



# Proposta de implementação da metodologia TPM e cálculo do OEE na empresa CaetanoBus

**PAULO ALBERTO CARDOSO PINTO**  
dezembro de 2019

# **PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM E CÁLCULO DO OEE NA EMPRESA CAETANOBUS**

Paulo Alberto Cardoso Pinto  
1120625

**2018/2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

## **PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM E CÁLCULO DO OEE NA EMPRESA CAETANOBUS**

Paulo Alberto Cardoso Pinto  
1120625

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Doutor Francisco José Gomes da Silva e sob a coorientação da Professora Rafaela Carla Barros Casais.

**2018/2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

# JÚRI

## **Presidente**

**Doutora Sandra Cristina de Faria Ramos**

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Coorientadora**

Engenheira Rafaela Carla Barros Casais

Equiparado a Assistente do 1º Triénio, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Doutora Isabel da Silva Lopes

Professor Auxiliar, Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho



## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a toda a minha família que me deu a possibilidade e me incitou constantemente a seguir um percurso académico, mesmo quando os desafios pareciam ser imensuráveis. Agradeço também ao ISEP e ao corpo docente, que tive o prazer de contactar ao longo do curso, os quais me proporcionaram ferramentas que me permitiram atingir os meus objetivos. Um especial obrigado ao Doutor Francisco José Gomes da Silva e à Professora Rafaela Carla Barros Casais, por toda a sua disponibilidade no decorrer deste projeto, tendo sido parte indispensável para o desenvolvimento deste trabalho, bem como pelo apoio demonstrado ao longo de todo o estágio. À empresa CaetanoBus S.A., agradeço a possibilidade de realizar estágio com uma equipa extremamente profissional, com a qual trabalhei. Por último, gostaria de agradecer a todos os meus amigos e namorada que me acompanharam ao longo de toda a minha vida académica e pessoal, encorajando-me a cada passo.

A todos, um sincero OBRIGADO!



## PALAVRAS CHAVE

Manutenção, Eficiência, Indicadores, Manutenção Preventiva

## RESUMO

A dissertação apresentada tem como objetivo principal o estudo e implementação da metodologia TPM na empresa CaetanoBus S.A., nomeadamente no ramo da indústria automóvel.

São explorados ao longo do trabalho três indicadores de *performance*: MTBF, MTTR e OEE, com o objetivo de obter um maior controlo de dados sobre os equipamentos e uma análise dos equipamentos mais críticos dentro da empresa. Numa última fase, foi também analisada a eficiência energética de uma cabina de pintura.

Atualmente a manutenção assume um papel essencial dentro de uma organização. Para uma empresa ser competitiva, sem baixar a qualidade dos seus produtos, deve eliminar todos os desperdícios que têm origem nas suas máquinas e equipamentos. O papel fundamental da manutenção é reduzir ao máximo o tempo de inoperacionalidade dos equipamentos, de preferência reduzi-lo a zero, no entanto, assumindo que os equipamentos têm peças de desgaste tal valor não é conseguido. Cabe então à manutenção de cada empresa reduzir ou eliminar todos os tempos de paragens ligados a avarias e intervenções de manutenção.

Na presente dissertação, foram efetuadas análises para diminuição dos tempos supramencionados, através de intervenções preventivas. Foram também desenvolvidas estratégias no sentido de atingir a manutenção autónoma, em que cada operador cuida da sua máquina, fomentando no operador um maior sentido de responsabilidade pelos seus equipamentos e padronização das suas tarefas.

Para a implementação dos indicadores de eficiência, foi necessário recorrer a dados históricos de avarias, com vista a identificar o tipo de avarias e o respetivo número de ocorrências. Para tal foi utilizada a ferramenta Microsoft Excel, Diagramas de Pareto e Diagramas de Ishikawa. Durante a implementação do projeto, não foi possível executar uma análise estatística com vista à verificação de resultados matematicamente visíveis, no entanto, verificou-se uma maior organização nos postos de trabalho da secção onde foi implementada a metodologia TPM.

Quanto à análise da eficiência energética, foi possível verificar-se uma redução de aproximadamente 7,00 € por mês imediatamente antes da implementação das mudanças para o mês imediatamente depois das mudanças.



**KEYWORDS**

*Maintenance, Efficiency, Indicators, Preventive Maintenance*

**ABSTRACT**

*The thesis presented has as main goal the study and implementation of the TPM methodology at CaetanoBus S.A., in the automotive industry. In addition, three performance indicators are explored throughout the work: MTBF, MTTR and OEE, in order to gain greater control of equipment data and to analyze the most critical equipment within the company.*

*Nowadays maintenance takes on as an essential role within an organization. For a company to be competitive without lowering the quality of its products, it must eliminate all waste. These wastes start on the company machines and equipment. The key role of maintenance is to minimize equipment downtime, preferably reduce it to zero, but as all equipment has wear parts, such value is not achieved. It is up to the company to reduce, or eliminate, all downtime linked to malfunctions and maintenance. In this essay, there were analyzes to reduce these times, through preventive maintenance. Furthermore, there was also work developed to achieve autonomous maintenance, each operator takes care of his machine, thus creating in the operator a greater sense of responsibility for their equipment. and standardization of their tasks.*

*For the implementation of the performance indicators, it was necessary to get access to historical fault data, in order to identify the type of faults, the number of occurrences of each type of fault. It was used the Microsoft Excel tool, Pareto Diagrams and Ishikawa Diagrams. The implementation did not achieve mathematically visible results, however, there was a greater organization in the jobs of the section where the TPM methodology was implemented.*

*As for the energy efficiency analysis, it was possible to see a reduction of approximately € 7.00 from the month immediately prior to the implementation of the changes to the month immediately after the changes.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
MPS	Manutenção Preventiva Sistemática
MSP	Manutenção do Sistema Produtivo
MCP	Manutenção Corretiva Planeada
MP	Manutenção Preventiva
PCM	Sistemas de Planeamento e Controlo de Manutenção
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
SAP	<i>Systeme, Anwendugenn und Produkte in der Datenverarbeitung</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TBM	Manutenção Baseada no Tempo
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
LLB	<i>Lean Line Balancing</i>
DMAIC	Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar
TT	<i>Task Time</i>
MES	<i>Manufacturing Execution System</i>

### Lista de Unidades

rpm	Rotações por minuto
m	Metro
kg	Quilograma
h	Hora
M	Milhões
min	Minutos

### Lista de Símbolos

%	Porcentagem
©	Copyright
€	Euro



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

Kaizen	Melhoria Contínua
Stackholders	Todas as partes interessadas a uma empresa
<i>Six Sigma</i>	Metodologia que tem como objetivo promover mudanças nas organizações

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - CICLO <i>ACTION-RESEARCH</i> (ADAPTADO: SUSMAN, 1983).....	5
FIGURA 2 - MODELO DE MELHORIA CONTÍNUA DE UM SISTEMA DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO (J. PINTO, 2013) .....	13
FIGURA 3 - TIPOS DE MANUTENÇÃO (ADAPTADO: NORMA NP 13306).....	14
FIGURA 4 – ASPETO GERAL DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	21
FIGURA 5 - DIAGRAMA DE PARETO .....	24
FIGURA 6 - METODOLOGIA TPM .....	25
FIGURA 7 - OITO PILARES DA METODOLOGIA TPM.....	28
FIGURA 8 - UM EQUIPAMENTO SAUDÁVEL É COMO UM CORPO SAUDÁVEL (ADAPTADO: MCCARTHY, 2001 ) .....	30
FIGURA 9 - (A) POPULAÇÃO MUNDIAL, (B) CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA ENTRE 1820 E 2020, (C) EMISSÕES GLOBAIS DE CO <sub>2</sub> , (D) SUBIDA DE TEMPERATURA DO PLANETA ENTRE 1820 E 2020. ADAPTADO DE TREEHUGGER (2017), JANCOVICI.COM (2017) E GISS.NASA.GOV (2017), RESPETIVAMENTE .....	38
FIGURA 10 - VALOR AGREGADO DE FABRICO POR PAÍS PARA OS 15 PAÍSES MAIS INDUSTRIALIZADOS DO MUNDO (ADAPTADO: UNIDO 2016) E POLUIÇÃO ANUAL NO MUNDO (ADAPTADO: AQQICN.ORG 2015) .....	39
FIGURA 11 - VISÃO GERAL DOS DIFERENTES FATORES E SUBFATORES QUE PODEM SER CONSIDERADOS EM AMBIENTE INDUSTRIAL (ADAPTADO: SILVA & GOUVEIA, 2019) .....	41
FIGURA 12 - (A) MODELO LEVANTE, (B) MODELO COBUS, (C) MODELO E.CITY GOLD E (D) MODELO WINNER .....	48
FIGURA 13 - LAYOUT DA SECÇÃO DE PROTÓTIPOS DA CAETANOBUS S.A (CONSULTADO: CAETANOBUS S.A.).....	49
FIGURA 14 - LAYOUT DAS LINHAS DE MONTAGEM DA CAETANOBUS S.A (CONSULTADO: CAETANOBUS S.A.).....	50
FIGURA 15 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO DA SECÇÃO DE PRÉ-MONTAGEM .....	51
FIGURA 16 - SECÇÃO DE PRÉ-MONTAGEM DA EMPRESA CAETANOBUS .....	51
FIGURA 17 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO DA SECÇÃO DAS ESTRUTURAS .....	52
FIGURA 18 - DESCRIÇÃO DAS VÁRIAS FASES DO PROCESSO NA SECÇÃO DE PINTURA.....	53
FIGURA 19 - DESCRIÇÃO DAS TAREFAS DAS VÁRIAS SUBSECÇÕES DA SECÇÃO DE PINTURA .....	54
FIGURA 20 - ORGANOGRAMA DA SECÇÃO DE MANUTENÇÃO DA EMPRESA CAETANOBUS S.A. ....	55
FIGURA 21 - FLUXOGRAMA DE TAREFAS PARA AÇÕES DE MANUTENÇÃO CORRETIVAS.....	56
FIGURA 22 - QUINADORA .....	58
FIGURA 23 - SERROTE AUTOMÁTICO .....	59
FIGURA 24 - GUILHOTINA .....	60
FIGURA 25 - ESTUFA DE PINTURA .....	61
FIGURA 27 - REGISTA DA INFORMAÇÃO EM SAP .....	62
FIGURA 26 - REGISTO DA INFORMAÇÃO MANUAL .....	62
FIGURA 28 - EXEMPLO DO 1ºS, SEIRI.....	63

FIGURA 29 - EXEMPLO DO 2ºS, ANTES E DEPOIS DA APLICAÇÃO .....	64
FIGURA 30 - CARRINHO DE APOIO AO OPERADOR .....	64
FIGURA 31 - DIAGRAMA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM .....	67
FIGURA 32 - FLUXOGRAMA DA COMPOSIÇÃO DA EQUIPA PRINCIPAL DA METODOLOGIA TPM .....	68
FIGURA 33 - COMPOSIÇÃO DA EQUIPA SECUNDÁRIA DE IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM ....	69
FIGURA 34 - ESTADO DA GUILHOTINA ANTES DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM: (A) ESTADO DO INTERIOR, (B) ESTADO VÁLVULA DE DRENAGEM, (C) ESTADO DA PARTE SUPERIOR E (D) ESTADO DO CHÃO DA PARTE INTERIOR.....	70
FIGURA 35 - IMAGENS DO PROCESSO DE LIMPEZA AO SERROTE DE FITA: (A) PROCESSO DE LIMPEZA DO CORPO DA MÁQUINA E (B) PROCESSO DE LIMPEZA DO TABULEIRO INFERIOR DO EQUIPAMENTO 71	
FIGURA 36 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA DETERMINAR FUGA DE ÓLEO NO SERROTE AUTOMÁTICO	71
FIGURA 37 - LIMPEZA DA GUILHOTINA: (A) PARTE SUPERIOR NO ESTADO INICIAL, (B) PARTE INTERIOR NO ESTADO INICIAL E (C) ASPETO GERAL DA GUILHOTINA .....	72
FIGURA 38 - ANTES DA LIMPEZA E PINTURA DA GUILHOTINA.....	72
FIGURA 39 - DEPOIS DA LIMPEZA E PINTURA DA GUILHOTINA .....	72
FIGURA 40 - ESTADO DA ESTUFA DE PINTURA ANTES DA LIMPEZA.....	73
FIGURA 41 - PROPOSTA PARA SUBSTITUIÇÃO DOS PAINÉIS LATERAIS DO SERROTE, POR PAINÉIS EM ACRÍLICO TRANSPARENTE.....	73
FIGURA 42 - INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVAMENTE À QUINADORA .....	77
FIGURA 43 - VALORES DE OEE NOS ANOS 2017/2018 DA QUINADORA .....	78
FIGURA 44 - INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS AO SERROTE .....	79
FIGURA 45 - VALORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS AO SERROTE .....	80
FIGURA 46 - INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À GUILHOTINA.....	81
FIGURA 47 - VALORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À GUILHOTINA .....	82
FIGURA 48 - INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À CABINA DE PINTURA .....	84
FIGURA 49 - VALORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À CABINA DE PINTURA.....	85
FIGURA 50 - COMPARAÇÃO DE VALORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS AOS QUATRO EQUIPAMENTOS ANALISADOS.....	86
FIGURA 51 - TIPOS DE CABINA DE PINTURA.....	86
FIGURA 52 - PORTA DA CABINA DE PINTURA.....	87
FIGURA 53 - QUADRO DE COMANDOS.....	87
FIGURA 54 - INTERIOR DA CABINA .....	87
FIGURA 55 - CONSUMO ENERGÉTICO NOS ANOS 2017 E 2018 .....	88
FIGURA 56 – CUSTO RELATIVO AO CONSUMO ANUAL DO GÁS PROPANO NA CABINA DE PINTURA NOS ANOS DE 2017 E 2018 .....	89
FIGURA 57 - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM KW DE NOV/2018 A FEV/2019.....	90
FIGURA 58 - CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM KW€/MÊS DE NOV/2018 A FEV/2019.....	90
FIGURA 59 - DISTRIBUIÇÃO DE CONSUMOS ELÉTRICOS.....	91
FIGURA 60 - GASTO ENERGÉTICO ANUAL DA ILUMINAÇÃO .....	92
FIGURA 61 - CONSUMO ENERGÉTICO EM KW NOS MESES APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS ....	94
FIGURA 62 - CONSUMO ENERGÉTICO EM € NOS MESES APÓS IMPLEMENTAÇÃO DAS MELHORIAS.....	94

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DESCRIÇÃO DE CADA FASE DA METODOLOGIA <i>ACTION-RESEARCH</i> .....	5
TABELA 2 - DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO .....	9
TABELA 3 - EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO (NASFIC, 2009) .....	11
TABELA 4 - COMPILAÇÃO DE TRABALHO NA ÁREA DE ESTUDO .....	17
TABELA 5 - DADOS PARA ELABORAÇÃO DE UM DIAGRAMA DE PARETO DIVIDIDO POR CLASSES .....	23
TABELA 6 - SIGNIFICADO DOS 5'SS (GAPP, FISHER, & KOBAYASHI, 2008) .....	24
TABELA 7 - SETE MAIORES PERDAS NOS EQUIPAMENTOS (SUZUKI, 1994) .....	27
TABELA 8 - SETE ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMO (CABRAL, 2004) .....	29
TABELA 9 - VALOR DE REFERÊNCIA MUNDIAL EM % DE OEE (NAKAJIMA, 1988) .....	36
TABELA 10 - VALORES DE REFERÊNCIA MUNDIAL PARA CADA PARÂMETRO (NAKAJIMA, 1988) .....	36
TABELA 11 - QUADRO-RESUMO DO FUNCIONAMENTO DA CAETANOBUS S.A. COM O VOLUME DE VENDAS (CAETANOBUS S.A) .....	49
TABELA 12 - -DESCRIÇÃO DO PROCESSO DA SECÇÃO DE PROTÓTIPOS .....	50
TABELA 13 - DETALHES TÉCNICOS DA QUINADORA .....	57
TABELA 14 - DETALHES TÉCNICOS DO SERROTE .....	58
TABELA 15 - DETALHES TÉCNICOS DA GUILHOTINA .....	59
TABELA 16 - DETALHES TÉCNICOS DA CABINA DE PINTURA .....	60
TABELA 17 - PROBLEMAS NOS REGISTOS DE AVARIAS .....	62
TABELA 18 - PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DA TPM (NAKAJIMA, 1988) .....	66
TABELA 19 - VALORES DOS INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVAMENTE À QUINADORA .....	77
TABELA 20 - VALORES DO OEE POR TRIMESTRE DOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À QUINADORA .....	77
TABELA 21 -- PERDAS DOS INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À QUINADORA .....	78
TABELA 22 - VALORES DOS INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS AO SERROTE .....	79
TABELA 23 - VALORES DE OEE POR TRIMESTRE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS AO SERROTE .....	80
TABELA 24 - PERDAS DOS INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS AO SERROTE .....	80
TABELA 25 - VALORES DOS INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À GUILHOTINA .....	81
TABELA 26 - VALORES DO OEE POR TRIMESTRE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À GUILHOTINA .....	82
TABELA 27 - PERDAS DOS INDICADORES DE OEE DOS ANOS 2017/2018 DA GUILHOTINA .....	82
TABELA 28 - - VALORES DOS INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À CABINA DE PINTURA .....	83
TABELA 29 - VALORES DO OEE POR TRIMESTRE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À CABINA DE PINTURA .....	84
TABELA 30 - PERDAS DOS INDICADORES DO OEE NOS ANOS 2017/2018 RELATIVOS À CABINA DE PINTURA .....	85
TABELA 31 - DETALHES TÉCNICOS DOS DOIS TIPOS DE ILUMINAÇÃO ANALISADOS .....	92
TABELA 32 - PROPOSTA DE MELHORIA NA ÁREA DA MANUTENÇÃO .....	93



# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Enquadramento	3
1.2	Objetivos do Trabalho	4
1.3	Metodologia utilizada	4
1.4	Estrutura da dissertação	6
1.5	Empresa de Acolhimento	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	A Manutenção	9
2.2	Evolução Histórica da Manutenção	10
2.3	Gestão da Manutenção	12
2.4	Tipos de Manutenção	14
2.5	Fases de Implementação	16
2.6	Estudo do trabalho	16
2.7	Ferramentas da Qualidade	20
2.7.1	Diagrama de Causa-Efeito	21
2.7.2	Diagrama de Pareto	22
2.8	Metodologia 5'S	24
2.9	Metodologia TPM	25
2.9.1	Origem, definição e objetivos	25
2.9.2	Tipos de perdas associadas aos equipamentos	27
2.9.3	Pilares TPM	28
2.9.4	Metodologia para implementação TPM	32
2.10	Indicadores de desempenho da Manutenção	34
2.10.1	MTBF (Mean Time Between Failures)	34
2.10.2	MTTR (Mean Time to Repair)	35
2.10.3	OEE ( <i>Overall Equipment Effectiveness</i> )	35
2.11	Eficiência Energética	37

<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>47</b>
3.1	<b>Apresentação do Grupo Salvador Caetano</b>	<b>47</b>
3.1.1	Apresentação da empresa CaetanoBus S.A.	48
3.2	<b>Máquinas e Equipamentos</b>	<b>57</b>
	Registo e Gestão da Informação	61
3.3	<b>Implementação da metodologia TPM</b>	<b>63</b>
3.3.1	5'S	63
3.3.2	Implementação dos pilares da metodologia TPM	65
3.4	<b>Análise dos indicadores de Manutenção</b>	<b>75</b>
3.4.1	Quinadora	76
3.4.2	Serrote Automático	78
3.4.3	Guilhotina	81
3.4.4	Cabina Pintura	83
3.4.5	Comparação do OEE exibido pelos vários equipamentos	85
3.5	<b>Eficiência Energética da Cabina de Pintura</b>	<b>86</b>
3.5.1	Descrição do processo de pintura automóvel	88
3.5.2	Registos de consumos de energia	88
3.6	<b>Análise das melhorias obtidas</b>	<b>93</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>97</b>
4.1	Conclusões	97
4.2	Propostas de trabalhos futuros	98
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO</b>	<b>101</b>
<b>6</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>107</b>
6.1	ANEXO1 – Apresentação TPM	107
6.2	ANEXO 2 – Ficha Manutenção Preventiva - Quinadora	111
6.3	ANEXO 3 – Ficha Manutenção Preventiva – Serrote Automático	112
6.4	ANEXO 4 – Ficha Manutenção Preventiva – Guilhotina Adira	113
6.5	ANEXO 5 – Ficha Manutenção Preventiva – Cabina de Pintura	114
6.6	ANEXO 6 – Lista de Ordens de manutenção no programa SAP	115

---

6.7	ANEXO 7 – Ordem de Manutenção Manuscrita	116
6.8	ANEXO 8 – Manual Técnico Lâmpadas Osram Fluorescentes 36 W	117
6.9	ANEXO 9 – Manual Técnico Lâmpadas Osram Led 36 W	118



# INTRODUÇÃO

1.1 - Enquadramento

1.2 - Objetivos do Trabalho

1.3 - Metodologia utilizada

1.4 - Estrutura da dissertação

1.5 - Empresa de Acolhimento



# 1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação foi realizada em ambiente empresarial na empresa CaetanoBus S.A, em Vila Nova de Gaia. Este projeto tem como objetivo o início da implementação da metodologia TPM, bem como indicadores de *performance*.

A sua execução mostrou-se trabalhosa, na medida em que representa o primeiro contacto da empresa com esta metodologia que, caso seja implementada com sucesso, trará grandes vantagens à empresa, melhorando a sua produtividade. Relativamente aos indicadores de manutenção, estes serão importantes para garantir uma melhor análise e controlo da *performance* da empresa.

Por último, também foi analisada a eficiência energética da estufa de pintura da secção estudada. Foi aplicada a eficiência energética na estufa, pois trata-se de um equipamento primórdio, traduzindo-se assim em perdas energéticas e económicas desnecessárias para a empresa.

## 1.1 Enquadramento

Atualmente, os grandes desafios postos às empresas passam pela redução dos custos dos seus produtos e dos prazos de entrega, devido às crescentes exigências por parte dos seus clientes e à elevada concorrência, cada vez mais evidente (Singh & Ahuja, 2012). Para a evolução do processo produtivo de uma empresa, a integração do departamento de manutenção é parte fulcral no desenvolvimento.

Na indústria automotiva, concretamente na CaetanoBus S.A., existem vários processos produtivos que dependem de equipamentos específicos. Quando estes sofrem avaria, a produção terá de parar, por consequência.

O que se traduzirá num aumento dos gastos a nível de manutenção e dos preços de custo de fabrico do produto.

No sentido de eliminar estas falhas de produção, é introduzida a filosofia TPM, criada pelo Instituto Japonês de Manutenção de Fábrica (JIPM), que poderá representar a solução para tais problemas. A estratégia dos *oito pilares* presente nesta filosofia, tem como foco os zero defeitos, zero perdas e melhoria de gestão de operação.

A metodologia TPM é reconhecida como uma arma estratégica para o aumento da produção, aumentando a eficácia e a eficiência das linhas de produção.

Inicialmente, esta metodologia foi idealizada como um conjunto de práticas e metodologias focadas no aumento da *performance* dos equipamentos. No entanto, atualmente, a metodologia TPM é vista como centrada no equipamento que visa a produção ótima, apoiada na procura da melhoria contínua, envolvendo a participação de toda a organização (Nakajima, 1988).

## 1.2 Objetivos do Trabalho

O objetivo principal deste projeto passa pela proposta de introdução de implementação da metodologia TPM na empresa CaetanoBus S.A.

Numa fase inicial, não tinha sido identificada uma secção específica para a implementação desta metodologia, sendo que o passo inicial passou por um estudo para averiguação da secção mais favorável ao sucesso da implementação. Seguidamente, um dos objetivos foi a implementação dos três indicadores de *performance*: MTBF, MTTR e OEE com o objetivo de obter um maior controlo de dados sobre os equipamentos e conseguir uma análise dos equipamentos mais críticos dentro da empresa.

Por último, foi analisada a eficiência energética da cabina de pintura da secção onde ocorreu a implementação da metodologia TPM. Esta cabina trata-se de um dos equipamentos mais antigos da empresa, motivo pelo qual necessitava de cuidados extra, bem como de algumas melhorias para acompanhar o desenvolvimento industrial.

## 1.3 Metodologia utilizada

O presente trabalho, foi desenvolvido com base na metodologia de investigação *Action-Research*, proposta por Lewi, que se define pela máxima “aprender fazendo”, isto é, identificação de um dado problema com sucessiva investigação e verificação de resultados. Posto isto, é avaliado o processo no sentido de identificar novos problemas, repetindo sucessivamente o processo, o que pode ser descrito como sendo uma espiral de etapas (Carr, 2006).

Esta metodologia enquadra-se no desenvolvimento deste trabalho na medida em que se pretende que as soluções implementadas sejam facilmente aplicadas na prática diária do manuseamento dos equipamentos estudados. Nesta perspetiva, a metodologia *Action-Research* não se aplica com o principal objetivo de gerar conhecimento, mas com o intuito de questionar as práticas sociais e os valores que as integram com a finalidade de os explicar (Coutinho et al., 2009).

Susman (1983), propõe a utilização de cinco etapas sucessivas durante a investigação, nomeadamente o Diagnóstico, Planeamento da Ação, Implementação da Ação, Avaliação e Conclusão, demonstrados na figura 1.

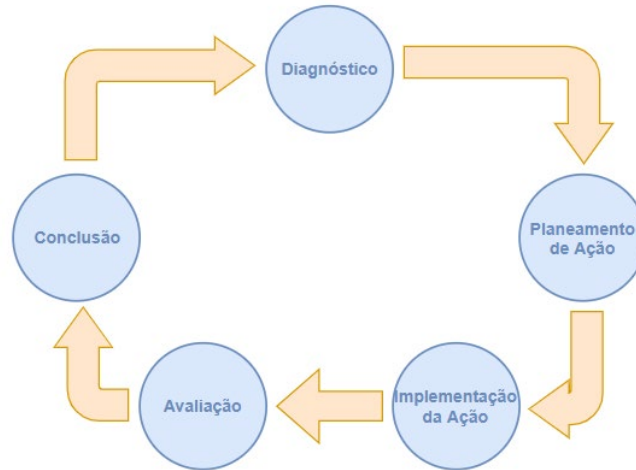


Figura 1 - Ciclo *Action-Research* (Adaptado: Susman, 1983)

Na tabela 1, estão descritas as diferentes fases do ciclo *Action-Research*.

Tabela 1 - Descrição de cada fase da metodologia *Action-Research*

Fase	Descrição
Diagnóstico	Definição dos objetivos gerais e específicos da situação.
Planeamento de Ação	Preparação e desenvolvimento de planos de ação e propostas de melhoria.
Implementação de Ação	Implementação das propostas selecionadas na fase anterior.
Avaliação	Controlo e avaliação das propostas sugeridas, verificando os resultados obtidos.
Conclusão	Identificação das descobertas da ação.

## 1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em quatro capítulos principais e distintos.

No primeiro capítulo, são descritos o enquadramento do projeto, os objetivos, a metodologia, a estrutura da dissertação segue e, e por fim uma breve apresentação da empresa de acolhimento.

No segundo capítulo, é apresentado o estado da arte, bem como toda a fundamentação teórica em que o trabalho prático desenvolvido nesta dissertação foi fundamentado.

O terceiro capítulo é referente ao caso de estudo. Numa primeira fase é explicado o processo de implementação da metodologia TPM na empresa, seguido do cálculo e análise dos indicadores de *performance*, e por último o cálculo e análise a possíveis melhorias a aplicar de forma a avaliar a eficiência energética

No quarto capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho, bem como algumas sugestões de melhorias em todo o projeto desenvolvido.

## 1.5 Empresa de Acolhimento

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito de estágio na empresa CaetanoBus S.A, situada em Vila Nova de Gaia.

O estágio teve a duração de seis meses e foi sob a orientação do Eng.º. Ivo Sá, diretor geral do Departamento de Manutenção.

# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Manutenção

2.2 Evolução Histórica da Manutenção

2.3 Gestão da Manutenção

2.4 Tipos de Manutenção

2.5 Estudo do trabalho

2.6 Ferramentas da Qualidade

2.7 Metodologia 5'S

2.8 Metodologia TPM

2.9 Indicadores de desempenho da Manutenção

2.10 Eficiência Energética



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A Manutenção

O conceito de manutenção não pode ser definido com uma única explicação, pois depende de cada momento na história e ambientes distintos em que foi idealizada. A definição de manutenção pode mudar, existindo elementos comuns a várias definições que possibilitam a identificação do conceito e da função da manutenção. Na tabela 2 estão apresentadas as diferentes definições de manutenção.

Tabela 2 - Definições de Manutenção

Autores	Definições
(NP EN 13306, 2007)	“A manutenção é definida como o conjunto de ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que este desempenhe a função pretendida.”
(Dhillon, 2006)	“todas as ações necessárias para manter um ativo ou restaurá-lo, para uma condição satisfatória”
(Nasfic, 2009)	Para além de executar a sua função, deve garantir a confiabilidade e disponibilidade do item físico ou instalação, atendendo ao processo com segurança, preservando o meio ambiente, custos, administração e supervisão, o que o torna parte fundamental dentro da organização
(Moblely, Higgins, & Wikoff, 2008)	Manutenção, vista de um ângulo positivo, é uma ciência que desde a sua execução influenciará, mais cedo ou mais tarde, a maior parte ou todas as ciências.

Em suma, através das referências supramencionadas, é perceptível que todas as definições, apesar de diferentes, têm um fundamento idêntico, existindo assim várias definições para a manutenção, mas todas elas com a mesma essência e objetivos.

## 2.2 Evolução Histórica da Manutenção

Na década de quarenta, a conservação das ferramentas e equipamentos era feita pelos operadores dos respetivos equipamentos e ferramentas. Aquando da produção dos equipamentos, quem projetava as máquinas, preparava os operadores para o manuseio e conserto das mesmas. Somente no último século, quando as máquinas passam a ser movidas por motores elétricos, surge a figura do electricista.

Segundo Nasfic (2009), desde há trinta anos a atividade de manutenção tem passado por mudanças drásticas, consequência do aumento rápido do número e da diversidade de equipamentos e máquinas que têm de sofrer manutenção, devido a:

- Projetos mais complexos;
- Novas técnicas de manutenção;
- Novos enfoques na organização da manutenção e suas responsabilidades;

Assim, a manutenção torna-se importante como função estratégica para melhoria dos resultados do negócio e aumento da competitividade entre organizações.

A partir de 1930, a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações (Ver Tabela 3).

Tabela 3 - Evolução da Manutenção (Nasfic, 2009)

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO								
	Primeira Geração		Segunda Geração		Terceira Geração		Quarta Geração	
Ano	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	• Conserto após a falha		• Disponibilidade crescente • Maior vida útil do equipamento		• Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Melhor relação custo-benefício • Preservação do meio ambiente		• Maior confiabilidade • Maior disponibilidade • Preservação do meio ambiente • Segurança • Influir nos resultados do negócio • Gerenciar os ativos	
Visão quanto a falha do equipamento	• Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham		• Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira		• Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray)		• Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F (Nowlan & Heap e Moubray)	
Mudança nas técnicas de Manutenção	• Habilidades voltadas para o reparo		• Planejamento manual da manutenção • Computadores grandes e lentos • Manutenção Preventiva (por tempo)		• Monitoramento da condição • Manutenção Preditiva • Análise de risco • Computadores pequenos e rápidos • Softwares potentes • Grupos de trabalho multidisciplinares • Projetos voltados para a confiabilidade • Contratação por mão de obra e serviços		• Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição • Minimização nas Manutenções Preventiva e Corretiva não Planejada • Análise de Falhas • Técnicas de confiabilidade • Manutenibilidade • Engenharia de Manutenção • Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e Custo do Ciclo de Vida. • Contratação por resultados	

### • Primeira Geração

O período antes da segunda guerra mundial, de meados de 1930 a 1950, corresponde como sendo a primeira geração. Os equipamentos eram caracterizados pela sua simplicidade, pouco mecanizados e superdimensionados, sendo que as paragens do equipamento não importunavam os gestores das empresas (Moubray, 1991).

A filosofia de avaria nos equipamentos pressupunha que todos os equipamentos ao longo dos anos ia sofrendo desgaste e, por isso, avariavam, sendo que apenas se praticava uma manutenção corretiva não planeada.

### • Segunda Geração

A segunda geração tem início em meados de 1950 até 1970. No período de transição da primeira para a segunda geração, houve um forte desenvolvimento industrial, derivado da segunda guerra mundial. Com isto, começou-se a evidenciar a necessidade de uma maior disponibilidade, bem como maior confiabilidade, com o intuito de obter uma maior produtividade. Todo este desenvolvimento levou à filosofia que todas as falhas nos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que levou ao conceito de manutenção preventiva (MP) ou manutenção baseada no tempo (TBM). A quantidade de capital investido em itens físicos, juntamente com o nítido aumento do custo deste capital, levaram à busca de meios para aumentar a vida útil dos equipamentos por parte das indústrias.

Segundo Nakajima (1988), é na década a partir de 1950 que o termo manutenção, se começa a implementar e consolidar na indústria, surgindo :

- A manutenção preventiva sistemática (MPS), em 1951;
- A manutenção do sistema produtivo (MSP), em 1954;
- A manutenção corretiva planeada (MCP), em 1957;
- Fiabilidade, a partir de 1962;
- Engenharia económica.

Para fazer frente aos novos desafios e à necessidade de reduzir custos, muitas empresas optaram por desenvolver sistemas de planeamento e controlo de manutenção (PCM).

- **Terceira Geração**

A partir do ano de 1970, acelerou-se o processo de mudança nas indústrias. A paragem da produção começou a ser uma preocupação, pois aumentava os custos e afetava a qualidade dos produtos. Na produção, os efeitos das paragens por avaria começaram a ser notadas, uma vez que se aplicava sistemas *just-in-time*.

Cada vez mais, as falhas provocam sérias consequências na segurança e meio ambiente. Como tal, as plantas de edifícios e indústrias começaram a obedecer a certos parâmetros determinados por entidades certificadas, sob o risco de ficarem impedidas de funcionar.

Assim na terceira geração (Nasfic, 2009):

- Reforçou-se o conceito e a utilização da manutenção preditiva;
- O avanço da tecnologia informática permitiu a utilização de computadores pessoais, permitindo assim o controlo e planeamento da manutenção;
- O conceito de Confiabilidade começa a ser consolidado;
- Os novos projetos já investiam na obtenção de uma maior fiabilidade. No entanto, a falta de interligação entre as várias áreas de engenharia ligadas a uma empresa, impedia o sucesso dos resultados.

- **Quarta Geração**

A quarta geração é predominantemente caracterizada pela consolidação e implementação em pleno, de todas as práticas propostas na terceira geração.

A prática de análise de falhas é uma metodologia que se traduz numa melhor *performance* dos equipamentos e da empresa. As práticas de manutenção preditiva e monitorização das condições dos equipamentos, começaram a fazer parte do dia-a-dia de uma empresa.

## 2.3 Gestão da Manutenção

A gestão da manutenção é provavelmente a mais dinâmica e aquela que estará presente em todas as empresas que pratiquem uma manutenção interna, ou seja, tenham um departamento de manutenção devidamente implementado.

A fração de colaboradores pertencentes ao departamento de manutenção tem vindo a aumentar, bem como os seus custos de operação. Todavia, apesar do aumento destes custos, a economia global da empresa manifesta uma diminuição de gastos derivado à prática de manutenção preventiva de equipamentos (Dekker, 1996).

Os modelos de manutenção podem ser comparados a modelos matemáticos, nos quais os custos e os benefícios da manutenção são quantificados de modo a obter a melhor relação possível entre eles (Dekker, 1996).

Segundo a norma EN 13306 (BSI, 2010), gestão da manutenção é definida por: “todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção, e que os implementam por diversos meios, tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos”. A aplicação da gestão da manutenção pode ser adotada através da norma NP 4483 (APMI, 2009). Esta norma dita que é um sistema baseado em processos e segue uma abordagem *PLAN-DO-CHECK-ACT* (PDCA), em que o sistema deve garantir o aumento da satisfação do cliente e incluir ferramentas focadas na melhoria continua. Na figura 2, está ilustrada uma abordagem subjacente à abordagem por processos, uma vez que ilustra as inter-relações entre os processos que são usados para converter as entradas em saídas (produtos e serviços), e como a satisfação do cliente conduz à melhoria continua. Este modelo é baseado no ciclo PDCA. Os requisitos do cliente correspondem à entrada para o processo de produção e a saída será um produto que corresponda a todas as exigências e satisfação do cliente.

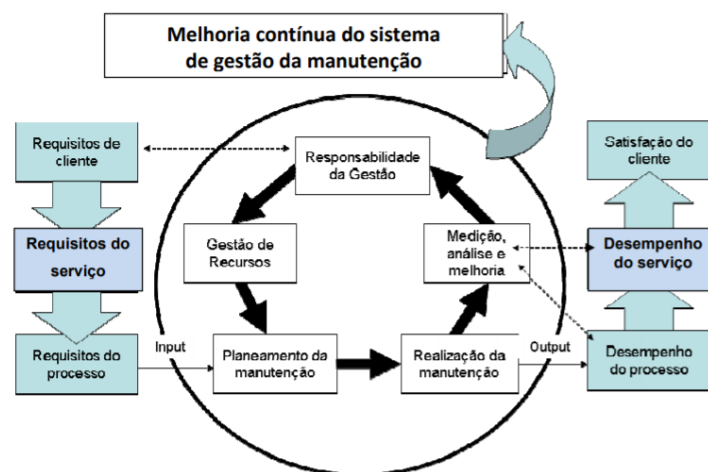


Figura 2 - Modelo de melhoria contínua de um sistema de gestão de manutenção (J. Pinto, 2013)

A gestão da manutenção tem como objetivos (Wireman, 2005):

- Identificar e reduzir custos no processo de manutenção;
- Elaborar registos relativos a ações de manutenção;
- Otimizar os recursos disponíveis para a manutenção (humanos e materiais);
- Minimizar o consumo de energia;
- Diminuir tempos de imobilização;

- Reduzir tempos de intervenção, através de uma boa preparação do trabalho;
- Reduzir emergências e número de avarias;
- Melhorar qualidade de produção;
- Aumentar a segurança;
- Aumentar o tempo de vida das máquinas;
- Assegurar a produção com o menor custo, com a qualidade desejável e dentro dos padrões de segurança exigíveis.

## 2.4 Tipos de Manutenção

A norma NP EN 13306 (BSI, 2010), define vários tipos de manutenção, conforme ilustrado na figura 3.

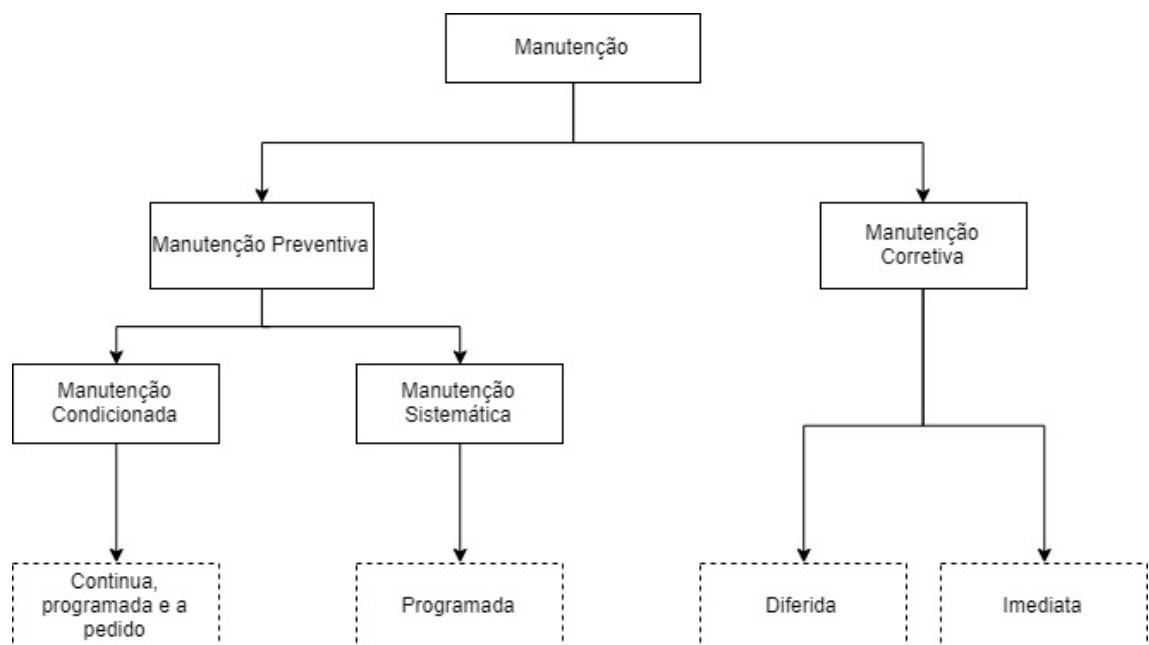


Figura 3 - Tipos de Manutenção (Adaptado: Norma NP 13306)

É perceptível, através da figura 4, a divisão da manutenção em dois grupos, Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva, antes ou após a deteção da falha, respetivamente.

### • 1 - Manutenção Corretiva

Este tipo de manutenção é considerado como o primórdio de todos os tipos de manutenção. Durante muito tempo, foi o único modelo aplicado devido à sua simplicidade e pelo facto de não necessitar de uma estrutura de manutenção organizada. Segundo a norma NP EN 13306 (BSI, 2010) define-se manutenção corretiva como “manutenção efetuada após a falha ou deteção da avaria, e que tem como

objetivo repor o bom estado de funcionamento do equipamento”. Esta pode ser dividida em dois subgrupos, manutenção corretiva diferida e manutenção corretiva imediata.

- **1.1 - Manutenção Corretiva diferida**

Dá-se o nome de manutenção corretiva diferida ou manutenção corretiva planeada, a qualquer método de manutenção programada através de métodos preditivos, até que a intervenção seja possível, sem nunca afetar a produção (Nasfic, 2009). É um exemplo de engenharia de manutenção, dado que tem como objetivo corrigir anomalias detetadas, seja na conceção ou instalação de um equipamento, ou também seja por necessidade de adaptação a algo (J. Pinto, 2013).

- **1.2 – Manutenção Corretiva Imediata**

Este tipo de manutenção para Xenos (1998), acarreta grandes custos para a empresa no setor de manutenção de máquinas, uma vez que se traduz na paragem de produção devido a uma avaria de equipamento, pondo em causa a qualidade e os prazos de entrega estipulados.

- **2 - Manutenção Preventiva**

A manutenção preventiva, tal como o nome indica, é a manutenção antes da avaria. Tem como intenção reduzir ou evitar a avaria do equipamento. Para tal, utiliza-se um plano de manutenção, com lista de tarefas e periodicidade, independentemente da necessidade do equipamento, com o objetivo de manter o bom estado de funcionamento do equipamento e evitar as falhas (Kardec & Nascif, 2003).

Como a prevenção da avaria é o objetivo principal da gestão da manutenção, por vezes confunde-se este tipo de manutenção com a própria definição de manutenção (Cabral, 2004).

- **Manutenção Preventiva Sistemática**

Este tipo de manutenção periódica, é caracterizada por ser realizada em intervalos de tempo predefinidos pela empresa, em função da utilização do aparelho. A sua limitação baseia-se na falta de controlo prévio do seu estado.

A periodicidade em que são realizadas as intervenções de manutenção é definida através das indicações de manutenção presentes no manual que acompanha o equipamento aquando da compra do mesmo, no entanto podem ser feitas certas modificações consoante as condições reais de operação, pois estas são, quase sempre, diferentes das condições de ensaio realizadas na fábrica.

Em cada intervenção, são realizadas um conjunto de ações planeadas, com intervalos de tempo constantes, que visam repor as condições iniciais de fiabilidade dos sistemas e seus componentes (J. Pinto, 2013).

Quando se pratica este tipo de manutenção, deve considerar-se que os padrões de falha são constantes, que se traduz em intervenções muitas vezes supérfluas, mas evita-se que os componentes atinjam os limites de vida útil pré-estabelecidos.

A nível de custos, este tipo de manutenção pode apresentar valores mais dispendiosos do que os de manutenção corretiva, num período curto, no entanto, a longo prazo a manutenção corretiva é uma solução mais económica.

- **Manutenção Preventiva Condicionada**

Manutenção preventiva condicionada opera, na sua generalidade, na mesma base que a manutenção preventiva sistemática. A sua principal diferença reside no facto de a primeira ser baseada no estado de funcionamento, uma vez que as intervenções de manutenção só são executadas após avaliação da condição de cada componente do equipamento. Por sua vez, a inspeção do estado de cada componente pode ser executada através de periodicidade definida antecipadamente, ou em modo contínuo. Com a inspeção periódica ou contínua, pode prever-se futuras ocorrências de falhas. Esta capacidade de prever o estado do equipamento leva a que se designe este tipo de manutenção como manutenção preditiva (J. Pinto, 2013).

## 2.5 Fases de Implementação

A implementação da metodologia 5'S divide-se em duas fases:

- Início da implementação: Implementação dos três primeiros sentidos: organização, arrumação e limpeza;
- Implementação atingida: Quando os três primeiros sentidos estão perfeitamente implementados, e se implementam os dois últimos sentidos: normalização e disciplina.

Esta implementação é efetuada de forma iterativa, do qual a manutenção nunca termina, sendo coerente com a lógica do ciclo de melhoria contínua (Paula & da Costa, 2009).

## 2.6 Estudo do trabalho

Para uma maior perceção do tema de trabalho, foi elaborada uma pesquisa por forma a encontrar diversos trabalhos relacionados com o tema abordado. Todos eles na área da manutenção, por vezes, com técnicas de manutenção diferentes da abordada, mas com igual importância, pois podem conter informações que possam ajudar à resolução de problemas que possam surgir no estudo. Na tabela 4 estão descritos diversos artigos consultados para enriquecimento do trabalho.

Tabela 4 - Compilação de trabalho na área de estudo

Referências Bibliográficas	Descrição do trabalho
(Barbosa, Pereira, Silva, & Campilho, 2017)	<p>Este trabalho foi realizado na fábrica de pneus Continental em Portugal, com vista a melhorar o desempenho e a taxa de qualidade do produto no processo de produção das máquinas APEX. Determinar e identificar as principais causas de defeitos neste processo.</p> <p>Para a obtenção de tais causas foram aplicados os métodos <i>Six Sigma</i> e o ciclo <i>DMAIC</i> (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar).</p> <p>Com a ajuda deste último método, foram feitas várias experiências com vista a obter melhorias e aumentar a qualidade do produto.</p> <p>Através das ferramentas mencionadas acima e das experiências feitas, foi determinado que o valor ideal de temperatura era 75°C e, a velocidade de extrusão, 7 rpm. Após o projeto, o número de não conformidades foi reduzido e a taxa de qualidade aumentou em 41%.</p>
(Rosa, Silva, & Ferreira, 2017)	<p>Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de melhorar as linhas de montagem dos cabos de aço utilizados no controle de algumas funções básicas dos automóveis, como a elevação das janelas das portas dos carros e assim por diante. Aplicando metodologias Lean e PDCA baseado no plano de ação foi possível garantir a implementação de soluções desenvolvidas.</p> <p>O objetivo principal deste trabalho foi alcançado, com a atualização do equipamento e a eliminação/ redução de desperdícios em várias áreas. Este trabalho trabalhou gerou um aumento de produtividade de 41%, num só investimento.</p> <p>O retorno do investimento espera-se que ocorra num período de aproximadamente 4 meses.</p>
(Guariente, Antonioli, Pinto Ferreira, & Silva, 2017)	<p>Neste trabalho foi desenvolvido a implementação da manutenção autónoma numa linha de fabrico de tubagens de ar condicionado numa empresa do setor automotivo.</p> <p>O objetivo era reduzir as taxas de paragens dos equipamentos. Este objetivo foi alcançado através da aplicação das setes etapas do processo autónoma de manutenção. Seguindo estas etapas, os operadores puderam desenvolver a capacidade de autonomamente realizarem tarefas de limpeza, organização e verificação e controlo dos pontos críticos do posto de trabalho, garantindo assim que os seus equipamentos e máquinas estavam em boas condições.</p> <p>Este trabalho resultou numa redução significativa no número de intervenções na linha, aumentando assim a taxa de disponibilidade da máquina na linha de 10%, bem como o aumento de 8% no valor de <i>OEE</i>.</p>
	<p>Neste trabalho, realizado numa empresa metalomecânica, foi desenvolvido e aplicado a metodologia 5'S para permitir uma maior flexibilidade e adaptabilidade do local de trabalho para uma maior competitividade entre a empresa com outras do ramo.</p>

(Costa, Pinto Ferreira, C. Sa, & Silva, 2018)	<p>Foi aplicado os 5'S como base para um sistema de produção <i>Lean</i>, não foi simplesmente um método de limpeza da área de trabalho, mas também foi um método com vista a melhorar a organização, limpeza e padronização da área de trabalho.</p> <p>Basicamente envolveu analisar todos os problemas observados numa célula de maquinaria para fornecer soluções de melhoria, tornando-a assim um local de trabalho mais seguro aumentando assim a produtividade e redução do desperdício.</p> <p>Este trabalho não concretizou nenhum resultado matematicamente visível, no entanto foram observados níveis mais altos de moral dos trabalhadores, houve uma melhoria denotada no ambiente de trabalho, entre trabalhadores e a nível de chão de fábrica observando-se assim, maior espaço, maior organização no armazenamento. Todas estas melhorias conduziram a locais de trabalho mais seguros limitando assim a probabilidade de acidentes.</p>
(Moreira et al., 2018)	<p>Este trabalho incidiu na indústria de impressão e tem como objetivo reduzir o uso de produtos tóxicos, diminuir os custos gerais no processo de impressão <i>offset</i> e aumentar a produtividade.</p> <p>Este tipo de indústria depende em grande parte das condições temporais, então para um estudo mais rigoroso, foram recolhidos dados históricos para ser possível saber o verdadeiro valor do balanço entre os consumíveis e as metodologias de trabalho por forma a implementar importantes melhorias em todo o processo.</p> <p>No fim deste trabalho, foi possível observar um aumento do valor de <i>OEE</i>, de <i>MTBF</i> e uma redução no valor de <i>MTTR</i>. Também como grande meta atingida foi a grande redução do consumo de álcool isopropílico no processo de impressão <i>offset</i>, melhorando assim a qualidade do ar nas instalações e reduzindo os custos e grande parte dos problemas no processo de impressão.</p>
(Conceição, Silva, Ferreira, Pereira, & Gouveia, 2018)	<p>Neste trabalho, desenvolvido numa empresa do setor automóvel, o principal objetivo foi a otimização do processo de produção de uma linha de montagem por forma a aproximar a produção real da produção estabelecida no plano de produção.</p> <p>Este objetivo foi conseguido através da eliminação de tarefas que não acrescentam valor à empresa, da redução de desperdício associado à robustez e confiabilidade do equipamento, nos movimentos do operador aquando a realização da tarefa, bem como a padronização dos métodos de trabalho.</p> <p>Este trabalho permitiu um aumento na produção de 43% na linha de montagem e de 229 partes/hora para 327 partes/hora.</p>
(Damásio, Silva,	<p>Este trabalho foi realizado numa empresa de fabrico de componentes eletrónicos, na qual existiam vários problemas ligados à complexidade dos componentes e à continua mudança/atualização destes, para ser possível acompanhar a o desenvolvimento informático.</p>

Gouveia, Pereira, & Ferreira, 2018)	Neste trabalho foram usadas ferramentas como <i>Value Stream Mapping (VSM)</i> , para perceção e documentação das diferentes tarefas e operações, o <i>Lean Line Balancing (LLB)</i> , para reduzir o ponto de estrangulamento de produção balanceando assim o tempo de cada tarefa, <i>Task Time (TT)</i> eliminando assim tempos de <i>setup</i> e os tempos de tarefas extras. Também foram aplicados processos padrão de produção.
(Sousa. E et al., 2018)	Neste trabalho, realizado numa empresa de fabrico de rolhas de cortiça, foi aplicada a metodologia <i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i> , com o objetivo de reduzir o tempo improdutivo de produção, na qual se englobam os tempos de mudança de ferramenta e tempos de <i>setup</i> . Com este trabalho foi conseguido uma redução de 43% de tempo improdutivo. Como complemento e de forma a melhorar os resultados obtidos, foi implementada a metodologia <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> . Esta metodologia teve como finalidade melhorar a monitorização de possíveis perdas durante a produção.
(Rocha, Ferreira, & Silva, 2018)	Este trabalho foi realizado numa empresa da indústria da Joalharia, com o objetivo de análise e melhoramento do processo de gestão e controlo da produção. Para tal, foram adotadas ferramentas associadas à filosofia <i>Lean Thinking</i> e a uma versão beta do software <i>Manufacturing execution system (MES)</i> . Com este trabalho, foi possível implementar novas estratégias com o objetivo de minimizar o desperdício e garantir a melhoria contínua, contribuindo assim para uma maior satisfação do cliente.
(Neves et al., 2018)	Este trabalho incidiu numa empresa da indústria têxtil, e foi aplicado uma combinação de metodologias <i>Lean</i> . Foram aplicadas metodologias como, o ciclo <i>Plan Do Check Act (Ciclo PDCA)</i> e <i>5W2H E 5'Ss</i> . Embora só tenha sido resolvido um único problema, este trabalho produziu excelentes resultados, pois verificou-se que pode ser estendido a outros problemas identificados. Também se pode concluir, que após todo o estudo, foi possível economizar quatro horas de trabalho por operador, o que corresponde a uma redução de 10% de horas semanais.
(Freitas et al., 2019)	Este trabalho, foi realizado numa empresa do ramo automóvel, e teve como objetivo melhorar a eficiência de um armazém híbrido (armazenamento e preparação), sendo que para melhorar tal eficiência foi necessário redefinir os espaços e fluxos internos de logística. Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas sessões de <i>brainstorming</i> , com a finalidade de inventariar problemas e sugeridas respetivas soluções. Foram utilizadas também ferramentas da

	<p>qualidade como Diagrama de Ishikawa e diagrama de esparguete, para auxiliar no processo de identificação e resolução de problemas. Através de todas as técnicas e ferramentas enunciadas em cima, foi possível baixar o tempo de separação de matérias para expedição em 35 minutos, o que significa uma redução de cerca de 25%, e ainda permitiu à organização um lucro de 43285,69 € no final do primeiro ano após implementação.</p>
(G. F. L. Pinto et al., 2019)	<p>Neste trabalho, realizado numa empresa multinacional de produção de peças para a indústria automotiva, foi necessário implementar os indicadores-chave para atender à norma IATF de 16949:2016. Foi criado também um modelo de gestão de reposição de peças ligadas à manutenção de equipamentos presentes na empresa.</p> <p>Para efetuar mudanças com vista à implementação da norma, foi necessário recorrer a algumas ferramentas Lean, com o objetivo de aprimorar procedimentos e fluxos de informações.</p> <p>O trabalho foi concluído com êxito, pois foram implementados os principais indicadores de desempenho, cujos dados, atualmente já se encontram recolhidos automaticamente e com periodicidade. A gestão das peças de substituição também já se encontra otimizada, criando assim um menor stock deste tipo de peças e por consequência foi criado maior espaço no armazém.</p> <p>Foi aplicada a metodologia <i>Single Minute Exchange Die (SMED)</i>, que permitiu reduzir o tempo de preparação em 11%. Também foi utilizada a ferramenta Lean 5'Ss, com vista a organizar as atividades de troca de moldes. Por fim, foi recalculado o Overall Equipment Effectiveness (OEE), conseguindo-se assim um valor de 90%.</p>

## 2.7 Ferramentas da Qualidade

Toda a empresa tem como principal objetivo manter a satisfação dos clientes, de forma a garantir a continuidade do cliente na empresa. Atualmente, a concorrência é notória, fazendo com que um dos aspetos a primar seja a qualidade no produto final.

Não só a qualidade pode ser um aspeto a melhorar para o cliente, como também pode ser um aspeto para melhorar a economia da empresa. Segundo Juran (1998), qualidade significa “medo de deficiências – medo de erros que exijam retrabalho ou que resultem em falhas no terreno ou insatisfação do cliente. Neste aspeto, o significado de qualidade é orientado para os custos, e qualidade mais elevada geralmente “custa menos””.

Existem sete ferramentas básicas da qualidade, que podem ajudar uma organização na resolução de problemas e na melhoria de processos. O guru que propôs sete ferramentas básicas foi Dr. Kaoru Ishikawa em 1968, publicando um livro intitulado “Gemba no QC Shuho” (Neyestani, 2017). As sete ferramentas da qualidade são:

- Diagrama Causa-Efeito ou também denominado de Diagrama de Ishikawa;

- Diagrama de Pareto;
- Diagrama de Dispersão;
- Cartas de Controlo;
- Histograma;
- Lista de Verificação;
- Carta de Controlo.

Contextualizando com o objetivo da presente dissertação, apenas vão ser abordados o Diagrama Causa-Efeito e o Diagrama de Pareto.

### 2.7.1 Diagrama de Causa-Efeito

O Diagrama de causa-efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama em Espinha-de-Peixe, é utilizado para identificar as causas que originam os defeitos. Como se pode analisar na figura 4, este diagrama permite estabelecer uma relação entre as causas e o efeito resultante. As causas são agrupadas por famílias, que se ramificam em sub-causas de vários níveis (Ishikawa, 1985). As famílias, por norma são bastante gerais, sendo que podem apresentar:

- Medida;
- Método de Trabalho;
- Meio Ambiente;
- Mão-de-Obra;
- Máquina;
- Matéria-Prima.

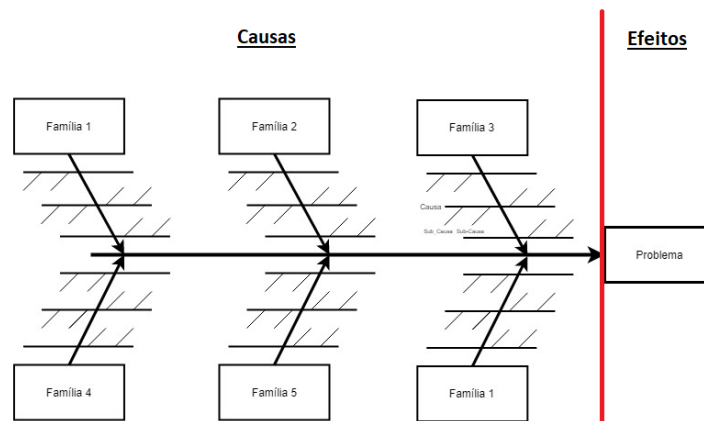


Figura 4 – Aspeto Geral do Diagrama de Ishikawa

Esta ferramenta obriga a clarificar e classificar as ideias do grupo, eliminando assim redundâncias e evidenciando eventuais omissões que possam ter ocorrido, atingindo assim o objetivo: *obter as causas dos defeitos*.

Para uma correta elaboração do Diagrama de Ishikawa, é essencial ter em consideração os seguintes aspetos (Garcia, 2007):

- Definir as causas através de poucas palavras, construindo uma definição perceptível a qualquer pessoa externa à equipa de trabalho;
- Todos os envolvidos no processo de construção do Diagrama devem estar de acordo e compreenderem o significado de cada uma das causas;
- Todos os membros da equipa de trabalho devem ser persistentes na investigação das causas e aprofundamento dos níveis;
- A insistente procura da(s) causa(s) primária(s) irá permitir um conhecimento detalhado de todo o processo;
- O diagrama, depois de elaborado, deve ser guardado e disponibilizado para ser consultado sempre que necessário.

### 2.7.2 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta básica da qualidade. Vilfredo Pareto utilizou como primeiro grande teste a esta ferramenta a avaliação da distribuição da riqueza, concluindo que apenas um número reduzido de pessoas detinha grande parte da riqueza existente.

Esta ferramenta permite hierarquizar os dados, ordenando-os por ordem crescente de frequência. O princípio base é que um pequeno número de causas vitais (geralmente 20%) são responsáveis pela maioria dos problemas (geralmente 80%)(Pereira & Requeijo, 2008). Através desta ferramenta, avaliam-se e identificam-se os pontos-chave aos quais se deve dedicar especial atenção, ou seja, que necessitam de ser submetidos a um estudo e implementação de ações que conduzam à sua redução ou eliminação. Por ter este princípio básico, a análise de Pareto também pode ser denominada por análise 80 – 20.

O diagrama 80 – 20, no caso seguinte, permite identificar as avarias que contribuem com relevância para os gastos da empresa e consequente análise ABC.

- Classe A, de grande relevância, representa 20% das avarias que representam 80% do custo total das avarias;
- Classe B, de média relevância, refere que aproximadamente 30% das avarias representam 15% dos problemas;
- Classe C, de pequena relevância, representa as restantes causas responsáveis por 5% dos custos.

Na Tabela 5 está ilustrado o caso enunciado anteriormente, devidamente tratado.

Tabela 5 - Dados para elaboração de um Diagrama de Pareto dividido por classes

<b>Custo (sem IVA)</b>	<b>% Acumulada</b>	<b>%</b>	<b>Classe</b>
3 448,31 €	50,27%	0,5027	A
1 230,00 €	68,20%	0,1793	A
246,00 €	71,78%	0,0359	A
234,66 €	75,20%	0,0342	A
221,76 €	78,44%	0,0323	A
220,00 €	81,64%	0,0321	B
204,00 €	84,62%	0,0297	B
196,00 €	87,48%	0,0286	B
189,00 €	90,23%	0,0276	B
175,16 €	92,78%	0,0255	B
162,50 €	95,15%	0,0237	C
122,50 €	96,94%	0,0179	C
50,00 €	97,67%	0,0073	C
45,00 €	98,32%	0,0066	C
36,00 €	98,85%	0,0052	C
31,50 €	99,31%	0,0046	C
21,53€	99,62%	0,0031	C
14,00 €	99,83%	0,0020	C
12,00€	100,00%	0,0017	C

No gráfico da figura 5 está ilustrado o diagrama de Pareto referente ao custo de cada avaria, de forma a avaliar quais os tipos de avarias com o preço mais elevado, e qual a percentagem desse valor na totalidade do custo de avarias do equipamento analisado.

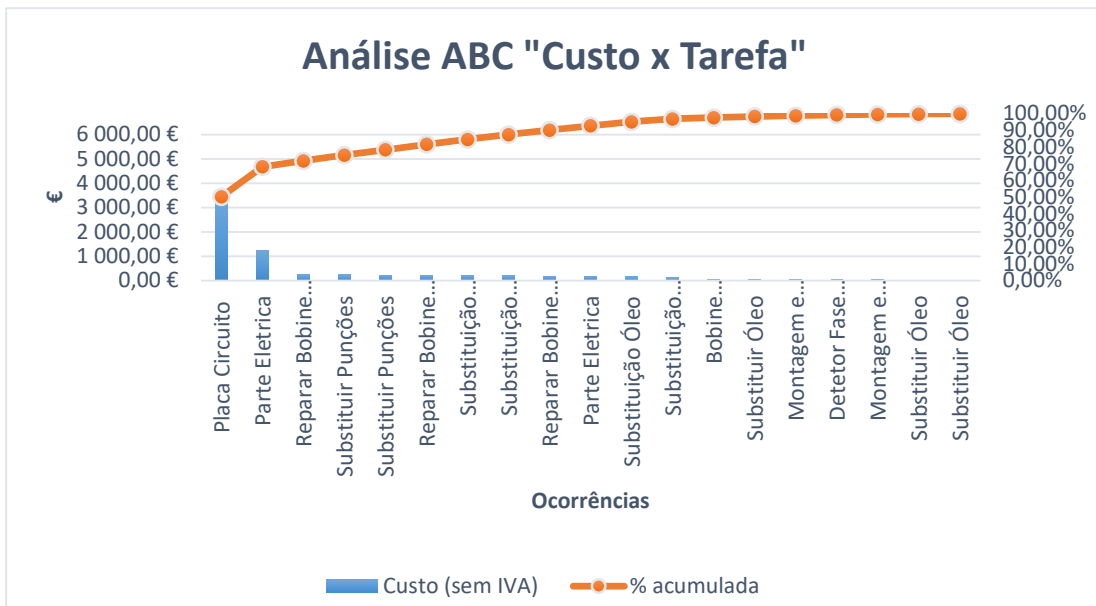


Figura 5 - Diagrama de Pareto

## 2.8 Metodologia 5'S

A metodologia 5'S, teve origem no Japão, é composta por cinco etapas, que têm com objetivo manter a organização, limpeza e arrumação do local de trabalho. Conforme o nome indica, esta metodologia é composta por cinco etapas. Cada etapa corresponde a uma palavra do país de origem da metodologia (Vipulkmar, Patel, & Thakkar, 2014). Na tabela 6, é possível a consulta do significado de cada senso em japonês, o seu significado em português e um breve resumo do objetivo de cada S.

Tabela 6 - Significado dos 5'Ss (Gapp, Fisher, &amp; Kobayashi, 2008)

Senso (Japonês)	Senso (Português)	Descrição
<i>Seiri</i>	Triagem	Separar o necessário do desnecessário, eliminado o desperdício.
<i>Seiton</i>	Organização	Organizar o necessário definindo um lugar para cada item
<i>Seiso</i>	Limpeza	Limpar e identificar cada item
<i>Seiketsu</i>	Normalização	Criar e seguir o padrão resultante do desempenho adequado para os S anteriores
<i>Shitsuke</i>	Disciplina	Estabelecer a disciplina para manter os S anteriores ao longo do tempo

Os 5'S apresentados são essenciais para qualquer empresa ou atividade, pois sem esta metodologia aplicada é muito complicado, ou impossível aplicar a metodologia TPM, pois conforme se pode verificar na casa TPM, os 5'S são a sustentação da mesma.

## 2.9 Metodologia TPM

Neste capítulo será feita uma descrição detalhada de toda a filosofia TPM. Esta descrição irá desde a contextualização da sua origem, até à fase de implementação numa empresa. Pelo meio, no desenvolvimento, será descrito como se define, quais as perdas a esta metodologia associadas, e o objetivo principal da mesma.

### 2.9.1 Origem, definição e objetivos

A TPM é um método de origem japonesa, desenvolvida nos anos de 1960 e 1970, de modo a apoiar a produção *just-in-time* (JIT). No início da década 70, a empresa japonesa Nippon Denso, pertencente ao grupo Toyota, implementou o primeiro TPM. Esta metodologia começou a ganhar reconhecimento e a ser levada a cabo, quando o JIPE (*Japan Institute of Plant Engineer*) lhe atribuiu o "PM Award" (Ireland & Dale, 2001).

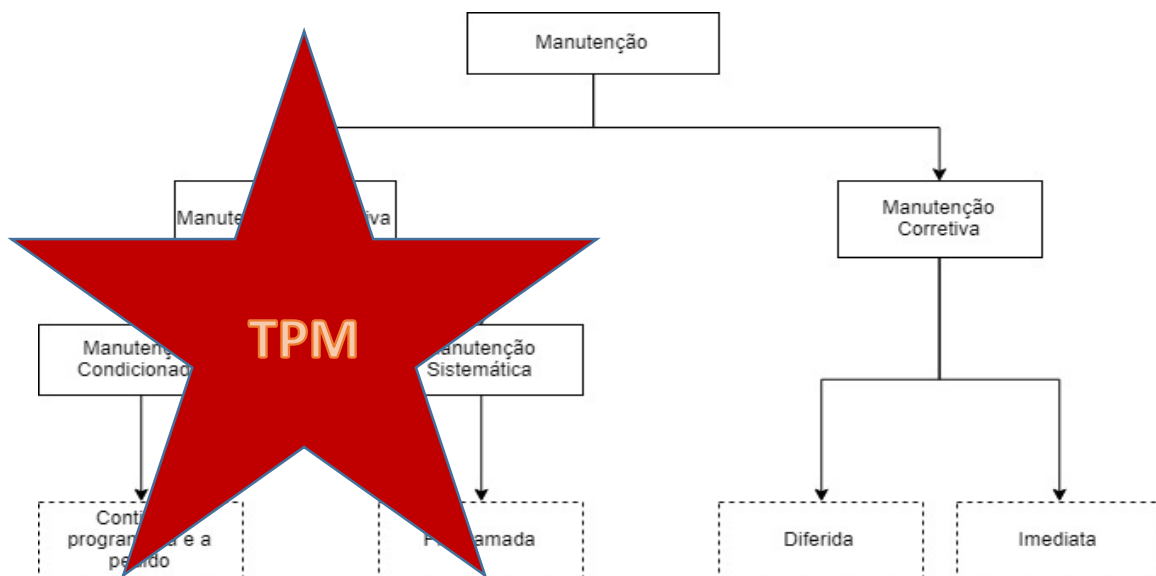


Figura 6 - Metodologia TPM

Ahuja and Khamba (2008) define a filosofia TPM como sendo a procura constante da eficiência e sustentabilidade dos equipamentos, tendo como objetivo:

- Zero avarias;
- A aplicação da manutenção preventiva;
- A melhoria dos equipamentos e a participação de todos os funcionários no processo.

A metodologia TPM tem três características diretamente relacionadas com os três significados da palavra “Total” (Nakajima, 1988):

- Eficácia Total: procura contínua da eficácia económica ou sustentabilidade;
- *PM* total: prevenção da manutenção e manutenção preventiva - introduziu-se no período em que só existia manutenção produtiva, estabelecendo um plano de manutenção para toda a vida útil dos equipamentos, que inclui a prevenção da manutenção;
- Participação total: a estratégia passa pela integração de todos os colaboradores da empresa.

Segundo McCarthy (2001), a metodologia TPM tem os seguintes princípios para obter o sucesso:

- Criar uma cultura corporativa que siga permanentemente a maximização da eficiência do equipamento (*OEE – Overall Equipment Effectiveness*);
- Construir um sistema que previna qualquer tipo de perda, criando assim uma meta de ações preventivas e preditivas, no sentido de atingir o “zero acidentes, zero defeito e zero falha”, em todo o tempo de vida do equipamento;
- Envolve todos os departamentos, manutenção, desenvolvimento, *marketing*, administração e produção na implementação da metodologia;
- Envolve todos os trabalhadores, desde a gestão de topo até aos últimos operacionais;
- Attingir “perda-zero” com atividades autónomas e voluntárias de pequenos grupos (Suzuki, 1994).

### 2.9.2 Tipos de perdas associadas aos equipamentos

Todo o tipo de indústrias, para se manterem competitivas, tendem a eliminar ou reduzir todo o tipo de perdas e tudo aquilo que não traz valor ao produto, fazendo assim com que a produção seja o mais eficiente possível e mais vantajosa a nível económico, pois quanto menos paragens, melhor a nível económico.

A contabilização dessas perdas pode ser feita através do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que mede as perdas associadas aos equipamentos (Suzuki, 1994). A tabela 7 enumera e classifica as sete maiores perdas dos equipamentos.

Tabela 7 - Sete maiores perdas nos equipamentos (Suzuki, 1994)

Perdas	Características	Objetivo
Avaria/Falha	Perda de tempo por o equipamento não estar disponível para produzir nas condições requeridas	Eliminar
Mudança de produto e afinações / <i>Setup</i>	Perda provocada por paragem, desde o final da produção do produto que estava a ser produzido, até à preparação para outro produto que será produzido, incluindo o ajustamento do equipamento	Reduzir
Ferramenta / Molde	Todas as perdas decorrentes da ferramenta, Perdas de tempo por falta, deterioração, desajuste e desaperto de ferramentas, ou ainda pela utilização de ferramentas inadequadas à execução da tarefa em causa.	Reduzir
Pequenas paragens e causas externas	Trata-se de perdas devido a paragens momentâneas, paragens que o equipamento pára ou trabalha no vazio. São casos em que o equipamento volta a operar normalmente, assim que a peça que está encravada for retirada, ou através de um re-arranque.	Eliminar
Redução de velocidade	Redução de velocidade é a diferença entre a velocidade de funcionamento normal do equipamento e a real do equipamento. Por exemplo, quando existe uma operação realizada com velocidade reduzida, devido à ocorrência de problemas na qualidade do produto ou na mecânica do equipamento.	Reduzir
Produção defeituosa e retrabalho	Quando o produto contém defeitos, podendo ser dado como lixo, ou alvo de retrabalho.	Eliminar
Arranque dos equipamentos	Perda no início da operação.	Eliminar

### 2.9.3 Pilares TPM

Toda a metodologia TPM é representada segundo a forma de uma casa (Figura 7). Assim, tal como numa casa, os alicerces e a base sustentam todo o corpo. Como base da metodologia, está a filosofia 5S que é um fator chave para o sucesso e suporte da implementação. Para ajudar a base na sustentação existem os pilares, que são as temáticas que dão caminho e desenvolvimento à metodologia TPM, sendo estes os seguintes:

- Manutenção Autónoma;
- Manutenção Planeada;
- Educação e Treino;
- Melhoria Específica;
- Controlo Inicial;
- Manutenção de Qualidade;
- Segurança, Higiene e Meio Ambiente;
- Áreas Administrativas (Escritório).

Cada pilar tem como objetivo reduzir, e se possível eliminar, todo o tipo de perdas existentes, e a sua implementação resulta num aumento substancial de produtividade através de uma manutenção controlada, redução de custos das atividades ligadas à manutenção e redução das paragens de produção (Ahuja & Khamba, 2008).

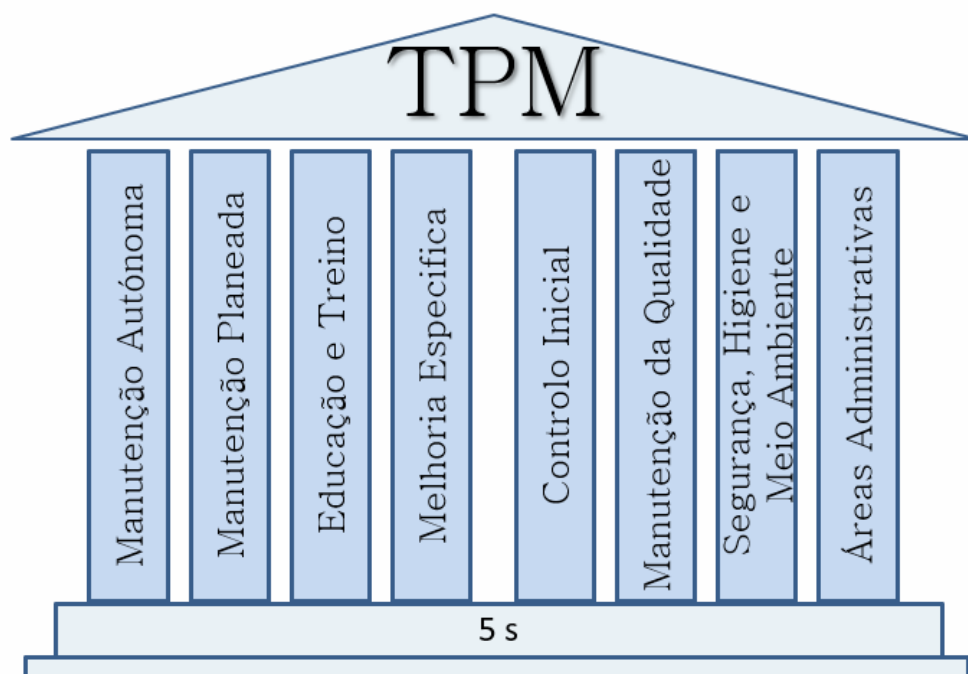


Figura 7 - Oito Pilares da metodologia TPM

### 2.9.3.1 Manutenção Autónoma

Segundo Cabral (2004), o pilar mais importante da filosofia TPM é a manutenção autónoma, pois permite aplicar os cuidados básicos de manutenção da máquina através do operador. Este pilar tem por base os 5'S explicados anteriormente, como ferramenta para sustentar o parâmetro da manutenção autónoma. Esta manutenção deve ser praticada pelo operador, de forma a manter os equipamentos no seu pleno estado de conservação, atenuando a sua deterioração, através de atividades de limpeza e lubrificação periódicas (Venkatesh, 2007).

Se existir a oportunidade de os operadores realizarem as tarefas básicas, dar-se-lhe-ia a oportunidade para estes aumentarem os níveis de competência, tornando-os assim mais responsáveis pelo funcionamento do equipamento, aumentando as suas perspectivas de emprego (Borris, 2000).

Com isto, pretende-se que o operador desenvolva o sentido de pertença para com o equipamento que opera. Esta divisão de tarefas entre o operador e secção de manutenção, permite que esta dedique mais tempo à resolução de problemas correntes e ao desenvolvimento e planeamento de estratégias de manutenção mais eficientes.

Cabral (2004) e diversos autores indicam que existem sete passos para a implementação da manutenção autónoma, conforme se pode verificar na Tabela 8.

Tabela 8 - Sete etapas para implementação da Manutenção Autônomo (Cabral, 2004)

<b>Etapa</b>	<b>Denominação</b>	<b>Conteúdo da Atividade</b>
1ª	Limpeza Inicial	Eliminar a totalidade da sujidade presente no equipamento, tanto no seu exterior como no interior.
2ª	Medidas de combate às fontes de sujidade e locais de difícil acesso	Eliminar locais de difícil acesso, e arranjar medidas para reduzir o tempo das intervenções de manutenção periódicas.
3ª	Elaboração de planos de limpeza e tarefas	Efetuar plano de limpeza e manutenção, definir periodicidade e material necessário para todas as operações definidas.
4ª	Inspeção-Geral	Deteção e restauração de falhas do equipamento através de técnicas de inspeção geral, conforme o manual de inspeção.
5ª	Inspeção Autónoma	Elaboração e execução de uma folha de inspeção.
6ª	Organização e ordem	Executar a padronização dos itens de controlo e sistematização total da manutenção.
7ª	Consolidação	Executar conforme a periodicidade o plano de tarefas, e respetivo registo de atividade de melhoria.

### 2.9.3.2 Manutenção Planeada

Segundo McCarthy (2001), a abordagem à manutenção planeada varia de organização para organização, e de indústria para indústria. Este pilar tem como propósito manter os equipamentos livres de falhas, de forma a garantir a qualidade desejada dos produtos produzidos e assim satisfazer as expectativas e necessidades dos clientes. Para tal, conforme o nome indica, devem ser feitos planos de manutenção periódicos, apoiando-se nas intervenções de manutenção indicadas no manual de instruções e, principalmente, na experiência do operador da máquina, envolvendo assim também o colaborador no processo, de maneira a criar uma simbiose entre o homem e a máquina. Fazendo-se assim uma analogia para enfatizar a importância da relação homem-máquina, um equipamento saudável é como um corpo saudável.

Esta simbiose assenta em três etapas:

- Limpeza e Inspeção. A prevenção diária, em contraste, no homem a maçã por dia, impede a deterioração precoce ou desgaste;
- Verificação e Monitorização. Regularmente, o operador tem de medir a deterioração e o desgaste, no homem são as consultas de rotina e cuidados de saúde regulares;
- Manutenção preventiva, e tratar antes da avaria, evitando assim a paragem da máquina, no homem trata-se de tratar de alguma dor antes de ela agravar.

Na Figura 8, ilustra-se as três etapas da simbiose homem-máquina.

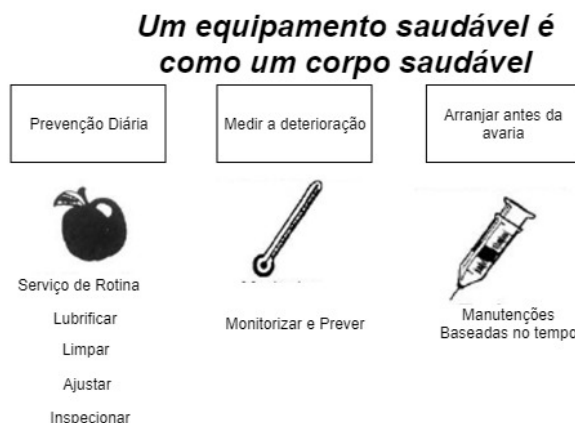


Figura 8 - Um equipamento saudável é como um corpo saudável (Adaptado: McCarthy, 2001)

### 2.9.3.3 Educação e Treino

A educação e o treino são essenciais para o bom desenvolvimento da metodologia TPM. O objetivo deste pilar é conferir aos operadores maior capacidade autónoma de trabalho. Só com colaboradores dotados de multi-competências, devidamente motivados, a filosofia vai conseguir singrar, e a superação ou redução de problemas relacionados com avarias ou falhas vai ser possível (Venkatesh, 2007).

#### 2.9.3.4 Melhoria Específica

Este pilar envolve tudo o que englobe melhorias a fazer nos equipamentos. Estas melhorias só são possíveis com uma equipa presente no terreno, que compreenda as necessidades de cada operador em relação ao seu equipamento, e as melhorias contínuas necessárias para uma maior eficácia global do equipamento, processo e organização.

Suzuki (1994) enuncia que a preparação mental e física é essencial para as equipas, antes do começo de qualquer projeto de melhoria contínua. Devem ser seguidas as seguintes formas de preparação:

- Compreensão total da filosofia de melhoria contínua;
- Estudar e compreender o processo produtivo na íntegra;
- Recolher todas as informações sobre as falhas, problemas e perdas, e registá-las devidamente;
- Esclarecer as condições básicas necessárias para assegurar o funcionamento adequado do equipamento e definir claramente quais os fatores que contribuem para a sua condição ótima.

#### 2.9.3.5 Controlo Inicial

Este pilar consiste no planeamento da aquisição ou desenvolvimento de equipamentos e realça a importância de garantir elevada fiabilidade dos equipamentos, economia, baixos tempos de configuração, durabilidade e segurança.

Segundo McCarthy (2001), a gestão de novos equipamentos por parte de uma empresa, deve basear-se na aprendizagem adquirida com os equipamentos existentes e com as melhorias incorporadas nos mesmos, de forma a não cometer erros que foram cometidos no passado.

Para Bufferne (2006), o pilar do controlo inicial tem dois objetivos principais:

##### **A. Disponibilizar instalações que atendam aos critérios de:**

- Aperfeiçoamento em cada caso: a produtividade, flexibilidade, capacidade, disponibilidade, facilidade de manutenção e consumo ideal;
- Manutenção autónoma: redução do risco de sujar, acessibilidade para inspeção e limpeza;
- Manutenção programada.

##### **B. Reduzir:**

- O tempo de construção, tempo de desenvolvimento e o tempo de aperfeiçoamento;
- O custo do ciclo de vida.

### 2.9.3.6 Manutenção de Qualidade

A manutenção de qualidade, tem como principal foco a procura da meta “Zero Defeitos”. Segundo Suzuki (1994), as características dos produtos são influenciadas pelas condições dos equipamentos. Porém, este não é o único fator que influencia o produto, visto que tanto os materiais como os recursos humanos e os meios utilizados, também são algo com grande efeito.

Uma das hipóteses para um estudo da manutenção da qualidade, passa pelo uso de ferramentas da qualidade que monitorizam as características do produto e eliminam sistematicamente as não conformidades.

### 2.9.3.7 Segurança, Higiene e Meio Ambiente

As atividades do Pilar da Segurança, Higiene e Meio Ambiente têm como objetivo alcançar a meta dos “Zero Acidentes”.

Para atingir esta meta é necessária a divulgação, para consciencializar os operadores, tanto para deteção e prevenção dos acidentes pessoais, como para a limpeza e asseio dos próprios locais de trabalho, tornando-os assim mais seguros e eficazes.

Já no meio ambiente, é desejável minimizar o impacto das intervenções de manutenção realizadas, através de reciclagem e eliminação segura de resíduos e através da diminuição do consumo de energia.

### 2.9.3.8 Áreas Administrativas

As áreas administrativas desempenham um papel preponderante no apoio a todas as atividades ligadas ao sistema produtivo.

A função da área administrativa não deve ser apoiar apenas a implementação da metodologia, mas também deve melhorar os seus serviços e a sua organização. No entanto, não é fácil criar uma unidade de medida de eficiência nesta área, em comparação com a área da produção.

Um programa de implementação da metodologia TPM nas áreas administrativas tem como principal objetivo criar uma base de dados de informação de qualidade, agilizando o fluxo de informação e análise de vários processos (Suzuki, 1994).

## 2.9.4 Metodologia para implementação TPM

Para o sucesso de implementação da metodologia, deve ser seguida uma sequência, em que todas as etapas de implementação sejam implementadas de forma consistente e que fiquem bem coesas na organização. Segundo (Park, 2001), a metodologia para a implementação da TPM, é uma sequência de quatro fases, a preparação, introdução, implementação e consolidação.

#### 2.9.4.1 Fase 1 - Preparação

Na fase inicial de implementação, fase de preparação, deve ser comunicado através da gestão de topo a intenção de implementar a metodologia TPM. Aquando do anúncio de implementação, a gestão de topo e a administração da empresa devem apresentar o conceito TPM, quais os seus objetivos e benefícios esperados, fazendo assim transparecer a imagem de total envolvimento de todos os membros da organização, começando pelos mesmos, e que este envolvimento é fulcral para o sucesso da empresa.

Após o anúncio da implementação da metodologia TPM, esta deve ser publicitada junto de todos os departamentos da empresa. Deve ser dada formação a todos os cargos intermédios da empresa e informação de fácil perceção aos restantes colaboradores, como panfletos, gráficos, fluxogramas e material de fácil perceção e apelativo. Será também constituído um grupo que terá como objetivo promover a implementação da TPM, definir as políticas e objetivos a serem atingidos e retransmitir esses objetivos aos departamentos, que serão criadas de modo a coordenar a implementação nesses sectores, definindo planos de formação e objetivos específicos. Definidos os objetivos e divulgada a intenção de implementar o TPM por todos os departamentos da empresa, elabora-se, posteriormente, o plano de implementação (Suzuki, 1994).

#### 2.9.4.2 Fase 2 – Introdução à metodologia TPM

A partir desta fase, a metodologia passa a ser dedicada a todos os membros da empresa, começando-se a difundir a palavra entre todos os operadores.

São iniciadas as primeiras formações e apresentações aos operados, com o intuito dos mesmos começarem a interagir com a metodologia, perceberem os objetivos e diretrizes da implementação, e também começar-se a eliminar as perdas (Borris, 2000).

#### 2.9.4.3 Fase 3 – Implementação da metodologia

É nesta etapa que começa a implementação no terreno. Primeiramente são selecionados os equipamentos alvo de melhoria. Nesta fase devem ser usadas diversas ferramentas de melhoria e da qualidade. Todos as avarias e registos históricos dos equipamentos escolhidos devem ser analisados, por forma a identificar os problemas associados e, por consequência, desenvolver ações de melhoria e propor soluções de manutenção preventiva e manutenção autónoma.

Após esta análise, deve implementar-se o programa de manutenção autónoma. Para tal acontecer, os operadores devem receber formações necessárias para terem as noções de manutenção e adquirirem competências para a realização deste tipo de manutenção. Nas formações, também devem ser referidas as tarefas de limpeza, intervenções de manutenção básicas, como lubrificação e apertos, e também inspeção.

Por último, deve ser também criado um programa de manutenção planeada, criando assim listas de tarefas para os equipamentos a analisar, com todas as tarefas necessárias, respetiva periodicidade e material necessário à realização das mesmas.

Juntamente com estas listas de tarefas, deve ser anexada uma ficha de registo de manutenção, para existir controlo das intervenções de manutenção feitas, e posteriormente se proceder à análise de todo o processo de implementação TPM, e concluir se as tarefas de manutenção estão a ser executadas da devida forma e no devido tempo, e se estão a conseguir o efeito esperado, que é a redução do número de avarias.

Ao mesmo tempo, deve ser feita uma gestão de todos os equipamentos novos que serão adquiridos (Borris, 2000).

#### 2.9.4.4 Fase 3 – Consolidação

Esta última fase tem como objetivo controlar e monitorizar os resultados da implementação da TPM. Não é fixa no tempo, já que se estende para lá da implementação, analisando os resultados e registos obtidos. Para o controlo do programa TPM, também são efetuadas auditorias para assegurar a continuidade da TPM e de forma a promover a sua melhoria contínua (Borris, 2000).

### 2.10 Indicadores de desempenho da Manutenção

Segundo Cabral (2009), só é possível gerir aquilo que se pode medir. Para tal, é necessário medir o de desempenho da manutenção e, para isto, utilizam-se ferramentas que através de variáveis quantificáveis, conseguem medir o progresso alcançado e comparar o antes e o depois da implementação da metodologia TPM.

Contudo, para a construção destes indicadores, é necessária uma base de dados, com toda a informação necessária à construção destes indicadores. Esses índices são, nomeadamente:

- Tempo de funcionamento dos equipamentos;
- Tempo de reparação;
- Tempo de espera pela ordem de reparação;
- Tempo de indisponibilidade do equipamento;
- Custo da manutenção;
- Custos de manutenção corretivas e preventivas.

Seguidamente, vão ser apresentados todos os parâmetros para o cálculo destes indicadores.

#### 2.10.1 MTBF (Mean Time Between Failures)

A sigla MTBF, *Mean Time Between Failures*, representa o tempo médio entre falhas e tem como finalidade calcular a fiabilidade dos equipamentos, permitindo assim ter a perceção se a falha no equipamento é frequente.

Este tempo médio entre falhas é calculado da seguinte forma:

$$\text{Tempo médio entre falhas [horas]} = \frac{\text{Tempo total de Operação [horas]}}{\text{Total de Falhas}} \quad (1)$$

O tempo médio entre falhas, de maneira mais simplista, pode ser descrito como o tempo entre a primeira falha ocorrida e a segunda falha. Quanto maior for o tempo médio entre falhas, maior a fiabilidade do equipamento (Cabral, 2004).

### 2.10.2 MTTR (Mean Time to Repair)

A sigla MTTR, *Mean Time to Repair*, representa o tempo médio de reparação, ou seja, um MTTR baixo, traduz-se num tempo curto de reparação.

$$\text{Tempo médio para reparação [horas]} = \frac{\text{Somatório dos tempos de reparação}}{\text{Número de avarias no tempo de análise}} \quad (2)$$

### 2.10.3 OEE (Overall Equipment Effectiveness)

O OEE, *Overall Equipment Effectiveness*, é um indicador associado à metodologia TPM, que mede as perdas associadas aos equipamentos.

Através da adoção desta ferramenta, permite monitorizar as melhorias significativas na produtividade e eficiência da produção. Se for aplicada da maneira correta, com sucesso, será possível reduzir o número de avarias, traduzindo-se num aumento da disponibilidade dos equipamentos e num melhor desempenho do equipamento relativamente à velocidade de processamento.

Assim sendo, o OEE resulta na conjugação de três fatores, a disponibilidade do equipamento, o desempenho e a qualidade dos produtos e é obtido através do produto desses fatores (Ahuja & Khamba, 2008):

$$\text{OEE (\%)} = \text{Disponibilidade (\%)} \times \text{Desempenho (\%)} \times \text{Qualidade (\%)} \quad (3)$$

De acordo com Nakajima (1988), o valor ideal do OEE deve ser igual ou superior a 85%. No entanto, os resultados podem ser divididos em quatro grupos, conforme enunciados na tabela 9:

Tabela 9 - Valor de referência mundial em % de OEE (Nakajima, 1988)

Parâmetro	Valor em %	Descrição
OEE	< 65%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresa pouco competitiva;</li> <li>• Perdas monetárias significativas.</li> </ul>
	65% - 75%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdas precisam de ser controladas;</li> <li>• Eficiência controlada.</li> </ul>
	75% - 85%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdas controladas;</li> <li>• Possibilidade de atingir o valor de referência mundial.</li> </ul>
	> 85%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perdas residuais;</li> <li>• Desempenho otimizado.</li> </ul>

Nakajima (1988) também definiu valores de referência para cada um dos parâmetros constituintes do OEE, podem ser analisados na tabela 10.

Tabela 10 - Valores de referência mundial para cada parâmetro (Nakajima, 1988)

Parâmetros	Valor em %
Disponibilidade	90%
Desempenho	95%
Qualidade	99%

### 2.10.3.1 Disponibilidade

A disponibilidade do equipamento relaciona o tempo total disponível em operação, com o tempo efetivo de produção do equipamento, sendo englobado no tempo disponível as perdas por paragem devido a avarias ou tempos de ajuste.

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo disponível} - \text{Tempo de paragens}}{\text{Tempo disponível}} [\%] \quad (4)$$

A Disponibilidade também pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} [\%] \quad (5)$$

### 2.10.3.2 Desempenho

O fator de Desempenho relaciona a quantidade produzida com a quantidade que o equipamento, em teoria, deveria ter produzido. Através deste parâmetro, são

calculadas as perdas de velocidade de funcionamento do equipamento, como, micro-paragens e redução de velocidade de operação.

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Tempo de ciclo teórico} \times \text{Unidades Produzidas}}{\text{Tempo de Operação}} \quad (6)$$

### 2.10.3.3 Qualidade

O fator de Qualidade compara o número de produtos produzidos, com aqueles que de facto cumprem as especificações definidas em projeto, ou seja, que cumprem os requisitos de qualidade. Nesta variável, são englobadas as perdas por retrabalho, peças não recuperáveis e perdas no início da produção.

A equação 7 exprime o cálculo do índice de qualidade:

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Unidades produzidas} - \text{Unidades defeituosas}}{\text{Unidades produzidas}} \quad (7)$$

## 2.11 Eficiência Energética

A produção energética está inerente à exploração dos recursos naturais como fonte energética.

A sua extração e utilização acarreta impactos inevitáveis que incluem emissão de poluentes gasosos, agravamento de fenómenos de acidificação de solos, aquecimento global, entre outros (Beer, 2000), que poderão ter influência na saúde humana, animal e outros ecossistemas, bem como comprometer as gerações futuras (Commission, 2003).

Na última metade de século, a procura crescente de energia, aliada ao preço flutuante do petróleo, fontes de energia incertas, impactes ambientais experienciados, alterações climáticas inerentes ao aquecimento global, tornam este tema uma preocupação constante para os líderes da União Europeia (UE)(da Silva, 2011). Grande parte da energia utilizada no mundo ainda é produzida a partir de combustíveis fósseis, como, carvão, gás natural e petróleo bruto. Apesar, de nos países desenvolvidos ter havido uma revolta quanto às fontes de energia renováveis, explorando energia solar, hídrica e eólica, ainda é insuficiente para compensar o consumo feito por países amplamente industrializados e em desenvolvimento (Silva & Gouveia, 2019).

Quanto ao setor industrial, ao longo do século XX, houve um aumento significativo da industrialização em todo o mundo. Além disso na segunda metade do século XX houve um rápido crescimento da população mundial. Em 2020, espera-se que o crescimento populacional e o impacto industrial no meio ambiente irá triplicar em comparação com 1950. Ao mesmo tempo, o consumo de energia mundial continuará a aumentar, em comparação com 1950 será 5,5 vezes maior. Essas taxas de crescimento ilustram a maneira que a atividade industrial aumentou, traduzindo-se assim uma taxa de crescimento de consumo de energia claramente superior ao crescimento da população mundial. Na figura 9, estão enunciados quatro gráficos com essa comparação.

Atualmente o consumo de energia é considerado um indicador chave de desempenho (*KPI*) para a evolução da industrialização. Na figura 9 (c) estão demonstradas as emissões globais de CO<sub>2</sub> e as temperaturas correspondentes. Também pode ser analisado na figura 10, que 1950 representa o início de uma era que as emissões de CO<sub>2</sub> é abundante. Assim, a correlação entre o crescimento populacional e o aumento significativo de energia na indústria é perfeitamente visível. Sendo estas emissões o processo de aquecimento da Terra acelerado pelo desenvolvimento tecnológico ocorrido após o final da Segunda Guerra Mundial (Silva & Gouveia, 2019).

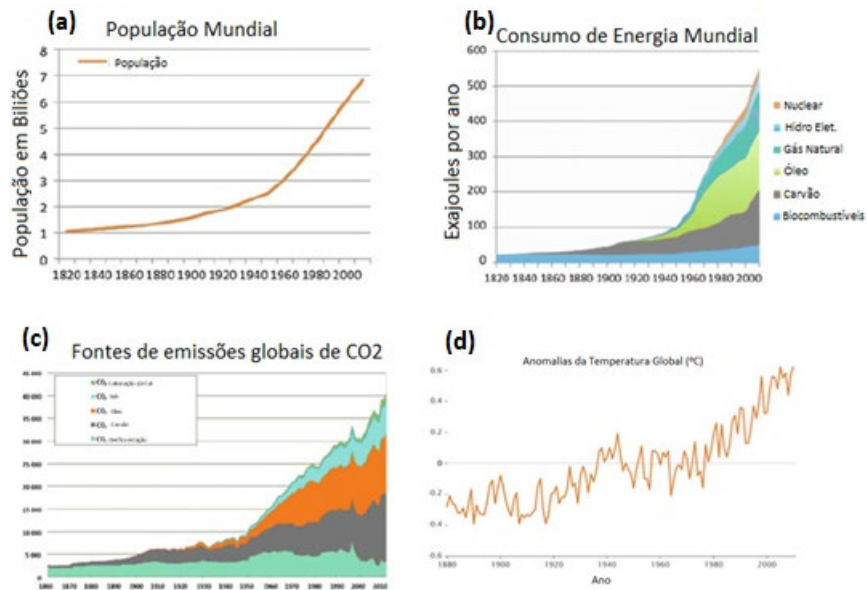


Figura 9 - (a) População Mundial, (b) Consumo Mundial de energia entre 1820 e 2020, (c) Emissões globais de CO<sub>2</sub>, (d) Subida de temperatura do planeta entre 1820 e 2020. Adaptado de TreeHugger (2017), JANCOVICI.COM (2017) e GISS.NASA.GOV (2017), respetivamente

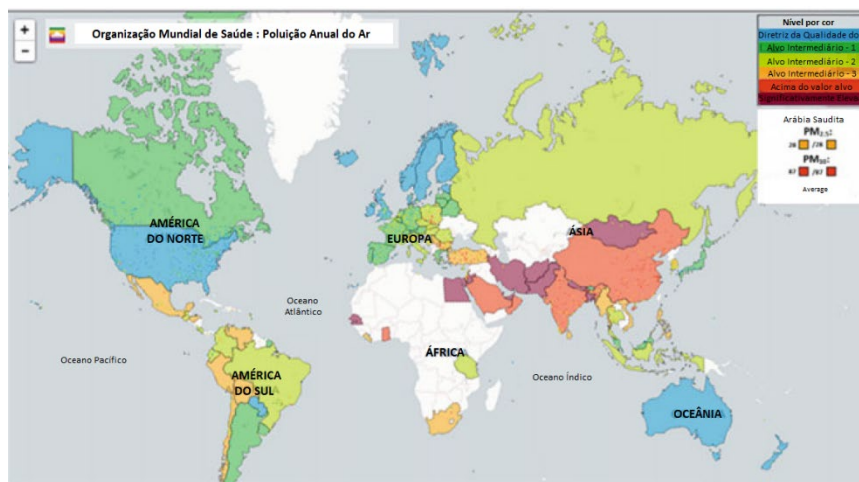
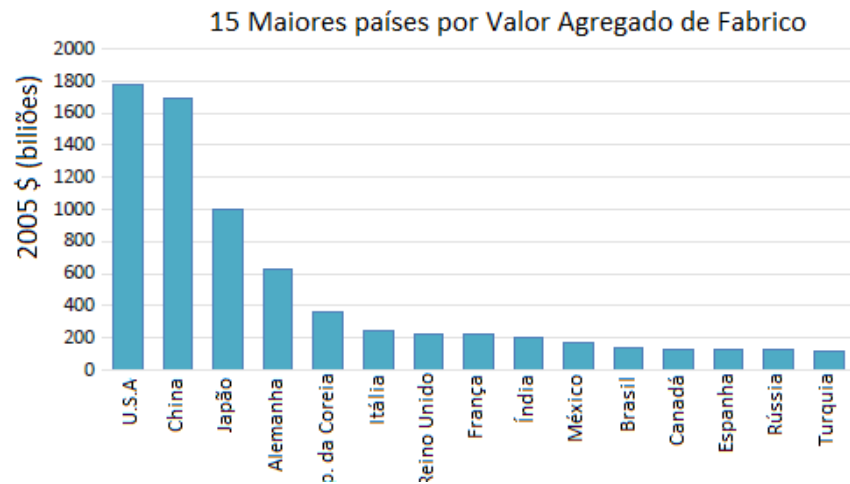


Figura 10 - Valor Agregado de Fabrico por país para os 15 países mais industrializados do Mundo (Adaptado: UNIDO 2016) e Poluição Anual no Mundo (Adaptado: AQICN.ORG 2015)

Os problemas associadas à gestão dos recursos energéticos residem, entre outros, em (da Silva, 2011):

- Variações de preço e disponibilidade energética, que levam a uma pressão constante sobre os consumidores particulares e indústrias, uma vez que pequenas alterações nos custos de produção acarretam alterações constantes no preço do produto;
- Alterações ambientais, associadas a diferentes ecossistemas, não só pela extração de recursos, mas também pela sua utilização;
- Ritmo a que são explorados os recursos para a sua produção, equilibrado com o seu consumo, que leva a um défice constante de energia, sendo que, consistentemente, a taxa de regeneração natural é inferior à taxa de exploração e consumo.

Por estes motivos, a redução do consumo de energia é uma estratégia que visa uma resposta sustentável. Para além disso, a redução do consumo de energia é uma forma exequível de diminuição dos impactos ambientais supramencionados.

Assim sendo, este assunto problemático tem vindo a ser alvo de estudo por parte da Comissão Europeia que, em 2007, apresentou uma proposta integrada de energia/clima, que contempla questões como o aprovisionamento energético, alterações climáticas e desenvolvimento industrial. Esta intervenção prevê que, até 2020, ocorra:

- Poupança de energia de 20%;
- Redução de 20% em gás de efeito de estufa (GEE);
- 20 % do consumo energético global da UE tenha origem em energias renováveis;
- 10 % dos combustíveis para transportes tenha origem em energias renováveis.

Para existir um controlo ambiental nas empresas, foi criada a norma ISO 14011:2015 que regula a gestão ambiental dentro do sistema empresarial. Trumpp, Endrikat, Zopf, and Guenther (2015) realizaram um estudo bibliográfico em que agruparam as diferentes perspetivas de cada autor, para avaliação do desempenho ambiental estabelecendo ao mesmo tempo um paralelismo com a norma ambiental. Este estudo permitiu concluir que existem predominantemente dois fatores para esta avaliação: Gestão Ambiental (método qualitativo) e o Desempenho Operacional Ambiental (método quantitativo). Esses dois fatores são subdivididos noutros fatores que podem ser analisados na figura 11 (Silva & Gouveia, 2019).

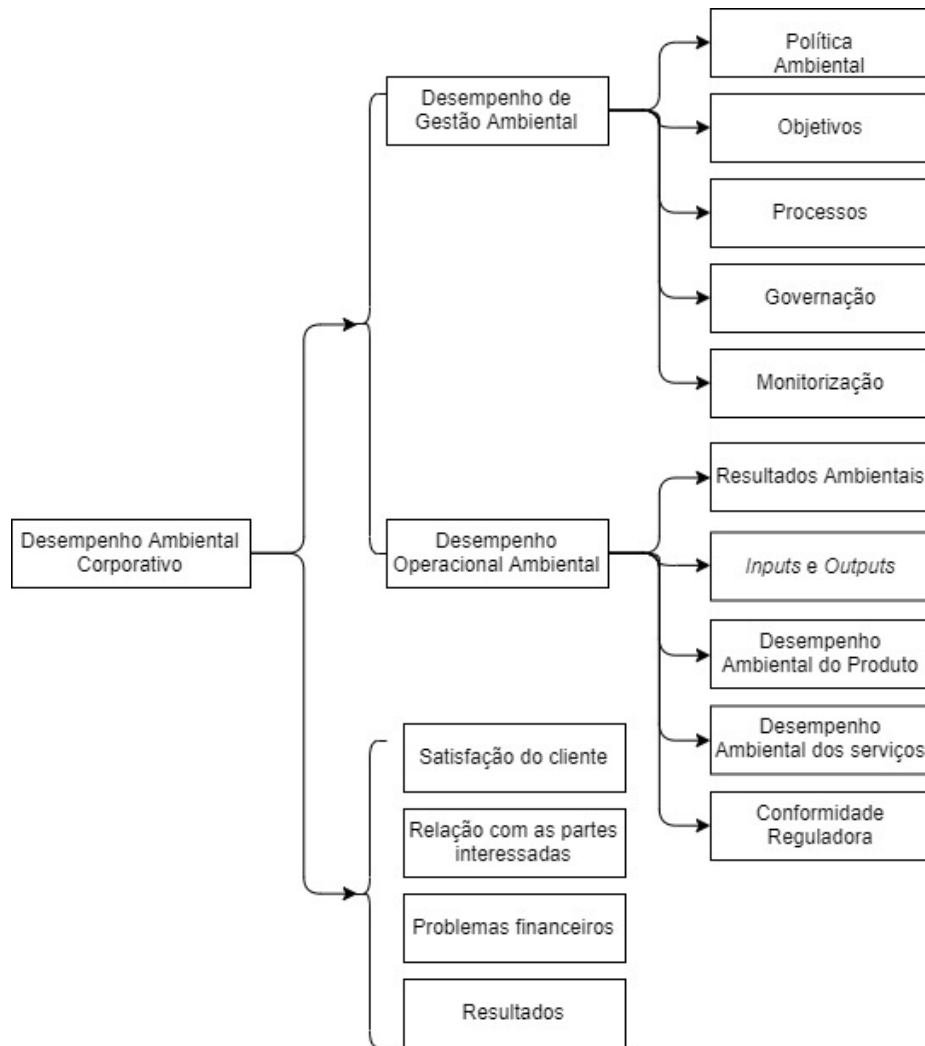


Figura 11 - Visão Geral dos diferentes fatores e subfatores que podem ser considerados em ambiente industrial (Adaptado: Silva & Gouveia, 2019)

Para além das medidas implementadas pelos órgãos reguladores, outras medidas têm vindo a ser implementadas ao longo do tempo, como é o exemplo da construção civil, em que a construção dos edifícios e seu projeto são idealizados com o objetivo de poupar energia, através de estratégias como utilização de vidros duplos com caixilharias de baixa transmissão térmica, utilização de bons isolamentos térmicos nas paredes e nas tubagens de água quente, entre outros (Agency, 2007).

Outra estratégia para alcançar uma elevada eficiência energética passa pelas alterações comportamentais e tecnológicas, relacionadas com o termo “Utilização Racional de Energia” (URE). Esta metodologia pressupõe a adoção de medidas para uma utilização racional de energia, tanto no sector doméstico, em todos os sectores de serviços e indústria. A URE contribuirá então para a redução do consumo de energia e das emissões de poluentes, prevenindo algumas das consequências já mencionadas.

A situação de Portugal nesta matéria, pode tornar-se preocupante, uma vez que não se apresenta como produtor de energia não renovável como petróleo, carvão ou gás natural. Para além disso, Portugal não detém capacidade de resposta hidroelétrica e eólica capaz de satisfazer o consumo de energia do país, motivo pelo qual se apresenta com elevada dependência energética importada.

Por este motivo, Portugal está a explorar a Estratégia Nacional para a Energia, que tem como fio condutor eixos como:

- Agenda para a Competitividade, Crescimento e Independência Energética e Financeira;
- Eficiência Energética em Edifícios de Serviços nível 10;
- Aposta nas Energias Renováveis;
- Promoção da Eficiência Energética;
- Garantia de Segurança de Abastecimento Energético;
- Promoção da Sustentabilidade da Estratégia.

Esta estratégia tem como meta final a utilização de energias renováveis, assim como o desenvolvimento e educação para a eficiência energética, de forma a suprir as necessidades do país. Através desta estratégia, pretende-se atingir um estado de autossustentabilidade energética que se traduz num aumento da competitividade e o crescimento económico do país.

A implementação da eficiência energética, contribui para um desenvolvimento sustentável, trazendo vantagens como:

- Diminuição dos impactes ambientais;
- Redução de resíduos gerados e poupança de água;
- Diminuição da poluição atmosférica;
- Aumento do conforto, da segurança e da produtividade no trabalho e redução do ruído;
- Diminuição da dependência energética externa;
- Diminuição dos custos associados à redução da procura energética;
- Aumento da competitividade económica nacional ao gerar novos postos de trabalho.

A mensuração destas vantagens, faz da eficiência energética um método vantajoso para qualquer ambiente com uso de energia, no entanto, apresenta ainda uma necessidade de incentivar o investimento em eficiência energética, por motivos do foro económico (Dincer, 1999).

No sentido da aplicação da eficiência energética, torna-se importante a monitorização da energia elétrica, no sentido de ser possível a coleção de informação que possa ser analisada pelo consumidor com o intuito de adotar estratégias que o levem a obter uma

utilização racional da energia, melhorando assim o seu rendimento e diminuindo o seu consumo.

Esta monitorização permite ao utilizador consciencializar-se acerca dos comportamentos que poderão influenciar negativamente o consumo energético.

Esta informação deverá ser registada num histórico, para o qual existem vários sistemas capacitados para o efeito, levando a um estudo dos padrões de consumo por parte de determinados equipamentos, ou de um modo geral, possibilitado ao consumidor adotar medidas e ações que alterem os mesmos.



# DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação do Grupo Salvador Caetano

3.2 Máquinas e Equipamentos

3.3 Implementação da metodologia TPM

3.4 Análise dos indicadores do *Overall Equipment Effectiveness*

3.5 Eficiência Energética da Cabina de Pintura

3.6 Análise das melhorias obtidas



### 3 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo é dedicado à análise e caracterização de toda a produção, desde o começo ao término de todo o processo na CaetanoBus, para uma melhor compreensão do processo de produção. O mesmo ordena sequencialmente a produção, começando pela secção de protótipos, pré-montagem, estruturas, acabamentos e 2ª fase de pintura.

De seguida, é feita a descrição detalhada do funcionamento do setor da manutenção, incorporado no setor de produção 1. Será igualmente caracterizado o estado atual do setor. É ainda feita uma análise ao histórico de dados relativos à parte da produção onde se irá iniciar a implementação da TPM, secção de protótipos, dado que se trata da secção mais controlada da empresa, facilitando a introdução e interiorização desta filosofia nos colaboradores, parte fundamental e fulcral para o sucesso da implementação. Posteriormente, são expostos os equipamentos em estudo e descritas as fases de implementação de cada ferramenta, de forma a alcançar os objetivos implementados pela filosofia TPM.

#### 3.1 Apresentação do Grupo Salvador Caetano

O grupo Salvador Caetano foi fundado em 1966, por Salvador Caetano. Já em 1946, com apenas vinte anos, Salvador Caetano, em parceria com mais dois sócios, fundou a sua primeira empresa, Martins & Caetano & irmão, Lda, que se dedicava ao fabrico de carroçarias em madeira e aço para autocarros.

Foi a primeira empresa em Portugal a utilizar madeira e aço no fabrico de carroçarias. Em mil novecentos e cinquenta e cinco, dedicou-se exclusivamente ao fabrico de carroçarias em metal, tornando-se assim na primeira empresa no setor a nível europeu. No ano de 1966, Salvador Caetano, individualmente, fundou uma unidade fabril em Vila Nova de Gaia. Devido à qualidade dos seus produtos, a empresa teve um crescimento exponencial, tanto a nível nacional como internacional. Para acompanhar este desenvolvimento, criou outra unidade fabril, na região de Ovar, com capacidade para produzir cerca de cinquenta unidades diárias.

A internacionalização do grupo foi iniciada com a criação de uma empresa em Inglaterra, para comercialização e assistência pós-venda de autocarros. Posto isto, a empresa começou a evidenciar-se no mercado, o que resultou na expansão internacional, tendo estado presente em trinta e sete países, três continentes, operando em mercados como o Reino Unido, Alemanha e Malawi, entre outros.

Atualmente, o Grupo Salvador Caetano encontra-se dividido em três *sub-holdings* e duas empresas na unidade de negócio da indústria, onde se encontra a CaetanoBus, S.A.

### 3.1.1 Apresentação da empresa CaetanoBus S.A.

A CaetanoBus S.A foi fundada em 2002, em parceria com o grupo germano-americano Daimler-Chrysler, dedicada ao fabrico de carroçarias de autocarros. Esta parceria visava consolidar conhecimentos adquiridos ao longo dos anos, por ambas as empresas, dando origem a uma nova empresa, para a qual transitaram colaboradores da empresa mãe, equipamento e as próprias instalações de Vila Nova de Gaia. Este aproveitamento de competências, tinha como principal objetivo transformar a empresa numa referência a nível do fabrico de carroçarias e autocarros para transporte público de passageiros. No início de 2010, foi posto término à parceria entre a CaetanoBus e a Daimler.

A CaetanoBus, produz carroçarias que, por sua vez, são montadas em chassis pré feitos nas marcas respetivas, como Mercedes, MAN, Toyota, Volvo e Scania. A empresa produz diversos tipos de carroçarias, consoante o objeto final de cada uma. Como se pode verificar nas imagens seguintes, modelo Levante (figura 12 – (a)), modelo produzido para o Reino Unido com volante à esquerda, modelo COBUS (figura 12 – (b)), modelo exclusivo para aeroportos, na (figura 12 – (c)) encontra-se o modelo E.City Gold, primeiro autocarro elétrico para transporte dentro das cidades, utilizado pelas maiores empresas de transportes portuguesas e por último, na (figura 12- (d)) o modelo Winner concebido para turismo intercidades e transporte escolar.



Figura 12 - (a) Modelo Levante, (b) Modelo COBUS, (c) Modelo E.City Gold e (d) Modelo Winner

A missão da empresa é produzir carroçarias e autocarros que satisfaçam ao máximo os utilizadores, melhorando continuamente os produtos e serviços através de gestão eficaz dos processos e da utilização eficiente dos recursos.



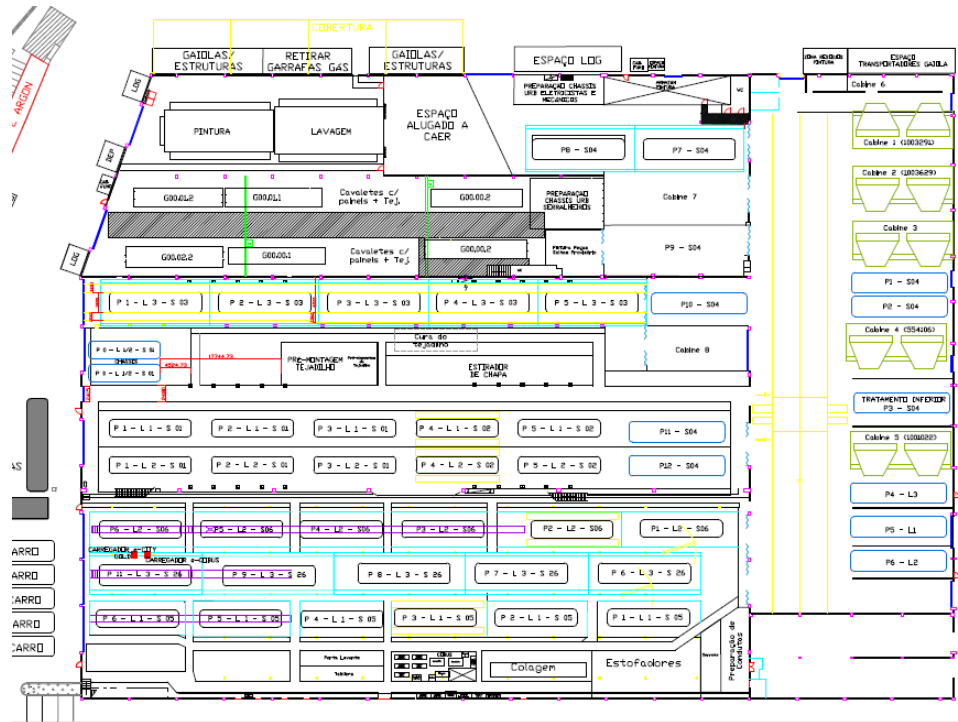


Figura 14 - Layout das linhas de montagem da CaetanoBus S.A (Consultado: CaetanoBus S.A.).

### 3.1.1.2 Descrição do processo de fabrico

O processo de fabrico é díspar de modelo para modelo, no entanto, existem alguns padrões constantes. Este capítulo aborda o processo produtivo no seu global, não fazendo referência a algumas etapas que não são comuns entre modelos diferentes.

Para o fabrico de uma carroçaria, esta deve passar por vários postos de trabalho, onde são realizadas diversas tarefas necessárias para o fabrico da mesma, sendo cada um destes postos e tarefas descritas na tabela 12.

### Secção Protótipos

Tabela 12 - -Descrição do processo da Secção de Protótipos

Processo	Objetivos
Realização de um protótipo do produto que permita definir os trabalhos normalizados, os meios e um primeiro balanceamento da linha.	Criação de um novo modelo, adaptado ao pedido de cada cliente.
Analisar as falhas existentes no roteiro criado inicialmente, conseguindo-se melhorias das condições iniciais e uma correta alocação dos materiais.	
Listagem de tarefas organizadas sequencialmente para a produção do modelo.	

## Secção Pré-Montagem

Nesta secção é onde se faz a pré-montagem dos componentes com ligação ao chassi. Pode-se consultar no diagrama da figura 15, as subsecções que compõem a secção de pré-montagem e as suas respetivas tarefas.

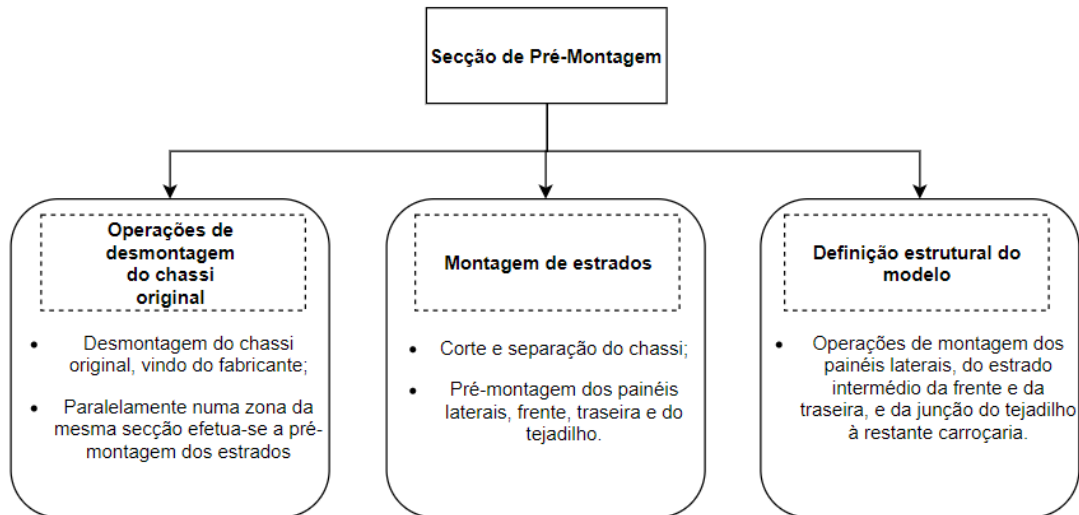


Figura 15 - Descrição do processo da Secção de Pré-Montagem

Na figura 16 é possível verificar o estado do veículo à saída da secção de pré-montagem.



Figura 16 - Secção de Pré-Montagem da empresa CaetanoBus

## Secção das Estruturas

Nesta secção são realizadas todas as operações de aplicação de tampas, chapa e fibras estruturais que compõem cada modelo. Na figura 17 encontra-se a sequência das tarefas de cada subsecção.

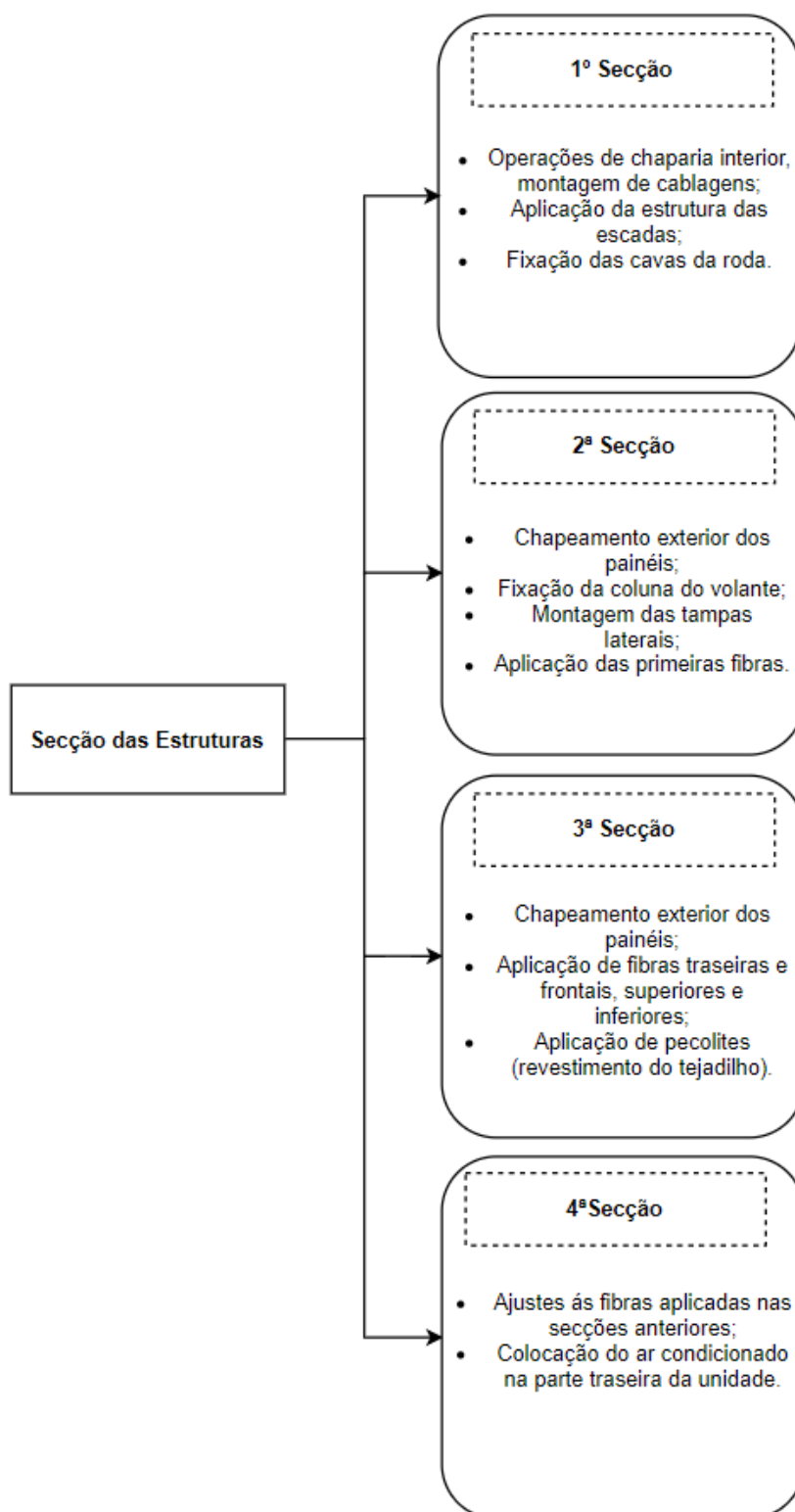


Figura 17 - Descrição do processo da secção das Estruturas

## Pintura

Esta secção é a única que opera vinte e quatro horas por dia, operando em três turnos, sendo considerada o *bottleneck* da produção.

Na figura 18, estão descritas as etapas e respetivas tarefas presentes em todo o processo de pintura de uma unidade.

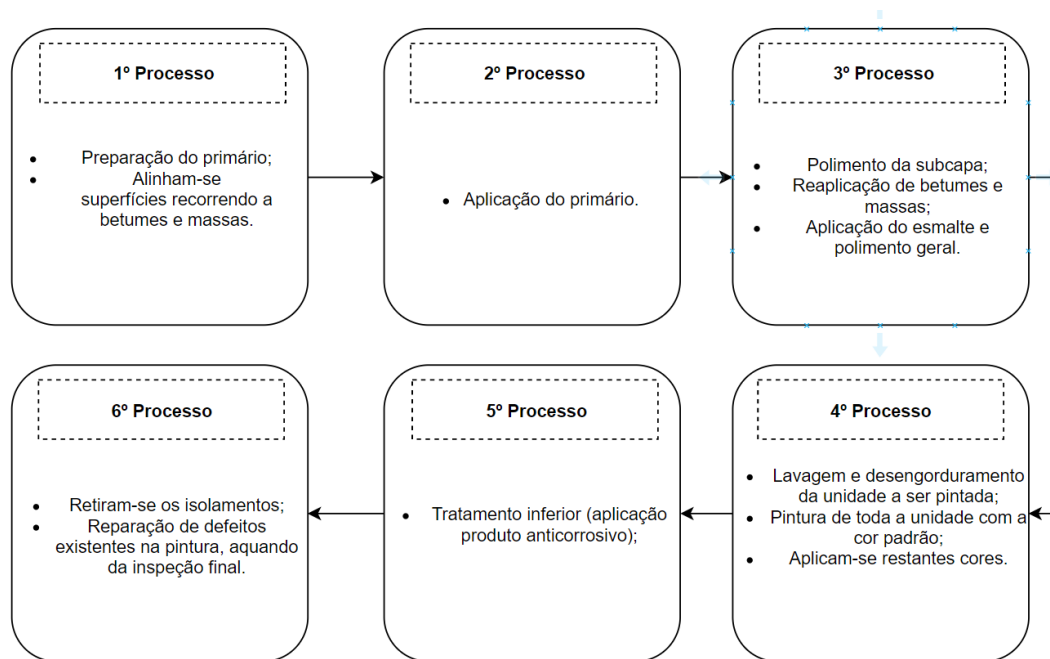


Figura 18 - Descrição das várias fases do processo na secção de Pintura

## Acabamentos

Nesta secção realizam-se operações que vão finalizar a produção da unidade sendo que, na sua maioria, são dedicadas ao aspeto estético, de *design* e conforto do produto.

Esta secção é dividida em cinco subsecções, conforme se pode visualizar na figura 19.

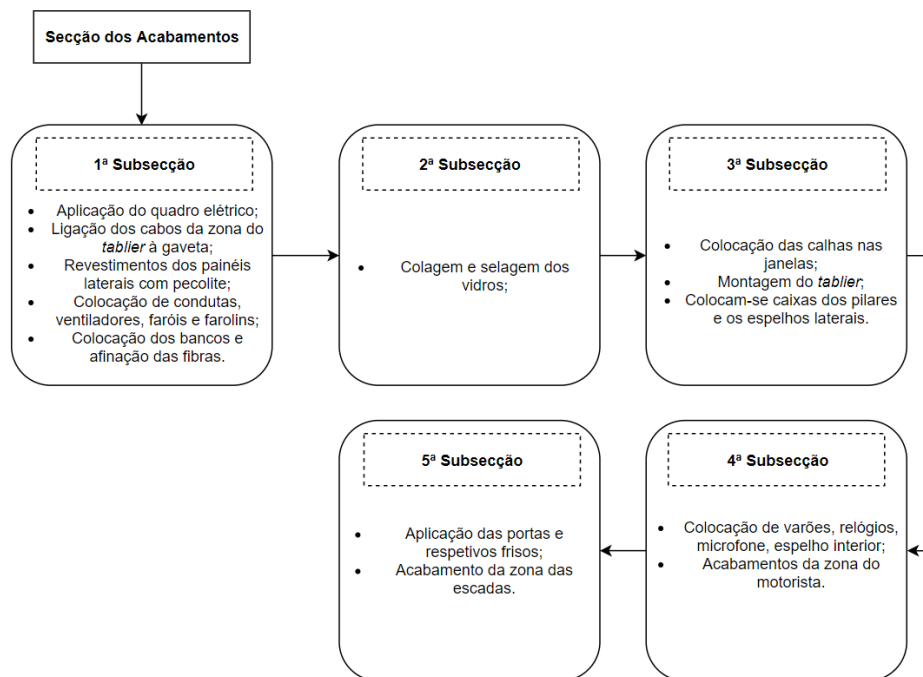


Figura 19 - Descrição das tarefas das várias subsecções da secção de Pintura

## Secção de preparação para entrega

Como última etapa, o autocarro entra na fase final da produção, certifica-se a unidade por agentes internos certificados para a avaliação, assim como se procede à limpeza e inspeção mecânica final.

### 3.1.1.3 A Manutenção na CaetanoBus – Estado Atual

Este subcapítulo aborda a descrição detalhada do funcionamento da secção da manutenção, pertencente ao Departamento de Produção 1.

A manutenção tem como missão coordenar todas as atividades, de forma a manter e preservar todos os equipamentos em plenas condições de operação, aumentando, assim, a fiabilidade dos equipamentos. Será feita uma breve descrição do estado atual, bem como a análise ao histórico de dados existentes neste setor.

Esta secção está organizada segundo o organograma presente na figura 20.



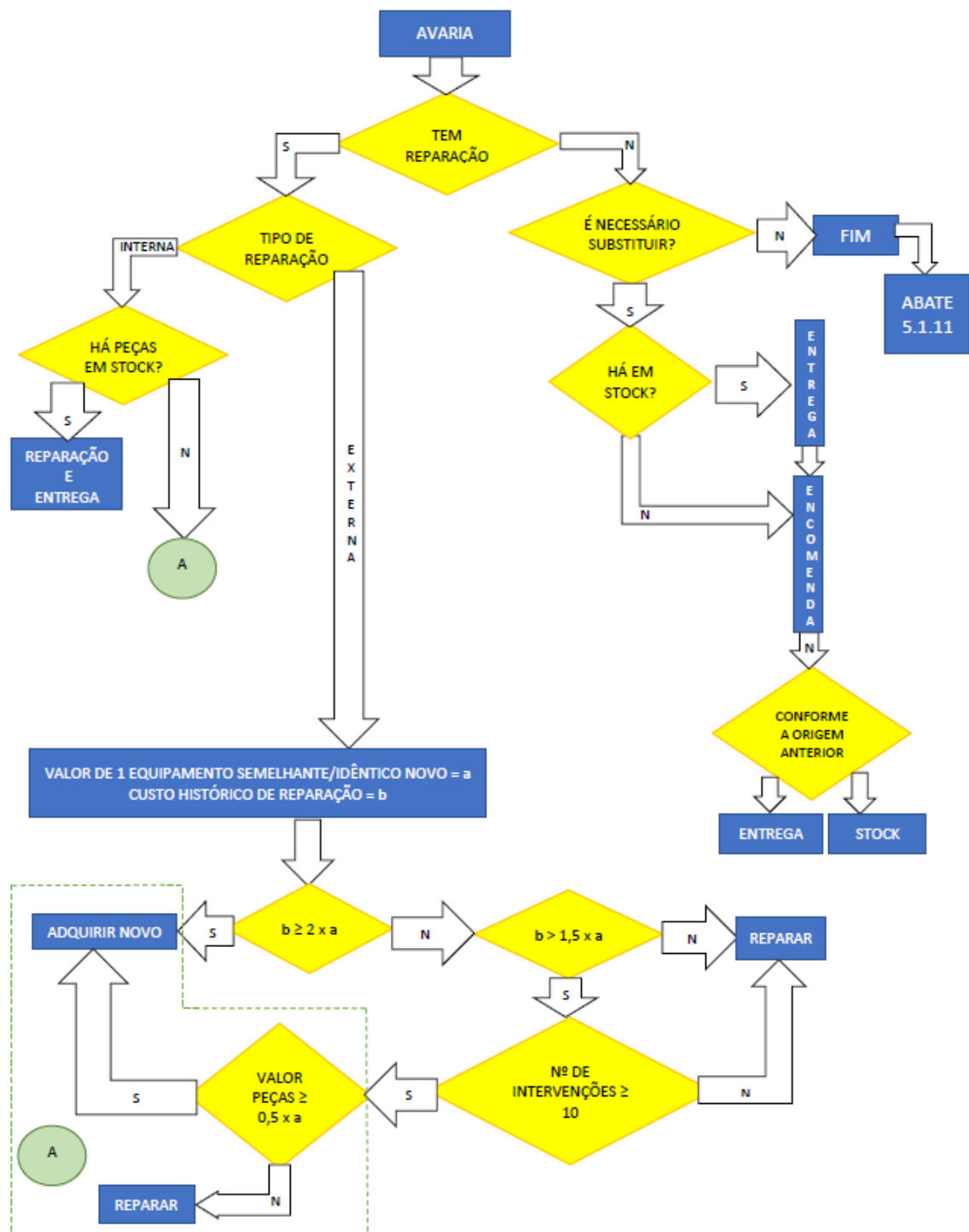


Figura 21 - Fluxograma de tarefas para ações de manutenção corretivas

De modo a elucidar este estudo, é necessária a compreensão da metodologia atual da empresa CaetanoBus, bem como uma análise aos equipamentos, de modo a quantificar a sua eficiência e possíveis perdas, e proceder a planos de melhoria para as reduzir e se possível, eliminá-las. Perceber o comportamento dos equipamentos ao longo dos anos,

em termos de disponibilidade para produção, da *performance* e da qualidade do produto final, é uma forma dos responsáveis poderem quantificar o estado atual da organização. Deste modo, facilitará a implementação da TPM, assim como caminhará no sentido de obter “zero perdas, zero desperdícios e zero acidentes”, e da melhoria contínua.

### 3.2 Máquinas e Equipamentos

Uma das componentes essenciais de uma empresa com um processo produtivo ativo, são as máquinas e os equipamentos. Um mau funcionamento das máquinas, levará a um processo produtivo moroso, podendo ainda dar origem a não conformidades das peças produzidas. No caso da empresa CaetanoBus, que ainda não aplica a TPM no seu quotidiano, optou-se por introduzi-la em ambiente controlado.

A secção de protótipos, ou secção 4027, foi a escolhida, tendo em conta o número de colaboradores limitado, cerca de 12 colaboradores. Outro motivo que levou a esta escolha, é o facto de alguns dos equipamentos presentes na secção serem bastante críticos relativamente a falhas, não só relacionadas com avarias, mas também com não conformidades no produto final. Uma vez que as avarias podem ocorrer durante o período de trabalho, e como a sua substituição é praticamente impossível, a sua avaria representa uma paragem do restante processo produtivo, devido à falta de materiais.

Os equipamentos com problemas mais críticos, dentro da secção de protótipos são apresentados nos próximos subcapítulos:

#### A. Quinadora

Na tabela 13, está um quadro-resumo de todos os detalhes técnicos da Quinadora.

Tabela 13 - Detalhes técnicos da Quinadora

Descrição	Dados	Unidades
Equipamento	Quinadora	-
Marca	BayKal	-
Modelo	APHS	-
Capacidade de Quinagem	4	ton
Motor Principal	3 x 380	V
Dimensões (c x l)	3116 x 300	mm

Este tipo de equipamento apresenta uma manutenção simples, visto que o número de partes móveis é reduzido, diminuindo assim o desgaste de peças.

Uma das maiores desvantagens deste equipamento, é o facto de a máquina ter sido comprada em segunda mão a uma empresa de origem turca, representando elevados custos de transporte para o país da empresa de fabrico, levando a uma falta de apoio por parte da marca. Estes fatores implicam um processo de reparação prolongado,

aquando qualquer reparação externa, trazendo prejuízos a nível de produção. Na figura 22, é possível observar uma foto do equipamento.



Figura 22 - Quinadora

### B. Serrote Automático

Na tabela 14, são enunciados todos os detalhes técnicos do serrote automático.

Tabela 14 - Detalhes técnicos do Serrote

Descrição	Dados	Unidades
Equipamento	Serrote Automático	-
Marca	MakiMAK	-
Modelo	ST 320GLH	-
Dimensões da fita	4160 x 27 x 0.9	mm
Motor Principal	1.50	kW
Bomba de refrigeração	0.12	kW
Velocidade de corte	20 – 30 – 50 – 70 - 85	m/min
Peso	1960	kg
Dimensões (comprimento)	2400	mm
Ângulos de corte	30°, 45°, 60°, 75°, 90°	° (graus)

A secção 4027 possui uma serra elétrica automática, tendo elevado uso durante o tempo de trabalho. Por vezes é utilizada por vários colaboradores, alguns com escassas qualificações para o trabalho em questão, provocando assim avarias por má utilização, para além das avarias por falta de manutenção. Para além disso, os seus utilizadores não estão a par do período nem das tarefas de manutenção necessárias ao contínuo bom funcionamento do equipamento. Aquando de alguma avaria do equipamento, uma nota de reparação é registada em sistema SAP, por consequência, é comunicado ao departamento de manutenção, que se encarrega de avaliar o motivo e tipo de avaria.

Caso seja viável solucionar internamente, procede-se à reparação, caso seja algo mais específico, além da capacidade e qualificações do colaborador da manutenção responsável pelo equipamento, ou algum problema não viável economicamente, é chamada a empresa de fabrico da mesma. Na figura 23, é possível visualizar uma imagem do Serrote Automático.



Figura 23 - Serrote Automático

### C. Guilhotina

Seguidamente, são apresentados na tabela 15 os dados técnicos referentes à guilhotina.

Tabela 15 - Detalhes técnicos da Guilhotina

Descrição	Dados	Unidades
Equipamento	Guilhotina	-
Marca	Adira	-
Modelo	GHL – 03.20	-
Comprimento das lâminas	2100	mm
Potência motor principal	3	kW
Comprimento nominal de corte	2050	mm
Espessura de corte máx.	3.25	mm
Peso	2500	kg

Esta máquina é dedicada ao corte de chapa que, dependendo do tipo de material e da velocidade de corte, pode cortar chapas até 3,25 mm de espessura (velocidade de corte normal e aço macio). A carga sobre o equipamento não é muito elevada, ainda que seja a única na secção e em toda a fábrica. Este facto deve-se ao modo como as chapas são adquiridas, dado que grande parte já vem com as medidas necessárias.

Tem uma manutenção simples, pois o número de partes móveis é reduzido. A manutenção mais recorrente é a mudança de lâmina, que é a peça mais sujeita a desgaste. Outro aspeto importante neste equipamento é a barreira de segurança traseira, que carece de verificação diária da sua integridade, pois, caso não esteja operacional, põe em causa a segurança do operador, o que vai contra um dos ideais da empresa. Na figura 24, está presente uma foto do equipamento.



Figura 24 - Guilhotina

#### D. Cabina de Pintura

Seguem na tabela 16 os detalhes técnicos da cabina de pintura.

Tabela 16 - Detalhes técnicos da Cabina de Pintura

Descrição	Dados	Unidades
Equipamento	Cabina de Pintura	-
Marca	novaEra	-
Modelo	CONQUER 4200	-
Potência térmica máx.	160.000	Kcal/h
Temperatura de cozimento	60°	° (celsius)
Tipo de combustível	metano	-
Potência eléct. instalada admissão	4	kW
Potência eléct. instalada extração	5.5	kW
Capacidade da Grelha	600	kg
Caudal de ar de admissão	17.000	m <sup>3</sup> /h
Caudal de ar de extração	18.000	m <sup>3</sup> /h

A estufa de pintura tem pouco uso na função de pintura, representando um papel fulcral na lixagem, ao qual se dedica na sua maioria. Os colaboradores que tenham necessidade

de lixar alguma peça, fazem-no dentro da estufa para evitar a exposição dos restantes colaboradores ao excessivo pó criado.

Este equipamento, de entre todas as estufas existentes na empresa, é das mais antigas, sendo assim pouco evoluída tecnologicamente, motivo pelo qual agrega elevadas perdas. A experiência adquirida com este equipamento não é muita, no entanto é perceptível que é mecanicamente simples, sem muitas peças móveis. Para além disso, necessita de grande manutenção a nível de componentes de desgaste, como filtros, limpeza da estufa e eventuais fugas do interior para o exterior da estufa (causa a despressurização). Na figura 25, está presente uma imagem da Cabina de Pintura.



Figura 25 - Estufa de Pintura

### Registo e Gestão da Informação

O registo, tratamento e gestão da informação apresenta algumas deficiências, que começam pela forma como a informação é recolhida e registada. A informação é registada tanto a nível informático, em *software* SAP, como em formato manual, em papel, conforme é possível visualizar nas figuras 26 e 27. Estas imagens poderão ser consultadas em formato ampliado nos anexos 6 e 7, respetivamente.

Na tabela 17, estão enunciados todos os problemas encontrados no registo de informação.

Figura 27 - Registo da informação manual

Figura 26 - Regista da Informação em SAP

Tabela 17 - Problemas nos registos de avarias

Problema	Explicação
Falta de informação da avaria	Aquando ao preenchimento do relatório de avaria, falta de descrição do tipo de avaria, e respetivos componentes avariados.
Data de Início e Data de fim	Todas as avarias são abertas no início do dia e fechado no próprio dia, sendo ou não resolvidas. Impossibilitando assim a construção de indicadores capazes de controlar e medir o estado do processo produtivo.
Falta de registo do material utilizado	Conforme se pode visualizar nas figuras 27e 28, na maioria dos relatórios de avaria não existe indicação do material utilizado, dificultando a tarefa de controlo de stocks de material para reparações.

Todos estes problemas não advêm diretamente do *software* ERP utilizado, mas sim da componente do utilizador. Como forma de melhoria, poder-se-á dar formação em SAP aos utilizadores, ou como opção, os desenvolvedores do *software* poderiam criar uma função no sistema de *software* que não deixasse fechar as ordens de reparação sem que todo o registo da informação fosse preenchido.

### 3.3 Implementação da metodologia TPM

Para que a implementação dos pilares da casa TPM fosse sustentada, tiveram de ser criadas condições de forma a tornar a base sólida. Por isso, foi necessário cimentar a ordem, a limpeza e a organização.

O OEE dos equipamentos críticos da secção não era calculado. Outro fator bastante importante, dos mais difíceis de implementar, foi a motivação dos colaboradores, já que não se mostraram abertos à sua implementação, maioritariamente por falta de informação quanto à filosofia TPM. Este facto torna essencial a formação dos utilizadores para conhecimento sobre a metodologia, bem como a sua motivação.

#### 3.3.1 5S

Para uma bem-sucedida implementação da TPM, é necessário os 5S estarem bem impostos.

##### 1ºS- Seiri (Senso de Utilização)

Nesta primeira etapa, foi separado o necessário do desnecessário. Em conjunto com o operador do equipamento, todas as ferramentas adjuvantes ao equipamento que estão degradadas, foram repostas por novas. Os equipamentos que não são necessários ao desempenho da função em questão, foram eliminados. Na figura 28, está enunciado a prática do Senso Utilização no Serrote Automático.

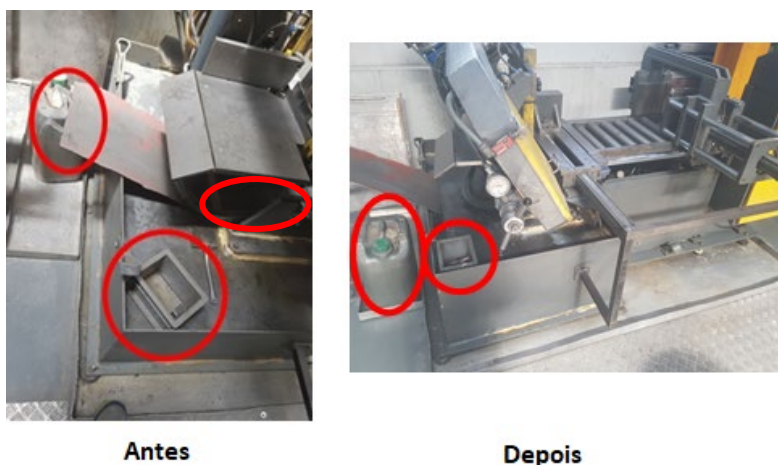


Figura 28 - Exemplo do 1ºs, Seiri

##### 2ºS- Seiton (Senso de Organização)

Como segundo “S”, foi tido em atenção a organização. Tornou-se essencial dividir todas as ferramentas e utensílios por diferentes tarefas, e arrumá-las de uma forma organizada. Como se pode visualizar na figura 29, foram criados quadros, com a geometria da ferramenta demarcada, possibilitando a sua organização e lugar específico com o respetivo nome do utensílio gravado.

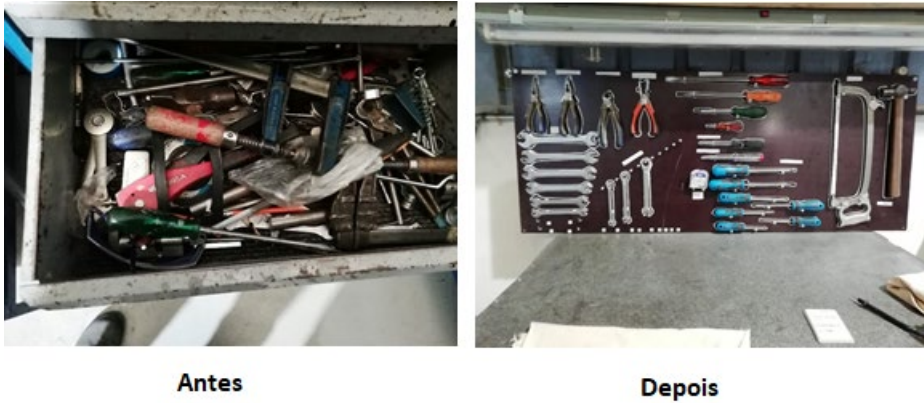


Figura 29 - Exemplo do 2ºS, antes e depois da aplicação

O objetivo desta etapa é eliminar desperdícios, aumentar a produtividade e a qualidade do produto final, colocando as ferramentas e todo o material necessário ao desempenho da função ao alcance do operador que executa as tarefas. Todas as ferramentas e utensílios essenciais ao bom desempenho da tarefa, devem estar no posto de trabalho ou local de fácil alcance. Para o efeito, procedeu-se à criação de carrinhos, figura 30, que possam acompanhar o operador posto a posto, com todo o material necessário à execução da tarefa. Esses carrinhos possuem também toda a matéria prima que, segundo o planeamento de trabalho, será necessária à boa execução da tarefa. Possibilitam também acondicionar todas as ferramentas de uma forma organizada e cuidada, utensílios para a limpeza e utensílios necessários para todas as atividades de manutenção preventiva do equipamento, como por exemplo óleo lubrificantes.



Figura 30 - Carrinho de apoio ao operador

### **3ºS- Seiso (Senso de Manutenção)**

Para a terceira etapa, o objetivo passou pelo senso da limpeza do local de trabalho. Esta etapa foi dividida em dois objetivos: limpeza diária e limpeza semanal aprofundada. Este ritual fomenta a utilização e limpeza pormenorizada de cada material por parte dos

operadores, abrindo portas para a percepção de anomalias ou avarias dos mesmos aquando da limpeza semanal.

O primeiro passo consistiu na criação de um plano de limpeza diária, tanto a nível do equipamento, como ao seu meio envolvente. Já na segunda etapa, foi nomeado um colaborador da manutenção, que a cada sexta-feira ao final do turno, às 16 horas 30 minutos, ficará encarregue de fazer uma limpeza ao meio envolvente da máquina, com produtos específicos para a limpeza (produtos abrasivos), bem como da limpeza aprofundada (exterior e interior) do equipamento.

#### **4ºS- Seiketsu (Senso de Normalização)**

Esta etapa, foi uma das mais difíceis de implementar, já que depende do colaborador e, por vezes, a gestão de pessoas torna-se mais complexa do que a gestão de equipamentos. A empresa já se encontra preparada em relação a este parâmetro, disponibilizando balneários com chuveiros e cacifos para cada colaborador, permitindo assim um bom nível de asseio, e higiene pessoal. Para colmatar esta etapa, fornece fardas individuais para cada colaborador, tanto para protecção e segurança, como questões de limpeza e higiene pessoal, não impondo limites na quantidade, nem na periodicidade de requisição de vestuário para cada colaborador.

#### **5ºS- Shitsuke (Senso de Disciplina)**

Como último parâmetro, o Senso de Disciplina, foi o parâmetro mais desafiante de implementar. Para uma implementação bem sucedida, é extremamente importante a divulgação da filosofia 5'S, o seu objetivo e significado de cada S, permitindo que cada colaborador entenda e pratique esta metodologia. Partindo do princípio que a disciplina parte de cada um, para tal acontecer é necessário inculcar informação e motivar os colaboradores para que a implementação seja benéfica e eficaz em todas as suas vertentes.

### **3.3.2 Implementação dos pilares da metodologia TPM**

Neste subcapítulo, vai ser apresentado o modo como se procedeu à implementação da TPM. A sua implementação é um processo moroso por si. Já os últimos passos da filosofia não foram desenvolvidos na sua totalidade, pois, o tempo de duração do estágio não o permitiu.

Para o desenvolvimento da metodologia, é necessária a elaboração de um plano a longo prazo, com bases cimentadas para conclusão com sucesso. Os principais objetivos da implementação da TPM na empresa CaetanoBus serão:

- Introdução da manutenção autónoma na secção 4027;
- Melhoria da manutenção preventiva, através da experiência do colaborador, e respetivo seguimento do manual que acompanha cada equipamento;

- Formação dos colaboradores para a importância do cumprimento das tarefas que visam o aumento da duração de vida dos equipamentos, tendo em vista a prevenção de avarias que possam atrasar a produção por incapacidade do equipamento.

O plano de implementação da TPM e suas correspondentes etapas, são descritas na tabela 18.

Tabela 18 - Plano de Implementação da TPM (Nakajima, 1988)

<b>Fases</b>	<b>Etapas de Implementação</b>
Preparação	1 – Comunicação dos órgãos superiores da intenção da implementação da metodologia TPM
	2 – Divulgação pela empresa aos colaboradores sobre a TPM
	3 – Formação e treino sobre a metodologia TPM
	4 – Organização de equipas TPM
	5 – Identificação das grandes perdas e dos objetivos
	6 – Elaboração de um plano diretor para uma boa execução de implementação da TPM
Introdução	7 – Lançamento do Projeto TPM
Implementação	8 – Limpeza profunda e análise de zonas mais sujeitas a sujidade e com difícil acesso
	9 – Coordenação para um aumento de eficácia dos equipamentos estudados, por parte da secção de manutenção CaetanoBus
	10 – Programa de melhorias específicas
	11 – Programa de manutenção autónoma
	12 – Programa de manutenção planeada/preventiva
	13 – Educação e treino dos operários
	14 – Melhoria do sistema de gestão e controlo
	15 – Manutenção da Qualidade
	16 – Segurança, Higiene, Saúde e Meio Ambiente
Consolidação	17 – Execução em pleno da metodologia TPM

De seguida, é apresentado na figura 31 um diagrama, para ilustração de todas as fases até à implementação da metodologia TPM.

Assim, tendo em vista a aplicação das normas supramencionadas, são descritas as fases de implementação da TPM, de acordo com as suas principais características, em simbiose com as necessidades estudadas na empresa CaetanoBus S.A.

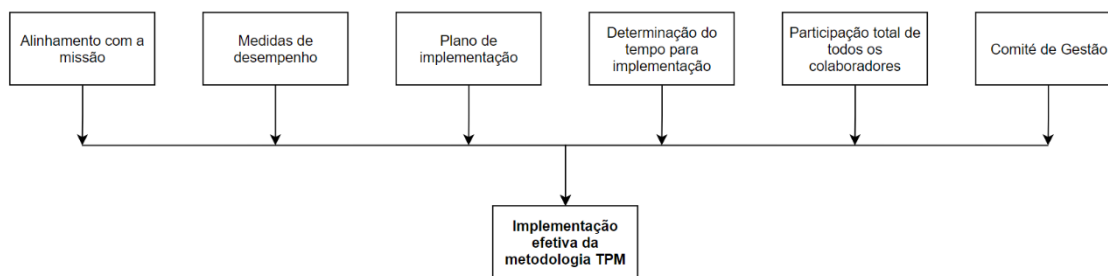


Figura 31 - Diagrama para implementação da metodologia TPM

## Fase de Preparação

**Etapa 1** - Comunicação dos órgãos superiores da intenção da implementação da metodologia TPM.

Como primeira etapa, foi necessária a iniciação por parte dos órgãos superiores e seus *stakeholders* (toda a parte interessada dentro de uma empresa). Os mesmos, em conjunto, tomaram a decisão de implementar a TPM.

Esta decisão deve ser definitiva, bem programada e anunciada com confiança e motivação.

Posto isto, os órgãos superiores comunicam a todos os colaboradores, que a iniciação deste projeto trará valor à empresa e benefícios para todos. Comprometem-se, ainda, a ajudar, esclarecer dúvidas e solucionar qualquer problema que surja no seguimento da implementação da metodologia.

Toda esta divulgação deve ser transmitida com confiança, visando ultrapassar as inseguranças que possam advir por parte dos colaboradores. Uma equipa deve ser confiante, convicta e otimista, para favorecer o sucesso do projeto.

Caso a direção de topo não ficasse totalmente comprometida e ciente do projeto, a mesma não teria bases para continuar. Caso os líderes não assumam um papel seguro, na gíria popular “*não ataquem o problema de raiz*”, não vai ser possível a sucesso da mesma.

**Etapa 2** - Divulgação pela empresa aos colaboradores sobre a TPM.

O objetivo desta etapa foi difundir entre os colaboradores a intenção de implementação da filosofia TPM. Foram feitos panfletos de divulgação, enunciando os principais objetivos, como as melhorias que se vão repercutir no futuro e vantagens que trará para os mesmos. Foram também afixados cartazes nas áreas de lazer, alusivos à metodologia, para que a ideia se comece a espalhar pelos colaboradores, diminuindo assim a rejeição por parte dos mesmos, para que se consiga atingir o maior número de colaboradores, caminhando para a sintonia. Estes fatores virão a traduzir-se numa mais fácil implementação e uma redução no tempo de implementação.

**Etapa 3** - Formação e treino sobre a metodologia TPM.

Nesta fase, o importante é a formação e educação do colaborador perante a metodologia. Consiste na execução de atividades de treino e sensibilização de todos os

colaboradores, através de palestras, reuniões e outros meios de sensibilização interna. No anexo 1 é visível um dos documentos apresentados na palestra inicial, os processos de implementação, a ideia de toda a filosofia e a importância do operador.

O treino foi diferente, mediante o tipo e vontade de cada operador. Na altura de implementação, existiam colaboradores mais entrosados com as ideias TPM do que outros. Aos mais resistentes, foi dado um maior número de palestras, até a equipa formadora estar convicta que os mesmos já estavam preparados para receber a metodologia. Foi realizada uma auditoria para confirmar o nível de conhecimentos e convicção de cada operador perante a filosofia.

#### **Etapa 4 – Organização de equipas TPM.**

A estrutura de promoção, é composta por pequenos grupos distribuídos por toda a organização empresarial. Existe um grupo líder, que se divide em subgrupos. Cada subgrupo tem um membro integrante do grupo principal, pois assim permite o desdobramento das políticas e objetivos da gestão de topo em toda a empresa (Suzuki, 1994).

De seguida, na figura 32 é demonstrado a composição por hierarquias da equipa principal TPM.

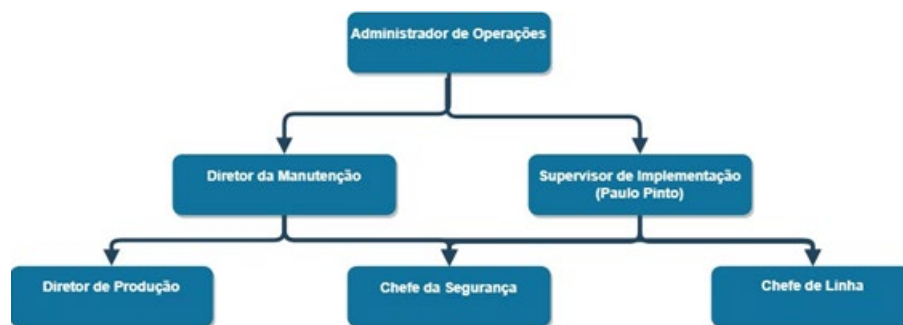


Figura 32 - Fluxograma da composição da equipa principal da metodologia TPM

Tendo a equipa principal TPM já criada, existiu a necessidade de criar uma equipa no terreno, neste caso só se procedeu à criação de uma única equipa.

Na figura 33 é possível verificar-se a composição do grupo secundário, comprovando-se também a inclusão de membros pertencentes ao grupo principal para se conseguir o desdobramento referido.



Figura 33 - Composição da equipa secundária de implementação da metodologia TPM

#### **Etapa 5** – Identificação das grandes perdas e dos objetivos.

Como fase inicial desta etapa, foi necessário estabelecer objetivos a atingir com a implementação da TPM. Definir o objetivo principal, e outros associados.

Outra finalidade, foi encontrar as maiores perdas presente nos equipamentos da secção 4027, quer devido a avarias, quer perdas devido à disposição das máquinas.

#### **Etapa 6**– Elaboração de um plano diretor para uma boa execução de implementação da TPM.

Após a divulgação feita, de toda a filosofia imposta aos colaboradores, quantificaram-se os gastos adjacentes à filosofia, tendo em consideração todos os custos, desde o início à fase de consolidação. Posto isto, iniciaram-se os trabalhos no terreno (Plano principal de ação), dando origem ao desenvolvimento da fase seguinte: Fase de Implementação (Etapa 7).

### **Fase de Introdução**

#### **Etapa 7** - Lançamento do Projeto TPM.

A partir desta etapa, deu-se início à implementação da filosofia TPM. Foram dadas as primeiras palestras, reuniões e ações de formação aos colaboradores da secção de protótipos.

Foi feita a primeira auditoria para analisar vários aspetos, como:

- Definir qual o comprometimento da Gestão de topo para com o programa;
- Verificar se os objetivos se encontravam em sintonia com a direção;
- Rever e verificar o plano principal de implementação.

## Fase de Implementação

### **Etapa 8** - Limpeza profunda e análise de zonas de maior sujidade e difícil acesso

Esta etapa deu início a procedimentos no chão de fábrica.

Foi necessário analisar equipamento a equipamento, com o intuito de proceder a uma limpeza a fundo, identificar locais de maior sujidade e equacionar a necessidade de fazer alterações ao equipamento para facilitar a reparação em caso de avaria em zonas de difícil acesso.

A análise dos equipamentos teve início na Quinadora, conforme se pode visualizar na figura 34 (a), (c) e (d). O equipamento encontrava-se com bastante pó, pelo facto de se executar elevado trabalho de lixagem na secção de protótipos. Foi encontrada uma fuga na válvula de drenagem (Figura 34 (b)).

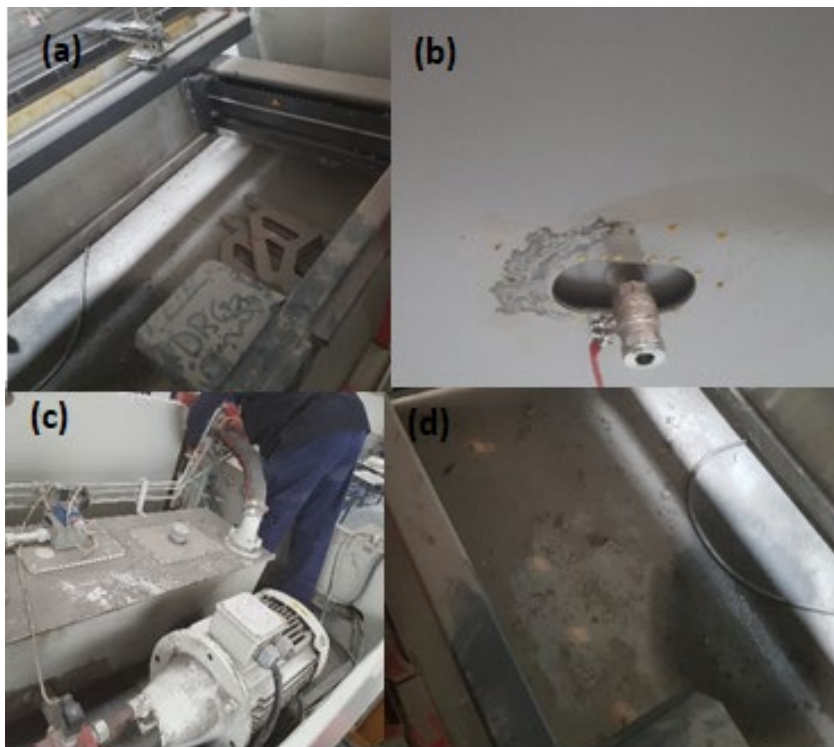


Figura 34 - Estado da Guilhotina antes da implementação da metodologia TPM: (a) estado do interior, (b) estado válvula de drenagem, (c) estado da parte superior e (d) estado do chão da parte interior

Podemos constatar na figura 34 (d), na área imediatamente abaixo da válvula constata-se uma grande quantidade de óleo depositado, que favoreceu a confirmação da fuga na válvula, bem como permitiu tirar ilações acerca da falha da manutenção do equipamento.

Seguidamente, foi analisado o Serrote de Fita. Como referido anteriormente, representa uma das máquinas com maior uso por parte da secção, estando assim sujeita a um maior desgaste. Na avaliação feita, constatou-se que os rolos de guiamento não exerciam o seu propósito corretamente, devido à presença de limalha entre os rolos. Constatou-se também que praticamente não existiam os niveladores dos pés, causando um desnivelamento do equipamento. Verificou-se que o desnivelamento se deve à existência de uma quantidade avultada de óleo, o qual corroeu a borracha dos niveladores, causando as falhas verificadas.



Figura 35 - Imagens do processo de limpeza ao serrote de fita: (a) processo de limpeza do corpo da máquina e (b) processo de limpeza do tabuleiro inferior do equipamento

Foi também necessário identificar a origem da fuga de óleo mencionada acima. Para esta investigação, foi feito um Diagrama de Ishikawa com todas as causas possíveis, diagrama mostrado na figura 36.

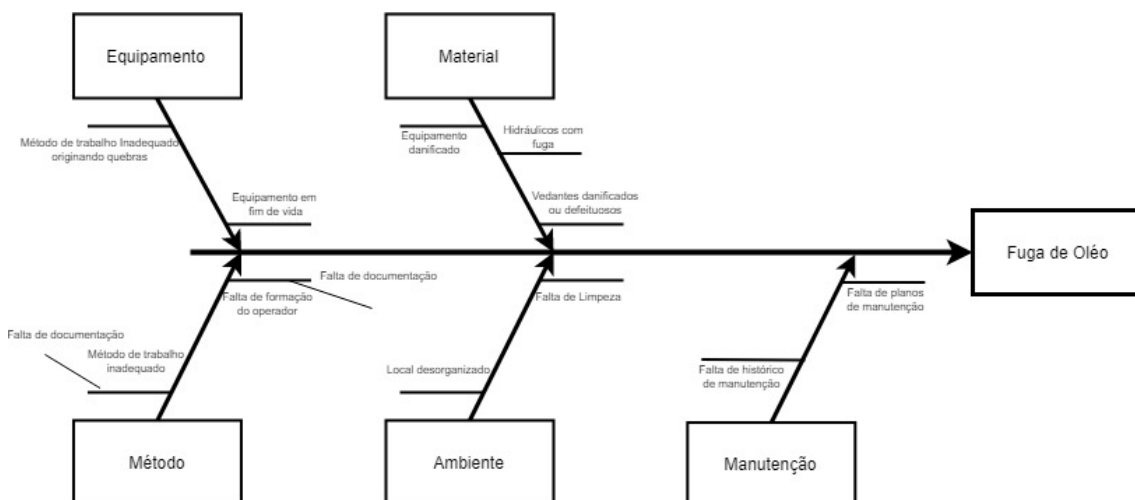


Figura 36 - Diagrama de Ishikawa para determinar fuga de óleo no Serrote Automático

Posto isto, foi contactado o fabricante do equipamento para uma análise técnica pormenorizada, no sentido de apurar a causa do problema, que residia no pistão de tensionamento, substituído de imediato.

Terminada a análise anterior, procedeu-se à limpeza e inspeção da Guilhotina. Este equipamento encontrava-se num bom estado de conservação, apresentando simplesmente algumas marcas de desgaste devido ao uso. Uma das marcas de desgaste é o desnivelamento em relação ao chão. Para além disso, conforme se pode verificar pela figura 37, (a), (b) e (c), a máquina encontrava-se coberta de pó em toda a sua extensão, e apresentava uma simples anomalia nos sensores da vedação de segurança.

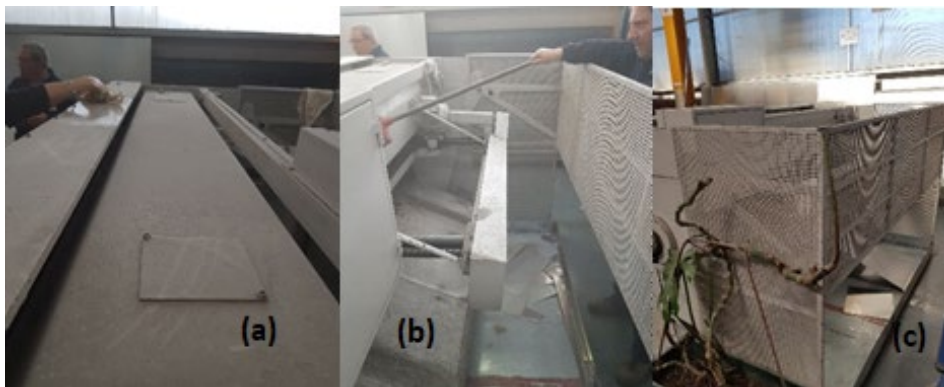


Figura 37 - Limpeza da Guilhotina: (a) parte superior no estado inicial, (b) parte interior no estado inicial e (c) aspeto geral da guilhotina

Foi então nivelada, através de calços feitos pela secção da manutenção. A lâmina de corte foi pintada e lubrificada, conforme ilustram as figuras 38 e 39, o antes e o depois, respetivamente.



Figura 38 - Antes da limpeza e pintura da Guilhotina



Figura 39 - Depois da limpeza e pintura da Guilhotina

Por último, foi analisada a estufa de pintura. Constatou-se que filtros de chão estavam bastante degradados, sinal de pouca manutenção. Uma válvula não estava funcional e, mais uma vez, as paredes com pó acumulado. A nível de desempenho, não apresentava qualquer avaria, executando as tarefas de modo funcional, sem necessidade de

reparações a nível de componentes internos. Na figura 40, encontram-se imagens da estufa de pintura antes da limpeza.



Figura 40 - Estado da Estufa de Pintura antes da Limpeza

### **Etapa 9** - Coordenação para um aumento de eficácia dos equipamentos estudados.

Foi organizada uma equipa de trabalho, combinando o setor da manutenção com o setor da secção 4027, de modo a selecionar possíveis equipamentos que apresentem perdas recorrentes, no sentido de implementar planos de melhoria.

### **Etapa 10** - Programa de melhorias específicas

Esta etapa serviu para analisar as melhorias específicas que se poderiam aplicar aos equipamentos, de forma a baixar o número de avarias e o tempo despendido nas suas reparações. Esta melhoria inclui a identificação de sujidade, diminuição da sujidade no interior da máquina e, através de inspeção visual, conseguir verificar o estado por parte dos operadores da máquina dos locais sujeitos a maior desgaste.

Na figura 41 identifica-se uma melhoria, explorada adiante no texto. Foi aplicada uma proteção para o serrote automático, em acrílico transparente, com o intuito de facilitar a avaliação do estado interior da máquina por parte do operador.

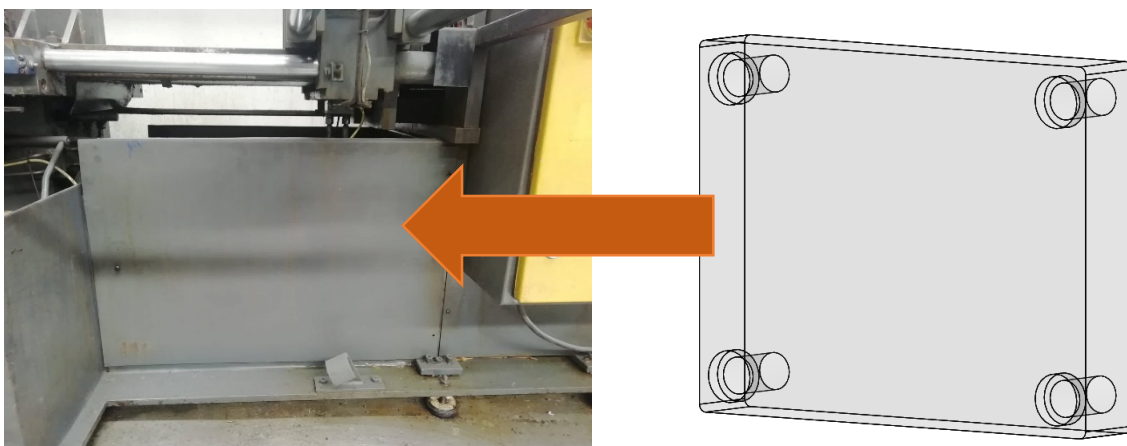


Figura 41 - Proposta para substituição dos painéis laterais do serrote, por painéis em acrílico transparente

**Etapa 11** - Programa de manutenção autónoma.

A manutenção autónoma é dirigida, sobretudo, aos colaboradores utilizadores habituais do equipamento. A formação e treino, aliadas à afixação de instruções no próprio equipamento, facilitam a sua utilização. Os utilizadores devem ser capazes de executar algumas das manutenções mais simples, deixando as manutenções mais complexas para os operadores de manutenção especializados.

Para existir uma manutenção autónoma completa, é necessário verificar-se os seguintes requisitos:

- Limpeza;
- Localização das fontes de sujidade;
- Facilitação de limpeza de equipamento;
- Ensinamentos concretos para a prática de inspeção-geral;
- Organização dos postos de trabalho.

**Etapa 12** - Programa de manutenção planeada/preventiva

Após a implementação da manutenção autónoma, procedeu-se à criação de fichas de manutenção preventiva de nível I, bem como também à calendarização e criação de listas de tarefas no *software* SAP utilizado na empresa. As fichas foram afixadas junto a cada equipamento, discriminando as tarefas a realizar pelo operador, bem como a sua periodicidade, material necessário para manutenção e o modo de execução. É possível a consulta destas fichas na secção de anexos:

- Ficha de Manutenção Preventiva Nível I – Quinadora: Anexo 2;
- Ficha de Manutenção Preventiva Nível I – Serrote Automático: Anexo 3;
- Ficha de Manutenção Preventiva Nível I – Guilhotina: Anexo 4;
- Ficha de Manutenção Preventiva Nível I – Estufa de Pintura: Anexo 5;

**Etapa 13** - Educação e treino dos operários.

O sucesso da metodologia é atingido, caso se verifiquem alterações no comportamento dos colaboradores, assim como o aumento de conhecimentos do operador sobre o “seu” equipamento, sendo assim capaz de fazer a manutenção.

Esta etapa tem como principal objetivo fornecer e facilitar a aquisição de conhecimento por parte dos operários do modo simples, diminuindo assim o tempo improdutivo do equipamento.

**Etapa 14** - Melhoria do sistema de gestão e controlo.

Esta melhoria visa o desenvolvimento de equipamentos de construção mais simples, ou de maior facilidade de utilização, de modo a que a fabricação do produto final seja mais rápida, mais simples e económica.

Como forma de melhoria do sistema de gestão e controlo, todos os equipamentos estudados foram subdivididos por componentes, facilitando assim a identificação dos componentes mais suscetíveis de avarias. Assim torna-se mais fácil identificar o tempo entre avarias e a duração no tempo de cada avaria.

#### **Etapa 15 - Manutenção da Qualidade.**

Nesta etapa foram realizadas atividades ligadas à qualidade do produto, como inspeções visuais para verificar a presença de defeitos nos produtos fabricados.

A manutenção da Qualidade consiste na aplicação dos procedimentos de manutenção preventiva e manutenção planeada, de modo a atingir Zero Defeitos. Para isso é necessário a identificação de fatores relevantes, de modo a tratar dos problemas antecipadamente evitando que os mesmos aconteçam e caso aconteçam não representem problemas futuros (Tsuchiya, 1996).

#### **Etapa 16 - Segurança, Higiene, Saúde e Meio Ambiente.**

Nesta etapa, foram analisados todos os acidentes até à data, determinando qual a causa de cada um. Por consequência, procedeu-se à aplicação dos 5'S no posto de trabalho, de forma a reduzir o número de acidentes de trabalho e o risco dos mesmos acontecerem.

Em relação ao parâmetro do meio ambiente, este tem como meta a minimização da poluição, tanto a nível administrativo e escritórios, como no chão de fábrica, e tem como medidas a reciclagem e a poupança no consumo de energia (Suzuki, 1994).

### **Fase de Consolidação**

#### **Etapa 17 - Execução em pleno da metodologia TPM.**

Esta última etapa não foi finalizada, uma vez que é necessário, em média, 3 anos para alcançar os objetivos.

Para além disso, esta etapa engloba a análise de todo o processo implementado anteriormente, valorizando todos os operadores pelo esforço e dedicação para com a empresa. A partir desta etapa, é necessário garantir a inexistência de um retrocesso na implementação e manutenção de todos os níveis e resultados da empresa até à data.

## **3.4 Análise dos indicadores de Manutenção**

Este capítulo explora os valores dos indicadores de desempenho, MTBF, MTTR e OEE. Numa primeira fase, é analisado, para cada equipamento, os três indicadores, seguida de uma análise comparativa do OEE dos equipamentos, com a finalidade de classificar a secção num todo.

Cada equipamento, terá um estudo do comportamento dos três indicadores do OEE (disponibilidade, *performance* e qualidade), assim como a evolução do respetivo OEE. Os indicadores anteriormente enunciados serão analisados por trimestre, durante o ano dois mil e dezassete e dois mil e dezoito, à exceção do número de peças produzidas, que será analisado mensalmente durante o mesmo período.

Há que salientar o facto de não ter sido possível uma análise minuciosa do tipo de perdas, já que se trata da secção de protótipos, a qual conta com várias peças que são retrabalhadas, utilizando um processo iterativo com o objetivo de otimizar as peças para um melhor desempenho.

### 3.4.1 Quinadora

O equipamento supracitado está em funcionamento, em média, cinco horas por dia, cinco dias por semana.

No estudo deste equipamento, foram encontrados diferentes comportamentos para cada parâmetro. O parâmetro da qualidade está num nível bastante elevado, cumprindo o valor ideal e mantendo-se constante ao longo do período analisado. Quanto à Disponibilidade, verificam-se pequenas oscilações na ordem dos 8% de trimestre para trimestre, ou seja, perdas de disponibilidade de vinte e quatro horas a cada sessenta dias, correspondente a trezentas horas em dois meses. Esta oscilação deve-se ao facto de o equipamento apresentar falhas devidas a utilização indevida e fraca manutenção, mas em grande parte a paragens para ajustes do equipamento, uma vez que grande parte das peças não são produzidas em larga escala, tendo assim de se fazer ajustes de peça para peça.

Por último, a *performance* foi o parâmetro mais irregular, verificando-se picos na ordem dos 99%, em contraste com quedas até aos 80%. Apesar desta irregularidade, este facto foi facilmente justificado, pois trata-se da secção de protótipos. Esta secção necessita muitas vezes de otimização dos componentes, ou seja, necessita de muito retrabalho. Estes picos ilustram esse retrabalho, no primeiro e segundo trimestre de dois mil e dezassete estava em desenvolvimento o autocarro COBUS 3000. Este desenvolvimento foi iniciado no primeiro trimestre de dois mil e dezassete, justificando assim o valor da *performance* tão baixo. Aquando da estabilização do processo, no segundo trimestre de dois mil e dezassete, já se verificou um aumento significativo desta *performance*, já que o desenvolvimento deste modelo já estava em fase de conclusão.

A partir do terceiro trimestre de dois mil e dezassete, até ao quarto trimestre de dois mil e dezoito, foi desenvolvido o primeiro autocarro elétrico, o E. City Gold, justificando-se assim a irregularidade visível deste parâmetro. Na tabela 14 é possível verificar-se os valores de cada parâmetro nos quatro trimestres dos anos de 2017 e 2018.

Como é visível na tabela 19, o parâmetro da qualidade está muito aproximado do valor máximo, 100%. Estes valores não transmitem o que acontece na prática, pois as peças contabilizadas, são exclusivamente as peças finais, visto tratar-se de uma secção de protótipos.

Tabela 19 - Valores dos indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativamente à Quinadora

Período	1ª Tri. 2017	2ª Tri. 2017	3ª Tri. 2017	4ª Tri. 2017	1ª Tri. 2018	2ª Tri. 2018	3ª Tri. 2018	4ª Tri. 2018
Disponibilidade	98%	99%	93%	100%	92%	99%	91%	99%
Desempenho	82%	99%	80%	100%	92%	98%	83%	83%
Qualidade	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%

Na figura 42, apresenta-se uma demonstração gráfica dos valores enunciados na tabela 20.

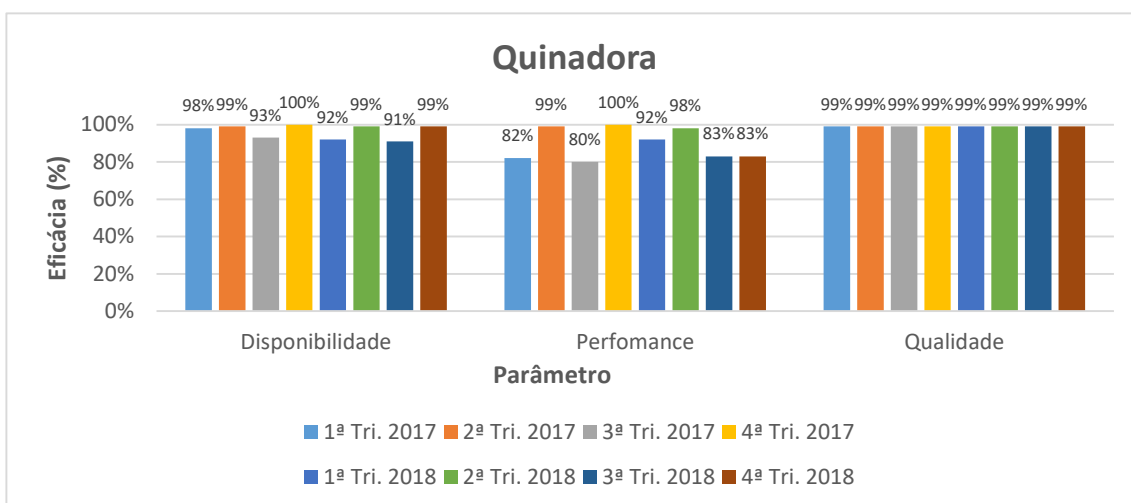


Figura 42 - Indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativamente à Quinadora

Conforme a tabela 20, o equipamento apresenta uma média de 85.7% de eficiência, estando acima do nível de referência mundial, inferindo-se que as falhas estão controladas. Este valor de OEE poderia ter sido mais elevado. Tal facto não se verificou, uma vez que a Quinadora teve uma anomalia no *software*, estando assim um largo período inoperacional, prejudicando o valor do OEE. Apesar deste valor cumprir o valor de referência mundial, através de uma manutenção preventiva mais rígida e seguindo o plano de manutenções criado, a eficácia poderá ser otimizada.

Tabela 20 - Valores do OEE por trimestre dos anos 2017/2018 relativos à Quinadora

Período	1ª Tri. 2017	2ª Tri. 2017	3ª Tri. 2017	4ª Tri. 2017	1ª Tri. 2018	2ª Tri. 2018	3ª Tri. 2018	4ª Tri. 2018	Média
OEE	79.6%	97.0%	73.7%	99.0%	83.8%	96.0%	74.8%	81.3%	85.7%

No gráfico da figura 43 é possível verificar-se os valores da tabela 20, graficamente representados, acompanhado da representação do valor de referência mundial.

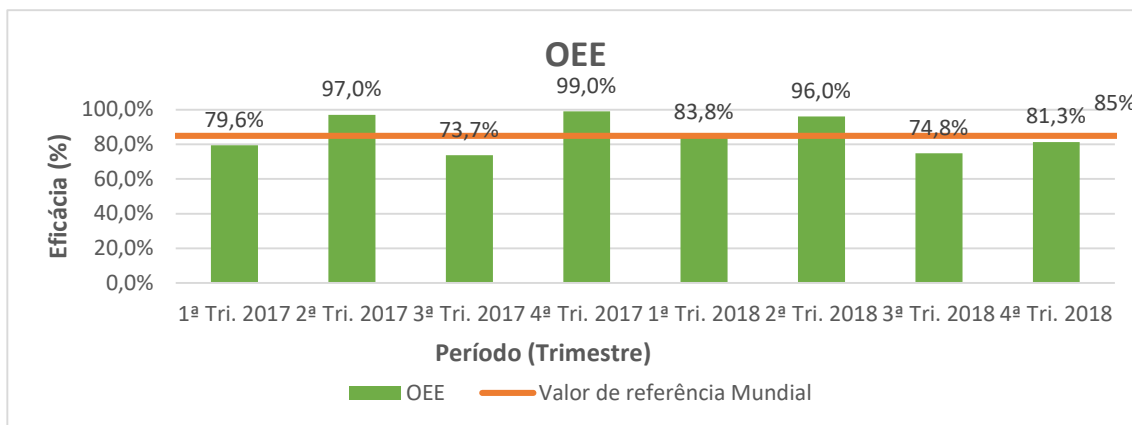


Figura 43 - Valores de OEE nos anos 2017/2018 da Quinadora

Na tabela 21 estão enunciadas as perdas da Quinadora. É constatável que o parâmetro com mais perdas é a *Performance*. Uma medida que poderia reduzir este valor acentuadamente, seria a formação técnica do operador a respeito do bom funcionamento do equipamento.

Tabela 21 -- Perdas dos indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos à Quinadora

Perdas de <i>Performance</i> 2017/2018	Perdas de Qualidade 2017/2018	Perdas de Disponibilidade 2017/2018
10.37%	1.00%	3.62%

### 3.4.2 Serrote Automático

O Serrote Automático está em funcionamento cerca de 8 horas por dia, não sendo constante a carga de trabalho ao longo do dia, estando sempre operacional. Os índices de Disponibilidade e de Qualidade têm um comportamento linear, verificando-se que o índice de disponibilidade se encontra amplamente acima do valor de referência mundial. Relativamente ao índice de Qualidade, está uns décimos percentuais abaixo do valor de referência, assumindo-se assim que cumpre o valor de referência, não se tornando alvo de especial atenção. O mesmo não acontece com o parâmetro da *performance*. Este está consistentemente abaixo do valor de referência mundial, tendo sido alvo de especial atenção, pois revela-se uma diferença de cerca de vinte e três por cento para o valor de referência mundial. Este parâmetro demonstra, no segundo trimestre de dois mil e dezassete e no segundo trimestre de dois mil e dezoito, quebras significativas, justificáveis nomeadamente pela falta de manutenção preventiva ao equipamento. Aquando desta análise, a empresa não apresentava plano de manutenção preventiva, nem fazia inspeção periódica à máquina, levando esta a intervenções exclusivamente em caso de avaria. Quando existe presença de avaria, a sua reparação demorava várias horas, ou dias, justificável pela ausência de manutenção preventiva. Para além disso, várias peças não tinham reparação, levando assim à compra de peças

de substituição novas, por conseguinte, o tempo de espera por estas peças era longo, uma vez que em muitos casos se tratava de peças bastante específicas.

Na tabela 22 estão enunciadas as perdas do Serrote. É constatável que o parâmetro com mais perdas é a *Performance*.

Tabela 22 - Valores dos indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos ao Serrote

Período	1ª Tri. 2017	2ª Tri. 2017	3ª Tri. 2017	4ª Tri. 2017	1ª Tri. 2018	2ª Tri. 2018	3ª Tri. 2018	4ª Tri. 2018
Disponibilidade	100%	99%	99%	100%	100%	99%	100%	100%
Desempenho	77%	38%	83%	66%	100%	35%	83%	100%
Qualidade	98%	98%	99%	99%	99%	100%	99%	99%

Na figura 44, apresenta-se uma demonstração gráfica dos valores enunciados na tabela 23.

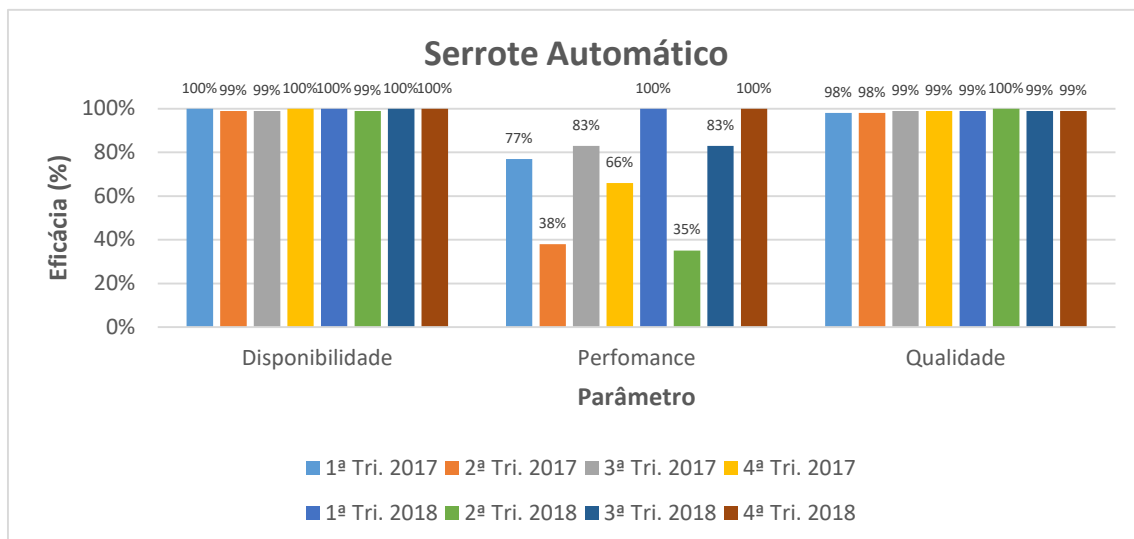


Figura 44 - Indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos ao Serrote

Conforme se pode verificar através do gráfico da figura 45, o valor do OEE não apresenta um comportamento linear ao longo do tempo. No entanto, é possível verificar uma melhoria do ano de dois mil e dezassete para o ano de dois mil e dezoito.

Também, é visível uma quebra no segundo trimestre dos dois anos, sendo que a partir deste trimestre o ano de dois mil e dezoito teve uma evolução bastante melhor que o de 2017.

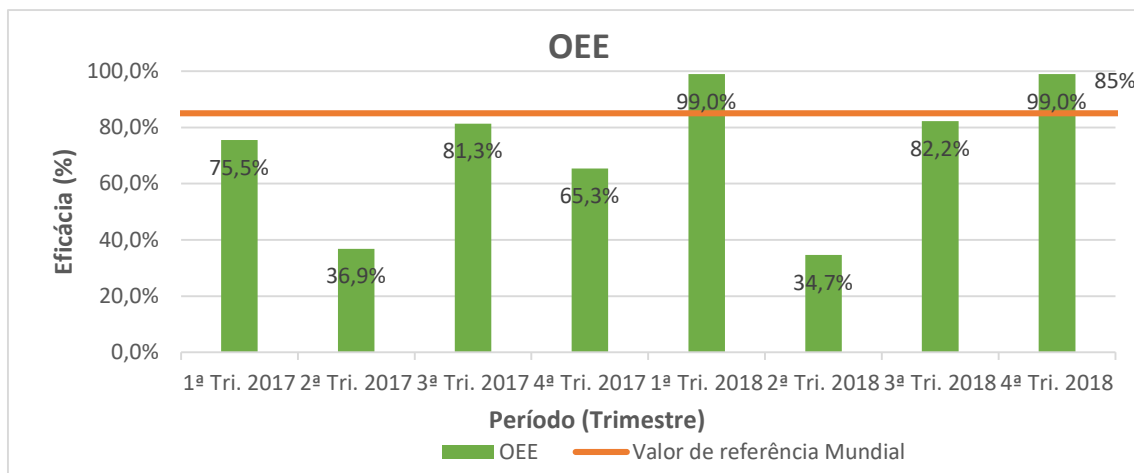


Figura 45 - Valores do OEE nos anos 2017/2018 relativos ao Serrote

Conforme se evidencia na tabela 23, verifica-se que o Serrote Automático apresenta um valor de OEE de 71.7 %, o que demonstra que as falhas não estão controladas, tornando-o assim num equipamento crítico.

Tabela 23 - Valores de OEE por trimestre nos anos 2017/2018 relativos ao Serrote

Período	1ª Tri. 2017	2ª Tri. 2017	3ª Tri. 2017	4ª Tri. 2017	1ª Tri. 2018	2ª Tri. 2018	3ª Tri. 2018	4ª Tri. 2018	Média
OEE	75.5%	36.9%	81.3%	65.3%	99.0%	34.7%	82.2%	99.0%	71.7%

Da tabela 24, retém-se que, maiores perdas evidenciadas, são as perdas de *performance*, com valor de 27.25%. Estas podem ser combatidas com instrução técnica ao utilizador sobre o equipamento em questão, bem como uma manutenção preventiva periódica.

Tabela 24 - Perdas dos indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos ao Serrote

Perdas de <i>Performance</i> 2017/2018	Perdas de Qualidade 2017/2018	Perdas de Disponibilidade 2017/2018
27.25%	1.12%	0.43%

### 3.4.3 Guilhotina

Conforme evidenciado na tabela 25, pode verificar-se que os parâmetros da disponibilidade e da qualidade têm comportamentos muito idênticos, apresentando ao longo dos dois anos comportamento linear, sendo o valor médio de cada um aproximadamente 5% acima do valor de referência mundial. Com isto, conclui-se que a Guilhotina, quanto aos parâmetros supramencionados, apresenta uma taxa de falhas controlada.

Em análise ao terceiro parâmetro, *Performance*, o comportamento anteriormente referido não se verifica. Do segundo ao quarto trimestre de dois mil e dezassete, o comportamento da Guilhotina segue uma tendência quanto ao indicador de *performance*. Este facto coincide com o despedimento do técnico que a manejava, tendo este que ser substituído por outro colaborador sem qualquer formação neste tipo de equipamento. Devido à falta de formação, a máquina em questão desenvolveu uma avaria nos punções e no detetor de fase, tornando-a inoperacional durante algum tempo, o que levou à quebra no parâmetro da *performance*.

Tabela 25 - Valores dos indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos à Guilhotina

Período	1ª Tri. 2017	2ª Tri. 2017	3ª Tri. 2017	4ª Tri. 2017	1ª Tri. 2018	2ª Tri. 2018	3ª Tri. 2018	4ª Tri. 2018
Disponibilidade	99%	97%	99%	99%	99%	99%	100%	99%
Desempenho	98%	97%	99%	66%	83%	83%	100%	83%
Qualidade	93%	97%	97%	95%	97%	98%	98%	98%

Na figura 46, apresenta-se uma demonstração gráfica dos valores enunciados na tabela 20.

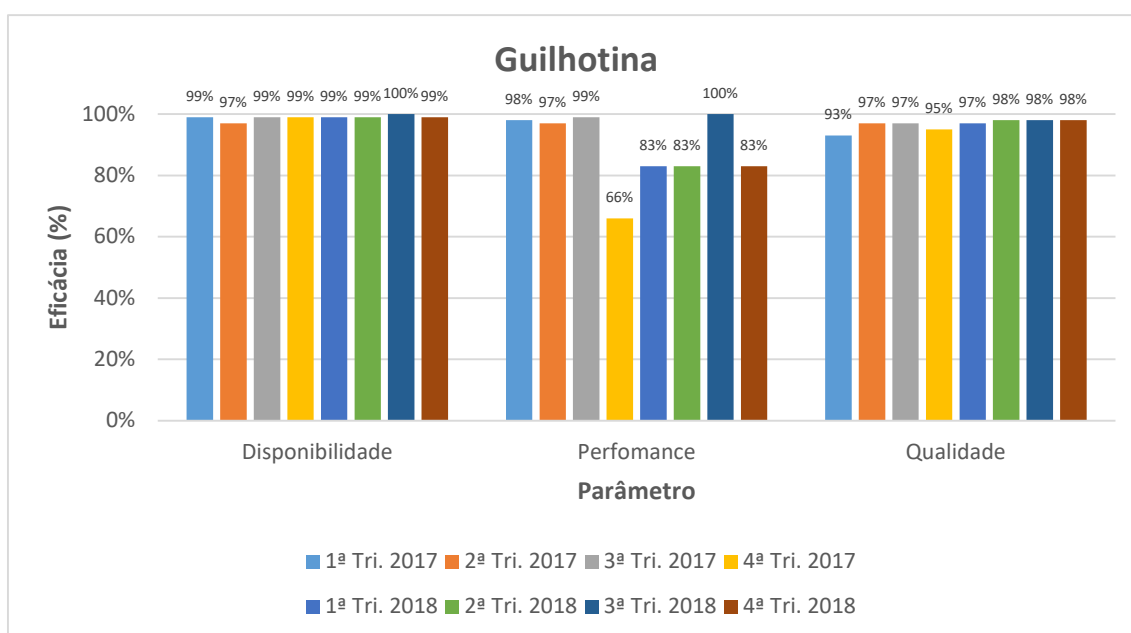


Figura 46 - Indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos à Guilhotina

Verifica-se, na tabela 26, que o valor do OEE passou por várias fases, sendo que no quarto trimestre de dois mil e dezassete atingiu o seu valor mais baixo.

No entanto, globalmente, o valor de eficácia apresenta-se controlado, necessitando de alguns ajustes no que toca à manutenção preventiva, nomeadamente no seu cumprimento integral e periodicidade.

Tabela 26 - Valores do OEE por trimestre nos anos 2017/2018 relativos à Guilhotina

Período	1ª Tri. 2017	2ª Tri. 2017	3ª Tri. 2017	4ª Tri. 2017	1ª Tri. 2018	2ª Tri. 2018	3ª Tri. 2018	4ª Tri. 2018	Média
OEE	90.2%	91.3%	95.1%	62.1%	79.7%	80.5%	98.0%	80.5%	84.7%

Os valores expressos na tabela 26 estão representados no gráfico da figura 47.

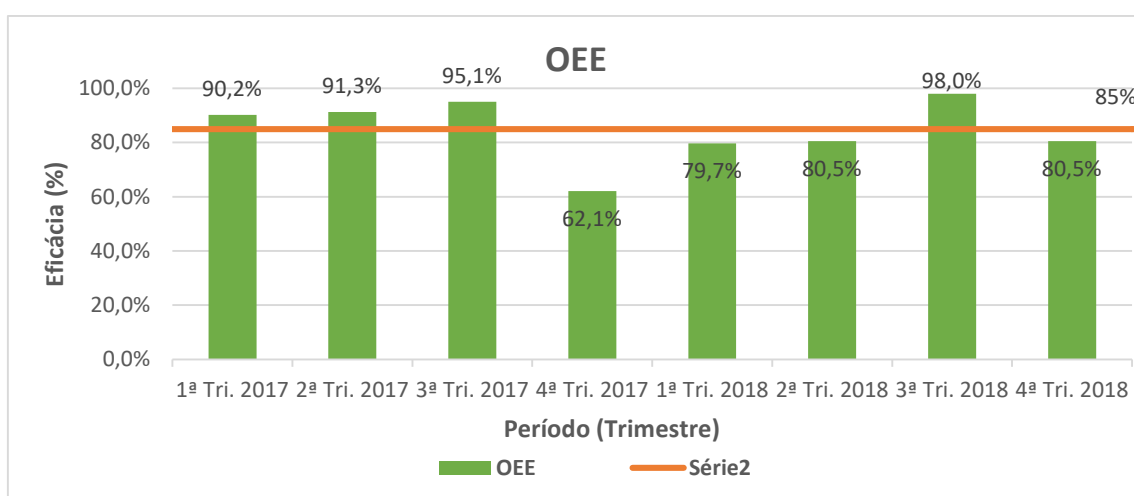


Figura 47 - Valores do OEE nos anos 2017/2018 relativos à Guilhotina

O valor de 84.7% de média de eficiência aproxima o desempenho deste equipamento do valor de referência mundial. Na tabela 27, constata-se que as maiores perdas são relativas à *performance*, com 11.4%, sendo a formação do operador uma das mais valias para o melhoramento deste parâmetro.

Tabela 27 - Perdas dos indicadores de OEE dos anos 2017/2018 da Guilhotina

Perdas de <i>Performance</i> 2017/2018	Perdas de Qualidade 2017/2018	Perdas de Disponibilidade 2017/2018
11.4%	3.4%	1.1%

### 3.4.4 Cabina Pintura

Este equipamento, comparativamente com os anteriormente estudados, foi o mais desafiante de analisar, uma vez que a informação era bastante escassa, tendo poucos registos de avarias no sistema ERP, o que dificultou a análise dos dados. Foi necessário recorrer aos registos manuais e ao histórico que o chefe de secção da manutenção possuía, numa tentativa de calcular os respetivos parâmetros.

O parâmetro da qualidade apresenta um valor médio bastante acima do valor de referência mundial, que não se reflete na prática. Verificou-se que bastantes peças foram sujeitas a retrabalho, retrabalho esse que não foi registado.

Quanto ao parâmetro da disponibilidade, o seu valor médio cumpre o valor de referência mundial, o que indicia que não são necessárias melhorias a nível de falhas de equipamento nem de *setups* e ajustes.

Por último, o parâmetro de *performance* apresenta-se como sendo o mais instável, uma vez que dentro da estufa existem vários equipamentos associados, como pistolas de pintura e lixadeiras, sendo que, a avaria destes componentes externos vai traduzir-se numa falta de *performance* da cabina, não sendo um problema direto da mesma. No entanto, os equipamentos externos à cabina devem ser contabilizados, no sentido de obter uma análise aproximada da realidade.

No primeiro trimestre de dois mil e dezoito, o indicador de *performance* teve uma queda abrupta, passando de noventa e nove por cento, corresponde ao quarto trimestre de dois mil e dezassete, para cinquenta e oito por cento. Esta queda deve-se ao facto de a estufa não estar devidamente dividida, isto é, no sistema ERP este equipamento deveria ter vários componentes associados, para uma análise mais assertiva quanto ao tipo de avaria e qual o componente que possui a avaria. Não existindo esta divisão por subcomponentes, torna-se difícil atribuir a manutenção periódica a cada componente no período indicado. Por este motivo a estufa, com o acumular de anos sem manutenções preventivas, apresentou mais avarias, sendo que o trimestre em questão foi o mais prejudicado a este nível, tendo assim uma quebra de *performance*, conforme revela a tabela 28.

Tabela 28 - - Valores dos indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos à Cabina de Pintura

Período	1ª Tri. 2017	2ª Tri. 2017	3ª Tri. 2017	4ª Tri. 2017	1ª Tri. 2018	2ª Tri. 2018	3ª Tri. 2018	4ª Tri. 2018
Disponibilidade	99%	99%	99%	99%	99%	99%	100%	100%
Desempenho	80%	83%	82%	99%	58%	100%	83%	100%
Qualidade	96%	98%	100%	99%	99%	99%	99%	99%

Através da análise do gráfico da figura 46, constata-se que o valor do OEE passou por várias fases, sendo que o primeiro trimestre de dois mil e dezoito atingiu o seu valor mais baixo. Apesar da quebra no terceiro trimestre de dois mil e dezoito, este ano apresentou mais melhorias a nível de eficiência em relação ao ano de dois mil e dezassete.

Os valores da tabela 28 estão representados na figura 48 através de um gráfico de barras.

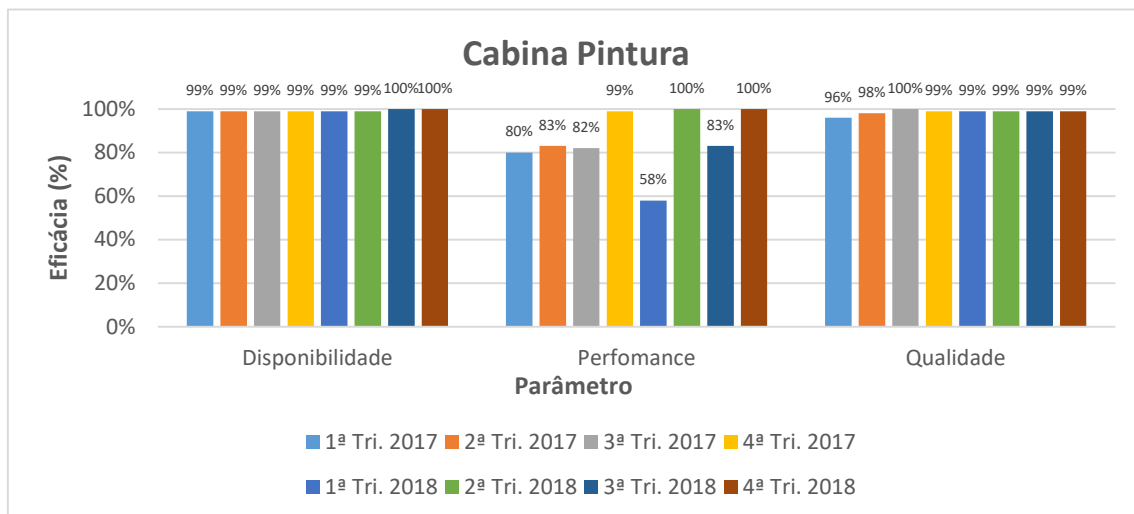


Figura 48 - Indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos à Cabina de Pintura

Na tabela 29, verifica-se que o equipamento apresenta uma média de eficácia de 83.8%, ligeiramente abaixo do valor mundial, concluindo-se assim que as falhas não são controladas devidamente.

Tabela 29 - Valores do OEE por trimestre nos anos 2017/2018 relativos à Cabina de Pintura

Período	1ª Tri. 2017	2ª Tri. 2017	3ª Tri. 2017	4ª Tri. 2017	1ª Tri. 2018	2ª Tri. 2018	3ª Tri. 2018	4ª Tri. 2018	Média
OEE	76.0%	80.5%	81.2%	97.0%	56.8%	98.0%	82.2%	99.0%	83.8%

Para uma diminuição deste valor, seria adequada a divisão da cabina em subcomponentes, de maneira a determinar assertivamente qual dos componentes necessita de reparação, criar um plano de manutenção preventiva e ajustar a sua periodicidade às necessidades de cada componente.

Os valores da tabela 30, são representados graficamente na figura 49.

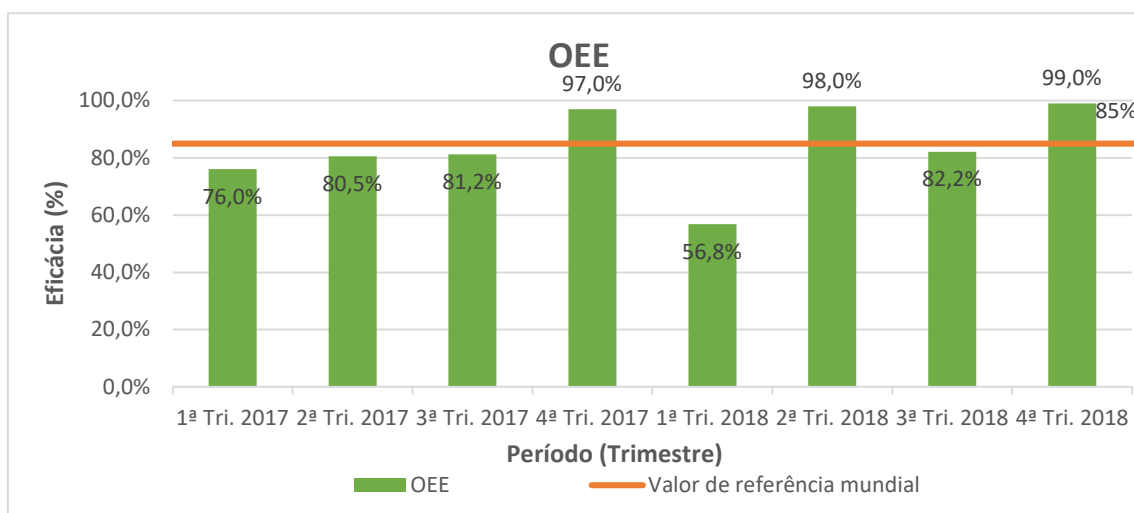


Figura 49 - Valores do OEE nos anos 2017/2018 relativos à Cabina de Pintura

Através da análise da tabela 30, torna-se evidente que o indicador de *performance* apresenta as maiores perdas (14.4%), necessitando assim de uma maior atenção e análise por parte da empresa.

Tabela 30 - Perdas dos indicadores do OEE nos anos 2017/2018 relativos à Cabina de Pintura

Perdas de <i>Performance</i> 2017/2018	Perdas de Qualidade 2017/2018	Perdas de Disponibilidade 2017/2018
14.4%%	1.4%	0.7%

### 3.4.5 Comparação do OEE exibido pelos vários equipamentos

No gráfico da figura 50, estão representados os valores de OEE para cada equipamento analisado.

Como pode ser observado, o OEE referente à Quinadora cumpre o valor de referência mundial, pelo que se poderá inferir que não há problemas associados, nem se verifica necessidade de intervenção de grande destaque para o mesmo.

Em contrapartida, o OEE do serrote é algo que carece de análise detalhada, com vista a aplicar melhorias de desempenho, pois está 13.3% abaixo do valor de referência mundial. Este valor deverá ser melhorado, no mínimo, até atingir o valor de referência mundial, para existir competitividade neste posto.

Quanto ao OEE da Guilhotina e da cabina de pintura, podem ser analisados em conjunto, visto que apresentam valores bastante semelhantes e próximos do valor de referência mundial. Não necessitam de melhorias significativas, no entanto apresentam pontos que podem ser melhorados, até atingirem o valor de referência mundial. Esses pontos, tanto a nível da guilhotina, como a nível da cabina, são pontos referentes à *performance*.

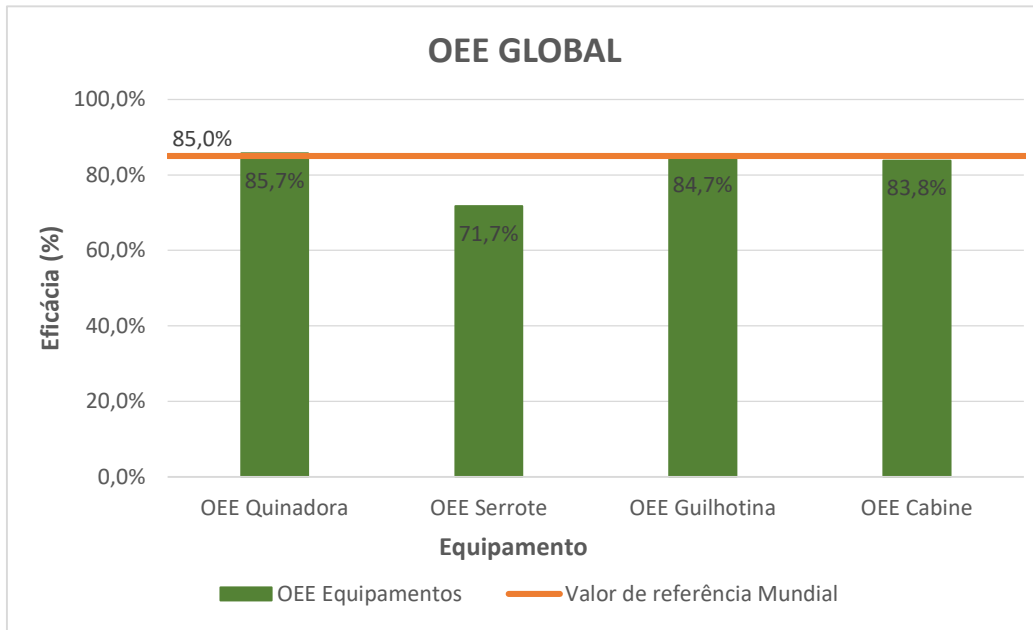


Figura 50 - Comparação de valores do OEE nos anos 2017/2018 relativos aos quatro equipamentos analisados

### 3.5 Eficiência Energética da Cabina de Pintura

A cabina de pintura apresenta-se como o equipamento com maior necessidade de manutenção, devido à idade do próprio equipamento. Para além da necessidade de manutenção mais elevada, comparativamente com equipamentos mais recentes, também foi analisada a eficiência energética do equipamento, com vista a melhorias a esse nível.

Podem existir vários tipos de cabinas de pintura, conforme se pode verificar na figura 51.

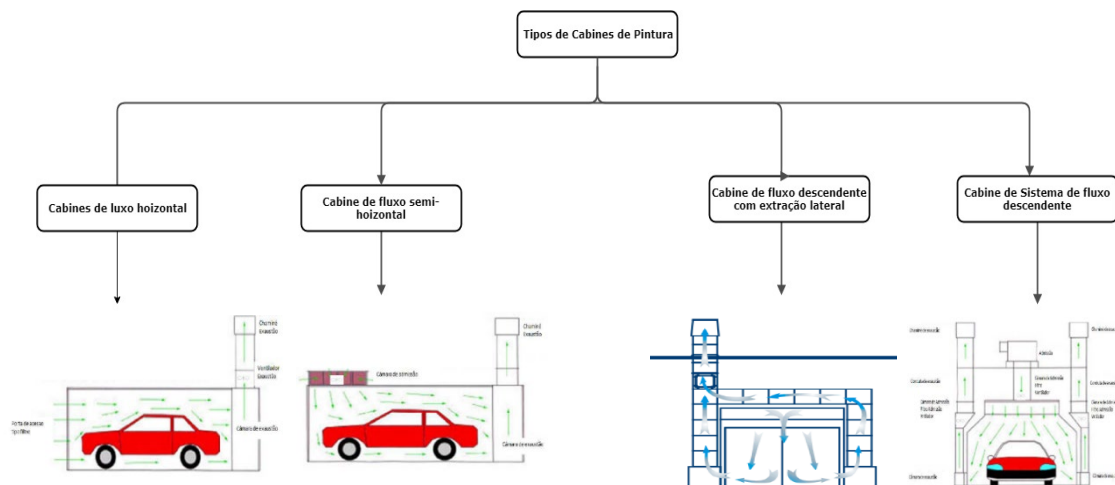


Figura 51 - Tipos de Cabina de Pintura

O modelo de Cabina de Sistema de fluxo descendente é o que se encontra instalado na empresa CaetanoBus S.A, bem como na maioria das oficinas que se dedicam à reparação na indústria automóvel. Será este o modelo de cabina a ser estudado.

Os dados técnicos relativos à cabina constam na secção 3.2 – Máquinas e Equipamentos. Nas figuras 52 e 53, é possível visualizar a porta de acesso à cabina, bem como os quadros de comando, respetivamente. Nestes quadros, é possível controlar a iluminação da cabina, temperatura e ventilação.



Figura 52 - Porta da cabina de pintura



Figura 53 - Quadro de comandos

Na figura 54 está representado o interior da cabina. É possível visualizar-se os filtros, o superior de insuflação e o inferior de extração. É importante denotar que existem mais dois pré-filtros, não visíveis na figura, pois estão instalados nas condutas a montante de cada ventilador.



Figura 54 - Interior da Cabina

### 3.5.1 Descrição do processo de pintura automóvel

O processo de pintura de um automóvel, pode ser dividido em duas etapas. A etapa 1 corresponde à aplicação da tinta, à pintura propriamente dita, quando o pintor executa o serviço de pintura. A etapa seguinte, etapa 2, corresponde à secagem da pintura do automóvel. Estas duas etapas, segundo informações técnicas dos vários fabricantes de tinta, devem ser trabalhadas às temperaturas médias de 20°C para o processo de pintura e 65°C para o processo de secagem.

Na secagem, as temperaturas não deverão ultrapassar os 65°C pois, valores acima podem comprometer a qualidade da pintura. Como na fase de secagem não existe problema se a temperatura for inferior, pode-se optar por regular os termóstatos para trabalharem a temperaturas ligeiramente abaixo dos 65°C.

### 3.5.2 Registos de consumos de energia

#### 3.5.2.1 Consumo de Gás

Neste tipo de cabinas, encontra-se um queimador a gás como fonte de energia. Sendo o gás a fonte de energia, da cabina de pintura, vai ser o tipo de energia com maior consumo.

Conforme se pode verificar através do gráfico da figura 55, existe um aumento de 26,7% do consumo energético, do ano 2017 em comparação com o ano 2018. Este aumento pode ser justificado, devido à degradação dos componentes do equipamento. Degradação esta, justificada com o uso diário e pela falta de manutenção do equipamento. Portanto, é recomendável a verificação do estado do equipamento, e seguir as manutenções periódicas que constam no manual do equipamento e ter em conta a experiência do operador.

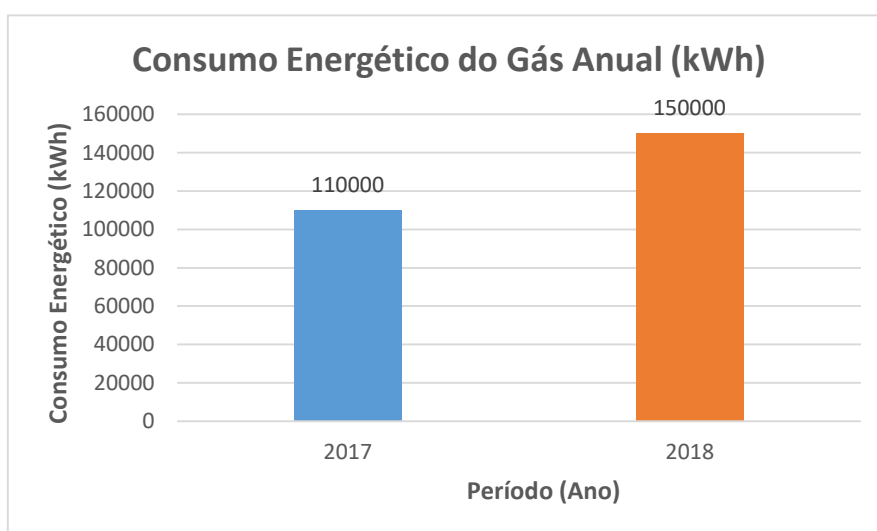


Figura 55 - Consumo energético nos anos 2017 e 2018

De seguida, na figura 56, é demonstrado o custo do consumo de gás propano entre o período de 2017 e 2018.

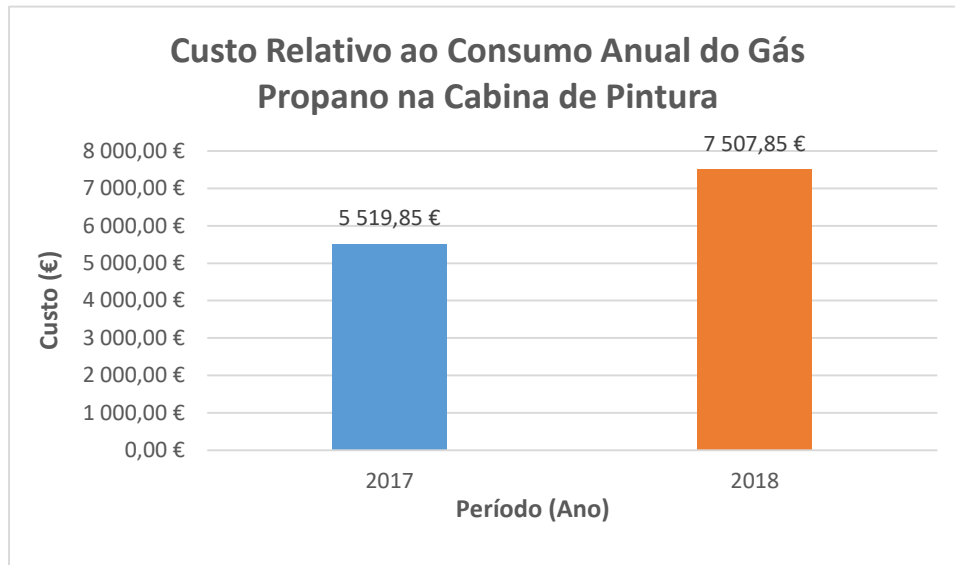


Figura 56 – Custo Relativo ao Consumo Anual do Gás Propano na Cabina de Pintura nos anos de 2017 e 2018

### 3.5.2.2 Consumos Elétricos

A cabina utiliza energia elétrica nos seguintes equipamentos:

- 32 lâmpadas incandescentes de 36 W;
- Ventilador de extração de 5.5 kW;
- Ventilador de insuflação de 4 kW.

O ventilador associado à extração é obrigatoriamente ligado na etapa 1, de forma a captar, através do filtro, as impurezas que circulam no ar, para não existir contaminação do processo.

Por sua vez, o ventilador de insuflação é ligado na fase de aquecimento da cabina, e tem como objetivo colocar ar no seu interior.

No gráfico da figura 57, está ilustrado o consumo de eletricidade desde Novembro de 2018 a Fevereiro de 2019. Estes consumos são referentes a valores prévios à tomada de qualquer medida para aumentar a eficiência energética.

Na figura 57, é mostrado o gráfico com o custo mensal relativo ao consumo energético.

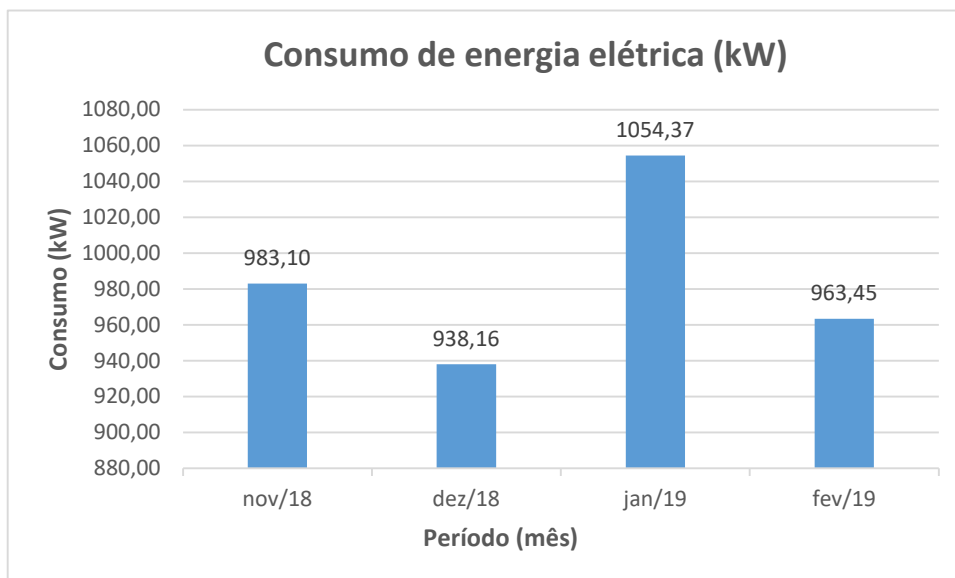


Figura 57 - Consumo de energia elétrica em kW de Nov/2018 a Fev/2019

Na figura 58, é mostrado o gráfico com o custo mensal relativo ao consumo energético.

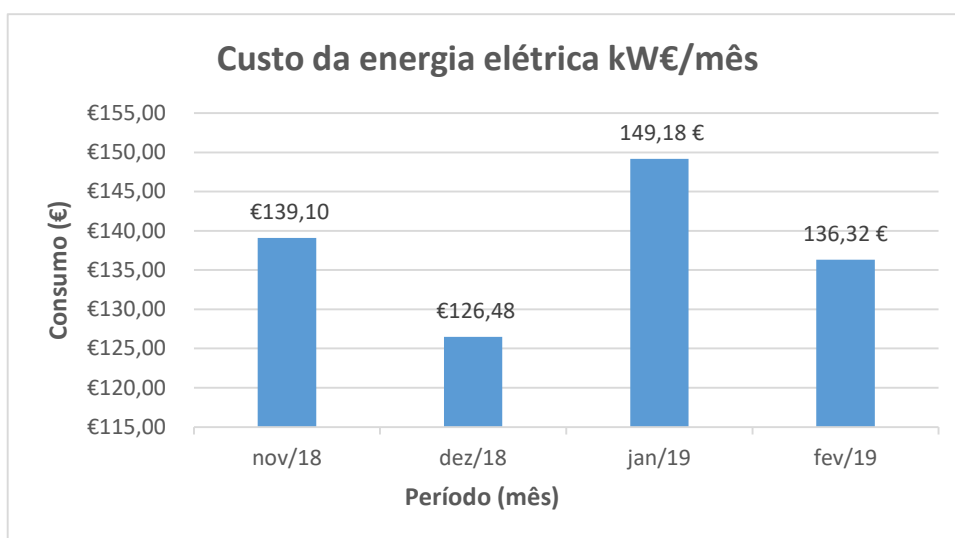


Figura 58 - Consumo de energia elétrica em kW€/mês de Nov/2018 a Fev/2019

A análise referente à eficiência energética, foi feita do período de novembro de 2018 a abril de 2019. De novembro de 2018 a fevereiro de 2019, foram analisadas as condições da estufa e os seus débitos de energia, conforme se pode verificar nos gráficos supramencionados. De março de 2019 a abril de 2019, são apresentados resultados com todas as melhorias implementadas.

Posto isto, serão apresentadas todas as melhorias propostas para um aumento da eficiência energética.

Foram feitas melhorias ao nível de substituição de componentes. A evolução constante da tecnologia, possibilita a implementação de componentes que visem uma melhoria energética. Outro tipo de melhorias, tem enfoque na área da manutenção.

Através do gráfico circular, figura 59, está ilustrado a distribuição do consumo dos diferentes componentes elétricos.

O tempo de trabalho dos ventiladores corresponde a aproximadamente 5 horas diárias. A iluminação encontra-se ligada praticamente durante todo o período de trabalho. Na componente elétrica, o peso dos custos está associado à ventilação, pelo que neste aspeto, não há grandes medidas que possam ser adotadas.

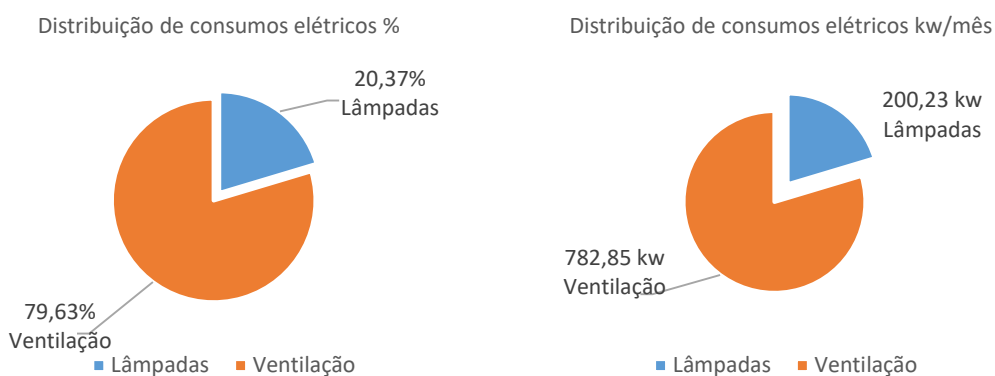


Figura 59 - Distribuição de consumos elétricos

- **Melhorias recorrendo à substituição de componentes**

As lâmpadas existentes na estufa, influenciam em grande parte o consumo de energia elétrica. Para uma diminuição dos gastos energéticos, a substituição das lâmpadas poderá ser uma medida eficaz na redução dos gastos. Inicialmente, a estufa apresentava 32 lâmpadas de 36 Watt, com 1200 mm de comprimento da marca Osram. Todos os detalhes técnicos relativos a este componente podem ser vistos no anexo 9.

Como proposta de melhoria, foram utilizadas lâmpadas LED, com uma potência de 15.1 Watts, cerca de 2.4 vezes inferior, que garante um fluxo luminoso de 2500 Lm. Todos os detalhes técnicos poderão ser verificados no anexo 9. No ponto de vista de trabalho feito na cabina de pintura, esta intensidade cumpre com os requisitos, contando com uma vida útil mais longa, cerca de 60 000 horas de vida média, ao invés das anteriores, cujo tempo útil de vida é 20 000 horas. A nível energético, a substituição das lâmpadas poderá ter grande impacto, mesmo sendo o investimento inicial mais elevado, a potência energética poderá vir a ser reduzida para metade, o que, a longo prazo, se traduz em benefício para a empresa.

Na tabela 31, está presente a comparação dos detalhes técnicos dos dois tipos de lâmpadas analisados.

Tabela 31 - Detalhes técnicos dos dois tipos de iluminação analisados

Sistema de iluminação	Iluminação Fluorescente	Iluminação LED
Consumo total de energia	36 Watts	15.1 Watts
Vida média em horas	20000	60000
Vida média em anos	9.6	28.8
Custo energético ao ano	10.62 €	4.46 €

Através do gráfico da figura 60, é possível verificar-se a diferença entre os gastos energéticos para cada tipo de lâmpada.

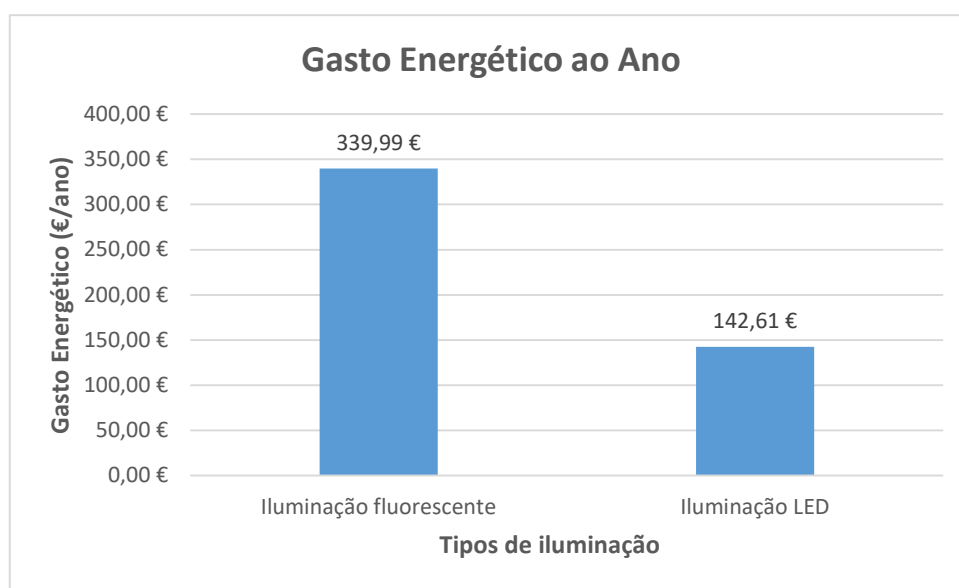


Figura 60 - Gasto energético anual da iluminação

O retorno do investimento, para substituição de lâmpadas fluorescentes para lâmpadas LED's, varia entre 1 a 3 anos, dependendo do custo de mão de obra de instalação, e do tipo de aplicação.

- **Melhorias na área da manutenção**

Uma vez que a ventilação está inerente ao processo, torna-se difícil reduzir os consumos associados às condições dos ventiladores atuais. No entanto, podem ser feitas várias manutenções, por forma a diminuir a obstrução dos filtros, anulando assim ao máximo o esforço excessivo sobre os ventiladores.

Na tabela 32, apresenta-se uma proposta, com as manutenções que devem ser feitas à Cabina, para o bom funcionamento da mesma, e com a respetiva periodicidade. Todas as manutenções enunciadas foram consultadas no manual do equipamento e também em conjunto com o fabricante do equipamento, utilizando assim a sua experiência e sabedoria, em prol do bem-estar do equipamento.

Tabela 32 - Proposta de melhoria na área da manutenção

Periodicidade	Manutenção
Sempre	Manter limpas as paredes e as grelhas, para evitar a diminuição de luminosidade interna, bem como evitar aparecimento de lixo.
A cada 50 horas de funcionamento	Limpar e soprar com jatos de ar os filtros (cassetes colocadas no interior do gerador).
De 80 a 100 horas	Substituir os filtros de chão colocado sob as grelhas no chão da cabina.
De 250 a 500 horas	Substituir os filtros do grupo extrator.
Cada 500 horas	Controlar a tensão das correias de transmissão, abrindo a porta de inspeção. Substituir os pré-filtros.
Cada 1000 horas ou a cada 6 meses	Limpar interiormente a cabina e as grelhas. Controlar o pneumático de reciclagem. Controlar os rolamentos do ventilador e inspecionar a tubagem dos fumos do queimador. Substituir os filtros do teto.
Cada 2000 horas ou cada ano	Limpar interiormente o gerador de calor, em particular a câmara de combustão e os tubos de fumos. Substituir as borrachas de vedação das portas.

### 3.6 Análise das melhorias obtidas

Após quatro meses de análise e implementação de melhorias (Período de novembro de 2018 a fevereiro de 2019), foi possível apreciar mudanças significativas a nível energético.

Todos os operadores da cabina de pintura demonstraram a preocupação com o estado da cabina, praticando sempre as manutenções estipuladas, fazendo com que os ventiladores operassem com menor esforço e, por consequência, os gastos dos mesmo fossem reduzidos.

Com a implementação das novas lâmpadas LED, também foi possível uma diminuição de gastos, conforme se pode verificar no gráfico da figura 61. É de salientar que, neste gráfico, não foi contabilizado qualquer gasto relacionado com a aquisição e instalação das lâmpadas.

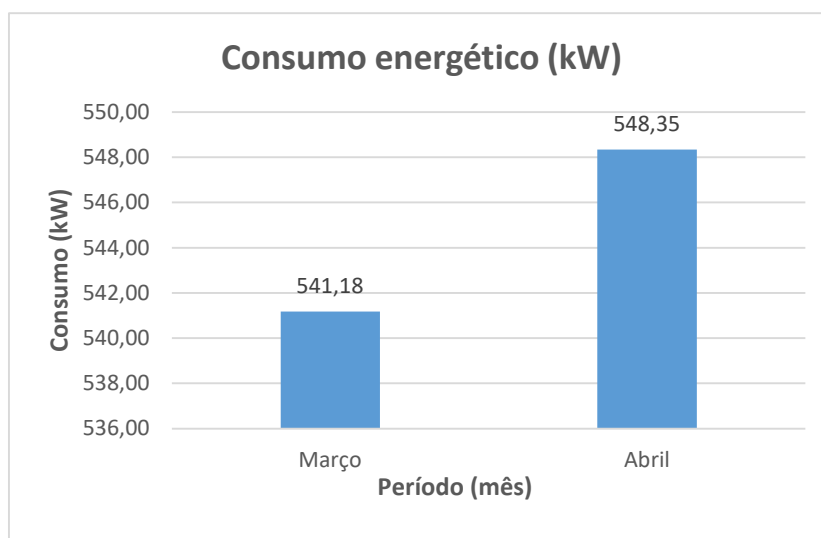


Figura 61 - Consumo energético em kW nos meses após implementação das melhorias

De seguida, pode ver-se o gráfico da figura 61, com referência ao consumo energético do gráfico da figura 62, mas em valores monetários, por mês.

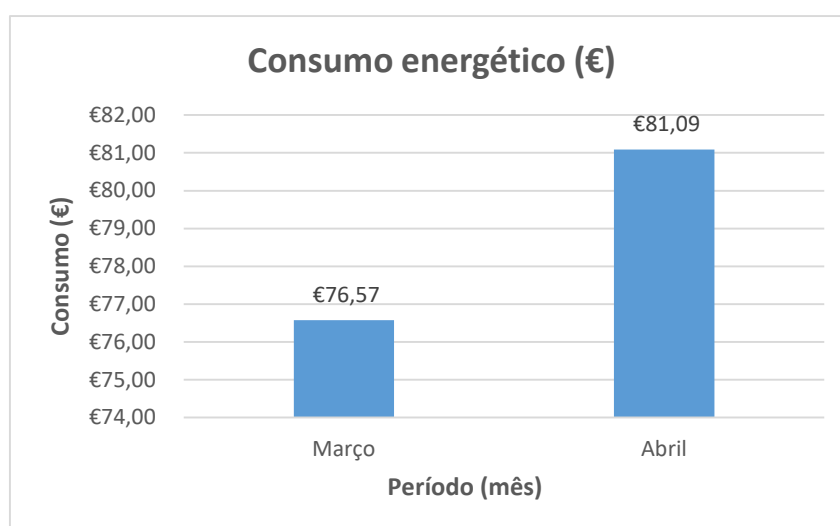


Figura 62 - Consumo energético em € nos meses após implementação das melhorias

Assim sendo, através da análise dos gráficos enunciados, é possível reconhecer a diminuição de gastos tanto a nível energético como económico.

Conclui-se que as medidas implementadas, quer as medidas de substituição de componentes, quer as melhorias na área da manutenção, surtiram um efeito positivo, e corresponderam aos objetivos esperados.

Conclui-se que as medidas implementadas, quer as medidas de substituição de componentes, quer as melhorias na área da manutenção, surtiram um efeito positivo, e corresponderam aos objetivos esperados.

# CONCLUSÕES

4.1 Conclusões

4.2 Propostas de trabalhos futuros



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Ao longo da presente Dissertação, foram apresentadas conclusões para sustentação de todas as medidas tomadas ao longo do projeto. Posto isto, neste último capítulo é realizada uma conclusão e também apresentadas propostas de trabalhos futuros.

### 4.1 Conclusões

O balanço global da presente Dissertação foi positivo, sendo que o objetivo principal do trabalho foi alcançado. Foi conseguido o cálculo do valor global de eficiência dos equipamentos da secção de protótipos da empresa CaetanoBus S.A.

Através do valor dos cálculos finais de eficiência e comparando com o valor de referência mundial, constata-se que em quatro equipamentos, apenas a Quinadora consegue atingir o valor de referência mundial de 85%. A Guilhotina e a Cabina distam cerca de 0.3% e 1.2%, respetivamente do valor de referência mundial, enquanto que o que mais se afasta é o Serrote, com um valor de 71.7% de eficiência, 13.3% abaixo do valor de referência mundial.

Após a análise feita aos equipamentos, é perceptível que as melhorias passem sobretudo pela redução das perdas de desempenho, tendo sido as mais evidenciadas ao longo dos equipamentos estudados. Para uma redução eficaz e correta, deve fazer-se uma análise das causas, que facilitará o processo de identificação de soluções.

Outro aspeto a considerar será o relativo às perdas de qualidade. Neste estudo as referidas perdas foram pouco valorizadas, uma vez que se trata de uma secção de protótipos, nem sempre é fácil calcular o parâmetro de qualidade devido ao elevado retrabalho que é necessário fazer. Apesar de não ter sido dada a devida importância por parte da empresa a este parâmetro, aquando da implementação numa outra secção no futuro, deverá ser tido em conta este parâmetro, visando um desenvolvimento competitivo e eficaz da empresa.

Foi possível também identificar um problema considerado relevante na secção de manutenção no que diz respeito ao sistema de informação. Este sistema apresentava várias falhas, nomeadamente na data de fecho da manutenção efetuada e na descrição da avaria. Estas falhas foram combatidas através de formações fornecidas aos operadores da manutenção, familiarizando-os assim com o sistema SAP e com os objetivos das mudanças propostas.

Quanto à segunda parte do projeto, eficiência energética da Cabina de pintura, foi também alcançado com sucesso e com resultados comprovados. A Cabina já se encontra ligeiramente desatualizada, pelo que possuía vários componentes desatualizados, e que levavam a um gasto de energia desnecessário, como foi o caso das lâmpadas. Para além disso, foi evidente a falta de manutenções preventivas e limpeza que levou muitas vezes a gastos desnecessários, vistos que alguns componentes estavam a funcionar fazendo um esforço extra.

## 4.2 Propostas de trabalhos futuros

Visto o sucesso desta implementação, a metodologia TPM poderia ser aplicada nas restantes secções da empresa, fazendo uso da experiência adquirida até há data.

A adoção do OEE como um indicador de desempenho da empresa, poderia ser adotado por todas as secções da empresa, para permitir quantificar os indicadores de disponibilidade, desempenho e qualidade, e assim ter uma representação real do estado em que se encontra e quais os aspetos a melhorar, visando aumentar a competitividade para outras empresas.

# **BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO**

**5 – Bibliografia e outras fontes de informação**



## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Agency, I. E. (2007). Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions. doi:10.1016/j.promfg.2017.07.250
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756. doi:10.1108/02656710810890890
- Barbosa, B., Pereira, M. T., Silva, F. J. G., & Campilho, R. D. S. G. (2017). Solving Quality Problems in Tyre Production Preparation Process: A Practical Approach. *Procedia Manufacturing*, 11, 1239-1246. doi:10.1016/j.promfg.2017.07.250
- Beer, J. d. (2000). *Potential for Industrial Energy Efficiency Improvement in the Long Term* (Vol. IX): Springer Netherlands.
- Borris, S. (2000). *Total Productive Maintenance* (M.-H. Companies Ed.): McGraw-Hill Professional Publishing.
- BSI. (2010). BS EN 13306-2010 - Maintenance - Maintenance Terminology. In.
- Bufferne, J. (2006). *Le guide de la TPM - Total Productive Maintenance* (Páris: Éditions d'Organisation ed.).
- Cabral, J. (2004). *Organização e gestão da manutenção: MONITOR*.
- Cabral, J. (2009). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios* (Lisboa:Lidel Ed.).
- Carr, W. (2006). Philosophy, methodology and action research. *Journal of Philosophy of Education*, 40, 421-435. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2006.00517.x>
- Commission, E. (2003). External Costs: Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport.
- Conceição, R., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Gouveia, R. (2018). Establishing standard methodologies to improve the production rate. *Procedia Manufacturing*, 17, 555-562. doi:10.1016/j.promfg.2018.10.096
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company. In *DAAAM International Scientific Book 2018* (pp. 001-012).
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J. R. C., & Vieira, S. R. (2009). Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Psicologia, Educação e Cultura*, 13, 455-479.
- da Silva, R. N. (2011). Aula: Eficiência Energética na Indústria. *DCEA-FCT - UNL. Portugal*.

- Damáso, C., Silva, F. J. G., Gouveia, R., Pereira, T., & Ferreira, L. P. (2018). Improving manual assembly lines devoted to complex electronic products. *Procedia Manufacturing, 17*, 663-671. doi:10.1016/j.promfg.2018.10.115
- Dekker, R. (1996). *Applications of maintenance optimization models: a review and analysis* (E. S. Limited Ed.).
- Dhillon, B. S. (2006). *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*. CRC Press.
- Dincer, I. (1999). Environmental impacts of energy. *Energy Policy*.
- Freitas, A. M., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Pereira, J. (2019). Improving efficiency in a hybrid warehouse: a case study. *Procedia Manufacturing, 00*, 000-000.
- Garcia, R. O. (2007). *Aplicação da Análise Modal de Falhas e Efeitos ao Processo de Repintura Automóvel*. FCT/UNL, Monte da Caparica.
- Guariente, P., Antonioli, I., Pinto Ferreira, L., & Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing, 13*, 1128-1134. doi:10.1016/j.promfg.2017.09.174
- Ireland, F., & Dale, B. G. (2001). A study of total productive maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering, 7*(3), 183-192. doi:10.1108/13552510110404495
- Ishikawa, K. (1985). *What is total quality control? The Japanese way*: Prentice-Hall.
- Juran, A. B. G. J. M. (1998). *Juran's Quality HandBook Fifth Edition*.
- Kardec, A., & Nascif, J. (2003). *Manutenção - Função Estratégica: QUALITYMARK*.
- McCarthy, P. W. D. (2001). *TPM : A Route to World class Performance*.
- Mobley, K., Higgins, L., & Wikoff, D. (2008). *Maintenance Engineering Handbook*: McGraw-Hill Education.
- Moreira, A., Silva, F. J. G., Correia, A. I., Pereira, L. P., Pereira, T., & de Almeida, F. (2018). Cost reduction in printing industry. *Procedia Manufacturing, 17*, 623-630. doi:10.1016/j.promfg.2018.10.107
- Moubray, J. (1991). *Reliability-centred maintenance*: Butterworth-Heinemann.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*: Productivity Press.
- Nascif, K. e. (2009). *Manutenção função estratégica*.
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing, 17*, 696-704. doi:10.1016/j.promfg.2018.10.119
- Neyestani, B. (2017). *Seven Basic Tools of Quality Control : The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations*.

- NP EN 13306, I. P. d. Q. (2007). EN 13306, "Terminologia da Manutenção". *Instituto Português da*.
- Park, K. S., Han, S. W. (2001). TPM - Total Productive Maintenance: Impact on competitiveness and a framework for successful implementation. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. doi: <https://doi.org/10.1002/hfm.1017>
- Paula, P. S. N., & da Costa, V. M. P. (2009). A Contribuição da Implementação dos 5S para a Melhoria Contínua da Qualidade num serviço de Imagiologia. *Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia*, 6, 20-33.
- Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2008). Qualidade: Planeamento e controlo estatístico de processos. *Fundamentos do Desenho de Experiências, 1a edição, Prefácio, Caparica*, 359-363.
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., J., F. A., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 00, 000-000.
- Pinto, J. (2013). *Manutenção LEAN* (LIDEL Ed.).
- Rocha, H. T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2018). Analysis and Improvement of Process in Jewelry Industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 640-646. doi:10.1016/j.promfg.2018.10.110
- Rosa, C., Silva, F. J. G., & Ferreira, L. P. (2017). Improving the Quality and Productivity of Steel Wire-rope Assembly Lines for the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, 11, 1035-1042. doi:10.1016/j.promfg.2017.07.214
- Silva, F. J. G., & Gouveia, R. (2019). CLEANER PRODUCTION - Toward a Better Future. 281-400. doi:10.1007/978-3-030-23165-1
- Singh, K., & Ahuja, I. P. S. (2012). Transfusion of Total Quality Management and Total Productive Maintenance: a literature review. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 12(4). doi:10.1504/ijtpm.2012.050135
- Sousa, E, Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology to cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611-622. doi:10.1016/j.promfg.2018.10.103
- Susman, G. I. (1983). Action research: a sociotechnical systems perspective. *Beyond method: Strategies for social research*, 95, 95-113. doi:<https://doi.org/10.2118/169428-ms>
- Suzuki, T. (1994). *TPM in Process Industries*: Taylor & Francis.
- Trumpp, C., Endrikat, J., Zopf, C., & Guenther, E. (2015). Definition, Conceptualization, and Measurement of Corporate Environmental Performance: A Critical Examination of a Multidimensional Construct. *Journal of Business Ethics*, 126(2), 185-204. doi:10.1007/s10551-013-1931-8

- Tsuchiya, S. (1996). *Quality Maintenance: Zero Defects Through Equipment Management*: Taylor & Francis.
- Venkatesh, J. (2007). An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM).
- Vipulkmar, C., Patel, & Thakkar, H. (2014). Review on Implementation of 5S in Various Organization. *Journal of Engineering Research and Applications*, 4(3), 774-779.
- Wireman, T. (2005). *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*: Industrial Press.
- Xenos, H. G. (1998). *Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Desenvolvimento Gerencial*.

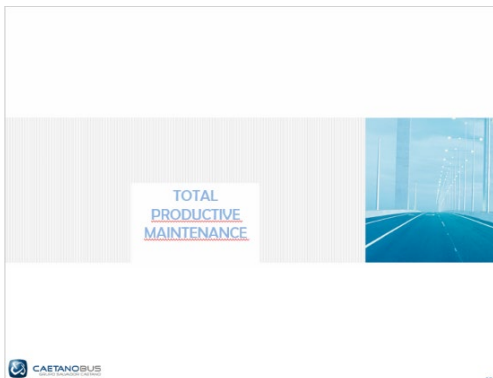
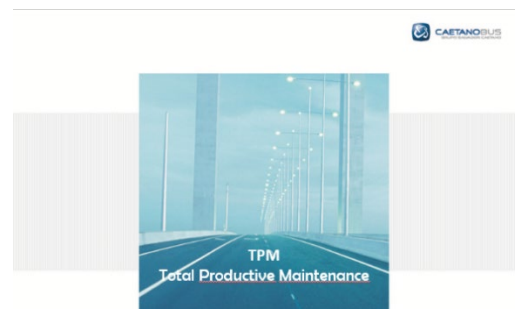
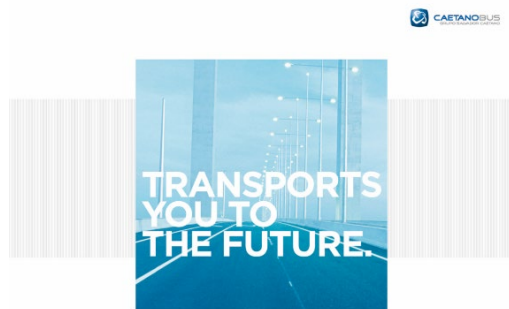
# ANEXOS

- 6.1 ANEXO1 – Apresentação TPM
- 6.2 ANEXO 2 – Ficha Manutenção Preventiva - Quinadora
- 6.3 ANEXO 3- Ficha Manutenção Preventiva - Serrote Automático
- 6.4 ANEXO 4 - Ficha Manutenção Preventiva - Guilhotina
- 6.5 ANEXO 5- Ficha Manutenção Preventiva - Cabina de Pintura
- 6.6 ANEXO 6- Lista de Ordens de manutenção no programa SAP
- 6.7 ANEXO 7- Ordem de manutenção manuscrita
- 6.8 ANEXO 8- Manual Técnico Lâmpadas Osram Fluorescentes 36 W
- 6.9 ANEXO 9- Manual Técnico Lâmpadas Osram Led 36 W



# 6 ANEXOS

## 6.1 ANEXO1 – Apresentação TPM

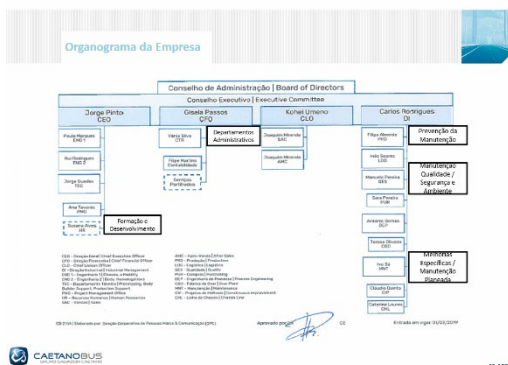


**O TPM**

O TPM é um modelo de gestão que tem como objetivos:

- eliminar falhas e possíveis causas de avarias nos equipamentos;
- Aumento da produtividade;
- Envolvimento de todos os colaboradores, a trabalharem em equipa e a aplicar práticas de melhoria contínua;
- Diminuir custos com equipamentos;
- Criar uma cultura de manutenção preventiva de equipamentos;

2019/02/04      PEM



**O TPM**

- Definição**  
Programa de manutenção preventiva  
Antes: "eu opero, tu reparas"  
Depois: "eu sou responsável pelo meu equipamento"
- TPM**  
Diagrama de uma casa com pilares: Segurança, Qualidade, Manutenção, Produtividade, Redução de Custos, Satisfação do Cliente.
- Criação de Equipos**  
Criação da equipa principal de implementação do TPM na empresa;  
Criação de uma equipa modelo para aplicação desta ferramenta de gestão por equipamento;
- Como intervir**  
Vários passos a seguir antes e enquanto a implementação deste modelo de gestão;

CAETANOBUS

**Definição**

*Definição*


Programa de manutenção preventiva

Antes: "eu opero, tu reparas"

Depois: "eu sou responsável pelo meu equipamento"

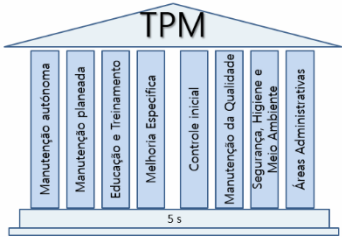
Antes do TPM, temos a manutenção dos equipamentos, apenas e só realizada pela equipa de manutenção.


Depois do TPM, vamos ter um operador responsável pelo seu equipamento, que cuida e trata do mesmo, para melhores condições de trabalho.



CB 357

**Os 8 Pilares do TPM**





CB 357

**Os 8 pilares do TPM**


Manutenção Autónoma

Este pilar está diretamente associado aos gestores do departamento de produção que tem como objetivo a produção de bons produtos, o mais barato possível e no menor tempo.

Uma das suas funções é detetar e lidar com anormalidades nos equipamentos assim que estas sejam detetadas. Por isso é necessário que seja praticada a cultura dos 5S, para se conseguir atingir as metas necessárias.

Os objetivos deste pilar são:

- Evitar a deterioração do equipamento, através do bom manuseamento e verificações diárias;
- Restauração e gestão adequadas;
- Estabelecer as condições necessárias para manter os equipamentos em condições conformes;
- Uso do equipamento como meio de ensino ao operador novas formas de pensar e trabalhar;



CB 357

**Os 8 pilares do TPM**


Manutenção planeada

A manutenção planeada deve manter o equipamento nas suas condições ideais de processo.

Estabelece rotinas de manutenção retiradas do manual do equipamento, ou baseada nas taxas de falhas medidas e/ou previstas.

Tem como objetivos:

- Manutenção Periódica;
- Melhorias para aumentar o tempo de vida dos equipamentos;
- Controle de stock;
- Análise de paragens;
- Melhor controle do orçamento de manutenção;



CB 357

**Os 8 pilares do TPM**


Educação e Treinamento

Todos os colaboradores da empresa recebem treino de melhoria de conhecimento e em TPM. Implementação da metodologia "One-Point-Lesson".

Melhoria Específica

São identificadas as perdas mais significativas, tanto em termos de equipamento como em termos de ferramenta e processos de fabrico. Projetar melhorias para facilitar operações e manutenções, projetos de redução de *set-up* e tempos de limpeza.

Os colaboradores presentes no terreno podem dar um contributo positivo, através da sua participação nos programas de melhoria.



CB 357


**Os 8 pilares do TPM**

Controle inicial

Minimizar ineficiências em novos produtos, processos e equipamentos. Responsável por garantir novos equipamentos com menores custos e *layout* apropriado.

Manutenção da Qualidade

Manter zero avarias (Gestão de recursos e indicação de equipamento). Zero defeitos – consolidação da qualidade assegurada. Garantir a qualidade dos produtos e serviços utilizando os recursos e ferramentas da qualidade. Atividades TPM, promovida de acordo com o standard. Alcançar a melhor atividade de manutenção preventiva e compreender respetivos sintomas. Controle de recursos.



CB 357

### Os 8 pilares do TPM

**Segurança, Higiene e Meio Ambiente**  
Minimização do risco de acidentes do trabalho e riscos ambientais. Responsável por garantir a segurança dos colaboradores na empresa, trabalhando no método de conscientização e melhorias nos postos de trabalho, seguindo e trabalhando com todas as normas ambientais. Todos os colaboradores recebem formação em Higiene e Segurança Industrial.

**Áreas Administrativas**  
Apoio à implementação. Também conhecido como TPM de escritório, ou TPM Office, utiliza-se os conceitos de organização e eliminação de desperdícios nas rotinas administrativas, que acabam por interferir na eficiência dos equipamentos e dos processos.

CAETANOBUS

CB 357

### Equipas

#### Composição da Equipa Principal de Implementação

```

graph TD
    A[Administrador de Operações] --> B[Diretor da Manutenção]
    B --> C[Diretor de Produção]
    B --> D[Chefe de Segurança]
    B --> E[Chefe de Linha]
  
```

CAETANOBUS

CB 357

### Equipas

#### Composição Equipa por máquina/setor

```

graph TD
    A[Diretor da Manutenção] --> B[Operador de Manutenção]
    A --> C[Chefe de Linha]
    C --> D[Colaboradores setor da Máquina]
  
```

CAETANOBUS

CB 357

### Como Implementar

Antes de se prosseguir com esta gestão no terreno é necessário:

1. Declaração da decisão para a implementação;
2. Formação, treino e divulgação;
3. Organização da promoção e do modelo (desdobramento de equipas);
4. Estabelecer objetivos e diretrizes;
5. Executar plano principal de desenvolvimento;
6. Lançar o projeto no chão de fábrica;

CAETANOBUS

CB 357

### Como implementar

Como interencionar:

Passo 1 : Limpeza Inicial

1. Preparar e planejar a limpeza (criar uma lista do material necessário para o desenvolvimento da tarefa);
2. Limpeza profunda ao equipamento, desmontar componentes se necessário (identificar zonas de maior sujidade e de difícil acesso);

Passo 2 : Implementar sistema de etiquetagem

1. O sistema de etiquetagem serve para identificar as anomalias encontradas pelo operador aquando da limpeza inicial;
2. Através da sua cor pode-se identificar o responsável pela resolução da anomalia (Próprio colaborador, Operador da Manutenção ou Fabricante);

CAETANOBUS

CB 357

### Como implementar

Como interencionar:

Passo 3 : Uniformizar as atividades de manutenção;

Passo 4 : Desenvolver prática de inspeção geral;

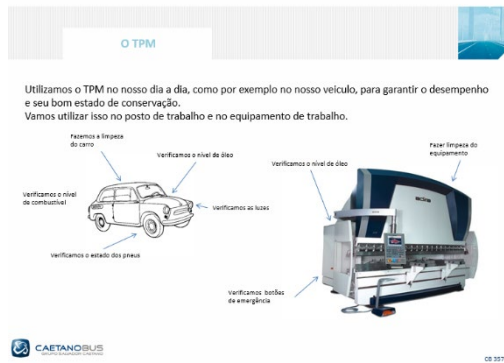
Passo 5 : Conduzir à inspeção autónoma;

Passo 6 : Organizar e gerir o posto de trabalho;


Passo 7 : Implementação da gestão autónoma;

CAETANOBUS

CB 357



## 6.2 ANEXO 2 – Ficha Manutenção Preventiva - Quinadora

	<b>Ficha de Manutenção Preventiva de Nível I</b>	326-081-00003
	Instruções Gerais	Data: 03/2019
Número Técnico: 216304		Descrição: Quinadora Baykal

**Tarefas Semanais**

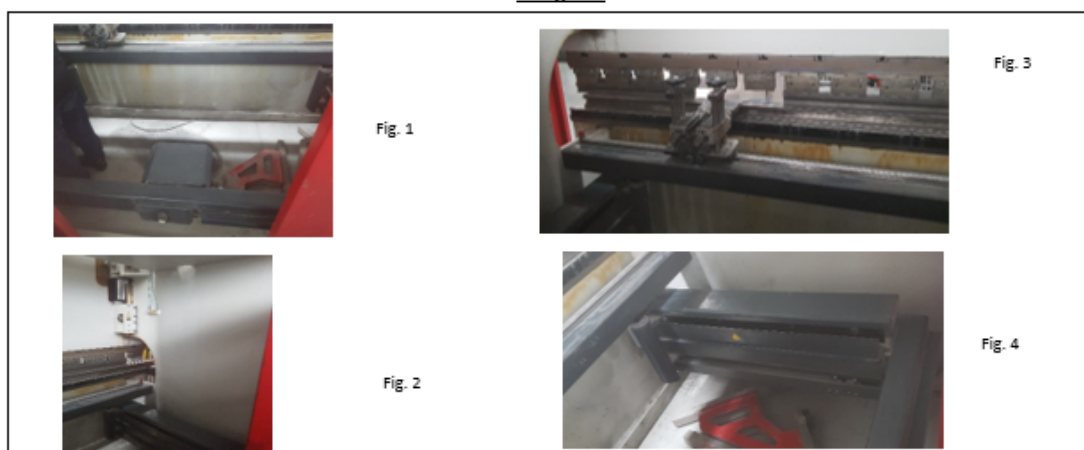
#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Limpeza geral da máquina	Com a máquina desligada, limpar as laterais, a parte superior, e a parte interior da máquina. Limpar o excesso de óleo ou massa	Luvas de proteção	
			Óculos de proteção	
			Pano	
2	Guiagens do esbarro	Com a máquina desligado, limpar e lubrificar com óleo as guias de esbarro.	Pincel	Ver fig. 1 Ver fig. 3
			Óleo GREASE NGL T2,265 / 295	
			Luvas de proteção	
3	Guias dos Cilindros	Com a máquina desligado, limpar e lubrificar com óleo as guias do cilindro	Pincel	Ver fig. 4
			Luvas de proteção	
			Óleo KAPGRES 2	

**Tarefas Mensal**

#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Limpeza do Fusos do Esbarro	Com a máquina desligada, lubrificar com massa os fusos de acionamento do esbarro.	Massa lubrificante	Ver fig. 3
			Luvas de proteção	
2	Limpeza do Grasser	Com a máquina desligada, colocar massa no grasser de lubrificação do esbarro.	Luvas de proteção	Ver fig. 4
			Óculos de proteção	
			Pano	
3	Limpeza e Lubrificação das Guiagens do Avental	Com a máquina desligada, lubrificar com massa as guias do avental, desmontar a blindagem de proteção e colocar massa na guia	Luvas de proteção	Ver fig. 2
			Óculos de proteção	
			Óleo GREASE NGL T2,265 / 295	


**Tarefa Após 1000 Horas de Funcionamento**

#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Mudança Óleo do reservatório	Após 1000 horas de funcionamento, esvaziar o óleo do reservatório pela válvula de drenagem e encher até ao nível indicado com o novo óleo.	Luvas de proteção	
			Óleo HLP 46	

**Imagens**

CB326

## 6.3 ANEXO 3 – Ficha Manutenção Preventiva – Serrote Automático

 <b>CAETANOBUS</b>	<b>Ficha de Manutenção Preventiva de Nível I</b>	Nº. Registo: 326-081-00004
	Instruções Gerais	Data: 03/04/2019
Número Técnico: 217904	Descrição: Serrote Automático de Fita	

**Tarefas Diárias**

#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais / Ferramentas	Notas
1	Remover todos os resíduos e pontas de tubo	Verificar se existem eventuais pontas de tubo não utilizadas no tabuleiro.	Luvas de Proteção Óculos de Proteção	Fig. 1
2	Limpar área de corte e respetivo grupo de rolos	Verificar se a área de corte não tem limalhas acumuladas, bem como verificar se os rolos rodam sem esforço.	Luvas de Proteção Óculos de Proteção Pano Aparelho de Bufar	Fig. 2
3	Fazer limpeza geral ao corpo do serrote	Com o aparelho desligado, limpar o corpo do serrote.	Luvas de Proteção Óculos de Proteção Pano Aparelho de Bufar	Fig. 3

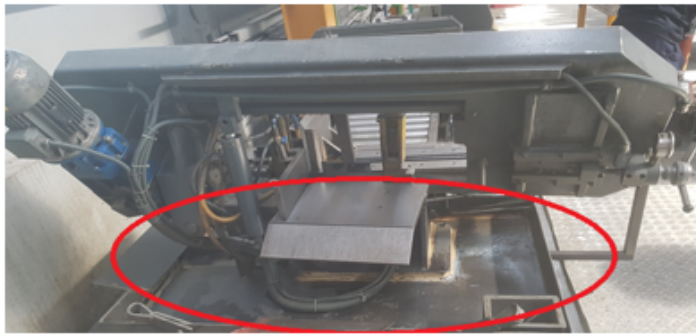


Fig. 1




Fig. 2



Fig. 3

CB 326

## 6.4 ANEXO 4 – Ficha Manutenção Preventiva – Guilhotina Adira

 <b>CAETANOBUS</b>	<b>Ficha de Manutenção Preventiva de Nível I</b>	Nº Registo:326-081-00005
	Instruções Gerais	Data: 08/04/2019
Número Técnico: 1000276	Descrição: Guilhotina Adira	

**Tarefas**

#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Remover todos os resíduos e restos de chapa	Com o equipamento desligado, verificar se existem eventuais restos de chapa no reservatório traseiro.	Luvas de Proteção Óculos de Proteção	Fig. 1
2	Verificação e limpeza do estado da lâmina	Verificar se a zona da lâmina de corte não tem limalhas acumuladas, bem como verificar se a lâmina se encontra em bom estado.	Luvas de Proteção Óculos de Proteção Pano Aparelho de bufar	Fig. 2
3	Fazer limpeza geral ao corpo da guilhotina	Com o aparelho desligado, limpar o corpo da guilhotina	Luvas de Proteção Óculos de proteção Pano Aparelho de Bufar	Fig. 3



Fig. 1




Fig. 2



Fig. 3

CB 326

## 6.5 ANEXO 5 – Ficha Manutenção Preventiva – Cabina de Pintura

 CAETANOBUS	<b>Ficha de Manutenção Preventiva de Nível I</b>	Nº Registo: 326-081-00006
	Instruções Gerais	Data: 15/04/2019
Número Técnico: 533253		Descrição: Cabine de Pintura

**Tarefas**

#	Descrição da tarefa	Como executar/Cuidados a ter	Materiais/Ferramentas	Notas
1	Limpeza da estufa	Com a cabine de pintura desligada, limpar e eliminar qualquer resíduo presente no equipamento	Luvas de Proteção Óculos de Proteção	Fig. 1
2	Limpeza do pó nos componentes	Com a estufa desligada, utilizar o aparelho de bufar para eliminar todo o pó existente em todos os componentes da estufa.	Luvas de Proteção Óculos de Proteção Pano Aparelho de bufar	Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2

CB 326

### 6.6 ANEXO 6 – Lista de Ordens de manutenção no programa SAP

Exibir ordens PM: Lista ordens

Lista Processar Ir para Ordem Ambiente(U) Configurações Sistema Ajuda

Can.	Centro custo	Ordem	Equipamento	Status do sistema	Texto breve	Data-base fim	Data pedido	Início/bose
1000	4027	5100000013999	533253	ENTE CAPC NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	27.05.2013	27.05.2013	27.05.2013
1000	4070	510000014708	533253	ENTE CAPC NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	25.11.2013	25.11.2013	25.11.2013
1000	4070	510000015423	533253	ENTE CAPC NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	26.05.2014	26.05.2014	26.05.2014
1000	4027	510000015894	533253	ENTE IMPR CAPC NOLO SCDM	MANUTENÇÃO DOS FILTROS PARTICULAS CABINE	06.10.2014	06.10.2014	06.10.2014
1000	4027	510000016280	533253	ENTE CAPC DMNV NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	24.11.2014	24.11.2014	24.11.2014
1000	4027	510000017828	533253	ENTE CAPC DMNV NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	25.05.2015	25.05.2015	25.05.2015
1000	4027	510000019740	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	23.11.2015	23.11.2015	23.11.2015
1000	4027	510000021882	533253	ENTE CAPC DMNV NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	25.05.2016	25.05.2016	25.05.2016
1000	4027	510000022498	533253	ENTE CAPC NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	24.05.2017	24.05.2017	24.05.2017
1000	4027	510000026886	533253	ENTE CAPC NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	20.11.2017	20.11.2017	20.11.2017
1000	4027	510000027932	533253	ENTE CAPC DMNV NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	22.05.2018	22.05.2018	22.05.2018
1000	4027	510000029393	533253	ENTE CAPC NOLO SCDM	Man. Prev. Cabine de Lixagem	19.11.2018	19.11.2018	19.11.2018
1000	4002	520000005985	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	Porta da cabine de lixagem	25.02.2008	25.02.2008	25.02.2008
1000	4002	520000007410	533253	ENTE CNPA IMPR CAPC DMNV NOLO SCDM	reparar estufa	18.09.2008	18.09.2008	18.09.2008
1000	4027	520000006579	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	reparar estufa	07.01.2009	07.01.2009	07.01.2009
1000	4027	520000008611	533253	ENTE IMPR CAPC NOLO SCDM	INSTALAR REDE AR COMPRIMIDO	07.01.2009	07.01.2009	07.01.2009
1000	4002	520000008289	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	REPARAR REGULADOR DE AR	09.02.2009	09.02.2009	09.02.2009
1000	4027	520000011193	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	substituir lampadas	07.05.2010	07.05.2010	07.05.2010
1000	4027	520000013930	533253	ENTE CNPA IMPR CAPC DMNV NOLO SCDM	fugas de ar na cabine lixagem	26.07.2011	26.07.2011	26.07.2011
1000	4027	520000020017	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	reparar fuga ar cabine pintura	26.08.2014	26.08.2014	26.08.2014
1000	4027	520000020322	533253	ENTE CAPC DMNV IMPA MOME NOLO SCDM	MANUTENÇÃO DOS FILTROS PARTICULAS CABINE	10.12.2014	10.12.2014	10.12.2014
1000	4027	520000021078	533253	ENTE CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	VERIFICAR TOMAS	09.02.2015	09.02.2015	09.02.2015
1000	4027	520000022265	533253	ENTE CNPA CANC CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	estufa avariada	02.05.2016	02.05.2016	02.05.2016
1000	4027	520000022284	533253	ENTE CAPC DMNV IMPA MOME NOLO SCDM	reparar estufa	29.10.2015	29.10.2015	29.10.2015
1000	4027	520000022926	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA MOME NOLO SCDM	vidro porta partido	21.10.2015	21.10.2015	21.10.2015
1000	4027	520000025418	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	porta cabine não fecha adequadamente	18.10.2016	18.10.2016	18.10.2016
1000	4027	520000025801	533253	ENTE CNPA IMPR CAPC DMNV NOLO SCDM	porta cabine não fecha adequadamente	15.11.2016	15.11.2016	15.11.2016
1000	4027	520000026562	533253	ENTE CNPA IMPR CAPC DMNV NOLO SCDM	portas estufa	23.02.2017	23.02.2017	23.02.2017
1000	4027	520000026727	533253	ENTE CNPA CAPC DMNV IMPA MOME NOLO SCDM	aterragem tubo ar	05.04.2017	05.04.2017	05.04.2017
1000	4027	520000031805	533253	ENTE CNPA CANC CAPC DMNV IMPA MOME NOLO	aspiração estufa	30.01.2019	30.01.2019	30.01.2019
1000	4027	520000031810	533253	ENTE CNPA IMPR CAPC DMNV NOLO SCDM	iluminação lateral	31.01.2019	31.01.2019	04.01.2019

## 6.7 ANEXO 7 – Ordem de Manutenção Manuscrita

CAETANOBUS		ORDEM DE MANUTENÇÃO	
		DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO Manutenção Correctiva	
DATA DE ABERTURA 10.11.2017	Nº ORDEM 520000028500	Histórico Custo 4.174,71	Descrição maquina carregar ac com fuga
Equipamento 533059	Descrição CARREGADOR AR CONDICIONADO BEISSBARTH	Centro Custo 4006	Centro Trabalho G06.06.2
Operação 0010	Descrição maquina carregar ac com fuga	Centro Custo Emissor 4006	
Descrição Longa			Autor da Nota 7946-PEDRO
			Rúbrica Chefia <i>Paulo Pinto</i>
Data Início	<u>13/04/2018</u>	Data Fim	<u>13/04/2018</u>
Hora Início	<u>15.00</u>	Hora Fim	<u>15.30</u>
Tempo Necessário		Rúbrica	<u>h.g</u>
Nº Colaborador	<u>4265</u>		
Data Início		Data Fim	
Hora Início		Hora Fim	
Tempo Necessário		Rúbrica	
Nº Colaborador			
Material Utilizado			
Material	Descrição	Quantidade	Unidade
Requisição: <u>1101129575</u>	Pedido: <u>57-5749</u> <u>57-5777</u>		
Observações:	Equipamento para abate: Data <u>16.05.2003</u> Imobilizado:		Valor Imob.: _____
MNT: _____	CTR _____	ADM _____	
		10.11.2017	PAG 1 / 1
		<i>Luis Coete</i> 9245	

## 6.8 ANEXO 8 – Manual Técnico Lâmpadas Osram Fluorescentes 36 W

### Osram L 36W 840 Lumilux | 120cm - Blanco Frio



#### Osram L 36W 840 Lumilux | 120cm - Blanco Frio

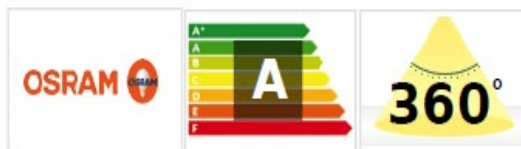
Osram L 36W 840 Lumilux | 120cm - Blanco Frio forma parte de la categoría de tubos fluorescentes de Osram. Los cuales se han convertido en la iluminación artificial más usada en el mundo. La razón principal para el uso masivo de este producto se debe al precio económico del mismo y a su bajo consumo eléctrico. Además, la vida útil media es de 20000 horas. Es perfecto tanto para uso profesional como privado. Existe una amplia oferta de posibilidades en cuanto al lugar de aplicación de este producto. Desde tiendas, hasta oficinas, restaurantes u hoteles. También pueden ser usadas en estadios y clubs deportivos, carreteras y túneles. Del mismo modo que pueden ser encontradas en localizaciones más hogareñas y privadas.

Te rogamos que si quieres reemplazar un tubo fluorescente prestes atención al hecho de que las dimensiones del tubo, ya que éstas están siempre ligadas a la potencia en vatios. Además, ten en cuenta que existe una alternativa en LED con la que podrás ahorrar hasta un 50% más en tu consumo eléctrico.

Otras características del producto son:

- > Potencia: 36 Vatios
- > Flujo luminoso de 3350 lm
- > Temperatura de color: 4000K - Blanco Frio
- > Reproducción cromática: 80-89 Ra

Beneficiate del bajo consumo eléctrico y compra online en [Lamparadirecta.es](http://Lamparadirecta.es) para conseguir Osram L 36W 840 Lumilux | 120cm - Blanco Frio.



#### Especificaciones

Código	155259	Forma	T8
Longitud (mm)	1200	Potencia	36
Código de Color	840 - Blanco Frio	Vida Media (hora)	20000
Índice Reproducción Cromática	80-89	Garantía total Lamparadirecta.es	1 año
Tecnología	Fluorescente	Eficacia Luminosa (Lm/W)	76
Base/Casquillo	G13	Flujo Luminoso (Lumen)	3350
Diámetro (mm)	26	Regulable	Sí, utilizando un balastro regulable
Color de Luz	4000K - Blanco Frio	Reactancia Requerida	Sí
Ángulo de Luz (grados)	360	Nombre del fabricante	L 36W/840 FLH1

## 6.9 ANEXO 9 – Manual Técnico Lâmpadas Osram Led 36 W

### Especificaciones Osram SubstiTUBE Advanced UO EM 15.1W 840 120cm | Blanco Frio - Cebador LED incl. - Reemplazo 36W


#### Información general

Código	234074
Nombre del fabricante	ST8AU-1.2M 15.1W/840 220-240VEM10X1
Cantidad recomendada de compra	10 
Garantía total Lamparadirecta.es	5 años 
Etiqueta Eficiencia Energética	A++ 
Vida Media (hora)	60000

#### Información técnica

Tecnología	LED
Reemplazo (Watt)	36 
Potencia	15.1
Regulable	No 
Base/Casquillo	G13 
Color de Luz	4000K - Blanco Frio 
Código de Color	840 - Blanco Frio 
Índice Reproducción Cromática	80-89 
Flujo Luminoso (Lumen)	2500 
Ángulo de Luz (grados)	190 
Eficacia Luminosa (Lm/W)	165 

#### Información del producto

EAN	4058075136311
Característica(s)	Shatterproof
Cebador LED incl.	Si
Reactancia	Convencional (EM) 
Serie	SubstiTUBE

#### Dimensiones

Longitud (mm)	1200
Diámetro (mm)	27
Forma exacta	T8