



# MELHORIAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL

**VASCO RIBEIRO PEREIRA**

outubro de 2018

# MELHORIAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL

Vasco Ribeiro Pereira  
1130661

**2018**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial



## MELHORIAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL

Vasco Ribeiro Pereira  
1130661

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 Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP.

**2018**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial



# JÚRI

**Presidente**

Venceslau Manuel Magalhães Correia

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

**Orientador**

Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

**Arguente**

José Duarte Ribeiro Marafona

Professor Auxiliar, Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



## AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar por agradecer à Engenheira Mónica Sá assim como ao Engenheiro Ivo Sá pela disponibilidade demonstrada durante o período de estágio na empresa.

De igual forma agradeço a toda a equipa de manutenção da CaetanoBus, quer a nível administrativo como de campo, por todo o auxílio prestado na concretização do meu trabalho.

Relativamente ao ISEP gostaria de agradecer ao Professor Doutor Luís Pinto Ferreira pelo auxílio na conclusão da dissertação e pela sua disponibilidade.

Por fim, quero agradecer aos meus pais, irmã e avó pelo apoio, carinho e força incondicionais nesta etapa da minha vida. Assim como aos meus amigos pelo suporte e ajuda prestados.



## RESUMO

Ao longo dos anos o papel da manutenção nas organizações tomou uma posição preponderante. Desde a inicial limitação da prática, à sua função corretiva, ao seu papel atual de elemento estratégico, capaz de gerar receitas para as organizações. A sua dimensão é visível pois está associada a elementos fulcrais da produção das fábricas, tais como a segurança, qualidade e económico.

Nesse prisma a dissertação apresentada, realizada numa empresa dedicada à montagem de autocarros, teve como principal meta a melhoria da prática da manutenção em dois grupos específicos de equipamentos: bombas de cola e aparelhos de soldadura. A melhoria teve como base a implementação de tecnologias *Lean* aplicadas à manutenção, nomeadamente à Manutenção Produtiva Total. Assim foram utilizadas ferramentas comuns a estes conceitos, como o 5S e a Manutenção Autónoma. Para a validação do método foram utilizados indicadores de manutenção, nomeadamente o MTBF, o MTTR e a Disponibilidade. O objetivo foi então definido como um aumento da Disponibilidade destes equipamentos.

A implementação destas técnicas resultou, no período estudado, num aumento da disponibilidade de 28,74% para as bombas de cola, surgindo a gestão visual como chave para este sucesso. Através da sua aplicação existiu uma diminuição do tempo de reparação de 18,2 dias para 3,5 dias. Já para os aparelhos de soldadura, a disponibilidade aumentou em 4,99% sendo que houve melhorias relativas ao tempo entre falhas, de 1,65 dias para 2,68 dias e, no tempo de solução de avarias, de 6,1 dias para 4,6 dias.

### PALAVRAS CHAVE

Gestão de equipamentos; Manutenção; Disponibilidade; TPM; Manutenção Autónoma.



## ABSTRACT

*Throughout the years the importance of maintenance in the organizations has obtained a determinant role. Since the time when the practice was limited to the corrective function to the current days where it has a huge part in the generation of wealth to the companies. When we look at the crucial elements of production on factories, as security, quality and economy, we see how maintenance can be of enormous influence.*

*From this standpoint this dissertation, which was developed in a company dedicated to assembling buses, aims to improve the maintenance practice in two types of equipment: glue pumps and welding machines. This improvement was based in Lean technologies applied to maintenance, namely Total Production Maintenance. Tools familiar to these concepts were pursued, as 5S and Autonomous Maintenance. To validate the method maintenance performance indicators were used, for instance MTBF, MTTR and Availability. Therefore, the goal can be defined as the enhancement of the Availability of these machines.*

*In the considered period, the execution of these techniques resulted for the glue pumps, in an increase in availability of 28,74%, the employment of visual management was crucial as it resulted in a reduction in the machine fixing time from 18,2 days to 3,5 days. As for the welding machines, the availability was increased from 4,99%, with a decrease in the time between failures, from 1,65 days to 2,68 days and a growth in the machine reparation time from 6,1 days to 4,6 days.*

### **KEYWORDS**

*Equipment Management; Maintenance; Availability; TPM; Autonomous Maintenance*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
CNC	Comando Numérico Computadorizado
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
MOST	<i>Maynards Operation Sequencing Technique</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
NEE	<i>Net Equipment Effectiveness</i>
PC	<i>Profit Cost</i>
PM	<i>Preventive Maintenance</i>
CM	<i>Corrective Maintenance</i>
CBM	<i>Condition Based Maintenance</i>
RTF	<i>Run-to-Failure</i>
CMMS	<i>Computer Maintenance Management System</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VA	<i>Value Adding</i>
NNVA	<i>Necessary but Non-Value Adding</i>
NVA	<i>Non-Value Adding</i>

### Lista de Unidades

L	Litros
Hz	Hertz
W	Watt

### Lista de Símbolos

%	Percentagem
€	Euro



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

---

OEE	Índice global de eficácia dos equipamentos
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
<i>Poka Yoke</i>	Ferramenta para limitar o erro durante a produção
4M	<i>Material, Method, Machine, Man</i>
<i>Downtime</i>	Período de inatividade no processo
<i>Uptime</i>	Período de atividade no processo
<i>In-house</i>	Internamente
<i>Stakeholders</i>	Partes interessadas
<i>Inputs</i>	Entradas
<i>Outputs</i>	Saídas
<i>Kaizen</i>	Melhoria contínua
<i>Set-up</i>	Configuração do processo
Pecolite	Material utilizado no processo de colagem

---



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - VOLUME DE VENDAS.	27
FIGURA 2 – CARÁCTER CÍCLICO NA METODOLOGIA <i>ACTION RESEARCH</i> .	28
FIGURA 3 - PROCESSO DE MANUTENÇÃO SEGUNDO UMA LÓGICA <i>INPUT-OUTPUT</i> ADAPTADA DE (DUFFUAA & RAOUF, 1999).	37
FIGURA 4 - IMPLICAÇÕES DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO NAS EMPRESAS, ADAPTADO DE (MANZINI, REGATTIERI, PHAM, & FERRARI, 2010).	38
FIGURA 5 - ATIVIDADES ORGANIZACIONAIS PARA INTEGRAÇÃO DA MANUTENÇÃO, ADAPTADO DE (CHOLASUKE, BHARDWA , & ANTONY , 2004).	39
FIGURA 6 - NÍVEIS DE ATIVIDADE A PONDERAR NA IMPLEMENTAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO, ADAPTADO DE (MARQUEZ, 2007).	39
FIGURA 7 - COMPARAÇÃO ENTRE ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO, ADAPTADO DE (GULATI, 2012).	40
FIGURA 8 - <i>STAKEHOLDERS</i> NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO, ADAPTADO DE (KOBACZY & MURTHY, 2008).	41
FIGURA 9 - MODELO ICEBERG PARA OS CUSTOS DE MANUTENÇÃO, ADAPTADO DE (WIENKER, HENDERSON, & VOLKERTS, 2016).	42
FIGURA 10 - TIPOS DE MANUTENÇÃO, ADAPTADO DE (LEE, 2003).	43
FIGURA 11 - APLICAÇÕES DOS CMMS, ADAPTADO DE (LOPES, ET AL., 2016).	45
FIGURA 12 - EVOLUÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO E FIABILIDADE, ADAPTADO DE (WIENKER, HENDERSON, & VOLKERTS, 2016).	46
FIGURA 13 - CINCO PRINCÍPIOS <i>LEAN</i> , ADAPTADO DE (DAYI, AFSHARZADEH, & MASCLE, 2016).	49
FIGURA 14 - PILARES DO TPM, ADAPTADO DE (AHUJA & KHAMBA, 2007)	52
FIGURA 15 - DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS PELO TPM, ADAPTADO DE (GULATI, 2012).	53
FIGURA 16 – A IMPLEMENTAÇÃO DO 5S, ADAPTADO DE (VERES, MARIAN, MOICA, & AL-AKEL, 2018).	54
FIGURA 17 - PLANTA POLO DE GAIA.	60
FIGURA 18 - ORGANIGRAMA DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO.	62
FIGURA 19 - COMPARAÇÃO DAS AÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS.	63
FIGURA 20 - CUSTOS COM MANUTENÇÕES CORRETIVAS.	65
FIGURA 21 - COMPARAÇÃO DE CUSTO EM ATIVIDADES PREVENTIVAS E CORRETIVAS.	65
FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO DAS MÁQUINAS DE COLA PELA FÁBRICA.	66
FIGURA 23 - CENTROS DE CUSTO COM REGISTO DE APARELHOS DE SOLDADURA.	67
FIGURA 24 - COMPARAÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÕES CORRETIVAS NAS ESTUFAS E GERAIS.	68
FIGURA 25 - CORREÇÕES REALIZADAS NOS REQUERIMENTOS À FERRAMENTARIA.	69
FIGURA 26 - EXEMPLO DE EQUIPAMENTO A CATALOGAR.	70
FIGURA 27 - DIAGRAMA ISHIKAWA PARA A PARAGEM DAS MÁQUINAS DE COLA.	72
FIGURA 28 - DIAGRAMA ISHIKAWA PARA A PARAGEM DOS APARELHOS DE SOLDAR.	72
FIGURA 29 - FOLHA MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE PRIMEIRO NÍVEL PARA BOMBAS DE COLA.	73
FIGURA 30 - VERSO DA FOLHA MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE PRIMEIRO NÍVEL PARA BOMBAS DE COLA.	73
FIGURA 31 - FOLHA MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE PRIMEIRO NÍVEL PARA APARELHOS DE SOLDADURA.	74
FIGURA 32 - GESTÃO VISUAL NOS PRATOS DE LUBRIFICAÇÃO.	74
FIGURA 33 - GESTÃO VISUAL NOS MANÓMETROS.	74
FIGURA 34 - FICHA DE REGISTO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA.	75



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS.	34
TABELA 2 - ANÁLISE E MELHORIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO.	35
TABELA 3 - ABORDAGENS À MANUTENÇÃO, ADAPTADO DE (AHUJA & KHAMBA, 2008).	43
TABELA 4 – CARACTERIZAÇÃO DO VALOR ASSOCIADO ÀS ATIVIDADES, ADAPTADO DE (MONDEN, 1998).	49
TABELA 5 - CATEGORIAS DE DESPERDÍCIO.	50
TABELA 6 - PILARES DO TPM, ADAPTADO DE (GULATI, 2012).	52
TABELA 7 - OS CINCO S, ADAPTADO DE (BAYO-MORIONES, BELLO-PINTADO, & MERINO-DÍAZ DE CERIO, 2010).	55
TABELA 8 - ÁREAS DE PRODUÇÃO DA FÁBRICA.	60
TABELA 9 - FASES DE PRODUÇÃO.	61
TABELA 10 - PROBLEMAS IDENTIFICADOS.	64
TABELA 11 - EXPLICAÇÃO DOS PROCESSOS REALIZADOS COM RECURSO ÀS MÁQUINAS DE COLA.	66
TABELA 12 - PROPOSTAS DE SOLUÇÃO APRESENTADAS.	71
TABELA 13 - CAMPOS INCLUÍDOS NO CATÁLOGO DE FERRAMENTAS.	77
TABELA 14 - CAMPOS INCLUÍDOS NO CATÁLOGO DE MAQUINARIA LEVE.	78
TABELA 15 - NÚMERO DE AÇÕES CORRETIVAS RELATIVAS AS BOMBAS DE COLA.	79
TABELA 16 - CUSTOS ASSOCIADOS AS AÇÕES CORRETIVAS RELATIVAS AS BOMBAS DE COLA.	79
TABELA 17 - MTBF, MTTR E DISPONIBILIDADE RELATIVOS AS BOMBAS DE COLA.	80
TABELA 18 - NÚMERO DE AÇÕES CORRETIVAS RELATIVAS AOS APARELHOS DE SOLDADURA.	80
TABELA 19 - MTBF, MTTR E DISPONIBILIDADE RELATIVOS AOS APARELHOS DE SOLDADURA.	80
TABELA 20 - ANÁLISE DOS RESULTADOS DAS MELHORIAS IMPLEMENTADAS.	81



# ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	23
1.1	ENQUADRAMENTO DO TRABALHO .....	25
1.2	OBJETIVOS DO TRABALHO .....	25
1.3	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	26
1.4	METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO .....	27
1.5	CONTEÚDO E ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO .....	29
2.	REVISÃO DE LITERATURA .....	31
2.1	INTRODUÇÃO .....	33
2.2	ANÁLISE E MELHORIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO .....	33
2.3	MANUTENÇÃO .....	37
2.3.1	Conceito de Manutenção .....	37
2.3.2	Tipologia de manutenção .....	42
2.3.3	Softwares de apoio à gestão da manutenção .....	45
2.3.4	Indicadores de desempenho da manutenção .....	47
2.4	LEAN THINKING .....	48
2.5	MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL .....	51
2.5.1	Definição de TPM.....	51
2.5.2	5S .....	54
2.5.3	Gestão visual.....	55
3.	MELHORIAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO .....	57
3.1	PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA .....	59
3.2	DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO NA CAETANOBUS .....	62
3.2.1	Caracterização do departamento de Manutenção.....	62
3.2.2	Situação inicial.....	63
3.3	IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS .....	64
3.3.1	Grande ocorrência de avarias.....	64
3.3.2	Ineficiência dos procedimentos de manutenção autónoma .....	65
3.3.3	Procedimentos desatualizados ou inexistentes .....	67
3.3.4	Catologação de materiais da Ferramentaria e equipamentos móveis .....	68
3.4	PROPOSTAS DE SOLUÇÃO .....	70
3.4.1	Elaboração e implementação de planos de manutenção autónoma .....	71
3.4.2	Atualização de procedimentos de manutenção preventiva das estufas e cabines de pintura .....	76
3.4.3	Criação de documentos de suporte a pedidos de ferramentas e de equipamentos .....	76
3.5	ANÁLISE DE RESULTADOS OBTIDOS.....	79
4.	CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO .....	83
4.1	CONCLUSÕES.....	85
4.2	DIFICULDADES ENCONTRADAS.....	86
4.3	PROPOSTA DE TRABALHO FUTURO .....	86

---

5. BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO .....	87
ANEXOS .....	93
ANEXO A: PROCEDIMENTO PARA A MANUTENÇÃO DE PRIMEIRO NÍVEL DE EQUIPAMENTOS.....	95
ANEXO B: PROCEDIMENTO DE APOIO À CRIAÇÃO DE FICHAS DE MANUTENÇÃO DE PRIMEIRO NÍVEL.....	97
ANEXO C: PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE ESTUFAS E CABINES DE PINTURA.....	98
ANEXO D: PROCEDIMENTO PARA ATUALIZAÇÃO DO CATÁLOGO DA FERRAMENTARIA .....	104
ANEXO E: PROCEDIMENTO PARA ATUALIZAÇÃO DO CATÁLOGO DE MÁQUINAS LEVES .....	108

# 1. INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento do trabalho
- 1.2 Objetivos do trabalho
- 1.3 Apresentação da empresa
- 1.4 Metodologia de investigação
- 1.5 Conteúdo e organização da dissertação



## 1.1 Enquadramento do trabalho

Num ambiente em constante mudança como o da indústria, suportado pela época de rápida evolução tecnológica vivida atualmente, é fulcral que as empresas se mantenham na dianteira da inovação e em constante atualização. A indústria automóvel tem intrinsecamente uma grande envolvimento no esforço pela qualidade, custos de produção baixos e atividades de melhoria contínua. Apesar da pouca inclinação à adaptação de conceitos *Lean*, estes possibilitam aos empresários desenvolver e melhorar a posição das suas empresas no mercado. Contudo, esta resistência é verificável, não só na fase de implementação, mas também mais tarde, negligenciando o funcionamento de acordo com a filosofia adotada.

O trabalho foi realizado no âmbito de dissertação de 5º ano do curso de Mestrado de Engenharia Mecânica na componente de Gestão Industrial, desempenhado numa empresa de fabrico de carroçarias e autocarros, no período de novembro de 2017 a maio de 2018. A sua realização foi auxiliada por conceitos comuns à prática industrial, quer na avaliação da situação inicial quer na formulação das implementações desejadas, baseando a abordagem em conceitos *Lean* direcionados à área exercida.

## 1.2 Objetivos do trabalho

O foco do trabalho pode ser sintetizado na análise e melhoria do processo de manutenção da empresa. Assim os objetivos estão compreendidos nos seguintes conteúdos:

- Implementação da manutenção autónoma em equipamentos críticos;
- Implementação de mecanismos de gestão autónoma para apoio à manutenção autónoma;
- Atualização de procedimentos e documentos de apoio afetos à manutenção;
- Criação de um segmento na base de dados para documentos afetos à manutenção autónoma;
- Estudo e catalogação dos equipamentos e ferramentas utilizadas na produção;
- Desenvolvimento de documentos de apoio às requisições realizadas pelos restantes departamentos à logística e manutenção.

### 1.3 Apresentação da empresa

A história da CaetanoBus remonta a 1946 ano em que, através da criação de uma sociedade formada por Salvador Caetano, se dá o início à atividade na construção de carroçarias para pesados de passageiros usando a madeira como matéria-prima base. Posteriormente a empresa torna-se a primeira a introduzir em Portugal a técnica de construção mista, ou seja, a utilização de perfis de aço e madeira, mas também no fabrico de carroçarias integralmente de metal. As instalações em Gaia, local onde se encontra atualmente, abrem em 1966 e imediatamente no ano a seguir começam a ser exportados os primeiros carros para Inglaterra. No início do século XX acontece a certificação da Divisão Fabril de Gaia de acordo com a norma Europeia NP EN 29002:1988, esta reconhece o Sistema de Qualidade, correspondendo à quinta certificação e à primeira, no que toca ao ramo automóvel, em Portugal. Coincide a altura com o início da produção do modelo COBUS, modelo que serve plataformas de aeroporto e é, até hoje, uma das principais origens de lucro para a empresa. Em 1996 a empresa recebe a certificação de Qualidade segundo a Norma NP EN ISSO 9001:1995 em 2002, fruto de uma parceria com a *Evobus* (do grupo alemão *Daimler-Chrysler*) ligação entretanto terminada em 2010 com a aquisição integral do Grupo Salvador Caetano, a empresa inicia a atividade sob o nome CaetanoBus, Fabricação de Carroçarias, S.A. Seguindo a visão da Inovação e Qualidade a empresa torna-se, em 2005, o primeiro fabricante da europa a fabricar o primeiro autocarro com acessibilidade para deficientes pela porta da frente e em 2014 desenvolvem o E.COBUS, o primeiro autocarro 100% elétrico, uma reconversão dos autocarros *diesel* utilizados em veículos totalmente elétricos. O grupo inaugura no ano de 2013 uma nova fábrica na China, a *Brilliance* Caetano. Mais recentemente, em 2017, o grupo japonês *Mitsui* adquiriu 15% do capital da empresa, o que possibilita à empresa uma exploração alargada de horizontes para o seu mercado.

A CaetanoBus posiciona-se, assim, como o maior fabricante de carroçarias em território nacional, sendo que a maior porção dos seus produtos se destina à exportação. Entre os principais parceiros podem ser enumerados diversas marcas normalmente associadas a veículos, como *MAN*, *Volvo*, *Iveco*, *Mercedes-Benz*, *Scania* e *Toyota*. A empresa conta, atualmente, com cerca de 600 colaboradores em Portugal, distribuídos pelas duas unidades de produção, Gaia e Ovar, e produz cerca de 600 unidades por ano. Em termos de volume de vendas verifica-se estabilidade uma vez que, atualmente, este ronda os sessenta milhões por ano. Os dados de faturação dos últimos quatro anos estão representados na Figura 1.

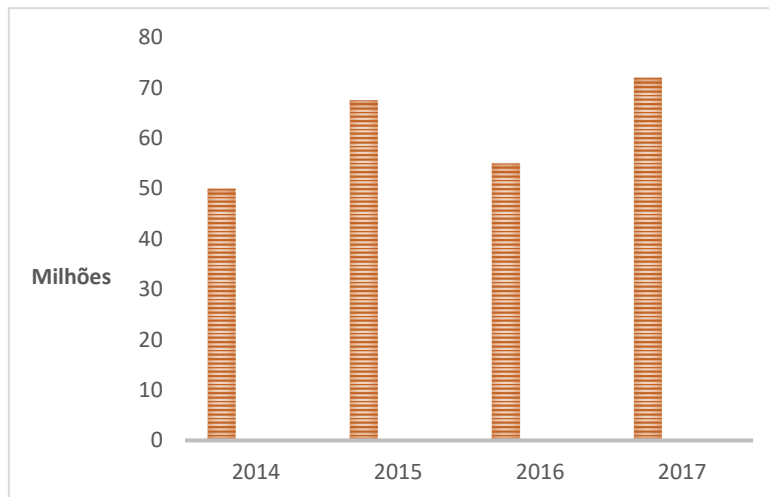


Figura 1 - Volume de vendas.

#### 1.4 Metodologia de investigação

A metodologia utilizada na realização deste trabalho teve como princípio o *Action Research*. O conceito é apresentado como um mecanismo de carácter cíclico, inserido no contexto metodológico que almeja através da ação (mudança) e investigação (compreensão) e tem como objetivos compreender, melhorar e reformular as práticas existentes e intervir, em baixa escala, no funcionamento de entidades reais e analisar detalhadamente os efeitos da mesma (Coutinho, et al., 2009). É uma ação de investigação que contém técnicas de pesquisa para informar a ação necessária para melhorar a prática (Tripp, 2005). A sua natureza cíclica advém das diferentes fases inerentes à aplicação do processo, representadas graficamente na Figura 2, sendo estas (Susman & Evered, 1978):

- Diagnóstico: Identificar ou definir problemas existentes;
- Planeamento da ação: Considerar as diferentes opções de ação para resolver um problema;
- Tomada da decisão: Selecionar uma das opções consideradas e pô-la em prática;
- Avaliação: Estudar as consequências da ação tomada;
- Especificação da aprendizagem: Identificar e detalhar os resultados obtidos da aplicação.



Figura 2 – Carácter cíclico na metodologia *Action Research*.

Desta forma, a primeira fase passou por uma análise dos procedimentos realizados na empresa, de manutenção de equipamentos, aquisição de equipamentos e materiais. Passando depois por um estudo dos equipamentos, ferramentas, materiais e respetivos processos, com recurso ao software de gestão e aos documentos presentes nos arquivos informáticos. Outros recursos utilizados foram diagramas de Pareto, diagramas de *Ishikawa* e *Brainstorming*. Em simultâneo, foi realizada uma revisão literária dentro dos tópicos abordados, nomeadamente o *Lean*, a manutenção e o TPM, com recurso a dissertações, artigos científicos, livros e ferramentas de pesquisa *on-line*.

Na fase seguinte foram elaboradas propostas de melhoria para os diferentes problemas encontrados e soluções propostas. Estas envolveram ferramentas *Lean*, como o 5S e a gestão visual, ferramentas da gestão da manutenção, como planificação de ações preventiva e manutenção autónoma, culminando na manutenção produtiva total.

O controlo foi realizado com recurso a indicadores de desempenho como o OEE, a Disponibilidade, o MTBF e o MTTR. Culminando os dados obtidos numa análise final onde são revelados os resultados da aplicação e que decisões a tomar futuramente.

## 1.5 Conteúdo e organização da dissertação

A dissertação apresentada está organizada em cinco capítulos distintos.

O primeiro capítulo, denominado de Introdução, introduz o trabalho realizado através de um enquadramento do tema, apresentando a empresa e os objetivos e a metodologia adotada.

No segundo capítulo, chamado de Revisão de Literatura, é apresentada a revisão bibliográfica sendo que esta incorpora os temas abordados no desenvolvimento do projeto, conceitos, ferramentas e metodologias.

O terceiro capítulo, com o nome de Melhorias na Gestão da Manutenção serve para expor o trabalho realizado. Começando por uma apresentação do processo produtivo da empresa e dos processos envolvidos na manutenção. Passa depois por uma identificação dos problemas encontrados e a proposta para a sua solução.

No quarto capítulo, intitulado de Conclusões e Trabalho Futuro, são apresentadas as conclusões finais, as principais dificuldades na realização do trabalho e expostas propostas para futuros trabalhos.

No quinto capítulo, designado por Bibliografia e Outras Fontes de Informação, são apresentados todos os artigos, publicações e restantes fontes de informação utilizadas.

Por último, na secção de Anexos, apresentam-se os anexos afetos à dissertação.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

- 2.1 Introdução**
- 2.2 Análise e Melhoria da Gestão da  
Manutenção**
- 2.3 Manutenção**
- 2.4 Lean Thinking**
- 2.5 Manutenção Produtiva Total**



## 2.1 Introdução

Existindo num ambiente económico extremamente competitivo, é inerente às empresas a necessidade de encontrar frequentemente técnicas e ferramentas que aumentem a produtividade. De forma a garantir a competitividade esperada as empresas optam pela aplicação de metodologias que promovam a melhoria contínua.

Com o passar das décadas o papel da manutenção sofreu uma evolução considerável, começando por ser identificada como um mal necessário pela gestão das organizações, que a limitavam à sua função corretiva, executada em situações de emergência. Atualmente, todavia, tal não se verifica, tendo a manutenção tomado o papel de elemento estratégico capaz de gerar receitas para as organizações. A sua importância é perceptível quando se verifica que esta afeta alguns elementos críticos da planta de produção como a qualidade do produto, requisitos de segurança e níveis de orçamento operacionais de uma organização. Com base na hipótese de *Womack* e *Jones* que dita que os princípios *Lean* podem ser aplicados a qualquer sector, no final do século XX, surge um novo conceito para a manutenção, a manutenção *Lean*. Este conceito remete para uma filosofia de manutenção que gera os resultados desejados minimizando o consumo de entradas e, para tal, foram adotados princípios *Lean* nas operações de manutenção, reparação e revisão.

## 2.2 Análise e Melhoria da Gestão da Manutenção

A pesquisa efetuada na especialidade resultou na seguinte literatura, compactada na Tabela 1 e Tabela 2. Na primeira é possível verificar diversos casos de estudo na área da análise e melhoria de processos, onde foram aplicadas ferramentas de melhoria a diferentes processos. O mesmo ocorre na Tabela 2, contudo esta foca somente melhorias na gestão da manutenção.

Tabela 1 – Análise e melhoria de processos.

Referências bibliográficas	Descrição
(Azizi, 2015)	Este trabalho teve como foco a linha de envidraçamento, numa fábrica de azulejos e mosaicos. O propósito era medir as melhorias na produtividade utilizando como ferramentas o controlo estatístico do processo, OEE, manutenção autónoma e o DMAIC. Este uso resultou num aumento da produtividade, evidenciada pela redução de tempo de quebra nas máquinas de 2502 minutos para 1161 minutos e a redução da taxa de defeitos, baixando dos 14,61% para 6,12%.
(Brito, Ramos, Carneiro, & Gonçalves, 2017)	O trabalho realizado num fabricante de torneiras, na secção de torneamento. A finalidade foi a de, em simultâneo, melhorar as condições ergonómicas e reduzir o tempo de <i>setup</i> diário, que se situava nos 105 minutos. Para tal utilizaram a metodologia SMED em conjunto com uma análise ergonómica e respetiva avaliação o que resultou numa redução no tempo de <i>setup</i> de 46%. O principal entrave a implementação foi o ceticismo de certos tomadores de decisão, os quais viam mudanças ergonómicas como fontes de despesa e não como um investimento.
(Favi, Germani, & Marconi, 2017)	O trabalho tem como objetivo explorar oportunidades de melhoria do <i>design</i> do produto, ergonomia e tarefas de montagem numa linha de montagem de eixos rotativos, componentes de máquinas CNC. Para o concretizar foi aplicada a abordagem 4M, após a gravação em vídeo das tarefas e análise das tarefas de montagem foram identificados os pontos críticos, onde se detetaram incorreções nas tolerâncias. O uso do 4M ( <i>Material, Method, Machine, Man</i> ) possibilitou melhoria do processo através do treino dos operadores ( <i>Man</i> ) e de correções no <i>design</i> do conjunto ( <i>Material</i> ).
(Puvanasvaran, Mei, & Alagendran, 2013)	O trabalho almejava melhorar o OEE no processo de autoclave através de estudos de tempo, numa indústria aeronáutica. Foram empregues dois tipos de métodos de estudo de tempos. O método normalizado, no qual foram empregues técnicas como o SMED, balanceamento e análises PERT para redução de desperdício, e o método MOST ( <i>Maynards Operation Sequencing Technique</i> ). Este último revelou ser o mais vantajoso, possibilita a quantificação da percentagem de melhoria, através da comparação com o tempo normalizado e, seguindo esta mesma abordagem, foi possível reduzir o tempo de <i>setup</i> de 94,82 minutos para 40,93 minutos e o OEE de 84,32% para 88,94%.

(Choomlucksana, Ongsaranakorn, & Suksabai, 2015)	Este trabalho aborda a melhoria do processo de estampagem através de ferramentas <i>Lean</i> . Utilizaram ferramentas como o controlo visual, o <i>Poka-Yoke</i> e o 5S para assim chegarem a uma redução, quer do tempo de processo do polimento em 62,5%, quer na diminuição das atividades que não acrescentam valor em 66,53% o que resultou numa poupança de 1,764 dólares por ano em custos com horas extra.
(Rohani & Zahraee, 2015)	O trabalho em questão ocorreu numa fábrica de tintas e tinha como objetivo a aplicação do VSM ( <i>Value Stream Mapping</i> ) numa linha de produção da mesma. O VSM foi elaborado com recurso a fundamentos <i>Lean</i> , como a formação de equipas e a definição de prazos. No final, as conclusões tiradas foram que o lead time do produto decresceu de 8,5 para 6 dias e o tempo de valor acrescentado de 68 para 37 minutos.

Tabela 2 - Análise e melhoria da gestão da manutenção.

<b>Referências bibliográficas</b>	<b>Descrição</b>
(Mwanza & Mbohwa, 2015)	O trabalho foi realizado num fabricante de fertilizante. O objetivo passava por avaliar o sistema de manutenção, determinar o OEE e identificar os indicadores de performance chave e fatores de sucesso do TPM culminando na idealização de modelo TPM mais eficaz. Assim foram utilizadas ferramentas essencialmente na coleção de dados, tais como, questionários, entrevistas, observações diretas e registos da empresa. Como conclusão da avaliação inicial foi descoberto que 78% dos operadores não estava envolvido em atividades de manutenção e que o OEE se situava em cerca de 36,5%. Assim foi recomendado à empresa a adoção do TPM para a redução de retrabalho e perdas, realçar o papel da manutenção e a implementação de tarefas diárias de manutenção do equipamento aos operadores.
(Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013)	O estudo foi realizado numa secção composta por máquinas CNC de uma fábrica de componentes automóveis. Pretendia-se o registo da experiência da implementação do TPM, utilizando os seus pilares e efetuando a medição através do OEE. Combinando ferramentas como 5S, <i>Poka Yoke</i> , diagrama causa-efeito, com os pilares TPM foi possível aumentar o OEE de 63% para 79%. Do estudo concluíram ainda que o elevado número de defeitos resultava de processos precedentes, nomeadamente o de fundição, e que a aplicação do TPM é impulsionada pelo envolvimento global da empresa.

---

(Miranda & Lopes, 2015)	O trabalho propôs aumentar e tornar mais eficiente a manutenção autónoma, dentro da perspetiva da TPM, de uma fábrica de mobiliário. Recorrendo à normalização (documentação e procedimentos), limpeza e melhoria de postos de trabalho e treino dos operadores foi possível um aumento da percentagem de tarefas de manutenção autónoma de 6% para 70%. Possibilitou um decréscimo no <i>downtime</i> de 7 horas/mês na zona de aplicação de folha e de 60 horas/mês na zona de revestimento de cantos.
(Molenda, 2016)	Neste trabalho foi procurado avaliar a eficácia da implementação da manutenção autónoma num dos maiores fabricantes de componentes automóveis da Polónia. Foram seguidos 7 passos para a implementação da manutenção autónoma, desde a limpeza inicial até à melhoria contínua esperada no final desta. Com estes recursos foi possível a redução de quebras para 788 no primeiro ano, 511 no seguinte e, em simultâneo, no tempo para solucionar problemas em cerca de 26%.
(Kigsirisin, Pussawiro, & Noohawm, 2016)	Neste trabalho foi testada a utilização da estratégia dos oito pilares do TPM para resolução de problemas de manutenção nos geradores de cloro de uma estação de águas residuais. Os geradores de cloro estavam divididos em duas fases. Utilizando o OEE e o NEE ( <i>Net Equipment Effectiveness</i> , similar ao OEE mas tem em conta a água de boa qualidade média fornecida para calculo do <i>uptime</i> ) como indicadores e igualmente o PC ( <i>Profit Cost</i> ) para medir o retorno financeiro da melhoria do processo. A aplicação dos oito pilares resultou num aumento, nas respetivas fases, do OEE em 0,92% e 1,10%, do NEE em 1,75% e 2,08% e num PC de 3 milhões de dólares e de 3,74 milhões de dólares.
(García-Sanz-Calcedo & Gómez-Chaparro, 2017)	O objetivo passa pela análise do impacto da gestão da manutenção no consumo energético de um hospital em Extremadura, Espanha, e observar a relação com o tempo despendido com operações de manutenção e o consumo de energia do edifício. Através de um aumento anual de 6% no tempo gasto com manutenção preventiva, ao fim de 5 anos, resultou numa diminuição em 20% da necessidade de ações corretivas culminando numa poupança anual de 500 MWh de consumo energético. Por sua vez, esta poupança previne a emissão de cerca de 186 toneladas de CO2 e gases de efeito estufa para a atmosfera. Assim, representa uma poupança de 75,000€ anuais, sem aumento de recursos humanos ou de custos de manutenção.

---

## 2.3 Manutenção

### 2.3.1 Conceito de Manutenção

A norma europeia EN 13306:2010 (2010) define manutenção como a associação das ações de gestão, técnicas e administrativas, realizadas durante o ciclo de vida de um bem com a intenção de o manter ou restaurar ao estado no qual possa cumprir a função que lhe é requerida.

A mesma norma define paralelamente gestão da manutenção, tratando o termo como todas as atividades de gestão que determinam objetivos, estratégias e responsabilidades da manutenção e as implementam por diferentes meios, sejam eles planeamento, controlo e supervisão e melhoria de métodos na organização, incluindo aspetos económicos.

Outra visão retrata a gestão da manutenção como um sistema de *input-output*, tomando os recursos humanos, a gestão, ferramentas, equipamento, entre outros, a conotação de entradas, já os *outputs* são a boa configuração e funcionamento dos equipamentos de forma a chegar ao plano de operações da fábrica (Saint-Voirin , Lang, & Zerhouni , 2005). Um esquema representativo desta visão pode ser observado na Figura 3.

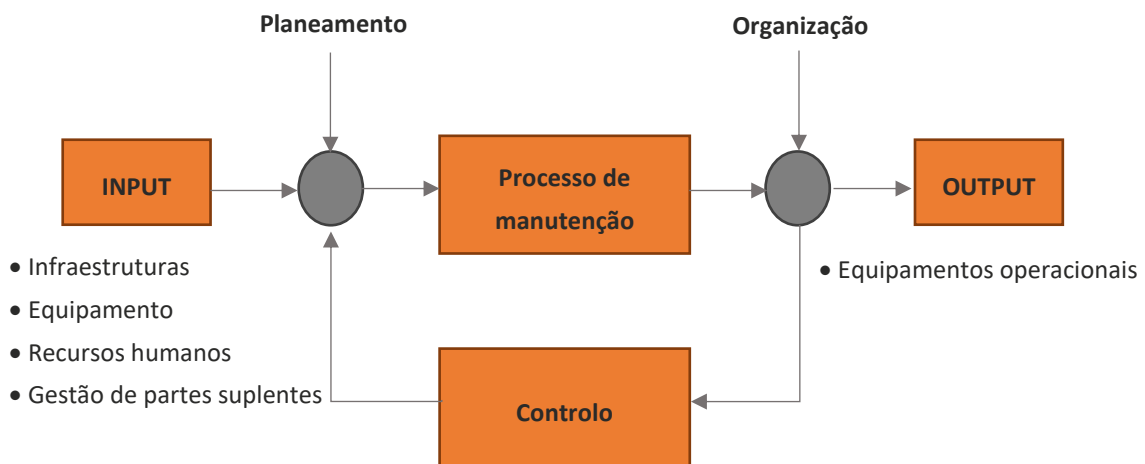


Figura 3 - Processo de manutenção segundo uma lógica *input-output* adaptada de (Duffuaa & Raouf, 1999).

Mais do que tarefas de prevenção de falhas ou de restauro do bem à sua condição inicial, a manutenção tem como comprometimento garantir que a capacidade dos equipamentos é atingida. A gestão é responsável por definir a capacidade a atingir esperada de cada bem, sendo esta sempre inferior a capacidade máxima do equipamento. Para garantir este nível de capacidade, ou até o melhorar, é essencial reduzir os tempos de inatividade da máquina (Gulati, 2012).

O desempenho geral das empresas está intrinsecamente ligado ao desempenho da manutenção (Alsyouf, 2009). Por conseguinte esta deve ser ponderada na idealização de projetos e suportar a tomada de decisão da gestão na empresa. Os processos associados à manutenção existem nos vários níveis organizacionais da empresa, com diversas, e importantes, aplicações (Manzini, Regattieri, Pham, & Ferrari, 2010). A Figura 4 demonstra diversos níveis assim como a aplicabilidade no processo de manutenção.

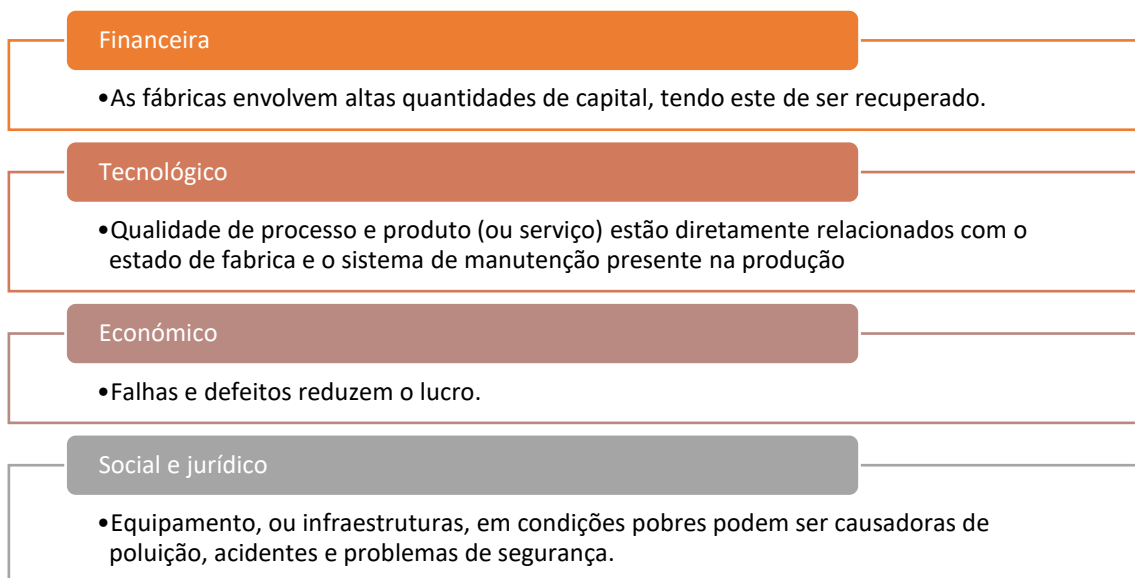


Figura 4 - Implicações do processo de manutenção nas empresas, adaptado de (Manzini, Regattieri, Pham, & Ferrari, 2010).

As atividades em que a manutenção deve ser integrada de forma a obter os melhores resultados estão sumarizados na Figura 5.

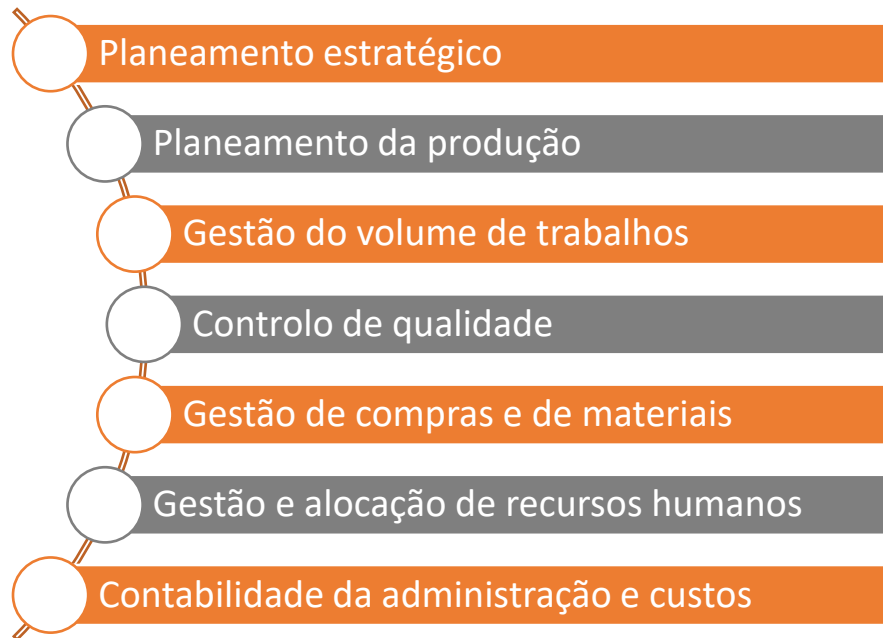


Figura 5 - Atividades organizacionais para integração da manutenção, adaptado de (Cholasuke, Bhardwa , & Antony , 2004).

Na definição da estratégia relativa a gestão da manutenção é essencial para chegar a um sistema de melhoria contínua, capaz de se adaptar automaticamente a novos objetivos organizacionais ou a mudanças nos mesmos. A gestão da manutenção deve, assim, alinhar três níveis de atividades empresariais à sua estratégia, estes níveis estão representados na Figura 6.

Ações ao nível estratégico	Ações ao nível tático	Ações ao nível Operacional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformar as prioridades organizacionais e de negócio em prioridades da manutenção</li> <li>• Decisões sobre a capacidade da manutenção (centralização, descentralização)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar corretamente a afetação dos recursos ao plano de manutenção</li> <li>• Estabelecer programas pormenorizados de atribuição de tarefas e recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assegurar a capacidade de resposta as tarefas, na altura certa, segundo os procedimentos adequados e com as ferramentas necessárias</li> <li>• Garantir o registo do trabalho realizado nos sistemas de informação</li> </ul>

Figura 6 - Níveis de atividade a ponderar na implementação da estratégia de manutenção, adaptado de (Marquez, 2007).

A crescente complexidade dos equipamentos industriais dificulta ainda mais a sua utilização e, conseqüentemente, manutenção (Ruiz, Foguem, & Grabot, 2013). Em indústrias em que os equipamentos são dispostos em linhas de produção complexas, a performance, quer da fiabilidade quer da manutenção, estão diretamente relacionadas com a incerteza do processo (Geary, Disney, & Towill, 2006).

Neste ambiente de mudança constante, o método como a organização está estruturada para as funções de manutenção é fulcral para um uso eficiente dos recursos humanos. São enumeradas três estratégias para a manutenção, centralizada, descentralizada e híbrida. Por norma, uma organização que siga uma estrutura centralizada é definida por uma maior especialização e normalização, já a descentralizada garante um domínio reforçado do equipamento e maior capacidade de resposta. A estratégia híbrida proporciona a combinação dos melhores aspetos de cada (Gulati, 2012). Na Figura 7 é apresentada uma comparação entre as diferentes estratégias.

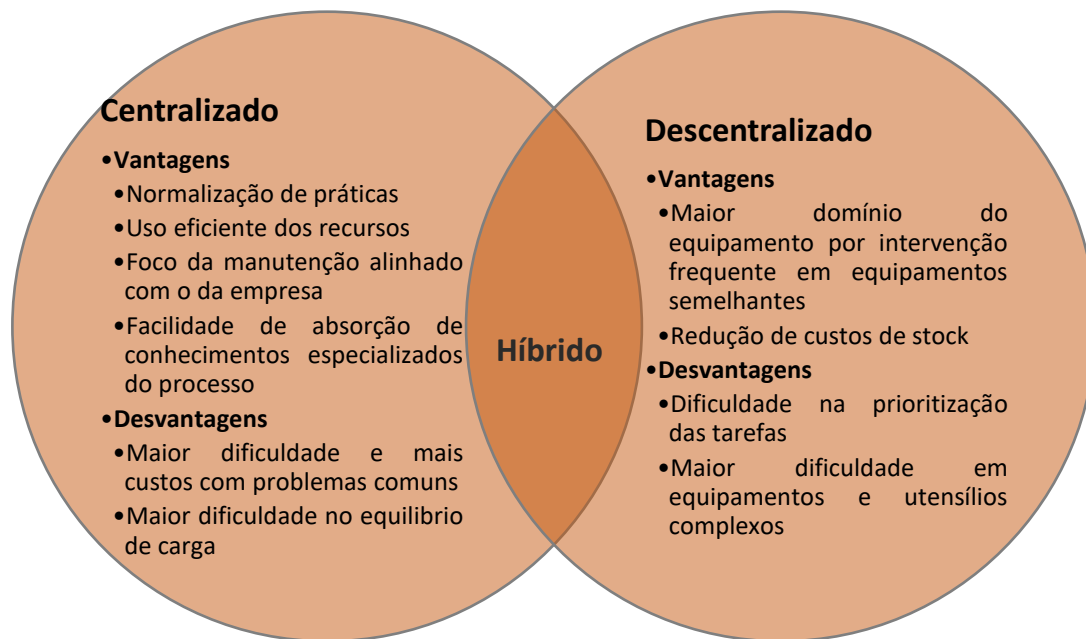


Figura 7 - Comparação entre estratégias de manutenção, adaptado de (Gulati, 2012).

A determinação dos diferentes participantes relaciona-se intrinsecamente com as responsabilidades afetas a manutenção que, por sua vez, estará sempre dependente do tipo de estratégia adotada. Segundo uma visão, enumera o fabricante do equipamento, o vendedor do mesmo, o comprador (usualmente é o seu utilizador) e uma terceira parte que fornece algum tipo de serviço de manutenção como principais partes interessadas do processo de manutenção (Marquez, 2007).

Numa perspetiva centrada no equipamento identificam-se, igualmente, o cliente, o proprietário, o operador e o prestador de serviços de manutenção. O último pode ter diferentes conotações consoante o tipo de estratégia em utilização, trata-se de um operador, caso a manutenção seja realizada *in-house*, transforma-se num agente externo no caso de ser descentralizada, e existe ainda a possibilidade da existência dos dois casos onde apenas determinadas atividades são descentralizadas. Além destes nomeiam o regulador, responsáveis por especificar parâmetros de segurança e saúde, e o governo, que providencia subsídios e assume certos riscos. Na Figura 8 estão representados os *stakeholders* e como se relacionam.

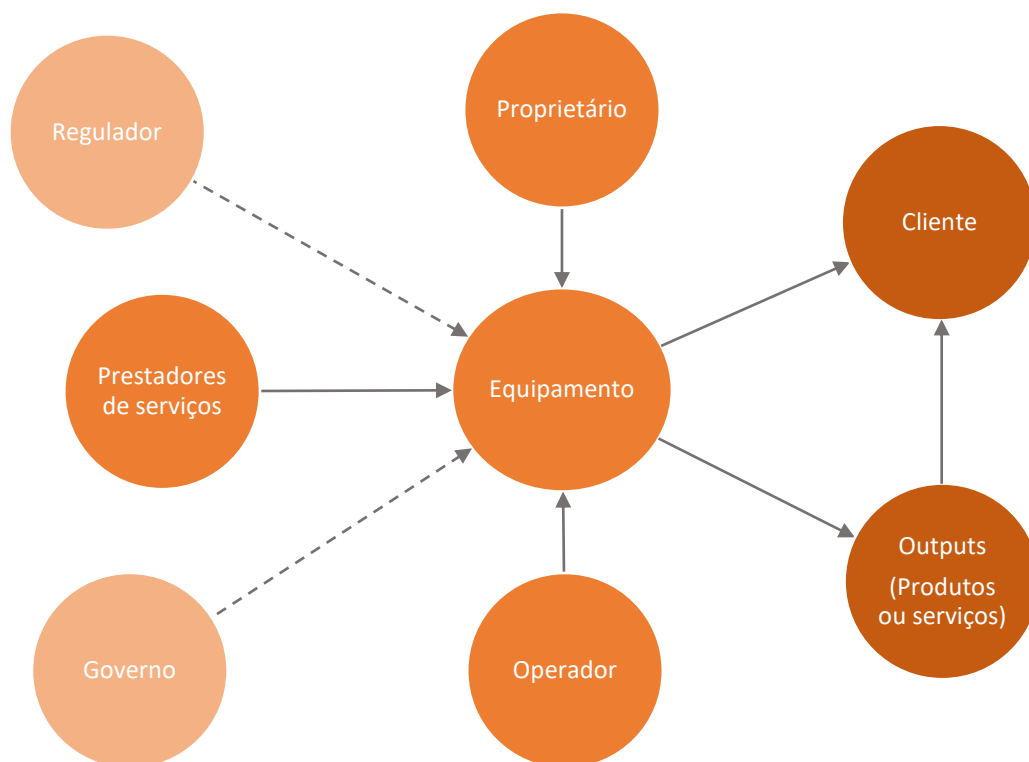


Figura 8 - *Stakeholders* no processo de manutenção, adaptado de (Kobbacy & Murthy, 2008).

No passado a manutenção era vista como um “mal necessário” (Tsang, 1995), todavia, considerando a atual conjuntura do conceito, que considera a manutenção uma função importante das organizações, a gestão da mesma requer uma abordagem multidisciplinar de uma perspetiva de negócio (Murthy, Atrens, & Eccleston, 2002). Normalmente, a atividade da manutenção caracteriza-se por elevados gastos monetários. Existem dois tipos fundamentais de custo, os custos diretos, investimentos em recursos para a produção, e custos indiretos, custos causados por insuficiências na produção (Manzini, Regattieri, Pham, & Ferrari, 2010). Os custos com a manutenção podem representar entre 15% a 40% dos custos totais de produção (Dunn R., 1987). A Figura 9 ilustra o “modelo Iceberg” e representa o impacto dos custos ocultos de

manutenção na empresa, e de como estes sobressaem em relação aos custos diretos associados à manutenção tradicional (Wienker, Henderson, & Volkerts, 2016).

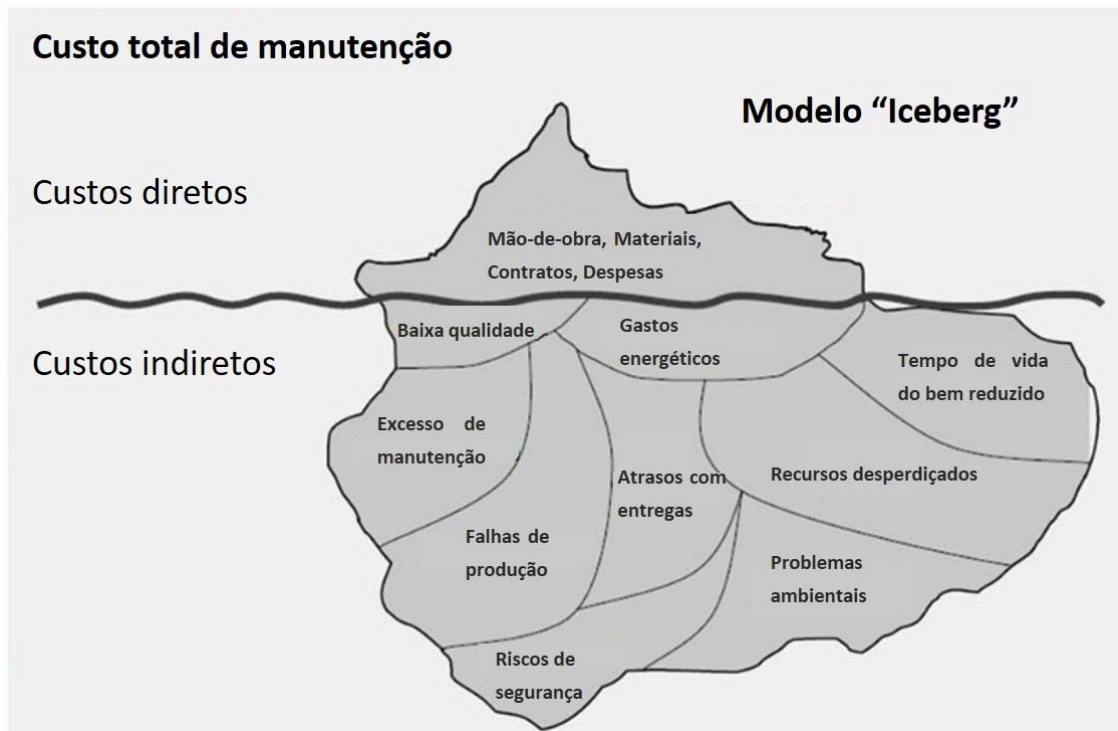


Figura 9 - Modelo Iceberg para os custos de manutenção, adaptado de (Wienker, Henderson, & Volkerts, 2016).

Outra visão apresenta os custos associados à manutenção divididos em duas classes distintas, custos com recursos e custos de indisponibilidade. Os custos com recursos afetam aos custos com trabalhadores, materiais e, especialmente, peças suplentes, já os custos de indisponibilidade dizem respeito aos custos por perda de produção inerentes à indisponibilidade de um equipamento para produzir (Shrivastav, 2005).

### 2.3.2 Tipologia de manutenção

A prática da manutenção está rodeada de diferentes conceitos que a caracterizam. A partir da definição apresentada anteriormente que define manutenção como o conjunto de ações num bem com a intenção de o manter ou restaurar. As palavras “manter” e “restaurar” podem ser convertidas em “preventiva” e “corretiva” respetivamente, o que possibilita a classificação das ações de manutenção nesses dois grupos (Marquez, 2007). Seguindo este critério, a norma europeia de terminologia da manutenção apresenta os diferentes tipos de manutenção de acordo com a Figura 10.

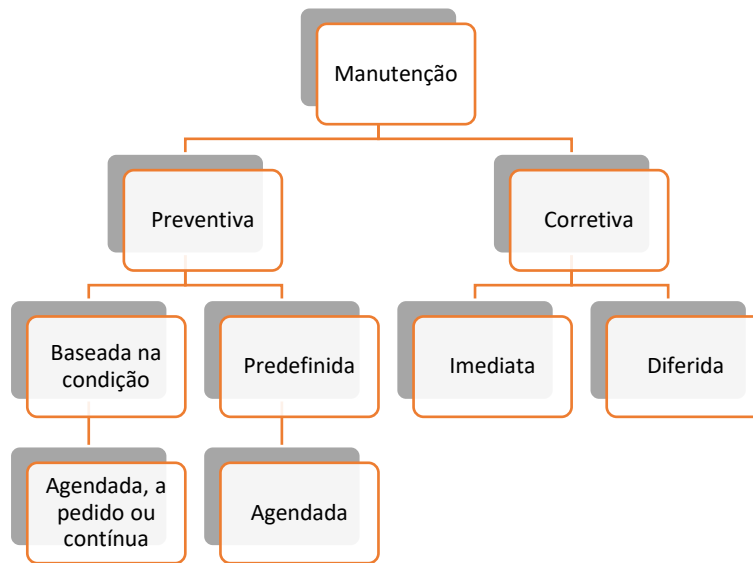


Figura 10 - Tipos de manutenção, adaptado de (Lee, 2003).

Na obtenção de um programa de manutenção bem estruturado são utilizadas diferentes filosofias, abordagens e práticas. Existem diversas abordagens possíveis à manutenção sendo estas utilizadas, normalmente, de uma forma intercambiável. Na Tabela 3 encontram-se algumas abordagens comuns à manutenção.

Tabela 3 - Abordagens à manutenção, adaptado de (Ahuja & Khamba, 2008).

<b>PM – Manutenção Preventiva</b> <i>(Preventive Maintenance)</i>	Este tipo de manutenção requer visitas regulares de monitorização ao bem com o objetivo de determinar se existem indícios de falha iminente. Pode ser agendada segundo uma calendarização ou pelo tempo de operação do equipamento. Podem englobar tarefas de teste, ajuste, substituição de parte, com o intuito de prevenir a falha. Em determinados equipamentos, os regulamentos a si associados, podem forçar a manutenção preventiva a acontecer.
<b>CM – Manutenção Corretiva</b>	As ações são executadas, através da observação ou medição da condição de um bem, antes ou após de uma falha funcional. Pode ser classificada como Agendada, Reparações Importantes/Projetos e Reativos. Em muitas organizações é apenas chamada de manutenção de reparação e é conduzida para corrigir erros de forma a fazer com que o equipamento retome o funcionamento, depois de este ter parado.

<b>CBM - Manutenção Baseada na Condição (Condition Based Maintenance)</b>	A natureza preditiva advém do método utilizado para definir o estado do bem, através de testes e medições não evasivas. Assim, esta abordagem permite que as ações, quer corretivas ou preventivas, sejam otimizadas descartando as tradicionais calendarizações. Tem como principal objetivo identificar ações proativas de manutenção a serem realizadas na altura correta quando a ação é mais rentável e antes da falha do item.
<b>RTF – Manutenção Run-to-Failure</b>	Uma política usualmente utilizada quando o custo e impacto da falha é menor que o custo das ações preventivas. É uma ação deliberada de não realizar manutenção preventiva, quando baseada em eficiência económica.
<b>TPM – Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance)</b>	É uma metodologia de melhoria orientada para a produção destinada a otimizar a fiabilidade de equipamentos e garantir a gestão eficiente dos bens da fábrica através do envolvimento dos operários, ligando o conceito de produção com o de manutenção e o de engenharia.

Os programas de manutenção estruturados são de grande importância. Estes devem ser capazes de melhorar a produtividade e reduzir os custos totais através da incidência nos seguintes aspetos (Gulati, 2012):

- Reduzir paragens na produção, resulta em menos falhas dos bens;
- Aumentar a durabilidade dos bens, eliminando mudanças na maquinaria e nos bens prematuramente;
- Reduzir custos de horas extras e utilizar a equipa de manutenção economicamente através do trabalho em horário programado opondo a uma postura não agendada para reparar as falhas;
- Reduzir custos de reparação reduzindo falhas secundárias, normalmente as falências de uma das componentes em serviço leva a danos em outros;
- Reduzir produtos rejeitados, retrabalho e sucata intervindo para uma melhor condição geral do bem;
- Identificar bens com custos de manutenção excessivos, indicando a necessidade para manutenção corretiva, treino de operadores ou substituição de bens obsoletos;
- Melhoria das condições de segurança e de qualidade.

### 2.3.3 Softwares de apoio à gestão da manutenção

Os sistemas de informação surgem, impulsionados pela evolução exponencial da informática, e são incluídas em várias atividades, desde tecnologias de informação a atividades organizacionais, tais como o uso de técnicas para definir requisitos do utilizador e a respetiva solução (Laudon & Laudon, 2000).

Um sistema de gestão da manutenção, normalmente apelidado de CMMS (*Computer Maintenance Management System*) é uma ferramenta essencial para as organizações de manutenção. Consegue ajudar o departamento de manutenção a melhorar a sua eficiência e eficácia e, derradeiramente, conseguir potencializar os equipamentos através da otimização de fluxos de trabalho críticos, identificação de trabalho, planeamento de trabalhos, calendarização e comunicação de informação (Gulati, 2012).

A implementação de CMMS proporciona uma comunicação rápida e eficaz e acarreta benefícios tais como melhorias de planeamento e calendarização, acesso a dados históricos e geração de relatórios, permitindo redução de custos associados a partes suplentes e atividades de manutenção, entre outras. Na Figura 11 podem ser visualizadas algumas das aplicações dos CMMS na gestão da manutenção.



Figura 11 - Aplicações dos CMMS, adaptado de (Lopes, et al., 2016).

Antes da adoção de um CMMS numa organização, a estratégia de manutenção terá que ter evoluído de uma posição reativa para uma abordagem proativa (ver Figura 12). É obrigatória que uma estratégia preventiva bem organizada esteja em prática e que a mesma esteja a ser seguida por todos os setores da organização. Um fluxo de trabalho adequado que descreve todas as etapas da estratégia é a base para a implementação de um destes sistemas. Esta ferramenta acrescenta valor a todos os departamentos o que resulta numa adição de valor mensurável para a companhia (Wienker, Henderson, & Volkerts, 2016).

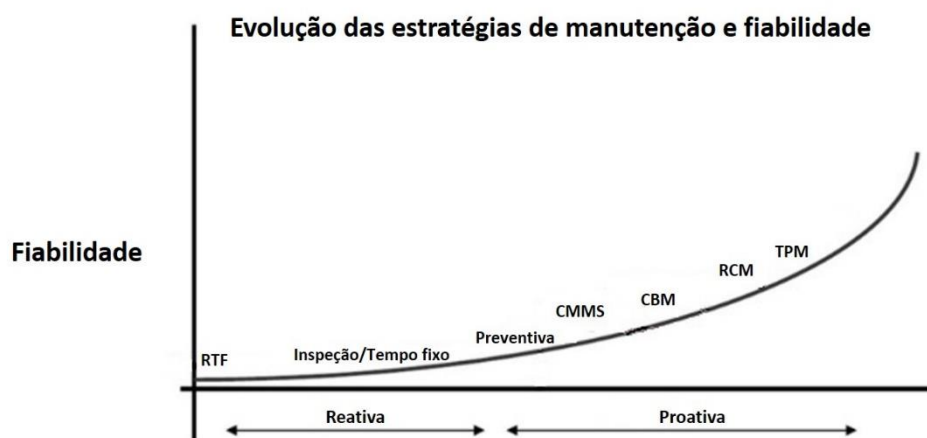


Figura 12 - Evolução das estratégias de manutenção e fiabilidade, adaptado de (Wienker, Henderson, & Volkerts, 2016).

São disponibilizados dois tipos de sistema de gestão de informação. O primeiro tipo de sistema funciona como uma coleção de aplicações modulares para toda a organização tais como gestão de bens, planeamento de materiais, finanças e recursos humanos. Desenvolvidos a partir de meados dos anos 90 estes são conhecidos como ERP (*Enterprise Resource Planning*) e podem ser custosos de instalar e de manter atualizados (Gulati, 2012).

Outro tipo de sistemas diz respeito a aplicações exclusivamente relacionadas com a gestão manutenção e são, por isso, considerados os CMMS puros. Desenvolvidos nos anos 70 e 80, quando os programas de manutenção preventiva começaram a ser automatizados através de computadores, estes podem estar interligados com outros sistemas EAM. Ainda assim, os CMMS modernos têm muitas mais funcionalidades e capacidades e são bastante simples, quando comparados com os EAM (Gulati, 2012).

### 2.3.4 Indicadores de desempenho da manutenção

Com o objetivo de quantificar as atividades desenvolvidas pela manutenção devemos definir um conjunto de indicadores de desempenho que possibilitam o controlo das atividades. Muitos problemas de fiabilidade podem ser combatidos ao prever o MTBF (*Mean Time Between Failure*) e MTTR (*Mean Time To Repair*) e uma melhor precisão na sua medição pode levar a uma maior disponibilidade (Sohn, Yoon, & Chang, 2006).

O MTBF ou tempo médio entre falhas é o tempo médio entre a ocorrência de uma falha desde a ocorrência da última, este é calculado segundo a equação (1) (Lima, 2014):

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tempo útil de funcionamento}}{N^{\circ} \text{ total de falhas nesse período}} \quad (1)$$

Em que:

$$\text{Tempo útil de funcion.} = \text{Tempo total} - \text{Tempo de paragem por falha} \quad (2)$$

O resultado do valor do MTBF é diretamente proporcional ao número de horas disponíveis para operações, quanto maior este for mais horas estão disponíveis.

Outro indicador é o MTTR ou tempo médio para reparação, e é especialmente utilizado na área da manutenção. O seu cálculo é feito segundo a equação (3) (Lima, 2014):

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tempo de reparação}}{N^{\circ} \text{ de intervenções nesse período}} \quad (3)$$

O MTTR é diretamente proporcional ao impacto das reparações no processo produtivo, quanto menor este for, menos reparações.

Já a disponibilidade dita a percentagem de tempo que um equipamento está disponível para executar uma tarefa. Nas condições de taxa de falha e taxa de reparação constantes, esta pode ser expressa através da equação (4) (Ramos, 2017):

$$Disponib. = \frac{\text{Tempo útil funcionamento}}{\text{Tempo de paragem por falha} + \text{Tempo útil funcionamento}} \times 100\% \quad (4)$$

Para expressar a disponibilidade utilizando os indicadores MTBF e MTTR utilizamos a equação (5):

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTTR + MTBF} \times 100\% \quad (5)$$

A disponibilidade é diretamente proporcional a produtividade, pelo que um aumento desta resulta num aumento de produtividade.

## 2.4 Lean Thinking

O termo *Lean* foi utilizado pela primeira vez em 1988 para descrever um sistema de produção contrário à lógica de produção em massa, na medida em que seria capaz de produzir uma ampla gama de produtos em volumes baixos e a custos competitivos. É normalmente referido como *Lean Production* ou (*Lean Manufacturing*) de forma a contrastar com o sistema ocidental de *Mass Production* (Krafcik, 1988). O conceito deriva do TPS, *Toyota Production System*, sistema que tem como principal objetivo de aumentar a produtividade diminuindo o custo de produção, eliminando desperdício ou atividades que não acrescentam valor. Em 1990, com a publicação do livro 'A Máquina Que Mudou o Mundo', garantiu a aceitação das práticas *Lean* para as operações de produção se sobrepôs às técnicas mais tradicionais de produção em massa (Womack, Jones, & Roos, 1990).

Outra definição curta e tangível para *Lean Manufacturing* é um sistema sociotécnico integrado cujo principal objetivo é o de eliminar desperdício reduzindo ou minimizando, em simultâneo, a variabilidade do fornecedor, do cliente e interna (Shah & Ward, 2007).

Na Figura 13 enunciam-se cinco princípios interligados para a cultura *Lean*.

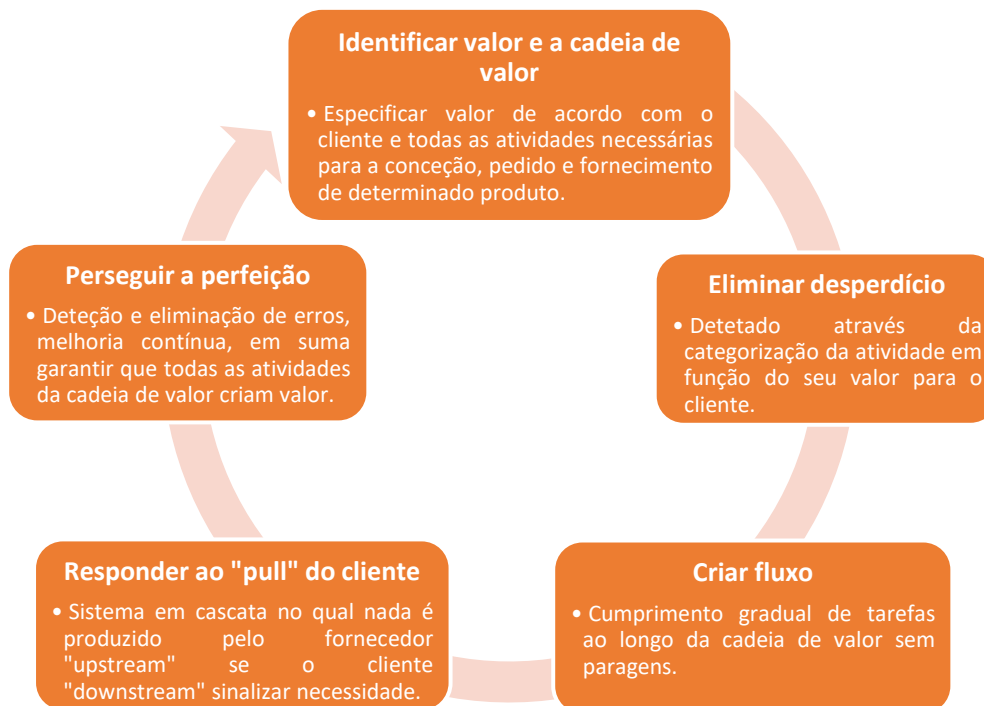


Figura 13 - Cinco princípios *Lean*, adaptado de (Dayi, Afsharzadeh, & Mascle, 2016).

Considerando o papel central do desperdício para a filosofia, este é caracterizado como uma atividade num processo que adiciona custo e tempo, mas, na perspetiva do cliente, não acrescenta valor ao produto ou serviço. É possível qualificar o valor acrescentado das atividades em três tipos, conforme se constata na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização do valor associado às atividades, adaptado de (Monden, 1998).

<i>Value Adding (VA) Activity</i>	A atividade que transforma ou processa matéria-prima para ir de encontro ao que o cliente pretende;
<i>Necessary but Non-Value Adding (NNVA) Activity</i>	Atividades causadoras de desperdício, mas inevitáveis à luz dos processos operacionais existentes.
<i>Non-Value Adding (NVA) Activity</i>	A atividade causadora de desperdício óbvio e que deve ser completamente eliminada.

Face à complexidade dos sistemas produtivos que, para além das atividades, contém *inputs*, ferramentas e *outputs*, de forma a eliminar eficazmente desperdício, o foco está

para além das atividades NVA. Consequentemente foi introduzido um amplo espectro cobrindo a totalidade processos de produção, consistindo de nove tipos de classificação de desperdício, conforme exposto na Tabela 5. A classificação sofreu a evolução natural dos tempos. Os primeiros sete foram identificados dentro da ideologia TPS (Ohno, 1988), o oitavo idealizado dentro do conceito *Lean* (Womack & Jones, 2003), e o nono diz respeito a questões ambientais (Khan, Jaber, & Glock, 2012).

Tabela 5 - Categorias de desperdício.

<b>1. Excesso de produção</b>	Produzir demasiado ou demasiado cedo, resultando em excesso de <i>stock</i> ;
<b>2. Defeitos</b>	Erros frequentes na documentação ou problemas de qualidade no material ou produto final resultando em sucata ou retrabalho;
<b>3. Processamento inadequado</b>	Uso de ferramentas, procedimentos ou sistemas inadequados, quando por norma uma abordagem mais simples seria mais eficiente;
<b>4. Excesso de transporte</b>	Excesso de movimento da informação ou bens, resultante em tempo perdido e custos acrescidos;
<b>5. Esperas</b>	Grandes períodos de inatividade de pessoas, informação ou bens, resultando num fluxo pobre e <i>lead times</i> longos;
<b>6. Movimento desnecessário</b>	Organização pobre do local de trabalho que resulta numa fraca ergonomia, e.g., flexão ou alongamento excessivos e perda frequente de itens;
<b>7. Excesso de inventário</b>	Armazenamento excessivo e atraso na informação ou nos produtos resultante num inventário exagerado e maiores custos, culminando num serviço ao cliente fraco;
<b>8. Subaproveitamento dos funcionários</b>	Descurar a criatividade e habilidade dos trabalhadores na melhoria de processos e práticas, ou seja, desperdiçar o conhecimento, experiência e competências disponíveis na força de trabalho quer pela sua subutilização ou não utilizar no departamento adequado;
<b>9. Desperdício ambiental</b>	Atividades prejudiciais à saúde pública e/ou ao ambiente, e.g., excesso de substâncias libertadas para o ar, água ou terra.

Adotando o princípio de ditando que os princípios *Lean* podem ser aplicados em qualquer sector (Womack & Jones, 2003), surge na última década do século XX o termo Manutenção *Lean*. Definido como “uma operação proativa de manutenção, empregando atividades planeadas e agendadas através de práticas da manutenção produtiva total (TPM) usando estratégias de manutenção desenvolvidas através da

aplicação da lógica de manutenção centrada na fiabilidade (RCM) e praticada através da delegação de equipas de ação” (Smith, 2004). Manutenção *Lean* significa adotar princípios *Lean* nas suas operações, reduzir *downtimes* não programados, através da otimização das atividades de suporte à manutenção. Para tal, as ferramentas *Lean* aplicáveis representam os princípios *Lean* no processo de implementação (Mostafa, Dumrak, & Soltan, 2013).

## 2.5 Manutenção Produtiva Total

### 2.5.1 Definição de TPM

O conceito de manutenção preventiva total, originário do Japão (Rodrigues & Hatakeyama, 2006), é uma metodologia destinada a melhorar a disponibilidade de equipamentos existentes na fábrica para, assim, reduzir a necessidade de investimentos capitais (Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005). Outra descrição trata o conceito como um método de gestão de equipamentos que facilita a melhoria decisiva do desempenho dos equipamentos da área de produção com a ajuda e envolvimento de todos os funcionários (Chand & Shirvani, 2000). O TPM pode ainda ser desconstruído nas três palavras que o constituem (Mwanza & Mbohwa, 2015):

- *Total*: Indica a participação de todos os indivíduos da empresa.
- *Productive*: Aponta para atividades sem desperdício ou a conceção de produtos e serviços que vão de encontro, ou excedem, a expectativa do cliente.
- *Maintenance*: Manter o equipamento e instalações em boas condições de trabalho, ou seja, constantemente em tão bom estado, ou até melhorando-as.

Desta forma, é possível descrever o TPM como um modo de maximizar a eficiência dos equipamentos através do estabelecimento de um sistema de produção-manutenção, de fácil compreensão, que cobre o tempo de vida do equipamento. Engloba todas as áreas relacionadas com os equipamentos (planeamento, uso, manutenção, entre outros) e requiere a participação de todos os funcionários, desde a gestão de topo, até aos trabalhadores de “chão” de fábrica, para promover uma manutenção produtiva através da gestão de incentivos e de pequenas atividades de grupo voluntárias (Tsuchiya, 1992).

As ferramentas associadas ao TPM são frequentemente denominadas de pilares. Tal como é observável na Figura 14, o 5S são posicionados como transversal à metodologia, isto é, todos os outros pilares têm nele uma base. Os pilares foram aprofundados na Tabela 6.

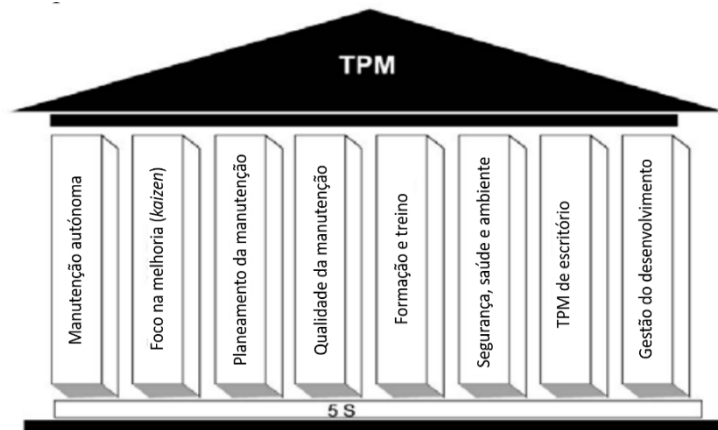


Figura 14 - Pilares do TPM, adaptado de (Ahuja & Khamba, 2007)

Tabela 6 - Pilares do TPM, adaptado de (Gulati, 2012).

<b>5 S</b>	Os cinco S são uma técnica para reduzir desperdício e otimizar a produção. Surgiu no Japão e tem por base cinco palavras começadas por S, daí o seu nome. Promove um local de trabalho mais arrumado e organizado.
<b>Manutenção autónoma</b>	O pilar é orquestrado de forma a formar operadores para serem capazes de pequenas tarefas de manutenção. Por sua vez possibilita que a equipa de manutenção tenha mais disponibilidade para outras tarefas com mais valor associado. Contudo, a sua aplicação não advém apenas de uma mudança na cultura organizacional, mas também de um alto investimento no treino. É necessário um sentimento de posse da parte dos operadores para com os seus equipamentos e estes devem ser treinados para diagnosticar e corrigir problemas continuamente.
<b>Kaizen</b>	<i>Kaizen</i> tem a sua origem das palavras Kai, mudança, e Zen, bom, por outras palavras o foco na melhoria contínua. O seu objetivo é de reduzir perdas, melhorar o desempenho dos equipamentos, reduzir custos e promover a segurança. O conceito relaciona-se com as seis perdas associadas a manutenção.
<b>Planeamento da manutenção</b>	O planeamento da manutenção e melhorias associadas é desempenhado pelo departamento da manutenção. Estas tarefas estão, normalmente, acima das possibilidades do comum operário, mas a melhoria das competências dos mesmos permite a mudança de foco da equipa de manutenção para melhorias que reduzem os requerimentos de manutenção.

<b>Qualidade da manutenção</b>	Aponta a reduzir os problemas de qualidade de maneira sistemática. Os operadores dominam o seu aparelho e componentes e sabem como este afeta a qualidade. A abordagem muda, de reativa para proativa e o controlo de qualidade passa a ser uma garantia de qualidade.
<b>Formação e treino</b>	Determina as necessidades de treino, devolve as competências presentes atualmente e estabelece um plano baseado no que está em falta. Tem como objetivo a criação de uma equipa de trabalho capaz e polivalente.
<b>Segurança, saúde e ambiente</b>	Tem como foco a eliminação total de acidentes respeitantes quer a funcionários quer ao ambiente. Ambiciona os objetivos de zero acidentes, zero problemas de saúde e zero incidentes ambientais.
<b>TPM de escritório</b>	O objetivo é de eliminar perdas de eficiência, tanto no escritório como nas áreas de serviço, e implementar ferramentas como os 5S de forma a criar um espaço organizado e eficiente de trabalho.
<b>Gestão do desenvolvimento</b>	Os dados dos resultados dos sucessos e insucessos das atividades TPM possibilitam a conceção de novos equipamentos e produtos. O objetivo passa por aperfeiçoar equipamentos e aumentar a qualidade dos produtos eliminando ineficiências e problemas de segurança durante a fase de projeto.

A noção clássica do TPM cita seis principais desperdícios existentes nos sistemas de produção que os impedem de chegar a um desempenho máximo. Estes podem ser visualizados na Figura 15.

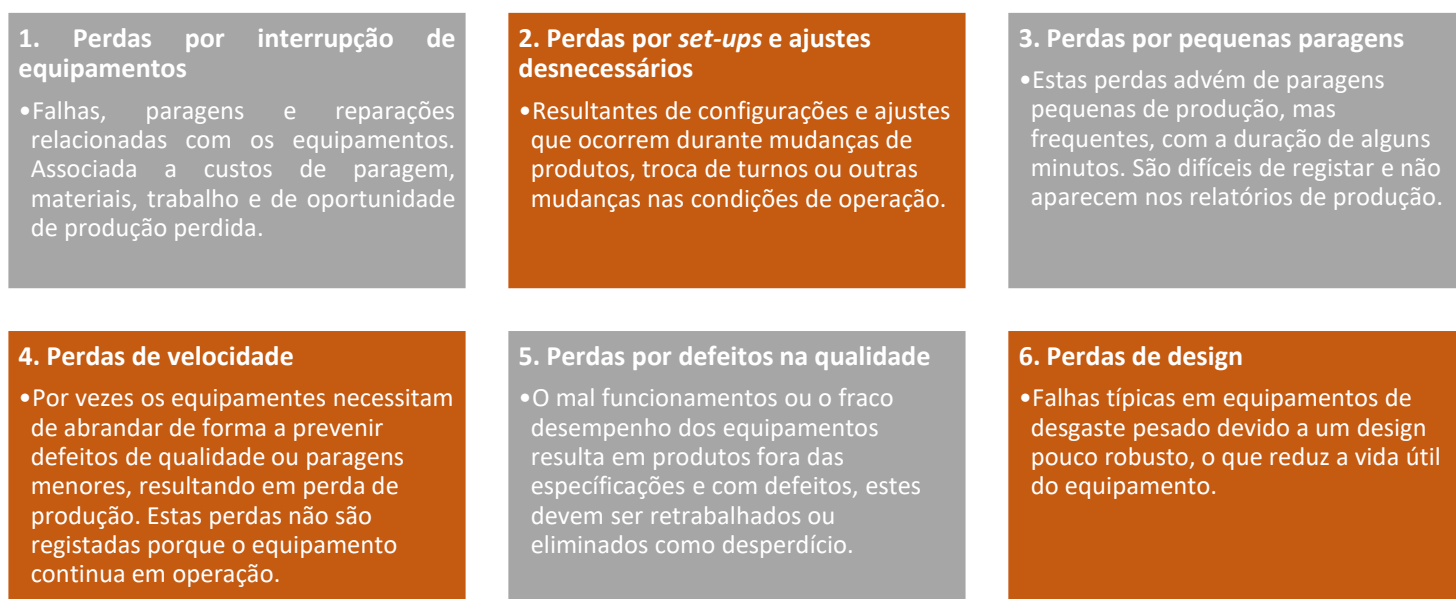


Figura 15 - Desperdícios identificados pelo TPM, adaptado de (Gulati, 2012).

### 2.5.2 5S

O 5S é um método de origem no Japão, utilizado para organizar o espaço de trabalho de uma forma limpa, eficiente e segura para alcançar um ambiente de trabalho mais produtivo. A ferramenta é vista como o ponto de partida para qualquer empresa que deseje ser reconhecida como um produtor responsável e merecedor de estatuto de classe mundial (Imai, 2013). Ajuda na redução de tempos sem valor agregado, aumenta a produtividade e melhora a qualidade (Bayo-Moriones, Bello-Pintado, & Merino-Díaz de Cerio, 2010). O seu uso direciona-se igualmente para a projeção de instalações eficientes (Chapman, 2005).

Uma melhor organização no local de trabalho leva a operações mais seguras, eficientes e produtivas. O ânimo dos funcionários é impulsionado, promovendo um sentimento de orgulho no seu trabalho e um sentido responsável de posse pelos seus equipamentos (Gulati, 2012).

A denominação de 5S origina de cinco palavras japonesas que começam com a letra S: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. Na Figura 16 estão esquematizados os passos para a implementação da ferramenta, e na Tabela 7.



Figura 16 – A implementação do 5S, adaptado de (Veres, Marian, Moica, & Al-Akel, 2018).

Tabela 7 - Os cinco S, adaptado de (Bayo-Moriones, Bello-Pintado, &amp; Merino-Díaz de Cerio, 2010).

<b>Seiri (Arrumar)</b>	Trata a ação de remover tudo o que for indesejado, desnecessário e alheio ao espaço de trabalho de forma a torná-lo mais limpo. O conceito requer que se mantenha apenas o estritamente necessário.
<b>Seiton (Organizar)</b>	Consiste em organizar, arranjar e identificar. Tudo tem o seu espaço designado de forma a que o seu acesso, armazenamento e devolvido o mais depressa possível. O objetivo é ter um fluxo de trabalho mais eficiente e aumentar a produtividade dos funcionários.
<b>Seiso (Limpar)</b>	Significa limpeza e indica a todos que devem fazer esse serviço. A limpeza deve ser realizada por toda a gente na organização, o que possibilita que os problemas sejam mais rapidamente identificados e corrigidos.
<b>Seiketsu (Padronizar)</b>	Traduz-se para padronização de todas as atividades operacionais, até a limpeza. Consiste em criar padrões que os funcionários utilizam nas operações e manutenções. Um dos seus maiores obstáculos passa por evitar antigos hábitos de trabalho.
<b>Shitsuke (Disciplinar)</b>	Foca a importância de educar, treinar e manter estes princípios. Traduzido significa disciplina e tem como ênfase a eliminação de maus hábitos e a prática constante de bons.

A visão do 5S difere entre empresas de diferentes regiões geográficas. As empresas japonesas salientam o 5S como uma estratégia de excelência organizacional, algo incutido nos trabalhadores tanto na vida privada como de trabalho. Por sua vez em regiões como Reino Unido e Estados Unidos as empresas vêm a ferramenta somente como de organização do espaço de trabalho (Kobayashi, Fisher, & Gapp, 2008).

### 2.5.3 Gestão visual

A gestão visual pode ser definida como uma ferramenta para transmitir informação, sendo que essa esclarece qualquer confusão existente (Willmott & McCarthy, 2001). A informação fornecida por este tipo de ferramenta deve ser simples e direta, de forma a não criar confusão aos operadores (Pinto, 2013). Através da utilização de ferramentas visuais, como etiquetas e marcações, esta prática auxilia operadores não familiarizados com os equipamentos, infraestruturas ou processos, a identificar o que está a acontecer, a entender o processo e saber o que deve ser feito corretamente e o que está fora do local devido. Em suma, utiliza a exposição visual para guiar operadores e outros funcionários nas suas ações (Gulati, 2012).



# **3. MELHORIAS NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO**

- 3.1** Processo produtivo da empresa
- 3.2** Definição do processo de Manutenção  
na CaetanoBus
- 3.3** Identificação de problemas
- 3.4** Propostas de solução
- 3.5** Análise de resultados obtidos



O trabalho foi realizado no departamento de manutenção da CaetanoBus, no polo de Gaia. Desempenharam-se diferentes funções dentro do mesmo, nomeadamente de apoio à gestão e de melhoria de processo de manutenção. As ações realizadas sendo desde o levantamento de equipamentos e ferramentas e respetiva catalogação, o acompanhamento de ações corretivas e preventivas para planificação de ações preventivas progredindo para a melhoria de equipamentos para facilitar a sua manutenção e possibilitar a introdução de conceitos de manutenção autónoma, nomeadamente a gestão visual. No âmbito da manutenção produtiva total e, por conseguinte, da manutenção autónoma, foram desenvolvidos procedimentos, quer de apoio ao cumprimento da manutenção de primeiro nível como de apoio à criação de novas instruções de trabalho da mesma. Foram criadas instruções de trabalho para dois tipos de máquina, as máquinas de cola e aparelhos de soldar. Foram aplicados conceitos 5S e a já referida gestão visual na realização destas instruções, assim como diagramas *Ishikawa* na determinação da causa de falha.

### 3.1 Processo produtivo da empresa

Como anteriormente referido o setor de atividade da empresa é o automóvel. Tratando da fabricação de carroçarias de autocarros e veículos para o transporte público de passageiros. As carroçarias produzidas pela CaetanoBus são montadas sobre chassis de várias marcas e com diferentes especificações, de acordo com as exigências dos clientes. A CaetanoBus tem, em Portugal, duas unidades de produção, uma em Gaia e outra em Ovar.

No que diz respeito à fábrica de Gaia, onde o projeto se desenvolveu, existem três linhas, convenientemente designadas de linha 1, linha 2 e linha 3. Na Figura 17 encontra-se um esquema da planta da fábrica e na **Tabela 8** aprofundam-se as diferentes áreas de produção.

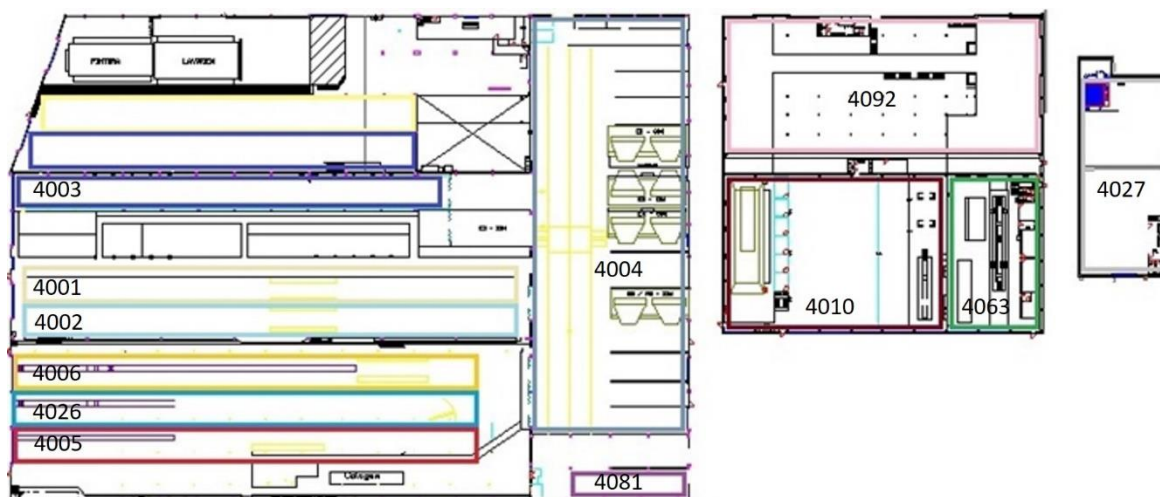


Figura 17 - Planta polo de Gaia.

Tabela 8 - Áreas de produção da fábrica.

Centro de custo	Área de produção	Explicação
4001	Estrutura da Linha 1	Área destinada a montagem das estruturas para a Linha 1.
4002	Estrutura da Linha 2	Área destinada a montagem das estruturas para a Linha 2.
4003	Estrutura da Linha 3	Área destinada a montagem das estruturas para a Linha 3.
4004	Pintura	Área destinada a pintura para todas as linhas.
4005	Acabamentos da Linha 1	Área destinada a acabamentos da Linha 1.
4006	Acabamentos da Linha 2	Área destinada a acabamentos da Linha 2.
4010	Preparação para entrega	Área destinada a preparação para a entrega de todas as linhas.
4026	Acabamentos da Linha 3	Área destinada a acabamentos da Linha 3.
4027	Protótipos	Área destinada ao fabrico de protótipos.
4063	Laboratório da Qualidade	Área destinada a testes da Qualidade.
4081	Manutenção	Área destinada à equipa de campo da Manutenção.
4092	Armazém	Área de armazenamento de materiais a alocar à produção

Na linha 1 são produzidos dois tipos de modelos de maior dimensão, *Levante* e *Winner*.

A produção na linha 2 é bastante mais diversificada, pois serve três tipos de produto, *Iveco*, um modelo mais pequeno, *City Gold*, o autocarro urbano e *Double Decker*, convenientemente denominado pela existência de dois andares destinados a passageiros.

Quanto à linha 3, esta é dedicada ao fabrico de autocarros COBUS, modelo que serve as plataformas de aeroportos e é caracterizado pela inexistência de bancos de passageiros no seu interior.

Assim, é possível sumarizar a linha produtiva presente na CaetanoBus em cinco fases representadas na **Tabela 9**.

Tabela 9 - Fases de produção.

<b>Estrutura exterior do autocarro</b>	Após a receção das estruturas procede-se ao desempenho e eliminação de rebarbas de soldadura. A estrutura é alinhada e revestida com um anticorrosivo primário sendo este também aplicado no interior dos tubos da estrutura. Para além disto é aplicado um vedante nas zonas de soldadura.
<b>Revestimento exterior</b>	Para além da acoplação da estrutura ao chassi, esta fase caracteriza-se pelo revestimento do exterior com chapa através dos processos de soldadura e colagem. É realizado também a colagem da frente e da traseira, em fibra, e do tejadilho, em pecolite.
<b>Pintura</b>	Nesta fase realiza-se, inicialmente, uma preparação com recurso a diluentes e desengordurantes e a lixagem. Concluída esta parte é feita a aplicação de um primário e correção de imperfeições com recurso a betume e a lixagem. São vedadas as áreas de junção do veículo e aplica-se o segundo primário. Assim o esmalte pode ser aplicado com recurso a pistolas e estufa. Acaba esta fase com a aplicação de um anticorrosivo na parte inferior do autocarro.
<b>Acabamentos</b>	A fase em que são aplicados todos os componentes do autocarro, como os revestimentos interiores, as instalações elétricas, aplicação de vidros e portas, entre outros.
<b>Preparação para expedição</b>	Por fim, nesta fase é feita uma exigente inspeção ao produto final. Após a correção de eventuais defeitos na pintura é realizado um teste de impermeabilidade. Terminando a etapa com um ensaio na estrada para deteção de possíveis anomalias que só surgem em andamento.

## 3.2 Definição do processo de Manutenção na CaetanoBus

O departamento de Manutenção da CaetanoBus é responsável pela conservação das instalações e equipamentos nas suas condições ótimas de funcionamento. O desafio passa por garantir o cumprimento deste principal objetivo, através da realização de verificações regulares aos equipamentos e por um trabalho colaborativo com a produção.

### 3.2.1 Caracterização do departamento de Manutenção

O departamento é constituído pelos elementos administrativos e pela equipa de campo, ver Figura 18. A gestão do departamento é efetuada com recurso ao sistema ERP SAP, servindo igualmente todos os outros departamentos. Este auxilia no planeamento das ações de manutenção preventivas e possibilita o registo das situações corretivas. O sistema é utilizado simultaneamente pelo departamento para compra de novos equipamentos ou de materiais de suporte à manutenção.

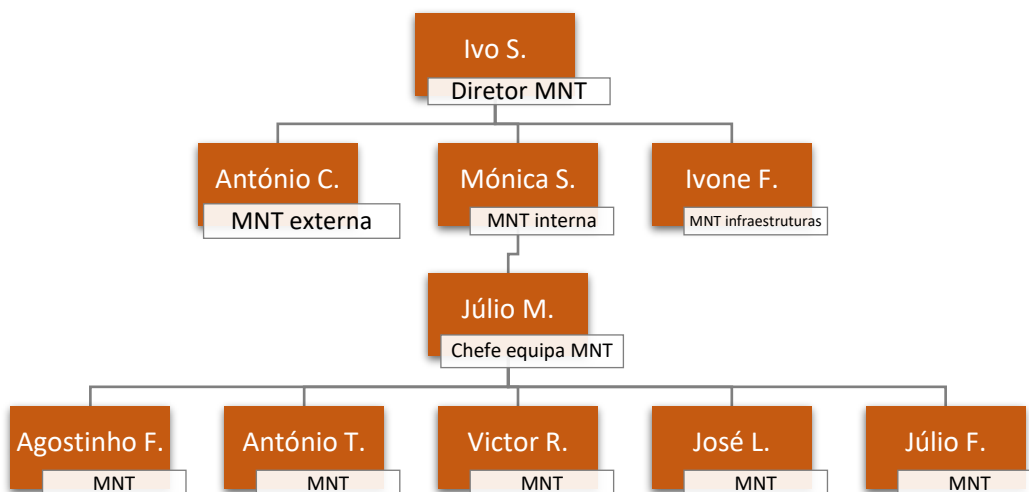


Figura 18 - Organograma do departamento de manutenção.

As ações preventivas dominam em número, sendo realizadas mais de 3000 ações preventivas a cada ano, ver Figura 19, contudo em termos de custos, as ações corretivas tomam o papel dominante. Nos últimos anos justifica-se o decréscimo das mesmas com a transferência de muitos equipamentos para a fábrica de Ovar.

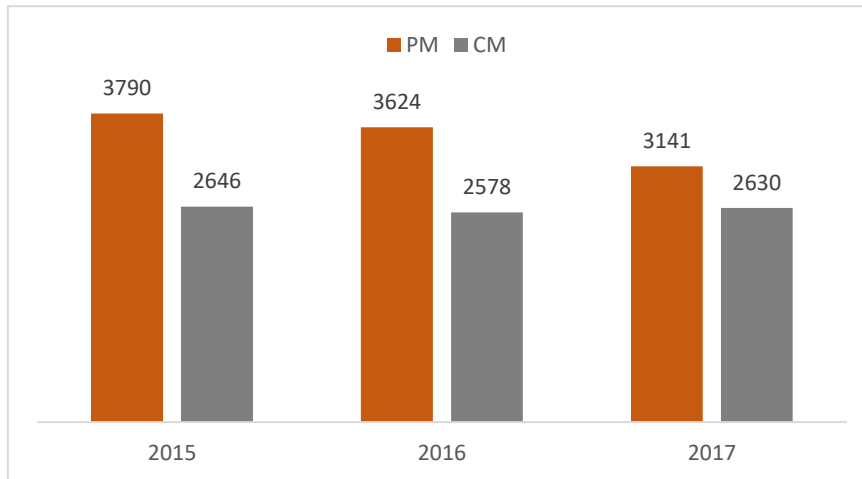


Figura 19 - Comparação das ações preventivas e corretivas.

### 3.2.2 Situação inicial

As atividades presentes no quotidiano do departamento distribuem-se da seguinte forma:

- A resposta a situações de avaria, ou anomalia, tanto nos equipamentos como nas instalações, isto é, realização de manutenções corretivas;
- A execução de tarefas de manutenção preventiva previstas e presentes no sistema SAP;
- Orçamentação e compra de equipamentos a ser distribuída à produção;
- Orçamentação e compra de material de apoio à reparação de equipamentos e infraestruturas.

Assim, com tempo que resta, caso exista, são realizadas obras de melhoria nos equipamentos e infraestruturas, atividades para prevenção de ocorrências por situações de desgaste e o apoio a atividades de outras seções/departamentos.

### 3.3 Identificação de problemas

Inicialmente foi realizada uma extensa análise dos processos e procedimentos existentes dentro do departamento. A análise resultou na identificação dos problemas expostos na **Tabela 10**.

Tabela 10 - Problemas identificados.

<b>Problema</b>	<b>Descrição</b>
Grande ocorrência de atividades corretivas.	Grande número de ocorrências de falhas nos equipamentos resultando num número elevado de manutenções corretivas.
Ineficiência dos procedimentos para manutenção autónoma.	Procedimentos para ações preventivas de primeiro nível ineficientes e com baixo grau de detalhe.
Procedimentos desatualizados ou inexistentes.	Os procedimentos existentes não eram cumpridos ou encontravam-se fora do contexto atual.
Catálogo de ferramentas e equipamentos móveis.	A inexistência de um documento de suporte aos pedidos de material por parte da produção, quer de ferramentas quer de equipamentos móveis.

Seguidamente é apresentada uma explicação aprofundada do que cada problema subentende.

#### 3.3.1 Grande ocorrência de avarias

O alto nível de prevenção evidenciado não anula o fato do número de manutenções corretivas ser ainda demasiado elevado, como é possível verificar na Figura 20.

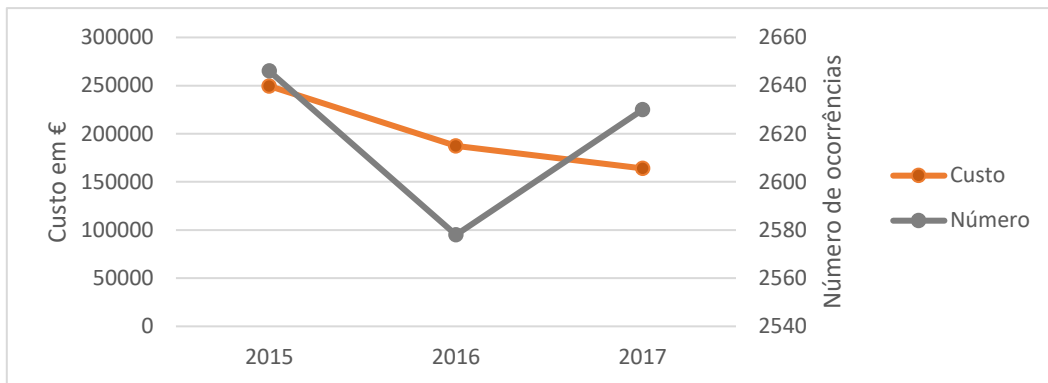


Figura 20 - Custos com manutenções corretivas.

Estas atividades corretivas sobressaem ainda mais quando contabilizados os custos que estas instigam. Tal como a Figura 21 evidencia, quando comparando os custos relacionados com a manutenção preventiva com os que as ações corretivas induzem, os últimos são realmente muito superiores.

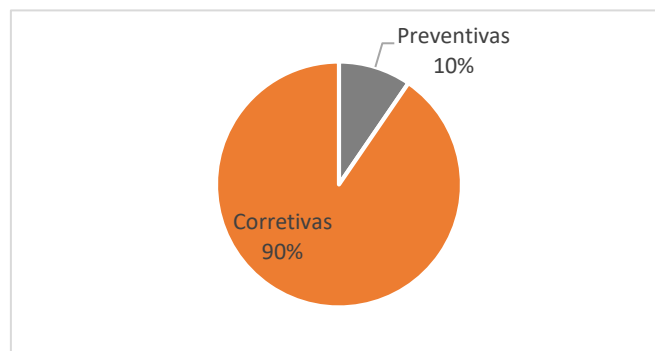


Figura 21 - Comparação de custo em atividades preventivas e corretivas.

### 3.3.2 Ineficiência dos procedimentos de manutenção autónoma

Existiam, em determinados equipamentos, procedimentos de manutenção de primeiro nível. Os equipamentos afetados são disponibilizados na área de produção, todavia a maior parte dos planos já existentes dizia respeito a equipamentos de menor número, de uso esporádico e com necessidades especiais. Existiam algumas tentativas para equipamentos de uso mais recorrente, ainda assim, os documentos correspondentes não se encontravam na base de dados do departamento. Na aplicação do método foram escolhidos as bombas de cola e os aparelhos de soldadura.

Estes dois tipos de aparelho encontram-se espalhados pela zona de produção. No que diz respeito às bombas de cola, estas estão distribuídas por determinadas linhas e são específicas a determinados processos. Na Figura 22 estão evidenciados os locais onde podem ser encontradas, seguido de uma breve explicação dos processos que servem na Tabela 11. A grande maioria dos equipamentos suporta barris com 23 litros, suportando uma barris de 195 litros. Estas não sofrem um número elevado de manutenções corretivas, contudo estão associadas a um grande custo de reparação.

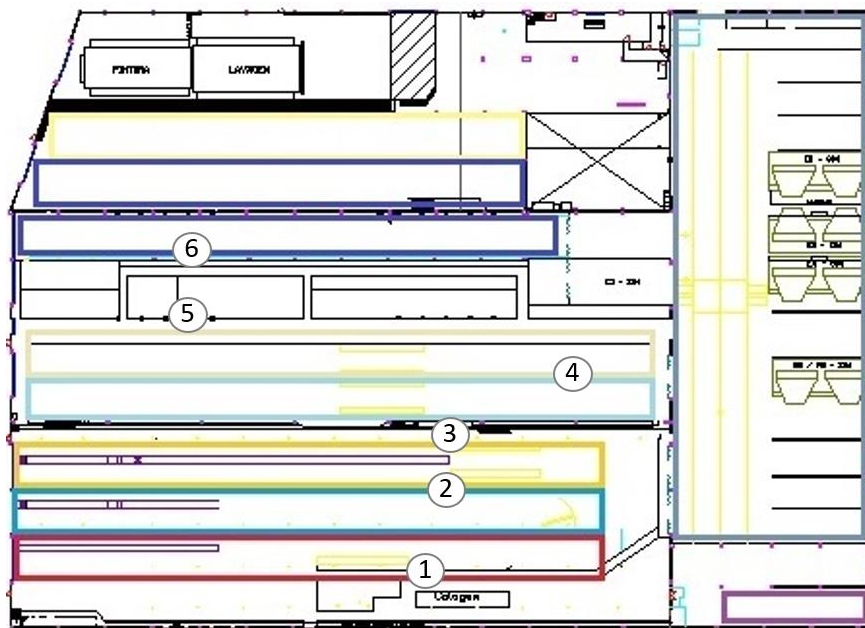


Figura 22 - Distribuição das máquinas de cola pela fábrica.

Tabela 11 - Explicação dos processos realizados com recurso às máquinas de cola.

Número	Processo realizado
1	Colagem de vidros na linha 1. Servindo veículos com proporções superiores às outras este é o equipamento com maior dimensão, suportando barris com 195 litros.
2	Colagem de vidros na linha 3. A bomba serve apenas a fixação dos vidros para os autocarros COBUS.
3	Colagem de vidros na linha 2. Serve diversos tipos de veículos.
4	Colagem de pavimentos da linha 1. Utilizadas por uma empresa subcontratada em horário noturno. Existem dois equipamentos no local.
5, 6	Colagem de tejadilhos COBUS (fixação dos tejadilhos em compósito com abas laterais em alumínio aos sancas laterais do mesmo material) para servir a montagem de estruturas na linha adjacente (montagem de estruturas).

Quanto aos aparelhos de soldadura, estes encontram-se igualmente distribuídos pela fábrica, particularmente utilizados nos locais destinados às estruturas, também podem ser encontrados na área afetada à equipa de manutenção e na área de protótipos, totalizando, cinquenta e dois equipamentos. Na Figura 23 é possível visualizar os diferentes locais onde os aparelhos de soldadura podem ser encontrados.

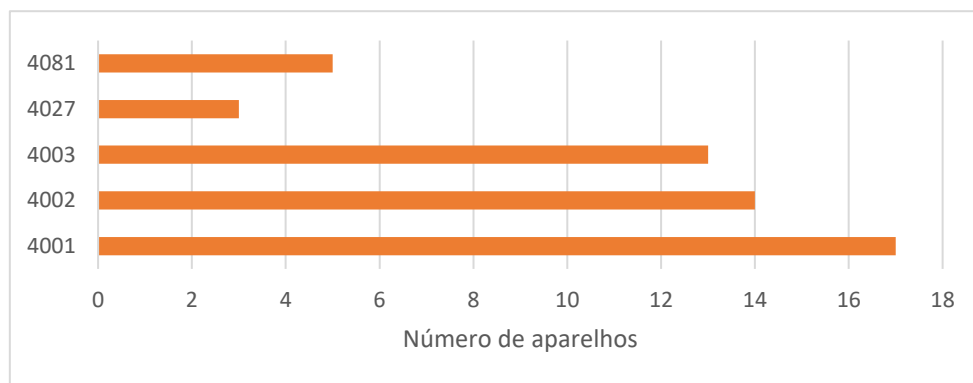


Figura 23 - Centros de custo com registo de aparelhos de soldadura.

Os custos com manutenção destes dois tipos de equipamento estão na ordem dos milhares de euros, em 2016, as bombas de cola tiveram um custo associado de 10008,17€ e com os aparelhos de soldadura o custo foi 10038,86€. Estes custos abrangem não só as manutenções corretivas como as preventivas.

### 3.3.3 Procedimentos desatualizados ou inexistentes

No que diz respeito ao procedimento afeto à substituição de filtros na pintura este servia onze cabines e um posto com essa necessidade. Estas servem de apoio a diversos processos de pintura. O custo com ações corretivas para este tipo de equipamentos ronda os sete por cento dos custos totais das manutenções corretivas, ver Figura 24, tendo em conta os elevados custos com correções já enunciados trata-se de um equipamento de alto nível de criticidade.

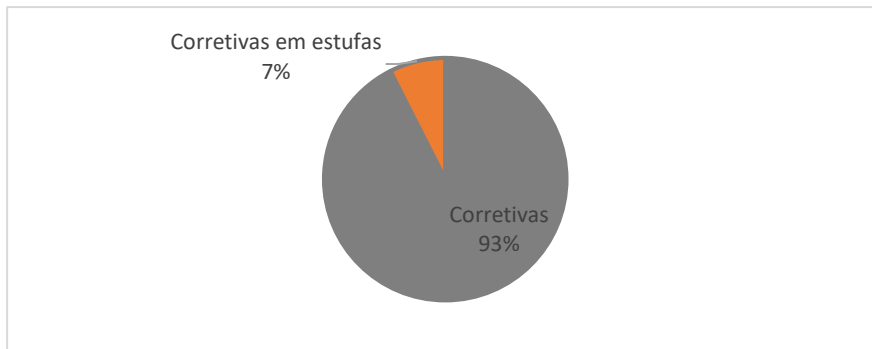


Figura 24 - Comparação dos custos de manutenções corretivas nas estufas e gerais.

Face à entrada de novos equipamentos e abate de outros, existe a necessidade da reformulação do procedimento existente. Os valores associados a aquisição de novas estufas é também muito elevado o que reforça a necessidade de uma manutenção cuidada.

Outro caso identificado prende-se com a inexistência de um procedimento de suporte à manutenção autónoma, o que tornava a compreensão das instruções de manutenção de primeiro nível de compreensão difícil.

### 3.3.4 Catalogação de materiais da Ferramentaria e equipamentos móveis

Face à dimensão da fábrica, a requisição de material de apoio à produção é uma atividade quotidiana. O tempo gasto nos pedidos de material pela produção era muito elevado, devido à não existência de um guia para os materiais presentes no chão de fábrica. Normalmente os pedidos realizados, para além de muito vagos, continham erros que tinham de ser identificados e corrigidos pelos responsáveis pelos pedidos aos fornecedores, o que aumentava o tempo despendido nestas tarefas.

As ferramentas existentes estavam inseridas em sistemas e possuem um código interno através do qual este pode ser requisitado à ferramentaria, o local de armazenagem e distribuição de ferramentas à produção. O processo para pedido de material efetua-se através de um sistema de reservas, o qual necessita de um requerimento direto à ferramentaria, dando assim entrada da necessidade do material. Posteriormente, com a reserva devidamente impressa, o material seria entregue ao requerente através das diversas entregas à linha ou por atendimento presencial na ferramentaria. Não sendo disponibilizada uma ferramenta para que os chefes de equipa, responsáveis pela realização de requisições, obtivessem os códigos dos materiais a requerer, a reserva

realizava-se com recurso a listas de materiais disponibilizadas pela funcionária da ferramentaria. O problema surge quando os pedidos feitos não correspondem ao panorama atual de códigos, porque os códigos afetos às ferramentas sofrem de uma atualização quase constante, ou por engano do requerente, exemplificado através da Figura 25.

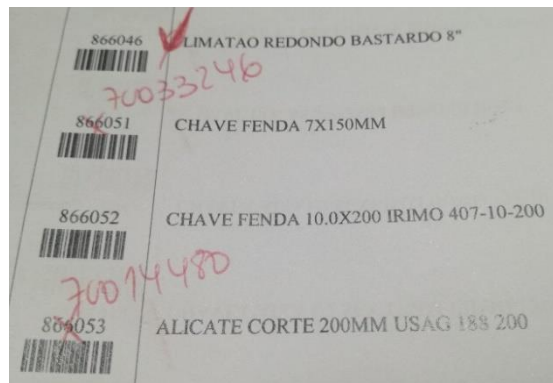


Figura 25 - Correções realizadas nos requerimentos à ferramentaria.

Foram contabilizados numa amostra do ano de 2017 de 685 pedidos realizados, nos quais foram encontrados 425 erros. As consequências destes erros passam pela movimentação desnecessária por parte dos chefes de equipa para a correção dos mesmos, podendo ainda resultar em encomendas ao fornecedor de material que não é o pretendido.

A maquinaria leve engloba os equipamentos afetos à zona de produção caracterizados pela sua portabilidade e dimensão menor, como exemplificado na Figura 26. Estes encontram-se dispostos em armários convenientemente dispostos ao lado de cada linha de produção. As máquinas leves podem ter diversas funcionalidades, a título de exemplo, rebarbadoras, furadoras, rebitadoras, berbequins, entre outros. O procedimento para o pedido de máquinas leves passa pelo preenchimento de uma folha estruturada de aquisição. Esta segue, já devidamente impressa, para o responsável do departamento da manutenção pela sua compra. Aquando da receção do equipamento é atribuído um código interno único, utilizado na gestão do equipamento dentro do seu tempo de vida. O procedimento é bastante acessível, contudo a folha fornecida requer explicitamente determinadas características da máquina, características essas que podem ser determinantes na obtenção da máquina pretendida.



Figura 26 - Exemplo de equipamento a catalogar.

Neste caso a circunstância era semelhante, a necessidade de reduzir o número de equívocos e de manter a base de dados disponibilizada aos chefes de equipa atualizada. Todavia a estes motivos alia-se a necessidade de eliminar a maquinaria leve de alta frequência, que funcionam a 300Hz, devido ao desmantelamento do gerador dessa alimentação na fábrica, substituindo-as pelos equipamentos com frequência comum de 50Hz.

### 3.4 Propostas de solução

De acordo com o panorama apresentado e os problemas encontrados expostos, este capítulo serve para apresentar as propostas encontradas para os solucionar. A Tabela 12 apresenta as soluções encontradas para auxiliar o plano de melhoria contínua da manutenção, através do aumento da disponibilidade dos equipamentos e na redução dos tempos improdutivos.

Tabela 12 - Propostas de solução apresentadas.

<b>Problema</b>	<b>Proposta de solução</b>
Grande ocorrência de avarias	Avaliação das atividades preventivas existentes e reformulação do modelo implementado iniciando a transição para manutenção autónoma como pilar introdutório do TPM.
Ineficiência dos procedimentos de manutenção autónoma	Criados procedimentos para ações preventivas de primeiro nível para certos equipamentos e torná-los disponíveis no sistema da empresa.
Procedimentos desatualizados	Reformulação do procedimento para a manutenção preventiva das cabines de pintura.
Catologação de ferramentas e equipamentos móveis	Criação de um documento de suporte aos pedidos de material por parte da produção, quer de ferramentas quer de equipamentos móveis.

Aprofundou-se cada uma das propostas de solução de seguida com um maior nível de detalhe.

### 3.4.1 Elaboração e implementação de planos de manutenção autónoma

O primeiro passo, e fundamental, para a manutenção produtiva total é a prática do 5S. A empresa já se encontrava familiarizada com a prática, existindo inclusive um responsável do 5S no departamento de qualidade. Este pilar é essencial para a adoção da manutenção autónoma, por conseguinte os princípios adjudicados refletem-se na elaboração destes planos.

A primeira abordagem à elaboração dos planos começou por rever os planos de manutenção preventiva existente e, em parceria com a equipa de manutenção, encontrar os principais pontos de falha a evidenciar. Esses pontos resultarão em ações realizáveis através de manutenção autónoma. Para tal foi utilizada como ferramenta o diagrama de *Ishikawa*, ou diagrama espinha de peixe. A Figura 27 e a Figura 28 mostram o resultado da aplicação.

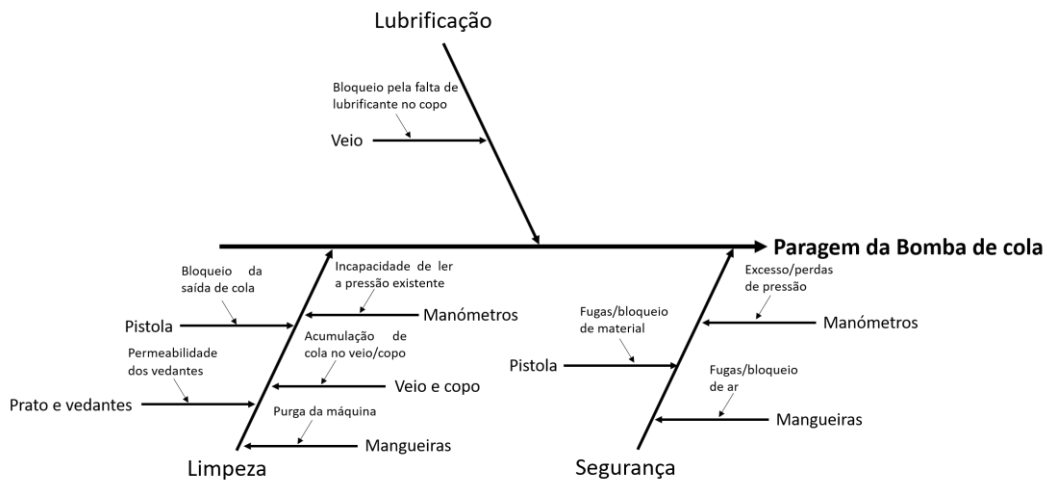


Figura 27 - Diagrama Ishikawa para a paragem das máquinas de cola.

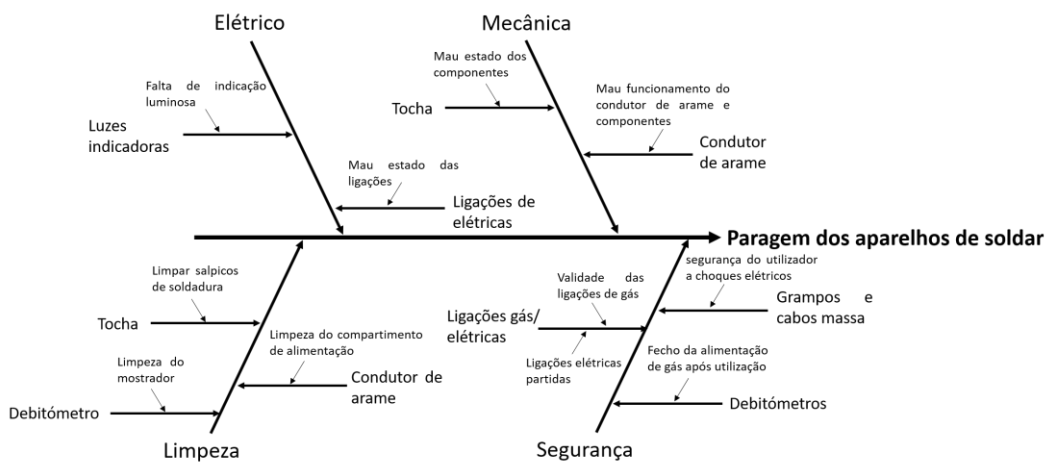


Figura 28 - Diagrama Ishikawa para a paragem dos aparelhos de soldar.

Desta forma, os conteúdos identificados foram transcritos para uma linguagem acessível. As instruções criadas, para além de serem de entendimento fácil, utilizam imagens para clarificar os locais de ação. Assim criou-se a folha de instruções visível na Figura 29, na Figura 30 e na Figura 31. Esta, para além de mostrar a ação a realizar, mostram a razão para a realizar uma imagem demonstrativa do estado correto e incorreto.













		<b>FICHA MANUTENÇÃO 1º NÍVEL</b>			326 - 081 - 00002	
MNT					Página 1 de 2	
Instruções gerais para manutenção autónoma diária para a Bomba de Cola						
PRD						
ONDE	O QUÊ	COMO	OK	POR QUE	NOK	
1	Lubrificação	Verificar veio da bomba e copo. Manter o veio e o copo livres de resíduos de cola.		Evitar acumulação de cola no veio de modo a impedir o seu bloqueio por falta de lubrificação.		
2		Manter o nível de óleo acima da linha. Adicionar caso necessário. <u>O óleo pode ser requisitado na Manutenção.</u>		Garantir a lubrificação do veio da bomba impedindo o seu bloqueio por falta de lubrificação.		
3	Segurança	Verificar o estado da pistola e das manguieiras de cola e ar.		Garantir que não existem fugas de ar ou vazamentos de material e o funcionamento normal do sistema.		
4		Verificar o estado de funcionamento dos manómetros. Garantir que a pressão não se encontra fora da pressão máxima de 6 bar.		Prevenir um excesso de pressão imprevisto que possa danificar o equipamento ou utilizador. Caso abaixo da área verde pode existir uma fuga.		
5	Limpeza	Verificar o estado de limpeza do prato, bomba e veios e condição do vedante do prato. Limpar regularmente.		Impedir a acumulação de resíduos que bloqueiam o funcionamento do símbolo e veios ou afetem a permeabilidade do vedante.		
Caso alguns destes pontos esteja não conforme realizar uma <u>ordem de reparação</u> .						
8	9	10	11	12	ARQUIVO	
2018-06-05	VP	IS	01		PR09.0	
CB 326A						

Figura 29 - Folha manutenção preventiva de primeiro nível para bombas de cola.

		<b>FICHA MANUTENÇÃO 1º NÍVEL</b>			326 - 081 - 00002	
MNT					Página 2 de 2	
Instruções gerais para manutenção autónoma diária para a Bomba de Cola						
PRD						
<p> <b><u>Após paragem do equipamento durante dois dias completos, deverá ser realizada a purga da máquina. De forma a prevenir que a cola endureça no interior do equipamento. Esta ação também deve ser realizada antes de paragens prolongadas do equipamento. Deve ser seguido o procedimento:</u></b> </p>						
<p>                     Com a máquina ligada disparar cola durante uns segundos de forma a renovar a cola da mangueira e veio da bomba, não permitindo que esta seque dentro do sistema. Nunca deixar a máquina sem alimentação de cola.                 </p>						
						
8	9	10	11	12	ARQUIVO	
2018-04-11	VP	IS	02		PR09.0	

Figura 30 - Verso da folha manutenção preventiva de primeiro nível para bombas de cola.



		<b>FICHA MANUTENÇÃO 1º NÍVEL</b>		326 - 081 - 0000X	
MNT		Página 1 de 1			
4 Designação: Instruções gerais para manutenção de 1º nível de aparelhos soldar					
5 Distribuição: PRD					
6					
					
Instruções diárias ao operador:					
ONDE	O QUÊ	COMO	POR QUÊ		
1	Eléctrico	Inspeccionar controlos, visor e luzes indicadoras.	Garantir o funcionamento dos controlos, visor e luzes indicadoras.		
2	Limpeza	Verificar e limpar a tocha e os seus componentes (bico, suporte de bico, bocal).	Limpar salpicos de soldadura para garantir o bom funcionamento e qualidade do processo. Garantir a segurança ao utilizador.		
3	Mecânico	Abri o compartimento do condutor de arame, verificar os seus elementos (rolo de arame, roletes) e conservar limpo.	Garantir que a alimentação de arame se dá adequadamente, prevenir escorregamento ou quebras por desgaste dos roletes.		
4	Segurança	Verificar o estado das ligações eléctricas e ao sistema de gás. Procurar desgaste, fendas e pontos sem isolamento. Inspeccionar a validade.	Garantir a alimentação eléctrica e evitar fugas de gás.		
5		Verificar condição e funcionamento do grampo e cabo de massa.	Prevenir que a electricidade atravesse o utilizador, ou choques eléctricos. Garantir a qualidade da soldadura.		
6		Verificar o funcionamento e limpar os debitómetros. No fim do dia fechar o circuito de gás no passador do debitómetro.	Garantir a visibilidade na leitura do debitómetro. Evitar que a rede esteja aberta quando não está em utilização.		
Na eventualidade de um destes estar não conforme, realizar uma <u>ordem de reparação</u> .					
DATA	ELABORAÇÃO	APROVAÇÃO	ALTERAÇÃO	ARQUIVO	
2018-04-10	VP	IS	00	PR09.0	

Figura 31 - Folha manutenção preventiva de primeiro nível para aparelhos de soldadura.

Foi utilizada, em simultâneo, a gestão visual, como forma de evidenciar pontos críticos e de facilitar a identificação de problemas. Assim, foram introduzidas alterações nos equipamentos como demonstrado na Figura 32 e na Figura 33.



Figura 32 - Gestão visual nos pratos de lubrificação.



Figura 33 - Gestão visual nos manómetros.

Anexado a esta folha foi idealizada uma folha de procedimento de trabalho para a manutenção autónoma, visível no Anexo A. Nela encontram-se informações requeridas pela empresa para procedimentos de trabalho e anexou-se uma folha de registo, a ser consultada por um elemento da equipa de manutenção como meio de controlar a evolução do processo, ver Figura 34.

Registo das ações de manutenção de primeiro nível efetuadas no equipamento \_\_\_\_\_,  
no mês Jan. / Fev. / Mar. / Abr. / Maio / Jun. / Jul. / Ago. / Set. / Out. / Nov. / Dez.  
No ano \_\_\_\_\_.

Dia	Estado		Ponto de falha	Correcção/Ordem de Reparação		Reparado		Operador	Verificado por
	OK	NOR		Descrição da acção correctiva/Ordem número		Sim	Não		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

Figura 34 - Ficha de registo de manutenção autónoma.

Para consolidar o conceito na empresa e esquematizar os passos para futuras aplicações criou-se um procedimento para a criação de fichas de manutenção autónomas, visível no Anexo B. Todos os documentos foram codificados, em cooperação com o departamento da qualidade, e disponibilizados nos arquivos informáticos da empresa através da criação de um diretório para a manutenção autónoma.

### 3.4.2 Atualização de procedimentos de manutenção preventiva das estufas e cabines de pintura

Os planos de manutenção das estufas e cabines são realizados pelos responsáveis da pintura. Para além da manutenção das estufas e cabines estes suportam os pedidos do pessoal da pintura de tintas, pistolas, lixadoras, entre outras. O trabalho realizado decorreu junto dessa mesma equipa e a atividade de substituição de filtros foi acompanhada exaustivamente.

Podemos sumarizar as alterações realizadas da seguinte forma:

- Eliminar as estufas ou cabines desmanteladas e inutilizadas;
- Acrescentar estufas ou cabines adquiridas e os seus requisitos;
- Acrescentar os códigos relativos aos equipamentos que se encontravam em falta;
- Planeamento das manutenções preventivas para as estufas ou cabines novas, com o auxílio da equipa e das características técnicas disponibilizadas pelo fabricante do equipamento.

O procedimento está presente para consulta no Anexo C.

### 3.4.3 Criação de documentos de suporte a pedidos de ferramentas e de equipamentos

Os documentos de suporte a estes pedidos foram realizados com recurso ao *Microsoft Excel* devido a familiarização existente dos funcionários responsáveis com a mesma e de forma a tornar a ferramenta acessível a atualizações e modificações.

O primeiro objetivo da catalogação das ferramentas passava pela filtragem de todas as entradas da listagem de ferramentas existentes em sistema. As razões para a sua filtragem sendo as seguintes:

- Existência de duas entradas para apenas uma única ferramenta;
- Ferramentas inutilizadas ou substituídas por eliminação de processos;
- O fornecedor substituiu ou parou de fornecer a ferramenta.

Com as ferramentas existentes selecionadas seguiu-se a criação do catálogo. Após *brainstorming*, com a responsável da ferramentaria e do diretor da logística e manutenção, foram utilizados os campos presentes na **Tabela 13** na caracterização das ferramentas.

Tabela 13 - Campos incluídos no catálogo de ferramentas.

<b>Campo de preenchimento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Justificação</b>
Imagem	Uma imagem indicativa do tipo de ferramenta.	Identificação da ferramenta através da sua aparência.
Designação	Uma breve designação da ferramenta, de acordo com a designação presente em sistema.	Identificação da ferramenta através da designação recebida.
Referência	Referência indicada para o fornecedor para a ferramenta.	Realizar encomendas ao fornecedor com acesso imediato à referência.
Código interno	Código interno correspondente a ferramenta.	Aceder aos códigos internos para efetuar pedidos à ferramentaria, diminuindo os erros e o tempo de resposta.

No que diz respeito à maquinaria leve o procedimento é semelhante. A filtragem delimitou os equipamentos àqueles que estavam em utilização e eliminou modelos ultrapassados ou que já não eram adquiridos. Em cooperação com o responsável da manutenção pela compra dos equipamentos e o diretor manutenção estipularam-se os campos para o catálogo conforme a **Tabela 14**.

Tabela 14 - Campos incluídos no catálogo de maquinaria leve.

<b>Campo de preenchimento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Justificação</b>
Imagem	Uma imagem indicativa do tipo do equipamento.	Identificação do equipamento através da sua aparência.
Designação	Uma breve designação do equipamento, de acordo com a designação comum presente em sistema.	Identificação da designação equipamento para preenchimento do pedido de aquisição.
Modelo	Modelo do equipamento. Normalmente indica as suas características.	Identificação do modelo desejado para o equipamento para preenchimento do pedido de aquisição.
Preço	Corresponde ao último preço praticado pelo fornecedor.	Informação do último preço praticado pelo fornecedor para comparação com o panorama atual.

Para cada catálogo foi elaborado um guião para auxílio para o procedimento de atualização do catálogo que podem ser encontrados no Anexo D e no Anexo E.

### 3.5 Análise de resultados obtidos

Com a implementação das soluções encontradas apresentam-se, de seguida os resultados encontrados com a implementação da ferramenta do TPM de manutenção autónoma. As melhorias foram implementadas em maio e a empresa forneceu os dados existentes até ao mês de julho. Os dados foram analisados segundo períodos de três meses, ou trimestres, sendo o primeiro trimestre constituído pelo período de agosto a outubro de 2017, o segundo pelo período de novembro de 2017 a janeiro de 2018, o terceiro pelo período de fevereiro a abril de 2018 e, o último, corresponde aos três meses pós implementação, os meses de maio a julho de 2018. Os valores apresentados são os da média dos respetivos meses.

Começando a análise pelas bombas de cola, podemos verificar, através da consulta da Tabela 15, que não foi possível reduzir o número de avarias, mantendo-se este constante.

Tabela 15 - Número de ações corretivas relativas as bombas de cola.

Ano de 2018	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
Ações corretivas	2	2	2	2

A partir destes dados é possível verificar que as máquinas não sofrem um grande número de avarias, mas analisando a Tabela 16 confirma-se que os custos associados são bastante altos.

Tabela 16 - Custos associados as ações corretivas relativas as bombas de cola.

Ano de 2018	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
Custo (€)	480,47	158,04	299,87	177,44

Ainda assim, os valores relativos ao sector da manutenção, nomeadamente MTBF, MTTR e Disponibilidade, obtidos através das equações (1), (3) e (5), revelaram melhorias consideráveis, de acordo com a Tabela 17.

Tabela 17 - MTBF, MTTR e Disponibilidade relativos as bombas de cola.

Ano de 2018	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
<b>MTBF (dias)</b>	17,33	16,75	15,75	11
<b>MTTR (dias)</b>	18,2	7,3	13	3,5
<b>Disponibilidade (%)</b>	48,72	69	51,87	77,46

Os dados indicam que, apesar do intervalo entre falhas, o MTBF, não aumentou consideravelmente. Com a aplicação da gestão visual o tempo de reparação, o MTTR, foi reduzido, resultando num aumento da disponibilidade de 28,74% (de 48,72% para 77,46%) para este tipo de equipamento nas suas operações. O tempo de resposta às avarias, o MTTR, foi reduzido dos iniciais 18,2 dias para o final de 3,5 dias.

Já nos aparelhos de soldadura a implementação demonstra capacidade de diminuição do número de avarias atingindo o mínimo de 9 ações, conforme presente na [Tabela 18](#).

Tabela 18 - Número de ações corretivas relativas aos aparelhos de soldadura.

Ano de 2018	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
<b>Ações corretivas</b>	12	9	14	9

Já para os indicadores de desempenho da manutenção estes ditam uma melhoria significativa, conforme apresentado na [Tabela 19](#).

Tabela 19 - MTBF, MTTR e Disponibilidade relativos aos aparelhos de soldadura.

Ano de 2018	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
<b>MTBF (dias)</b>	1,65	1,90	1,54	2,68
<b>MTTR (dias)</b>	6,1	5,9	9,8	4,6
<b>Disponibilidade (%)</b>	23,99	25,19	14,65	28,98

Os resultados obtidos ditam um aumento da disponibilidade de 4,99%, do inicial 23,99% ao 28,98%. O tempo entre avarias, o MTBF, aumentou significativamente de 1,65 dias para 2,59 dias. Para o MTTR a diminuição foi dos iniciais 6,1 dias, para a reparação deste tipo de equipamento, para os finais 4,6 dias.

Na **Tabela 20** encontra-se sumariado o contributo de cada melhoria implementada na empresa.

Tabela 20 - Análise dos resultados das melhorias implementadas.

Proposta/Solução	Ganhos qualitativos	Ganhos quantitativos
Planos de manutenção autónoma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento da responsabilização dos operários para com os seus equipamentos.</li> <li>Maior facilidade na identificação de avarias.</li> <li>Menor sobrecarga da equipa de manutenção.</li> </ul>	<p>Diminuição do tempo de reparação nas bombas de cola culminando num aumento de disponibilidade de 28,74%.</p> <p>Redução do número de avarias nos aparelhos de soldadura e um aumento de 4,99% de disponibilidade.</p>
Procedimento de apoio à manutenção preventiva de estufas de pintura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aproximação dos responsáveis pela manutenção do equipamento.</li> <li>Atualização de conteúdos.</li> </ul>	-
Documentos de suporte a pedidos de ferramentaria e equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminuição de tempos gastos nestes pedidos.</li> <li>Fornecer uma base de dados atualizada de ferramentas e equipamentos leves.</li> </ul>	-



# 4. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

4.1 Conclusões

4.2 Dificuldades encontradas

4.3 Proposta de trabalho futuro



## 4.1 Conclusões

Este trabalho teve como principal objetivo a implementação de conceitos TPM, nomeadamente a manutenção autónoma, na fábrica da CaetanoBus em Gaia com o objetivo de diminuir a ocorrência de avarias nos equipamentos. Através da reformulação da política para a manutenção autónoma e aplicação de ferramentas de apoio à gestão, sendo o objetivo alcançado neste período. A reformulação da política passou por uma aproximação dos operadores aos seus equipamentos através da gestão visual e da realização diária de ações autónomas de limpeza, organização e verificação. A “ferramenta” foi aplicada nas bombas de cola e nos aparelhos de soldadura.

O resultado deste trabalho ditou que, no caso das bombas de cola, o número de avarias não diminuiu, mantendo-se constante. Ainda assim, verificaram-se melhorias consideráveis nos indicadores de manutenção, nomeadamente no tempo da reparação dos equipamentos (MTTR) que diminuiu de 18,2 dias para 3,5 dias, fruto de uma gestão visual que permite uma rápida identificação do problema, o que resulta num aumento da disponibilidade dos equipamentos em cerca de 28,74%. Já nos aparelhos de soldadura a melhoria foi notória, o número de ações corretivas também não diminuiu, contudo foi atingido o anterior mínimo de 9 avarias. Em termos de indicadores da manutenção, o tempo entre falhas (MTBF) aumentou, dos iniciais 1,65 dias para os finais 2,68 dias, o tempo de reparação (MTTR) diminuiu passando de 6,1 dias para 4,6 dias, o que resulta num aumento da disponibilidade de 4,99%.

Outras alterações que advêm das implementações executadas são, nomeadamente:

- Novo procedimento para realização de folhas de instrução de manutenção de primeiro nível;
- Novo procedimento para controlo da prática de manutenção de primeiro nível;
- Gestão visual implementada nas bombas de cola;
- Identificação e filtragem de equipamentos e ferramentas com utilidade para a produção;
- Procedimento para a substituição de filtros nas estufas de pintura reformulados e mais acessíveis.

Ainda assim, os problemas identificados foram solucionados e com esses resultados a empresa pode empregar estas técnicas e outras para outras aplicações, sempre com o objetivo de melhoria do desempenho global.

## 4.2 Dificuldades encontradas

Na realização desta dissertação as principais dificuldades foram as seguintes:

- Mudança da cultura de trabalho antiga por parte dos operadores, para uma cultura mais metódica e organizada como a manutenção autónoma;
- A compreensão de denominações específicas a técnicas, ferramentas, equipamentos, entre outras, dificultando, por vezes, a compreensão total da situação ou problema;
- A alteração do tema inicial da dissertação, resultando na aplicação da manutenção autónoma que apenas possibilitou o início do projeto central a partir do mês de janeiro.

## 4.3 Proposta de trabalho futuro

Para finalizar, consideram-se as aplicações da dissertação para trabalhos futuros. Sendo eles:

- Expandir a implementação da manutenção autónoma a outros equipamentos, existindo já protótipos de guiões para manutenção de primeiro nível nos ficheiros da manutenção;
- Tornar os planos de manutenção preventiva dependentes da manutenção autónoma, adjudicando a sua prática;
- Reformulação dos planos de manutenção preventiva periódica através de uma análise ponderada, com base no estado do equipamento, ou melhorias nos métodos de manutenção, entre outros.

As ferramentas implementadas servem a empresa, de forma a que esta possa continuar a sua política de melhoria contínua, e implementar estas e outras metodologias do TPM e *Lean* nos seus processos e ações.

## **5. BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO**



- Ahuja, I., & Khamba, J. (2007). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality*, 709-756.
- Ahuja, I., & Khamba, J. (2008). Assessment of contributions of successful TPM initiatives towards competitive manufacturing. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 356-374.
- Alsyouf, I. (2009). Maintenance practices in Swedish industries: Survey results. *International Journal of Production Economics*, 212-223.
- Azizi, A. (2015). Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance. 186-190.
- Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., & Merino-Díaz de Cerio, J. (2010). 5S use in manufacturing plants- contextual factors and impact on operating performance. *Int J Qual & Rel Manage*, 217-230.
- Blanco, J., & Dederichs, T. (2018). *Lean Maintenance: A Practical, Step-By-Step Guide for Increasing Efficiency*. Taylor & Francis Group.
- Brito, M., Ramos, A., Carneiro, P., & Gonçalves, M. (2017). Combining SMED methodology and ergonomics for reduction of setup in a turning production area. 1112-1119.
- Chan, F., Lau, H., Ip, R., Chan, H., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 71-94.
- Chand, G., & Shirvani, B. (2000). Implementation of TPM in cellular manufacture. *Journal of Materials Processing Technology*, 149-154.
- Chapman, C. (2005). Clean house with lean 5S. *Quality Progress*, 27-32.
- Cholasuke, C., Bhardwa , R., & Antony , J. (2004). The status of maintenance management in UK manufacturing organisations: results from a pilot survey. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5-15.
- Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the Productivity of Sheet Metal Stamping Subassembly Area Using the Application of Lean Manufacturing Principles. 102-107.
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M., & Vieira, S. (2009). Investigação-acção : metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 445-479.
- Dayi, O., Afsharzadeh, A., & Mascle, C. (2016). A Lean based process planning for aircraft disassembly. *IFAC-PapersOnLine*, 54-59.
- Duffuaa, S., & Raouf, A. (1999). *Planning and Control of Maintenance Systems*. New York: Springer.
- Dunn, R. (1987). Advanced maintenance technologies. *Plant Engineering*, 80-82.
- Dunn, T. (2014). *OEE effectiveness. In Manufacturing flexible packaging: Materials, machinery and techniques*. Oxford: William Andrew Publishing.
- Favi, C., Germani, M., & Marconi, M. (2017). A 4M Approach for a Comprehensive Analysis and Improvement of Manual Assembly Lines. *11*, 1510-1518.

- Gary, L., Amos, N., & Tehseen, A. (2018). Towards strategic development of maintenance and its effects on production performance by using system dynamics in the automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 151-169.
- Geary, S., Disney, S., & Towill, D. (2006). On bullwhip in supply chains—historical review, present practice and expected future impact. *International Journal of Production Economics*, 2-18.
- Gulati, R. (2012). *Maintenance and Reliability Best Practices*. Industrial Press.
- Higgins, R., & Mobley, R. (2002). *Maintenace Engineering Handbook*. McGraw-Hill.
- Imai, M. (2013). *Gemba Kaizen: A Practical Approach to a Continuous Improvement Strategy - Second Edition*. București: Kaizen Publishing House.
- Kelly, A. (2006). *Managing maintenance resources*. Elsevier.
- Khan, M., Jaber, M., & Glock, C. (2012). Impact of learning on the environmental performance of a two level supply chain. *17th International Symposium on Inventories*. Budapest.
- Kigirisin, S., Pussawiro, S., & Noohawm, O. (2016). Approach for Total Productive Maintenance Evaluation in Water Productivity: A Case Study at Mahasawat Water Treatment Plant. 260-267.
- Kobayashi, K., Fisher, R., & Gapp, R. (2008). Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. *Tot Qual Manage & Bus Excell*, 245-262.
- Kobbacy, K., & Murthy, P. (2008). An Overview. Em K. Kobbacy, & P. Murthy, *Complex System Maintenance Handbook* (pp. 4-18). Springer.
- Krafcik, J. (1988). Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 41.
- Laudon, K., & Laudon, J. (2000). *Management information systems*. Prentice Hall .
- Lee, J. (2003). E-manufacturing - Fundamental, tools, and transformation. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 501-507.
- Lima, A. (2014). Definição da melhor política de manutenção para gestão e. *Dissertação de MEstrado*. Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.
- Lopes, I., Senra, P., Vilarinho, S., Sá, V., Teixeira, C., Lopes, J., . . . Figueiredo, M. (2016). Requirements Specification of a Computerized Maintenance Management System - A Case Study. *Procedia CIRP*, 268-273.
- Manzini, R., Regattieri, H., Pham, H., & Ferrari, E. (2010). *Maintenance for Industrial Systems*. Springer.
- Marquez, A. (2007). *The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer.
- McCarthy, D., & Rich, N. (2015). The Lean TPM Master Plan. *Lean TPM*, 27-54.
- Miranda, S., & Lopes, I. (2015). Development of Autonomous Maintenance in a Furniture Company. 2.
- Molenda, M. (2016). Qualitative Importance Measures of Systems Components – A New Approach and Its Applications. 4, 237-246.
- Monden, Y. (1998). *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. Engineering & Management Press.

- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2013). A framework for lean manufacturing implementation. *Production & Manufacturing Research*, 44-64.
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment. *International Journal of Production Research*, 3517-3535.
- Muñoz-Villamizar, A., Santos, J., Montoa-Torres, J., & Jaca, C. (2018). Using OEE to evaluate the effectiveness of urban freight transportation systems: A case study. *International Journal of Production Economics*, 232-242.
- Murthy, D., Atrens, A., & Eccleston, J. (2002). Strategic maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 287-305.
- Mwanza, B., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. 461-470.
- Nakajima, S. (1988). *An Introduction to TPM*. Portland: Productivity Press.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. CRC Press.
- Puvanasvaran, A., Mei, C., & Alagendran, V. (2013). Overall equipment efficiency improvement using time study in an aerospace industry. 271-277.
- Ramos, S. (2017). Diapositivos para as aulas teóricas da unidade curricular. Porto: ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, 276-279.
- Rohani, J., & Zahraee, S. (2015). Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry. 2, 6-10.
- Ruiz, P., Foguem, B., & Grabot, B. (2013). Improving maintenance strategies from experience feedback. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 625-630.
- Saint-Voirin, D., Lang, C., & Zerhouni, N. (2005). Cooperative systems modeling, example of a cooperative e-maintenance system. *International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation*, 439-444.
- Shah, R., & Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 785-805.
- Shrivastav, O. (2005). Industrial maintenance: a discipline in its own right. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 107-110.
- Singh, R., Gohil, A., Shah, D., & Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. 592-599.
- Smith, R. (2004). What is Lean maintenance? Elements that need to be in place for success. *Maintenance Technology*, 15-21.
- Sohn, S., Yoon, K., & Chang, I. (2006). Random effects model for the reliability management of modules of a fighter aircraft. *Reliability Engineering and System Safety*, 433-437.
- Susman, G., & Evered, R. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 582.
- Tripp, D. (2005). Action research: a methodological introduction. *Educação e Pesquisa*, 443-466.

- Tsang, A. (1995). Condition-based maintenance: tools and decision making. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 3-17.
- Tsuchiya, S. (1992). *Quality Maintenance: Zero Defects Through Equipment Management*. Cambridge: Productivity Press.
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 900-905. Obtido de [www.leanproducts.eu](http://www.leanproducts.eu)
- Wienker, M., Henderson, K., & Volkerts, J. (2016). The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance. *Procedia Engineering*, 413-420.
- Willmott, P., & McCarthy, D. (2001). *TPM - A Route To World-Class Performance*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Free Press.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the World: The Story of Lean Production*. Free Press.

# ANEXOS

**Anexo A: Procedimento para a manutenção de primeiro nível de equipamentos**

**Anexo B: Procedimento de apoio à criação de fichas de manutenção de primeiro nível**


**Anexo C: Procedimento de manutenção preventiva de estufas e cabines de pintura**


**Anexo D: Procedimento para atualização do catálogo da ferramentaria**

**Anexo E: Procedimento para atualização do catálogo de máquinas leves**



## Anexo A: Procedimento para a manutenção de primeiro nível de equipamentos


 <b>CAETANO BUS</b> <small>GRUPO SALVADOR-CARLOS</small>		<b>PROCEDIMENTO DE TRABALHO</b>			<sup>1</sup> PD 048 - 081 - 00054
<sup>2</sup> PEM					<sup>3</sup> Folha 1 / 2
<sup>4</sup> Designação: <b>MANUTENÇÃO 1º NÍVEL DE EQUIPAMENTOS</b>					
<sup>5</sup> Distribuição: <b>PRD</b>					
<p><b>1. OBJECTIVO</b></p> <p>Permitir o registo das ações preventivas de primeiro nível, realizadas pelo operador do equipamento, para posterior verificação por parte da equipa de Manutenção.</p> <p><b>2. ÂMBITO</b></p> <p>Todos os equipamentos providos de Instruções de TPM – Manutenção Autónoma.</p> <p><b>3. DEFINIÇÕES</b></p> <p>“TPM” – <i>Total Productive Maintenance</i>, Manutenção Produtiva Total.</p> <p><b>4. REFERÊNCIAS/DOCUMENTOS</b></p> <p>Gua para elaboração de procedimentos de trabalho.</p> <p><b>5. METODOLOGIA</b></p> <p>Seguir as indicações existentes na folha instruções gerais para manutenção autónoma diária que deverá ser acompanhada deste procedimento.</p> <p><b>5.1 – Frequência e registo das ações de manutenção autónoma</b></p> <p>A frequência e registo das ações de manutenção autónoma deverão ser <u>diários</u>.</p> <p>Devem ser registadas na folha da pág. 2 deste procedimento (identificar com <b>O</b> o mês de registo) as ações de manutenção efectuadas. Estas ações são responsabilidade do operador.</p> <p>Semanalmente, um elemento da equipa da Manutenção realizará a verificação do registo.</p>					
<sup>6</sup> DATA	<sup>7</sup> ELABORAÇÃO	<sup>8</sup> APROVAÇÃO	<sup>9</sup> ALTERAÇÃO	<sup>10</sup> ARQUIVO	
2018-04-05	VP	IS	00	PR09.0	


 CAETANO BUS GRUPO EMPRESARIAL CAETANO		<b>PROCEDIMENTO DE TRABALHO</b>			1 PD 048 - 081 – 00054				
2 PEM		3 Folha 2 / 2							
4 Designação: <b>MANUTENÇÃO 1º NÍVEL DE EQUIPAMENTOS</b>									
5 Distribuição: <b>PRD</b>									
6 Registo das ações de manutenção de primeiro nível efetuadas no equipamento _____, no mês Jan. / Fev. / Mar. / Abr. / Maio / Jun. / Jul. / Ago. / Set. / Out. / Nov. / Dez. No ano _____.									
Dia	Estado		Ponto de falha	Correção/Ordem de Reparação		Reparado		Operador	Verificado por
	OK	NOK		Descrição da ação correctiva/Ordem número		Sim	Não		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
7 DATA	8 ELABORAÇÃO		9 APROVAÇÃO	10 ALTERAÇÃO	11 ARQUIVO				
2018-04-05	VP		IS	00	PR09.0				


## Anexo B: Procedimento de apoio à criação de fichas de manutenção de primeiro nível


		<b>FICHA MANUTENÇÃO 1º NÍVEL</b>			1 Número do documento
2 Centro emissor					3 Numeração de páginas
4 Designação					
5 Distribuição				6 Número técnico do equipamento	
7 Conteúdos					
8 Data de elaboração do documento	9 Rúbrica de quem o elabora	10 Rúbrica de quem o aprova (caso necessário)	11 Número da alteração	12 Identificação do processo	


## Anexo C: Procedimento de manutenção preventiva de estufas e cabines de pintura


 <b>CAETANOBUS</b> <small>SOLUÇÕES AUTOMÓVEIS E SERVIÇOS</small>		<b>PROCEDIMENTO DE TRABALHO</b>			<sup>1</sup> PD 048 - 081 - 00032
<sup>2</sup> PEM					<sup>3</sup> Folha 1 / 6
<sup>4</sup> Designação: LIMPEZA DAS CABINES E ESTUFAS DE PINTURA					
<sup>5</sup> Distribuição: PRD, QES					
<sup>6</sup> <p><b>1. OBJECTIVO</b></p> <p>Permitir a limpeza da cabine de desengorduramento, estufas de pintura, estufa de lixagem, estufa de preparação de tintas e posto de tratamento inferior.</p> <p><b>2. ÂMBITO</b></p> <p>Todas as cabines/estufas existentes na linha de montagem de AUTOCARROS da CaetanoBus; Cabines <u>533254</u>, <u>533255</u>, <u>554105</u>, <u>554106</u>, <u>1000287</u>, <u>533153</u>, <u>1003291</u>, Tratamento Inferior (Posto 4), Preparação de tintas (<u>1000715</u>), Cabine lixagem (<u>533253</u>).</p> <p><b>3. DEFINIÇÕES</b></p> <p>“PLENUM” - Espaço interior de circulação de ar existente sobre os filtros de teto da cabine de desengorduramento e estufas de pintura.</p> <p><b>4. REFERÊNCIAS/DOCUMENTOS</b></p> <p>Guia para elaboração de procedimentos de trabalho.</p> <p>Dados recolhidos com a ajuda do colaborador responsável pela manutenção das cabines de pintura em Janeiro de 2018, em relação às dimensões das cassetes e respetivos filtros.</p> <p>Plano de Produção.</p>					
<sup>7</sup> DATA	<sup>8</sup> ELABORAÇÃO	<sup>9</sup> APROVAÇÃO	<sup>10</sup> ALTERAÇÃO	<sup>11</sup> ARQUIVO	
2018-12-19	VP	MS	00	PR03.2	

 <b>CAETANO BUS</b> SOLUÇÕES BALANÇADORAS DE VEÍCULOS		<b>PROCEDIMENTO DE TRABALHO</b>			1 PD 048 - 081 - 00032			
2 <b>PEM</b>					3 <b>Folha 2 / 6</b>			
4 <b>Designação:</b> <b>LIMPEZA DAS CABINES E ESTUFAS DE PINTURA</b>								
5 <b>Distribuição:</b> <b>PRD, QES</b>								
6 <b>5. METODOLOGIA</b>								
Estufa	Filtros Teto				Filtros Pavimento (Inclui a limpeza das paredes)			
	Qt	Dimensões	Equipamentos / prod. Químicos	Observações	Qt	Dimensões	Equipamentos / prod. Químicos	Observações
<b>Cabine 1 A</b> 533254 4001/2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Aspirador de líquidos	Limpar fasso interior e caixa exterior
<b>Cabine 1 B</b> 533255 4001/2	48	680x2420mm	Andaime. Fertamento para desapeitar os perneiros. Corte dos filtros: Tanca de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref CC-800 GF	NA	NA	Aspirador Plásticos para colocar no pavimento	NA
<b>Cabine 3</b> 554105 Onia 4004	14	520x2300mm	Andaime. Fertamento para desapeitar os perneiros. Corte dos filtros: Tanca de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref CC-800 GF	1	1000x13000mm	Máquina rotária Máquina a pressão Estréguas Ganchos para retirar as grelhas PF Strip (desapante) - 50 kg PF-20 (desengordurante) - 3 L Gel cabine (proteção paredes) - 7,5 L	Ref VBB-2
	21	520x2800mm						
<b>Cabine 4</b> 554106 Onia 4004	20	1060x2840mm	Andaime. Fertamento para desapeitar os perneiros. Corte dos filtros: Tanca de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref CC-800 GF	2	600x14000mm	Máquina rotária Máquina a pressão Estréguas Ganchos para retirar as grelhas PF Strip (desapante) - 25 kg PF-20 (desengordurante) - 3 L Gel cabine (proteção paredes) - 10 L	Ref VBB-2
					4	350x14000mm		
<b>Cabine 5</b> 1000287 Verta 4004	60	680x2420mm	Andaime. Fertamento para desapeitar os perneiros. Corte dos filtros: Tanca de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref CC-800 GF	1	1000x3000mm	Máquina rotária Máquina a pressão Estréguas Ganchos para retirar as grelhas PF Strip (desapante) - 25 kg PF-20 (desengordurante) - 3 L Gel cabine (proteção paredes) - 10 L	Ref VBB-2
					1	1000x15000mm		
<b>Cabine 8</b> 533153 4010	84	680x2420mm	Andaime. Fertamento para desapeitar os perneiros. Corte dos filtros: Tanca de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref CC-800 GF	2	660x20000mm	Máquina rotária Máquina a pressão Estréguas Ganchos para retirar as grelhas PF Strip (desapante) - 100kg PF-20 (desengordurante) - 3 L Gel cabine (proteção paredes) - 10 L	Ref VBB-2
<b>Cabine 7</b> 533253 Lisagem 4027	7	600x3300mm	Cavalete Fertamento para desapeitar os perneiros. Corte dos filtros: Tanca de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref CC-800 GF	NA	NA	NA	NA
<b>Cabine 8</b> 1000718 Preparação Tinta 4004	13	850x1100mm - int.	Cavalete Fertamento para desapeitar os perneiros. Corte dos filtros: Tanca de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref CC-800 GF	NA	NA	NA	NA
	1	1060x1370mm - ext.		Ref C16-150				
7 <b>DATA</b>	8 <b>ELABORAÇÃO</b>	9 <b>APROVAÇÃO</b>	10 <b>ALTERAÇÃO</b>	11 <b>ARQUIVO</b>				
2018-12-19	VP	MS	00	PR03.2				

 <b>CAETANO BUS</b> SOLUÇÕES BALANÇADOR CALÇADAS		<b>PROCEDIMENTO DE TRABALHO</b>				<sup>1</sup> PD 048 - 081 - 00032		
<sup>2</sup> PEM		<sup>3</sup> Folha 3 / 6						
<sup>4</sup> Designação: LIMPEZA DAS CABINES E ESTUFAS DE PINTURA								
<sup>5</sup> Distribuição: PRD, QES								
<sup>6</sup> Estufa Centro	Filtros Teto				Filtros Pavimento (inclui a limpeza das paredes)			
	Qt.	Dimensões	Equipamentos / prod. Químicos	Observações	Qt.	Dimensões	Equipamentos / prod. Químicos	Observações
Cabine US1 1003291 4004	24	2545x1280mm	Acidline. Ferramentas para desapejar parafusos.	Refº CC-800 GF	2	750x13000mm	Máquina rotativa Máquina a pressão Estregões Ganchos para retirar as grelhas PF Strip (descapante) - 100kg PF-20 (desengordurante) - 3 L Gel cabine (proteção paredes) - 10 L.	Refº VBB-2
Estufa Centro	Filtros Interiores (cassetes)				Filtros Exteriores (cassetes)			
	Qt.	Dimensões	Equipamentos / prod. Químicos	Observações	Qt.	Dimensões	Equipamentos / prod. Químicos	Observações
Cabine 1 A 533254 4001/2	NA	NA	NA	NA	18 18	680x1200mm 680x1100mm	Aspirador Dimensões das cassetes 680x730mm	Refº VBB-2 Refº C16-150 Refº VNF-290
Cabine 1 B 533255 4001/2	24	680x1200mm	Corte das fibras: Banco de trabalho. Riscos. Marcador, tesoura.	Refº VBB-2	18 18	680x1200mm 680x1100mm	Aspirador Dimensões das cassetes 680x730mm	Refº VBB-2 Refº C16-150 Refº VNF-290
Cabine 3 554105 Omnia 4004	NA	NA	NA	NA	4	1200x1300mm	Aspirador	Refº VNF-290
Cabine 4 554106 Omnia 4004	NA	NA	NA	NA	3 4	1000x2000mm 900x1500 mm	Aspirador	Refº VNF-290
Cabine 5 1000287 Verta 4004	NA	NA	NA	NA	20 10	680x1200 mm 680x1100 mm	Dimensões das cassetes 680x730mm	Refº VBB-2 Refº C16-150 Refº VNF-290
Cabine 6 533153 4010	NA	NA	NA	NA	24 12	680x1200 mm 680x1100mm	Aspirador Dimensões das cassetes 680x730mm	Refº VBB-2 Refº C16-150 Refº VNF-290
Cabine 7 533253 Lixagem 4027	NA	NA	NA	NA	4 2	680x1200 mm 680x1100 mm	Aspirador É necessário a limpeza dos flocos e retirar/limpar o recipiente com resíduos de pó de fibra. Dimensões das cassetes 680x730mm	Refº VBB-2 Refº C16-150 Refº VNF-290
<sup>7</sup> DATA	<sup>8</sup> ELABORAÇÃO	<sup>9</sup> APROVAÇÃO	<sup>10</sup> ALTERAÇÃO	<sup>11</sup> ARQUIVO				
2018-12-19	VP	MS	00	PR03.2				

 <b>CAETANO BUS</b> <small>SOLUÇÕES INTEGRADAS DE TRANSPORTE</small>		<b>PROCEDIMENTO DE TRABALHO</b>			1 PD 048 - 081 - 00032			
2 PEM		3 Folha 4 / 6						
4 Designação: LIMPEZA DAS CABINES E ESTUFAS DE PINTURA								
5 Distribuição: PRD, QES								
Estufa Centro	Filtros Interiores (cassetes)				Filtros Exteriores (cassetes)			
	Qt.	Dimensões	Equipamentos / prod. Químicos	Observações	Qt.	Dimensões	Equipamentos / prod. Químicos	Observações
Cabine 8 1000715 Preparação Tintas 4004	2	800x1000mm	Corte dos filtros: Banco de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref VBB-2	12	Cilindros carvão ativo 20 kg	NA	Carvão Ativo 240Kg
					8	380x520 mm		REF VBB-2
Cabine 9 1001022 e Cabine 10 1001023 4004	18	1500x1500mm	Corte dos filtros: Banco de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref VBB-2	NA	NA	NA	NA
	8	750x1500mm			Filtros cartão plicado	NA		NA
Posto 4 Tratamento Inferior	12	1500x1500mm 750x1500mm	Corte dos filtros: Banco de trabalho, Régua, Marcador, tesoura.	Ref VBB-2	NA	NA	NA	NA
Cabine US1 1003291 4004	NA	NA	NA	NA	4	Bolsas gerador G4 800x1500mm	Aspirador	Ref 1641168598250
					4	Bolsas extrator G3 800x1500mm		Ref 1101168598250
<p>Nota:</p> <p>FILTRO FILTRAIR CC-600GF 20X1,08m - cód. 70021607          FILTRO FILTRAIR CC-600GF 20X2m - cód.70021608          FILTRO AEROGLOSS (VBB-2) 20X1m - cód. 70021609          FILTRO AEROGLOSS (VBB-2) 20X0,70m - cód. 70021610          FILTRO BOLSAS (8B) GRUPO EXTRATOR G4 – cód. 70022005          FILTRO BOLSAS (8B) GRUPO GERADOR G3 – cód. 70022006          PREFILTRO FILTRAIR C15-150 40X2m - cód. 70021611          PREFILTRO FILTRAIR VNF-290 20X2m - cód. 70021612          DECAPANTE PF-STRIP (25Kg) - cód. 70021614 (embalagem 25 kg)          VERNIZ GELSON GEL-CABIN (5l) - cód. 70021615 (embalagem 5 litros)          DESENGORDURANTE PF-20 - cód. 70021648 (embalagem 25 litros)</p> <p><b><u>NÃO EFECTUAR SOPRAGENS.</u></b></p> <p><b>5.1 – Frequência e registo das limpezas das cabines/estufas</b></p> <p>A frequência das limpezas está relacionada com o <u>n.º de horas de trabalho da estufa</u> (estado dos filtros – sua saturação, efetuada através de inspeção visual) e <u>qualidade da pintura</u>.</p> <p>Mensalmente, devem ser registadas na folha da pág. 5 deste procedimento (identificar com O o mês de registo) as limpezas efetuadas, da <u>responsabilidade da secção 4004</u>.</p>								
7 DATA	8 ELABORAÇÃO	9 APROVAÇÃO	10 ALTERAÇÃO	11 ARQUIVO				
2018-12-19	VP	MS	00	PR03.2				

 <b>CAETANO BUS</b> <small>SOLUÇÕES BALANÇADORAS CALPNEO</small>		<b>PROCEDIMENTO DE TRABALHO</b>			<sup>1</sup> PD 048 - 081 - 00032
<sup>2</sup> <b>PEM</b>					<sup>3</sup> Folha 5 / 6
<sup>4</sup> Designação: <b>LIMPEZA DAS CABINES E ESTUFAS DE PINTURA</b>					
<sup>5</sup> Distribuição: <b>PRD, QES</b>					
<sup>6</sup> Registo das limpezas efetuadas no mês Jan. / Fev. / Mar. / Abr. / Maio / Jun. / Jul. / Ago. / Set. / Out. / Nov. / Dez. ano					
CABINE	ZONA	DATA LIMPEZA	HORAS DE TRABALHO CABINE	Rubrica Responsável	DECAPAGEM GRELHAS
Cabine 1A 533254 Edif. B	Fossa e Caixa				NA
	Filtros Exteriores				
Cabine 1B 533255 Edif. B	Teto				NA
	Pavimento				
	Filtros Laterais Interiores				
	Filtros Exteriores				
	Pavimento				
Cabine 3 554105 Omia	Teto				
	Pavimento				
	Filtros Exteriores				
Cabine 4 554106 Omia	Teto				
	Pavimento				
	Filtros Exteriores				
Cabine 5 1000287 Verta	Teto				
	Pavimento				
	Filtros Exteriores				
Cabine 6 533153 Edif. D sec. 10	Teto				
	Pavimento				
	Filtros Exteriores				
Cabine 7 533253 Livagem	Teto				
	Filtros Exteriores				
Cabine 8 1000715 Preparação Tintas	Teto				NA
	Filtros Laterais Interiores				
	Filtros Exteriores				
	Carvão ativo				
Cabine 9 1001022	Filtros Laterais Interiores				NA
Cabine 10 1001023	Filtros Laterais Interiores				NA
Posto 4 Tratamento Inferior	Pavimento				NA
	Filtros Laterais Interiores				
Cabine USI 1003291	Teto				
	Pavimento				
	Filtros grupo gerador				
	Filtros grupo exterior				
NA - NÃO APLICÁVEL					
<sup>7</sup> DATA	<sup>8</sup> ELABORAÇÃO	<sup>9</sup> APROVAÇÃO	<sup>10</sup> ALTERAÇÃO	<sup>11</sup> ARQUIVO	
2018-12-19	VP	MS	00	PR03.2	

 <b>CAETANO BUS</b> <small>SOLUÇÕES EM MANUTENÇÃO DE VEÍCULOS</small>	<b>PROCEDIMENTO DE TRABALHO</b>			1 PD 048 - 081 - 00032
3 PEM				3 Folha 6 / 6
4 Designação: <b>LIMPEZA DAS CABINES E ESTUFAS DE PINTURA</b>				
5 Distribuição: <b>PRD, QES</b>				
<p>6</p> <p><b>Cabine 1 A</b> – limpeza feita ± de 6 em 6 meses, lavagem das fossas e caixas de águas do poço e filtros exteriores.</p> <p><b>Cabine 1 B</b> - limpeza feita ± de 6 em 6 meses, lavagem do pavimento, troca dos plásticos, troca dos filtros Ext. e Int. (limpeza de teto de 6 em 6 meses).</p> <p><b>Cabines 3,4,5,6,8</b> – limpeza do teto de 6 em 6 meses, pavimento ± 200 em 200 horas (cabines 3,4 e 6 o pavimento é limpo com decapante).</p> <p><b>Cabine 7</b> – limpeza de teto de 6 em 6 meses e troca de filtros exteriores.</p> <p><b>Cabine 9 e 10</b> – limpeza depende do estado de conservação.</p> <p><b>Cabine USI</b> – limpeza de teto de 3 em 3 meses, pavimento semanalmente, troca de filtros exteriores mensalmente (soprar filtro do gerador de 2 em 2 dias).</p>				
7 DATA	8 ELABORAÇÃO	9 APROVAÇÃO	10 ALTERAÇÃO	11 ARQUIVO
2018-12-19	VP	MS	00	PR03.2

## Anexo D: Procedimento para atualização do catálogo da ferramentaria

### Guião para atualização do Catálogo da Ferramentaria

- Adição de ferramentas novas

A inserção de uma nova ferramenta requer a criação de uma nova linha de tamanho 160. Seguida do preenchimento dos diferentes campos existentes.

A fotografia anexada ao catálogo deve respeitar as medidas máximas de 5,5x8,1.



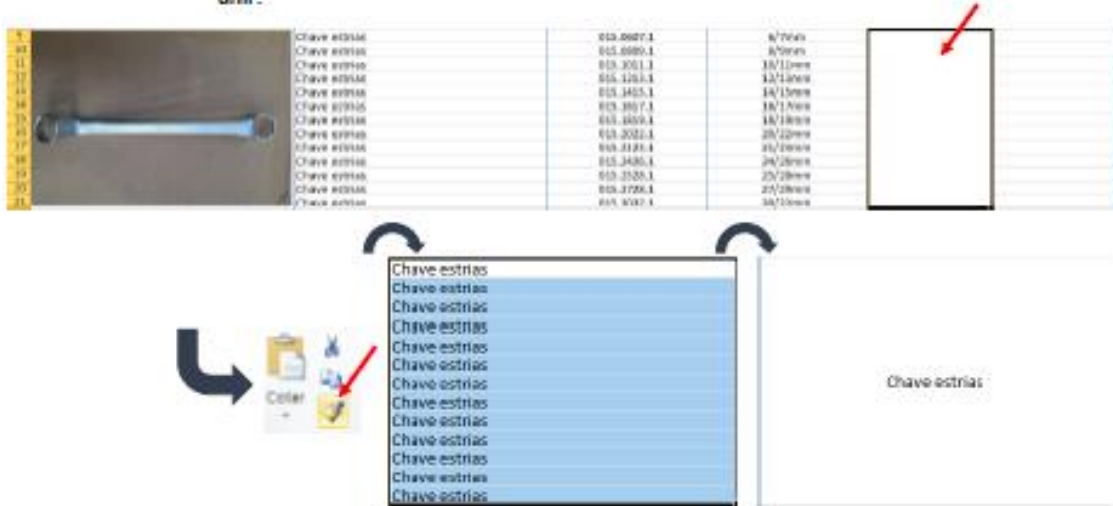
- Adição de ferramentas novas com diferentes tamanhos

Para ferramentas com diferentes tamanhos o procedimento é o seguinte:

1. Inserir o número de linhas correspondente ao número de tamanhos a adicionar. Garantir que a soma das alturas das linhas é igual a 160 e preencher os campos existentes com as devidas especificações.
2. Para unir as células que compõem o campo "Designação", que será igual para todas as entradas adicionadas, devemos primeiro garantir que todas têm o mesmo nome.

Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias
Chave estrias

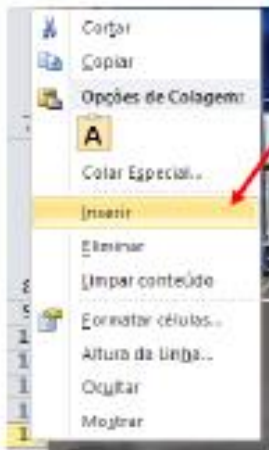
3. De seguida unir células vazias de uma coluna mais à direita e com recurso a ferramenta "Pincel de Formatação" seleccionar as células que se pretendem unir.



- Adição de ferramentas existentes com novas características
- Caso a adição seja de uma ferramenta já existente para, por exemplo, um tamanho novo, desde que se encontrem entre as células já existentes (ver imagem), devem ser seguidos os seguintes passos:



1. Inserir uma nova linha na posição que preceder o tamanho a adicionar.



2. Preencher os campos existentes de acordo com as especificações das ferramentas. No fim garantir que a soma das alturas das linhas que compõem a entrada é igual a 160.

- Caso a adição seja de uma ferramenta já existente para, por exemplo, um tamanho novo, para ocupar nas pontas da já existente (ver imagem), devem ser seguidos os seguintes passos:



1. Desfazer a união das células unidas, deverá ser somente a "Designação".
2. Adicionar a linha na posição desejada. Garantir que a soma das alturas das linhas existentes é igual a 160.

**Para inserir antes:**

	FOTOGRAFIA	DESIGNAÇÃO
14		Jogo chave estrias
15		Chave estrias
16		Chave estrias
17		Chave estrias
18		Chave estrias
19		Chave estrias
20		Chave estrias
21		Chave estrias

**Para inserir depois:**

	FOTOGRAFIA	DESIGNAÇÃO
14		Chave estrias
15		Chave estrias
16		Chave estrias
17		Chave estrias
18		Chave estrias
19		Chave estrias
20		Chave estrias
21		Chave estrias

3. Para a união das células rever o tópico "Adição de ferramentas novas com diferentes tamanhos" a partir do passo 2.

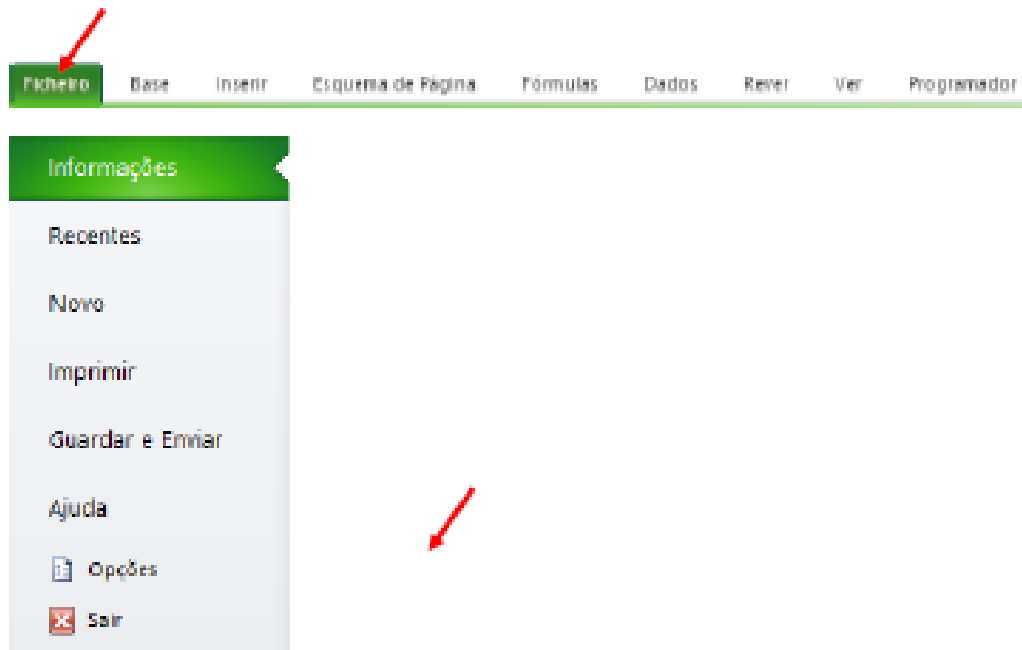
Vasco Pereira

## Anexo E: Procedimento para atualização do catálogo de máquinas leves

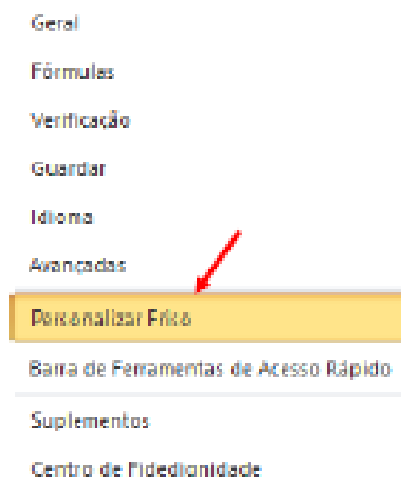
### Guião para atualização do Catálogo de Máquinas Leves

Primeiro é necessário ativar o comando "Formulário" disponibilizada pelo Excel. Para tal seguem-se os seguintes passos:

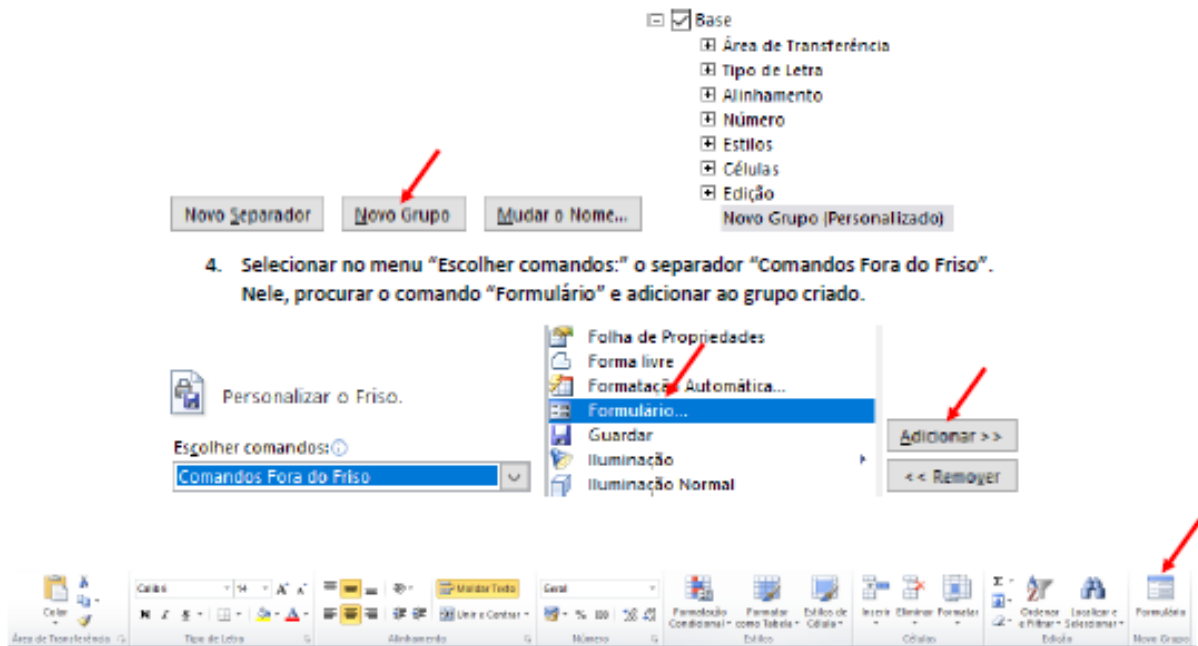
1. Dentro do documento Excel, selecionar o separador "Ficheiro". Nele, escolher o separador "Opções".



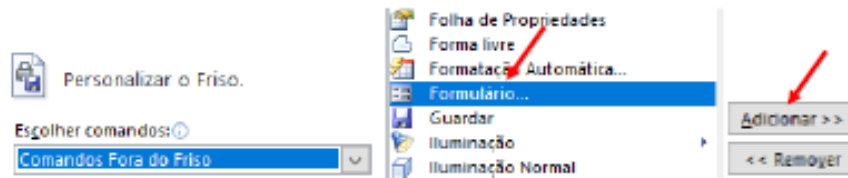
2. Escolher o separador "Personalizar friso".



3. É necessário criar um grupo personalizado para inserir o comando. O grupo personalizado deverá aparecer na lista de separadores.



4. Selecionar no menu "Escolher comandos:" o separador "Comandos Fora do Friso". Nele, procurar o comando "Formulário" e adicionar ao grupo criado.



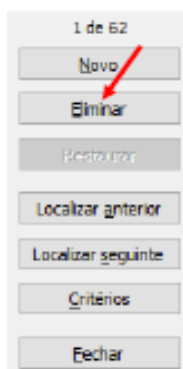
5. No fim do comando deverá aparecer no separador "Base".

- Inserir um novo equipamento

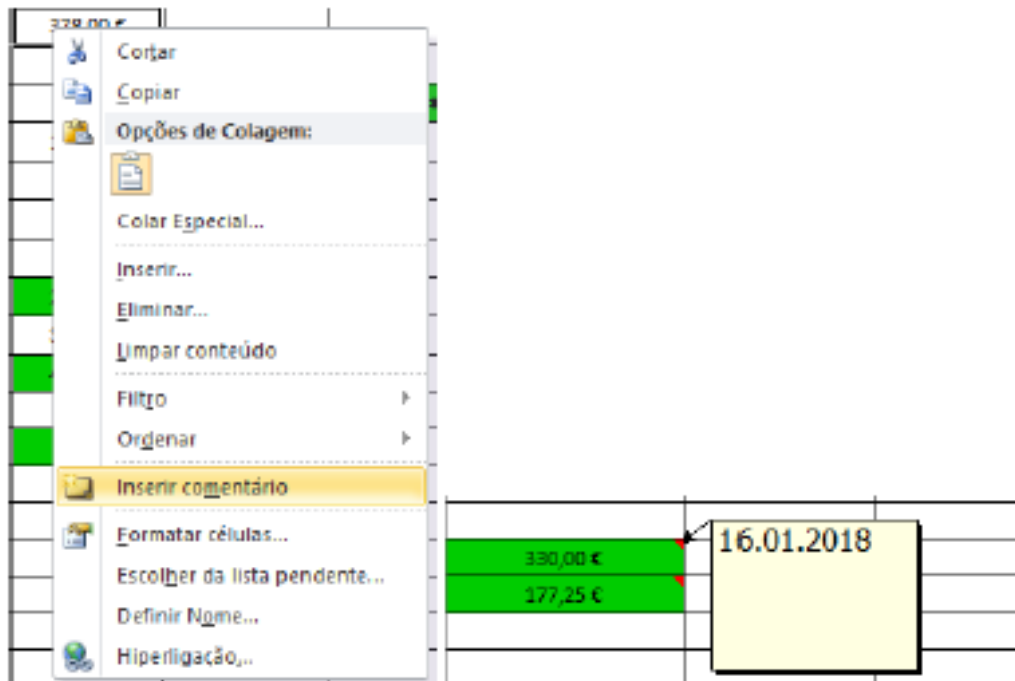
1. Escolher o separador "Comparação de preços" no fundo da folha Excel. Selecionar uma célula da tabela "Equipamento" e carregar no comando "Formulário".



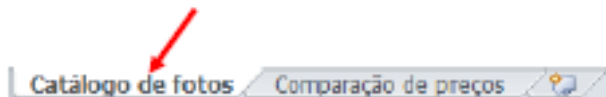
2. Surge o formulário para inserção de dados. No menu do lado direito do mesmo escolher a opção "Novo" e preencher os campos apresentados.



3. Adicionar através do botão do lado direito uma nota na célula correspondente ao preço com a data do orçamento/compra do equipamento.



4. Para adicionar o equipamento à lista disponibilizada à produção deve-se seleccionar o separador "Catálogo de fotos". E novamente seleccionar o comando "Formulário" e escolher a opção "Novo" no menu do lado direito.



5. No formulário apresentado preencher apenas o campo "MODELO", o resto será preenchido recorrendo aos dados introduzidos anteriormente. Não preencher o campo "FOTOGRAFIA".

MODELO:

6. A fotografia anexa ao equipamento deverá ser introduzida manualmente. Esta deve respeitar as medidas máximas de 5,5x8,1.



- Inserir um novo fornecedor no separador “Comparação de preços”
  1. De forma a não interferir com a fórmula inserida na coluna “Mínimo” os fornecedores novos devem ser inseridos entre o primeiro e o último fornecedor

Equipamento	Modelo	Referência	Neves & Queirós (56464)	UTEQ (E04085876)	Mínimo
-------------	--------	------------	----------------------------	---------------------	--------

existente.

2. Inserir uma nova coluna com recurso ao botão direito do rato. Preencher a célula com a seta na coluna criada com o nome do fornecedor e respetivo código.

W	X	Y
SWEPRO (71529)	UTEQ (E04085876)	

Context menu options:

- Cortar
- Copiar
- Opções de Colagem:
- Colar Especial...
- Inserir**
- Eliminar
- Limpar conteúdo
- Formatar células...
- Largura da Coluna...
- Ocultar
- Mostrar

Vasco Pereira