



**BERNARDO DIAS
SIMÕES**

**GESTÃO INTEGRADA DE BASES DA
MANUTENÇÃO E APLICAÇÃO DE
FERRAMENTAS DE MELHORIA
CONTÍNUA NO ARMAZÉM DE
PEÇAS SUPLENTE**

**BERNARDO DIAS
SIMÕES**

**GESTÃO INTEGRADA DE BASES DA
MANUTENÇÃO E APLICAÇÃO DE
FERRAMENTAS DE MELHORIA
CONTÍNUA NO ARMAZÉM DE
PEÇAS SUPLENTE**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Mestre Miguel Oliveira, Professor auxiliar convidado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família e em especial aos meus pais. Apenas com o apoio deles tive a possibilidade de alcançar os meus objetivos.

O júri

Presidente

Prof. Doutor João Carlos de Oliveira Matias
professor catedrático da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Susana Carla Vieira Lino Medina Duarte
professora auxiliar da Universidade Nova de Lisboa
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Mestre Miguel da Silva Oliveira
assistente convidado da Universidade de Aveiro

Agradecimentos

Agradeço à Huf Portuguesa pela confiança depositada em mim, e pela oportunidade que me deu em realizar o estágio curricular, contribuindo de uma forma significativa no meu desenvolvimento pessoal e profissional ao longo do meu percurso académico.

Um agradecimento em particular ao Engenheiro Idalécio Rodrigues pelo apoio e pela confiança depositada em mim para a realização deste projeto.

A todos os colaboradores da Huf, em especial aos do departamento de manutenção que me acolheram de uma forma muito especial, em particular à Sofia Rodrigues por ter tido um papel muito importante para a minha integração na empresa.

Ao meu orientador na Universidade de Aveiro, o professor Miguel Oliveira pelos conselhos, pela disponibilidade em ir visitar a empresa, e pela simpatia e acompanhamento.

A todos os meus amigos que sempre alegraram os meus dias menos bons e se mantêm sempre positivos e prontos a ajudar.

A toda a minha família e namorada pelo acompanhamento, esforço e dedicação ao longo dos anos que passei a estudar.

Palavras Chave

Gestão da manutenção; Manutenção; CMMS; *Lean Maintenance*; Manutibilidade; Disponibilidade; Fiabilidade.

Resumo

Com o aumento das exigências por parte dos clientes, as organizações têm procurado, cada vez mais, aumentar o rendimento dos seus equipamentos, de forma a tirar melhor partido dos mesmos. Ou seja, é crucial que as empresas procurem reduzir os custos de produção e de manutenção.

O presente trabalho foi realizado na Huf Portuguesa, com objetivo de melhoria da gestão da manutenção, mas também com o intuito de melhorar a organização e o funcionamento do armazém de manutenção. Para tal foram realizadas análises às situações iniciais do sistema de gestão da manutenção presente na organização, e também ao armazém de manutenção, com estas análises foi possível identificar os principais problemas. Em seguida foram sugeridas oportunidades de melhoria, através de um plano de ações que visou a utilização de diversas ferramentas, como a ferramenta dos 5 porquês e o diagrama de Ishikawa, que permitiram a análise dos problemas relativos ao sistema de gestão da manutenção, tendo desta forma auxiliado a chegar à conclusão de que era necessário criar novo sistema de gestão da manutenção que permitisse realizar a sua gestão de forma mais simples e efetiva.

No que toca ao armazém de manutenção, foram utilizadas as ferramentas de 5S e o diagrama de Esparguete para melhorar o seu funcionamento e também a sua organização. Os resultados da aplicação das sugestões de melhoria aplicadas foram positivos.

No caso do sistema de gestão da manutenção, foi criado um novo, que possibilita a obtenção dos indicadores de manutenção de forma simples. Em relação ao armazém de manutenção, foi alcançada uma maior organização do espaço e do material, através de uma maior utilização do espaço disponível e de uma melhor gestão visual, foram ainda alcançadas melhorias ao nível do funcionamento do armazém, através da criação de cartões Kanban que permitiram reduzir a distância percorrida por um colaborador no processo de levantamento de material.

Keywords

Maintenance management; Maintenance; CMMS; Lean maintenance; Maintainability; Availability; Reliability.

Abstract

The increasing demands from customers, pushed organizations to increase the performance of their equipment, in order to take better advantage of them. In other words, it is crucial that companies seek to reduce production and maintenance costs.

This work was carried out at Huf Portuguesa, with the objective of improving maintenance management, as well as the maintenance warehouse. For this purpose, analyzes were made of the initial situations of the maintenance management system present in the organization, and also of the maintenance warehouse, with these analyzes it was possible to identify the main problems. Then, opportunities for improvement were suggested, through an action plan aimed at the use of various tools, such as the 5 whys and the Ishikawa diagram, which allowed the analysis of the problems related to the maintenance management system and, thus, reaching the conclusion that it was necessary to create a new system that would allow maintenance management to be carried out in a simpler and more effective way. Regarding to the maintenance warehouse, the 5S tools and the Spaghetti diagram were used to improve its operation and also its organization. The results of the application of the applied improvement suggestions were positive in the case of the maintenance management system, a new one was created, which makes it possible to obtain maintenance indicators in a simpler way. In relation to the maintenance warehouse, greater organization of space and material was achieved, through greater use of available space and better visual management, improvements were also achieved in terms of warehouse operation, through the creation of Kanban cards which made it possible to reduce the distance traveled by an employee in the process of material requisition.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. METODOLOGIA	3
1.4. ESTRUTURA DO PROJETO	4
2. REVISÃO LITERATURA	5
2.1. MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	5
2.1.1. Definição	5
2.1.2. Evolução da Manutenção Industrial	6
2.1.3. Tipos de Manutenção	6
2.2. GESTÃO DA MANUTENÇÃO	7
2.2.1. Indicadores de desempenho	8
2.2.1.1. MTTR – Mean time to repair	8
2.2.1.2. MTBF – Mean time between failures	9
2.2.1.3. Disponibilidade	9
2.2.1.4. OEE - Overall Equipment Effectivness	9
2.2.2. Ordens de Trabalho – OT	11
2.2.3. Equipamentos Críticos	11
2.2.3.1. Análise ABC	12
2.2.3.2. Análise Multicritério	12
2.2.4. Peças de Desgaste	12
2.3. COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEMS (CMMS)	13
2.4. LEAN MAINTENANCE	14
2.4.1. 5S	14
2.4.2. Kanban	15
2.4.3. Gemba walks	15
2.4.4. 5 Porquês	16
2.4.5. Diagrama de esparquete	16
2.4.6. Digrama causa e efeito	17
2.5. GESTÃO PEÇAS SUPLENTES	17
3. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	19
3.1. GRUPO HUF	19
3.2. HUF PORTUGUESA	20
3.2.1. Manutenção Huf Portuguesa	21
3.2.1.1. Manutenção Preventiva na Huf Portuguesa	22
3.2.1.2. Manutenção Corretiva na Huf Portuguesa	22
3.2.1.3. TPM na Huf Portuguesa	23
3.2.2. Escolha da linha de produção a aplicar o projeto	23
3.3. ARMAZÉM DE MANUTENÇÃO	23
4. ANÁLISE SITUAÇÃO INICIAL	25
4.1. Sistema de Gestão da Manutenção	25
4.1.1. Linha PSA ESCL	27
4.1.1.1. Indicadores de desempenho da manutenção	27
4.1.1.1.1. Fiabilidade	27
4.1.1.1.2. Manutibilidade	28
4.1.1.1.3. Disponibilidade	29
4.1.1.1.4. Avarias	29
4.1.2. Armazém de Manutenção	32
4.1.2.1. Problemas Estruturais	33
4.1.2.2. Problemas Operacionais	33
5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE SUGESTÕES DE MELHORIA	35

5.1.	UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA DOS 5 PORQUÊS PARA DESCONSTRUIR O PROBLEMA DA FALTA DE INDICADORES	35
5.2.	UTILIZAÇÃO DO DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO NA ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO	36
5.3.	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE APOIO À GESTÃO DA MANUTENÇÃO	37
5.3.1.	<i>Apresentação do programa desenvolvido</i>	38
5.3.2.	<i>Abertura de uma nova ordem de trabalho</i>	38
5.3.3.	<i>Fecho de uma ordem de trabalho</i>	39
5.3.4.	<i>Registo de nova peça</i>	40
5.4.	GESTÃO ARMAZÉM	41
5.4.1.	<i>Layout Armazém</i>	42
5.4.2.	<i>Aplicação dos 5S</i>	43
5.4.2.1.	<i>Separação (seiri)</i>	43
5.4.2.2.	<i>Arrumação (seiton) e Limpeza (seiso)</i>	44
5.4.2.3.	<i>Padronização (seiketsu) e sustentação (shitsuke)</i>	45
5.4.3.	<i>Criação Kanbans</i>	45
5.4.4.	<i>Diagrama de esparguete</i>	46
6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	49
6.1.	FERRAMENTA DOS 5 PORQUÊS.....	49
6.2.	DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	50
6.3.	DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE APOIO À GESTÃO DA MANUTENÇÃO	50
6.4.	GESTÃO ARMAZÉM	51
6.4.1.	<i>Obsoletos</i>	51
6.4.2.	<i>Layout</i>	51
6.4.3.	<i>5s e gestão visual</i>	52
6.4.4.	<i>Kanbans</i>	53
6.4.5.	<i>Diagrama de esparguete</i>	53
7.	CONCLUSÃO.....	55
7.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIMITAÇÕES	55
7.2.	TRABALHOS FUTUROS	57
8.	REFERÊNCIAS	59
ANEXOS.....	65	
ANEXO A –	ORGANIGRAMA MANUTENÇÃO	66
ANEXO B –	DIAGRAMA DO PROCESSO IDEAL DE INTERVENÇÃO DE UM TM	67
ANEXO C –	DIAGRAMA DO PROCESSO REAL DE INTERVENÇÃO DE UM TM	68
ANEXO D –	LAYOUT LINHA PSA ESCL.....	69
ANEXO E –	CARTÕES <i>KANBAN</i> PARA LEVANTAMENTO MATERIAL.....	70
ANEXO F –	MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO SISTEMA GESTÃO MANUTENÇÃO DESENVOLVIDO.....	72
ANEXO G –	ANÁLISE ABC EQUIPAMENTOS	77
ANEXO H –	IMAGEM DA IDENTIFICAÇÃO CORREDORES.....	80
ANEXO I –	REQUISITOS MANUTENÇÃO.....	81

Índice de Figuras

Figura 1 - Metodologia do projeto.....	4
Figura 2 - Organigrama Tipos de Manutenção	7
Figura 3 - Relação entre as 6 grandes perdas e o OEE.....	11
Figura 4 - Grupo Huf no Mundo.....	20
Figura 5 - Produtos Huf Portuguesa.....	21
Figura 6 - Percentagem de OT com material debitado.....	25
Figura 7 - Evolução do número de OT's por ano.....	27
Figura 8 - Percentagem de OT's com tempo de paragem registado	28
Figura 9 - Cálculo do MTTR dos equipamentos da linha PSA ESCL.....	29
Figura 10 - Número total de cada tipo de intervenção na linha PSA ESCL	31
Figura 11 - Número de intervenções por equipamento	31
Figura 12 - Número total de cada tipo de intervenção por equipamento	32
Figura 13 - Aplicação dos 5 porquês	36
Figura 14 - Aplicação do diagrama causa e efeito	37
Figura 15 - Menu inicial do programa de apoio à gestão da manutenção	38
Figura 16 - Menu de abertura de uma OT do programa de apoio à gestão da manutenção	39
Figura 17 - Menu de fecho de um OT do programa de apoio à gestão da manutenção	40
Figura 18 - Menu de registo de peças do programa de apoio à gestão da manutenção	41
Figura 19 - Número total de referências a passar para obsoletas (a amarelo)	42
Figura 20 - Layout final armazém de manutenção	42
Figura 21 - Estado atual do armazém de manutenção.....	44
Figura 22 - Situação encontrada do estado do armazém de manutenção	44
Figura 23 - Antes e depois da etiqueta de uma gaveta	45
Figura 24 - Cartão Kanban para o levantamento de material	46
Figura 25 - Quadro para o acompanhamento das encomendas de material.....	46
Figura 26 - Diagrama de esparguete da situação inicial	47
Figura 27 - Ganho de espaço disponível no armazém.....	52
Figura 28 - Diagrama de esparguete da situação atual	54
Figura 29 - Diagrama de esparguete da situação inicial	54

Índice de tabelas

Tabela 1 - Cálculo OEE (Adaptado de (Ben-Daya et al., 2009; Groote, 1995)	10
Tabela 2 - Códigos de reparação.....	30
Tabela 3 - Problemas estruturais do armazém de manutenção	33
Tabela 4 - Problemas operacionais do armazém de manutenção	33
Tabela 5 - Famílias de materiais.....	43
Tabela 6 - Comparação entre a distância percorrida por um colaborador inicialmente e após a aplicação das melhorias	53

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke

TM – Técnico de manutenção

TPM – Total productive maintenance

5W – 5 porquês

CMMS – Computerized maintenance management systems

KPI's – Key process indicators

OT – Ordem de trabalho

WIP – *Work in progress*

1. Introdução

O presente capítulo tem como objetivo contextualizar e definir os objetivos do projeto desenvolvido na empresa HUF Portuguesa, mais precisamente nos departamentos de Produção e Manutenção, no âmbito da Unidade Curricular de Estágio/Projeto/Dissertação, para a obtenção do Grau de Mestre, pela Universidade de Aveiro.

1.1. Contextualização

Ao longo dos últimos anos o mercado tem-se tornado cada vez mais competitivo e globalizado, sofrendo também uma crescente automatização da indústria e aumento do número de equipamentos produtivos (Garg & Deshmukh, 2006). As atividades de manutenção dos equipamentos são desta forma, cada vez mais exigentes e cruciais para o aumento da competitividade das empresas, uma vez que têm influência direta na disponibilidade, fiabilidade e qualidade produtiva dos mesmos, influenciando o custo e a qualidade do serviço /produto entregue ao cliente por parte das organizações (Bakri, Rahim, Yusof, & Ahmad, 2012; Chan, Lau, Ip, Chan, & Kong, 2005). Como resultado, houve um aumento no número de colaboradores e de investimento nos departamentos de manutenção (Garg & Deshmukh, 2006), levando a uma gestão mais eficaz de toda esta área nas organizações.

Com um ambiente de mercado competitivo, as organizações são pressionadas a aumentar cada vez mais a sua capacidade de criação de valor para o cliente, bem como para melhorar a eficiência dos seus processos e operações. Sendo a manutenção uma função de suporte que ao longo dos anos tem tido um papel cada vez mais relevante no aumento da disponibilidade dos equipamentos e conseqüente diminuição do custo de operação dos mesmos, tem-se verificado um aumento do investimento nesta área das organizações (Tsang, 2002). Segundo (Mobley, 2002), entre 15% a 40% do total dos custos de produção é atribuído a atividades de manutenção sendo estes divididos em, mão-de-obra e peças suplentes.

As organizações têm aplicado as funções de manutenção através de estratégias que têm vindo a mudar e a evoluir ao longo dos anos. Uma das abordagens mais utilizadas é a manutenção corretiva, em que apenas se atua quando existe uma falha do equipamento. No entanto, esta abordagem é cada vez menos utilizada nas organizações, pois é demasiado dispendiosa e ineficaz (Mobley, 2002), segundo (Chan et al., 2005), uma reparação através do método de manutenção corretiva pode ser até três vezes mais dispendioso do que através de uma abordagem de manutenção preventiva. Deste modo tem-se verificado uma mudança no paradigma industrial, no que toca à abordagem da atuação das funções de manutenção, por forma a reduzir os custos de operação e aumentar a eficiência das funções de manutenção e dos equipamentos. Atualmente são mais utilizadas abordagens de manutenção baseadas em previsões e monitorização, como a manutenção preventiva e preditiva (Mobley, 2002). Outra forma amplamente adotada por diversas indústrias, é a *Total Productive Maintenance* (TPM). Esta abordagem pretende que todos os colaboradores tenham um papel ativo em funções de manutenção, alcançando desta forma uma maior disponibilidade dos equipamentos e uma eliminação dos defeitos (Bakri et al., 2012).

No entanto, o desenvolvimento e gestão destas abordagens de manutenção é um processo difícil, que necessita de uma metodologia de aplicação, sistemática e consistente (Labib, 1998). Para além disso, este é um processo que envolve diferentes áreas de uma organização, com diferentes interesses relacionados com a manutenção, sendo muitas vezes difícil alcançar uma satisfação geral para todas as partes interessadas. Os responsáveis de manutenção tentam muitas vezes alcançar múltiplos objetivos, que podem criar conflito entre eles, como maximizar a produtividade, a disponibilidade e a qualidade, muitas vezes sujeitos a restrições nos planos produtivos, nas peças de reposição (suplentes) disponíveis e na disponibilidade de mão-de-obra (Labib, 1998).

A gestão ineficiente do processo de manutenção, leva a perdas de produção e a aumentos de custos com os equipamentos. Sendo a principal razão para essa gestão ineficiente, a falta de dados que permitam quantificar de forma clara a necessidade de intervenção nos equipamentos produtivos (Mobley, 2002).

A Huf Portuguesa, apresenta um elevado número de equipamentos, pelo que apresenta também um maior número de falhas e avarias. Essas avarias necessitam de ser estudadas e analisadas, pois representam a maior perda de produção por parte dos equipamentos. Desta forma existe a necessidade de melhorar o processo de gestão de manutenção, criando a base para uma recolha eficaz e padronizada de informação relativa às falhas e avarias dos equipamentos. Recolhendo informação acerca de quais os equipamentos críticos, ou seja, aqueles que representam uma maior percentagem de falhas e consequentemente, uma maior perda de produtividade, seguidamente, identificação das suas peças de desgaste rápido, por forma a gerir eficazmente a manutenção e a intervenção nestes equipamentos. Segundo (Labib, 1998), um sistema de recolha de dados é fundamental para atingir um nível de performance superior numa organização. Este tipo de sistema permite medir e quantificar a frequência e a duração das falhas dos equipamentos, bem como controlar os custos das peças suplentes, melhorando a gestão e a implementação de modelos de manutenção mais eficientes. Por outro lado, as informações recolhidas através do sistema de gestão de manutenção aplicado a uma linha de produção, permite o desenvolvimento e posterior aplicação de metodologias de manutenção preventiva e ferramentas de TPM, com o intuito de no futuro atingir um nível de produção com zero defeitos e equipamentos com zero avarias.

Com isto em mente, o tema proposto para a realização deste projeto, é o desenvolvimento de bases para a gestão da manutenção, através do desenvolvimento de uma ferramenta para a recolha de dados relativos às ordens de trabalho ligados às falhas dos equipamentos, otimização e melhoria do armazém de manutenção e identificação dos equipamentos críticos e peças de desgaste dos mesmos.

1.2. Objetivos

O objetivo fundamental do projeto é a criação de bases para a gestão da manutenção de acordo com aqueles que são os requisitos da indústria automóvel. Para alcançar este objetivo é necessário subdividi-lo em pequenos objetivos a alcançar ao longo do estágio:

- Realizar um levantamento dos requisitos da indústria automóvel e dos clientes da empresa, no que toca às exigências da existência/gestão de componentes de desgaste de equipamentos, em particular para os equipamentos críticos;

Gestão integrada de bases da manutenção

- Melhorar o processo de gestão dos componentes de desgaste, com base numa avaliação de risco. Em seguida elaborar uma lista de componentes de desgaste que seja possível de atualizar sempre que necessário e compatível com o ERP;
- Melhorar a gestão dos pedidos dos componentes de desgaste e a gestão visual do armazém de manutenção tendo em conta os requisitos do sector automóvel;
- Desenvolvimento de ferramenta para a gestão de avarias dos equipamentos produtivos;
- Melhorar o processo de recolha e manutenção dos KPI's de manutenção: OEE; MTBF; MTTR e disponibilidade dos equipamentos críticos.

1.3. Metodologia

De acordo com os objetivos definidos inicialmente para o projeto, e após a análise inicial dos processos, definiram-se os objetivos e as metodologias a utilizar para os alcançar.

Neste sentido, relativamente ao levantamento dos requisitos dos clientes, no que às exigências da gestão dos componentes de desgaste dos equipamentos diz respeito, foram analisados os documentos associados a este tema, onde foram identificados os dados necessários para cumprir com esses requisitos.

No que toca ao objetivo de melhoria da gestão dos componentes de desgaste, baseada numa gestão de risco, e a melhoria do processo de recolha dos KPI's da manutenção, o objetivo definido para o projeto foi a elaboração de um sistema de gestão da manutenção, que permita a recolha dos dados relativos às falhas dos equipamentos, tais como tempos de paragem, frequência de falha e peças utilizadas nas intervenções realizadas. Desta forma é possível obter os indicadores pedidos, bem como realizar a gestão dos componentes de desgaste identificados. Uma vez que a fábrica tem um elevado número de equipamentos produtivos, ficou definido que este sistema fosse implementado apenas numa linha de produção. A linha escolhida foi a de produção de sistemas de bloqueio de direção para a PSA, denominada doravante de PSA ESCL.

Relativamente à melhoria da gestão dos pedidos de componentes no armazém de manutenção, foi realizada uma análise do funcionamento do mesmo, onde foi identificado que os componentes não estavam organizados de forma estruturada, sendo muitas vezes difíceis de encontrar. A identificação visual das gavetas era confusa e desatualizada, existindo muitos componentes obsoletos ainda em armazém o que gerava um elevado número gavetas sem utilização. O Layout do armazém não era o mais adequado de acordo com a iluminação, nem para a melhoria da utilização do espaço disponível, estando estantes a impedir o acesso a alguns espaços. Por outro lado, o pedido dos componentes é realizado através do apontamento numa folha, do componente levantado, este processo sofreu uma modificação, tendo passado a funcionar através de um sistema de *Kanban*. Após esta análise inicial, foi feita uma intervenção profunda no layout do armazém, agrupando os componentes por famílias, designando um corredor para cada família, desta forma passou a ser mais intuitivo a identificação da localização dos componentes. Também foram alteradas as identificações das gavetas, passando a ser identificadas por cores, o que permite agilizar a procura das peças necessárias. Esta alteração permitiu uma melhor utilização do espaço disponível, tornando o armazém mais funcional.

Em seguida, foi analisado o impacto das sugestões de melhoria propostas, tanto para o sistema de gestão da manutenção, como para a melhoria do funcionamento e da gestão visual do armazém.

Por fim foram realizadas as conclusões associadas às implementações do projeto e foram apontadas as sugestões de possíveis trabalhos futuros, tendo como base as implementações apresentadas no presente projeto.

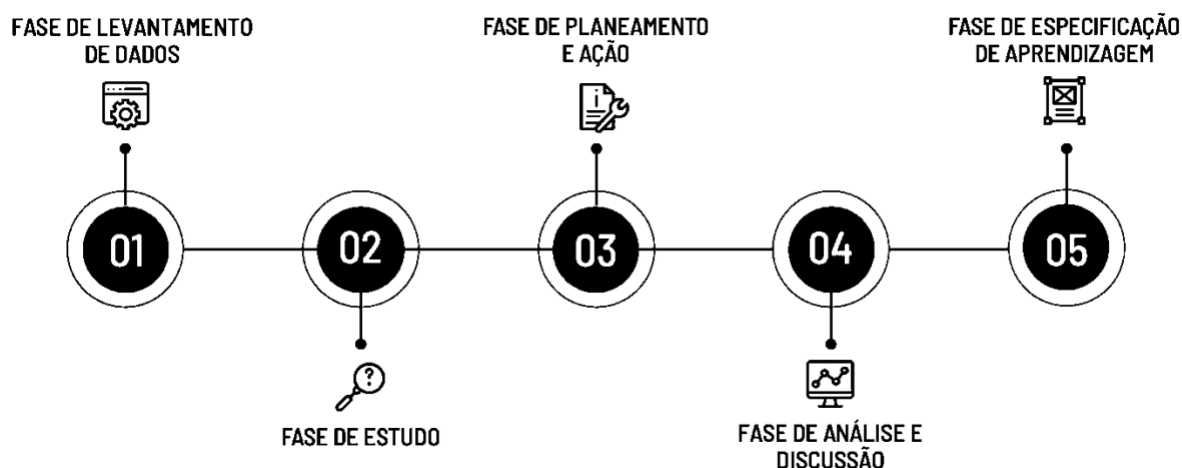


Figura 1 - Metodologia do projeto

1.4. Estrutura do projeto

O projeto desenvolvido é constituído por 7 capítulos, sendo que o primeiro diz respeito à introdução e é onde são apresentados os objetivos do presente trabalho, bem como uma contextualização do mesmo, é também apresentada a metodologia adotada.

No segundo capítulo é apresentada a componente teórica dos temas abordados ao longo do projeto.

No terceiro é feita a apresentação do problema e da empresa na qual se desenvolveu o presente projeto, a Huf Portuguesa, assim como o departamento onde se inseriram a maior parte dos objetivos do mesmo.

No quarto capítulo é realizada uma análise da situação inicial, onde é feita uma primeira abordagem de estudo ao processo de manutenção dos equipamentos da organização, bem como do armazém de manutenção, e é feita a identificação dos principais pontos de melhoria.

O quinto capítulo é dedicado à apresentação das sugestões de melhoria apresentadas e implementadas, para a resolução dos problemas identificados no capítulo anterior.

No sexto capítulo são expostos e analisados os resultados obtidos pela implementação das melhorias apresentadas.

Por último, no sétimo capítulo são apresentadas as conclusões do projeto, as suas limitações e são discutidas as perspetivas de trabalho futuro.

2. Revisão Literatura

Este capítulo tem como objetivo expor todos os temas diretamente relacionados com a elaboração do presente trabalho, permitindo uma melhor compreensão de todos esses conceitos e da sua aplicabilidade. O capítulo está dividido em quatro tópicos principais, o primeiro tópico é a manutenção industrial, onde é definido o que é a manutenção, e a evolução do tema ao longo dos anos, são também apresentados os diferentes tipos de manutenção presentes na literatura. Em seguida é abordado o tópico da gestão da manutenção, os seus indicadores de desempenho, as ordens de trabalho, os equipamentos críticos e as peças de desgaste. O tópico seguinte está relacionado com os sistemas de gestão da manutenção. Por último é abordado o tema *Lean Maintenance* e são apresentadas as ferramentas utilizadas ao longo do projeto.

2.1. Manutenção Industrial

De um ponto de vista evolutivo e de desenvolvimento operacional, as máquinas e os equipamentos têm um papel fundamental em cada organização (Poor, Basl, & Zenisek, 2019). Com o crescimento da competitividade global do mercado, é fundamental que todos os processos e sistemas associados evoluam, no sentido de aumentar a capacidade das organizações para estar à altura das necessidades dos seus clientes.

2.1.1. Definição

Existem na literaturas inúmeras definições de manutenção, segundo (Muchiri, Pintelon, Gelders, & Martin, 2011; Pintelon & Gelders, 1992), a função manutenção combina aspetos técnicos e atividades de gestão, necessárias para manter os equipamentos, as instalações e outros ativos físicos, nas condições operacionais desejadas, ou repor essas condições. No entanto, com o aumento das exigências do mercado é necessário aumentar a disponibilidade dos equipamentos, com o intuito de maximizar o seu tempo de operação prevenindo e mitigando as suas falhas. Desta forma, a função manutenção ganha uma maior relevância na estratégia das organizações, sendo tomadas decisões de engenharia e de gestão, necessárias para aumentar a capacidade dos equipamentos, aumentando assim o seu desempenho (Tsang, 1998).

A criação e implementação de uma base para a gestão da função manutenção, pretende controlar e reduzir o risco de falha dos equipamentos, bem como prolongar a sua vida útil, permitindo deste modo, atingir níveis superiores de *performance* e competitividade. Para além disso, a manutenção tem um peso elevado nos gastos de uma organização, necessitando assim de uma gestão estratégica (Tsang, 1998; Waeyenbergh & Pintelon, 2002).

Ou seja, o propósito principal da manutenção, segundo (Simeu-Abazi & Sassine, 2001), assenta em reduzir os efeitos adversos da falha do equipamento, aumentar a sua disponibilidade produtiva, reduzindo os custos, aumentando a fiabilidade e a eficiência. Para isso é necessário ter um processo no qual ocorra uma recolha de dados fiável, de forma a ser possível aplicar uma estratégia de manutenção cada vez mais eficiente e eficaz. Estes dados permitem à organização uma identificação e avaliação do estado real dos seus equipamentos, restaurando todas as suas funções para cumprir com a qualidade exigida (Poor et al., 2019).

2.1.2. Evolução da Manutenção Industrial

A manutenção industrial começou por ser tratada como uma necessidade indesejada para a obtenção de níveis elevados de produção, no entanto, ao longo dos anos, com o aumento das exigências dos mercados, e consequentemente com o aumento dos custos associados às funções de manutenção, estas começaram a ser tidas em conta como funções estratégicas para as organizações, resultando em planos e metodologias de gestão da manutenção estruturados e eficazes (Murthy, Atrens, & Eccleston, 2002).

O desenvolvimento da manutenção começou a ser documentado a partir do final da segunda guerra mundial, inícios dos anos cinquenta, onde a manutenção aos equipamentos apenas era realizada quando ocorria uma falha que impedisse a sua produção. Ou seja, apenas quando o equipamento parava é que se realizavam as intervenções necessárias para o colocar novamente em funcionamento. Esta é ainda uma prática comum em muitas indústrias e organizações, o que resulta em custos elevados de manutenção, pois ao ocorrer uma falha no equipamento, significa que houve perda de produção, havendo uma penalização superior para a organização por não cumprir com os requisitos dos seus clientes. Por outro lado, como houve uma falha no equipamento, significa que este tem de ser reparado, sendo o custo de reparação superior, uma vez que houve uma avaria significativa (Deac, Cârstea, Bâgu, & Pârvu, 2010; Poor et al., 2019).

O período pós-guerra, e o aumento da necessidade produtiva que daí resultou, despoletaram uma mudança no paradigma das funções da manutenção. Houve uma crescente evolução relativamente à qualidade exigida nos requisitos dos produtos, bem como uma maior definição na recolha de dados de produção e de mutabilidade dos equipamentos. Desta forma, as organizações alteraram progressivamente a maneira como aplicavam os seus planos de produção, passando de uma manutenção reativa e corretiva, para uma estratégia preventiva. Deste modo, através do planeamento das atividades de manutenção, foi possível reduzir os tempos de paragem dos equipamentos e aumentar a fiabilidade dos mesmos, o que resultou num aumento da produção (Poór, Kamaryt, & Šimon, 2015).

2.1.3. Tipos de Manutenção

Apesar de ter existido uma grande evolução no que toca às funções e estratégias de manutenção, muitas organizações ainda dão primazia a uma estratégia de atuação apenas quando existe falha do equipamento, ou seja, manutenção corretiva. Este tipo de manutenção é a mais dispendiosa para as organizações, uma vez que estas têm que estar preparadas para resolver qualquer que seja a falha do equipamento (Mobley, 2002). Como o equipamento não é intervencionado até ocorrer a falha, é necessário ter um elevado stock de peças suplentes, para que quando houver uma necessidade de reparação, se possa atuar de imediato. Este tipo de estratégia de aplicação das funções de manutenção, leva a elevados custos de inventário, a um elevado tempo de paragem e a um grande número de falhas (Mobley, 2002). Atualmente as organizações focam as suas estratégias numa abordagem mais preventiva, de modo a minimizar os custos associados às falhas dos equipamentos, e também para maximizar a sua performance e o tempo de produção.

A manutenção preventiva pretende também fazer face a uma maior complexidade dos equipamentos, fruto dos desenvolvimentos tecnológicos. Este tipo de manutenção tem como principal objetivo, evitar a falha do equipamento, mantendo o equipamento a funcionar sob as condições desejadas (Luxhøj, Riis, & Thorsteinsson, 1997; Mobley, 2002).

Para isso são adotadas ações periódicas de lubrificação, calibração e substituição de componentes, que permitem aumentar a fiabilidade e o tempo de vida do equipamento.

Nos últimos anos surgiram estratégias de manutenção que envolvem ainda mais as diferentes áreas de uma organização, levando as funções de manutenção para um outro patamar, englobando esta área funcional na estratégia global das organizações.

A manutenção preditiva é um tipo de manutenção que através da monitorização do funcionamento dos equipamentos, permite através da recolha de dados, e do histórico de funcionamento, antecipar a falha do equipamento, e proceder à sua manutenção. Este tipo de manutenção permite maximizar o tempo entre intervenções, programar as intervenções aos equipamentos e ainda minimiza os custos relacionados com as falhas dos equipamentos (Mobley, 2002). Esta estratégia de manutenção é mais do que apenas a previsão das falhas dos equipamentos, pois permite melhorar a produtividade, a qualidade e a eficiência dos mesmos.

Como nos últimos anos a manutenção tem vindo a assumir um papel cada vez mais estratégico nas organizações, esta passou a ser uma função transversal a todos os colaboradores, surgindo a filosofia de *total productive maintenance* (TPM). Esta filosofia coloca as funções de manutenção em foco, como uma parte indispensável para o bom funcionamento das empresas. O TPM tem como principal objetivo o envolvimento de todos os níveis e funções de uma organização, para maximizar a eficácia geral dos equipamentos de produção (Ahuja & Khamba, 2008). Através de ações realizadas no dia-a-dia, como limpezas e pequenas manutenções preventivas, os colaboradores são incentivados a cuidar do seu equipamento, melhorando o seu funcionamento e a sua fiabilidade (Swanson, 2001).

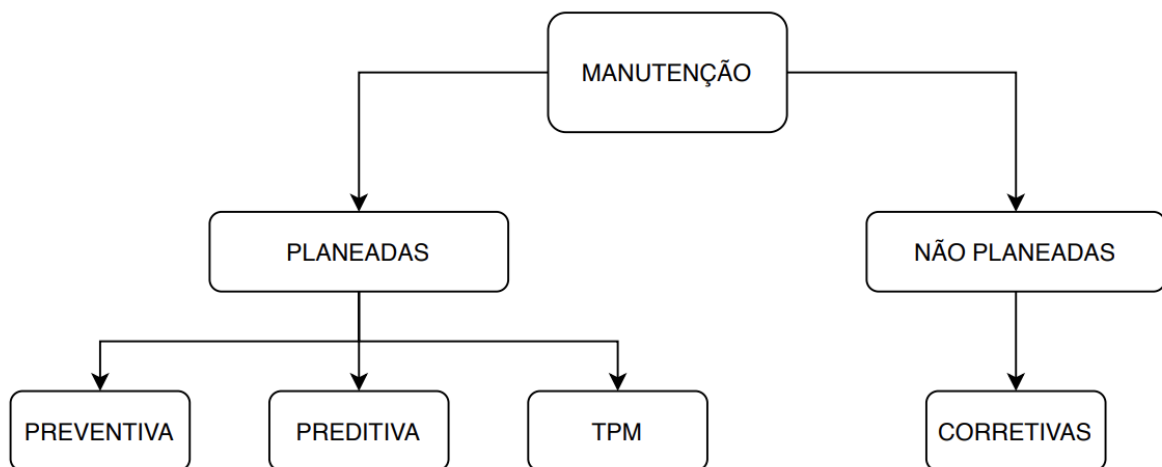


Figura 2 - Organigrama Tipos de Manutenção

2.2 Gestão da Manutenção

As condições dos mercados estão a mudar rapidamente, os clientes exigem cada vez mais uma maior qualidade nos serviços e nos produtos, bem como uma maior personalização e maior rapidez de entrega e de produção, tudo isto a um preço semelhante ou menor. Em simultâneo a isto, o ciclo de vida dos produtos está cada vez mais curto (Alsyouf, 2007). Estes desafios cada vez mais exigentes para as organizações, levaram a um aumento da pressão sobre a produção e os equipamentos produtivos, que cada vez mais têm de ter um maior e melhor rendimento, o que por sua vez aumentou a complexidade dos mesmos, devido à

aplicação de tecnologias cada vez mais sofisticadas, de forma a cumprir com as exigências do mercado (Muchiri et al., 2011).

Consequentemente, a manutenção tornou-se numa parte importante e fundamental para o rendimento de qualquer organização. A sua gestão ganhou uma importância estratégica, pelo que passou a estar integrada com as restantes áreas de negócio, como por exemplo, a produção. Esta integração permitiu às organizações aumentar o seu rendimento produtivo, através de uma gestão estratégica do planeamento produtivo e também da manutenção a efetuar aos equipamentos.

A gestão da manutenção envolve a formulação de estratégias e a implementação das mesmas, abrangendo todo o processo associado à manutenção dos equipamentos. Esse processo inclui a gestão de ordens de trabalho, a gestão das peças suplentes, o planeamento de intervenções, entre outros. Assim, são necessárias diversas ferramentas para a realização de uma gestão estratégica da manutenção, como uma ferramenta de recolha e armazenamento de dados, relacionados com os equipamentos e as suas falhas. Estes dados permitem uma análise detalhada da gestão das funções de manutenção e do funcionamento dos equipamentos, permitindo analisar os principais indicadores de desempenho, de forma a atuar em conformidade para atingir um nível de performance superior (Muchiri et al., 2011; Murthy et al., 2002).

2.2.1. Indicadores de desempenho

Para que exista uma boa gestão da manutenção nas organizações, é fundamental que a estratégia da organização e os objetivos da manutenção, não sejam definidos de forma isolada, mas sim que derivem das necessidades da organização, tendo em conta as políticas de produção as estratégias de manutenção, entre outras funções (Muchiri et al., 2011). De forma a garantir que a organização opera segundo as condições ideais, atingindo os objetivos definidos ao mínimo custo, a manutenção tem de ser gerida tendo em conta os objetivos e as estratégias definidas pela organização, tendo para isso de tomar decisões baseadas na performance dos equipamentos e das instalações (Muchiri et al., 2011).

Os indicadores de desempenho, representam assim, um princípio fundamental para a gestão da manutenção. Estes indicadores, se forem bem definidos e analisados, fornecem informação fundamental para os decisores envolvidos na gestão da manutenção, pois identificam possíveis falhas entre a performance do equipamento e aquela que era possivelmente o desempenho desejado para o mesmo, permitindo tomar decisões de forma a que o desempenho do equipamento seja corrigido, atingindo posteriormente a *performance* ideal. Para além disso, fornecem uma ligação importante entre as estratégias e as ações de gestão da manutenção, apoiando a implementação e a execução de iniciativas de melhoria (Neely, Gregory, & Platts, 1995). Para além do mais, os indicadores permitem, concentrar e gerir os recursos de manutenção em áreas específicas dos sistemas de produção, garantindo uma aplicação mais eficaz dos mesmos, e conseguindo um impacto mais positivo no desempenho da produção (Muchiri et al., 2011).

2.2.1.1. MTTR – Mean time to repair

Este indicador representa o tempo médio para que a reparação de uma avaria seja concluída. Para um determinado intervalo de tempo, o MTTR calcula-se através do quociente

entre o número total de horas de paragem (tempo de reparação – TR) e o número total de paragens (Avarias).

$$MTTR = \frac{TR}{Avarias} \quad (1)$$

2.2.1.2. MTBF – Mean time between failures

O MTBF é o tempo médio entre o acontecimento de falhas (avarias). Quando a avaria acontece a uma taxa constante, o MTBF é o inverso dessa taxa (Malleth & Manoj, 2014). De uma forma mais simples, é o quociente entre o tempo de funcionamento (TF) e o número total de paragens (avarias). Este indicador representa o tempo médio de bom funcionamento do equipamento entre duas falhas consecutivas.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ Total de Horas Produtivas} - N^{\circ} \text{ de Horas Paragem}}{Avarias} \quad (2)$$

Simplificando:

$$MTBF = \frac{TF}{Avarias} \quad (3)$$

2.2.1.3. Disponibilidade

De acordo com (Kolte & Dabade, 2017), a disponibilidade (D) é o tempo total em que uma máquina está a ser utilizada para produzir. Este indicador fornece a informação do tempo de produção disponível ao longo do tempo total de operação (Kumar, Klefsjö, & Kumar, 1992). Calcula-se através da diferença do número total de horas disponíveis para produzir e o número de horas de paragem, ou seja, tempo de funcionamento (TF), a dividir pelo número total de horas disponíveis para produzir, tal como mostra a equação (5).

$$D = \frac{N^{\circ} \text{ Total de Horas Produtivas} - N^{\circ} \text{ de Horas Paragem}}{N^{\circ} \text{ Total de Horas Produtivas}} \quad (4)$$

Simplificando:

$$D = \frac{TF}{N^{\circ} \text{ Total de Horas Produtivas}} \quad (5)$$

Este indicador pode também ser calculado através do quociente entre o MTBF e a soma do MTBF com o MTTR (Qingfeng, Wenbin, Xin, Jianfeng, & Qingbin, 2011):

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (6)$$

2.2.1.4. OEE - Overall Equipment Effectivness

Para ser possível analisar a performance dos equipamentos e dos processos produtivos é necessário medir e analisar os dados relativos às perdas e aos distúrbios que ocorrem ao longo do tempo. Ou seja, é necessário analisar as perdas de produção por parte

dos equipamentos, o objetivo do OEE é precisamente a identificação dessas perdas (Jonsson & Lesshammar, 1999). Este indicador é obtido através de uma abordagem *bottom-up*, onde se pretende alcançar a eficácia global do equipamento (Ben-Daya, Duffuaa, Knezevic, Ait-Kadi, & Raouf, 2009), eliminando as seis grandes perdas identificadas por Nakajima:

- Perdas por disponibilidade
 - Perdas por paragem do equipamento devido a uma avaria, ou uma falha;
 - Perdas devido ao *set-up* do equipamento aquando da mudança do produto a produzir
- Perdas de velocidade
 - Pequenas paragens que interrompem a produção devido ao mau funcionamento do equipamento;
 - Perda de produção devido à baixa velocidade de funcionamento do equipamento, em comparação com a sua velocidade padrão;
- Perdas na qualidade
 - Defeitos no produto e retrabalho são perdas de qualidade causadas por mau funcionamento do equipamento de produção;
 - Perdas relativas à estabilização da *performance* do equipamento.

Estas perdas são medidas relativamente à eficácia global do equipamento, em função da disponibilidade (D), *performance* (P) e qualidade (Q).

A disponibilidade mede o tempo em que o equipamento não está em funcionamento, indicando a percentagem de tempo de produção, em relação ao tempo total disponível (Jonsson & Lesshammar, 1999).

A *performance* compara a velocidade real de operação do equipamento (velocidade ideal menos as perdas), com a velocidade ideal do mesmo (velocidade prevista aquando do desenvolvimento) (Jonsson & Lesshammar, 1999).

O índice de qualidade tem em consideração as perdas de qualidade no equipamento, ou seja, o número de produtos que são rejeitados devido a defeitos (Jonsson & Lesshammar, 1999).

O OEE é um indicador comum em várias indústrias, no entanto, não existe uma definição uniforme, variando de autor para autor forma como é medido e analisado, bem como a sua aplicação nas diferentes áreas.

Tabela 1 - Cálculo OEE (Adaptado de (Ben-Daya et al., 2009; Groote, 1995)

	Nakajima (1988)	De Groote (1995)
Disponibilidade (D)	$\frac{\text{tempo de produção} - \text{tempo de paragem}}{\text{Tempo de produção}}$	$\frac{\text{tempo de produção disponível} - \text{tempo paragem inesperado}}{\text{tempo de produção disponível}}$
<i>Performance</i> (P)	$\frac{\text{tempo de ciclo ótimo} \times \text{n}^\circ \text{ de peças}}{\text{tempo total de produção}}$	$\frac{\text{n}^\circ \text{ peças produzidas}}{\text{n}^\circ \text{ peças esperadas}}$
Qualidade (Q)	$\frac{\text{n}^\circ \text{ peças produzida} - \text{n}^\circ \text{ peças defeituosas}}{\text{quantidade produzida}}$	$\frac{\text{n}^\circ \text{ peças produzidas} - \text{n}^\circ \text{ peças rejeitadas}}{\text{n}^\circ \text{ peças produzidas}}$
OEE	(D) x (P) x (Q)	(D) x (P) x (Q)

Gestão integrada de bases da manutenção

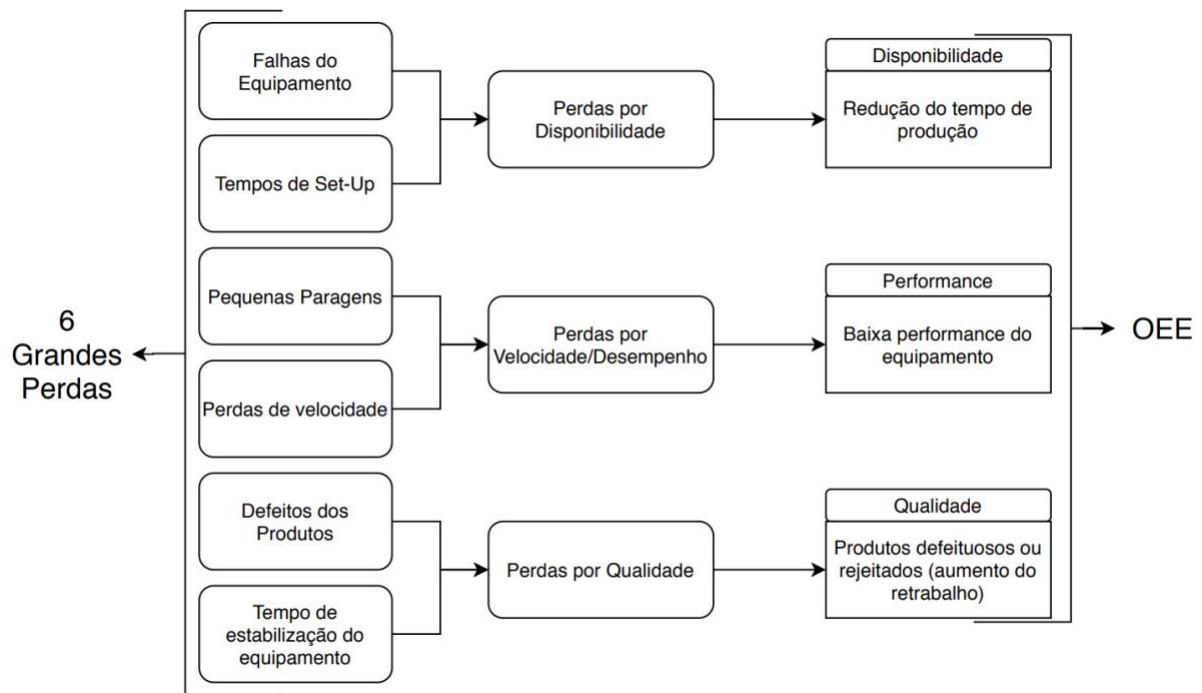


Figura 3 - Relação entre as 6 grandes perdas e o OEE

2.2.2. Ordens de Trabalho – OT

A gestão da manutenção é uma atividade fundamental para a melhoria da *performance* produtiva das organizações. Para que essa gestão seja realizada de forma sustentada e informada, é necessário basear as decisões em dados reais, obtidos através das Ordens de Trabalho (OT). As OT são utilizadas para acompanhar e documentar todos os assuntos relacionados com as funções de manutenção. Estas armazenam a informação relativa às falhas dos equipamentos, à sua solução, ao tempo de intervenção para a resolução do problema, ao tempo de paragem, entre outra informação relevante, permitindo a obtenção de indicadores fundamentais para a gestão da manutenção (Brundage, Morris, Sexton, Moccozet, & Hoffman, 2019). As OT podem ser registadas manualmente, no ERP da organização, ou num software dedicado para a gestão das funções da manutenção, sendo a principal fonte de informação para o sistema de gestão da manutenção utilizado (Ben-Daya et al., 2009).

O registo das OT fornecem informação vital para o bom funcionamento das funções de manutenção, pois documentam todos os problemas relacionados com os equipamentos, permitindo a identificação de planos de manutenção específicos para cada situação (Moblely, 2002). Este conhecimento adquirido através das OT ajuda a prever e a determinar quais as necessidades dos equipamentos a cada momento, permitindo o planeamento das intervenções a realizar.

2.2.3. Equipamentos Críticos

Os equipamentos têm as suas próprias características e níveis de fiabilidade, o que resulta na necessidade de os monitorizar e controlar para que se obtenha o melhor desempenho produtivo dos mesmos. As funções de manutenção têm como principal objetivo,

garantir a máxima disponibilidade dos equipamentos e o seu correto funcionamento. No entanto, os recursos disponíveis são limitados, o que resulta na necessidade de classificar os equipamentos de acordo com o seu nível de criticidade, para que seja possível alocar os recursos de forma mais eficaz na obtenção de um melhor desempenho produtivo (Gómez De León Higes & Cartagena, 2006).

Existem vários métodos utilizados para a classificação dos equipamentos, presentes na literatura, como a análise ABC e a análise multicritério.

2.2.3.1. Análise ABC

A análise ABC tem como base o princípio de Pareto, este princípio afirma que a maioria dos dados presentes num grupo de dados, normalmente representam uma pequena parte do número total de dados (Duffuaa & Raouf, 2015). Aplicando o princípio à classificação de equipamentos, segundo (Gómez De León Higes & Cartagena, 2006) é possível estabelecer três graus de criticidade conforme a falha:

- (A) – Equipamentos Críticos. São aqueles cuja paragem ou mau funcionamento interrompe a produção e afeta significativamente os resultados da empresa.
- (B) – Equipamentos Importantes. São aqueles em que a sua paragem, mau funcionamento ou avaria, diminui a sua capacidade produtiva, não tendo um impacto significativo para a organização.
- (C) – Equipamentos Redundantes. São equipamentos cujas falhas têm uma incidência escassa nos resultados da organização, apenas ameaçando reduzir a qualidade.

2.2.3.2. Análise Multicritério

A análise multicritério permite quantificar de forma detalhada a criticidade de cada equipamento (índice de criticidade), ou seja, fornece uma avaliação da importância deste para a organização, através da análise de todas as falhas relacionadas com o equipamento. Com essa análise a organização define quais os critérios a avaliar e a quantificar, determinando os fatores e os níveis de criticidade dos equipamentos, o que permite o cálculo do índice de criticidade. Este índice permite que o equipamento tenha uma classificação de acordo com a sua importância para a organização, que juntamente com outros fatores, estratégicos e económicos, permite decidir os planos de manutenção a aplicar ao equipamento, bem como os recursos distribuídos (Gómez De León Higes & Cartagena, 2006).

2.2.4. Peças de Desgaste

Classificar as peças de reposição/manutenção é fundamental, uma vez que nas empresas, existem diversos tipos de equipamentos, grandes variedades de materiais e peças específicas para cada equipamento, que são utilizadas para a realização de manutenções e reparações. Para além disso, cada peça tem características técnicas e financeiras específicas, tais como, criticidade, especificidade, valor e tipo de fornecedor, tempo de entrega, entre outros fatores, o que torna a avaliação e o tratamento de cada uma, singular (Cavaliere, Garetta, Macchi, & Pinto, 2008). Desta forma, deve ser realizada uma classificação para que se estabeleça um procedimento a ter em conta para o tratamento de cada peça. Uma vez que, do ponto de vista financeiro, deve ser analisado quais peças são consideradas

estratégicas, ou seja, podem ser vistas como um investimento para a organização. Numa perspetiva logística, a decisão de se o material deve ser mantido em *stock* ou comprado para ser imediatamente aplicado, é uma decisão estratégica que deve ter em conta o tipo de peça. Num ponto de vista relacionado diretamente com a área de manutenção, é necessário ter em conta os planos de manutenção, para definir os níveis adequados de peças suplentes, de modo a reduzir os efeitos de falhas inesperadas.

Segundo (Cavaliere et al., 2008) as peças de reposição/manutenção podem ser classificadas das seguintes maneiras:

- Consumíveis e de desgaste – Estes materiais são caracterizados por uma procura constante e cíclica, normalmente são identificados pelos fabricantes. São exemplos destes materiais, óleos, filtros, fresas, batentes, entre outros.
- Peças suplentes genéricas – Estas peças podem ser aplicadas a diversos equipamentos. Normalmente são muito comuns no mercado, tendo uma oferta variada em vários fornecedores. São exemplos deste tipo de peças, os sensores de proximidade, acessórios hidráulicos, acessórios de pneumática, componentes elétricos, entre outros.
- Peças suplentes específicas – Estas são peças específicas de um determinado equipamento, ou de um determinado fornecedor. Este tipo de peças de reposição pode também ser classificado como peças de desgaste, uma vez que o seu consumo pode ser monitorizado.
- Peças suplentes estratégicas – As peças estratégicas são aquelas cujo desgaste não é possível de prever, cujo tempo de entrega é muito elevado ou têm um preço muito elevado. Podem ser peças como motores, ponteiros de soldadura, etc. A sua procura normalmente é esporádica, no entanto caso exista uma avaria num destes componentes, normalmente implica um tempo de paragem elevado para o equipamento. Deste forma a decisão de manter este tipo de peças em *stock* tem um carácter estratégico muito relevante.

2.3 *Computerized maintenance management systems* (CMMS)

O principal objetivo dos departamentos de manutenção das organizações é a maximização do tempo de operação dos equipamentos, da forma mais rentável, quer a nível de recursos, quer a nível de custos. Este objetivo é alcançado através da aplicação de estratégias de manutenção, para manter o bom funcionamento dos seus equipamentos. Através do planeamento das funções de manutenção e das ordens de trabalho necessárias a cada momento para fazer face às necessidades dos equipamentos, com recurso a sistemas de gestão da manutenção. Este tipo de sistema permite também monitorizar e controlar as atividades de manutenção, recolher dados e recolher o histórico de falhas dos equipamentos, de forma a apoiar a melhoria contínua na área da manutenção (Ahuja & Khamba, 2008; Duffuaa & Raouf, 2015; Mostafa, Dumrak, & Soltan, 2015).

Uma vez que o processo de manutenção e engenharia relacionado com os equipamentos é bastante complexo e contém bastantes incertezas, é necessária uma grande quantidade de informação, acerca dos equipamentos, das ordens de trabalho, dos procedimentos e dos calendários de produção. Estes dados são posteriormente processados e analisados, para ajudar na tomada de decisão, o que resulta na necessidade de criar uma abordagem sistemática para a gestão da informação (Duffuaa & Raouf, 2015).

Em algumas organizações esta gestão é realizada com auxílio dos seus sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*), noutras é um sistema auxiliar, o CMMS (*Computerized*

maintenance management systems). Este é um sistema de gestão de informação adaptado às necessidades da área de manutenção, permitindo a gestão de uma grande quantidade de dados, desde as falhas dos equipamentos, o seu tempo de paragem, a gestão e o planeamento de ordens de trabalho, gestão das peças suplentes e os seus stocks. Desta forma, fortalece a gestão da manutenção, através da elaboração de relatórios e da sua capacidade de análise, melhorando a tomada de decisão (Ahuja & Khamba, 2008). A acessibilidade da informação, e a melhoria da comunicação que o CMMS promove, permitem um melhor funcionamento da manutenção, melhorando a atuação dos colaboradores, o planeamento das ordens de trabalho, e ainda a gestão das peças suplentes (Ahuja & Khamba, 2008).

Um CMMS é considerado eficaz pela sua capacidade de auxiliar a gestão da manutenção, na medida em que dá suporte aos principais processos da manutenção, mas também pela configuração do *software* e do *hardware* do sistema, ou seja, a sua fiabilidade, simplicidade de utilização (*user-friendly*) e a qualidade da informação do sistema (Duffuaa & Raouf, 2015). Este último aspeto está intrinsecamente relacionado com o fator humano que utiliza o sistema, dado que são esses intervenientes que na maioria das vezes alimentam o sistema com informação.

2.4 Lean Maintenance

A filosofia Lean foi criada na década de quarenta pela Toyota, numa altura em que as empresas japonesas levaram a cabo uma mudança de paradigma nos seus sistemas de produção, para atingirem um nível de *performance* superior e garantir uma maior diversidade de veículos no mercado, atingindo um nível de serviço ao cliente mais elevado (Duran, Capaldo, & Acevedo, 2017). Esta abordagem levou ao nascimento da metodologia Lean, que permite que os sistemas de produção se adaptem melhor às flutuações da procura por parte do mercado, produzindo apenas as quantidades necessárias, no momento certo e com menores custos (Duran et al., 2017; Mostafa, Lee, Dumrak, Chileshe, & Soltan, 2015). A principal característica da filosofia é a melhoria da eficiência dos processos, através da eliminação de desperdícios, ou seja, atividades que aumentam o custo de produção sem que acrescentem valor ao produto (Shah & Ward, 2007).

O Lean Maintenance (LM) é a adoção de princípios Lean aplicados aos processos de manutenção, com o objetivo de reduzir os tempos de paragens dos equipamentos e melhorar os processos de suporte da manutenção (Mostafa, Dumrak, et al., 2015; Mostafa, Lee, et al., 2015). As melhorias dos processos de manutenção podem ser alcançadas com a aplicação de ferramentas como o indicador OEE, Value Stream Mapping (VSM), *Kanban*, computer managed maintenance system (CMMS), 5S, ferramentas de gestão visual e também a metodologia de manutenção produtiva total (TPM) (Davies & Greenough, 2010). Contudo, ao longo do projeto serão abordadas apenas as ferramentas de gestão visual e 5S, *kanban*, CMMS, 5 porquês, diagrama de esparquete e diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*).

2.4.1. 5S

A metodologia 5S é uma técnica utilizada para estabelecer e manter as condições ótimas dos locais de trabalho, com o intuito de obter resultados operacionais de nível superior. O principal objetivo desta técnica é redução de desperdício e a melhoria da produtividade e da qualidade, através da gestão visual e da aplicação dos termos que deram origem à

metodologia, *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* (Bayo-Moriones, Bello-Pintado, & de Cerio, 2010; Jiménez, Romero, Domínguez, & Espinosa, 2015; Khamis et al., 2009). Estes termos significam no sentido literal, organização, arrumação, limpeza, padronização e disciplina, respetivamente. Quando utilizado num ambiente industrial, o 5S, na prática permite a criação de processos de trabalho mais eficientes que têm um impacto positivo no desempenho operacional das organizações. No entanto o fator humano tem aqui um papel preponderante, no sentido de que é necessário a colaboração de todos os envolvidos no processo, para que a eficácia da implementação desta prática não seja retardada (Khamis et al., 2009).

Aplicado ao tema da manutenção, os termos da metodologia 5S podem ser apresentados da seguinte forma (Imai, 2005):

- **Seiri** (Organizar, classificar) – Pretende classificar os itens em duas categorias - necessários e não necessários – removendo os não necessários do *gemba* (termo Lean para chão de fábrica).
- **Seiton** (Ordenar, simplificar) – Esta etapa do 5S pretende ordenar os itens por frequência de uso, simplificando o acesso aos mesmos, minimizando o tempo de procura. Este ponto organiza as tarefas de forma a que o trabalho flua apenas por aquelas que acrescentem valor ao produto.
- **Seiso** (Limpar) – Este passo significa limpeza, ou seja, limpeza da área de trabalho, dos equipamentos e ferramentas.
- **Seiketsu** (Padronizar) – Esta etapa da metodologia surge após a aplicação dos outros 3S, onde se padronizam as melhores práticas desenvolvidas.
- **Shitsuke** (Sustentar, melhorar) – O último passo pretende melhorar e sustentar os padrões definidos ao longo dos pontos anteriores. Ou seja, tem como objetivo o compromisso de todos os envolvidos no processo, garantindo a adesão disciplinada às regras e procedimentos criados.

2.4.2. Kanban

O *Kanban* pode ser definido como uma ferramenta de comunicação, que permite controlar os fluxos de materiais (Imai, 2005). Normalmente, o *kanban* contém a informação acerca das peças necessárias na linha de produção, ou no caso da manutenção, as peças necessárias para a intervenção. Ou seja, o processo a jusante, retira produtos a montante, criando um fluxo de produtos (Kurilova-Palisaitiene, Sundin, & Poksinska, 2018). Quando essas peças tiverem sido utilizadas, o *kanban* retorna à sua origem, onde se converte numa ordem para uma nova requisição (Imai, 2005). Uma das vantagens desta ferramenta é a possibilidade de controlar o nível de *stock* no local de produção. Este sistema de pedidos, pode ser aplicado a diversas áreas das organizações, obtendo diferentes resultados.

2.4.3. Gemba walks

A palavra *gemba* tem origem japonesa, e o seu significado é, o verdadeiro lugar. Na indústria a palavra *gemba* refere-se ao lugar onde a ação é executada, ou seja, é onde está a produção que adiciona valor ao produto. O conceito de *gemba walks* está assente no princípio de ir ao chão de fábrica e acompanhar os processos, de forma a descobrir os problemas e resolvê-los (Tyagi, Choudhary, Cai, & Yang, 2015).

Segundo (Tyagi et al., 2015) o conceito de gemba walks tem duas vantagens, a primeira está relacionada com a melhoria contínua e a padronização de processos com a ajuda dos cargos de chefia. Estes estando em contacto próximo com os processos e com todos os envolvidos nos mesmos, conseguem dessa forma acompanhar em tempo real os problemas e as suas resoluções, criando relações de proximidade com todos os colaboradores, atingindo de forma mais eficiente a melhoria dos processos. A segunda vantagem é a de que esta estratégia demonstra o alinhamento das chefias com os colaboradores no sentido da melhoria contínua dos processos. Este é um ponto fundamental, uma vez que estando as chefias envolvidas, os restantes colaboradores vão manter-se empenhados em procurar a melhoria dos processos diariamente.

2.4.4. 5 Porquês

A ferramenta dos 5 porquês é uma ferramenta de análise de problemas desenvolvida na Toyota, nos anos 70, por Taiichi Ohno, criador do sistema de produção da Toyota (*Toyota Production System*, TPS) (Sugitani & Morita, 2011). A ferramenta surgiu porque Ohno apercebeu-se de que quando existiam falhas na produção, os colaboradores começavam a culpabilizar-se mutuamente. Este, sabendo que os erros são inevitáveis, desenvolveu a ferramenta dos 5 porquês como estratégia para a identificação das causas raiz dos problemas, para que, posteriormente fosse possível atuar na sua resolução (Murugaiah, Benjamin, Marathamuthu, & Muthaiyah, 2010).

A resolução de problemas requer obrigatoriamente a identificação das suas causas, para posteriormente serem aplicadas as resoluções necessárias para a sua eliminação. A ferramenta dos 5 porquês apoia a identificação dessas causas e dos problemas adjacentes às mesmas. Contrariamente a outras ferramentas mais complexas, esta não envolve análises estatísticas avançadas, o que a torna aplicável a processos operacionais (Braglia, Frosolini, & Gallo, 2017).

A ferramenta dos 5 porquês, tal como o nome indica, consiste em questionar “Porquê” pelo menos cinco vezes até se encontrar a resposta necessária ao problema, permitindo percorrer os efeitos do problema, até chegar à causa raiz do mesmo (Braglia et al., 2017; Rybkowski & Ballard, 2008; Tsao, Tommelein, Swanlund, & Howell, 2004).

Através deste procedimento, é possível identificar de forma ordenada as causas raiz do problema, e as ações necessárias para cada uma, começando a intervenção pela causa mais severa para o problema em questão.

2.4.5. Diagrama de esparguete

O Diagrama de esparguete, é uma ferramenta que permite visualizar o movimento de material, colaboradores, etc. durante uma operação, através do desenho de uma linha colorida (Kanaganayagam, Muthuswamy, & Damodaran, 2015; Senderská, Mareš, & Václav, 2017). Através da utilização deste diagrama é possível rastrear os movimentos realizados por determinados produtos, ou por vários colaboradores num processo específico, distinguidos através de cores diferentes. Após a análise do diagrama podem-se retirar conclusões relacionadas com o comprimento dos movimentos, ou seja, a distância percorrida pelo colaborador por exemplo, e a frequência dessa deslocação.

A sua aplicação é particularmente importante na identificação de movimentos ineficientes, na identificação do número adequado de deslocações para cada colaborador,

para a organização de trabalho ou no layout de determinada estação de trabalho (Senderská et al., 2017). Assim, com a sua aplicação é possível garantir que o processo tem o mínimo de movimentos possível, percorrendo a distância mínima, tornando-o mais eficiente (Jnanesh, 2016).

Por outro lado, após o desenho de um diagrama de esparguete, e identificadas as potenciais melhorias com recurso a este, o diagrama permite posteriormente comparar a eficácia das implementações (Kanaganayagam et al., 2015).

2.4.6. Digrama causa e efeito

O diagrama de causa e efeito, diagrama de Ishikawa ou diagrama de espinha de peixe, é frequentemente utilizado como uma ferramenta da qualidade, no entanto a sua utilização foi alargada a todas as áreas industriais e de serviços (Masoud Hekmatpanah, 2011). Criado em 1968 por Ishikawa, tem como principal objetivo, ajudar a encontrar as causa raiz para um determinado problema. Esta abordagem combina *brainstorming* com o desenho de um diagrama semelhante a uma espinha de peixe, dividindo-se segundo (Dey, 2004), em quatro etapas, identificação do problema, identificação dos principais fatores envolvidos, apontar as possíveis causas e por fim a análise do diagrama obtido. Desta forma a utilização deste diagrama permite organizar as possíveis causas do problema, selecionar quais as causas que são mais prováveis e através da análise das mesmas, determinar quais as ações a tomar para a sua correção (Rodgers & Oppenheim, 2019).

Tipicamente as causas estão classificadas de acordo com diferentes categorias, como problemas relacionados com as máquinas, métodos, material, mão-de-obra e meio-ambiente, podendo ainda ser feita a divisão em sub-causas, até ser encontrada uma causa onde seja possível tomar uma ação. No entanto estas categorias podem ser alteradas consoante o tipo de problema que está a ser analisado (Rodgers & Oppenheim, 2019).

O diagrama de causa e efeito tem uma aplicação quase ilimitada em problemas de investigação, produção, marketing, operações, etc. Um dos seus principais pontos fortes é a participação de todos os envolvidos no processo de *brainstorming*. Desta forma são encontradas soluções para os problemas identificados, e são usados diferentes critérios para definir qual a solução a adotar, tais como custos, resistência à mudança, consequências, entre outros (Masoud Hekmatpanah, 2011).

2.5. Gestão Peças Suplentes

As avarias dos equipamentos têm consequências negativas na produtividade e competitividade das organizações, isto implica a necessidade de possuir em armazém as peças de reposição necessárias para intervir rapidamente nos equipamentos, de forma a obter tempos de paragem mais reduzidos (Driessen, Arts, van Houtum, Rustenburg, & Huisman, 2014). No entanto, é necessário gerir estas peças de reposição para que não exista um excessivo nível de *stock*. Estes níveis variam e dependem dos planos de manutenção aplicados, ou seja, são em função da maneira como é realizada a manutenção dos equipamentos (Kennedy, Wayne Patterson, & Fredendall, 2002).

Este tipo de inventário tem características únicas, que o tornam diferente dos inventários de material de produto acabado ou de WIP (*work in progress*), tais como (Kennedy et al., 2002):

Gestão integrada de bases da manutenção

- São os planos de manutenção que determinam a necessidade de inventário das peças de reposição. A decisão de reparar uma peça ou de a substituir, tem um peso importante nos níveis de *stock* da manutenção.
- Muitas vezes os fabricantes dos equipamentos não fornecem a informação adequada para uma eficaz elaboração dos planos de manutenção preventiva, e em consequência é difícil de prever os tempos de falha dos mesmos. Para fazer face a este desafio é importante monitorizar continuamente o funcionamento dos equipamentos, através dos indicadores de manutenção, bem como o consumo de peças de reposição por parte do equipamento. Desta forma é possível, ter a informação necessária para planear a manutenção, e também se existe ou não a necessidade de ter determinada peça de substituição em *stock*.
- As causas das falhas de algumas peças, muitas vezes têm origem noutra tipo de mal funcionamento do equipamento. Isto pode ser um problema, na medida em que, se esta origem não for conhecida, gera a necessidade de substituição de um componente, com uma taxa superior ao necessário, o que por sua vez, levanta a necessidade de manter um nível elevado de *stock* para fazer face a essa necessidade de substituição.
- Os custos de haver uma rutura de *stock* geralmente significam perda de qualidade, cadência de produção ou que o equipamento tem de parar de operar, consoante o tipo de peça a substituir. Estes custos podem ser elevados caso a paragem do equipamento implique entrar em incumprimento com a procura dos clientes.
- A obsolescência é também um fator importante a ter em conta, uma vez que as máquinas para as quais as peças de reposição se encontram obsoletas, tornam a sua substituição muito difícil, gerando a necessidade de manter um elevado número das mesmas em *stock*.

No entanto, um dos fatores que mais influencia o nível de inventário é a procura intermitente por este tipo de peças, ou seja, é impossível de prever com uma fiabilidade de 100% quando é que o equipamento vai falhar e vai necessitar de substituir um componente (Cavaliere et al., 2008).

3. Apresentação do Problema

Neste capítulo são apresentados o grupo e a empresa onde foi realizado o projeto de estágio, o Huf Group. Este é um grupo com alguns anos de história, e ao longo do capítulo são apresentados alguns dos marcos mais importantes do mesmo. Em seguida é apresentada a Huf portuguesa, a sua história e os seus principais produtos. É também abordado neste capítulo, o departamento de manutenção da empresa e os processos de manutenção presentes na organização. Por último é realizada a apresentação do funcionamento do armazém de manutenção.

3.1. Grupo Huf

O grupo Huf foi fundado no dia 1 de Abril de 1908 em Velbert, Alemanha, por Ernst Hülsbeck e August Fürst. Estes fundaram uma empresa para fabricar, comprar e vender fechaduras, dobradiças e outros componentes de ferro e metais. A trabalhar com grandes fabricantes automóveis desde 1920, ano em que começou a trabalhar com a Mercedes-Benz, o grupo tem consolidado a sua presença um pouco por todo o mundo, sempre com estreitas relações com os grandes produtores de automóveis a nível global.

O grupo tem vinte fábricas presentes em três continentes, oito no continente Europeu, entre as quais a Huf Portuguesa, três no continente Americano e nove na Ásia. Ao longo dos seus 112 anos de história o grupo Huf sempre se empenhou em inovar, estando classificada como uma das 20 principais empresas mais inovadoras da Alemanha, de acordo com um estudo publicado pela "*Handelsblatt*". Os critérios para o ranking foram o número de patentes e a capacidade de combinar inovações no campo digital com tecnologias já estabelecidas, procurando oferecer novas soluções em áreas cada vez mais orientadas para o futuro, como a mobilidade conectada.

A Huf foi a primeira empresa a desenvolver componentes para os novos sistemas de acesso e imobilização de automóveis.

Atualmente a Huf tem aproximadamente 10.000 colaboradores, distribuídos por 14 países em todo o mundo, e trabalha com as melhores marcas de automóveis do mundo, tais como, Audi, Bentley, BMW, Bugatti, Chery, Chrysler, Daimler AG, FAW, Ford, Geely, General, Motors, Great Wall, Haima, Harley Davidson, Honda, Hyundai, Jaguar, Kia, Lancia, Land Rover, MAN, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Opel, Porsche, PSA, Renault, Rolls-Royce, SAIC, Scania, SEAT, Skoda, Tata, Toyota, Volvo, Volvo Truck, Volkswagen e Wabco. Os produtos que a empresa fornece são:

- Sistemas de autorização de acesso a veículos – comandos.
- Sistemas de autorização de motorista – botões *start-stop*.
- Sistemas de entrada passiva.
- Puxadores de portas.
- Atuadores para o porta bagagem.
- Sistemas de canhões de portas.
- Sistemas Telemáticos.



Figura 4 - Grupo Huf no Mundo

3.2. Huf Portuguesa

A Huf Portuguesa foi fundada em 1991, muito devido às condições económico-sociais vividas na época, que tiveram um peso preponderante para que o grupo Huf investisse em Portugal com a criação da empresa. Após mais de 25 anos de experiência no setor automóvel, a Huf é hoje uma empresa reconhecida a nível nacional e internacional, sendo um dos empregadores mais respeitados em Portugal, de acordo com estudos realizados pelo *Great Place To Work Institute* nos últimos 15 anos. A empresa tem tido também um papel importante no desenvolvimento local e regional, apoiando diversos projetos sociais, culturais e desportivos.

A sua atividade produtiva teve início em 1992, com a produção de sistemas de fechaduras para a Ford e a General Motors (GM). Em 1995 com a inauguração da VW Autoeuropa em Portugal, a empresa passou também a produzir componentes para os modelos de veículos aí produzidos. No ano de 1996, a empresa iniciou a produção de Sistemas Mecânicos de Bloqueio da Direção para a Audi e a GM, e puxadores de portas para a então nova geração do modelo Corsa da GM/Opel. Em 1999, a empresa é reconhecida pelo jornal de Negócios, devido ao forte crescimento do seu volume de vendas e do seu perfil de empresa exportadora – perto de 86% da produção, o que representava cerca de 17% do mercado europeu de fechaduras para automóveis, abastecendo 2,5 milhões de veículos. A oportunidade de entrar na produção eletrónica surgiu em 2002, quando a General Motors adjudicou à Huf Portuguesa o projeto do novo conceito de chaves *Key Cross Car Line*. O próximo passo foi a obtenção de um importante projeto com a Peugeot para a fabricação de um milhão de fechaduras por ano. A partir do ano de 2007, ano da grande crise no setor automóvel, a Huf tem mantido a sua estabilidade, ganhando novos projetos e novos clientes, um projeto importante para a empresa foi em 2010 a *Rear View Camera* da Volkswagen, com um impacto muito positivo para a empresa. Atualmente os clientes da Huf Portuguesa são, BMW/MINI, Daimler, Ford, Geely, FCA, PSA/Opel, Volvo, Volkswagen e Porsche.

Com uma área produtiva de cerca de 5.900 metros quadrados, a Huf Portuguesa produz fechaduras, chaves, fechaduras de coluna de direção, puxadores de portas e câmaras de visão traseira (*Rear View Cameras*).

Gestão integrada de bases da manutenção



Figura 5 - Produtos Huf Portuguesa

Os principais processos produtivos da empresa são:

- Montagem de componentes
- Sistemas de colagem
- Robótica
- Sistemas de visão artificial
- Sistemas RFID
- Sistemas laser
- Sistemas de teste EOL
- Montagem componentes eletrónicos (Ambiente ESD)

Existe ainda a área de injeção, onde são produzidos componentes para posteriormente serem incorporados na montagem dos produtos a fornecer aos clientes. As técnicas de injeção presentes na fábrica são:

- *Injection Moulding*
- *Over Moulding*
- *Multi-Component Injection Moulding*

A Huf possui ainda um laboratório capaz de realizar diversos testes aos componentes produzidos, com a finalidade de os melhorar e validar de acordo com os requisitos dos clientes. O Laboratório tem a capacidade de realizar diferentes tipos de testes:

- Mecânicos
- Químicos
- Testes de Metrologia
- Eletrónicos

3.2.1. Manutenção Huf Portuguesa

O objetivo principal da manutenção na Huf Portuguesa é como em qualquer organização, manter o bom funcionamento dos equipamentos, garantindo a sua fiabilidade e disponibilidade. Por outro lado, a gestão da manutenção deve garantir que os recursos técnicos, e materiais são aplicados de forma eficiente, bem como analisar as falhas dos equipamentos e monitorizar o seu funcionamento. Na Huf, a produção é realizada por linhas de produção, onde cada linha produz um produto diferente para cada cliente. Isto leva a que a fábrica possua um elevado número de equipamentos produtivos.

Gestão integrada de bases da manutenção

O departamento de manutenção para toda a fábrica é composto por um chefe de manutenção, nove técnicos de manutenção (eletromecânicos), dois moldistas, dois técnicos de eletrotécnica, três serralheiros mecânicos e dois eletricitas, o organigrama da composição da manutenção pode ser observado no anexo A. Estes colaboradores estão divididos pelos três turnos de laboração da empresa. Os moldistas têm como função a limpeza dos moldes de injeção e garantir o seu bom funcionamento. Os serralheiros mecânicos desenham, alteram, retrabalham e produzem componentes de equipamentos. Os técnicos de eletrotécnica realizam intervenções nos equipamentos para alteração de parâmetros, tempos de ciclo, padrões de funcionamentos, entre outras alterações.

Na Huf são essencialmente aplicados dois tipos de manutenção, a preventiva e a corretiva, aplicadas pelos TM (eletromecânicos).

3.2.1.1. Manutenção Preventiva na Huf Portuguesa

No que respeita à manutenção preventiva, esta é realizada de acordo com o que está definido pelos catálogos dos próprios fornecedores das máquinas e/ou equipamentos. Na ausência destes, as operações são definidas tendo em conta a existência de elementos de desgaste rápido ou outros que originem a curto médio prazo avarias ocasionais. Normalmente são definidas tendo em conta a experiência adquirida com equipamentos similares.

A frequência destas intervenções é também definida de acordo com o que é recomendado pelo fabricante, podendo nalguns casos vir a ser alterada, se a experiência ou os resultados obtidos se demonstrarem insuficientes, ou por outro lado dando sinais de zelo excessivo.

O procedimento adotado para cada equipamento é elaborar uma lista de tarefas (plano de manutenção preventiva), que conste no programa de apoio à gestão (PM60), no qual estão descritas as operações, os meios, as peças, e a frequência das intervenções. A responsabilidade pela execução destas ações é gerida pelo responsável pela manutenção. A partir desta lista são impressas as OT (Ordens de Trabalho), atendendo à frequência de inspeção/intervenção (Semanal, Quinzenal, Semestral, Anual, etc.), e que são as que acompanham a intervenção por parte da manutenção. Uma vez terminada a inspeção/intervenção o TM (Técnico de Manutenção) descarrega toda a informação, indicando as substituições, atualizações e materiais utilizados para o PM60, dando por concluída a OT.

3.2.1.2. Manutenção Corretiva na Huf Portuguesa

A manutenção corretiva na Huf Portuguesa visa retificar e estabelecer a normalidade de funcionamento de máquinas e/ou equipamentos em casos de ocorrência de avarias ocasionais.

Todas as intervenções por parte da manutenção originadas por avarias ocasionais dão origem à abertura de uma requisição de trabalho, por parte dos operadores de produção com recurso ao programa PM60. Após a elaboração da requisição de trabalho, é aberta a ordem de trabalho correspondente (OT), por parte do TM, dando início à sua execução. O nível de criticidade da intervenção é definido pelo tipo de equipamento em causa, bem como as implicações inerentes à sua paragem (Criticidade do equipamento). Uma vez terminada a execução da OT, o TM regista no PM60 toda a informação relacionada com a mesma, tais

como, peças utilizadas, tempos de execução e tipo de avaria. Este registo facilita a gestão da manutenção dos equipamentos, e a respetiva revisão dos planos de manutenção.

3.2.1.3. TPM na Huf Portuguesa

Esta é uma metodologia de trabalho em fase de implementação progressiva na Huf Portuguesam que consiste na participação ativa dos operadores na gestão dos equipamentos tendo em vista a melhoria da sua eficiência global (OEE), através do trabalho desenvolvido em equipa. No contexto do TPM o Plano de Manutenção preventiva é atualizado sem que se justifique a transferência de tarefas do PM60 para a manutenção de 1º nível executadas pelos operadores.

As três fases do TPM na Huf Portuguesa são:

- TPM-EM – Gestão dos equipamentos e das melhorias contínuas;
- TPM-PM – Manutenção Preventiva;
- TPM-AM – Manutenção Autónoma.

Estas três fases são apoiadas pelos planos de inspeção realizados pelos operadores no âmbito do TPM, que têm como objetivo a deteção atempada de anomalias existentes nos equipamentos utilizando os sentidos, sendo basicamente constituídas por inspeções visuais, táteis e auditivas (Controlo Sensorial Genérico). Existem ainda as instruções de limpeza, também inseridas na filosofia de TPM, que considera a atividade de limpeza uma atividade de inspeção, uma vez que permite a deteção de anomalias escondidas pela sujidade, óleos, limalhas, poeira, entre outros.

3.2.2. Escolha da linha de produção a aplicar o projeto

Para a aplicação do projeto, foi definido com o orientador na empresa, e o departamento de informática, a aplicação do projeto numa linha piloto. A linha escolhida foi a PSA ESCL, por ser uma linha recente, e em que os requisitos do cliente no que toca aos indicadores de manutenção eram mais exigentes.

3.3. Armazém de manutenção

O armazém de manutenção é uma área importante para a manutenção do bom funcionamento dos equipamentos e da organização em geral. No caso da Huf Portuguesa, é da responsabilidade do armazém, a compra dos materiais de substituição necessários para os equipamentos produtivos, bem como o reaprovisionamento dos materiais necessários para as realizações de manutenções gerais. Isto inclui garantir os stocks adequados de cada material presente em armazém, mas também garantir a compra e a receção de peças e material específico para a substituição nos equipamentos.

Na Huf Portuguesa este armazém tem diversos tipos de material, desde luminárias, materiais de fixação para as linhas, peças suplentes, como por exemplo, detetores, electroválvulas, fibras óticas, entre outros materiais.

O acesso ao armazém é controlado por cartão, sendo que, apenas os TM, chefes de linha e algumas exceções, têm acesso ao mesmo para poderem efetuar o levantamento de material. Este levantamento é realizado pela recolha do material necessário das gavetas e

Gestão integrada de bases da manutenção

posteriormente é apontada a referência de cada peça e a quantidade, bem como o equipamento e a linha para a qual se destina.

Este ponto é fundamental para a gestão da manutenção, pois segundo o funcionamento da empresa e do armazém em particular, é através deste processo que é possível imputar aos equipamentos as peças consumidas e substituídas em cada um deles, permitindo o controlo e a gestão dos custos de manutenção, mas também do desgaste e do consumo de cada peça.

4. Análise situação inicial

Neste capítulo é feita uma análise à situação inicial encontrada, ao nível do funcionamento do sistema de gestão da manutenção presente na organização. São depois analisados os indicadores de desempenho da manutenção. De seguida é analisado o funcionamento da linha PSA ESCL, as suas ordens de trabalho da manutenção, as perdas dos equipamentos, o consumo de material registado em cada equipamento. Por fim, ainda neste capítulo são analisados e apontados os principais pontos de falha do sistema de gestão da manutenção, bem como do armazém de manutenção, o seu funcionamento e objetivo.

4.1. Sistema de Gestão da Manutenção

Com o intuito de identificar os principais pontos de falha da gestão da manutenção e do processo de intervenção dos técnicos de manutenção aos equipamentos, realizou-se um levantamento do procedimento efetuado, através de *Gemba Walks*. Este procedimento foi depois comparado com o procedimento definido como standard pela empresa, de forma a aferir a efetividade dos mesmos, e foram criados os seus diagramas, Anexo B e Anexo C, respetivamente.

Com a observação dos diagramas, foi possível identificar que um dos potenciais pontos de falha estava relacionado com a gestão da informação, mais especificamente, a atualização e a introdução dos dados relativos às falhas ocorridas, por parte dos TM, no sistema. Ou seja, a informação presente nas OT's é uma informação subjetiva, não demonstrando a realidade de cada equipamento. Isto levanta problemas a vários níveis para a gestão da manutenção, impossibilitando a monitorização do funcionamento dos equipamentos, acabando esta por ser feita de forma intuitiva e com base na experiência obtida ao longo dos anos, e por comparação com equipamentos semelhantes. Por outro lado, a incorreta introdução, ou a falta de dados, não permite a obtenção de indicadores cruciais para a melhoria da gestão dos equipamentos, peças de desgaste e dos recursos da manutenção.

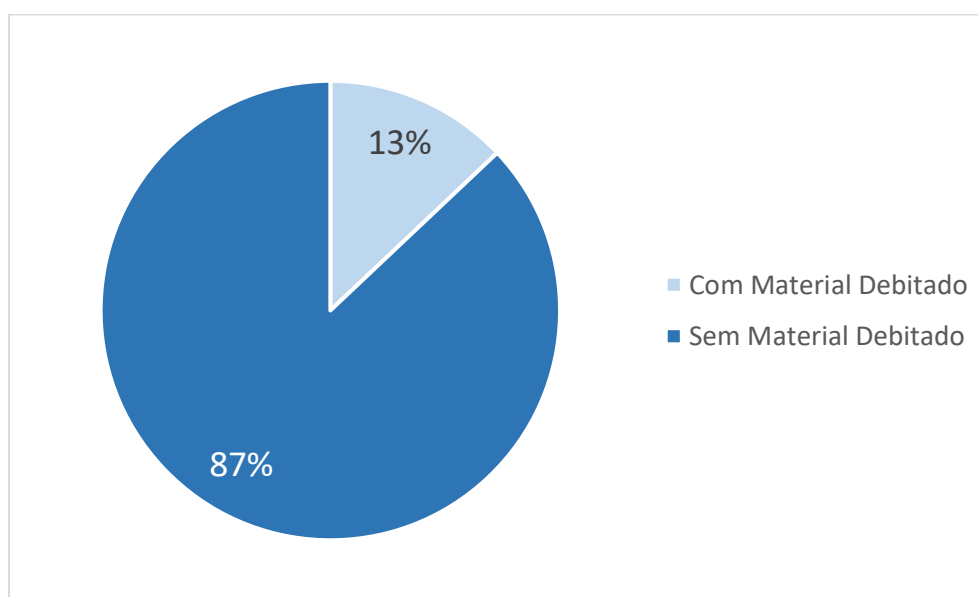


Figura 6 - Percentagem de OT com material debitado

Gestão integrada de bases da manutenção

No ano de 2019, foram registadas 5844 OT de manutenção corretiva, destas, apenas 13% tinham o material utilizado na reparação debitado.

$$\text{Total de OT's 2019} = 5844$$

$$\text{Dias de trabalho 2019} = 293$$

$$\text{Numero de Turnos} = 3$$

$$\text{Numero de TM por Turno} = 2$$

$$\frac{5844}{293} = 19,9 \text{ OT/dia}$$

$$\frac{19,9}{3} = 6,6 \text{ OT/Turno}$$

$$\frac{6,6}{2} = 3,3 \text{ OT/TM}$$

Fazendo uma outra análise, as 5844 OT resultam num total de cerca de 20 OT por dia, ou seja, uma vez que estão dois Técnicos de Manutenção (TM) por turno, significa que cada TM intervém em cerca de 4 OT por cada turno que efetua. No entanto, através do acompanhamento de vários dias de trabalho de um TM, foi possível observar que estes realizam em média 12 intervenções diárias, dependendo sempre da complexidade de cada uma, no entanto é possível calcular que por turno deveriam ser registadas em média, um número superior a 20 OT's, o que resulta num total superior a 60 OT's por dia de trabalho, em média, um número amplamente superior ao registado no sistema, de apenas 20 OT's diárias.

$$\text{Número de OT realizadas por cada TM} \approx 12 \text{ OT/Turno}$$

$$12 * 2 * 3 = 72 \text{ OT/dia}$$

$$72 - 20 = 52 \text{ OT/dia}$$

Esta diferença de cerca de 52 OT's diárias que não são registadas no sistema, implicam uma grande fonte de informação que não se encontra detalhada e registada. Ou seja, é possível concluir, que o sistema ERP não é utilizado de forma correta no registo da informação acerca das intervenções e das falhas ocorridas nos equipamentos.

Assim, através de uma análise inicial dos dados e também da observação do processo, foi possível perceber que o sistema ERP não é utilizado de forma correta, muitas vezes nem é utilizado de todo, o que resulta numa dificuldade evidente em monitorizar o processo, e em obter dados para esse efeito.

Um dado que demonstra de forma clara a obsolescência do sistema é a diminuição do registo das Ordens de Trabalho ao longo dos anos, como se observa no gráfico seguinte.

Gestão integrada de bases da manutenção

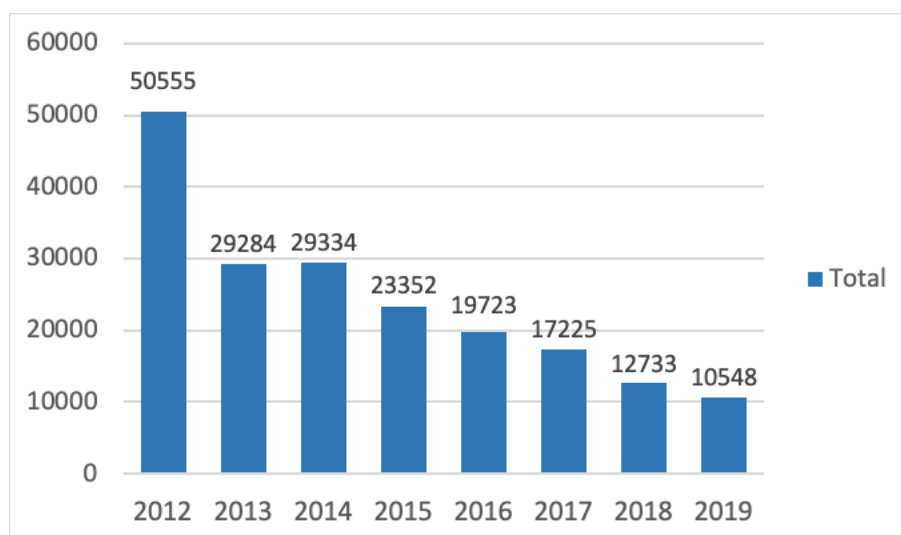


Figura 7 - Evolução do número de OT's por ano

4.1.1. Linha PSA ESCL

Com o intuito de compreender melhor as debilidades, e a forma como está a ser utilizado o sistema de gestão de manutenção da empresa, foi feita a análise das Ordens de Trabalho da linha da PSA ESCL. Esta análise permitiu perceber detalhadamente quais as informações que estavam a ser recolhidas e quais aquelas que eram necessárias recolher, de forma a obter os indicadores necessários para a monitorização do desempenho da manutenção.

4.1.1.1. Indicadores de desempenho da manutenção

Neste subcapítulo são demonstrados os dados necessários para o cálculo dos indicadores de desempenho da manutenção, e quais aqueles que são efetivamente recolhidos por parte dos TM, quando é realizada uma intervenção na linha PSA ESCL, com o intuito de demonstrar a necessidade da recolha de diferentes dados.

4.1.1.1.1. Fiabilidade

Para estudar a fiabilidade dos equipamentos da linha é necessário realizar o cálculo do indicador MTBF. Sabendo que o MTBF, representa o tempo médio entre falhas, este pretende identificar o tempo que decorre entre avarias consecutivas nestes equipamentos. Como demonstrado anteriormente, para o cálculo deste indicador é necessário ter os dados relativos ao número total de horas produtivas, ao número de horas de paragem, e também ao número total de avarias ocorridas.

Gestão integrada de bases da manutenção

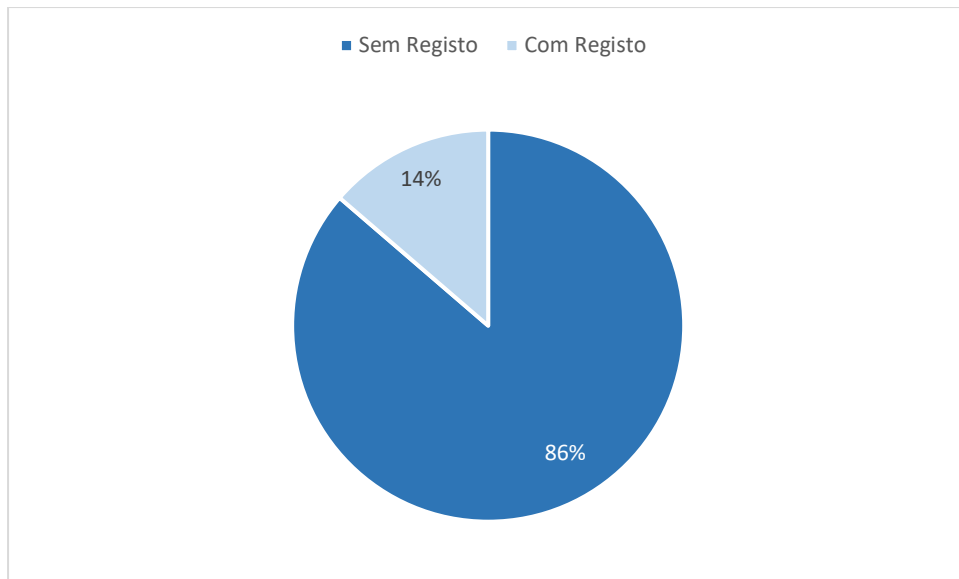


Figura 8 - Percentagem de OT's com tempo de paragem registado

No entanto, como se pode observar no gráfico, apenas 14% das Ordens de trabalho registadas no sistema, têm a informação relativa ao tempo de paragem do equipamento, pelo que realizar o cálculo do indicador MTBF, seria enganador, pois os dados são insuficientes para se poder fazer uma análise relativa à fiabilidade dos equipamentos da linha.

4.1.1.1.2. Manutibilidade

Para realizar o estudo da Manutibilidade dos equipamentos da linha PSA ESCL, é necessário calcular o indicador MTTR. Este indicador permite obter a informação acerca do tempo médio que uma avaria demora a ser reparada, ou seja, quanto menor for o valor do MTTR melhor, pois significa que o tempo médio de reparação das avarias é baixo.

Para o cálculo deste indicador é necessário, tal como no anterior, os dados relativos ao tempo de paragem do equipamento e também o número total de avarias. De notar, na HUF, o tempo de paragem começa a ser contado no momento da abertura da OT, pelo que inclui também o tempo de espera pelo TM.

Neste caso, apesar dos dados presentes no sistema serem muito escassos, é possível realizar o cálculo do indicador, no entanto este não deve ser considerado um dado relevante na análise do desempenho da manutenção.

Gestão integrada de bases da manutenção

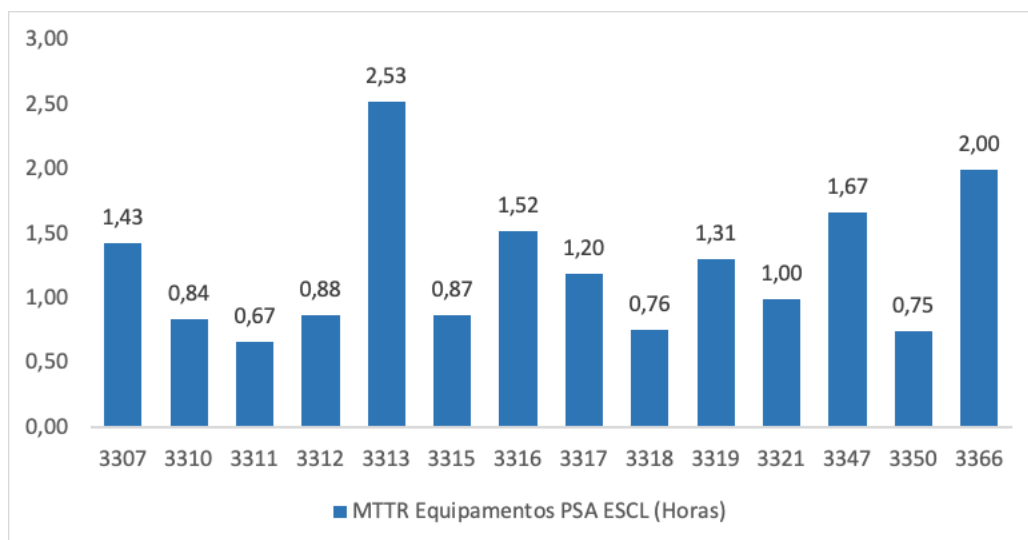


Figura 9 - Cálculo do MTTR dos equipamentos da linha PSA ESCL

Deste gráfico é possível analisar que os equipamentos com um tempo médio de reparação superior, em horas, são o 3313 e o 3366, pelo que estes equipamentos necessitam de planos de manutenção preventiva mais detalhados, de forma a minimizar a suas paragens não planeadas, e assim aumentar o seu rendimento operacional. Os valores mais elevados de MTTR podem ser derivados de diversas causas, tais como a complexidade da avaria, a falta de conhecimento dos técnicos de manutenção, um elevado tempo de espera até ser efetuada a reparação e a falta de material.

4.1.1.1.3. Disponibilidade

A disponibilidade de um equipamento representa o tempo que este possui para produzir, de acordo com o seu plano produtivo. Num mundo ideal, os equipamentos teriam uma disponibilidade de 100%, caso as reparações fossem todas realizadas fora dessas horas programadas de produção, contudo essa não é a realidade vivida. A disponibilidade pode ser calculada através dos indicadores anteriormente referidos, MTBF e MTTR. No entanto, uma vez que o indicador MTBF não foi possível de calcular, é também impossível calcular a disponibilidade dos equipamentos por insuficiência dos dados referentes ao tempo de paragem dos equipamentos.

4.1.1.1.4. Avarias

Na HUF as avarias são divididas por categorias, sendo denominadas por códigos de reparação, estes códigos de reparação estão representados na tabela seguinte.

Gestão integrada de bases da manutenção

Tabela 2 - Códigos de reparação

Código Reparação	
AFI	AFINACOES DIVERSAS (ACERTO DE PARAMETROS)
ELE	REPARACAO ELECTRICA
ELM	REPARACAO ELECTRO-MECANICA
FAB	FABRICACAO (PEÇAS/RETRABALHOS/MAQ.NOVAS)
FOR	FORMACAO TECNICA INTERNA/EXTERNA
INS	MANUTENCAO DE INSTALACOES
LLU	LIMPEZA/LUBRIFICACAO
LRM	LIMPEZA REPARAÇÃO MOLDE
MEC	REPARACAO MECANICA
MOL	REPARACAO DE MOLDES
MOV	MOVIMENTACAO DE EQUIPAMENTOS
PM	MANUTENCAO PREVENTIVA
MPD	MANUTENCAO PREDICTIVA
PTA	PEDIDO TRABALHO ADICIONAL
RED	RECONSTRUCAO/REDESENHO (TRANSFORMACAO DE EQUIP.)
SEG	ALTERAÇÃO/COLOCAÇÃO ELEMENTOS DE SEGURANÇA
SMC	SUGESTAO MELHORIA CONTINUA
SUB	SUBCONTRATAÇÃO EXTERNA
TFA	TROCA DE FERRAMENTAS E AFINAÇÕES
TPM	TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

Gestão integrada de bases da manutenção

Na linha da PSA ESCL foram realizados vários tipos de reparações (intervenções), sendo a mais comum as intervenções de manutenção preventiva (PM), como é possível observar na figura 9. Podemos também analisar que as seguintes intervenções mais frequentes são as reparações mecânicas, elétricas, eletromecânicas e as afinações.

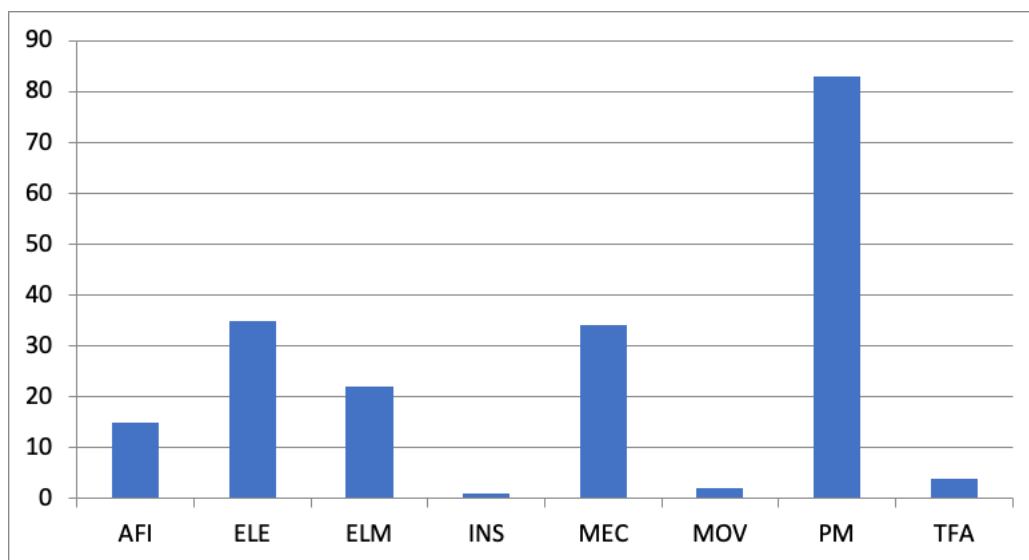


Figura 10 - Número total de cada tipo de intervenção na linha PSA ESCL

Podemos ainda analisar de forma mais detalhada as intervenções realizadas na linha, através dos gráficos seguintes.

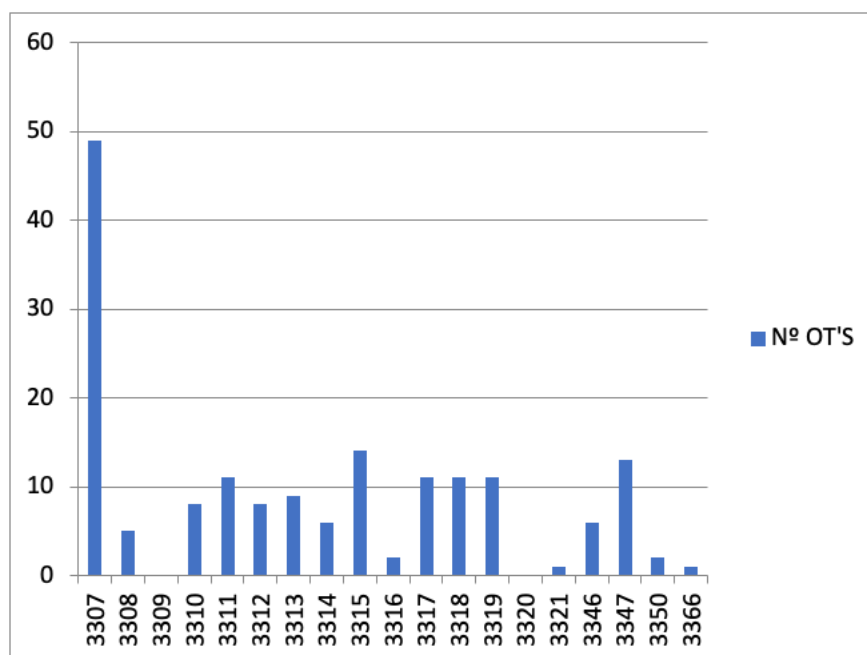


Figura 11 - Número de intervenções por equipamento

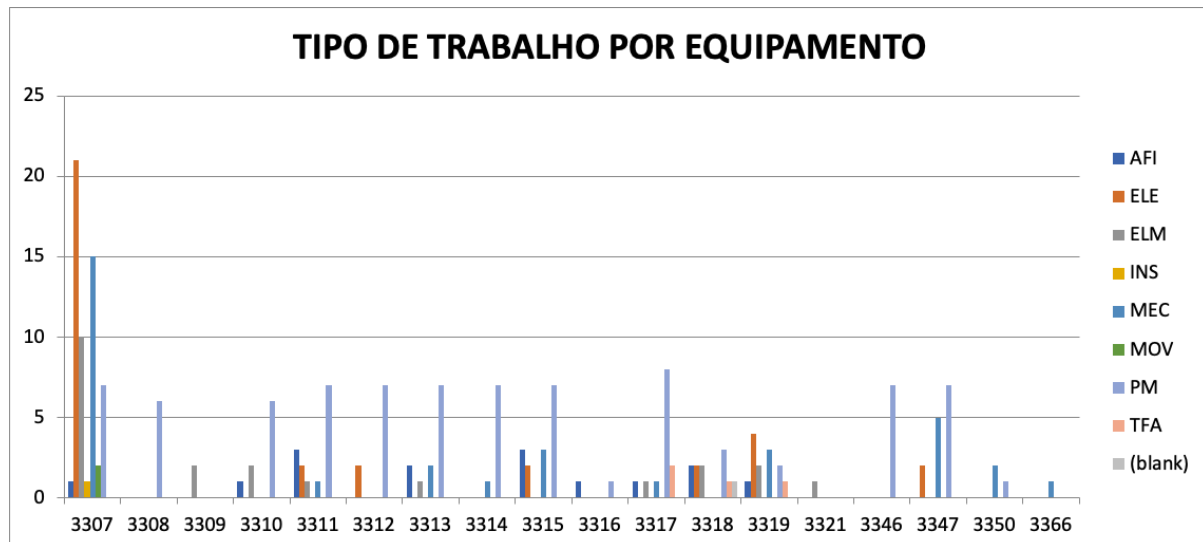


Figura 12 - Número total de cada tipo de intervenção por equipamento

A primeira análise passível de ser feita é relativamente ao equipamento com maior número de intervenções, o equipamento 3307, o que sucede é que este equipamento não é na verdade um equipamento, mas sim a linha de produção como um todo, ou seja, o conjunto de todos os equipamentos. Desta forma, quando é realizada a intervenção num equipamento, para o qual o TM no momento em que está a fechar a OT não se recorda do número, indica que a intervenção foi feita à linha. Este dado demonstra uma das fragilidades do sistema de gestão da manutenção, uma vez que indica que toda a linha sofre um elevado número de intervenções, que deviam estar a ser registadas noutros equipamentos produtivos específicos.

Por outro lado, podemos observar que existe um elevado número de intervenções de manutenção preventiva em vários equipamentos, sendo que alguns deles têm muito poucas, ou nenhum outro tipo de intervenção. Este dado sugere que as intervenções de manutenção preventiva estão a ser realizadas de forma incorreta, e não planeada, pois os equipamentos com o maior número de avarias deveriam ser o foco principal deste tipo de intervenção.

4.1.2. Armazém de Manutenção

O armazém de manutenção é uma área fundamental para o bom desempenho dos equipamentos produtivos, e é um apoio crucial para a manutenção, envolvendo todas as peças e ferramentas necessárias para a manutenção dos equipamentos e da organização em geral. Como já foi referido, na Huf Portuguesa este armazém contém diversas peças de substituição e material de desgaste dos equipamentos. O armazém foi encontrado com diversos problemas de funcionamento, organização e gestão visual. Neste capítulo são descritas as situações gerais de funcionamento e o estado em que o mesmo se encontrava, em simultâneo são ainda identificados os principais problemas. Primeiramente são identificados os problemas relacionados com a estrutura e a organização do armazém.

Gestão integrada de bases da manutenção

4.1.2.1. Problemas Estruturais

Tabela 3 - Problemas estruturais do armazém de manutenção

Problemas Estruturais	
Global	Localização relativa das secções
	Identificação das secções
Layout	Orientação dos corredores
	Localização folha débito material
	Alocação nova estante de bobines
	Localização manuais de equipamentos
	Inexistência de área para receção de encomendas
	Localização para um novo quadro do armazém
Identificação Gavetas	Etiquetagem visual das gavetas

Ao nível da estrutura do armazém, foram identificados vários pontos de melhoria, entre os quais o facto de a localização dos componentes ser praticamente aleatória, e as secções onde os mesmos estão arrumados não ter identificação. O mesmo formato de etiqueta é usado em todas as gavetas. No que respeita ao layout do armazém propriamente dito, a orientação dos corredores não era correta, de acordo com orientação das luminárias presentes, o espaço disponível também não estava a ser corretamente aproveitado, uma vez que existiam estantes a impedir o acesso a outras. A localização da folha de débito de componentes obrigava os colaboradores a realizarem deslocações desnecessárias para registar a baixa dos componentes.

4.1.2.2. Problemas Operacionais

Tabela 4 - Problemas operacionais do armazém de manutenção

Problemas Operacionais	
Receção Encomendas	Inexistência de local específico
Reposição Material	Zonas para diferentes SKU's não atribuídas
Atribuição Locais de Armazenamento	Especificação de classes de materiais (Para armazenamento baseados em classes)
Levantamento Material	Falta de um método eficaz
Pedidos Ordens de Compra	Falta de um método eficaz

Gestão integrada de bases da manutenção

No que toca aos problemas operacionais do armazém, foram identificados diversos pontos onde é possível realizar uma melhoria do processo, tais como a inexistência de uma área para receber as encomendas, o que gerava desarrumação no armazém. A falta de uma metodologia de funcionamento eficaz para a gestão e organização do material a debitar e dos pedidos de material a comprar. O material em armazém não estava organizado por classes de componentes, o que torna a disposição do armazém mais intuitiva para a arrumação dos componentes por estantes.

Foi ainda identificada uma grande quantidade de material obsoleto presente em armazém.

5. Apresentação e Implementação de Sugestões de Melhoria

Tal como explanado no capítulo anterior, através de uma análise inicial ao sistema de gestão da manutenção presente na organização e também ao armazém de manutenção, foi possível identificar diversos problemas e oportunidades de melhoria. Desta forma, foi necessária a criação de diversas sugestões de melhoria que tivessem o potencial de fazer face aos problemas encontrados, e também a capacidade de criar mecanismos que facilitassem e melhorassem o processo de gestão da manutenção e do funcionamento do armazém de manutenção. Assim, no presente capítulo, são apresentadas várias sugestões de melhoria, bem como a sua descrição e a explicação das suas implementações, e no caso específico do sistema de gestão desenvolvido, que devido à situação excecional por todos nós vivida, não foi possível a realização da sua implementação de forma definitiva, pelo que será diante do exposto, analisada de forma maioritariamente teórica, bem como os impactos positivos que dessa implementação poderiam advir.

5.1. Utilização da ferramenta dos 5 porquês para desconstruir o problema da falta de indicadores

Como mostrado anteriormente, o sistema de gestão da manutenção presente na organização não é utilizado de forma correta, estando de certa forma desacreditado pelos colaboradores, e encontrando-se também desatualizado.

Desta forma, foi utilizada a ferramenta dos cinco porquês com o objetivo de encontrar a(s) causa(s) raiz para a falta de indicadores. Inicialmente foram feitas diversas reuniões com os principais envolvidos na utilização do sistema, e foi definida uma equipa constituída pelo autor do projeto, pelos vários Técnicos de Manutenção (TM), pela responsável do armazém de manutenção e pelo Engenheiro responsável pelo sistema de gestão de manutenção implementado. Nas reuniões realizadas foram discutidos diversos problemas e falhas relacionados com o sistema, que foram posteriormente analisadas com o objetivo de encontrar as principais causas raiz da fraca utilização do sistema e consequente falta de indicadores de manutenção. Assim que as causas foram identificadas, foram definidos os próximos passos para a sua resolução.

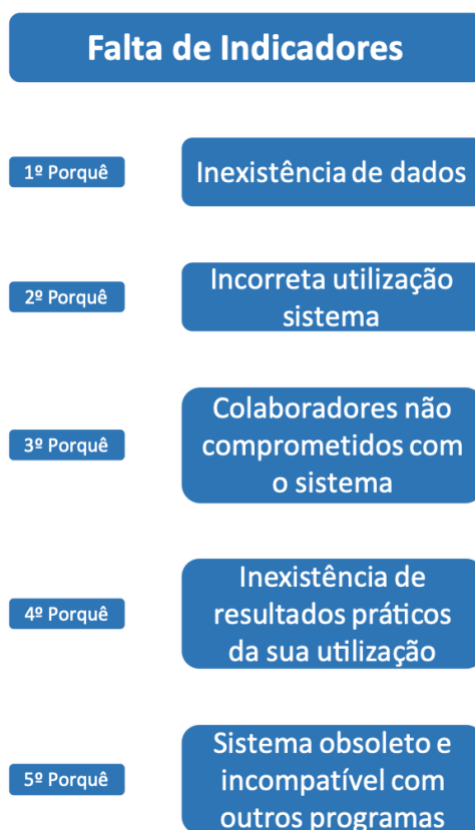


Figura 13 - Aplicação dos 5 porquês

Com a utilização desta ferramenta foi possível dividir o problema da falta de indicadores, em vários outros problemas, sendo que esta nos levou à identificação de um problema principal, o da obsolescência do sistema atual e da incapacidade deste, em comunicar com outros sistemas.

Uma vez que a organização entrará brevemente no processo de mudança de ERP, significa que este sistema deixará de estar em funcionamento. No entanto, foi definido com o departamento de informática, que o primeiro passo para essa mudança passaria pela realização de um teste piloto. Ou seja, o desenvolvimento de um sistema que fosse mais simples e intuitivo de utilizar por parte dos TM e dos operadores de linha, de forma a que fosse possível transmitir para estes, a importância da utilização destes sistemas na gestão do bom funcionamento dos equipamentos de produção.

Com isto em mente, foi então desenvolvida uma estratégia para o desenho de um sistema simples e *user-friendly*, sendo o primeiro passo o levantamento dos problemas associados ao sistema atual.

5.2. Utilização do diagrama de causa e efeito na análise do sistema de gestão da manutenção

De forma a perceber as principais debilidades do sistema de gestão da manutenção utilizado atualmente na organização, foi realizado um diagrama de causa e efeito. Para a realização deste diagrama foram feitas reuniões, essencialmente de brainstorming, estas reuniões foram realizadas com o responsável pelo sistema, com o departamento de informática e também com diversos TM.

Gestão integrada de bases da manutenção

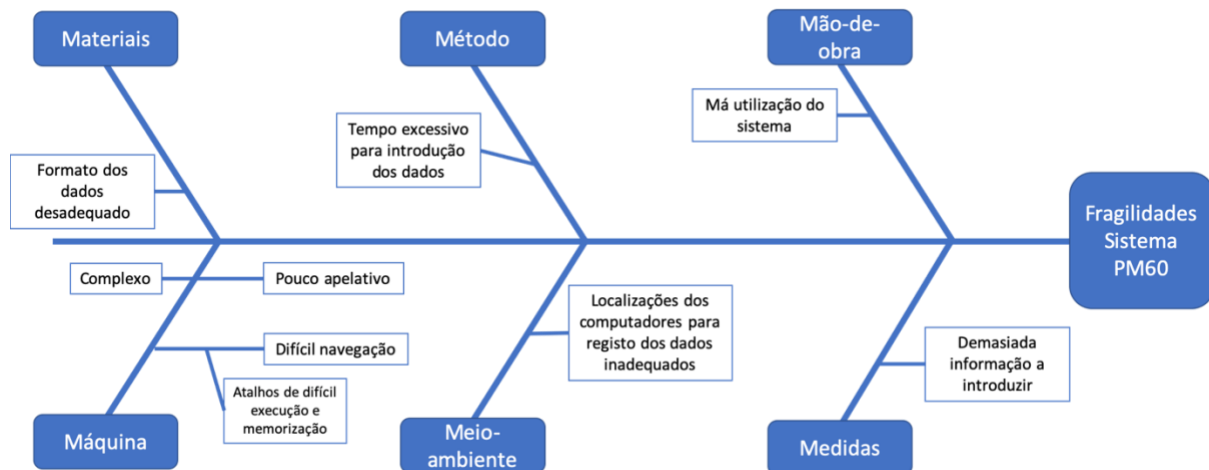


Figura 14 - Aplicação do diagrama causa e efeito

As fragilidades encontradas através da aplicação do diagrama de Ishikawa foram várias, no entanto importam destacar as fragilidades ao nível da máquina, isto é, relacionadas diretamente com o sistema PM60, que são a complexidade do sistema, a difícil navegação entre menus e o facto de não ter uma utilização facilitada (não é *user-friendly*). Estas dificuldades levam as outras fragilidades encontradas, como o tempo excessivo para a introdução de dados e levam também a uma incorreta utilização do sistema por parte dos intervenientes. Por outro lado, o formato da informação que é necessária introduzir é complexo e não é flexível, por exemplo as horas de trabalho, apenas aceita em formata Hora, sendo necessário fazer conversões para minutos.

As questões levantadas por este diagrama são de certa forma transversais a todo o processo da manutenção, no entanto, estão maioritariamente relacionadas com o software de gestão da manutenção utilizado. Desta maneira, em discussão com o departamento informático, e com o orientador do projeto na empresa, ficou decidido o desenvolvimento de uma ferramenta que permitisse a recolha dos dados necessários de uma forma rápida e eficaz, tornando o processo de obtenção de dados mais realista e simples para os intervenientes no processo.

5.3. Desenvolvimento do software de apoio à gestão da manutenção

Para garantir a obtenção de dados fidedignos e posterior cálculo dos indicadores de manutenção, foi necessário o desenvolvimento de um novo programa de introdução de dados para a gestão da manutenção. Para isso, foi desenvolvida uma base de dados em *access* onde é possível abrir e fechar ordens de trabalho, o registo do tempo de abertura e de fecho é realizado de forma automática, é também possível debitar o material utilizado em cada intervenção na respetiva ordem de trabalho. Desta forma seria possível garantir a recolha dos dados relacionados com as falhas dos equipamentos, e assim calcular os indicadores necessários. Por outro lado permite ainda realizar a gestão dos componentes, tal como a sua taxa de utilização e o seu stock, calculando custos de manutenção para cada equipamento.

5.3.1. Apresentação do programa desenvolvido

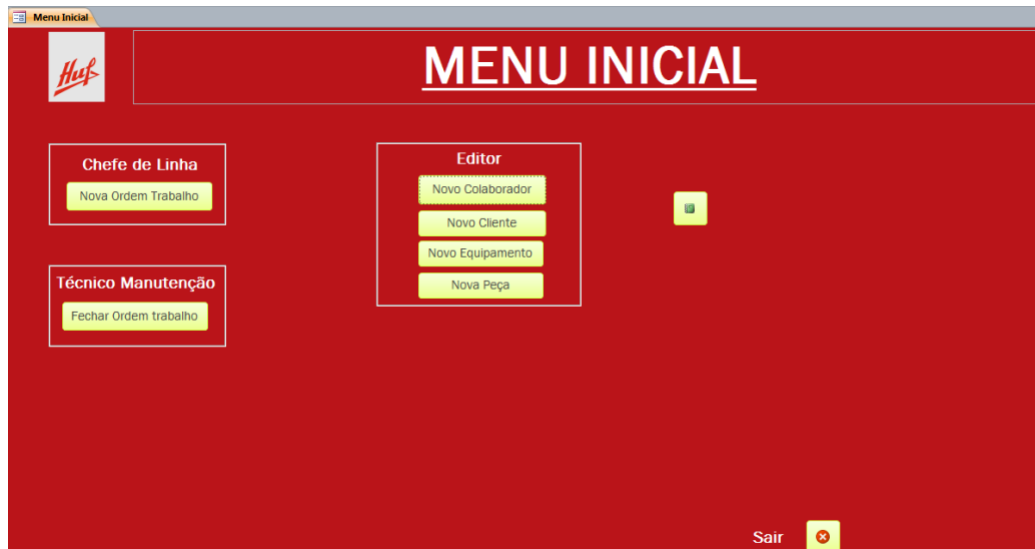


Figura 15 - Menu inicial do programa de apoio à gestão da manutenção

O programa desenvolvido apresenta menu inicial apresentado na figura 14, onde podemos observar as várias funções permitidas pelo mesmo. As funções que mais importam destacar são a abertura de uma nova ordem de trabalho por parte dos chefes de linha, e também o fecho das ordens de trabalho por parte dos TM. O editor, neste caso, o autor deste projeto, consegue fazer a adição de novos colaboradores necessários para o programa, novos clientes da organização, novos equipamentos produtivos e ainda novas peças que possam ser necessárias.

5.3.2. Abertura de uma nova ordem de trabalho

A abertura de uma nova ordem de trabalho para um equipamento produtivo de uma determinada linha, é da responsabilidade do chefe de linha. Na utilização do programa é possível realizar a abertura de uma nova OT de forma rápida e intuitiva.

Gestão integrada de bases da manutenção

volume de dados fidedignos obtidos. Assim, o formato dos dados a introduzir está sempre predefinido previamente e a interface do sistema é apelativa e intuitiva. Por outro lado, não há necessidade de navegar entre diferentes menus, uma vez que a informação necessária pode ser toda registada no mesmo menu. Os TM em vez de realizarem o fecho das OT's nos computadores da área da manutenção, passariam a realizar esse passo nos computadores presentes em cada linha de produção, para que desta forma não houvesse perdas de informação e esta estivesse sempre atualizada ao fim de cada intervenção.

The screenshot shows a web-based form for 'Ordem Trabalho' (Work Order). The form is divided into several sections:

- Form Fields:**
 - Ordem Trabalho: 91
 - Descrição: EOL nao comprova
 - Estado: Aberta (with a dropdown arrow and a '1' next to it)
 - Colaborador: Bernardo
 - Instante Abertura: 13:20:36
 - Instante Fecho: 13:24:11 (with a '2' next to it)
 - Tipo Intervenção: Corretiva
 - Localização: PSA ESCL
 - Equipamento: 2212
 - Data Abertura: 07-02-2020
 - Data Fecho: 07-02-2020
- Buttons:** 'NOVA OT', 'Gravar OT', and a set of navigation buttons (back, forward, search, etc.).
- Table 'Peças Utilizadas':**

IDOT	Quantidade	Nome	Referencia
91	1	29SPI 80053	3

Figura 17 - Menu de fecho de um OT do programa de apoio à gestão da manutenção

- 1- O TM que realizar a intervenção, tem de, neste caso, mudar o estado da OT para fechada.
- 2- O TM tem de clicar no instante de fecho para atualizar o instante final em que a intervenção foi terminada;
- 3- Por fim, como demonstrado acima, é crucial que preencha o campo das peças utilizadas com o material que foi necessário na intervenção ao equipamento.

5.3.4. Registo de nova peça

O registo de novas peças permite não só acrescentar, como também retirar peças que estejam na base de dados e que possam ser utilizadas nas intervenções de manutenção. Este menu contém diversas informações acerca dos componentes, tais como o fornecedor, o custo tempo de entrega, entre outras. Isto permite controlar a sua taxa de utilização, a quantidade a encomenda, stock necessário, ou seja, permite realizar uma gestão estratégica dos componentes.

Figura 18 - Menu de registo de peças do programa de apoio à gestão da manutenção

5.4. Gestão Armazém

Relativamente ao armazém de manutenção, em resposta aos problemas identificados anteriormente no ponto 4.1.3., foram aplicadas as ferramentas de 5S e gestão visual.

Ao efetuar o levantamento dos problemas, verificou-se que estes têm a sua origem na desorganização geral do armazém, causada em grande parte pelo elevado volume de obsoletos presentes nas estantes, na miscelânea de material espalhado pelo chão do armazém e pela falta de áreas específicas para a alocação do material. O problema dos obsoletos derivou de vários anos de uma ineficaz gestão de armazém assim como dos materiais, uma vez que, os equipamentos produtivos deixaram de produzir tornando-se obsoletos, no entanto, as suas peças de substituição permaneceram em armazém, levando a um elevado espaço ocupado e ao aumento de inventário e de custos com o armazém.

Desta forma, uma das primeiras ações de melhoria foi a identificação e eliminação desses materiais. Uma vez que se trata de um armazém de manutenção, a procura pelas peças de substituição não tem um consumo regular, nem constante, pelo que foram realizadas várias reuniões e “gemba walks” pelo armazém, com o responsável da manutenção, o responsável do armazém e o autor deste projeto, para que fossem tomadas as decisões relativamente às peças a eliminar. Ficou definido que as peças que não tinham movimento anterior ao ano de 2014, passariam a ser obsoletas e eliminadas de inventário.

O processo de análise de consumo foi realizado para todas as peças presentes no armazém, no entanto, a última palavra foi sempre do responsável de manutenção, uma vez que existiam algumas peças que ainda tinham possibilidade de ser adaptadas a outros equipamentos semelhantes e ainda em funcionamento. Desta forma foram eliminadas até à data de execução do projeto, 713 referências e está prevista a eliminação de mais 5606 referências que estão em inventário (INV) e que vão passar para obsoletas, tal como se pode observar no gráfico seguinte.

Gestão integrada de bases da manutenção

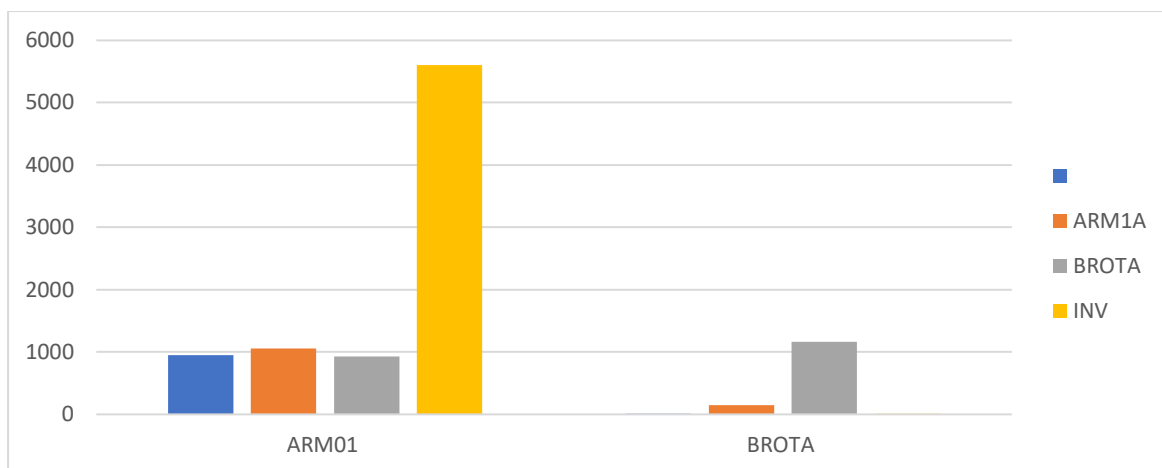


Figura 19 – Número total de referências a passar para obsoletas (a amarelo)

5.4.1. Layout Armazém

A eliminação de algumas referências de obsoletos existentes em armazém, e a arrumação de algum material nas gavetas, permitiu um melhor aproveitamento do espaço disponível.

Assim, com esta nova realidade foi possível definir um layout à medida das necessidades atuais e futuras da organização, tal como a criação de novas estantes, nomeadamente uma estante para a arrumação de bobines.

Ao nível dos problemas identificados anteriormente, foi realizado o agrupamento dos componentes por classes com o auxílio do responsável do armazém, e também dos Técnicos de Manutenção mais adequados para cada classe de componentes. Ou seja, os eletricitas ajudaram na categorização dos componentes elétricos, os Técnicos de apoio às linhas ajudaram na organização dos componentes de manutenção geral, como os detetores e outros materiais. Foram ainda criadas zonas para a receção do material, foi alterada a localização das estantes com os manuais dos equipamentos, a orientação dos corredores foi alterada para garantir um melhor aproveitamento da luz natural das claraboias e também para que estes estivessem de acordo com a orientação das luminárias.

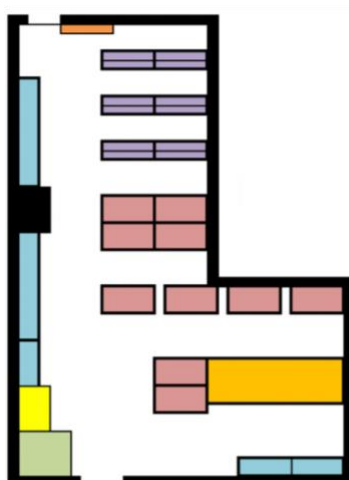


Figura 20 - Layout final armazém de manutenção

Gestão integrada de bases da manutenção

5.4.2. Aplicação dos 5S

Após terem sido realizadas várias ações de melhoria ao nível do layout do armazém e dos materiais que este contém, foram também identificadas muitas outras melhorias passíveis de serem aplicadas, com o intuito de melhorar a organização do armazém bem como o seu funcionamento.

Desta forma, através da aplicação de ferramentas de 5S, ou seja, separação/classificação (*seiri*), arrumação (*seiton*), limpeza (*seiso*), normalização/padronização (*seiketsu*) e sustentação/melhoria (*shitsuke*), foi possível garantir uma melhor gestão visual do armazém, uma melhor arrumação e também padronizar comportamentos.

5.4.2.1. Separação (*seiri*)

Na primeira fase da metodologia 5S, é realizada separação e a classificação do material desnecessário ao processo em causa, neste caso, material que não é necessário para o armazém de manutenção. Este é um passo que foi abordado anteriormente, no capítulo 5.4, relativamente ao material obsoleto. No entanto foi ainda separado o material que se encontrava espalhado pelo chão do armazém e que não tinha qualquer utilidade para o mesmo. Foi ainda realizada a classificação do material em famílias para que posteriormente pudesse ser arrumado de acordo com a sua categorização, tal como podemos observar na tabela seguinte.

Tabela 5 - Famílias de materiais

Designação
Brocas e Fresas
Manutenção
Material Fixação
Material Pneumática
RVC e Ventosas
Material Eletroválvulas
Injeção
PSA
Ford
BMW
Molas
Material Fresadoras
Detetores
Fibras Óticas
Material Elétrico
Material Linhas ESD
Bobines Cabos
Manuais Equipamentos

Gestão integrada de bases da manutenção

5.4.2.2. Arrumação (*seiton*) e Limpeza (*seiso*)

De seguida foi iniciada a segunda e terceira fases da filosofia, que tem a ver com a arrumação propriamente dita, e a limpeza do espaço. A arrumação teve como base a classificação dos componentes em famílias de material, tal como referido anteriormente.

Esta foi uma etapa do processo bastante demorada, pois as estantes tinham muito material e foram necessárias mover todas as estantes para proceder simultaneamente à alteração do layout.



Figura 22 - Situação encontrada do estado do armazém de manutenção



Figura 21 - Estado atual do armazém de manutenção

Foram ainda criadas novas etiquetas para cada gaveta, tendo cada família de material a sua cor correspondente, bem como uma identificação para cada corredor de forma a melhorar a gestão visual do armazém.

Tal como planeado para o layout do armazém, foram identificadas as necessidades de ter uma área de receção de material e também uma área para arrumação de material de limpeza.

Gestão integrada de bases da manutenção

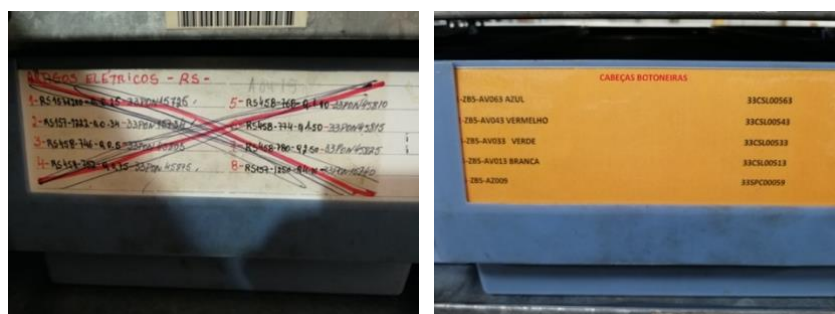


Figura 23 - Antes e depois da etiqueta de uma gaveta

5.4.2.3. Padronização (*seiketsu*) e sustentação (*shitsuke*)

Os últimos dois S's da filosofia estão relacionados com a padronização de comportamentos e com a sustentação e melhoria dos mesmos através da repetição das metodologias de trabalho implementadas e apresentadas em seguida.

Este processo necessitou do envolvimento de todos os colaboradores com acesso ao armazém de manutenção, e necessita de um acompanhamento por parte dos responsáveis, neste caso, do responsável do armazém, para a manutenção das normas e dos padrões criados. Estas melhorias visam a redução de inventário, e o melhor controlo de stocks das peças suplentes presentes em armazém, pretendem melhorar o funcionamento do armazém, as suas condições de segurança e de trabalho.

5.4.3. Criação *Kanbans*

Uma das falhas identificadas no processo relativo ao funcionamento do armazém, foi que para efetuar o levantamento do material era necessário realizar o apontamento numa folha localizada no fundo do armazém, perdendo-se muito tempo no processo, e muitas das vezes, o colaborador esquecia-se da referência que tinha de apontar, tendo de voltar ao local onde a peça estava guardada. De forma a melhorar este processo foram criados cartões *Kanban*, estes cartões, localizados à entrada do armazém para que os colaboradores assim que entram, possam pegar num cartão, levar até ao local onde vão buscar material, e aí realizar o apontamento da informação necessária. Em seguida deixam o cartão novamente junto da entrada do armazém, já preenchido. Esta implementação permitiu uma redução do tempo necessário para o registo do material que estava a sair do armazém, e também facilitou a forma como o processo era realizado.

Outra possível melhoria identificada foi no processo de encomenda de material, neste processo, os TM apenas informavam verbalmente o responsável do armazém da necessidade de um determinado material, o que provocava diversas vezes falhas na encomenda do material necessário. Para a melhoria deste processo, foram também criados cartões *Kanban*, utilizados no gabinete do armazém e que permitem ao responsável, controlar o material encomendado de forma mais eficaz e visual, evitando erros desnecessários.

Gestão integrada de bases da manutenção

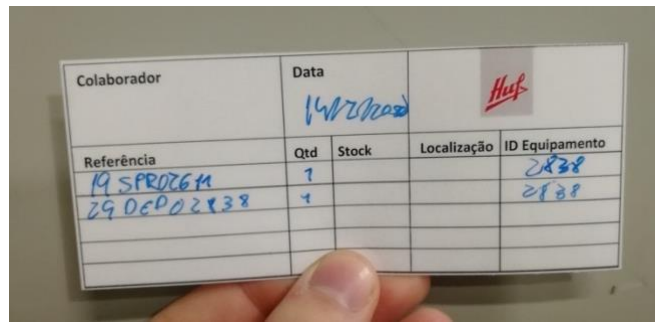


Figura 24 - Cartão Kanban para o levantamento de material



Figura 25 - Quadro para o acompanhamento das encomendas de material

5.4.4. Diagrama de esparguete

Tal como identificado anteriormente, os colaboradores que se deslocavam ao armazém, quando necessitavam de apontar o levantamento de um material, realizavam deslocamentos desnecessários. Ou seja, demoravam mais tempo numa ação que não acrescentava valor ao processo. Para estudar esta ineficiência, foi aplicado o diagrama de esparguete. O diagrama tal como já tinha sido identificado anteriormente, refletiu que a localização da folha de débito de material não era a correta. No entanto com a criação dos cartões *kanban*, foi alterado o processo, o que permitiu alterar também a localização dos cartões para a entrada do armazém.

Na imagem seguinte, está ilustrado a verde, o caminho percorrido por um colaborador para o levantamento de parafusos e válvulas pneumáticas, em seguida realiza o apontamento do respetivo material na folha de débito de material e sai do armazém.

Gestão integrada de bases da manutenção

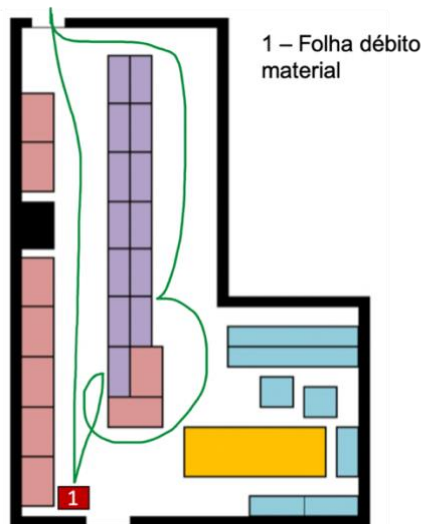


Figura 26 - Diagrama de esparquete da situação inicial

6. Análise dos resultados obtidos

O presente capítulo aborda a análise dos resultados obtidos com as implementações de melhoria realizadas. Para isso, é analisada de forma individual, cada sugestão apresentada e o seu impacto para o cumprimento dos objetivos propostos para o projeto.

São ainda mostrados os caminhos que são necessários percorrer para a obtenção dos indicadores a partir do trabalho apresentado, através do sistema de gestão da manutenção desenvolvido.

6.1. Ferramenta dos 5 porquês

A ferramenta dos 5 porquês foi fundamental para a descoberta das causas raiz para a falta de indicadores de manutenção. Através da utilização desta ferramenta foi possível a identificação da ação necessária para a resolução dos problemas identificados, relacionados com a obsolescência do sistema de gestão atualmente utilizado na organização. Sem a utilização dos 5 porquês, não seria possível desconstruir o problema da falta de indicadores, em vários outros problemas mais específicos para a identificação da causa raiz, esta ferramenta permitiu assim atacar diversos problemas em simultâneo.

Ou seja, a utilização da ferramenta permitiu que se definisse o rumo a tomar perante o cenário encontrado na organização, através do desenvolvimento de um projeto piloto do desenvolvimento de um sistema de gestão da manutenção. Os problemas identificados com a ferramenta permitiram planejar de forma mais estruturada esse desenvolvimento:

- A falta de dados foi claramente o primeiro problema identificado, e foi a partir deste que se partiu para a descoberta dos restantes. Este permitiu também ter em conta que no sistema que se veio a desenvolver era necessário ter em atenção de que maneira é que este teria que fazer a recolha dos dados necessários.
- A incorreta utilização do sistema por parte dos TM resulta no problema anterior, pois, como os colaboradores não estão comprometidos com o sistema atual, estes não o utilizam da forma que deviam, ou não o utilizam de todo.
- O problema da falta de motivação dos colaboradores é mais complexo, e tem também origem na falta de estratégia de gestão por parte das chefias, pois estes não foram incentivados à utilização das ferramentas ao seu dispor com o objetivo de melhorar o seu trabalho diário.
- A inexistência de resultados práticos advém também da falta de indicadores, uma vez que, sem estes é impossível delinear ações corretivas ao processo de gestão e de atuação dos TM. Este foi também um problema a ter em conta no desenvolvimento do novo sistema, para que este desenvolvesse relatórios que pudessem ser posteriormente analisados de modo a delinear ações corretivas e de gestão dos TM e dos equipamentos produtivos em especial.
- A obsolescência do sistema foi identificada como o problema principal, pois este encontra-se na origem de todos os outros. Assim este problema deu origem à solução pensada, a do desenvolvimento do sistema piloto de gestão da manutenção, tendo em vista a alteração do ERP no futuro da organização.

6.2. Diagrama de causa e efeito

A utilização do diagrama de Ishikawa permitiu perceber de forma detalhada quais eram as principais fragilidades do sistema de gestão utilizado na organização (PM60). Esta ferramenta teve um papel fundamental para o desenho do sistema de gestão a desenvolver, pois com a identificação das fragilidades do sistema anterior, foi possível desenhar o sistema a desenvolver de forma mais robusta e com especial ênfase na melhoria dessas fragilidades, para que estas fossem mitigadas e talvez eliminadas.

Assim, problemas relacionados com a interface do sistema PM60, como ser um sistema complexo, não ter uma interface apelativa, ter uma difícil navegação foram problemáticas que permitiram o desenho do novo sistema, de forma a que não tivesse problemas semelhantes. Por outro lado, o facto de ser necessário introduzir demasiada informação, o que levava demasiado tempo e também o formato dos dados a introduzir não ser flexível, foram questões que tiveram um peso significativo na tomada de decisão para o desenho do novo sistema de gestão da manutenção.

Desta forma, o novo sistema foi desenvolvido tendo em conta as debilidades encontradas no sistema anterior. A sua navegação entre menus foi desenhada de forma simples e intuitiva, a informação a introduzir foi pensada de forma estruturada e a sua utilização é *user-friendly*, permitindo aos TM tornar este um processo ágil.

6.3. Desenvolvimento do software de apoio à gestão da manutenção

O sistema de gestão da manutenção criado tem todas as condições para a recolha dos dados necessários para o cálculo dos indicadores de manutenção.

1. Cálculo do MTBF

Para o cálculo do indicador MTBF são necessários, o número total de avarias, que pode ser dado pelo número de OT abertas, o número total de horas produtivas e o número total de horas de paragem, este último dado pode ser obtido através da diferença entre os instantes de fecho e de abertura das OT no sistema.

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ Total de Horas Produtivas} - N^{\circ} \text{ de Horas Paragem}}{Avarias} \quad (7)$$

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ Total de Horas Produtivas} - (\text{Instantes de fecho} - \text{Instantes de abertura})}{N^{\circ} \text{ OT abertas no sistema}} \quad (8)$$

2. Cálculo do MTTR

O cálculo do indicador MTTR necessita dos dados relativos ao tempo de reparação, que neste caso é também considerado a diferença entre o instante de fecho e o instante de abertura da OT. E necessita também do número total de avarias, que é novamente o número de OT abertas no sistema.

$$MTTR = \frac{TR}{Avarias} \quad (9)$$

$$MTTR = \frac{\text{Instantes de fecho} - \text{Instantes de abertura}}{N^{\circ} \text{ OT abertas no sistema}} \quad (10)$$

3. Cálculo da Disponibilidade

A disponibilidade pode ser calculada através dos indicadores anteriores pelo que era também facilmente calculada com os dados recolhidos pelo sistema.

4. Cálculo do OEE

O cálculo do OEE necessita do indicador Disponibilidade, da Performance e da Qualidade. Para o cálculo da performance, segundo (Groote, 1995), esta pode ser obtida através da divisão entre a quantidade de peças produzidas e a quantidade de peças que estavam planeadas produzir. No caso da Qualidade, segundo o mesmo autor, esta pode ser calculada através da diferença entre a quantidade produzida e a quantidade rejeitada, a dividir pela quantidade produzida. Esta fórmulas podem ser encontradas na tabela 3.

6.4. Gestão Armazém

Ao nível da gestão do armazém, as mudanças aplicadas estão relacionadas com as alterações de layout, melhorias ao nível da arrumação e padronização do funcionamento do armazém, através da aplicação da ferramenta 5S. Outra das alterações foi a criação de *Kanbans* para melhorar o processo de requisição de material, bem como do pedido de compra de material. As melhorias propostas, indiretamente são capazes de ter um impacto positivo, no indicador de MTTR, uma vez que se o armazém possui um funcionamento mais eficaz, consequentemente, o tempo de procura por uma determinada peça, ou mesmo a gestão da sua existência em armazém provoca uma diminuição do tempo de reparação dos equipamentos.

6.4.1. Obsoletos

Numa primeira análise ao armazém de manutenção foram identificadas diversas referências de material obsoleto, esse material foi sendo retirado de stock e do armazém, com auxílio do responsável da manutenção e do responsável do armazém. Esta gestão do material obsoleto permitiu uma redução do valor de inventário, e também um aumento do espaço disponível, uma vez que foram libertadas gavetas que estavam ocupadas por este tipo de material.

6.4.2. Layout

As mudanças executadas ao layout do armazém, foram das medidas mais demoradas de todo o projeto, permitindo o ganho de espaço livre no armazém, com as medidas implementadas foi possível um ganho de espaço no armazém de cerca de 25%. Foi também possível a alocação de uma nova estante para a arrumação de bobines de cabos e de tubos. Estas medidas originaram ainda uma maior segurança para o armazém, uma vez que, como este se encontra num primeiro piso, apenas com uma varanda de 1,3 metros, as estantes demasiado altas próximas das varandas, tais como as estantes de manuais se encontravam,

representavam um perigo para os colaboradores que passassem por baixo do armazém, tendo sido alterado na mudança de layout e estas estantes passaram a estar encostadas à parede e presas à mesma. Estas melhorias permitiram um maior aproveitamento da luz disponível, pois a orientação dos corredores foi alinhada com a orientação das luminárias existentes no armazém.

A alteração do layout mudou também a organização do armazém, pois os materiais passaram a estar organizados por categorias, sendo que cada categoria passou a estar atribuída a um corredor. Desta forma, a organização do material foi melhorada, bem como o funcionamento do armazém, pois os TM passaram a conseguir localizar as referências que pretendiam através do tipo de material a que cada uma se referia. Por exemplo se o TM procurasse uma união para tubo, sabia que esse material se encontrava na estante referente ao material pneumático.

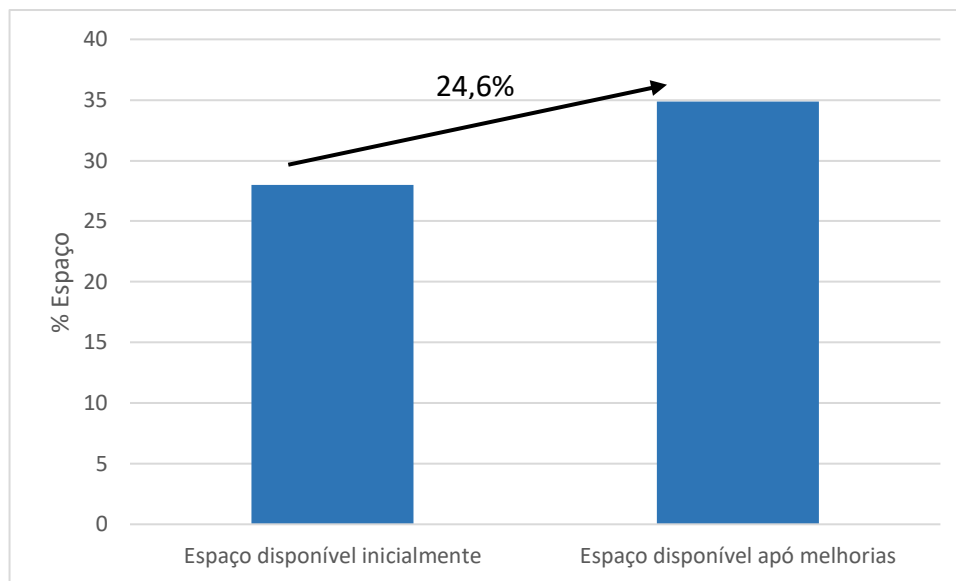


Figura 27 - Ganho de espaço disponível no armazém

6.4.3. 5s e gestão visual

A aplicação da metodologia 5S permitiu uma melhor organização e arrumação do armazém, desimpedindo os corredores, mantendo o armazém mais limpo e sem material desnecessário. Por outro lado, permitiu alcançar uma redução do tempo de procura por uma peça, ou seja, diminuiu o tempo de uma ação que não acrescenta qualquer tipo de valor. Anteriormente, as peças estavam mal identificadas, muitas vezes os colaboradores apenas conseguiam encontrá-las após terem aberto diversas gavetas, ou então porque através da experiência sabiam onde estas se encontravam. A identificação das gavetas e dos corredores para cada categoria de material, através da colocação de novas etiquetas e de cores específicas, faz com que os colaboradores saibam de forma mais intuitiva onde se encontra a peça que procuram.

Estas alterações do armazém têm também um papel fundamental, embora que de forma indireta, no desempenho da manutenção, uma vez que através da redução do tempo de procura pelo material, consequentemente, provoca uma diminuição do MTTR.

6.4.4. Kanbans

Para além das medidas adotadas ao nível de organização e gestão visual através da utilização de práticas da metodologia 5S, foram necessárias dotar medidas também ao nível operacional. Como referido anteriormente, o processo de levantamento do material era pouco prático, levando o colaborador a realizar deslocações desnecessárias, perdendo tempo no processo. Para melhorar este processo foram criados cartões *Kanban*, estes cartões, permitiram uma redução do tempo necessário para o registo do material que estava a sair do armazém, e também facilitaram a forma como o processo era feito, uma vez que os colaboradores levam o cartão consigo até junto da gaveta, podendo apontar toda a informação necessária.

Para além disso, anteriormente quando era necessário encomendar algum material, os TM informavam, de forma verbal, o responsável do armazém dessa necessidade, havendo muitas das vezes falhas e atrasos nas encomendas do material necessário. A implementação de cartões *Kanban*, contribuiu para uma melhor gestão dos componentes. Com a sua utilização o responsável do armazém conseguia saber se determinada peça já tinha sido encomendada, ou ainda não, evitando que as peças fossem encomendadas repetidamente, ou que não fossem encomendadas de todo.

6.4.5. Diagrama de esparguete

Com a aplicação do diagrama de esparguete é possível observar o impacto das melhorias apresentadas anteriormente no processo de débito do material do armazém. A organização do material por classes e a criação de cartões *Kanban*, bem como a localização dos mesmo junto da porta de entrada do armazém permitiram, não só a redução do tempo de levantamento de material, mas também a diminuição da distância percorrida por um colaborador neste processo.

Tabela 6 - Comparação entre a distância percorrida por um colaborador inicialmente e após a aplicação das melhorias

Distância percorrida Layout inicial	Distancia percorrida Layout atual
26 m	8 m

Gestão integrada de bases da manutenção

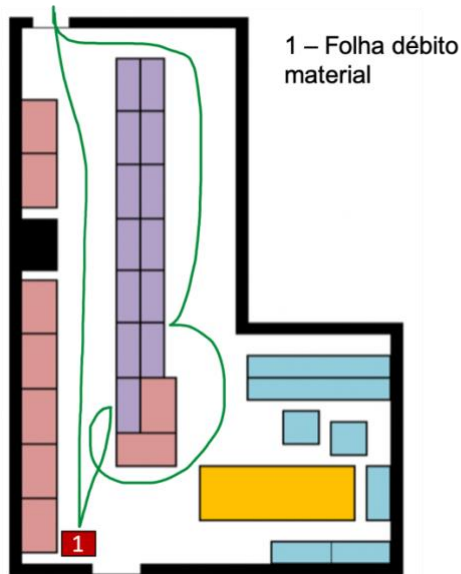


Figura 29 - Diagrama de esparguete da situação inicial

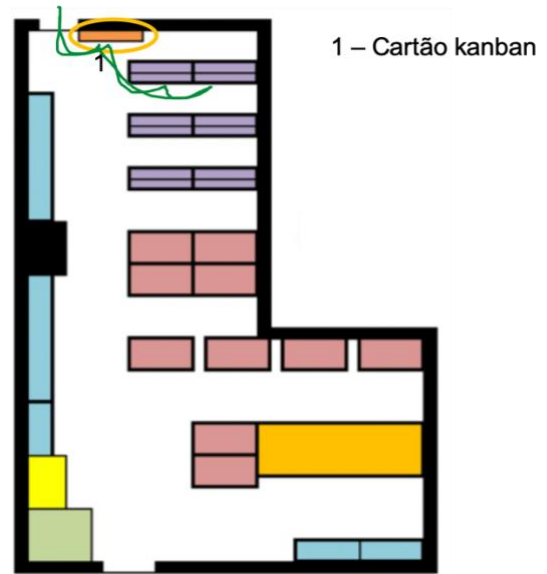


Figura 28 - Diagrama de esparguete da situação atual

O exemplo ilustrado nas imagens acima, são referentes ao levantamento de parafusos e válvulas pneumáticas, pelo que podemos observar que através das melhorias aplicadas anteriormente, foi possível, para o exemplo ilustrado, diminuir a distância percorrida em cerca de 18 metros. Esta redução da distância tem impactos indiretos na performance do desempenho dos TM, uma vez que estes são mais rápidos a atuar sobre o problema, perdendo assim menos tempo num processo que não acrescenta valor para a sua tarefa.

7. Conclusão

O último capítulo deste projeto apresenta as conclusões do mesmo, através da abordagem das considerações finais e da apresentação das principais limitações encontradas ao longo do seu desenvolvimento.

Por fim são apresentadas sugestões de trabalhos futuro, com base no presente projeto. Estas sugestões pretendem levar o trabalho desenvolvido mais além e aumentar a eficiência da gestão da manutenção na organização.

7.1. Considerações finais e limitações

O papel principal da gestão da manutenção é garantir o bom funcionamento dos equipamentos das organizações. Tendo como principais objetivos a diminuição dos tempos de paragem dos equipamentos, ou seja, o aumento da sua disponibilidade, redução dos seus custos de manutenção e a diminuição do número de avarias.

A gestão da manutenção está presente na Huf Portuguesa desde a sua génese, tendo um papel fundamental para o bom funcionamento da organização. No entanto, a gestão desta área da empresa foi sendo preterida ao longo dos anos, o que resultou numa falta de conhecimento por parte das chefias acerca do rendimento operacional deste departamento, e em particular dos equipamentos e das suas falhas.

Numa primeira análise, foi observado o funcionamento geral da manutenção, tendo sido identificados diversos pontos de melhoria, essencialmente derivados da falta de compromisso dos colaboradores para com o processo de gestão da manutenção, e também intimamente ligado à obsolescência do sistema de gestão da manutenção da organização, PM60. Para a gestão de um determinado processo são necessários dados e informações acerca dos acontecimentos, para a gestão da manutenção não é diferente, sendo os dados essenciais para a perceção e melhoria das falhas dos equipamentos. No entanto na análise inicial observou-se que as OT's não tinham dados suficientes, e a utilização do sistema PM60 diminuiu ao longo dos últimos anos. Assim, com a ineficaz ou inexistente utilização deste sistema, surge a falta dados, e consequentemente a impossibilidade de calcular os indicadores de gestão da manutenção, dificultando a gestão da mesma.

Para reverter esta situação foi elaborado um conjunto de ações de melhoria a implementar. O primeiro passo foi tentar perceber a razão para a falta de dados no sistema, para isso recorreu-se ao diagrama dos 5 porquês de onde se conclui que a causa raiz da falta de dados, e consequentemente de indicadores, estava relacionada com a obsolescência do sistema e com a sua incompatibilidade para com outros programas. Em seguida, com recurso ao diagrama de causa e efeito, foi possível perceber a origem das falhas e das fragilidades do sistema PM60. Assim, com a aplicação destas ferramentas, foi possível definir o próximo passo em que foi tomada a decisão de desenvolver um novo sistema de gestão da manutenção.

Com a implementação do novo sistema desenvolvido seria possível a obtenção dos indicadores necessários e fundamentais para a gestão da manutenção. No entanto com a propagação da pandemia de Covid-19, a janela temporal do projeto foi reduzida e não foi possível realizar a sua implementação. Apesar disso, com a utilização plena do sistema desenvolvido, os objetivos propostos inicialmente seriam alcançados, uma vez que os KPI's da manutenção seriam obtidos, algo que estava em falha atualmente. Por outro lado, com esses KPI's seria possível ir de encontro às exigências dos clientes de acordo com a norma IATF 16949 (International Automotive Task Force, 2016), onde é exigido a garantia desses

indicadores, bem como da taxa de rotação das peças de desgaste. Com o controlo do consumo das peças, seria possível a elaboração da lista de peças de desgaste. Desta forma, embora estes objetivos não tenham sido inteiramente cumpridos, e tendo em conta a situação vivida atualmente, este ponto do projeto não foi totalmente em vão, uma vez que foi desenvolvido o sistema necessário para o cumprimento destes objetivos. Ou seja, foram criadas as bases necessárias para a gestão da manutenção.

As principais limitações encontradas ao longo do projeto foram a falta de acompanhamento na organização por parte das chefias para a implementação das sugestões apresentadas, no entanto, esta dificuldade foi sendo ultrapassada ao longo do tempo. Outra das limitações encontradas foi a falta de motivação dos colaboradores em especial dos TM, que consideravam que o sistema de manutenção não era essencial para as suas funções diárias, e que não havia necessidade para a sua utilização. No entanto com o decorrer do projeto foi sendo possível demonstrar a importância desta utilização, uma vez que esta tem impacto nas suas ações diárias e pode reduzir a sua carga de trabalho.

A importância que a utilização de um sistema de gestão da manutenção tem para uma organização é estratégica, pelo que deve ser partilhada e incentivada pelas chefias, envolvendo os TM, devendo este ser um ponto de maior compromisso.

O armazém de manutenção é um apoio essencial ao processo de manutenção, sendo a sua organização e o seu funcionamento, fundamentais para a melhoria das intervenções de manutenção nos equipamentos.

Numa primeira fase através da observação e de entrevistas com os intervenientes no armazém, foi possível a identificação de problemas ao nível estrutural e operacional. Os problemas estruturais estavam relacionados essencialmente com o layout do armazém, com a inexistente identificação de secções de material, com a desorganização geral do armazém e também com a fraca gestão visual do mesmo. A nível operacional existiam problemas relacionados com o processo levantamento de material e da requisição para a compra do mesmo.

Com o intuito de reverter a situação, foram consideradas diversas medidas de melhoria a implementar. Estas medidas passaram pela alteração do layout do armazém e pela utilização da metodologia 5S para a organização do mesmo. Através da aplicação de ferramentas de gestão visual, foram identificadas as gavetas de material e identificadas as secções de material criadas. Foram ainda criados e implementados cartões *Kanban* com o objetivo de colmatar as falhas associadas aos processos de levantamento e requisição de compra de material.

Os resultados mostram que as medidas adotadas foram bem sucedidas, uma vez que com a alteração de layout foi possível um ganho no espaço disponível do armazém, e por outro lado, no que toca ao processo de levantamento de material, a distância percorrida pelos colaboradores foi diminuída e assim foi também diminuído o tempo despendido neste processo. Com a melhor organização e identificação do material e do armazém em geral, é possível concluir que o seu funcionamento foi melhorado.

As alterações aplicadas ao armazém de manutenção foram bem recebidas por todos os colaboradores, uma vez que estas facilitaram o seu trabalho e aumentaram organização do armazém. No entanto a resistência à mudança foi uma das principais limitações nesta implementação, uma vez que, como o armazém nunca tinha sofrido qualquer tipo de alteração, os colaboradores não estavam habituados ao método de organização adotado. No entanto ao longo do tempo as mudanças mostraram resultados positivos e os colaboradores perceberam que estas facilitaram o seu trabalho e diminuíram o tempo que estes passavam

à procura de material. No que toca à utilização dos cartões *Kanban*, a sua implementação foi vista com bons olhos, e foi adotada a sua utilização com relativa facilidade, tendo melhorado ao longo do tempo.

Com as sugestões de melhoria aplicadas ao longo do projeto foi possível atingir alguns objetivos propostos, tendo sido lançadas as bases necessárias para a continuação da utilização das ferramentas desenvolvidas e assim cumprir na totalidade com esses objetivos.

7.2. Trabalhos futuros

Os objetivos propostos para este projeto permitiam uma melhor gestão da manutenção na Huf Portuguesa. Com as sugestões apresentadas foi possível garantir o cumprimento de alguns desses objetivos, no entanto estes podem ainda ser desenvolvidos e garantir uma gestão da manutenção cada vez mais completa. A continuação do desenvolvimento de ferramentas e análises de dados é fundamental para um melhor desempenho da área da manutenção. Desta forma apresentam-se em seguida diversas propostas de trabalho futuro tendo como base o trabalho desenvolvido ao longo do projeto apresentado:

- Criação da lista de peças de desgaste dos equipamentos, através dos dados obtidos com o sistema desenvolvido, é possível analisar os consumos das peças em cada equipamento, e desta forma identificar as peças mais consumidas;
- Os equipamentos que se revelarem mais críticos, ou seja, com o maior número de intervenções, e de acordo com a análise ABC, presente no anexo G. Podem assim ser criados ou revistos os seus planos de manutenção preventiva, bem como os de manutenção autónoma;
- Realização de formações para demonstrar aos TM a importância dos dados das falhas dos equipamentos, assim como da utilização dos sistemas de gestão da manutenção. Ao demonstrar o impacto que esta utilização tem na gestão da manutenção e no seu trabalho diário, aumentaria o seu compromisso para com este processo;
- Como este projeto foi desenvolvido apenas para aplicar numa linha produtiva, com a implementação do novo ERP, o SAP, a metodologia de funcionamento desenvolvida pode servir de base para a expansão para as restantes linhas de produção de empresa;
- O aumento do envolvimento das chefias para com a melhoria contínua dos processos da manutenção deve ser tida como um objetivo fundamental. A melhoria contínua é uma cultura que demora o seu tempo a implementar e onde deve ser mantido o foco ao longo dos anos.

8. Referências

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. Em *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 25). <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Alsyouf, I. (2007). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International Journal of Production Economics*, 105(1), 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.057>
- Bakri, A. H., Rahim, A. R. A., Yusof, N. M., & Ahmad, R. (2012). Boosting Lean Production via TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 485–491. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.153>
- Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., & de Cerio, J. M. D. (2010). 5S use in manufacturing plants: Contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(2), 217–230. <https://doi.org/10.1108/02656711011014320>
- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Knezevic, J., Ait-Kadi, D., & Raouf, A. (2009). Handbook of maintenance management and engineering. Em *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Braglia, M., Frosolini, M., & Gallo, M. (2017). SMED enhanced with 5-Whys Analysis to improve set-uproduction programs: the SWAN approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(5–8), 1845–1855. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9477-4>
- Brundage, M. P., Morris, K., Sexton, T., Moccozet, S., & Hoffman, M. (2019). DEVELOPING MAINTENANCE KEY PERFORMANCE INDICATORS FROM MAINTENANCE WORK ORDER DATA. *Proceedings of the ASME 2018 13th International Manufacturing Science and Engineering Conference*, 1–9. Obtido de <https://doi.org/10.1115/MSEC2018-6492>
- Cavaliere, S., Garetti, M., MacChi, M., & Pinto, R. (2008). A decision-making framework for managing maintenance spare parts. *Production Planning and Control*, 19(4), 379–396. <https://doi.org/10.1080/09537280802034471>
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>
- Davies, C., & Greenough, R. M. (2010). Measuring the effectiveness of lean thinking activities within maintenance. Obtido 2 de Fevereiro de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/242515923_Measuring_the_effectiveness_of_lean_thinking_activities_within_maintenance

- Deac, V., Cârstea, G., Bâgu, C., & Pârvu, F. (2010). The Modern Approach to Industrial Maintenance Management. *Informatica Economica Journal*, 14(2), 133–144.
- Dey, P. K. (2004). Decision support system for inspection and maintenance: A case study of oil pipelines. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(1), 47–56. <https://doi.org/10.1109/TEM.2003.822464>
- Driessen, M., Arts, J., van Houtum, G.-J., Rustenburg, J. W., & Huisman, B. (2014). Maintenance spare parts planning and control: a framework for control and agenda for future research. *Production Planning & Control*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/09537287.2014.907586>
- Duffuaa, S. O., & Raouf, A. (2015). Planning and Control of Maintenance Systems. Em *Planning and Control of Maintenance Systems* (2nd ed.). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19803-3>
- Duran, O., Capaldo, A., & Acevedo, P. A. D. (2017). Lean maintenance applied to improve maintenance efficiency in thermoelectric power plants. *Energies*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/en10101653>
- Garg, A., & Deshmukh, S. G. (2006). Maintenance management: Literature review and directions. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(3), 205–238. <https://doi.org/10.1108/13552510610685075>
- Gómez De León Hijes, F. C., & Cartagena, J. J. R. (2006). Maintenance strategy based on a multicriterion classification of equipments. *Reliability Engineering and System Safety*, 91(4), 444–451. <https://doi.org/10.1016/j.res.2005.03.001>
- Groote, P. De. (1995). Maintenance performance analysis: A practical approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1(2), 4–24. <https://doi.org/10.1108/13552519510089556>
- Imai, M. (2005). *Praise for Gemba Kaizen* (2nd ed.; McGraw Hill, Ed.). Gembakaizen.
- International Automotive Task Force. (2016). *IATF 16949* (1st ed.).
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Jnanesh, S. B. E. V. G. N. A. (2016). Productivity and performance improvement in the medical records department of a hospital. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(1), 98–125. [https://doi.org/10.1108/S1479-3563\(2012\)000012B007](https://doi.org/10.1108/S1479-3563(2012)000012B007)

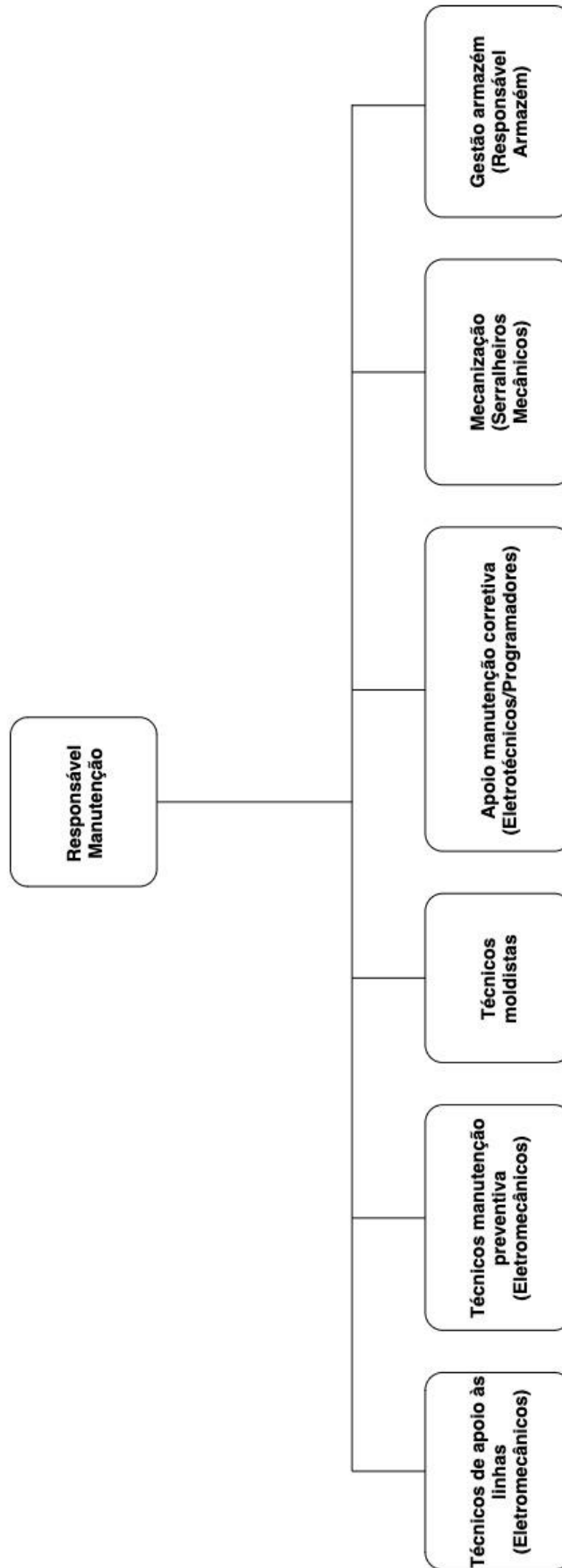
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(1), 55–78. <https://doi.org/10.1108/01443579910244223>
- Kanaganayagam, K., Muthuswamy, S., & Damodaran, P. (2015). Lean methodologies to improve assembly line efficiency: an industrial application. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 20(1), 104–116.
- Kennedy, W. J., Wayne Patterson, J., & Fredendall, L. D. (2002). An overview of recent literature on spare parts inventories. *International Journal of Production Economics*, 76(2), 201–215. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(01\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(01)00174-8)
- Khamis, N., Ab Rahman, M. N., Jamaludin, K. R., Ismail, A. R., Ghani, J. A., & Zulkifi, R. (2009). Development of 5S Practice Checklist for Manufacturing Industry. *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 1, 1–5. Obtido de <https://webkit.org/blog/8090/workers-at-your-service/>
- Kolte, T. S., & Dabade, U. A. (2017). Machine Operational Availability Improvement by Implementing Effective Preventive Maintenance Strategies-A Review and Case Study. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 10, 700–708. Obtido de <http://www.irphouse.com>
- Kumar, D., Klefsjö, B., & Kumar, U. (1992). Reliability analysis of power transmission cables of electric mine loaders using the proportional hazards model. *Reliability Engineering and System Safety*, 37(3), 217–222. [https://doi.org/10.1016/0951-8320\(92\)90126-6](https://doi.org/10.1016/0951-8320(92)90126-6)
- Kurilova-Palisaitiene, J., Sundin, E., & Poksinska, B. (2018). Remanufacturing challenges and possible lean improvements. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3225–3236. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.023>
- Labib, A. W. (1998). World-class maintenance using a computerised maintenance management system. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4(1), 66–75.
- Luxhøj, J. T., Riis, J. O., & Thorsteinsson, U. (1997). Trends and Perspectives in Industrial Maintenance Management. *Journal of Manufacturing Systems*, 16(6), 437–453. [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(97\)81701-3](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(97)81701-3)
- Malles, D., & Manoj, M. (2014). BREAKDOWN AND ROOT CAUSE ANALYSIS OF CRITICAL MACHINE-A CASE STUDY. *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science*, 2(7), 250–260. Obtido de www.ijates.com
- Masoud Hekmatpanah. (2011). The application of cause and effect diagram in the oil industry in Iran: The case of four liter oil canning process of Sepahan Oil Company. *African Journal of Business Management*, 5(26), 10900–10907. <https://doi.org/10.5897/ajbm11.1517>

- Mobley, R. K. (2002). An Introduction to Predictive Maintenance. Em *Journal of the Food Hygienic Society of Japan* (2nd ed., Vol. 42). Elsevier Science.
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2015). Lean Maintenance Roadmap. *Procedia Manufacturing*, 2, 434–444. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.076>
- Mostafa, S., Lee, S.-H., Dumrak, J., Chileshe, N., & Soltan, H. (2015). Lean thinking for a maintenance process. *Production & Manufacturing Research*, 3(1), 236–272. <https://doi.org/10.1080/21693277.2015.1074124>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Murthy, D. N. P., Atrens, A., & Eccleston, J. A. (2002). Strategic maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(4), 287–305. <https://doi.org/10.1108/13552510210448504>
- Murugaiah, U., Benjamin, S. J., Marathamuthu, M. S., & Muthaiyah, S. (2010). Scrap loss reduction using the 5-whys analysis. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(5), 527–540. <https://doi.org/10.1108/02656711011043517>
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). Percussion welding and its applications, (Ueber das Perkussionsschweißen und seine Anwendungen). *International Journal of Operations & Production Management*, 15(4), 80–116. <https://doi.org/10.1108/01443579510083622>
- Pintelon, L. M., & Gelders, L. F. (1992). Maintenance management decision making. *European Journal of Operational Research*, 58(3), 301–317. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(92\)90062-E](https://doi.org/10.1016/0377-2217(92)90062-E)
- Poor, P., Basl, J., & Zenisek, D. (2019). Predictive Maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development. *Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019*, 245–253. <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842659>
- Poór, P., Kamaryt, T., & Šimon, M. (2015). Introducing autonomous maintenance by implementing OTH hybrid positions and TPM methods in metallurgical company. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(3), 817–824.
- Qingfeng, W., Wenbin, L., Xin, Z., Jianfeng, Y., & Qingbin, Y. (2011). Development and application of equipment maintenance and safety integrity management system. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(4), 321–332. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.01.008>
- Rodgers, M., & Oppenheim, R. (2019). Ishikawa diagrams and Bayesian belief networks for continuous improvement applications. *TQM Journal*, 31(3), 294–318. <https://doi.org/10.1108/TQM-11-2018-0184>

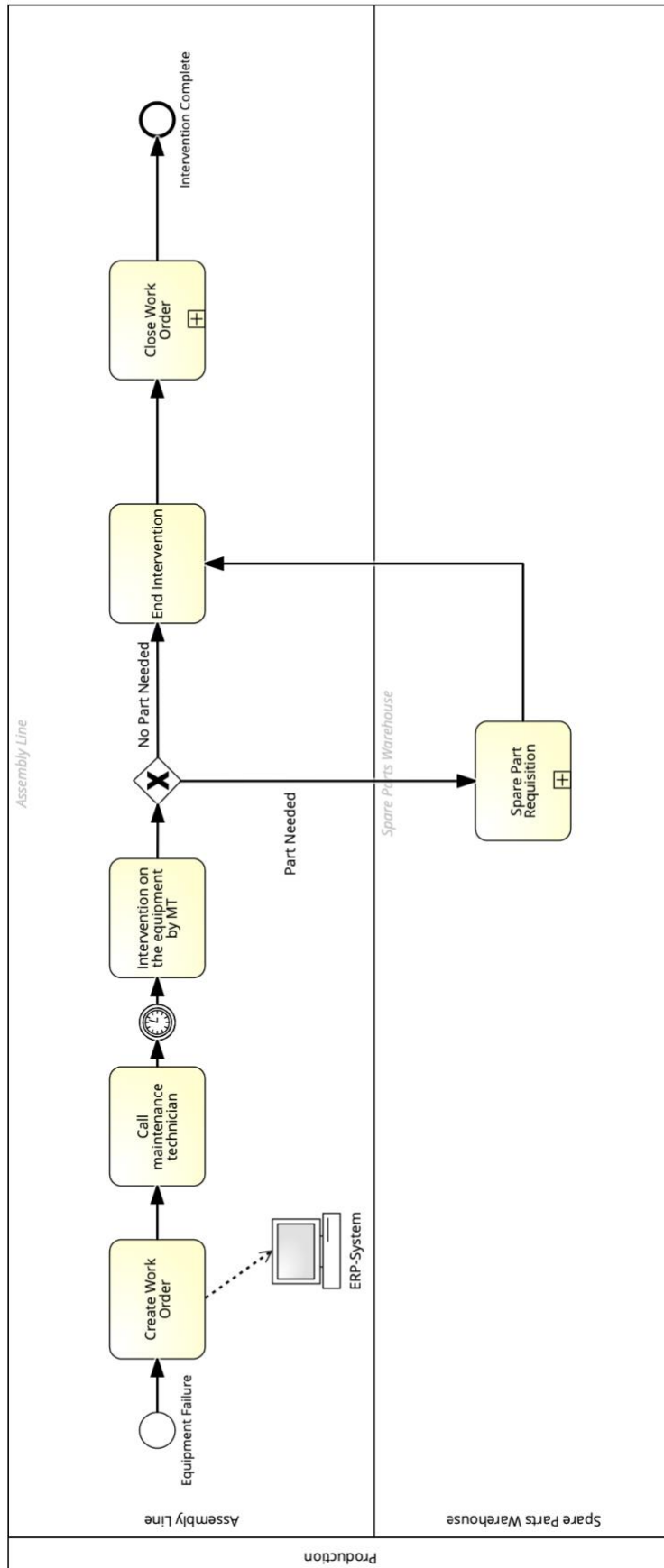
- Rybkowski, Z. K., & Ballard, G. (2008). Using the «Five Whys» as a decision-making framework for Evidence-Based Design. *Proceedings of IGLC16: 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 391–402.
- Senderská, K., Mareš, A., & Václav, S. (2017). *Spaghetti Diagram Application for Workers' Movement Analysis*. 79(1), 139–150. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/316634571_Spaghetti_diagram_application_for_workers_movement_analysis
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785–805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Simeu-Abazi, Z., & Sassine, C. (2001). Maintenance integration in manufacturing systems: From the modeling tool to evaluation. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 13(3), 267–285. <https://doi.org/10.1023/A:1011147602744>
- Sugitani, K., & Morita, H. (2011). The approach for skill up in five-why for investigating root cause of quality problems. *International Journal of Data Analysis Techniques and Strategies*, 3(3), 221–240.
- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. *International Journal of Production Economics*, 70(3), 237–244. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00067-0](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00067-0)
- Tsang, A. H. c. (1998). A strategic approach to managing costs. *Journal of Hospitality & Tourism Research*, 4(2), 87–94. <https://doi.org/10.1177/109634809101400308>
- Tsang, A. H. c. (2002). Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(1), 7–39. <https://doi.org/10.1108/13552510210420577>
- Tsao, C. C. Y., Tommelein, I. D., Swanlund, E. S., & Howell, G. A. (2004). Work Structuring to Achieve Integrated Product-Process Design. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(6), 780–789. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2004\)130:6\(780\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:6(780))
- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, 160, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.002>
- Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2002). A framework for maintenance concept development. *International Journal of Production Economics*, 77(3), 299–313. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(01\)00156-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(01)00156-6)

Anexos

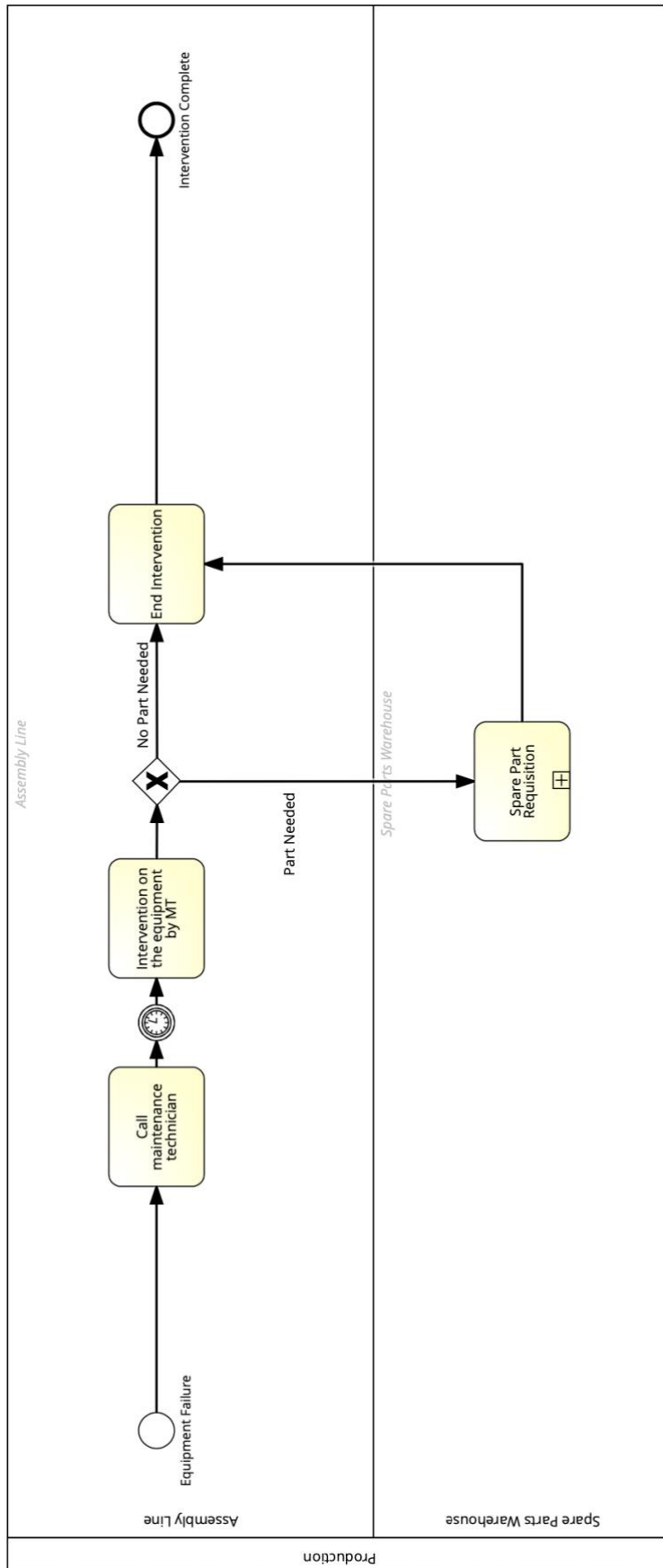
Anexo A – Organigrama manutenção



Anexo B – Diagrama do processo ideal de intervenção de um TM

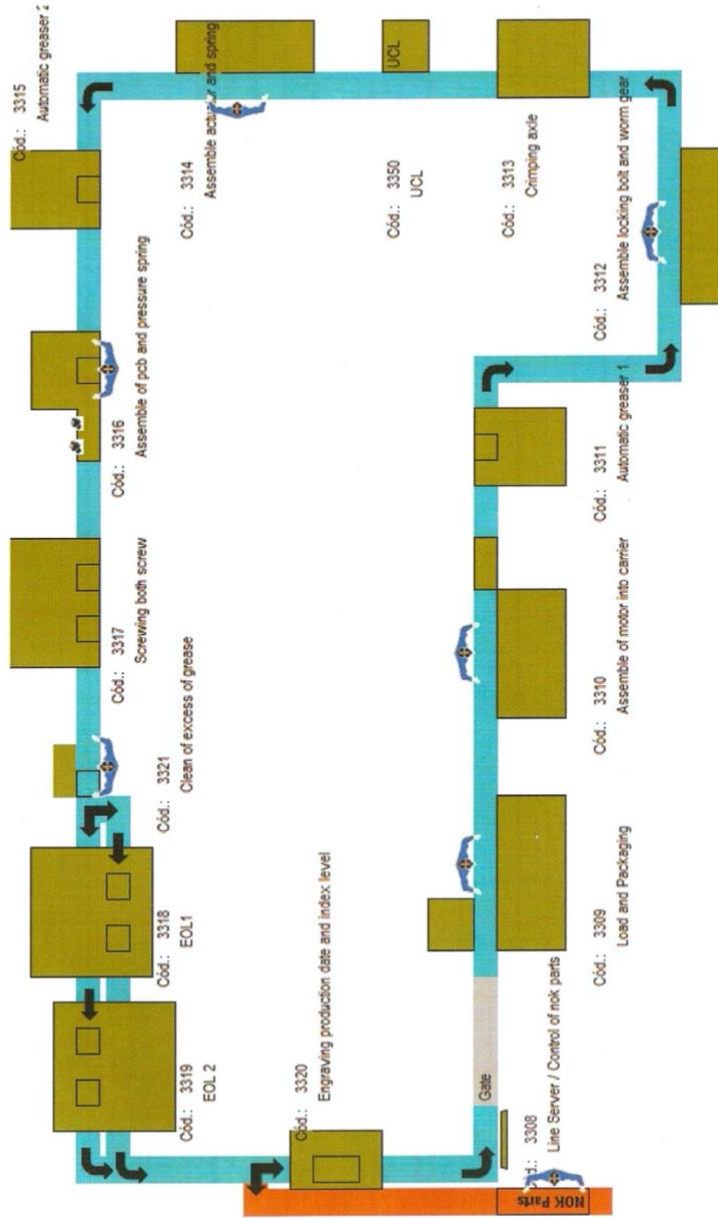


Anexo C – Diagrama do processo real de intervenção de um TM





Anexo D – Layout linha PSA ESCL


PSA - ESCL




Anexo E – Cartões *Kanban* para levantamento material

Colaborador	Data			
Referência Parte	Qtd	OT	Loc. Linha	Cod Equipo

Colaborador	Data			
Referência Parte	Qtd	OT	Loc. Linha	Cod Equipo

Colaborador	Data			
Referência Parte	Qtd	OT	Loc. Linha	Cod Equipo

Colaborador	Data			
Referência Parte	Qtd	OT	Loc. Linha	Cod Equipo

Gestão integrada de bases da manutenção

ID LINHA	DESIGNAÇÃO LOCALIZAÇÃO	ID LOCALIZAC	O SUB. LOCALIZAC
2228	PSA MONT FEG AT175	101	PSA
2310	LINHA MONT FANROBO AS177	101	PSA
2348	MONTAGEM AROBO AS	101	PSA
2886	MONT GUILA PIVOT PSA	102	PSA
1812	REPOSTOES MONT FEG AT175	104	PSA
2344	MECANICO PLASTICOS FORD MONT FEG C141207	109	FORD
2705	CIC MONT CHAVES MEC-MECANIZACAO	111	FORD
1818	GM MONT CANHAS T3000	112	GM MONT
1871	AUDIV MONT CANHAS	113	GM MONT
2828	GM MONT CANHAS S1400	115	GM MONT
2827	GM MONT CANHAS S1400	115	GM MONT
2189	GM MONT CANHAS CCL	117	GM MONT
2488	GM MONT CANHAS CCL	117	GM MONT
3184	GM MONT CANHAS E2328	118	FUP
2855	GM MONT CANHAS EMMA	119	FUP
2781	AUDIBENT MONT CHAVES RETRACT	120	PSA
2877	VW - GEAR BOX	123	VW
2884	DANIELER	125	BMW
2886	BMW MINI MONT FEGHUBRAS	128	BMW
2974	MONTAGEM CANHAS VOLVO	129	VOLVO
3031	FAT.PORFA BAGAGENS SOFT TOUCH	130	FAT
3014	VOLVO - MONT CHAVES	131	VOLVO
3078	PSA MONT CANHAS	132	PSA
3115	FORD B79C19	133	FORD
3116	FORD B79C19	133	FORD
3113	FORDSCHIEBES	135	PORSCHE
3251	PORSCHE ACTUADOR	137	PORSCHE
3114	AUDIV MONT	138	PORSCHE
3115	AUDIV MONT	138	PORSCHE
3165	VOLVO - MONT CHAVES C10	139	VOLVO
3226	PSA ADIL MONT PORFAS	140	PSA
3287	BMW LINHA 2	141	BMW
3307	PSA E SCL	142	PSA
3352	LINHA DANIELER ACTUADOR	143	DANIELER
3381	LINHA VOLVO TAG-ID	144	VOLVO
	PSA LOCKSETS Linha Manual	145	PSA
	CITE STA. COMBA DMO	311	
	CITE MAGOSELA	312	
	CITE S. JOANINHO	315	
	CITE VILAR	319	

ID LINHA	DESIGNAÇÃO LOCALIZAÇÃO	ID LOCALIZAC	O SUB. LOCALIZAC
2228	PSA MONT FEG AT175	101	PSA
2310	LINHA MONT FANROBO AS177	101	PSA
2348	MONTAGEM AROBO AS	101	PSA
2886	MONT GUILA PIVOT PSA	102	PSA
1812	REPOSTOES MONT FEG AT175	104	PSA
2344	MECANICO PLASTICOS FORD MONT FEG C141207	109	FORD
2705	CIC MONT CHAVES MEC-MECANIZACAO	111	FORD
1818	GM MONT CANHAS T3000	112	GM MONT
1871	AUDIV MONT CANHAS	113	GM MONT
2828	GM MONT CANHAS S1400	115	GM MONT
2827	GM MONT CANHAS S1400	115	GM MONT
2189	GM MONT CANHAS CCL	117	GM MONT
2488	GM MONT CANHAS CCL	117	GM MONT
3184	GM MONT CANHAS E2328	118	FUP
2855	GM MONT CANHAS EMMA	119	FUP
2781	AUDIBENT MONT CHAVES RETRACT	120	PSA
2877	VW - GEAR BOX	123	VW
2884	DANIELER	125	BMW
2886	BMW MINI MONT FEGHUBRAS	128	BMW
2974	MONTAGEM CANHAS VOLVO	129	VOLVO
3031	FAT.PORFA BAGAGENS SOFT TOUCH	130	FAT
3014	VOLVO - MONT CHAVES	131	VOLVO
3078	PSA MONT CANHAS	132	PSA
3115	FORD B79C19	133	FORD
3116	FORD B79C19	133	FORD
3113	FORDSCHIEBES	135	PORSCHE
3251	PORSCHE ACTUADOR	137	PORSCHE
3114	AUDIV MONT	138	PORSCHE
3115	AUDIV MONT	138	PORSCHE
3165	VOLVO - MONT CHAVES C10	139	VOLVO
3226	PSA ADIL MONT PORFAS	140	PSA
3287	BMW LINHA 2	141	BMW
3307	PSA E SCL	142	PSA
3352	LINHA DANIELER ACTUADOR	143	DANIELER
3381	LINHA VOLVO TAG-ID	144	VOLVO
	PSA LOCKSETS Linha Manual	145	PSA
	CITE STA. COMBA DMO	311	
	CITE MAGOSELA	312	
	CITE S. JOANINHO	315	
	CITE VILAR	319	

ID LINHA	DESIGNAÇÃO LOCALIZAÇÃO	ID LOCALIZAC	O SUB. LOCALIZAC
2228	PSA MONT FEG AT175	101	PSA
2310	LINHA MONT FANROBO AS177	101	PSA
2348	MONTAGEM AROBO AS	101	PSA
2886	MONT GUILA PIVOT PSA	102	PSA
1812	REPOSTOES MONT FEG AT175	104	PSA
2344	MECANICO PLASTICOS FORD MONT FEG C141207	109	FORD
2705	CIC MONT CHAVES MEC-MECANIZACAO	111	FORD
1818	GM MONT CANHAS T3000	112	GM MONT
1871	AUDIV MONT CANHAS	113	GM MONT
2828	GM MONT CANHAS S1400	115	GM MONT
2827	GM MONT CANHAS S1400	115	GM MONT
2189	GM MONT CANHAS CCL	117	GM MONT
2488	GM MONT CANHAS CCL	117	GM MONT
3184	GM MONT CANHAS E2328	118	FUP
2855	GM MONT CANHAS EMMA	119	FUP
2781	AUDIBENT MONT CHAVES RETRACT	120	PSA
2877	VW - GEAR BOX	123	VW
2884	DANIELER	125	BMW
2886	BMW MINI MONT FEGHUBRAS	128	BMW
2974	MONTAGEM CANHAS VOLVO	129	VOLVO
3031	FAT.PORFA BAGAGENS SOFT TOUCH	130	FAT
3014	VOLVO - MONT CHAVES	131	VOLVO
3078	PSA MONT CANHAS	132	PSA
3115	FORD B79C19	133	FORD
3116	FORD B79C19	133	FORD
3113	FORDSCHIEBES	135	PORSCHE
3251	PORSCHE ACTUADOR	137	PORSCHE
3114	AUDIV MONT	138	PORSCHE
3115	AUDIV MONT	138	PORSCHE
3165	VOLVO - MONT CHAVES C10	139	VOLVO
3226	PSA ADIL MONT PORFAS	140	PSA
3287	BMW LINHA 2	141	BMW
3307	PSA E SCL	142	PSA
3352	LINHA DANIELER ACTUADOR	143	DANIELER
3381	LINHA VOLVO TAG-ID	144	VOLVO
	PSA LOCKSETS Linha Manual	145	PSA
	CITE STA. COMBA DMO	311	
	CITE MAGOSELA	312	
	CITE S. JOANINHO	315	
	CITE VILAR	319	

ID LINHA	DESIGNAÇÃO LOCALIZAÇÃO	ID LOCALIZAC	O SUB. LOCALIZAC
2228	PSA MONT FEG AT175	101	PSA
2310	LINHA MONT FANROBO AS177	101	PSA
2348	MONTAGEM AROBO AS	101	PSA
2886	MONT GUILA PIVOT PSA	102	PSA
1812	REPOSTOES MONT FEG AT175	104	PSA
2344	MECANICO PLASTICOS FORD MONT FEG C141207	109	FORD
2705	CIC MONT CHAVES MEC-MECANIZACAO	111	FORD
1818	GM MONT CANHAS T3000	112	GM MONT
1871	AUDIV MONT CANHAS	113	GM MONT
2828	GM MONT CANHAS S1400	115	GM MONT
2827	GM MONT CANHAS S1400	115	GM MONT
2189	GM MONT CANHAS CCL	117	GM MONT
2488	GM MONT CANHAS CCL	117	GM MONT
3184	GM MONT CANHAS E2328	118	FUP
2855	GM MONT CANHAS EMMA	119	FUP
2781	AUDIBENT MONT CHAVES RETRACT	120	PSA
2877	VW - GEAR BOX	123	VW
2884	DANIELER	125	BMW
2886	BMW MINI MONT FEGHUBRAS	128	BMW
2974	MONTAGEM CANHAS VOLVO	129	VOLVO
3031	FAT.PORFA BAGAGENS SOFT TOUCH	130	FAT
3014	VOLVO - MONT CHAVES	131	VOLVO
3078	PSA MONT CANHAS	132	PSA
3115	FORD B79C19	133	FORD
3116	FORD B79C19	133	FORD
3113	FORDSCHIEBES	135	PORSCHE
3251	PORSCHE ACTUADOR	137	PORSCHE
3114	AUDIV MONT	138	PORSCHE
3115	AUDIV MONT	138	PORSCHE
3165	VOLVO - MONT CHAVES C10	139	VOLVO
3226	PSA ADIL MONT PORFAS	140	PSA
3287	BMW LINHA 2	141	BMW
3307	PSA E SCL	142	PSA
3352	LINHA DANIELER ACTUADOR	143	DANIELER
3381	LINHA VOLVO TAG-ID	144	VOLVO
	PSA LOCKSETS Linha Manual	145	PSA
	CITE STA. COMBA DMO	311	
	CITE MAGOSELA	312	
	CITE S. JOANINHO	315	
	CITE VILAR	319	

Anexo F -Manual de utilização do sistema gestão manutenção desenvolvido

Huf Group

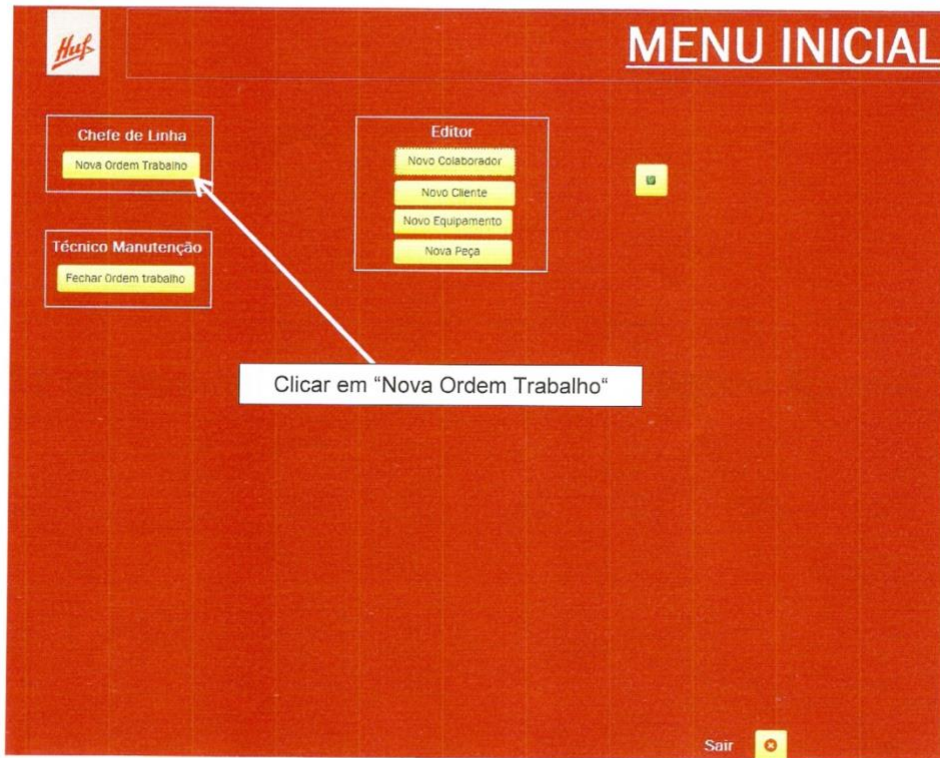
27.02.2020



Manual Utilização Sistema Gestão Manutenção 1.0



1. Abertura Ordem de Trabalho





Ordem Trabalho

Ordem Trabalho (New) Tipo Intervenção

Descrição Localização

Estado Equipamento

Colaborador

Instante Abertura 14.26.35

Instante Fecho

NOVA OT

Gravar OT

Peças Utilizadas

IDOT	Quantidade	Nome	Referencia
*			

1 – Preencher os Campos

2 – Clicar no instante de fecho para atualizar

3 – Gravar OT

4 – Sair

Data Abertura 27-02-2020

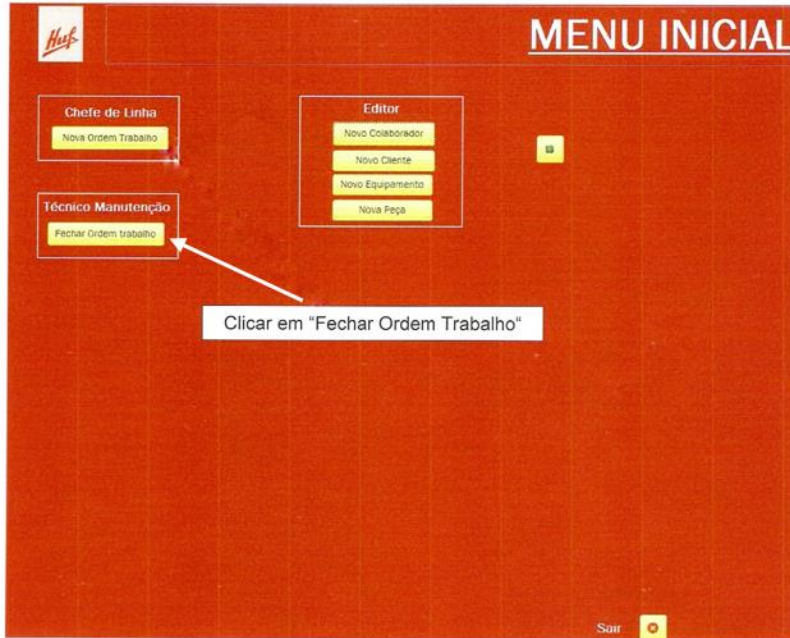
Data Fecho 27-02-2020

Preencher os campos:

- **Descrição** – Breve descrição do problema a decorrer com o equipamento
- **Estado** – Selecionar o estado (Aberta)
- **Colaborador** – Selecionar o Nome de colaborador
- **Tipo Intervenção** – Selecionar o tipo de intervenção (Corretiva, Preventiva, Preditiva)
- **Localização** – Selecionar a Localização
- **Equipamento** – Selecionar o Equipamento
- **Instante de Fecho** – Clicar apenas sobre o campo para assumir o tempo automaticamente



2. Fechar Ordem de Trabalho





Menu Inicial | Ordem Trabalho

Ordem Trabalho

Ordem Trabalho: 92
 Descrição: tes
 Estado: Aberta
 Colaborador: Bernardo
 Instante Abertura: 16:24:31
 Instante Fecho: 16:24:48

Tipo Intervenção: Preditiva
 Localização: PSA ESCL
 Equipamento: 2212

Peças Utilizadas

IDOT	Quantidade	Nome	Referencia
*			

1 – Modificar Estado

2 – Indicar os dados necessários
 - Quantidade
 - Referencia

3 – Clicar no instante de fecho para atualizar

4 – Gravar a OT

5 – Sair

Data Abertura: 21-02-2020
 Data Fecho: 21-02-2020

Preencher os campos:

- Estado – Modificar o estado (Fechada)
- Peças Utilizadas – Indicar a quantidade
- Peças Utilizadas – Indicar a referência
- Instante de Fecho – Clicar apenas sobre o campo para assumir o tempo automaticamente

NOTAS:

No caso de não ser possível registar a referência, deve registar na descrição.

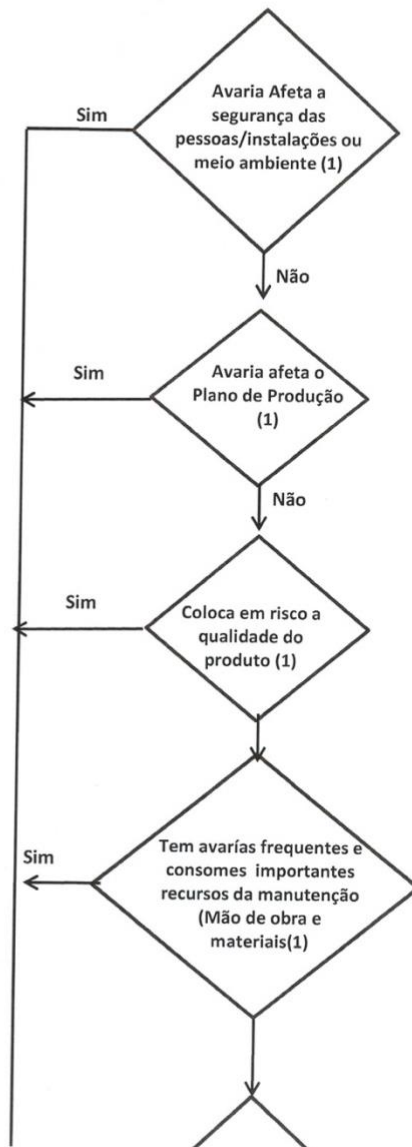
Anexo G – Análise ABC equipamentos

Huf Portuguesa

O Seu Parceiro para o Car Access, Security and Immobilization - CASIM

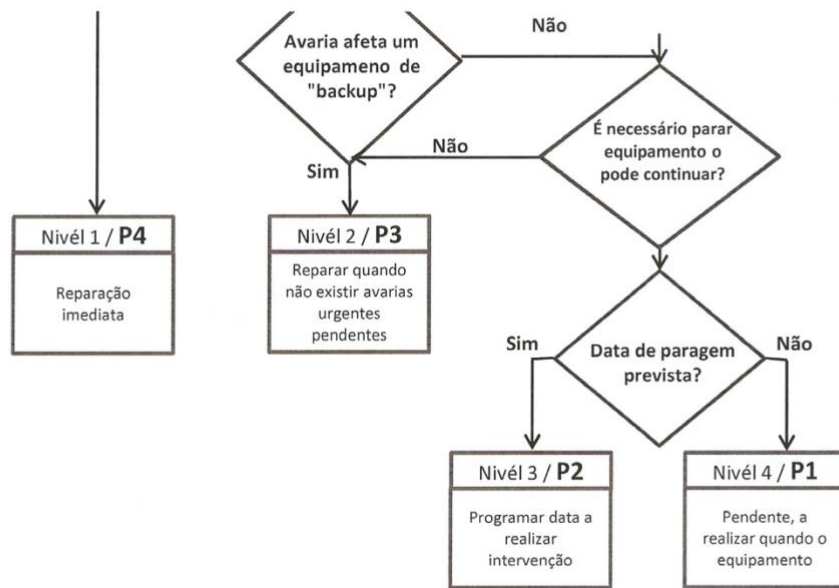


Programação das avarias



(1) Este tipo de avarias está relacionado sobretudo com os equipamentos críticos, por isso deve ter prioridade. Caberá ainda ao chefe de Turno, no caso de múltiplas avarias, definir as prioritárias.

Nota: Um equipamento crítico pode ter uma avaria e ter sido atribuída uma OT, com prioridade **P4** pela linha, no entanto não afecta o cumprimento dos envios ao cliente, neste caso, o C. de Turno pode optar por não intervir imediatamente.



Tipo de equipamento	Segurança e meio ambiente	Produção	Qualidade	Manutenção
A CRÍTICO	A falha pode um acidente muito grave para as pessoas ou meio ambiente	A falha do equipamento provoca uma paragem total do processo produtivo: equipamento único e sem alternativa no processo produtivo.	A falha do equipamento coloca em risco a qualidade do produto fornecido ao cliente	O equipamento tem avarias muito frequentes.
	Equipamento com acidentes no passado	Existem avarias frequentes no equipamento que provoca atrasos significativos nos no plano de produção.	É responsável por uma percentagem de falhas elevado	Consome muitos recursos da manutenção: mão-de-obra e materiais.
	Necessita de planos de manutenção preventiva mensais.			Tem um custo de reparação muito elevada em caso de avaria.
B IMPORTANTE	Pode provocar um acidente mas com baixa probabilidade.	A paragem do equipamento reduz a produtividade, mas não a sua paragem total: existe equipamento de backup ou alternativa de produção.	O equipamento afecta a qualidade do produto, mas não é problemático, porque existe a possibilidade de comprovação uma alternativa.	O custo de reparação do equipamento é baixo.
	Necessita de planos de manutenção preventiva anuais.	Paragens ocasionais, sem grande impacto na produtividade.		Não consome grandes recursos.
	Não tem consequências ou riscos para o operador.	Poucas paragens no processo produtivo.	Não afecta a qualidade do produto.	Avarias pouco frequentes e de rápida resolução.
C PRESCINDÍVEL				Baixo custo de manutenção.

Anexo H – Imagem da identificação corredores



Anexo I – Requisitos manutenção

Spare Parts, what are we searching for ?

Item	Requirement	Criteria of Requirement
MAI4	The spare parts and their storage are managed. The critical parts are identified.	<ol style="list-style-type: none"> 1) A list of critical spare parts is determined, managed and regularly updated. 2) A spare parts stock is available with minimum stock level. Spare parts tracking system is combined with maintenance system in order to control physical inventory. 3) The spare parts are stored in suitable conditions and periodic physical inspections are performed for long term stored items.

Maintenance Effectiveness, what are we searching for ?

Item	Requirement	Criteria of Requirement
MAIE	Indicators are defined and tracked to ensure effectiveness of all the maintenance activities.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Performance & Reliability targets are defined on the basis of historical data and related indicators are tracked - Failure Rate, MTBF, MTTR, stop of lines. 2) Tracking maintenance performed vs. planning (including service provider activity). 3) Paretos of breakdown. 4) Average rotation of spare parts. 5) Deviations found during spare parts inventory audit. 6) Ratio of corrective maintenance against preventive maintenance.