ min	h: __ min		
Nº	Nome:	h: __ min	h: __ min		
Nº	Nome:	h: __ min	h: __ min		
Nº	Nome:	h: __ min	h: __ min		
Tempo Total: __h: __min Tempo Previsto: __h: __min Concluída:					
<b>Materiais e Peças utilizados</b>					
Código		Designação		Custo(€)	
<b>Custo mão-de-obra</b>					
Executante		Hora início	Hora fim	Custo(€)	
Nº	Nome:	h: __ min	h: __ min		
Nº	Nome:	h: __ min	h: __ min		
Nº	Nome:	h: __ min	h: __ min		
Nº	Nome:	h: __ min	h: __ min		
<b>Serviços externos</b>					
Código		Designação		Tempo	Custo(€)
<b>Custo Total (€)</b>					
<b>Observações</b>					




# Anexo D.1 – Formação 5S

  
**Metodologia 5S**  
 Formador: Rui Brites


### Programa da Formação

- ▶ Metodologia 5S
- ▶ Origem dos 5S
- ▶ Objetivos do 5S
- 1. Seiri/Utilização
- 2. Seiton/Organização
- 3. Seiso/Limpeza
- 4. Seiketsu/Normalização
- 5. Shitsuke/Disciplina
- ▶ Auditoria
- ▶ Exemplos



### Metodologia 5S

É uma filosofia de trabalho que busca promover a disciplina na organização através da consciência e responsabilidade de todos, de forma a tornar o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo.



### Origem 5S

"Programa 5S", concebido por Kaoru Ishikawa em 1950, no Japão do pós-guerra.


Colocar ordem na grande confusão a que ficou reduzido o país.

Atualmente o programa "5S" está incorporado ao cotidiano de grande parte das organizações.

### Origem 5S

O seu nome deriva do facto dos cinco sentidos que estão na base da metodologia começarem todos com a letra S.

- SEIRI - senso de utilização
- SEITON - senso de ordenação/arrumação
- SEISO - senso de conservação/limpeza
- SEIKETSU – senso da saúde/Normalização
- SHITSUKE - senso de autodisciplina



### Objetivos

- ▶ Maior colaboração entre os operadores;
- ▶ Facilidade em localizar objetos;
- ▶ Melhorar o local de trabalho;
- ▶ Maior disciplina;
- ▶ Menos acidentes;
- ▶ Melhor qualidade de vida;
- ▶ Diminuir desperdícios;
- ▶ Reduzir Custos;
- ▶ Maior rentabilidade;
- ▶ Aumento de produtividade

**Melhorar a qualidade de vida das pessoas, diminuindo os desperdícios, reduzindo os custos e melhorando a produtividade da escola.**


### Seiri - Utilização

**O que é?**

- Verificar o que é útil e necessário;
- Separar o que não tem utilidade para o setor;
- Eliminar o que não tem utilidade para o nosso setor ou em alternativa encaminhar para o setor onde tem utilidade.

**Para que serve?**

Garantir que temos no local apenas os materiais, equipamentos, ferramentas, utensílios, informações e dados necessários para a realização das atividades.



### Seiri - Utilização

**Como pôr em prática?**



## Seiri - Utilização



### Benefícios

- ▶ Desocupar espaços;
- ▶ Reaproveitar recursos;
- ▶ Eliminar dados obsoletos;
- ▶ Tornar mais visíveis os materiais realmente usados;
- ▶ Tornar o ambiente mais confortável e fácil de limpar;
- ▶ Evitar a compra desnecessária de materiais;
- ▶ Reduzir custos.

## Seiton - Organização



### O que é?

Consiste em organizar objetos, ferramentas e dados de forma racional, permitindo a facilidade de fluxo de pessoas e utilização dos mesmos, a qualquer momento, com rapidez e segurança.



### Para que serve?

Arrumar e ordenar aquilo que permaneceu na Secção por ser considerado necessário.

## Seiton - Organização



### Como pôr em prática?

- ▶ Analisar o local onde estão situados os objetos e porquê (layout de instalações e equipamentos);
- ▶ Definir critérios para arrumar cada objeto;
- ▶ Definir arquivos físicos e eletrónicos;
- ▶ Criar um sistema de identificação visual dos objetos;
- ▶ Desobstruir corredores e passagens;
- ▶ Desenvolver o hábito de arrumar os objetos nos seus devidos lugares após a sua utilização.



## Seiton - Organização



### Benefícios

- ▶ Racionalizar os espaços;
- ▶ Facilitar acesso aos materiais e equipamentos;
- ▶ Evitar duplo armazenamento;
- ▶ Racionalizar a execução de tarefas;
- ▶ Economizar tempo;
- ▶ Facilitar a obtenção de informações;
- ▶ Permitir a evacuação rápida em caso de perigo;
- ▶ Melhorar o ambiente de trabalho, reduzindo o esforço físico e mental.

## Seiso - Limpeza



### O que é?

Consiste na criação e manutenção de hábitos de limpeza, mantendo uma boa aparência do local de trabalho, originando um ambiente agradável procurando eliminar toda a sujidade e desenvolver a consciência de não sujar.

### Para que serve?

Deixar o local de trabalho limpo e as máquinas e equipamentos em perfeito funcionamento.



## Seiso - Limpeza



### Como pôr em prática?

- ▶ Fazer uma limpeza geral;
- ▶ Evitar sujar o local de trabalho desnecessariamente;
- ▶ Limpar os objetos antes de guardá-los;
- ▶ Conservar limpos os equipamentos;
- ▶ Manter boa apresentação.



## Seiso - Limpeza



### Objetivos

- ▶ Garantir o bem-estar pessoal;
- ▶ Preservar os equipamentos;
- ▶ Prevenir acidentes;
- ▶ Criar um ambiente de trabalho saudável e agradável;
- ▶ Melhorar a imagem da secção, da empresa e, consequentemente, dos seus funcionários;
- ▶ Aumentar a qualidade de vida na organização;
- ▶ Preservar o meio-ambiente;
- ▶ Causar boa impressão aos clientes.



## Seiketsu - Saúde



### O que é?

Consiste na preocupação com a manutenção de um ambiente de trabalho salutar e da saúde de cada um, elevando a autoestima e, com isso, obter uma melhoria da qualidade de vida.

### Para que serve?

Desenvolver a preocupação constante com a higiene, de forma a tornar o local de trabalho saudável e adequado às atividades nele desenvolvidas.



## Seiketsu - Saúde



### Como pôr em prática?

- ▶ Adotar como rotina a prática dos três "S" anteriores;
- ▶ Estar atento às condições ambientais de trabalho, melhorando-as e adequando-as às necessidades;
- ▶ Cumprir as práticas de higiene e segurança no trabalho;
- ▶ Promover o respeito mútuo, criando um ambiente propício ao relacionamento interpessoal;
- ▶ Adotar hábitos de cuidado com a saúde e higiene pessoal;
- ▶ Manter boas condições de higiene nas casas de banho, refeitório, etc.



## Seiketsu - Saúde



### Benefícios

- ▶ Tomar o local de trabalho agradável;
- ▶ Reduzir acidentes;
- ▶ Melhorar a saúde geral dos funcionários (prevenir doenças);
- ▶ Elevar o nível de satisfação dos funcionários;
- ▶ Facilitar as relações humanas.



## Shitsuke - Disciplina



### O que é?

Este senso é atingido quando, sem necessidade de controlo externo, a pessoa segue os padrões técnicos, éticos e morais da organização onde trabalha e da sua comunidade.

### Para que serve?

Melhora continua. Desenvolver a força de vontade, a criatividade e o senso crítico. Respeitar e cumprir as rotinas estabelecidas.



## Shitsuke - Disciplina



### Como pôr em prática?

- ▶ Tornar a prática dos 4 "S" anteriores uma rotina a ser cumprida;
- ▶ Partilhar missão, visão, valores e objetivos;
- ▶ Melhorar as comunicações em geral;
- ▶ Criar mecanismos de avaliação e motivação;
- ▶ Participar ativamente nos programas de formação.



## Shitsuke - Disciplina



### Benefícios

- ▶ Autocontrolo;
- ▶ Facilitar a execução de tarefas;
- ▶ Possibilitar o autodesenvolvimento pessoal e profissional;
- ▶ Aumentar a qualidade geral dos serviços e das relações interpessoais;
- ▶ Preparar a organização e os seus funcionários para a implementação de programas de qualidade mais abrangentes.



## Auditoria



### Por quem?

Comissão, composta por 5 funcionários (entre os quais um é o coordenador), que auditam todos os sectores.

### Quando?

Diariamente, sendo os seus resultados afixados semanalmente e mensalmente.

### Como?

É utilizada uma check list de auditoria com os itens a avaliar, e para cada um dos itens será atribuída uma pontuação:

- ▶ 5 - Excelente;
- ▶ 4 - Muito bom;
- ▶ 3 - Bom;
- ▶ 2 - Razoável;
- ▶ 1 - Mau.

## Auditoria



### Como?

- ▶ Depois de atribuídas as pontuações individuais, a comissão reúne para chegar a consenso;
- ▶ O valor a atribuir será a média aritmética de cada membro do departamento selecionado para fazer parte da equipa de auditoria.

### Resultados?

- ▶ Mensalmente estes resultados são afixados e é premiada a "Secção do Mês".

## Exemplos




De forma a sensibilizar-vos para a necessidade da implementação desta ferramenta são mostradas algumas imagens onde se denota claramente a ausência dos cinco senso descritos.






## Anexo D.2 – Folha com Instruções para Implementar os Primeiros 3S

<b>Instruções para implementar os primeiros 3S</b>	
<b>Seiri - Separar</b>	
1.-Identificar todos os objetos e documentos como uteis e não uteis.	
2.-Os materiais não uteis devem ser catalogados e arrumados fora do setor de trabalho, para aguardar o veredito por parte dos chefes de produção e de manutenção.	
3.-Remover todas as etiquetas existentes nos postos de trabalho.	
<b>Observações:</b>	
<b>Seiton - Arrumar/Organizar</b>	
1.-Organizar o posto de trabalho.	
2.-Cada material deve ter o seu local de arrumação e deve estar no seu local.	
3.- Colocar etiquetas de identificação nos materiais e nos respetivos locais onde devem ser colocados.	
4.-Os materiais ou ferramentas mais utilizados devem estar mais acessíveis.	
5.- Os utensílios de limpeza devem estar no PT e bem identificados.	
6.-Desenvolver o hábito de arrumar os objectos nos seus devidos lugares após a sua utilização.	
<b>Observações:</b>	
<b>Seiso - Limpar</b>	
1.-Limpar o PT e áreas envolventes.	
2.-Limpar os equipamentos, ferramentas e utensílios.	
<b>Observações:</b>	



## Anexo D.2 – Folha de Auditoria 5S

CHECK LIST 5S		 <small>SIN SEIXAL SIDERURGIA NACIONAL S.A.</small>			
5S	Nº	Critério de avaliação	Exemplos	Pontuação (1a5)	Observações
Seiri - Utilização	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	Total				
Seiton - Organização	1				Observações
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	Total				
Seiso - Limpeza	1				Observações
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	Total				
Seiketsu - Normalização	1				Observações
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	Total				
Shitsuke - Autodisciplina	1				Observações
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	Total				





[megasa.com](http://megasa.com)