



ISEL

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Mecânica**



## **Desenvolvimento de um sistema de controlo da manutenção numa PME**

**ANA RITA MATEUS DA COSTA FIGUEIRA**  
(Licenciada em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia e Gestão Industrial

Orientador:

Doutor José Augusto da Silva Sobral

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais: Doutor Rui Manuel Assis Monteiro

Doutor José Augusto da Silva Sobral

**Janeiro de 2021**





ISEL

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Mecânica**

## **Desenvolvimento de um sistema de controlo da manutenção numa PME**

**ANA RITA MATEUS DA COSTA FIGUEIRA**  
(Licenciada em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia e Gestão Industrial

Orientador:

Doutor José Augusto da Silva Sobral

Júri:

Presidente: Doutor João Manuel Ferreira Calado

Vogais: Doutor Rui Manuel Assis Monteiro

Doutor José Augusto da Silva Sobral

**Janeiro de 2021**



*“Não fiz o melhor, mas fiz tudo para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas não sou o que era antes”*

Martin Luther King



## Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, o Professor Doutor José Augusto da Silva Sobral, pelo apoio e todo o conhecimento que me transmitiu.

Agradeço, ainda, à empresa STEP Consolidated, Lda pela disponibilidade e informações cedidas. É um orgulho e um privilégio enorme pertencer a esta maravilhosa equipa há mais de 4 anos.

Quero agradecer aos canais de YouTube, designadamente Excel for Freelancers, Leila Ghanari e The Office Lab por disponibilizarem, de forma gratuita, tutoriais de *Microsoft® Excel®* avançado. Estes vídeos foram cruciais para a realização desta dissertação.

A minha gratidão aos meus pais e aos meus avôs por todo o amor e apoio, em particular à minha mãe pela paciência incondicional e incentivo durante todo o meu percurso académico e pessoal.

Aos meus “periquitos”, Rex e Panquecas, quero agradecer por me fazerem companhia durante o período de confinamento obrigatório.

A todos os meus amigos, agradeço o carinho e a atenção recebida. Um agradecimento especial à Rita que, apesar de viver em Inglaterra, está sempre disponível para conversar sobre os mais variados temas.

Aos meus ex-colegas, agora amigos: Paulo, Paula, Mariana e Bernardo, agradeço a amizade, companheirismo e contribuições para este trabalho.

Por fim, mas não menos importante, quero agradecer ao Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) e ao corpo docente e discente pelos conhecimentos adquiridos e experiências vividas durante a frequência da licenciatura e do mestrado.

A todos reitero os meus sinceros agradecimentos.



## Lista de Siglas e Acrónimos

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AFNOR – *Association Française de Normalisation*  
AI – *Artificial Intelligence*  
ANSI – *American National Standards Institute*  
API – *Application Programming Interface*  
BS – *British Standards*  
CEN – Comité Europeu de Normalização  
CENELEC – Comité Europeu de Normalização Eletrotécnica  
CMMS – *Computerized Maintenance Management System*  
CT – Comissão Técnica de Normalização  
DBMS – *Database Management System*  
EN – *European Norm*  
ETSI – Instituto Europeu de Normalização das Telecomunicações  
EZM – *EZ Maintenance*  
FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis*  
FMP – Fichas de Manutenção Preventiva  
FPSO – *Floating Production Storage and Offloading*  
FSU – *Floating Storage Units*  
FTA – *Fault Tree Analysis*  
GMAC – Gestão da Manutenção Assistida por Computador  
GT – Grupos de Trabalho  
HH – Homens-Hora  
IBM – *International Business Machines Corporation*  
IC – Índice de Criticidade  
IEC – Comissão Eletrotécnica Internacional  
IoT – *Internet of Things*  
IPQ – Instituto Português da Qualidade  
ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa  
ISO – Organismo Internacional de Normalização  
ITU – União Internacional de Telecomunicações  
JIT – *Just in Time*  
KPI – *Key Performance Indicator*

MAG – *Metal Active Gas*  
MIG – *Metal Inert Gas*  
MO – Mão de Obra  
MTBF – *Mean Time Between Failure*  
MTTR – *Mean Time to Repair*  
MWT – *Mean Waiting Time*  
NF – *Norme Française*  
NP – Norma Portuguesa  
OEE – *Overall Equipment Effectiveness*  
ONN – Organismo Oficial de Normalização  
OT – Ordem de Trabalho  
PE – Ponto de Encomenda  
PME – Pequena ou Média Empresa  
PMP – Plano de Manutenção Preventiva  
QEE – Quantidade Económica de Encomenda  
QR – *Quick Response Codes*  
RCM – *Reliability Centered Maintenance*  
ROA – *Return on Assets*  
ROI – *Return on Investment*  
SC – Subcomissões Técnicas  
SMAW – *Shielded Metal Arc Welding*  
TDTR – Tempo de Disponibilidade em Tempo Requerido  
TF – Tempo de Funcionamento  
TIG – *Tungsten Inert Gas*  
TITR – Tempo de Indisponibilidade em Tempo Requerido  
TPM – *Total Productive Maintenance*  
TRQ – Tempo Requerido  
VBA – *Visual Basic for Application*

## Resumo

Na presente dissertação estudou-se o desenvolvimento e aplicação de um sistema de planeamento e controlo das atividades de manutenção preventivas e corretivas de ativos. O caso de estudo foi desenvolvido na empresa STEP Consolidated, Lda onde a grande maioria das manutenções efetuadas são realizadas após a ocorrência de uma falha.

Para o efeito, utilizou-se a metodologia de avaliação da criticidade de equipamento proposto por Fernando D'Alessio Ipinza para identificar os ativos mais críticos, isto é, os que sustentam os processos produtivos da organização. Neste sentido, e de acordo com a sua função e importância, são desenvolvidos e implementados planos de manutenção, bem como procedimentos de manutenção e listas de verificação de periodicidade semanal, mensal e anual.

De forma a viabilizar a implementação destas práticas foi desenvolvida uma aplicação informática com recurso ao *Microsoft® Excel®*. Esta aplicação permitiu, além de outras funcionalidades, criar ordens de trabalho, analisar o histórico de avarias dos ativos e de acompanhar os indicadores de desempenho de manutenção ao nível organizacional, técnico e económico.

Com a implementação de intervenções planeadas e realizadas de forma periódica em cada ativo, o controlo de todas as atividades de manutenção e a consulta imediata de indicadores de manutenção atualizados em tempo real, espera-se contribuir de forma significativa para a tomada de decisões eficazes e tornar a gestão de manutenção mais eficiente, permitindo não só evitar avarias inesperadas e diminuir custos, mas também prolongar a vida útil dos ativos.

**Palavras-Chave:** Manutenção; Planos de Manutenção Preventivos; *Microsoft® Excel®*; Aplicação de Manutenção; Gestão da Manutenção; Gestão de Ativos



## **Abstract**

*In this dissertation, the development and application of a system for planning and controlling preventive and corrective asset maintenance activities was studied. The case study was developed at the company STEP Consolidated, Lda where most of the maintenance carried out is done after the occurrence of a failure.*

*For this purpose, the equipment criticality assessment methodology proposed by Fernando D'Alessio Ipinza was used to identify the most critical assets, that is, those that support the organization's production processes. In this sense, and according to their function and importance, maintenance plans are developed and implemented, as well as maintenance procedures and weekly, monthly, and annual periodicity checklists.*

*To make the implementation of these practices feasible, a computer application was developed using Microsoft® Excel®. This application made it possible, in addition to other functionalities, to create work orders, analyze the history of assets breakdowns and to monitor maintenance performance indicators at the organizational, technical, and economic level.*

*With the implementation of interventions planned and carried out periodically on each asset, the control of all maintenance activities and the immediate consultation of maintenance indicators updated in real time, it is expected to contribute significantly to more assertive decision making and effective and make maintenance management more efficient, allowing not only to avoid unexpected breakdowns and reduce costs, but also to extend the useful life of assets.*

**Key Words:** *Maintenance; Preventive Maintenance; Microsoft® Excel®; Maintenance Application; Maintenance Management; Asset Management*



# Índice

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Agradecimentos</b> .....                                   | <b>vii</b>  |
| <b>Lista de Siglas e Acrónimos</b> .....                      | <b>ix</b>   |
| <b>Resumo</b> .....   | <b>xi</b>   |
| <b>Abstract</b> .....   | <b>xiii</b> |
| <b>Índice</b> .....   | <b>xv</b>   |
| <b>Índice de Figuras</b> .....                                | <b>xvii</b> |
| <b>Índice de Códigos</b> .....                                | <b>xix</b>  |
| <b>Índice de Tabelas</b> .....                                | <b>xxi</b>  |
| <b>Capítulo 1 - Introdução</b> .....                          | <b>1</b>    |
| 1.1 Enquadramento .....                                       | 1           |
| 1.2 Objetivo da dissertação.....                              | 2           |
| 1.3 Organização da dissertação.....                           | 3           |
| 1.4 Metodologia aplicada .....                                | 4           |
| <b>Capítulo 2 – Manutenção</b> .....                          | <b>5</b>    |
| 2.1 Conceitos fundamentais.....                               | 5           |
| 2.2 Normalização e legislação .....                           | 7           |
| 2.3 Evolução da manutenção.....                               | 10          |
| 2.3.1 Primeira geração .....                                  | 11          |
| 2.3.2 Segunda geração .....                                   | 11          |
| 2.3.3 Terceira geração .....                                  | 12          |
| 2.3.4 Quarta geração .....                                    | 13          |
| 2.3.5 Quinta geração.....                                     | 14          |
| 2.3.6 Sexta geração .....                                     | 14          |
| 2.4 Importância e objetivos da manutenção .....               | 15          |
| 2.5 Tipos de manutenção.....                                  | 18          |
| 2.5.1 Manutenção preventiva .....                             | 22          |
| 2.5.1.1 Sistemática .....                                     | 23          |
| 2.5.1.2 Condicionada.....                                     | 25          |
| 2.5.2 Manutenção corretiva .....                              | 27          |
| 2.6 Custos e impactos da manutenção .....                     | 29          |
| <b>Capítulo 3 – Ferramentas da Gestão da Manutenção</b> ..... | <b>31</b>   |
| 3.1 Plano de Manutenção Preventivo.....                       | 31          |
| 3.1.1 Inventariação.....                                      | 33          |
| 3.1.1.1 Codificação do inventário.....                        | 34          |
| 3.1.1.2 Identificação e seleção.....                          | 34          |

|  |  |            |
|--|--|------------|
| 3.1.2  | Realização de diagnósticos.....                            | 38         |
| 3.1.3  | Ficha de equipamento.....                                  | 39         |
| 3.1.4  | Definição de tarefas e periodicidade das intervenções..... | 40         |
| 3.1.5  | Ordens de Trabalho.....                                    | 40         |
| 3.1.6  | Planos de manutenção.....                                  | 41         |
| 3.1.7  | Indicadores de manutenção.....                             | 42         |
| 3.2  | Gestão de sobressalentes.....                              | 44         |
| 3.3  | <i>Software</i> de gestão da manutenção.....               | 48         |
| <b>Capítulo 4 – A Empresa.....</b>                                     |  | <b>51</b>  |
| 4.1  | Descrição da atividade.....                                | 51         |
| 4.2  | Recursos humanos.....                                      | 53         |
| 4.3  | Recursos infraestruturas e equipamentos.....               | 55         |
| 4.4  | Práticas de manutenção iniciais.....                       | 63         |
| <b>Capítulo 5 – Caso de estudo.....</b>                                |  | <b>65</b>  |
| 5.1  | Elaboração de um Plano de Manutenção Preventivo.....       | 65         |
| 5.2  | Desenvolvimento da aplicação EZM.....                      | 68         |
| 5.2.1  | Levantamento de requisitos.....                            | 69         |
| 5.2.2  | Apresentação dos módulos.....                              | 70         |
| 5.2.2.1  | Menu Principal.....  | 70         |
| 5.2.2.2  | Ficha de Equipamento.....                                  | 71         |
| 5.2.2.3  | Ordem de Trabalho.....                                     | 83         |
| 5.2.2.4  | <i>Dashboard</i> .....                                     | 97         |
| 5.2.2.5  | Administração.....   | 100        |
| <b>Capítulo 6 - Conclusões e Trabalhos Futuros.....</b>                |  | <b>103</b> |
| 6.1  | Conclusões.....  | 103        |
| 6.2  | Trabalhos futuros.....                                     | 105        |
| <b>Referências.....</b>  |  | <b>107</b> |
| <b>Apêndices.....</b>  |  | <b>113</b> |
| Apêndice A – Pontuações para avaliação do IC.....                      |  | 113        |
| Apêndice B – Plano de manutenção por viatura.....                      |  | 114        |
| Apêndice C – Procedimentos de manutenção.....                          |  | 121        |
| Apêndice D – Listas de verificação.....                                |  | 124        |
| Apêndice E – <i>Script</i> da aplicação EZM: Ficha de Equipamento..... |  | 127        |
| Apêndice F – <i>Script</i> da aplicação EZM: Ordem de Trabalho.....    |  | 134        |
| Apêndice G – <i>Script</i> da aplicação EZM: <i>Dashboard</i> .....    |  | 140        |
| Apêndice H – <i>Script</i> da aplicação EZM: Administração.....        |  | 140        |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1</i> - Evolução da Manutenção .....   | 10 |
| <i>Figura 2</i> - Tipo de organização de manutenção .....  | 18 |
| <i>Figura 3</i> - Tipos de organização de manutenção por métodos.....                                  | 18 |
| <i>Figura 4</i> - Tipos de estratégia de manutenção .....  | 19 |
| <i>Figura 5</i> - Fatores que influenciam a escolha do tipo de manutenção.....                         | 20 |
| <i>Figura 6</i> - Classificação por multicritério de tipos de manutenção.....                          | 22 |
| <i>Figura 7</i> - Conceito de manutenção baseada na condição .....                                     | 25 |
| <i>Figura 8</i> - Passos da manutenção corretiva .....   | 28 |
| <i>Figura 9</i> - Diagrama do custo mínimo .....   | 30 |
| <i>Figura 10</i> - Fluxograma das etapas para a elaboração de um PMP.....                              | 32 |
| <i>Figura 11</i> - Codificação de equipamentos.....  | 34 |
| <i>Figura 12</i> - Distribuição de equipamentos, segundo a curva ABC.....                              | 35 |
| <i>Figura 13</i> - Fatores que influenciam os indicadores de manutenção.....                           | 42 |
| <i>Figura 14</i> - Localização da sede da STEP .....   | 52 |
| <i>Figura 15</i> - Organograma da STEP .....   | 53 |
| <i>Figura 16</i> - Secção de caldeiraria .....   | 56 |
| <i>Figura 17</i> - Secção de caldeiraria: pormenor da gilhotina e calandra.....                        | 57 |
| <i>Figura 18</i> - Secção de soldadura .....   | 57 |
| <i>Figura 19</i> - Secção de torno e maquinação .....  | 58 |
| <i>Figura 20</i> - Departamento de mecânica.....   | 59 |
| <i>Figura 21</i> - Departamento de eletricidade.....   | 60 |
| <i>Figura 22</i> - Ferramentaria .....   | 61 |
| <i>Figura 23</i> - Armazém: interior .....   | 61 |
| <i>Figura 24</i> - Armazém: exterior .....   | 62 |
| <i>Figura 25</i> - Representação de parte da frota existente na STEP .....                             | 62 |
| <i>Figura 26</i> - Módulo Menu Principal .....   | 70 |
| <i>Figura 27</i> - Módulo Ficha de Equipamento .....   | 71 |
| <i>Figura 28</i> - Módulo Ficha de Equipamento: fórmula da Matrícula/Número de Série.....              | 74 |
| <i>Figura 29</i> - Módulo Ficha de Equipamento: fórmula Contato da oficina/Contato do fornecedor ..... | 74 |
| <i>Figura 30</i> - Módulo Ficha de Equipamento: fórmula da Classe .....                                | 75 |
| <i>Figura 31</i> - Módulo Ficha de Equipamento: fórmula do Código completo .....                       | 76 |
| <i>Figura 32</i> - Submódulo Anexos.....   | 80 |
| <i>Figura 33</i> - Módulo Ordem de Trabalho .....  | 83 |
| <i>Figura 34</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Iniciado Em/Previsto Iniciar Em.....           | 87 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura 35</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Concluído Em/Previsto Concluir Em87                                      |     |
| <i>Figura 36</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do separador Trabalhos de Manutenção/Trabalhos de Manutenção previstos..... | 88  |
| <i>Figura 37</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do separador Mão de obra/Mão de obra prevista.....                          | 88  |
| <i>Figura 38</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Nº horas/Preço unitário .....  | 88  |
| <i>Figura 39</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula da Unidade .....  | 89  |
| <i>Figura 40</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula das Horas total/Preço total .....   | 89  |
| <i>Figura 41</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Total horas.....   | 89  |
| <i>Figura 42</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Material/Material previsto .....   | 90  |
| <i>Figura 43</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Preço total.....   | 90  |
| <i>Figura 44</i> - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Total custo .....  | 90  |
| <i>Figura 45</i> - Submódulo OT Geral: fórmulas para os indicadores técnicos.....  | 93  |
| <i>Figura 46</i> - Submódulo OT Geral: fórmula do TITR .....   | 94  |
| <i>Figura 47</i> - Submódulo OT Geral: fórmula do TDTR .....   | 94  |
| <i>Figura 48</i> - Submódulo OT MO .....   | 95  |
| <i>Figura 49</i> - Submódulo OT MO: fórmula do Total horas.....  | 95  |
| <i>Figura 50</i> - Submódulo OT MO: fórmula do Total custo horas .....   | 96  |
| <i>Figura 51</i> - Submódulo OT MO: fórmula do Total serviço externo.....  | 96  |
| <i>Figura 52</i> - Submódulo OT Material .....   | 96  |
| <i>Figura 53</i> - Submódulo OT Material: fórmula do Preço total.....  | 97  |
| <i>Figura 54</i> - Módulo <i>Dashboard</i> : indicadores económicos, técnicos e organizacionais .....                            | 98  |
| <i>Figura 55</i> - Módulo <i>Dashboard</i> : outros indicadores.....   | 99  |
| <i>Figura 56</i> - Módulo Administração .....  | 100 |

## Índice de Códigos

|   |     |
|---|-----|
| Código 1 - Módulo Menu Principal: abre a aplicação no módulo Menu .....                     | 70  |
| Código 2 - Módulo Ficha de Equipamento: verifica alteração no campo Ativo .....             | 71  |
| Código 3 - Módulo Ficha de Equipamento: verifica alteração no campo Código sequencial ..... | 72  |
| Código 4 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub <i>Equip_Load</i> .....                         | 72  |
| Código 5 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub <i>Equip_New</i> .....                          | 73  |
| Código 6 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub <i>Add_EquipPic</i> .....                       | 74  |
| Código 7 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub <i>Show_EquipPic</i> .....                      | 75  |
| Código 8 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub <i>GenerateSingleQRCode</i> .....               | 76  |
| Código 9 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub <i>Equip_SaveNew</i> .....                      | 77  |
| Código 10 - Módulo Ficha de Equipamento: verifica alteração dos dados do ativo .....        | 78  |
| Código 11 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub <i>Equip_CancelNew</i> .....                   | 78  |
| Código 12 - Submódulo Anexos: Sub <i>Attach_Add</i> .....                                   | 79  |
| Código 13 - Submódulo Anexos: Sub <i>Attach_Filter</i> .....                                | 80  |
| Código 14 - Submódulo Anexos: Sub <i>Attach_FilterClear</i> .....                           | 80  |
| Código 15 - Submódulo Anexos: Sub <i>Attach_Refresh</i> .....                               | 81  |
| Código 16 - Submódulo Anexos: Sub <i>Attach_Open</i> .....                                  | 81  |
| Código 17 - Submódulo Anexos: Sub <i>Attach_ShowAll</i> .....                               | 82  |
| Código 18 - Submódulo Anexos: Sub <i>Attach_Delete</i> .....                                | 82  |
| Código 19 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub <i>EquipDelete</i> .....                       | 83  |
| Código 20 - Módulo Ordem de Trabalho: verifica alteração no campo OT .....                  | 84  |
| Código 21 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>OT_Load</i> (geral) .....                      | 84  |
| Código 22 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>OT_Load</i> (mão de obra e material) .....     | 85  |
| Código 23 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>OT_New</i> .....                               | 85  |
| Código 24 - Módulo Ordem de Trabalho: verifica alteração no campo Ativo .....               | 86  |
| Código 25 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>SaveGeral</i> (geral) .....                    | 91  |
| Código 26 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>SaveGeral</i> (material) .....                 | 91  |
| Código 27 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>SaveGeral</i> (mão de obra) .....              | 92  |
| Código 28 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>OT_Save</i> .....                              | 92  |
| Código 29 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>OT_CancelNew</i> .....                         | 93  |
| Código 30 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub <i>OT_Delete</i> .....                            | 97  |
| Código 31 - Módulo <i>Dashboard</i> : Sub <i>Dashboard_Refresh</i> .....                    | 100 |
| Código 32 - Módulo Administração: Sub <i>BrowseEquipFolder</i> .....                        | 101 |



## Índice de Tabelas

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - <i>Entidades que representam os Organismos de Normalização</i> .....                               | 8  |
| Tabela 2 - <i>Classificação de intervenções de manutenção por níveis</i> .....                                | 17 |
| Tabela 3 - <i>Tipos de manutenção identificadas</i> .....   | 21 |
| Tabela 4 - <i>Vantagens e desvantagens da manutenção preventiva sistemática</i> .....                         | 23 |
| Tabela 5 - <i>Critérios de avaliação do índice criticidade</i> .....  | 36 |
| Tabela 6 - <i>Classificação da criticidade e tipo de manutenção a adotar</i> .....                            | 37 |
| Tabela 7 - <i>Critérios da matriz GUT</i> .....   | 37 |
| Tabela 8 - <i>Exemplo de apoio à implementação da matriz GUT</i> .....  | 38 |
| Tabela 9 - <i>Exemplos de indicadores de manutenção</i> .....   | 43 |
| Tabela 10 - <i>Vantagens e desvantagens de um software interno</i> .....                                      | 49 |
| Tabela 11 - <i>Vantagens e desvantagens de um software comercial</i> .....                                    | 49 |
| Tabela 12 - <i>Seleção dos ativos pela ferramenta Tabelas de Criticidade – IC e respetivos rankings</i> ..... | 66 |
| Tabela 13 - <i>Viaturas colocadas sob um PMP</i> .....  | 67 |



# Capítulo 1 - Introdução

Neste capítulo é apresentado o enquadramento do caso de estudo no âmbito do desenvolvimento de um sistema de controlo da manutenção numa Pequena ou Média Empresa (PME). De seguida, são definidos os objetivos do caso de estudo e apresentada a estrutura da presente dissertação. Por último é abordada a metodologia utilizada.

## 1.1 Enquadramento

Um parque de equipamentos está sujeito a um processo de deterioração, quer seja este natural da idade ou condicionado pelo funcionamento para o qual foi concebido, uns em maior e outros em menor velocidade, acabando todos, inevitavelmente, por falhar. Com o aumento dos padrões de qualidade nos produtos finais ou na prestação de serviços, surge a necessidade de uma resposta rápida e competitiva às expectativas dos clientes através da implementação de novos serviços como fontes de vantagens competitivas alternativas. É neste contexto que a manutenção emerge como uma estratégia a ser adotada pelas organizações.

A manutenção é um fenómeno que teve um intenso crescimento nas últimas décadas, tendo evoluído rapidamente de algo de pouca importância para uma preocupação estratégica dentro das organizações, sendo, atualmente, reconhecida e valorizada. Por outro lado, a evolução dos sistemas de produção conduziu à necessidade de novas formas de organização que assente nas boas práticas e de ferramentas eficazes que permitam gerir o fluxo de dados e garantir o funcionamento adequado e seguro das instalações e equipamentos.

De acordo com Gulati (2013), o termo “melhores práticas” é uma ideia que afirma a existência de técnicas, métodos ou processos com uma base bem fundamentada e com informações organizadas. Quando implementadas de forma adequada, melhora o desempenho e eficiência dessa área específica. O autor salienta que o termo é bastante subjetivo uma vez que, para algumas organizações, pode ser apenas uma mera rotina ou uma prática comum e, para outras, pode ser a melhor prática porque a que está implementada não é eficaz na obtenção dos resultados desejados.

O Plano de Manutenção Preventivo (PMP) é um dos processos que deve assentar nas boas práticas e englobar uma série de ações como aplicação de lubrificantes, inspeções e reparações programadas nos equipamentos que permita manter os efeitos de deterioração e desgaste no mínimo.

Segundo Smith e Mobley (2003), os dois elementos principais da manutenção preventiva de intervalos fixos são o procedimento e a disciplina. O procedimento tem como propósito garantir que as tarefas corretas foram efetuadas e que os lubrificantes corretos foram aplicados. A disciplina exige que todas as tarefas sejam planeadas e controladas para que tudo seja feito no momento certo.

A utilização de *software* vocacionado para o planeamento e controlo das tarefas de manutenção tem ganho cada vez maior importância, nomeadamente na utilização do quadro sinóptico (*Dashboard* em inglês). Esta ferramenta permite ao gestor de manutenção possuir informações adicionais sobre os indicadores determinantes de eficiência ou ineficiência com os quais pode avaliar as alterações necessárias à manutenção da organização tornando-a mais eficiente e competitiva.

## **1.2 Objetivo da dissertação**

A presente dissertação pretende desenvolver um sistema de gestão da manutenção de ativos para uma PME que não possua a capacidade de investir na aquisição de um *software* de gestão de manutenção ou que considere que o investimento não se justifica dada a sua dimensão.

O sistema irá passar pelo desenvolvimento e implementação de um plano de manutenção preventiva, procedimentos, listas de verificação e de uma aplicação em *Microsoft® Excel®* que auxilie na recolha e gestão de dados das ações de manutenção realizadas. A aplicação irá incluir módulos de criação de fichas de equipamento, de planeamento de intervenções de manutenção preventiva sistemática e indicadores de manutenção para apoio à tomada de decisão, quer do tipo organizacional, técnico ou económico.

Com a realização do trabalho, as organizações passarão a dispor de uma solução funcional e automatizada, possibilitando uma gestão mais eficiente do parque de equipamentos instalado nas suas oficinas.

### 1.3 Organização da dissertação

Esta dissertação é composta por seis capítulos, sendo apresentado no primeiro o enquadramento do caso de estudo realizado, definido o objetivo e explicada a metodologia adotada.

O segundo capítulo consistiu em efetuar uma breve revisão da literatura sobre a temática da manutenção, passando pela definição de conceitos fundamentais, alinhados pelas normas europeias e a legislação portuguesa e a sua evolução desde os seus primórdios até à atualidade. É ainda destacada a sua importância e finalidade na indústria, seguido de uma breve exposição dos vários tipos de manutenção existentes bem como os custos e impactos que lhes estão associados.

No terceiro capítulo são abordados os conceitos principais que suportaram o caso de estudo, nomeadamente a metodologia para a elaboração de um PMP e as ferramentas relacionadas com a análise e gestão das atividades de manutenção num sistema informatizado. São ainda abordados conceitos relacionados com a gestão de sobressalentes.

No quarto capítulo procedeu-se à caracterização da empresa STEP Consolidated, Lda ao nível de atividade, recursos humanos, infraestruturas e equipamentos. Posteriormente, é efetuada uma análise à situação inicial relativa à manutenção e gestão da manutenção evidenciado a problemática das políticas de manutenção praticadas.

No quinto capítulo é divulgado o modelo de criticidade de equipamentos adotado e são desenvolvidos PMP para os ativos considerados críticos, procedimentos de manutenção para as tarefas mais comuns e listas de verificação semanais, mensais e anuais. Finalmente é apresentada, de forma minuciosa, uma aplicação de manutenção desenvolvida no *Microsoft® Excel®* para a gestão da informação dos ativos e de dados das intervenções de manutenção, onde serão carregados os planos de manutenção, procedimentos e as listas de verificação criadas.

Por fim, o sexto capítulo é dedicado às conclusões obtidas na elaboração da presente dissertação, apontando algumas dificuldades encontradas e finalizando com propostas de trabalhos futuros.

## 1.4 Metodologia aplicada

A metodologia adotada para o desenvolvimento desta dissertação está dividida nas seguintes etapas:

- 1º Pesquisa bibliográfica dos conceitos genéricos e dos aspetos de maior relevância sobre a temática da manutenção, em particular da manutenção preventiva;
- 2º Levantamento e recolha de informação dos ativos utilizados no processo produtivo;
- 3º Reuniões com as partes interessadas para definição dos objetivos e premissas da proposta de um sistema de controlo;
- 4º Estudo da criticidade dos ativos para posterior seleção;
- 5º Elaboração de planos de manutenção preventiva dos ativos selecionados;
- 6º Elaboração de procedimentos de manutenção e listas de verificação;
- 7º Desenvolvimento de uma aplicação no *Microsoft® Excel®*, com os seguintes módulos:
  - Ficha de equipamento;
  - Ordem de Trabalho;
  - *Dashboard*;
  - Administração.
- 8º Medição dos tempos de manutenção e levantamento dos recursos utilizados para preenchimento da aplicação.

# Capítulo 2 – Manutenção

Na literatura existem diversos autores que se dedicam à conceitualização da manutenção e vários são os conceitos que surgem entre autores e normas técnicas. Com origem no latim, *Manutentio* é formado pelas palavras *manus* (mão) e *tentione* (agarrar ou segurar) e significa o ato de segurar na mão. Este conceito adquire múltiplos sentidos conforme o seu enquadramento pois “a manutenção é um conceito dinâmico, envolto num constante movimento de mudança” (Pinto, 2002).

Neste sentido, na secção 2.1, abordar-se-ão os vários conceitos de manutenção segundo autores nacionais, internacionais e normas técnicas. Na secção 2.2 é feita uma abordagem ao conceito de normalização e legislação, seguido de uma breve história da temática na secção 2.3. Na secção 2.4 é analisado a importância e os objetivos da atividade. Na secção 2.5 faz-se referência aos diferentes tipos de manutenção, cujos custos e impactos são abordados na secção 2.6.

## 2.1 Conceitos fundamentais

Segundo Assis (1997), “a manutenção constitui um conjunto de ações empreendidas com o objetivo de repor o sistema avariado nas condições operacionais de novo”. O autor ainda acrescenta que “a manutenção é o resultado do *design* do sistema”. Já Cabral (2006) define manutenção como:

o conjunto das ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, de maneira a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, e tudo a um custo global otimizado.

No que concerne aos autores internacionais, Dunn (2003) define o conceito de manutenção como “um plano a longo prazo, que atenda todos os aspetos da gestão da manutenção e que inclua planos de ação para alcançar o estado futuro desejado para a função manutenção”. Ben-Daya et al. (2016) definem a manutenção como “a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, destinadas a preservar o bem ou restaurá-lo a um estado em que possa executar a função requerida”.

Ao nível das normas europeias, existe um consenso na sua definição uma vez que a maioria dos países europeus utiliza normas europeias harmonizadas (e.g. UNE EN 13306:2018; NF EN 13306:2018; BS EN 13306:2017; DIN EN 13306:2018). Em Portugal, a Norma Portuguesa NP EN 13306:2007 referente à terminologia da manutenção define a manutenção como a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”. A Norma Francesa NF X60-000 complementa com o aspeto económico e considera que uma boa manutenção é assegurar essas operações a um custo mínimo possível.

A par da definição de manutenção, outros conceitos são seguidamente definidos, segundo a NP EN 13306:2007:

- Função requerida: “função ou uma combinação de funções de um bem, consideradas como necessárias para fornecer um dado serviço”;
- Bem: “qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que pode ser considerado individualmente”. No presente trabalho também é utilizado termos como “equipamentos”, “órgãos” e “ativos” como equivalentes ao termo “bem”.
- Falha ou avaria: é um acontecimento que resulta da “cessação da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida”; as avarias, por sua vez, podem originar dois tipos de estados nos bens: em falha total ou em parcial;
- Em falha total: “quando há a cessação de todas as funções requeridas”;
- Em falha parcial: “estado de falha que pode permitir ao bem cumprir algumas, mas não todas as funções requeridas”;
- Sobressalentes ou peças de substituição: “bem destinado a substituir um bem correspondente, de forma a restabelecer a função requerida de origem”;
- Fiabilidade: “aptidão de um bem para cumprir uma função requerida, sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo”;
- Disponibilidade: “aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida e condições determinadas, em dado instante ou durante determinado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários meios exteriores”. É usual distinguir-se a disponibilidade intrínseca da disponibilidade operacional. A disponibilidade intrínseca é o resultado das suas características de fiabilidade e manutibilidade. Na disponibilidade operacional estão integradas as características intrínsecas em conjunto com as políticas de gestão de manutenção adotadas pela organização (Pinto, 2002);

- Manutibilidade: “aptidão de um bem sob condições de utilização definidas de ser mantido ou repostado num estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições determinadas, utilizando procedimentos e meios prescritos”. Segundo Assis (1997), a manutibilidade é um parâmetro de conceção e de fabricação e que pode ser expressa em termos de:
  - Frequência de manutenção: probabilidade de um bem necessitar de ser intervencionado mais que um determinado número de vezes num determinado período;
  - Tempo de manutenção: probabilidade de um bem retomar à função requerida dentro de um determinado período;
  - Custo de manutenção: probabilidade de que o custo da intervenção não exceda um valor estabelecido num determinado período.

## **2.2 Normalização e legislação**

A Norma Portuguesa NP EN 45020:2009 (Normalização e atividades correlacionadas; Vocabulário geral) define normalização como:

a atividade destinada a estabelecer, face a problemas reais ou potenciais, disposições para utilização comum e repetida, tendo em vista a obtenção do grau ótimo de ordem, num determinado contexto. Consiste, de um modo particular, na formulação, edição e implementação de Normas.

A normalização é criada, desenvolvida e promovida pelas e para as partes interessadas através do emprego de normas. A NP EN 45020:2009 define norma como “documento, estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que define regras, linhas de orientação ou características para atividades ou seus resultados, destinadas à utilização comum e repetida, visando atingir um grau ótimo de ordem, num dado contexto.” A aplicação das normas é de forma voluntária, exceto quando mencionadas na legislação ou em contratos que definem requisitos técnicos que determinam o seu cumprimento (Instituto Português da Qualidade [IPQ], 2009).

São inúmeros os benefícios que resultam da atividade normativa, sendo indicados em seguida os mais significativos (IPQ, 2009):

- Melhor adequabilidade e rigor de produtos, processos e serviços aos fins para os quais foram concebidos;

- Promoção da qualidade de vida ao nível da segurança, saúde e preservação do meio ambiente;
- Proteção dos interesses das partes interessadas, nomeadamente os dos consumidores, ao garantir a adequada qualidade nos serviços e bens;
- Simplificação na comunicação entre as partes interessadas.

Os documentos normativos como normas, especificações técnicas, relatórios técnicos, guias e acordos técnicos são elaborados pela Comissão Técnica de Normalização (CT) ou por Subcomissões Técnicas (SC) e/ou em Grupos de Trabalho (GT). As CT são criadas pelos Organismos de Normalização Internacionais, Europeus e Nacionais que, por sua vez, são representadas pelas entidades apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - *Entidades que representam os Organismos de Normalização*

| <b>Internacional</b>                          | <b>Europeu</b>  | <b>Nacional</b>                        |
|---|---|--|
| ISO - Organismo Internacional de Normalização | CEN - Comité Europeu de Normalização                          | IPQ - Instituto Português da Qualidade |
| IEC - Comissão Electrotécnica Internacional   | CENELEC - Comité Europeu de Normalização Electrotécnica       |  |
|   | ETSI - Instituto Europeu de Normalização das Telecomunicações |  |

Fonte: Elaboração própria

A nível nacional, cada país elege uma entidade para o seu Organismo Nacional de Normalização (ONN). Como exemplos de ONN podem ser referidos a *Association Française de Normalisation* (AFNOR), a *American National Standards Institute* (ANSI), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e ainda o Instituto Português da Qualidade (IPQ) em Portugal (IPQ, 2009). Uma vez elaborada, o IPQ aprova e homologa como Normas Portuguesa. Estas possuem o prefixo NP, seguidas de número de identificação e ano correspondente (IPQ, 2009). Estas podem possuir as seguintes designações caso resultem da tradução de Normas Europeias:

- NP EN – normas portuguesas, que adotam uma norma europeia;
- NP EN ISO – normas portuguesas que adotam uma norma Europeia, as quais resultam de uma Norma Internacional.

Regra geral, as normas são designadas segundo o formato de prefixo alfabético seguido de código numérico.

A legislação aplicável e os requisitos normativos da manutenção, para além de assegurarem o bom funcionamento dos equipamentos, também estão associados a atividades regulamentares de segurança dos equipamentos e proteção ambiental. Alguns exemplos destas atividades (Cabral, 2009) são:

- Inspeção e certificação de extintores;
- Teste e certificação de mangueiras;
- Teste e certificação de reservatórios de pressão;
- Inspeção de postos de transformação;
- Inspeção a cabos de aço;
- Testes e inspeção a equipamentos de elevação;
- Inspeção a sistemas de deteção e combate a incêndios.

O referencial normativo que suporta a atividade de manutenção baseia-se em normas portuguesas ou, na sua ausência, em normas europeias ou internacionais harmonizadas, que variam consoante as diferentes áreas de atuação. Segue-se alguns exemplos e uma breve síntese do âmbito de cada uma delas:

- NP EN 13306:2007 – Terminologia da manutenção: define os termos utilizados na matéria de serviços de manutenção;
- NP EN 13269:2007 – Manutenção. Instruções para a preparação de contratos de manutenção: apresenta orientações para os contratos de prestação de serviços de manutenção;
- NP EN 15341:2009 – Manutenção. Indicadores de desempenho da manutenção (KPI): é um documento com equações consideradas mais expressivas na área da gestão e que permitem avaliar o desempenho e controlar atividade de manutenção;
- NP EN 13460:2009 – Manutenção. Documentação para a Manutenção: estipula um conjunto da documentação necessária e especifica os requisitos de cada um desses documentos;
- NP 4483:2009 – Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção: especifica requisitos para um sistema de gestão da manutenção;
- NP 4492:2010 – Requisitos para a prestação de serviços de manutenção: estabelece requisitos para que os prestadores de serviço possam otimizar o seu desempenho de acordo com as necessidades e objetivos do cliente.

## 2.3 Evolução da manutenção

A prática de manutenção remonta desde o início da Idade do Ferro, época a qual ficou caracterizada pela metalurgia do ferro. Com a abundância deste minério, surgiram os chamados ferreiros que trabalhavam e moldavam o ferro. O constante aperfeiçoamento da técnica de extração e de fundição do metal para se criar metais com propriedades superiores resultou na produção do aço (mistura de ferro e carbono). Esta liga metálica, devido à sua elevada resistência, passou a ser a mais utilizada industrialmente contribuindo para o papel crucial no desenvolvimento de ferramentas para a agricultura, pecuária, construção civil e demais atividades de produção (Spoerl, 2004).

Avançando na cronologia da história da humanidade, entre 1760 e 1840, surgiu na Inglaterra o período denominado por Revolução Industrial. Este período transformou o que era antes uma economia de base agrícola e artesanal, numa economia de base industrial e mecanizada (Ricardo & Cabral, 2019). A utilização das máquinas a vapor e a introdução de processos de fabrico permitiram um grande desenvolvimento tecnológico e a produção em larga escala (Goitia, 1996). Como consequência, começaram a surgir as primeiras avarias e a necessidade de repará-las.

É neste ponto que, segundo a literatura, se demarca o início da evolução da manutenção. A maioria dos autores divide a evolução da manutenção em quatro partes, denominadas por gerações. Têm surgido autores como Kardec e Nascif (2012) e, mais recentemente, Trombeta (2017) a fazerem referência a uma 5ª geração. Um resumo da evolução destas gerações de manutenção pode ser observado na Figura 1.

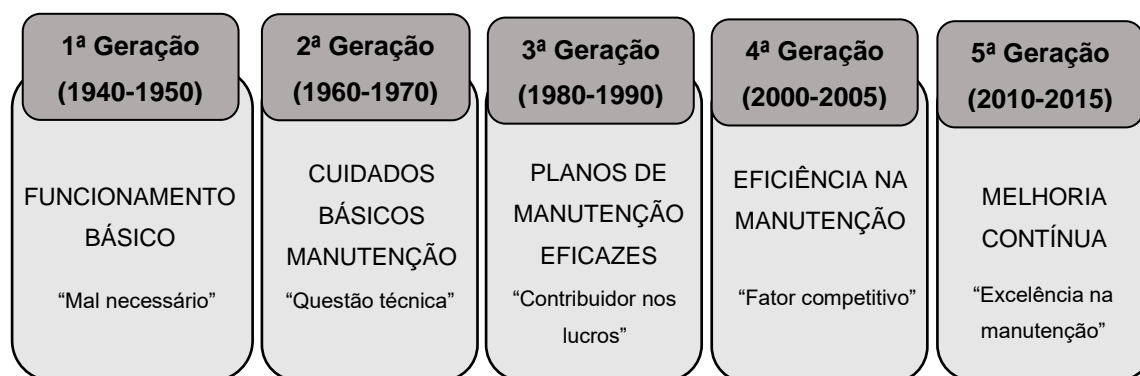


Figura 1 - Evolução da Manutenção

Fonte: Adaptado de Trombeta (2017)

### **2.3.1 Primeira geração**

A primeira geração (1940-1950), decorreu no período anterior à Segunda Guerra Mundial, em que a manutenção era retratada como um “mal necessário” e os equipamentos eram, em geral, simples, robustos, sobredimensionados e de baixa produtividade (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

Nesta época, a capacidade de produção era maior que as necessidades ditadas pela procura devido ao excesso de mão de obra, pelo que os eventuais tempos de paragens existentes não eram considerados problemáticos e, por isso, alvo de melhorias. Como havia poucos recursos e ferramentas, as reparações e substituições eram apenas tratadas quando necessário e no mais curto espaço de tempo possível (Pintelon & Parodi-Herz, 2008). Estas intervenções eram efetuadas pelos técnicos que operavam as máquinas que, por sua vez, ensinavam a outros que iriam eventualmente ocupar o seu lugar (Ben-Daya et al., 2016). As eventuais ações de manutenção preventiva limitavam-se apenas a prestar serviços de limpeza e lubrificação, menosprezando o planeamento e otimização da manutenção dos equipamentos.

Este tipo de mentalidade de recorrer apenas a técnicas de manutenção corretivas originava desperdícios, perdas de tempo e custos desnecessários (Trombeta, 2016). No entanto, era suficiente para satisfazer as necessidades da indústria da época.

### **2.3.2 Segunda geração**

Na segunda geração (1960-1970), que compreendeu o período desde a Segunda Guerra Mundial até aos anos 70, a manutenção começou a ser apontada como uma “questão técnica” (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

O anterior excesso de mão de obra transformou-se em escassez no final da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) devido aos milhares de vidas perdidas como resultado da guerra. Paralelamente a esta escassez, houve um aumento da procura de todo o tipo de bens, levando ao desenvolvimento da mecanização, assim como, ao aumento da complexidade das infraestruturas e equipamentos industriais (Moubray, 2010). O aumento da dependência da indústria mecanizada e consequente bom funcionamento das máquinas, intensificou também a necessidade de garantir uma maior disponibilidade e fiabilidade. Foi nesta altura que o conceito de manutenção preventiva surgiu e começou a ser considerada com mais atenção (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

Muitas organizações começaram a reconhecer o valor da manutenção preventiva, destacando a manutenção preventiva sistemática na prevenção de algumas falhas, e passaram a integrar programas que consistiam em intervenções nos equipamentos em intervalos definidos. Como resultado, os custos da manutenção aumentaram consideravelmente em comparação com os outros custos operacionais. Assim, para além dos programas de manutenção, foram também criados sistemas de planeamento e controlo de manutenção (Kardec & Nascif, 2012) a fim de assegurar que os custos acarretados não ultrapassassem os estipulados pelas organizações.

A principal preocupação passou a ser em determinar, com base nos dados históricos dos equipamentos, o período adequado para realização da manutenção preventiva. A importância desta informação levou à criação de um ramo denominado por Fiabilidade (Pintelon & Parodi-Herz, 2008). Alguns exemplos de ferramentas de Fiabilidade desenvolvidas neste período são: análise Weibull, análise de Árvore de Falhas (FTA – *Fault Tree Analysis*), análise de modo e efeitos de falha (FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis*) e Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM – *Reliability Centred Maintenance*).

Para além da filosofia RCM que tem como objetivo a preservação da função do bem, nasceu outra denominada por Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*) que pretende maximizar tanto os recursos financeiros como a qualidade dos produtos.

### **2.3.3 Terceira geração**

Na terceira geração (1980-1990), a manutenção passou a ser entendida como um “contribuidor nos lucros” para a indústria (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

Nos finais dos anos 70 e inícios dos anos 80, os equipamentos tornaram-se mais complexos. Consequentemente, o padrão de falha dos componentes individuais alterou as características de falha de equipamentos mais simples. Como deixou de ser possível relacionar o modo de falha com a idade do equipamento, as ações de manutenção preventiva passaram a ter um uso limitado na melhoria da fiabilidade destes equipamentos (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

No início dos anos 90, os avanços tecnológicos dos computadores, comunicações, recolha de dados e, em particular, no desenvolvimento de sensores que monitorizam o estado dos componentes do sistema, permitiram o aparecimento de métodos de análises de falhas e a diagnósticos de avarias mais rápidos (Ben-Daya et al., 2016). As ações de manutenção

começaram a ser baseadas em função do estado dos equipamentos em vez da idade e das condições de utilização, isto é, passaram a ser baseadas na Manutenção Condicionada.

Começaram a ser implementadas técnicas de monitorização e análise de falhas como inspeções visuais, calibrações e medições sem que houvesse a necessidade de remover a unidade do sistema. Outrora, estas técnicas eram apenas economicamente viáveis e reservadas a bens de alto-risco, como aviões e centrais nucleares (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

A tendência para a monitorização em função do estado dos bens na terceira geração permitiu garantir uma maior disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos, uma adequada relação custo/benefício e, simultaneamente, contribuir para a proteção do meio ambiente (Kardec & Nascif, 2012).

#### **2.3.4 Quarta geração**

Na quarta geração (2000-2005), a manutenção tornou-se num “fator competitivo” (Pintelon & Parodi-Herz, 2008) uma vez que a redução de custos inerentes à produção começou a ser um ponto de diferenciação entre organizações, elevando o nível de competitividade entre elas. Dunn (2003) refere que fatores como padrões de segurança, comportamentos proactivos, tecnologias de informação e o custo total do ciclo de vida impulsionaram o aparecimento desta geração.

A quarta geração abraçou a Manutenção Condicionada o que levou ao aumento da monitorização das condições dos equipamentos, à diminuição de manutenções preventivas sistemáticas e à redução de manutenções de carácter corretivo. Esta última começou a ser considerada como um indicador de ineficiência da manutenção (Kardec & Nascif, 2012).

Em 2002, surgiu o conceito de Gestão de Ativos que, segundo a ISO 55001:2014, é “usado pela organização para direccionar, coordenar e controlar as atividades de gestão de ativos”. A Gestão de Ativos tem como propósito maximizar a capacidade de produção para obter o melhor retorno sobre os ativos (*ROA – Return on Assets*) ou retorno sobre o investimento (*ROI – Return On Investment*) (Kardec & Nascif, 2012), procurando o envolvimento de todos os intervenientes e áreas da organização.

### 2.3.5 Quinta geração

A quinta geração (2010-2015), segundo Trombeta (2017), aufere o termo “excelência na manutenção” quando alia os dois conceitos: a manutenção com o de Gestão de Ativos. O autor menciona que a excelência é alcançada através da integração e coordenação de vários processos e funções dentro da organização, com o intuito de tornar a tomada de decisão o mais rápida possível e proporcionar um serviço ou produto de qualidade de modo a garantir a satisfação dos clientes.

Trombeta (2017) identifica algumas vantagens com a aplicação da Gestão de Ativos em conjunto com a manutenção, salientando as seguintes:

- Planeamento financeiro mais eficiente;
- Valorização da função Manutenção;
- Otimização eficiente de equipamentos;
- Aumento da eficiência global do equipamento, do termo inglês *OEE (Overall Equipment Effectiveness)*;
- Aplicação da Gestão de Riscos como tarefa diária;
- Tomada de decisão baseada em informações documentadas e fidedignas.

Por sua vez, Kardec e Nascif (2012) apontaram as seguintes principais características desta geração:

- Aumento da manutenção condicionada e monitorização da condição do bem *online* e *offline*;
- Implementação de melhorias que visam à redução de falhas;
- Participação de todos os envolvidos e interessados durante a fases de projeto, aquisição, instalação, operação e manutenção;
- Excelência na engenharia de manutenção.

### 2.3.6 Sexta geração

A sexta geração (2016-presente) ainda não foi abordada na literatura pelo que a autora a intitula como “Manutenção inteligente”. Esta geração surgiu no enquadramento da atual Quarta Revolução Industrial. Também conhecida como Indústria 4.0, é um sistema tecnológico complexo que se destaca particularmente pela total digitalização dos ativos físicos e na sua integração em sistemas digitais (PricewaterhouseCoopers [PwC], 2016).

Este conceito tem permitido a incorporação de novas tecnologias para a função Manutenção, nomeadamente com a massificação de sensores nos ativos físicos (Virtualização), o uso da internet para comunicarem entre si (*Internet of Things – IoT*), a capacidade de gerir grandes quantidades de dados (*Big Data Analytics*) e a inteligência artificial (*Artificial Intelligence - AI*) para tratar esses dados e transformá-los em informação útil para os responsáveis pela Manutenção (Martínez, 2018). Os ativos que possuem esta capacidade são denominados por Sistemas Ciber-Físicos e permitem o acompanhamento em tempo real, auxiliando na tomada de decisão sem a necessidade de interferência humana (PwC, 2016).

Esta mudança de paradigma também tem associado avultados investimentos e riscos na segurança digital e de proteção de dados das organizações uma vez que o fluxo constante de informação entre sistemas torna-os suscetíveis a ataques por piratas informáticos (CGI, 2019).

## **2.4 Importância e objetivos da manutenção**

A manutenção tem-se tornado num elemento estratégico para alcançar os objetivos e metas definidas pelas organizações. As exigências progressivas para a melhoria da qualidade dos serviços ou produtos e a legislação a exigir normas ambientais e de segurança cada vez mais rigorosas têm determinado a importância crescente da manutenção (Pintelon & Parodi-Herz, 2008). A automação e a evolução tecnológica dos equipamentos, bem como o aumento dos custos da manutenção dos mesmos também têm sido apontados como forças motrizes para o aumento da importância da manutenção (Brito, 2003).

Autores como Galar et al. (2017) apresentam outros benefícios de uma manutenção bem gerida:

- Assegura que o bem execute a sua função;
- Aumenta a vida útil do bem;
- Maior disponibilidade.

Por outro lado, uma manutenção inexistente ou desadequada, apesar de aparentar uma poupança a curto prazo, irá mais tarde acarretar custos devido à ocorrência de falhas inesperadas, desgaste mais rápidos dos órgãos do bem e tempos de reparação mais longos. Além disso, pode também ter um impacto na relação com o cliente se os prazos de entrega estipulados não forem cumpridos (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

Uma manutenção inexistente ou desadequada pode resultar em mais consequências para a organização, nomeadamente (Galar et al., 2017):

- Perda do valor do bem;
- Despesas inesperadas;
- Acidentes de trabalho;
- Perda de produtividade.

A manutenção requer um compromisso de recursos quando envolvida num ambiente competitivo. As desvantagens por efeito da imprópria alocação de recursos para a manutenção podem ser geridas através do planeamento e tomada de decisões apoiadas e bem fundamentadas. Neste sentido, uma alocação correta de recursos permite garantir, através da escolha apropriada de combinações de ações de manutenção, uma maior fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

A decisão de adotar a prática de manutenção deve passar por traçar primeiramente os respetivos objetivos. Estes dependem “do tipo de organização, das suas características, do patamar organizativo e do seu contexto” (Cabral, 2009). Segundo Mobley (2004), a manutenção possui, em termos gerais, os seguintes objetivos:

- Máxima utilização de recursos de manutenção: exploração máxima de todos os recursos, sejam eles humanos, tecnológicos, infraestruturas, materiais ou energéticos. Isto permite obter uma melhor relação de custo/eficiência;
- Alta disponibilidade: assegurar que todos os equipamentos estejam sempre disponíveis;
- Boas condições de funcionamento: garantir que os equipamentos estejam sempre em boas condições de funcionamento pois qualquer falha pode comprometer a qualidade do produto, a rapidez da produção ou influenciar outros fatores que limitem o desempenho geral da produção;
- Aumento de vida útil: a criação e implementação de planos de manutenção permite contribuir significativamente para o aumento da vida útil e da capacidade produtiva;
- Mínimo de sobressalentes: a redução do número de sobressalentes no inventário reduz custos e evita desperdícios. Com recurso a um *software* de gestão, e aliada a uma estratégia de manutenção preventiva, é possível antecipar a necessidade de um equipamento específico ou sobressalente e adquiri-lo em antemão;
- Rápida reação: um plano de manutenção com listas de verificação pré-definidas ajuda a diminuir os tempos de diagnóstico.

Segundo a norma AFNOR NF X60-010, as intervenções de manutenção podem ser classificadas por 5 níveis, conforme caracterizadas na Tabela 2.

Tabela 2 - *Classificação de intervenções de manutenção por níveis*

| <b>Nível</b> | <b>Intervenções</b>   | <b>Responsável</b>                         | <b>Ferramentas necessárias</b>                                      | <b>Meios de apoio</b>   |
|--------------|---|--|---|---|
| 1            | Intervenções simples previstas pelo fabricante: afinações sem abertura ou desmontagem do bem e substituição simples de órgãos | Operador do equipamento                    | Nenhuma   | Instruções do manual de utilização do equipamento                                     |
| 2            | Operações simples de manutenção preventiva (lubrificação e limpeza) e controlo de funcionamento                               | Operador/<br>Técnico de qualificação média | Ferramentas definidas no manual                                     | Instruções de utilização e de conservação   |
| 3            | Diagnóstico e reparações de avarias por substituição de componentes   | Técnico especializado                      | Ferramentas e aparelhos de medição; Banco de ensaio; Sobressalentes | Instruções de utilização e de manual de manutenção                                    |
| 4            | Todos os trabalhos de maior complexidade em manutenção corretiva e preventiva   | Equipa técnica especializada               | Máquinas de suporte técnico; Banco de ensaio                        | Toda a documentação geral ou particular aplicável à manutenção                        |
| 5            | Realização de revisões gerais (renovação, reconstruções ou reparações)  | Equipa técnica altamente especializada     | --  | Meios definidos pelo fabricante, próximos dos utilizados na construção do equipamento |

Fonte: Adaptado da norma NF X60-010 (citado de Calais et al., 2013)

Estas intervenções de manutenção possuem uma natureza indicativa, podendo cada organização estipular o número de níveis e correspondentes âmbitos de manutenção (Sobral, 2011). Os vários níveis de manutenção dependem não só das intervenções a executar, mas sobretudo das competências de quem as executa e dos meios de apoio disponíveis.

## 2.5 Tipos de manutenção

São vários os métodos de organização de manutenção. A Figura 2 retrata a organização adotada segundo a norma NP EN 13306:2007, em que se observa que as manutenções preventivas e corretivas se destacam como os tipos mais relevantes de manutenção.

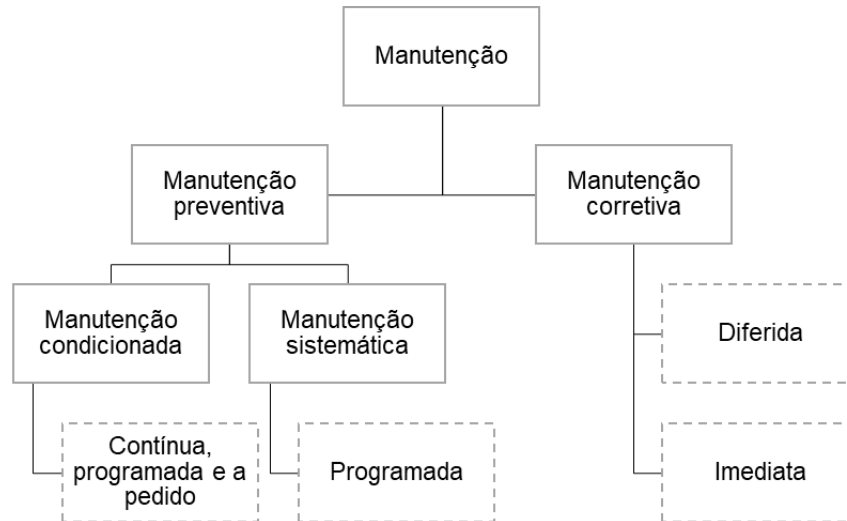


Figura 2 - Tipo de organização de manutenção

Fonte: Adaptado da Norma NP EN 13306:2007

De acordo com a Norma Inglesa BS 3811, a manutenção pode estar organizada por dois métodos: manutenção planeada ou manutenção não planeada (Figura 3).

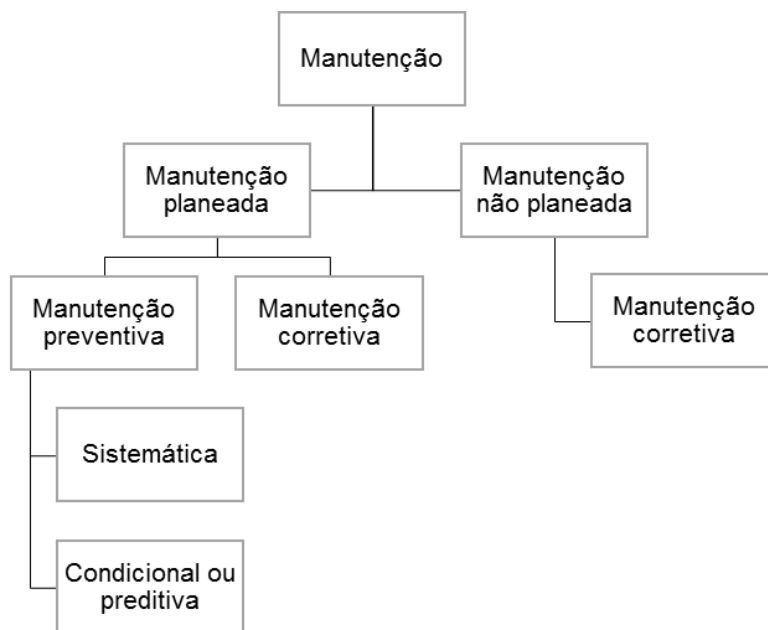


Figura 3 - Tipos de organização de manutenção por métodos

Fonte: Adaptado da Norma Inglesa BS 3811

A manutenção planeada é aquela em que o trabalho é realizado com preparação prévia, de acordo com um plano de manutenção, e onde existe um controlo de registos e de ações implementadas. Integram na manutenção planeada a manutenção preventiva e a manutenção corretiva, quando esta é diferida. Pelo contrário, a manutenção não planeada é aquela em que as avarias ocorrem de forma súbita e aleatória. Apenas a manutenção corretiva pertence a este método de organização (Sobral, 2011).

Para Pinto (2004), as intervenções podem ser classificadas segundo dois tipos de estratégias de manutenção: reativa ou proativa. Assim, designa-se por manutenção reativa as intervenções que são desencadeadas após o acontecimento de falha. De igual forma, as que são desencadeadas antes do aparecimento da falha, são denominadas por proativas. Um esquema representativo deste tipo de estratégias pode ser observado na Figura 4.



Figura 4 - Tipos de estratégia de manutenção

Fonte: Adaptado de Pinto (2004)

O autor introduz ainda o conceito de manutenção de melhoria que diz respeito a qualquer modificação ou alteração realizada nos equipamentos que vise melhorar a sua eficiência, adequabilidade a condições particulares, segurança e a sua atualização por incorporação de novas características (Cabral, 2006). Esta estratégia de manutenção de melhoria é considerada como manutenção planeada.

A escolha do tipo de manutenção influencia os requisitos e o âmbito do trabalho das intervenções e depende de diversos fatores mencionados na Figura 5.



*Figura 5 - Fatores que influenciam a escolha do tipo de manutenção*

Fonte: Adaptado de Viana (2014)

Face ao exposto, pode-se concluir que não existe consenso sobre a organização dos tipos de manutenção. Nesta ótica, os autores Trojan e Marçal (2017) elaboraram um estudo no sentido de tornar padrão as diversas terminologias e constataram que a terminologia utilizada na literatura, sobretudo no setor industrial, não estava a ser bem empregue. Os autores apresentaram as seguintes razões para este fato:

- Explicações pouco esclarecedoras ou disseminação incorreta da terminologia dos vários tipos de manutenção;
- Neologismo, devido essencialmente à tradução de outros idiomas;
- Nomenclatura inconsistente e em constante alteração, que depende dos autores e do contexto em que é apresentado.

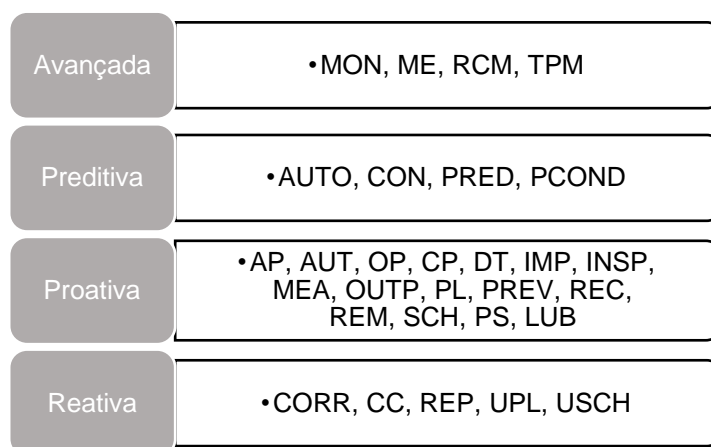
O estudo realizado teve por base oito artigos redigidos por diferentes autores, aos quais foram identificados 28 tipos de manutenção diferentes, conforme retratados na Tabela 3.

Tabela 3 - *Tipos de manutenção identificadas*

| <b>Tipos de Manutenção</b>  | <b>Abreviatura</b> |
|-----------------------------|--------------------|
| Dentro das instalações      | AP                 |
| Automática                  | AUTO               |
| Autónoma                    | AUTO               |
| Por oportunidade            | OP                 |
| Condicionada                | COM                |
| Corretiva                   | CORR               |
| Corretiva do tipo curativa  | CC                 |
| Corretiva do tipo paliativa | CP                 |
| Detetiva                    | DT                 |
| Melhoramentos               | IMP                |
| Inspeções                   | INS                |
| Lubrificações               | LUB                |
| Engenharia de manutenção    | ME                 |
| Medições                    | MEA                |
| Monitorização               | MON                |
| Fora das instalações        | OUTP               |
| Planeada                    | PL                 |
| Preditiva                   | PRED               |
| Preventiva                  | PREV               |
| Preventiva condicionada     | PCOND              |
| Preventiva sistemática      | PS                 |
| RCM                         | RCM                |
| Reconstruções               | REC                |
| Remota                      | REM                |
| Reparações                  | REP                |
| Programada                  | SCH                |
| TPM                         | TPM                |
| Não planeada                | UPL                |
| Não programada              | USCH               |

Fonte: Adaptado de Trojan e Marçal (2017)

Posteriormente, os vários tipos de manutenção encontrados foram organizados. Como resultado dessa organização, é apresentada na Figura 6 uma proposta de classificação segundo Trojan e Marçal (2017) para os diversos tipos de manutenção.



*Figura 6 - Classificação por multicritério de tipos de manutenção*

Fonte: Adaptado de Trojan e Marçal (2017)

### **2.5.1 Manutenção preventiva**

Segundo a NP EN 13306:2007, a manutenção preventiva é a “manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de um bem”. Como objetivos da manutenção preventiva, tem-se:

- Melhorar o capital do equipamento durante todo o seu ciclo de vida produtivo (Niebel, 1994) (citado em Dhillon, 2002);
- Prolongar o tempo de vida do equipamento (Ferreira, 1998);
- Reduzir as paragens críticas (Niebel, 1994) (citado em Dhillon, 2002);
- Diminuir consumos de energia (Sobral, 2011);
- Permitir um melhor planeamento e programação dos trabalhos de manutenção (Niebel, 1994) (citado em Dhillon, 2002);
- Facilitar a gestão de inventário (Ferreira, 1998);
- Promover a segurança e saúde do pessoal de manutenção (Niebel, 1994) (citado em Dhillon, 2002);
- Reduzir custos de manutenção (Sobral, 2011).

Algumas atividades de manutenção preventiva incluem: limpezas e lubrificações periódicas, inspeções e revisões segundo as recomendações do fabricante, calibrações e afinações, substituição de órgãos, reaperto e ensaios. Mais sobre esta temática, como a criação de PMP e que elementos são necessários para a sua elaboração, serão apresentados no capítulo seguinte.

Ao nível da manutenção preventiva distinguem-se dois tipos principais: a manutenção preventiva sistemática (baseada na idade) e a manutenção preventiva condicionada (baseada na condição).

### 2.5.1.1 Sistemática

Pela NP EN 13306:2007, a manutenção preventiva sistemática é “efetuada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem”. Brito (2003) identificou múltiplas vantagens e desvantagens para a prática da manutenção preventiva sistemática, conforme descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - *Vantagens e desvantagens da manutenção preventiva sistemática*

| Vantagens   | Desvantagens  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo já estipulados para cada intervenção de manutenção</li> <li>- Gestão financeira é simplificada uma vez que é possível identificar as principais intervenções e os custos que lhe estão associados</li> <li>- As intervenções e paragens são programadas de acordo com a produção, permitindo que os custos globais sejam inferiores quando comparados com as perdas de produção</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maiores custos devido à necessidade de desmontar o equipamento para inspeção</li> <li>- A abertura periódica dos equipamentos aumenta o risco de provocar possíveis danos</li> <li>- Custo mão de obra mais elevado pois as organizações optam por efetuar as intervenções aos fins-de-semana ou à noite, quando a produção está parada</li> <li>- A abertura pode incitar à substituição prematura de órgãos</li> </ul> |

Fonte: Adaptado de Brito (2003)

As intervenções desta natureza são apoiadas no conhecimento da lei da degradação do componente em causa e com um risco de falha assumido (Pereira & Sena, 2016). São ainda baseadas no comportamento do material e no tempo médio de funcionamento entre avarias (Sobral, 2011).

Este método pode ser igualmente aplicável nos seguintes casos:

- Equipamentos com custos de avaria elevados (Sobral, 2011);
- Equipamentos sujeitos a disposições legais (Sobral, 2011);
- Equipamentos cujas despesas vão aumentando de forma anormal ao longo do tempo (Sobral, 2011);
- Equipamentos que impliquem paragens longas na produção (Ferreira, 1998).

As ações de manutenção preventiva sistemática podem ser efetuadas segundo dois parâmetros: utilização e tempo.

O primeiro caso é mais adequado em setores de produção contínua ou de transportes, em que os equipamentos funcionam de forma contínua ou intermitente (Ben-Daya et al., 2016). A utilização do equipamento pode ser medida através do número de ciclos efetuados, quantidade de produtos fabricados, energia consumida, entre outros.

No segundo caso, as ações preventivas sistemáticas baseadas no tempo podem ser classificadas por três tipos (Ben-Daya et al., 2016):

- Tempo de calendário: o horário de início é fixo e as ações de manutenção são executadas num período estabelecido. Uma situação de aplicação deste tipo de medida é a substituição de componentes idênticos em cadeia;
- Tempo de funcionamento: o “relógio” é definido a zero quando o equipamento é colocado em funcionamento. As ações de manutenção preventiva são realizadas quando o equipamento atinge uma determinada idade;
- Tempo de utilização: o “relógio” é colocado “em pausa” quando o equipamento não está em uso. Um exemplo de aplicação são os motores de aeronaves que apenas apresentam o número de horas de voo.

As ações de manutenção sistemáticas efetuadas segundo o tempo de calendário são mais simples de serem implementadas do que as baseadas no tempo de funcionamento ou de utilização. Não obstante, esta última é geralmente mais optada, uma vez que tem em consideração a lei da degradação dos componentes (Ben-Daya et al., 2016).

### 2.5.1.2 Condicionada

A norma NP EN 13306:2007 define manutenção preventiva condicionada ou manutenção preditiva, como sendo “baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes”.

Ações de manutenção preventiva condicionada são realizadas quando indicadas por um fator de desgaste mensurável (Cruzan, 2009). Para tal, é necessário a compreensão dos mecanismos de falha, a posse de aparelhos ou de tecnologias de medição adequadas e o emprego de várias ferramentas de análise (Ben-Daya et al., 2016).

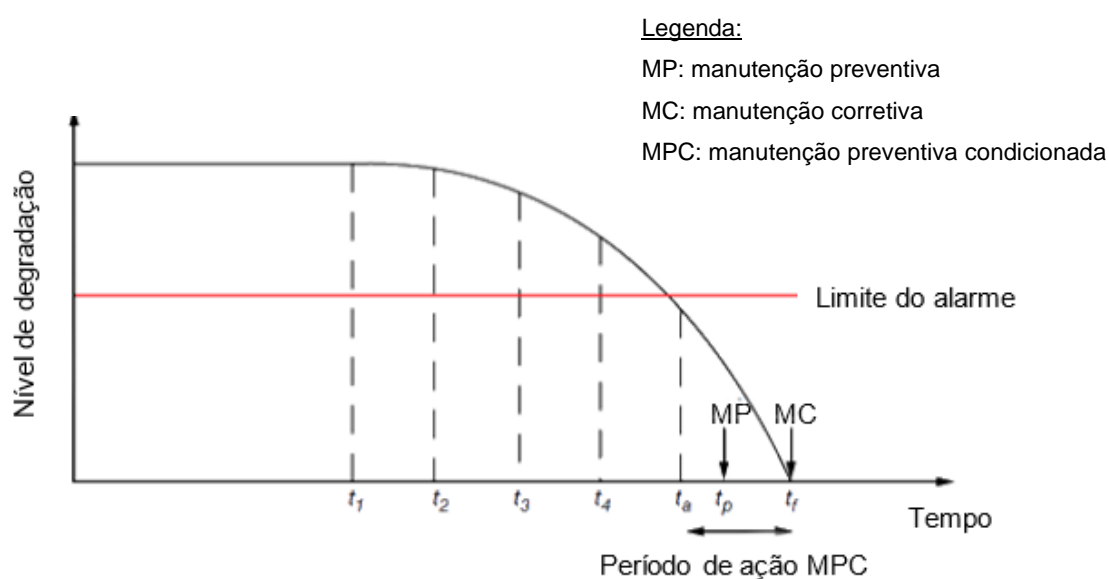


Figura 7 - Conceito de manutenção baseada na condição

Fonte: Adaptado de Ben-Daya et al. (2016)

A Figura 7 ilustra o conceito da manutenção baseada na condição. Examinando a Figura, verifica-se que o período de monitorização da degradação do componente ocorre nos instantes  $t_1$ ,  $t_2$ , e assim sucessivamente. O instante de inspeção  $t_a$  (intersecção da curva do nível de degradação do órgão com o limite do alarme) é o instante no qual se inicia o período de ações de manutenção preventiva condicionada. O instante  $t_p$  representa um possível início de uma ação de manutenção preventiva e  $t_f$  é o instante de falha caso nenhuma ação preventiva tenha sido tomada. A partir do instante  $t_f$ , é necessário executar ações de manutenção corretivas que usualmente são mais dispendiosas do que as ações preventivas, se estas (ações preventivas) tivessem sido prontamente executadas quando as condições eram favoráveis (Ben-Daya et al., 2016).

Este tipo de manutenção permite diminuir a probabilidade de falha e aumentar o desempenho do equipamento através da detecção prematura da deterioração de órgãos, proporcionando à equipa de manutenção mais tempo para intervir e executar ações corretivas (Levitt, 2011).

Os custos da prática de manutenção preventiva condicionada são mais elevados que os custos da prática de manutenção preventiva sistemática pelas seguintes razões:

- Apesar das ações de manutenção serem praticadas apenas quando é necessário, o custo da monitorização contínua da condição do equipamento acaba muitas vezes por ser superior à poupança obtida (Cruzan, 2009);
- Investimento inicial elevado na aquisição de tecnologias de informação, como sensores para a recolha de dados, suporte informático para a análise e tratamento de dados, entre outros (Ben-Daya et al., 2016).

É por isso necessário determinar quais os equipamentos importantes o suficiente para se justificar o investimento. Esta estratégia de manutenção é bastante fiável, mas fatores como a complexidade do ambiente produtivo, o interior do equipamento e mecanismos de avaria desconhecidos podem comprometer os resultados da medição (Niu & Pecht, 2009).

Para uma manutenção com uma boa relação custo/benefício, a manutenção preventiva condicionada é melhor implementada sob métodos de gestão de manutenção avançada. Segundo Zio (2009), a Manutenção Centrada na Fiabilidade é a ferramenta mais adequada quando as funções de um componente e a sua importância precisam de ser consideradas de igual modo.

A manutenção preventiva condicionada é uma das práticas mais utilizadas na manutenção industrial de manufatura e produção. As técnicas mais comuns aplicadas podem ser (Cruzan, 2009):

- Análise de vibrações;
- Ultrassons;
- Pressões,
- Medição de espessuras;
- Termografia;
- Outras técnicas não destrutivas.

## 2.5.2 Manutenção corretiva

Segundo NP EN 13306:2007, a manutenção corretiva ou curativa “é a manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria, e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar a função requerida”.

Esta norma faz distinção entre a manutenção corretiva diferida e a manutenção corretiva imediata. Quando a avaria não é crítica e não precisa de atenção imediata ou pode ser adiada, a ação de manutenção pode ser diferida para uma altura mais conveniente (Ben-Daya et al., 2016). As avarias cujas reparações nunca serão executadas, quer por motivos financeiros, quer por obsolescência do equipamento, também são consideradas como diferidas (Cruzan, 2009). No caso de a avaria ocorrer em equipamentos vitais para a produção ou acarretar riscos ambientais ou de segurança, a ação de manutenção necessita de ser executada de imediato (Ben-Daya et al., 2016).

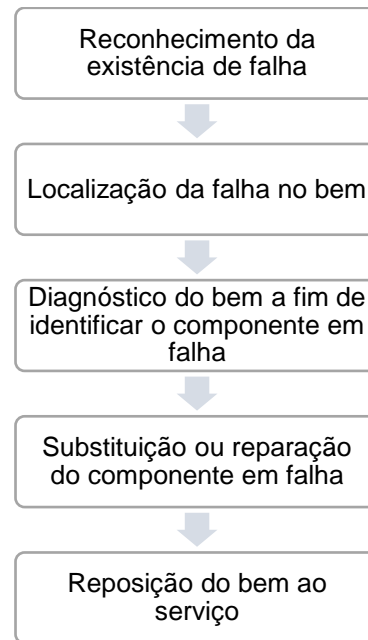
Outro tipo de prática de manutenção corretiva sugerida por Cruzan (2009) é a “trabalhar até falhar” e pode ser considerada quando as seguintes condições são atendidas:

- Equipamento que, por mais intervenções preventivas sejam realizadas, nunca irá exercer a função requerida (Ben-Daya et al., 2016);
- Equipamento cujo custo de substituição ou reparação seja de custo inferior ao da sua manutenção preventiva (Cruzan, 2009).

Segundo Dhillon (2002), a manutenção corretiva pode ser classificada em cinco categorias, sendo estas:

- Falha-reparo: o bem em falha é restaurado ao seu estado operacional;
- Aproveitamento: aproveitar os órgãos em bom estado dos bens não reparáveis e utilizá-los noutras reparações, revisões ou reconstruções;
- Reconstrução: restaurar um bem ao estado mais próximo do original de desempenho, vida útil expectável e aparência;
- Beneficiação: restaurar o bem ao seu estado operacional de acordo com os padrões de manutenção, usando a abordagem “inspecionar e reparar conforme apropriado”;
- Serviços complementares: estes podem ser necessários devido à ação de manutenção corretiva. Por exemplo, após a reparação de uma unidade de ar condicionado, pode haver a necessidade de efetuar uma recarga de gás refrigerante ao sistema.

Niebel (1994) (citado em Dhillon, 2002) sugere, em cinco passos sequenciais, o procedimento demonstrado na Figura 8 para a realização de uma manutenção corretiva.



*Figura 8 - Passos da manutenção corretiva*

Fonte: Adaptado de Niebel (1994) (citado em Dhillon, 2002)

Para que a ação de manutenção corretiva seja efetuada com a maior celeridade possível, Blanchard et al. (1995) (citado em Dhillon, 2002) propõem a adoção das seguintes estratégias:

1. Reconhecimento da falha: a identificação da falha é uma das variáveis que mais tempo consome nas manutenções corretivas. A presença de sensores que identificam falhas e de procedimentos de manutenção permite reduzir substancialmente o tempo de manutenção;
2. Órgãos intermutáveis: capacidade de um órgão poder ser utilizado em substituição de outro de características compatíveis, possibilitando a redução de tempos de paragens;
3. Redundância/reserva: a existência de um ou mais componentes que entram em serviço em caso de avaria do componente. Esta estratégia permite que o bem continue em operação enquanto o componente avariado é reparado ou substituído;
4. Flexibilidade/fácil acesso: a atenção à acessibilidade durante a fase da conceção pode ajudar a reduzir o tempo que a equipa de manutenção leva a chegar ao componente em falha;

5. Fatores humanos: a afixação de instruções e o posicionamento de mostradores e indicadores em áreas visíveis e com caracteres legíveis promove a redução dos tempos de manutenção corretiva.

Este tipo de manutenção produz melhores resultados quando empregue em situações não críticas, em que os custos envolvidos são menores, as consequências de insucesso são de pouca importância, nenhum risco de segurança é imediato e a identificação e reparação da avaria é rapidamente resolvida (Starr, 2000). De salientar que, mesmo em organizações que possuem um adequado PMP implementado, as ações de manutenção corretivas nunca poderão ser completamente eliminadas (Cruzan, 2009).

## **2.6 Custos e impactos da manutenção**

Com a finalidade de quantificar financeiramente o custo total da manutenção, é imprescindível conhecer os custos que lhe estão associados. Segundo Cabral (2006), os custos da manutenção podem ser agrupados em três categorias:

- Custos diretos: dizem respeito aos custos exclusivos e específicos do serviço de manutenção. Envolve o custo da mão de obra direta, materiais e outros custos associados diretamente com a intervenção como aluguer de equipamentos e custos inerentes ao desgaste das ferramentas e equipamentos. Estes custos variam conforme a intervenção de manutenção efetuada e são influenciados pela gravidade da falha e quantidade de tempo despendido na reparação do equipamento;
- Custos indiretos: estes ganham um lugar de relevância nesta área pela comparação com o famoso “icebergue dos custos” devido à complexidade na sua identificação e quantificação (Sobral, 2011). Traduzem-se em despesas como impostos, depreciações, seguros, horas extras, formações, acidentes pessoais, entre outras. Geralmente os custos indiretos são de maior valor quando comparados com outros custos e dependem do tipo de intervenção realizada;
- Custos de armazenamento: estão associados ao custo de armazenar bens durante um determinado período. Inclui o custo com o armazém (custo de serviços como água, eletricidade, aluguer, entre outros), custo de oportunidade (custo de oportunidade perdida em resultado de optar por uma ação em detrimento de outra) e o custo de obsolescência (custo com os bens armazenados quando se tornam obsoletos).

Tendo em consideração os custos acima descritos, o custo total da manutenção será a soma dos custos diretos, indiretos e os de armazenamento. O custo total aumenta com o tempo devido à degradação natural dos bens e do aumento dos custos laborais (Ben-Daya et al., 2016). Desta forma, a recolha e identificação destes custos são fundamentais para o controlo das ações de manutenção (Galar et al., 2017).

O impacto da manutenção preventiva nos custos varia consoante o número de intervenções realizadas. Demasiadas manutenções preventivas resultam no desperdício de meios humanos em inspeções adicionais e insuficientes manutenções preventivas implicam a ocorrência de avarias (Levitt, 2011). Na Figura 9 apresenta-se um diagrama para a determinação do custo mínimo de acordo com o aumento dos custos da manutenção preventiva.

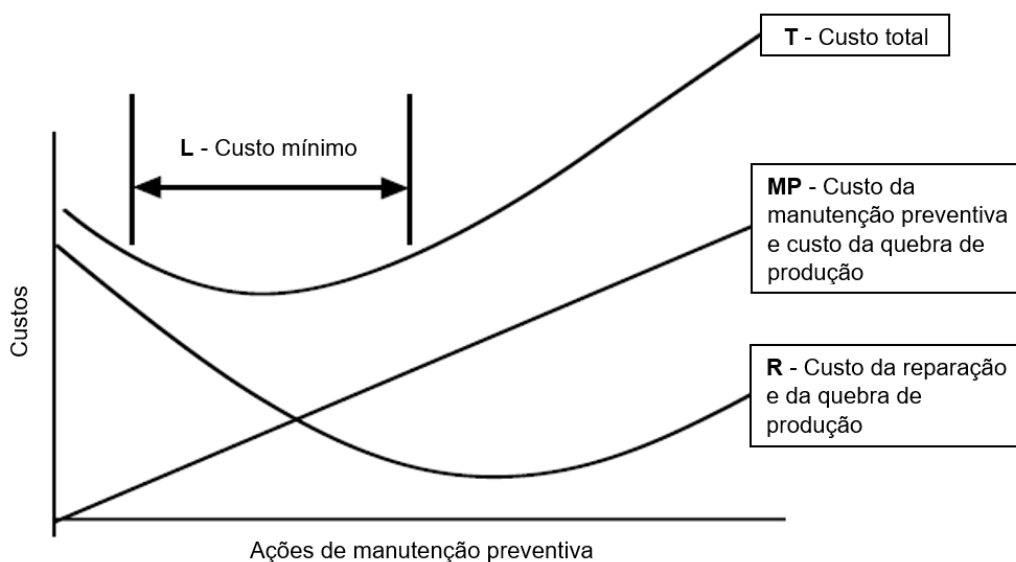


Figura 9 - Diagrama do custo mínimo

Fonte: Adaptado de Levitt (2011)

Como pode ser observado, os custos de manutenção preventiva e da perda de produção devido à imobilização do equipamento (MP) aumentam à medida que as tarefas vão sendo acrescentadas. Os custos da reparação e da perda de produção (R) diminuem com o aumento das ações de manutenção preventiva. Estes custos voltam a aumentar novamente quando as intervenções se tornam ineficientes. O custo total (T), que representa a soma do custo MP com o custo R, possui uma forma convexa indicando que existe um valor ótimo de intervenções de manutenção preventiva que permitem obter o custo mínimo (L). Fatores como custos de tempos de paragem, custos de sobressalentes e os perigos envolvidos na execução da intervenção podem afetar a forma das curvas (Galar et al., 2017).

# Capítulo 3 – Ferramentas da Gestão da Manutenção

É a gestão da manutenção que estabelece os objetivos e metas que visam obter o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, quer estes sejam de mão de obra, materiais ou equipamentos. A norma portuguesa NP EN 13306:2007 define o conceito de gestão da manutenção como:

todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluído os aspetos económicos.

Este capítulo destina-se a apresentar as ferramentas que apoiam a gestão da manutenção. Assim, na secção 3.1, apresentam-se as etapas propostas por Pinto (2016) para a elaboração de um PMP. Na secção 3.2, apresentam-se os modelos de revisão contínua e de revisão periódica, ambos orientados para as políticas de gestão de inventário. Finalmente, na secção 3.3, é destacada a importância da implementação de um sistema informatizado como suporte para as atividades de manutenção.

## **3.1 Plano de Manutenção Preventivo**

De acordo com Kardec e Nascif (2012), uma gestão de manutenção moderna deve estar sustentada por uma visão do futuro e dispor de processos de gestão que garantem a satisfação dos clientes como resultado da qualidade dos produtos e serviços. Isso implica uma definição e implementação de um PMP. Os planos de manutenção, como qualquer outro plano, seguem uma sequência de etapas.

No fluxograma da Figura 10 encontra-se descrito uma proposta de Pinto (2016) para a elaboração de um PMP. O fluxograma original foi ligeiramente modificado para estar de acordo com as restantes referências encontradas na literatura da especialidade (e.g. Gross, 2002; Dhillon, 2002; Cruzan, 2009; Levitt, 2011).

Neste sentido, a primeira etapa é a definição dos objetivos. Estes devem ser mensuráveis, atingíveis e realistas. Seguidamente, deve-se proceder à inventariação dos equipamentos e dos sobressalentes através da atribuição de códigos únicos. Durante esta etapa, Pinto (2016) recomenda que estes sejam inspecionados para auxiliar na seleção dos equipamentos que serão alvo de manutenção. Posteriormente, são delineadas as ações de manutenção preventiva com a respetiva atribuição de recursos (materiais, ferramentas especiais, pessoal técnico, entre outros). Uma vez implementado o PMP, é recomendável analisar os resultados através da aplicação de indicadores de manutenção para decidir qual a melhor estratégia a seguir.

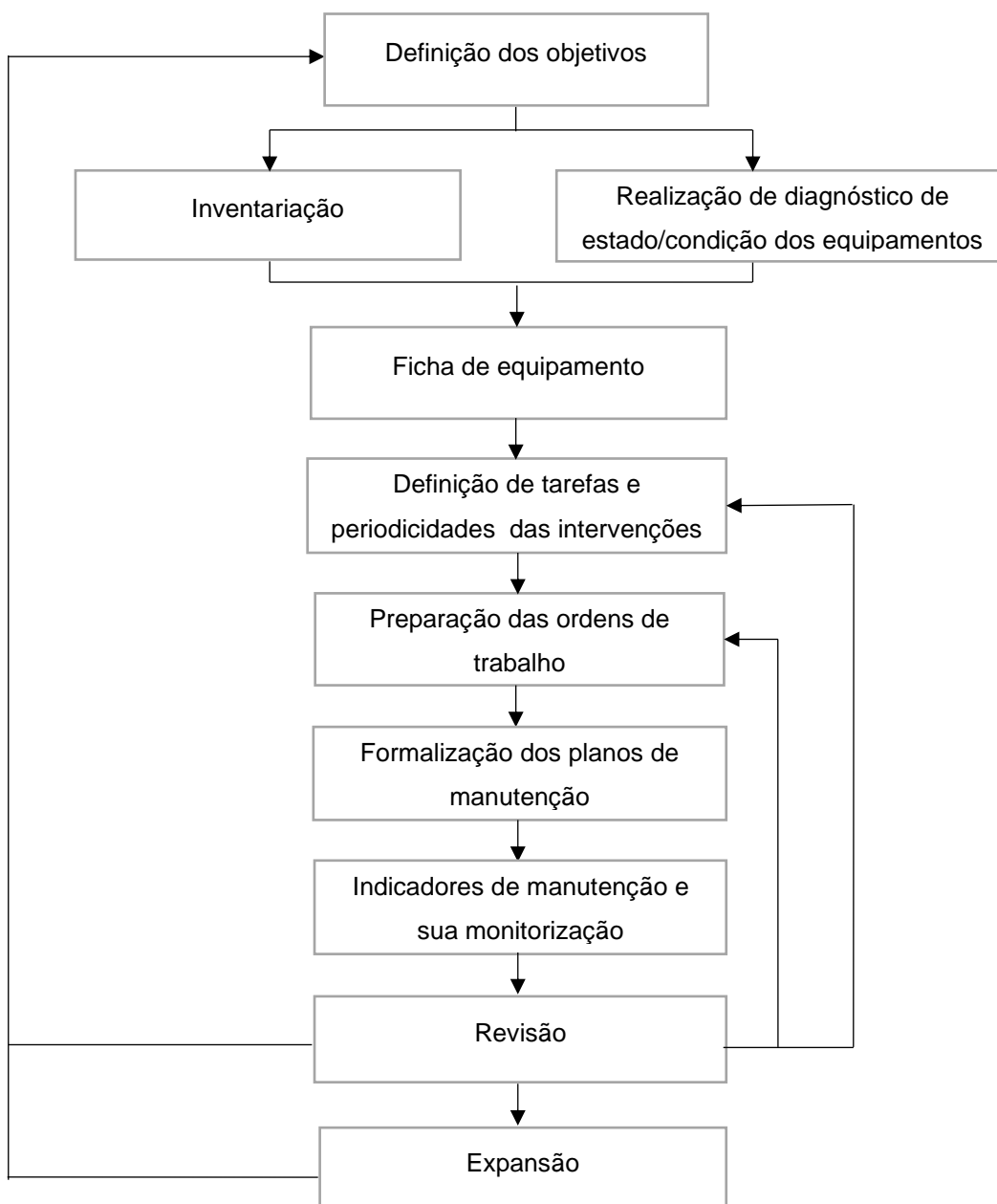


Figura 10 - Fluxograma das etapas para a elaboração de um PMP

Fonte: Adaptado de Pinto (2016)

Relativamente aos custos de implementação, estes dependem do PMP a adotar e podem ser classificados por custos pontuais ou custos contínuos (Levitt, 2011). Como custos pontuais, têm-se os seguintes:

- Modernização dos equipamentos;
- Treino e adaptação dos técnicos de manutenção;
- Custo do sistema para armazenar os dados;
- Custos indiretos do sistema de suporte (licenças, servidores, entre outros);
- Inserção de dados relevantes dos equipamentos no sistema;
- Trabalho inicial na elaboração de procedimentos, lista de tarefas e respetivas frequências;
- Aquisição de aparelhos de inspeção condicionada para monitorização das condições mecânicas, electropneumáticas e elétricas dos equipamentos e instalações.

Por sua vez, como custos contínuos tem-se:

- Meios humanos para a realização das tarefas de manutenção preventiva;
- Aquisição de sobressalentes;
- Investimentos adicionais na aquisição de aparelhos de manutenção condicionada;
- Ações de formação aos técnicos de manutenção;
- Meios humanos para manter e atualizar o sistema.

Segundo Cruzan (2009), os benefícios de um bom PMP são enormes quando comparados com o trabalho envolvido na elaboração e implementação do mesmo. No entanto, a manutenção preventiva não pode ser implementada eficazmente se não existir um esforço concentrado por parte de toda a equipa de manutenção (Pereira & Sena, 2016).

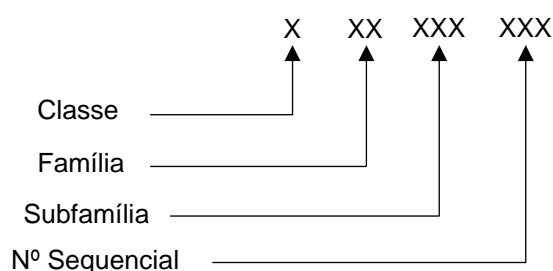
### **3.1.1 Inventariação**

A gestão de inventário de equipamentos e de sobressalentes é fundamental para a eficiência e produtividade das atividades de manutenção. Deve-se, portanto, primeiramente organizar o parque de equipamentos. Para tal, deverão ser seguidas as seguintes etapas para a elaboração de uma lista de inventário (Pinto, 2004):

1. Desenvolvimento de um sistema de codificação de inventário;
2. Identificação e seleção de equipamentos que irão ser objetos de manutenção.

### 3.1.1.1 Codificação do inventário

A codificação de equipamentos é essencial para a sua rastreabilidade uma vez que permite descrever as características dos equipamentos bem como os respectivos sobressalentes. Segundo Cabral (2006), a codificação deve ser abrangente de forma a contemplar qualquer tipo de equipamento e expansível para eventuais adições futuras. O autor refere ainda que a atribuição de um código deve ser constituída por classe, família e subfamília, seguido por um número sequencial, conforme retratado na Figura 11.



*Figura 11 - Codificação de equipamentos*

Fonte: Adaptado de Cabral (2006)

### 3.1.1.2 Identificação e seleção

Deve-se seguidamente proceder à identificação e seleção de equipamentos uma vez que se torna demasiado dispendioso implementar um PMP ao parque de equipamentos completo (Cruzan, 2009).

Segundo Pinto (2016), a prioridade deve ir para os equipamentos cuja operação é vital para o bom funcionamento do processo produtivo, ou seja, quando a sua não disponibilidade pode provocar atrasos, acidentes ou perdas nas vendas. Deve-se também ter em consideração os equipamentos que apresentam maiores custos de manutenção ou de inatividade causada por avarias, ou os equipamentos que apresentam uma maior frequência de paragens.

A curva ABC, tabelas de criticidade e matrizes são algumas das ferramentas que auxiliam na classificação de prioridades e, conseqüentemente, na tomada de decisão. De notar que o objetivo não é apresentar uma única solução classificada como a melhor, mas sim suportar a tomada de decisão através de recomendações. Seguidamente serão abordadas essas ferramentas, bem como as metodologias inerentes.

A curva ABC, também conhecida como Princípio de Pareto, constitui uma importante ferramenta na gestão e no controlo dos volumes de bens em inventário (Heizer & Render, 1999). Assim é denominada pois os bens são divididos em três classes baseadas na percentagem do número de bens acumulados: Classe A, B e C (Chu, Liang, & Liao, 2008).

No caso particular da manutenção, a curva ABC possui a sua utilidade, por exemplo, na determinação de prioridades de intervenções de equipamentos cujos custos de reparação são responsáveis por 80% dos custos totais da manutenção, permitindo assim um tratamento diferenciado em termos de planos de manutenção a adotar.

Este método, conforme ilustrado na Figura 12, demonstra que aproximadamente 20% do total dos equipamentos corresponde a cerca de 80% dos custos, integrando assim na Classe A (prioridade alta). A Classe B (prioridade média), que representa cerca de 15% do custo total, corresponde a próximo de 30% dos equipamentos. Os restantes 50% dos equipamentos pertencem à Classe C (prioridade baixa) e representam cerca de 5% do custo total.

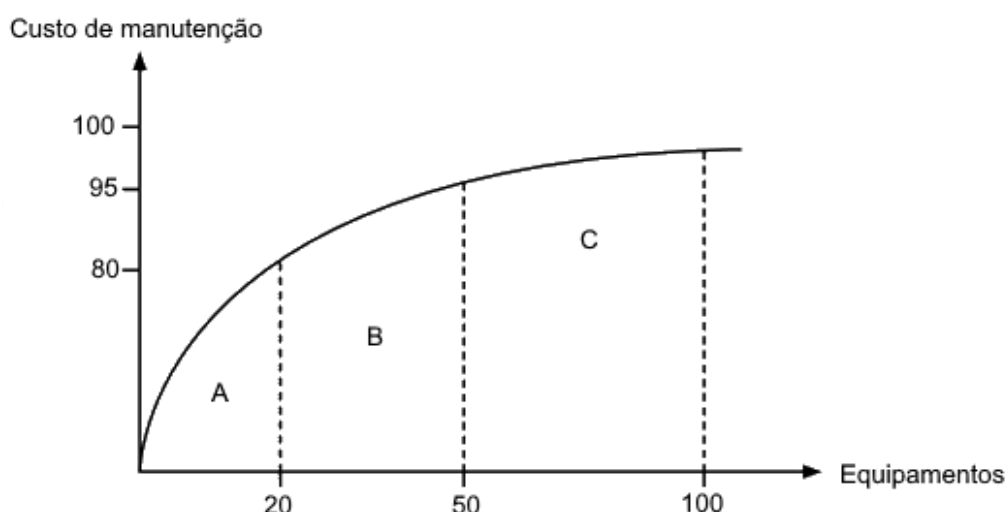


Figura 12 - Distribuição de equipamentos, segundo a curva ABC

Fonte: Adaptado de Gomes (2018)

Para elaboração da curva ABC, deverão ser seguidos os quatro passos descritos abaixo (Vaz et al., 2008):

- 1º passo: elaboração de uma lista com os todos os equipamentos, indicando os respetivos custos de manutenção;
- 2º passo: ordenar os equipamentos por ordem decrescente do custo de manutenção;

- 3º passo: determinar a percentagem do custo de manutenção de cada equipamento, dividindo o custo da manutenção do equipamento pelo valor total;
- 4º passo: proceder à classificação das classes: A, B ou C.

Relativamente às tabelas de criticidade, de acordo com o autor Pinto (2002) foi Fernando D'Alessio Ipinza que propôs uma metodologia que consiste na avaliação da criticidade dos equipamentos através da atribuição de pontuações em função de um conjunto de critérios de avaliação. Na Tabela 5 são apresentados os critérios de criticidade e as respetivas possíveis cotações.

Tabela 5 - Critérios de avaliação do índice criticidade

| Características                   | Condição          | Pontuação |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|
| 1. Efeito na produção             | Para              | 4         |
|                                   | Reduz             | 2         |
|                                   | Não para          | 0         |
| 2. Valor económico do equipamento | Alto              | 4         |
|                                   | Médio             | 2         |
|                                   | Baixo             | 1         |
| 3. Consequência da avaria         | a) Máquina em si  |           |
|                                   | Sim               | 2         |
|                                   | Não               | 0         |
|                                   | b) Ao processo    |           |
|                                   | Sim               | 3         |
|                                   | Não               | 0         |
| 3. Consequência da avaria         | c) Aos operadores |           |
|                                   | Risco             | 1         |
|                                   | Sem risco         | 0         |
| 4. Dependência logística          | Estrangeiro       | 2         |
|                                   | Local             | 0         |
| 5. Dependência de mão de obra     | Terceiros         | 2         |
|                                   | Própria           | 0         |
| 6. Probabilidade de avaria        | Alta              | 1         |
|                                   | Baixa             | 0         |
| 7. Manutibilidade                 | Alta              | 0         |
|                                   | Baixa             | 1         |
| 8. Flexibilidade e redundâncias   | Simplex           | 2         |
|                                   | By-Pass           | 1         |
|                                   | Dupla             | 0         |

Fonte: Adaptado de Pinto (2002)

Após cada equipamento ter sido avaliado, são somadas as pontuações de forma a obter o valor de Índice de Criticidade (IC). A partir destes índices, que variam de uma escala entre 0 e 22, são estabelecidos os graus de criticidade e o tipo de manutenção a adotar, conforme consta na Tabela 6.

Tabela 6 - *Classificação da criticidade e tipo de manutenção a adotar*

| IC      | Grau de criticidade | Tipo de Manutenção a adotar |
|---------|---------------------|-----------------------------|
| 20 - 22 | Crítica             | Manutenção Preventiva       |
| 14 - 19 | Importante          | Manutenção Preventiva       |
| 7 - 13  | Conveniente         | Manutenção Corretiva        |
| 0 - 6   | Opcional            | Manutenção Corretiva        |

Fonte: Adaptado de Pinto (2002)

Por fim, a matriz GUT é uma ferramenta geralmente utilizada para definir prioridades nos equipamentos com avarias tendo em consideração a gravidade (G – *Gravity*), a urgência (U – *Urgency*) e a tendência (T – *Trend*) no sistema produtivo (Farinha, 2018).

A Tabela 7 retrata os critérios de avaliação utilizados na matriz GUT. Este método utiliza pontuações de forma semelhante às tabelas de criticidade, permitindo classificar as pontuações das avarias após estas terem sido tratadas.

Tabela 7 - *Crítérios da matriz GUT*

| Pontuação | Gravidade                                   | Urgência               | Tendência                                 |
|-----------|---|------------------------|---|
| 5         | Prejuízos/Consequências extremamente graves | Imediata               | Dano é imediato                           |
| 4         | Prejuízos/Consequências são muito graves    | Com alguma urgência    | Dano irá piorar a curto prazo             |
| 3         | Prejuízos/Consequências são graves          | O mais rápido possível | Dano irá piorar a médio prazo             |
| 2         | Prejuízos/Consequências são pequenas        | Quando conveniente     | Dano irá piorar a longo prazo             |
| 1         | Prejuízos/Consequências não são graves      | Não é urgente          | Dano não irá piorar, podendo até melhorar |

Fonte: Adaptado de Farinha (2018)

Farinha (2008) propõe o preenchimento do exemplo ilustrado na Tabela 8 para auxiliar na implementação da matriz GUT.

Tabela 8 - Exemplo de apoio à implementação da matriz GUT

| Empresa:                      |  |   |   |   |       |           |
|-------------------------------|--|---|---|---|-------|-----------|
| Processo/Sistema/Equipamento: |  |   |   |   |       |           |
| Sintomas da avaria            |  | G | U | T | Total | Sequência |
| 1                             |  |   |   |   |       |           |
| 2                             |  |   |   |   |       |           |
| 3                             |  |   |   |   |       |           |
| ...                           |  |   |   |   |       |           |

Fonte: Adaptado de Farinha (2018)

Após atribuição da pontuação, é calculada a prioridade que pode ser obtida através da seguinte expressão:

$$\text{Total} = G \times U \times T \quad (1)$$

De acordo com o resultado, deverá ser estabelecida a sequência de prioridades por ordem decrescente.

### 3.1.2 Realização de diagnósticos

Pinto (2016) recomenda que a realização de diagnósticos dos equipamentos seja realizada em paralelo com a inventariação de modo a obter uma percepção do estado dos equipamentos e das condições de segurança necessárias para a execução dos trabalhos de manutenção. Segundo o autor, deve-se ter em atenção os seguintes aspetos:

- Existência de danos;
- Sinais de degradação;
- Montagens mal executadas;
- Funcionamentos deficientes;
- Particularidades relacionadas com a componente de segurança (necessidade de andaimes, ausência de iluminação, entre outros).

A recolha desta informação deverá servir como fonte para a identificação e seleção dos equipamentos e de servir, igualmente, como referência para as ações necessárias para a elaboração do PMP.

### 3.1.3 Ficha de equipamento

Uma vez identificados os equipamentos que irão ser alvos de um PMP, deverá ser recolhida e compilada toda a documentação técnica associada a estes. O nível de detalhe necessário irá depender dos objetivos estabelecidos pela organização. De uma forma geral, na ficha de equipamento deverá constar a seguinte informação (Pinto, 2016):

- Designação do equipamento;
- Marca;
- Modelo;
- Nº de série;
- Características técnicas (tensão operacional, potência ativa e aparente, entre outros);
- Classe/família/subfamília;
- Código do equipamento;
- Localização;
- Operadores;
- Formação dos operadores;
- Data de aquisição;
- Data de montagem/colocação em serviço;
- Operações de verificação, inspeção e ensaio;
- Certificados;
- Manual de operação;
- Manual de manutenção;
- Desenhos;
- Declaração de conformidade CE;
- Marcações CE;
- Histórico das intervenções;
- Lista de sobressalentes.

Para Cruzan (2009), as fichas de equipamento devem estar sempre acessíveis sob a forma de *dossier* ou em formato digital para evitar a necessidade de se deslocar ao parque de equipamentos para obtenção de informações. Por exemplo, em caso de necessidade de substituição de um órgão, o acesso rápido ao modelo e número de série do equipamento irá tornar o processo de encomenda de sobressalentes mais simples e prático.

### **3.1.4 Definição de tarefas e periodicidade das intervenções**

Equipamentos diferentes irão necessitar de uma manutenção preventiva com diferentes tarefas e periodicidades. É recomendável seguir as indicações do fabricante/construtor para assegurar a eficácia da atividade de manutenção e obter os resultados desejáveis (Cruzan, 2009).

Caso o equipamento não disponha de um manual ou a informação não esteja acessível no *site* do fabricante/construtor, Cabral (2009) aconselha que se deve especificar uma periodicidade relativamente grande e vir a encurtar esse período. Devem ser feitas as tentativas necessárias até ser encontrado um padrão aceitável e economicamente viável.

O registo do histórico de intervenções irá também auxiliar na determinação da periodicidade (Gross, 2002). De acordo com Cuignet (2006), a definição das tarefas de manutenção irá permitir:

- Preparar com antecedência os recursos necessários;
- Coordenar as tarefas com as várias especialidades (mecânica ou eletricidade, por exemplo);
- Prever a necessidade de medidas de segurança adicionais.

### **3.1.5 Ordens de Trabalho**

Segundo a norma Portuguesa NP EN 13460:2009, as Ordens de Trabalho (OT) são documentos que contém toda a informação relacionada com a atividade de manutenção e interliga com outros documentos necessários para a realização de trabalhos de manutenção.

A OT é uma das ferramentas mais ricas em informação que visa melhorar a eficácia e a produtividade nos trabalhos de manutenção (Palmer, 2006). Cabral (2006) menciona que a OT possui como principais funções:

- Reencaminhar o pedido de intervenção para a área de intervenção técnica;
- Fornecer uma descrição das tarefas a executar;
- Fornecer estimativas dos custos dos meios humanos e materiais;
- Registar as tarefas executadas e os respetivos custos;
- Registar observações da atividade desenvolvida e sugestões de ações futuras.

Quanto mais detalhada for a OT, mais completo será o histórico da intervenção do equipamento. Esta informação necessita de ser apresentada num formato uniformizado e consistente (Palmer, 2006), podendo ser em papel ou em formato digital. Cabral (2006) aponta alguns elementos que a OT deve conter:

- Número: deve ser sequencial e não repetível;
- Título ilustrativo e instruções breves para a execução do trabalho;
- Data e hora;
- Tipo de manutenção onde se enquadra;
- Grau de urgência e prioridade. A prioridade pode ser definida através da matriz GUT e o grau de urgência é classificado através da atribuição de um valor numérico aplicável conforme a situação:
  - 1 – Emergência: trabalhos de carácter corretivo que envolva riscos de segurança ou de paragens na produção;
  - 2 – Urgência: trabalhos de carácter corretivo ou preventivo condicional a fim de eliminar tempos não produtivos;
  - 3 – Normal: trabalhos de carácter preventivo;
  - 4 – Quando conveniente: trabalhos para fins cosméticos.
- Entidade responsável: esta pode ser interna (mecânica, eletricidade, entre outros...) ou externa (prestador de serviços);
- Previsão da duração do trabalho.

### **3.1.6 Planos de manutenção**

Os planos de manutenção irão diferir consoante o tipo de equipamento (Cruzan, 2009). De acordo com a norma NP EN 13460:2009 são “o conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessários para executar a manutenção.” Segundo Cabral (2009), os planos de manutenção de um equipamento e as respetivas OT são suportados nas Fichas de Manutenção Planeada (FMP), e podem ser constituídas pela descrição das tarefas, dos meios humanos e materiais e da duração do trabalho.

Um bom plano de manutenção deve assegurar uma adequada alocação de recursos e privilegiar as ações de manutenção preventiva. Deve ainda ser aprovado pelas partes interessadas de forma a validar os objetivos estabelecidos para garantir o seu cumprimento (Pinto, 2016).

### 3.1.7 Indicadores de manutenção

A norma Portuguesa NP EN 15341:2009 estipula um conjunto de indicadores para medir o desempenho da manutenção na organização. Estes têm como objetivo “avaliar e melhorar a eficiência e eficácia de forma a se atingir a excelência da manutenção dos bens imobilizados”.

Conforme demonstrado a Figura 13, os indicadores de manutenção são influenciados por diversos fatores de origem externa e interna à organização e estão organizados em três grupos estratégicos: económicos, técnicos e organizacionais.

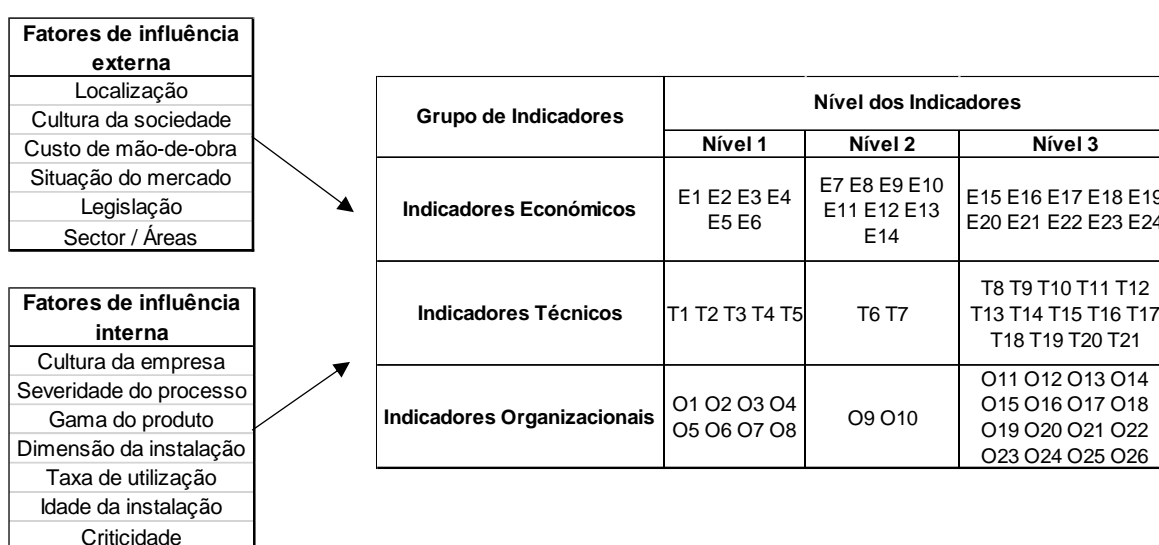


Figura 13 - Fatores que influenciam os indicadores de manutenção

Fonte: Adaptado de NP EN 15341:2009

Segundo a norma, o acompanhamento destes indicadores irá permitir:

- Medir o estado da manutenção;
- Comparar desempenhos;
- Identificar pontos fortes e fracos;
- Estabelecer objetivos e definir metas;
- Auxiliar no planeamento de ações de melhoria;
- Monitorizar o progresso ou alterações ocorridas no decorrer do tempo.

Os indicadores de manutenção podem ser acompanhados periodicamente ou pontualmente e não existe uma lista padrão de indicadores de manutenção fixa. A natureza e a frequência devem ser definidas em função dos objetivos estabelecidos de cada organização (Cuignet, 2006).

A título indicativo, serão seguidamente demonstrados na Tabela 9 alguns exemplos de indicadores frequentemente utilizados (Pinto, 2016):

Tabela 9 - Exemplos de indicadores de manutenção

| Económicos  |  |
|---|--|
| Custos da manutenção  | $\frac{\text{Custo da manutenção}}{\text{Valor associado à substituição de bens}} \times 100$  |
| Custo de manutenção corretiva                                       | $\frac{\text{Custo da manutenção corretiva}}{\text{Custo da manutenção}} \times 100$   |
| Custo de manutenção preventiva sistemática                          | $\frac{\text{Custo da manutenção preventiva}}{\text{Custo da manutenção}} \times 100$  |
| Técnicos  |  |
| <i>Mean Time Between Failure</i> (MTBF) (Tempo Médio entre Avarias) | $\frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{\text{Nº de avarias}}$   |
| <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR) (Tempo Médio de Reparação)        | $\frac{\text{Tempo total para reposição de funcionamento}}{\text{Nº de avarias}}$  |
| Disponibilidade Intrínseca  | $\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$   |
| Organizacionais   |  |
| Rácio de manutenção corretiva                                       | $\frac{\frac{\text{Horas}}{\text{Homem}} \text{ trabalhadas em manutenção corretiva}}{\frac{\text{Horas}}{\text{Homem}} \text{ trabalhadas em manutenção}} \times 100$             |
| Rácio de manutenção preventiva sistemática                          | $\frac{\frac{\text{Horas}}{\text{Homem}} \text{ trabalhadas em manutenção preventiva}}{\frac{\text{Horas}}{\text{Homem}} \text{ trabalhadas em manutenção}} \times 100$            |
| Rácio de horas por especialidade                                    | $\frac{\frac{\text{Horas}}{\text{Homem}} \text{ trabalhadas em manutenção na especialidade XPTO}}{\frac{\text{Horas}}{\text{Homem}} \text{ trabalhadas em manutenção}} \times 100$ |

Fonte: Adaptado de Pinto (2016)

Outro indicador útil é a relação dos tempos de manutenção com a disponibilidade dos equipamentos. O tempo de manutenção total é dado por (Cabral, 2009):

$$T_M = T_R + T_E + T_L \quad (2)$$

Onde:

$T_M$  – Tempo de manutenção total

$T_R$  – Tempo de reparação

$T_E$  – Tempo de espera (tempo decorrente entre o pedido abertura de OT e o início da intervenção)

$T_L$  – Tempo de logística (tempo decorrente para adquirir os recursos necessários)

Deve-se depois agrupar os resultados dos indicadores de desempenho num *Dashboard* onde podem ser analisados e comparados entre si de forma a implementar projetos de melhoria (Cabral, 2009).

Segundo Pinto (2016), a monitorização dos indicadores de manutenção deverá depender não só dos indicadores considerados pertinentes, mas também do desempenho dos equipamentos, dos objetivos e da política de manutenção estabelecida pela organização. O autor reforça a importância dos registos de manutenção, em particular os tempos despendidos nas intervenções, uma vez que é a base para o cálculo dos indicadores de manutenção. Em função dos resultados, e de forma a assegurar o cumprimento dos objetivos organizacionais, poderá haver a necessidade de ajustar o PMP. Pode ainda acontecer que os objetivos traçados tenham sido demasiado ambiciosos e, nestas circunstâncias, é aconselhável revê-los de modo a enquadrarem-se com a realidade do sistema produtivo da organização. Após o plano ter sido implementado com sucesso nos equipamentos inicialmente definidos, o PMP poderá ser expandido para outros equipamentos de interesse.

### **3.2 Gestão de sobressalentes**

Um bom sistema de manutenção deve ter como suporte um sistema de gestão de sobressalentes ou materiais de consumo corrente para quando se verificar a necessidade de substituição de órgãos de equipamentos avariados. No caso das ações de manutenção planeada, os sobressalentes devem-se encontrar sempre disponíveis (Assis, 1997). No caso das ações de manutenção não planeada, a sua encomenda deve ser célere o suficiente de modo a minimizar os tempos de paragem e consequentes custos.

Para garantir a disponibilidade de todos os sobressalentes, Assis (1997) descreve a implementação de um modelo que possua as seguintes funções:

- Monitoriza as quantidades disponíveis e altera caso atinja um limite;
- Controla os estados das encomendas;
- Avisa quando deve ser realizada a encomenda;
- Informa as quantidades a encomendar.

Existem diversos modelos que cumprem os requisitos acima descritos, sendo os mais comuns o modelo de revisão contínua e o modelo de revisão periódica.

O modelo de revisão contínua, ou modelo Q, consiste em encomendar uma determinada quantidade Q assim que é atingido um limite, denominado por Ponto de Encomenda (PE), a qual será rececionada L unidades de tempo mais tarde (Assis, 1997). Para o cálculo do PE, tem-se:

$$PE = D_m \cdot L + SS \quad (3)$$

Onde:

PE – Ponto de encomenda

$D_m$  – Procura média

L – Prazo de encomenda

SS – *Stock* de segurança

O *stock* de segurança corresponde ao *stock* adicional às existências normais que permite minimizar o impacto das variações de consumo ou de atrasos decorrentes de situações imprevisíveis por parte dos fornecedores (Carvalho, 2010). Este tem como intuito evitar uma rotura de *stock* e pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$SS = Z_\alpha \cdot \sigma_D \cdot \sqrt{L} \quad (4)$$

Em que:

SS – *Stock* de segurança

$Z_\alpha$  – Varável normal reduzida

$\sigma_D$  – Desvio padrão da procura durante L

L – Prazo de encomenda

O modelo deverá ser utilizado quando uma ou mais das seguintes condições são aplicáveis (Assis, 1997):

- Grande variação da procura;
- Preço de custo elevados;
- Imprescindíveis para a atividade de manutenção;
- Fornecedor dispõe em *stock* permanente.

O modelo de revisão periódica, também designado por modelo P, traduz-se em encomendar com periodicidade P a quantidade requerida Q (Assis, 1997), e é dado por:

$$NO = D_m (L + P) + SS \quad (5)$$

Onde:

NO – Nível objetivo

$D_m$  – Procura média

L – Prazo de encomenda

P – Período de revisão

SS – *Stock* de segurança

O cálculo do *stock* de segurança pode ser calculado do seguinte modo:

$$SS = Z_\alpha \cdot \sigma_D \cdot \sqrt{(L + P)} \quad (6)$$

Em que:

SS – *Stock* de segurança

$Z_\alpha$  – Varável normal reduzida

$\sigma_D$  – Desvio padrão da procura durante L

L – Prazo de encomenda

P – Período de revisão

O modelo é utilizado quando se verifica pelo menos uma destas condições (Assis, 1997):

- Pequena variação da procura;
- Pequena variação do prazo de encomenda;
- Preço de custo baixos;
- Encomendas em grande quantidade para o mesmo fornecedor.

De acordo com Carvalho (2010), os custos relacionados com o inventário resumem-se em dois tipos:

- Custo de armazenamento: diz respeito aos custos que a empresa incorre por armazenar os sobressalentes e inclui as instalações físicas, recursos humanos (ferramenteiro, por exemplo), seguros, depreciação da área ocupada e dos equipamentos, entre outros;
- Custo de encomenda: corresponde aos custos de realizar uma encomenda. Inclui os custos dos recursos humanos, transporte e eventuais consumíveis (papel, caneta, etc.).

Para Assis (1997), a soma do custo de posse anual e do custo de encomenda anual é dado pela seguinte expressão:

$$CT = t.c.(Q/2 + SS) + C_a.D/Q \quad (7)$$

Onde:

CT – Custo total anual

t – Taxa anual de custo de posse

c – Custo unitário de aquisição

Q – Quantidade de unidades de uma encomenda

SS – *Stock* de segurança

C<sub>a</sub> – Custo de encomenda

D – Procura anual

Segundo o autor, o mínimo de quantidade Q a encomendar que minimize o custo total anual designa-se por Quantidade Económica de Encomenda (Q<sub>EE</sub>), e calcula-se da seguinte forma:

$$Q_{EE} = \sqrt{2.D.C_a / t.c} \quad (8)$$

Em que:

Q<sub>EE</sub> – Quantidade económica de encomenda

D – Procura anual

C<sub>a</sub> – Custo de encomenda

t – Taxa anual de custo de posse

c – Custo unitário de aquisição

### 3.3 Software de gestão da manutenção

Atualmente um *software* de Gestão da Manutenção Assistida por Computador (GMAC), ou em inglês, *Computerized Maintenance Management System* (CMMS), é uma ferramenta que tem vindo a ser cada vez mais utilizada pelas organizações. A GMAC tem um papel fundamental no apoio à organização da base de dados, na automatização de processos, na facilidade de acesso aos mesmos, na vulgarização de termos e conceitos ligados à manutenção, no controlo dos trabalhos e custos das intervenções (Cabral, 2009). Esta facilidade de controlo permite fornecer aos responsáveis pela Manutenção uma visão completa de toda a atividade de manutenção.

As funcionalidades de um *software* estão normalmente agrupadas em módulos específicos para cada atividade para o tornar o mais eficaz e eficiente possível. Segundo Mobley et al., (2008), alguns módulos que o *software* pode conter de apoio à gestão da manutenção são:

- Gestão de equipamentos: codificação, registo e pesquisa dos equipamentos que serão alvos de manutenção, fichas de equipamentos, características técnicas, desenhos, catálogos, planos de manutenção preventivos, correlação com sobressalentes a utilizar e os que estão disponíveis em armazém, entre outros;
- Gestão de inventário: codificação e registo de todos as ferramentas, equipamentos e materiais, sejam eles consumíveis ou peças, necessários para a atividade de manutenção, quando deve ser colocada uma nova encomenda, consumos, custos, entre outros;
- Gestão e organização de trabalhos: planeamento e gestão e consulta de OT, com informações dos estados das mesmas, das tarefas a executar, recursos necessários, tempos de intervenção dispendidos, frequência das tarefas, previsão e programação de futuras ações preventivas, materiais aplicados ou a aplicar e respetivos custos, gráfico de distribuição de esforços em horas, entre outros;
- Compras e encomendas: lista de fornecedores recomendados, códigos dos fornecedores, tempos de logística, criação de notas de encomenda com um código único, informação dos vários estados da notas de encomenda, histórico das encomendas com os respetivos recibos, verificar e cruzar os artigos encomendados com os artigos recebidos em armazém, entre outros;
- Análises: apresentação de indicadores de manutenção que permitem medir o desempenho de determinadas ações para tomada de decisão.

O desenvolvimento de um *software* de manutenção pode ser realizado pelos próprios colaboradores ou por aquisição de um *software* comercial. Ambas as situações possuem as suas vantagens e desvantagens, conforme expostas na Tabela 10 e na Tabela 11.

Tabela 10 - *Vantagens e desvantagens de um software interno*

| <b>Vantagens</b>  | <b>Desvantagens</b>  |
|---|--|
| Total controlo na personalização                          | Poucos são os colaboradores que possuem conhecimentos                        |
| Adequada à cultura da empresa                             | Risco elevado de o <i>software</i> cair na obsolescência                     |
| Garante a compatibilidade com o <i>hardware</i> existente | Linguagem pode não estar uniformizada com as dos <i>softwares</i> comerciais |
| Sem custos  | Pouca variedade de módulos   |
|   | <i>Software</i> pouco otimizado  |

Fonte: Adaptado de Palmer (2006)

Tabela 11 - *Vantagens e desvantagens de um software comercial*

| <b>Vantagens</b>                       | <b>Desvantagens</b>                             |
|--|---|
| Assistência técnica a qualquer momento | Custos de aquisição                             |
| Grande variedade de módulos            | Planos de manutenção e periodicidades exigentes |
| Aspetto profissional                   | Indicadores e métricas irrelevantes             |
| Linguagem de acordo com as normas      | Risco de violação da segurança de dados         |
| Multi-idiomas                          | Serviços desnecessários                         |

Fonte: Adaptado de Palmer (2006)

A quantidade de *softwares* comerciais de apoio à gestão da manutenção disponíveis no mercado é enorme e bastante variada. Alguns exemplos são:

- ManWinWin – permite organizar e gerir o parque de equipamentos, gerir trabalhos de manutenção preventiva e corretiva com possibilidade de alertas, controlar os custos de manutenção, consultar os históricos, efetuar requisições de material e emitir OT. Foi lançado recentemente uma nova versão gratuita para computador, o ManWinWin Express 100, que proporciona aos utilizadores a gestão de até 100 ativos (Pereira, 2020);

- Gmac.2 – disponível na *Web* e em aplicações dedicadas para Android e iOS, permite a gestão completa do ciclo de vida dos ativos, incluindo a gestão de pedidos de intervenções, documentos e planeamento de equipas (Glintt, s.d.);
- Fleet Maintenance Pro – orientado principalmente para a gestão de frotas, este *software* integra funcionalidades como acompanhamento de manutenções corretivas e preventivas, consumo de combustível, peças de substituição, gerar OT e alertas por correio eletrónico (Innovative Maintenance Systems, s.d.);
- SigmaPDCA – possui versões para computador, Android e na *Web* e é um sistema desenvolvido para gestão de ativos em diversas áreas como edifícios, frotas, equipamentos industriais, entre outros (SIGMA PDCA, s.d.);
- IBM Maximo – solução de gestão de ativos da International Business Machines Corporation (IBM) que fornece recursos de gestão de mão de obra, materiais, ativos, serviços e de documentação. De acordo com as necessidades dos seus clientes, possui a possibilidade estender as funcionalidades do *software* com recursos adicionais (IBM, s.d.).

No que diz respeito às normas, a ISO/IEC 14764:2006 *Software Engineering — Software Life Cycle Processes — Maintenance* descreve com detalhe o processo de gestão das atividades associadas ao *software* de manutenção, fornecendo várias ferramentas, técnicas e métodos para melhorar o controlo dessas atividades. Fornece ainda instruções para manutenção do *software*.

# Capítulo 4 – A Empresa

Neste capítulo é dado a conhecer a empresa em que o caso de estudo foi aplicado. Na secção 4.1 faz-se um enquadramento da atividade da organização. A secção 4.2 descreve as funções de cada área técnica administrativa e produtiva. De seguida, na secção 4.3, procede-se a uma explicação detalhada das infraestruturas e dos equipamentos considerados relevantes. Esta informação irá suportar a problemática apresentada na secção 4.4.

## 4.1 Descrição da atividade

A STEP - *Special Technical Engineering Projects, Consolidated, Lda*, doravante designada como STEP, foi fundada em 2007 por três sócios como uma sociedade por quotas com responsabilidade limitada.

A STEP é uma organização pertencente ao setor naval que assume uma visão no sentido de ser reconhecida no domínio do setor naval, nomeadamente “ser dos principais atores da indústria e ter uma posição de relevância como fornecedor de soluções para o mercado Naval, Industrial e Petróleo & Gás, em qualquer ponto do globo” (STEP, s.d.). Como missão, a STEP pretende “fornecer soluções de alta qualidade, confiáveis, inovadores, rápidas, eficientes e económicas para os seus clientes do mercado Naval, Industrial e Petróleo & Gás, alcançando assim parcerias sustentáveis e de longo prazo” (STEP, s.d.).

A organização possui as seguintes certificações:

- Certificação pela *Lloyd’s Register EMEA*, desde 2008, de acordo com a norma ISO 9001:2015 e NP ISO EN 9001:2015 para a gestão de projetos de manutenção e reparação na área naval e industrial;
- Certificação da DNV-GL (*Germanischer Lloyd*) para soldar estruturas, caldeiras, tubagens e recipientes sob pressão;
- Soldadores e processos de soldadura certificados pelas Sociedades Classificadoras da área naval, tais como a ABS, DNV-GL e BV;
- Estatuto de Empresa PME Líder 2020.

Atualmente, a organização tem sede dentro do Estaleiro da Rocha Conde de Óbidos, em Lisboa (Figura 14) e uma delegação na Roménia utilizada para a colocação de mão de obra temporária em Portugal.



*Figura 14 - Localização da sede da STEP*

Fonte: STEP (s.d.)

O estaleiro onde a STEP está situada possui uma área de trabalho confinada a um perímetro de 1.436 metros e dispõe de três docas secas com acesso a plataformas exteriores como pórticos móveis e gruas fixas e móveis, e de um cais acostável para reparos menores ou obras de acabamento. As docas e o cais possuem as seguintes dimensões (comprimento x largura):

- Doca seca nº 1: 170 m x 22,5 m;
- Doca seca nº 2: 104 m x 13 m;
- Doca seca nº 3: 64 m x 11 m;
- Cais acostável: 140 m x 4 m.

A sua localização privilegiada permitiu o desenvolvimento de uma parceria estratégica com o estaleiro onde está situada, conferindo uma maior e mais rápida resposta às exigências e necessidades impostas pelos clientes. Como resultado, a STEP executa, anualmente, tarefas de prestação de serviços em cerca de 40 navios no cais acostável e nas três docas secas.

A STEP também tem por objeto a prestação de serviços fora do estaleiro, seja em território nacional ou internacional dedicando-se, essencialmente, a serviços especializados de operação, manutenção, reparação e de projetos de engenharia.

Estes assentam em três áreas principais:

- Reparação naval: disponibiliza a colocação de mão de obra e realiza trabalhos numa vasta gama de navios, desde recreio, passageiros, rebocadores, petroleiros, carga, entre outros. Os navios podem estar em doca seca, atracados ou em viagem;
- Industrial: serviço de reparação e de manutenção nas diversas indústrias como refinarias, hospitais, escolas, entre outros;
- Petróleo & gás: manutenção de infraestruturas de petróleo e gás natural. As reparações são executadas em plataformas de petróleo e em unidades flutuantes de produção, armazenamento e transferência de petróleo ou gás natural (unidades denominadas por FSU – *Floating Storage Units* ou FPSO – *Floating Production Storage and Offloading*, consoante o tipo de serviço).

#### 4.2 Recursos humanos

Atualmente, a STEP conta com 29 colaboradores efetivos e está estruturada em seis áreas técnicas como se apresenta no organograma representado na Figura 15.

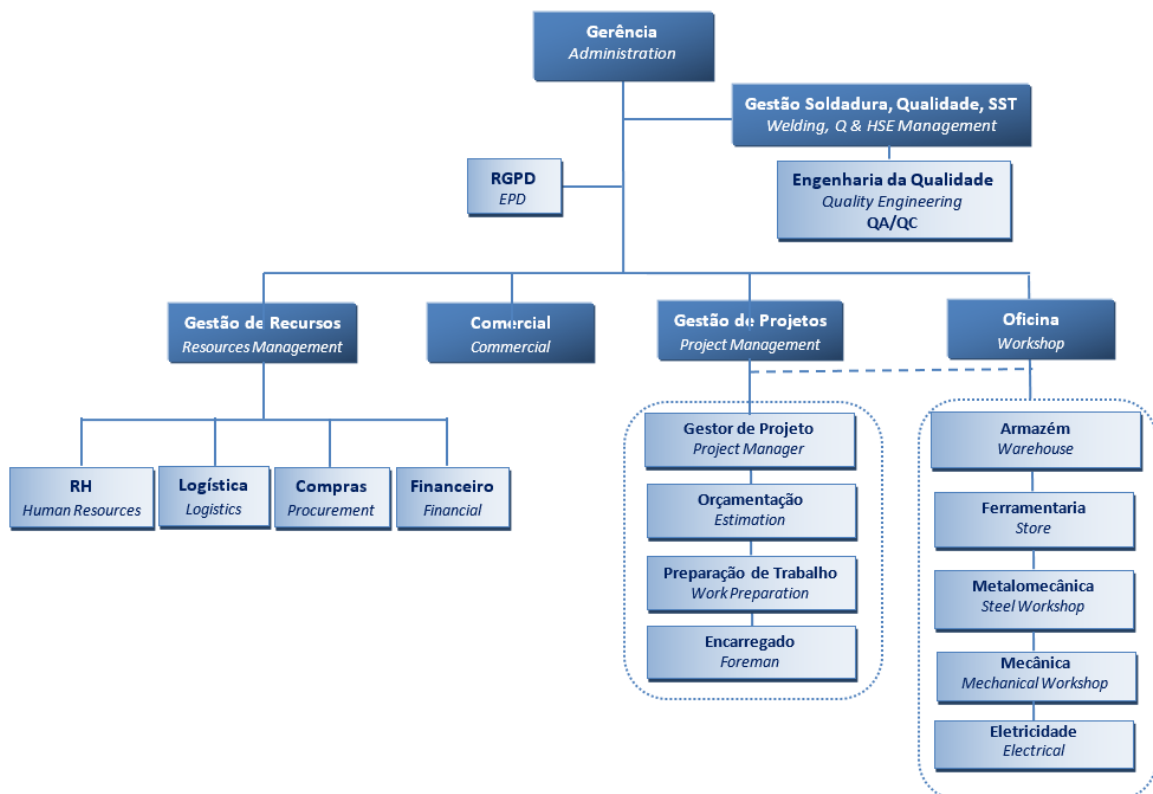


Figura 15 - Organograma da STEP

Fonte: Fornecido pela STEP

É apresentada uma breve descrição das funções de cada área técnica administrativa e produtiva:

- Gerência: garante a obtenção de resultados definidos nos planos operacionais e administrativos, em conformidade com a visão e missão da organização. Atualmente desempenha funções no departamento comercial e na gestão de projetos;
- Gestão soldadura, qualidade e SST (Segurança e Saúde no Trabalho): responsável pela melhoria contínua de processos e serviços, certificação dos soldadores, elaboração de especificações de soldadura e de promover e fazer cumprir as regras de segurança no trabalho. Exerce igualmente a função de inspetor de soldadura na oficina e é encarregue pelo tratamento dos dados pessoais relativos ao regulamento geral sobre a proteção de dados (RGPD);
- RGPD: compete ao responsável a recolha, gestão e proteção de dados pessoais;
- Gestão de recursos:
  - Recursos humanos (RH): asseguram o pagamento de salários, controlo de assiduidade, identificação das ações de formação, apoio à contratação e tratamento de situações de demissão/despedimento;
  - Logística: este departamento planeia e controla todo o fluxo de material e serviços desde o seu ponto de origem até ao destino final. Atualmente também desempenha funções no departamento de compras;
  - Compras: responsável pelo planeamento, gestão e controlo de todos os processos de aquisição de produtos e serviços. Efetua o controlo com os fornecedores e garante o cumprimento dos prazos;
  - Financeiro: este departamento está dividido por três áreas: Contabilidade, Tesouraria e Gestão Financeira. Tem como funções o planeamento, organização, auditoria, contabilidade e controlo das atividades financeiras da organização;
- Comercial: visa a angariação de novos clientes nacionais e internacionais;
- Gestão de projetos:
  - Gestor de projeto: compete analisar, planear e coordenar os recursos humanos e materiais a alocar a cada projeto e de garantir que os resultados obtidos correspondem aos requisitos do projeto;
  - Orçamentação: elabora orçamentos com base no caderno de encargos ou com base na preparação elaborada pela preparação de trabalho. Compete a este departamento acompanhar os projetos e garantir que o custo final não ultrapassa o custo orçamentado;

- Preparação de trabalho: responsável por verificar no local da obra as áreas a intervir, as necessidades de materiais, meios e de equipamentos;
- Encarregado: acompanha e coordena os departamentos aos quais é responsável. A STEP possui um encarregado por cada departamento (metalomecânica, mecânica e eletricidade);
- Oficina:
  - Armazém: efetua a receção, expedição e armazenamento de materiais, ferramentas e equipamentos. Atualmente, o responsável de armazém também é responsável pela ferramentaria;
  - Ferramentaria: local onde os técnicos especializados requisitam as peças, consumíveis, ferramentas e equipamentos que necessitam para a realização das suas atividades;
  - Metalomecânica: tem como principal função transformar matéria-prima bruta em produtos finais específicos para as necessidades dos clientes ou de receber produtos finais para fins de manutenção ou de reparação. Neste departamento trabalham serralheiros, tubistas e soldadores. As primeiras duas especialidades fabricam, montam, instalam, ou efetuam reparações a estruturas metálicas e sistemas de tubagem mecânica, respetivamente. O soldador é o técnico especializado na fusão de materiais utilizando equipamento a gás ou elétrico para a montagem ou reforço de componentes mecânicos;
  - Mecânica: departamento onde estão afetos os mecânicos que efetuam a montagem, manutenção e reparação de máquinas, motores ou outros sistemas mecânicos;
  - Eletricidade: responsável for efetuar a instalação de novos componentes elétricos ou a manutenção e reparação das infraestruturas elétricas existentes. Os profissionais especializados para este tipo de trabalho designam-se por eletricitas.

### **4.3 Recursos infraestruturas e equipamentos**

A STEP identifica, providencia e mantém as infraestruturas necessárias para obter a conformidade dos serviços e ir ao encontro das necessidades e expectativas das partes interessadas. Estas infraestruturas são definidas tendo por base os objetivos estabelecidos na organização, o número atual de colaboradores, a necessidade de recrutamento de outros colaboradores e de aquisição de novos equipamentos, os custos associados, bem como a segurança de pessoas e bens.

Pela importância exercida dentro da organização, a área técnica produtiva, a oficina, é a que requer uma maior atenção da gerência pelo que a apresentação das infraestruturas e equipamentos que seguirão restringir-se-ão apenas a esta área.

A oficina funciona segundo a filosofia de gestão *Just in Time* (JIT), o que significa que o processo de fabrico ou de reparação é apenas iniciado após a receção da encomenda, estando apoiada por uma cadeia de fornecedores que entrega material que necessita na altura exata em que é necessário. O produto depois de acabado ou reparado é entregue ao cliente. Esta estratégia permite operar num inventário reduzido, minimizando assim o espaço de armazenamento, desperdícios e eventuais custos indiretos.

A oficina está equipada com todas as ferramentas e equipamentos necessários para a produção e é constituída por cinco departamentos: metalomecânica, mecânica, eletricidade ferramentaria e armazém. Integram ainda esta área os respetivos técnicos especializados e os inspetores de soldadura que asseguram a qualidade das soldas.

O departamento de metalomecânica, por sua vez, possui uma área total de 807 m<sup>2</sup> e está dividido por três secções principais: caldeiraria, soldadura e torno e maquinaria.

A secção de caldeiraria ilustrada na Figura 16 dispõe de uma área de 665 m<sup>2</sup> e tem como principais funções a fabricação e a reparação de estruturas metálicas e de encanamentos. A gama de produtos acabados ou reparados é vasta, desde produtos de grandes dimensões até pequenas peças. Alguns exemplos são: caldeiras, reservatórios, permutadores, cascos de navios, cabeças de respiradores, pórticos, condutas de vários diâmetros, entre outros.



*Figura 16 - Secção de caldeiraria*

Fonte: Elaboração própria

Como equipamentos principais, dispõe de uma ponte rolante elétrica com carga útil máxima de 6T para transporte de materiais pesados, um compressor, duas máquinas de curvar tubos, uma máquina de corte de tubos magnético a gás, três máquinas de chanfrar tubos, um reservatório de ar comprimido, duas calandras para a enformação de chapas e uma guilhotina para o corte. Estes dois últimos podem ser visualizados na Figura 17.

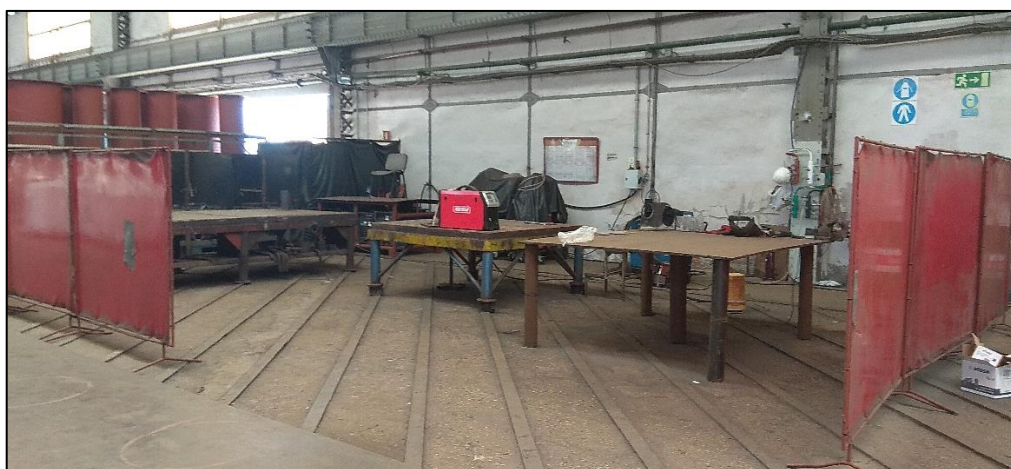


*Figura 17 - Secção de caldeiraria: pormenor da guilhotina e calandra*

Fonte: Elaboração própria

A Figura demonstra ainda que esta secção é também utilizada como armazém pois permite a redução dos tempos de manobras. Neste espaço são armazenados os materiais utilizados com maior frequência como tubos, chapas e algumas flanges.

A secção de soldadura mostrada na Figura 18 possui uma área de 100 m<sup>2</sup> dedicada para a montagem das estruturas metálicas e tubagens através de processos de soldadura, em grande parte com base em gases.



*Figura 18 - Secção de soldadura*

Fonte: Elaboração própria

Para o efeito, usufrui de uma rede de gases alimentada por botijas de oxigénio, árgon, dióxido de carbono e acetileno distribuídos por meio de coletores através de mangueiras com acessórios de engates rápidos. Os coletores encontram-se instalados em dois postos de trabalho: um nos trabalhos de soldadura e outro nos trabalhos a oxicorte. O posto de soldadura é utilizado para a fusão de metais como aço carbono, alumínio, cobre, latão, aço inoxidável e cobre-níquel e o de oxicorte para efetuar cortes em chapas. Ambos fazem uso de equipamentos de controlo de gases (reguladores de pressão) e de mistura (maçaricos e bicos de corte).

A secção conta também com múltiplas máquinas de soldar que apresentam características e funções específicas para cada processo de soldadura a adotar: dezoito de SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), quinze de TIG (*Tungsten Inert Gas*) e catorze de MIG/MAG (*Metal Inert Gas/Metal Active Gas*).

No que concerne à segurança, são utilizados diversos biombos de proteção que, para além de serem não inflamáveis, são resistentes às projeções de soldadura e filtram os raios ultravioletas emitidos durante as operações de soldadura.

Relativamente à secção de torno e maquinação mostrada na Figura 19, esta dispõe de uma área de 42 m<sup>2</sup> e funciona como uma secção complementar à secção de caldeiraria, estando vocacionada para soluções mais complexas que exigem um maior grau de precisão e de acabamento superficial.



*Figura 19 - Secção de torno e maquinação*

Fonte: Elaboração própria

Nesta secção são realizados diversos processos de maquinação convencional, sendo os principais o torneamento e a fresagem. Possui duas esmeriladoras, duas retificadoras planas, três engenhos de furar e está equipada com inúmeros instrumentos de medição (paquímetros, réguas e esquadros) calibrados em laboratórios acreditados. Alguns exemplos de operações de maquinação efetuadas são: abertura de roscas, fabricação ou retificação de veios, fabricação de flanges não normalizadas, retificação de sedes de válvulas, fabricação de pernos ou parafusos não normalizados, entre outros.

A planta do departamento de mecânica (Figura 20) possui uma área ampla de 126 m<sup>2</sup> e tem ao seu dispor uma ponte rolante elétrica de capacidade de carga útil máxima admissível de 2T para movimentação de cargas, um engenho de furar, uma esmeriladora de pedestal e um reservatório de ar comprimido utilizado para limpezas.



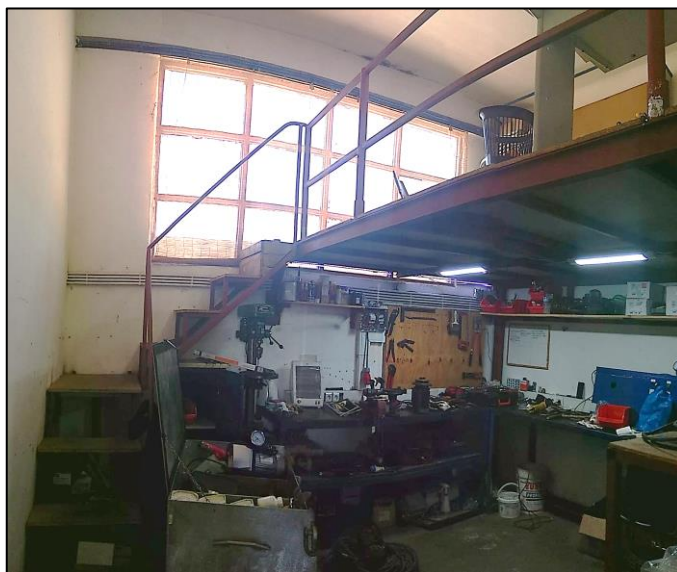
*Figura 20 - Departamento de mecânica*

Fonte: Elaboração própria

Os postos de trabalhos são constituídos por cinco bancadas, uma das quais é utilizada como bancada de ensaios de pressão hidráulica para verificar o funcionamento e estanqueidade de válvulas hidráulicas. O teste é composto por dispositivos de fixação e de ajuste e de três manómetros de pressão calibrados, cada um com diferentes intervalos de pressão.

Neste departamento são intervencionados todos os tipos de sistemas mecânicos, como: motores a gasóleo marítimos e terrestres, caixas redutoras, propulsores laterais de proa e popa, bombas (água doce/salgada, óleo e combustível), compressores de ar, bem como a reparação e instalação de sistemas hidráulicos (gruas, guinchos, cabrestantes, pórticos, entre outros).

Em relação ao departamento de eletricidade, este possui uma área de 29 m<sup>2</sup> dividido em dois andares para maximizar o espaço, conforme se pode observar pela Figura 21. No andar superior encontra-se a bancada de testes e ensaios elétricos com o objetivo de proporcionar estudos de grandezas relevantes do equipamento em tempo real, como corrente elétrica, temperatura, tensão elétrica, binário e velocidade. O andar inferior está equipado com um engenho de furar e várias ferramentas como alicates, martelos e chaves de fendas.

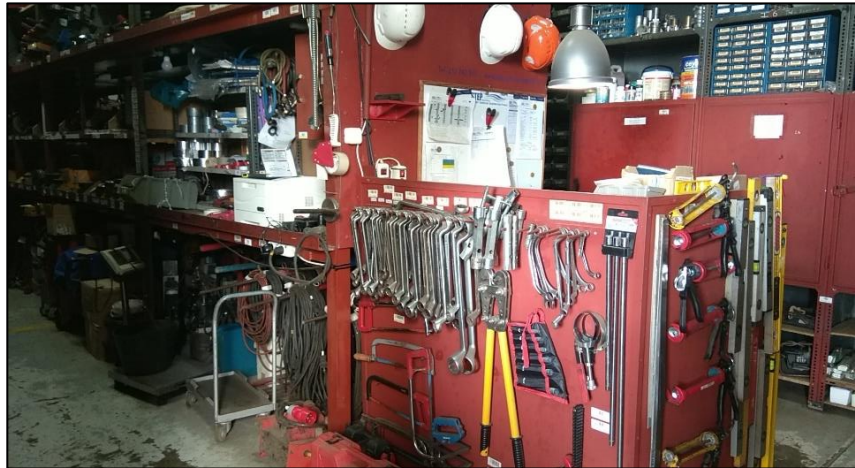


*Figura 21 - Departamento de eletricidade*

Fonte: Elaboração própria

As intervenções elétricas são maioritariamente efetuadas nas instalações do cliente. Englobam atividade de manutenção preventiva e corretiva de máquinas e equipamentos elétricos nomeadamente na inspeção e testes a todos os pontos de iluminação do navio, reparação de geradores, quadros elétricos, motores elétricos, bombas, entre outros. Para as inspeções, são utilizados dispositivos de diagnóstico não invasivos como termografia e medição de voltagens, utilizando para o efeito o termómetro infravermelho digital e multímetros, respetivamente.

No que diz respeito à ferramentaria, esta conta com uma área de 54 m<sup>2</sup> e funciona como uma extensão do armazém. Como se pode observar na Figura 22, a ferramentaria é constituída por dois corredores, tendo cada corredor um escadote móvel para permitir acesso às prateleiras mais altas. A ferramentaria tem como função distribuir aos técnicos equipamentos, ferramentas e consumíveis de uso diário como parafusos, porcas, chave de fendas, réguas, máquinas de soldar, máquinas de corte e mangueiras. Todas as saídas são rastreadas e alocadas ao técnico que solicitou e à obra ao qual será empregue.



*Figura 22 - Ferramentaria*

Fonte: Elaboração própria

O armazém possui uma área interior de 218 m<sup>2</sup> (Figura 23) e, conforme mencionado anteriormente, é responsável pela recepção, armazenamento e expedição de mercadorias. Sempre que chega material às instalações, é necessário validar a guia de transporte do fornecedor confirmando as quantidades e a qualidade do material encomendado. Este processo segue os procedimentos impostos pelo departamento de qualidade quanto ao número de não conformidades aceites por cada encomenda. Caso os requisitos exigidos não se verifiquem é iniciado uma reclamação formal ao fornecedor.

O material é, posteriormente, acondicionado em prateleiras no armazém ou na ferramentaria de acordo com o tipo e dimensão. Para estas operações, a STEP tem ao seu dispor uma ponte rolante de 4T e dois porta-paletes para cargas mais leves. Possui também um empilhador frontal que é utilizado para fluxo interno de materiais entre o armazém e os departamentos sempre que é necessário repor inventário.



*Figura 23 - Armazém: interior*

Fonte: Elaboração própria

Por motivos de segurança, o armazenamento de substâncias perigosas é efetuado no exterior do armazém (Figura 24). As botijas de gás encontram-se devidamente identificadas por cor e dentro de armários ou em gaiolas apropriadas. Os resíduos resultantes diretamente da atividade são recolhidos e armazenados em contentores para o fim a que são destinados e colocados em bacias de retenção, de modo a evitar eventuais derrames, contaminações de solos e de água. Posteriormente, são reencaminhados para os operadores de tratamento de resíduos licenciados.



*Figura 24 - Armazém: exterior*

Fonte: Elaboração própria.

A expedição de material e de ferramentas é realizada pelo operacional da ferramentaria que prepara devidamente a viatura, confirma o acondicionamento do material para evitar acidentes durante o transporte, emite e entrega as guias de transporte aos respetivos motoristas.



*Figura 25 - Representação de parte da frota existente na STEP*

Fonte: Elaboração própria

A frota da STEP é composta por sete viaturas com diferentes configurações, conforme retratado na Figura 25. As configurações dependem do fim a que está destinada. Neste sentido, a STEP possui duas viaturas para o transporte de passageiros que é utilizada para os trabalhos de colocação de mão de obra dentro da Península Ibérica; uma viatura ligeira; uma viatura mista de caixa aberta para o transporte de passageiros e de mercadorias; e, por fim, duas viaturas, uma de caixa fechada e outra de caixa aberta, ambas dedicadas apenas para o transporte de mercadoria.

#### **4.4 Práticas de manutenção iniciais**

As indústrias navais necessitam de elevados investimentos iniciais devido à aquisição de oficinas de reparação e de metalurgia, de equipamentos, bem como na formação de pessoal especializado (Reis et al., 2010). A continuidade da atividade, todavia, apenas exige investimentos de manutenção.

Este fato é relevante para a STEP dado que a organização, conforme exposto nas secções anteriores, possui diversas oficinas para cada área da especialidade e uma extensa variedade de ferramentas e equipamentos.

É prática corrente serem os operadores da ferramentaria a realizarem manutenções preventivas simples aos equipamentos e acessórios. Estas ações preventivas limitam-se a limpezas gerais e verificação do estado geral e de funcionamento, sendo apenas entregues aos técnicos especializados os equipamentos considerados operacionais. Os que possuem avaria serão sujeitos a inspeção e posterior manutenção. Como consequência, um grande número de intervenções realizadas é do tipo reativo, consubstanciadas em manutenção corretiva. As manutenções dos equipamentos que se encontram ao abrigo da garantia são efetuadas pelo fabricante. Outros trabalhos mais específicos como calibração de manómetros, recargas de extintores, ou avarias de elevada complexidade são também entregues a empresas externas.

A inexistência de qualquer tipo de suporte com históricos de avarias, tempos de reparação, quantidade de recursos humanos e materiais utilizados dificulta a análise de custos de manutenção e dos tempos despendidos para a realização destas atividades.

Torna-se assim imperativo desenvolver um sistema que assente nas boas práticas, metodologias e sistemas informáticos existentes. Este estudo será abordado com detalhe no próximo capítulo.



# Capítulo 5 – Caso de estudo

O planeamento e o controlo das intervenções de manutenção são vitais para assegurar a sustentabilidade organizacional em questões energéticas, sociais e económicas. Os ativos com um plano de manutenção adequado promovem a redução do consumo energético, a responsabilidade para com a segurança e saúde no trabalho e o respeito pelo meio ambiente com o uso consciente de água, minimização da produção de resíduos e de emissão de gases poluentes.

Nesta ótica, na secção 5.1 faz-se, primeiramente, um estudo de criticidade aos ativos da STEP e, posteriormente, são elaborados os PMP, procedimentos e listas de verificação. Na secção 5.2 procede-se ao desenvolvimento de uma aplicação em *Microsoft® Excel®* para o controlo das atividades de manutenção.

## 5.1 Elaboração de um Plano de Manutenção Preventivo

Para a obtenção da lista de ativos recorreu-se a uma listagem dos principais ativos utilizados no processo produtivo, muitos deles abordados na secção 4.3. Relativamente às ferramentas que auxiliam na classificação de prioridades, foi optado por aplicar as Tabelas de Criticidade já que estas são orientadas para avaliar a importância dos ativos a nível operacional.

A atribuição de pontuações aos multicritérios está apresentada no Apêndice A. A atribuição foi efetuada com a cooperação do encarregado do departamento de metalomecânica, com vista a proporcionar os resultados mais fiáveis possíveis para a comprovação da escolha do ativo uma vez que a grande maioria dos equipamentos que compõe a oficina encontram-se alocados a este departamento. Na Tabela 12 apresentam-se os resultados obtidos a partir dos critérios de avaliação do IC.

De notar que o critério flexibilidade e redundâncias do ponto 8 da Tabela 5 foi adaptado uma vez que este estudo é dirigido a ativos que funcionam de forma isolada e não em sistemas dependentes. Assim, ao invés das condições “Simples, *By-Pass* e Dupla” foi alterado para “Alto, Médio e Baixo” com as pontuações 0,1 e 2, respetivamente.

Tabela 12 - Seleção dos ativos pela ferramenta Tabelas de Criticidade – IC e respectivos rankings

| <b>Ativos</b>                       | <b>Pontuação</b> | <b>Ranking</b> |
|-------------------------------------|------------------|----------------|
| Viaturas                            | 17               | 1              |
| Empilhadores                        | 16               | 2              |
| Máquinas de Soldar                  | 13               | 3              |
| Calandras                           | 13               | 3              |
| Máquinas de Corte de Tubos          | 13               | 3              |
| Máquinas de curvar tubos            | 12               | 4              |
| Guilhotinas hidráulicas             | 12               | 4              |
| Manómetros                          | 12               | 4              |
| Tornos                              | 11               | 5              |
| Compressores                        | 10               | 6              |
| Rectificadoras                      | 9                | 7              |
| Andaimes                            | 9                | 7              |
| Engenhos de Furar                   | 8                | 8              |
| Máquinas de Prensar                 | 8                | 8              |
| Macacos Hidráulicos                 | 8                | 8              |
| Rebarbadoras                        | 7                | 9              |
| Berbequins                          | 7                | 9              |
| Bombas                              | 7                | 9              |
| Diferenciais                        | 7                | 9              |
| Termómetros Infravermelhos Digitais | 7                | 9              |
| Abocardadores                       | 6                | 10             |
| Aspiradores                         | 5                | 11             |
| Extintores                          | 5                | 11             |
| Multímetros                         | 5                | 11             |
| Polidoras circulares                | 5                | 11             |
| Autoclaves                          | 4                | 12             |
| Cintas de Aperto c/Roquetes         | 4                | 12             |
| Porta-paletes                       | 3                | 13             |
| Máquinas de Chanfrar                | 3                | 13             |
| Serras Circulares                   | 2                | 14             |
| Esmeriladoras                       | 2                | 14             |
| Aparafusadoras                      | 2                | 14             |

Fonte: Elaboração própria

Na primeira coluna da tabela identificam-se os ativos contabilizados, na segunda coluna apresentam-se os IC obtidos e, por fim, na terceira coluna, apresentam-se os *rankings* correspondentes.

De acordo com a referida tabela, verifica-se que o ativo “Viaturas” é o que possui o maior IC e, por isso, o mais prioritário para ser incluído no PMP. As viaturas que a organização tem ao serviço e que irão ser colocadas sob um PMP estão listadas na Tabela 13.

Tabela 13 - *Viaturas colocadas sob um PMP*

| <b>Código</b> | <b>Designação</b>    |
|---------------|----------------------|
| 900           | Renault Scenic       |
| 901           | Peugeot Expert       |
| 902           | Peugeot Boxer        |
| 903           | Ford Transit fechada |
| 904           | Nissan Pick-up       |
| 905           | Ford Transit aberta  |
| 906           | Renault Megane       |

Fonte: Elaboração própria

Em sentido oposto, verifica-se que o ativo que apresenta um menor IC é o ativo “Aparafusadoras” com 2, à qual corresponde o *ranking* mais baixo que, neste caso, é o *ranking* 14.

O passo seguinte consistiu em elaborar o plano de manutenção onde constam as principais tarefas e as respetivas periodicidades. A falta do Manual de Instruções em todos as viaturas e a ausência do mesmo nos *sites* oficiais dos fabricantes não permitiu definir a periodicidade conforme recomendável. Por conseguinte, foram estabelecidas propostas de periodicidades consideradas adequadas e aprovadas pela gerência. Se necessário, estas serão posteriormente revistas.

Antes de se iniciar a elaboração do PMP foi necessário estudar cada uma das viaturas referidas durante várias semanas em diferentes momentos, de forma a adquirir competências e aprofundar as diversas tarefas e processos que seriam relevantes para o PMP. Para tal, contou-se com a colaboração do encarregado do departamento de mecânica e do responsável da ferramentaria dado que estas duas áreas serão as principais intervenientes que irão executar as tarefas de manutenção nas viaturas.

Como resultado, apresenta-se, no Apêndice B, uma proposta de um PMP para cada viatura. Foram incluídas as periodicidades, tarefas e atribuição do departamento responsável por cada uma dessas tarefas. Foram ainda incluídas as durações, os meios humanos, materiais, consumíveis e ferramentas necessárias para cada tarefa.

Os PMP definem somente o que deve ser feito, como e quando. Mediante esta situação, foram igualmente elaborados os procedimentos gerais que descrevem como executar as tarefas de manutenção, os quais estão exemplificados no Apêndice C.

Foram ainda elaboradas listas de verificação semanais, mensais e anuais para garantir que os técnicos de manutenção executam as tarefas de verificação programadas. Estas podem ser consultadas no Apêndice D.

Assim que o PMP, procedimentos e listas de verificação sejam implementados, Gross (2002) recomenda que estes sejam logo acompanhados no início, com uma postura orientada para a procura ativa de comentários construtivos de forma a melhorar e corrigir eventuais deficiências.

## **5.2 Desenvolvimento da aplicação EZM**

A aplicação de manutenção denominada por EZ Maintenance (lê-se “easy maintenance”), que pode ser abreviada como EZM (lê-se “easy eme”), foi desenvolvida com recurso ao *Microsoft® Excel®* cuja função principal é apoiar o utilizador básico a inserir dados relativos às intervenções de manutenção e a geri-las de forma simples.

A escolha deste *software* deveu-se ao fato de ser umas das ferramentas mais largamente utilizadas tanto a nível empresarial como a nível pessoal. A facilidade de utilização também foi um aspeto importante tido em consideração.

A aplicação foi concebida utilizando o *Visual Basic for Applications* (VBA) que é a linguagem de programação do *Microsoft® Excel®* e de outros programas integrados no pacote do *Microsoft 365®*. O VBA permite manipular as folhas de cálculo através da criação de subrotinas (também denominadas por Sub ou macros). Uma Sub é um conjunto de instruções que permitem automatizar tarefas repetitivas e ao conjunto de várias Sub designa-se por *script*. Foram ainda desenvolvidas e utilizadas fórmulas específicas, gráficos inteligentes e utilizada a ferramenta *Power Query* para combinar e analisar dados de diferentes origens.

### 5.2.1 Levantamento de requisitos

O levantamento de requisitos é o ponto de partida de qualquer projeto de *software*, sendo considerada uma das fases fundamentais uma vez que irá definir o projeto em si (Filho, 2008). Segundo Valente (2020), algumas técnicas como entrevistas, questionários, formulários e leitura de documentos são utilizadas para auxiliar na recolha de requisitos. Como tal, foi marcada uma reunião com a gerência onde foram discutidos os requisitos essenciais tendo em consideração as exigências mínimas abordadas no capítulo anterior.

Na reunião ficaram estabelecidos os requisitos funcionais e não funcionais que definiram, respetivamente, o comportamento da aplicação e as condições em que irá funcionar (Valente, 2020).

Requisitos funcionais:

- Sistema personalizado de gestão de manutenção;
- Lista de equipamentos com informação relevante e com possibilidade de pesquisa e de anexar documentos e fotografias para fácil identificação;
- Possibilidade de gerar relatórios sobre as intervenções realizadas e sobre as intervenções pendentes;
- *Dashboard* com os seguintes indicadores de manutenção:
  - Indicadores económicos: custo da manutenção corretiva e custo da manutenção preventiva;
  - Indicadores técnicos: MTBF, MTTR e disponibilidade intrínseca;
  - Indicadores organizacionais: rácio de manutenção corretiva, rácio de manutenção preventiva e rácio de OT realizadas conforme programado;
  - Outros indicadores: custo de manutenção por ativo, custo global de manutenção, número e estado das OT.

Requisitos não-funcionais:

- Fácil utilização e intuitiva;
- Portabilidade, isto é, capacidade de executar a aplicação em qualquer computador;
- Possibilidade de encriptar com palavra-passe para impedir a alteração ou eliminação de dados.

## 5.2.2 Apresentação dos módulos

Nas próximas secções serão apresentados os módulos e submódulos que constituem a aplicação. Serão analisados ao pormenor os códigos, cujos *scripts* podem ser consultados na íntegra nos Apêndices de E a H, as fórmulas e os demais aspetos tidos em consideração durante a sua elaboração.

### 5.2.2.1 Menu Principal

Assim que a aplicação é aberta, o utilizador é levado ao Menu Principal ilustrado na Figura 26, onde são apresentados atalhos para os três módulos principais: a Ficha de Equipamento, a Ordem de Trabalho e o *Dashboard*. Estes atalhos são criados através da função Hiperligação.

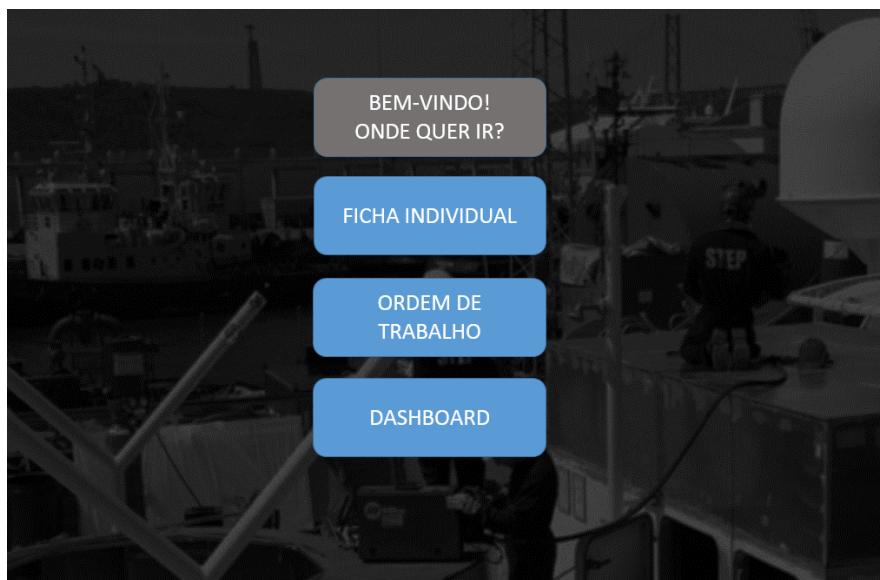


Figura 26 - Módulo Menu Principal

Fonte: Elaboração própria

O Código 1 demonstra as instruções para que o módulo Menu Principal seja apresentado sempre que a aplicação é aberta.

```
'Abrir no menu principal  
Private Sub Workbook_Open()  
Worksheets("Menu").Activate  
  
End Sub
```

Código 1 - Módulo Menu Principal: abre a aplicação no módulo Menu

Fonte: Elaboração própria

### 5.2.2.2 Ficha de Equipamento

O módulo Ficha de Equipamento tem como objetivo principal caracterizar os ativos incluídos no PMP e permitir ao utilizador a gestão das fichas de equipamentos.

**FICHA DE EQUIPAMENTO** + Adicionar X Eliminar

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Categoria: <input type="text"/> | Código sequencial: <input type="text"/> |
| Ativo: <input type="text"/>     | Código completo: <input type="text"/>   |

**Características**

|   |   |  |
|---|---|--|
| Nome do Ativo: <input style="background-color: yellow;" type="text"/> |   | <div style="border: 1px solid #0070C0; width: 100%; height: 100%; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">+ Inserir foto</div> |
| Categoria: <input type="text"/>                                       | Número de Série: <input type="text"/>             |  |
| Marca/Modelo: <input type="text"/>                                    | Contato do Fornecedor: <input type="text"/>       |  |
| Localização: <input type="text"/>                                     | Periodicidade de manutenção: <input type="text"/> |  |
| Data de Aquisição: <input type="text"/>                               | Data Entrada em Serviço: <input type="text"/>     |  |
|   |   |  |

**Codificação**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Classe: <input type="text"/>     | <div style="border: 1px solid #0070C0; padding: 2px;">Gerar Código QR</div> |
| Família: <input type="text"/>    |   |
| Subfamília: <input type="text"/> |   |

+ Add anexo Mostrar anexos **Anexos** Abrir anexo X Eliminar anexo

| Nome do documento | Tipo | Localização do Anexo | Adicionado Por | Adicionado Em |
|-------------------|------|----------------------|----------------|---------------|
|                   |      |                      |                |               |

Figura 27 - Módulo Ficha de Equipamento

Fonte: Elaboração própria

Conforme pode ser observado na Figura 27, este módulo apresenta as seguintes funcionalidades:

#### Consulta de fichas individuais

A pesquisa é efetuada nos campos que possuem o ícone de lupa. Nos campos “Categoria” e “Ativo” é mostrada uma *drop-down list* que permite ao utilizador escolher uma das opções. A alteração no campo “Ativo”, apresentada no Código 2, permite executar a Sub *Equip\_Load* que irá carregar os dados do ativo escolhido. Esta Sub pode ser observada no Código 4.

```
'Alteração de nome do ativo
If Not Intersect(Target, Range("E3")) Is Nothing Then
    If Range("E3").Value <> Empty And Range("B3").Value <> Empty Then Equip_Load
End If
```

Código 2 - Módulo Ficha de Equipamento: verifica alteração no campo Ativo

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020a)

Em alternativa, o utilizador pode pesquisar no campo “Código sequencial” inserindo o respetivo código do ativo. Esta alteração no campo e as instruções que daí advém pode ser observada no Código 3.

```
'Alteração do código do ativo
'Alterar no código do ativo mas não no ativo Load
If Not Intersect(Target, Range("H2")) Is Nothing And Range("B1").Value = False Then
'Código do ativo encontrado
    If Range("H2").Value <> Empty And Range("B2").Value <> Empty Then
        Range("E3").Value = Sheet2.Range("C" & Range("B2").Value).Value
    'Caso o código do ativo não seja encontrado, voltar ao original
    Else:
    'Adicionar nome do ativo existente usando a linha do nome do ativo
        Range("E3").Value = Sheet2.Range("C" & Range("B3").Value).Value
        EquipIDNotFound 'Correr mensagem de alerta
    End If
End If
```

Código 3 - Módulo Ficha de Equipamento: verifica alteração no campo Código sequencial  
Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020a)

Se o utilizador inserir um código já existente na base de dados (submódulo Inventário Ativos), o campo “Ativo” será alterado de acordo com o código. Esta alteração executa novamente o Código 2, que por sua vez, irá executar a Sub do Código 4. Caso o ativo não exista, apenas será apresentada uma mensagem de alerta “Código Não Encontrado!”.

```
'Carregar informação dos ativos
Sub Equip_Load()
Dim EquipRow As Long
Dim EquipCol As Long
With Sheet1

'Confirmar se o ativo pertence à lista
    If .Range("B3").Value = Empty Then
        MsgBox "Por favor introduza ativo válido da lista"
        Exit Sub
    End If

'Se pertence, os respetivos dados são disponibilizados
    .Range("B1").Value = True

    EquipRow = .Range("B3").Value
    .Range("H2,E7:G7,E19,E9,G9,E11,G11,E13,H12,G13,E15,G15,E19,E20,E21,H20,D25:I33").ClearContents
    For EquipCol = 1 To 16
        .Range(Sheet2.Cells(1, EquipCol).Value).Value = Sheet2.Cells(EquipRow, EquipCol).Value
    Next EquipCol
    Range("H3").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = _
        "=IF(AND(R[17]C[-3]<>""""",R[18]C[-3]<>"""""),_"
        |TRIM(LEFT(R[17]C[-3],SEARCH("""-""",R[17]C[-3])-1))&""."""&R[18]C[-3]&""."""&R[-1]C, """"")"
    .Shapes("NewEquipGroup").Visible = msoFalse
    .Shapes("ExistEquipGroup").Visible = msoCTrue
    .Range("B1").Value = False
    .Range("B4").Value = False
    Show_EquipPic
    Attach_Refresh
    On Error Resume Next
    .Shapes("QRItemPic").Delete
    On Error GoTo 0
    .Range("B1").Value = False
End With
End Sub
```

Código 4 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub Equip\_Load  
Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020a)

## Criação de ficha de equipamento

Ao selecionar o botão “Adicionar”, todos os campos são automaticamente limpos para a inserção de novos dados. Por sua vez, os botões “Adicionar” e “Eliminar” tornam-se ocultos e os botões “Guardar” e “Cancelar” são exibidos. A Sub *Equip\_New* pode ser observada no Código 5.

```
'Criação de fichas de equipamentos
Sub Equip_New()
With Sheet1
.Range("B1").Value = True
.Shapes("NewEquipGroup").Visible = msoCTrue
.Shapes("ExistEquipGroup").Visible = msoFalse
.Shapes("DefaultPicture").Visible = msoCTrue
On Error Resume Next
.Shapes("QRItemPic").Delete
.Shapes("EquipPic").Delete
On Error GoTo 0

.Range("E2:F2,E3:F3,H2,E7:G7,E19,E9,G9,E11,G11,E13,H12,G13,E15,G15,E19,E20,E21,H20,D25:I33").ClearContents
.Range("B4").Value = True
Range("H3").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
"=IF(AND(R[17]C[-3]<>"&"",R[18]C[-3]<>"&""),TRIM(LEFT(R[17]C[-3],_
|SEARCH("-",R[17]C[-3])-1))&"&"&R[18]C[-3]&"&"&R[-1]C,"&"")
Range("E19").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = _
"=IF(R[-10]C<>"&"",LEFT(R[-10]C,SEARCH("-",R[-10]C)-1),"&"")
.Range("B4").Value = True
.Range("E7").Select 'Seleciona a primeira célula a ser preenchida
.Range("B1").Value = False
End With
End Sub
```

Código 5 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub *Equip\_New*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020a)

De notar que, para adicionar um ativo novo e proceder ao preenchimento da respetiva ficha de equipamento, é necessário primeira adicioná-lo manualmente no módulo Administração, conforme será abordado na secção 5.2.2.5. A ficha de equipamento está organizada em três separadores:

- Características:
  - Nome do ativo: obrigatório o preenchimento deste campo. É apresentada uma caixa de diálogo a pedir que seja inserido o nome do ativo caso o utilizador guarde sem a devida identificação;
  - Categoria: apresentada uma *drop-down list* com as seguintes opções: E – Equipamentos, EC - Equipamentos c/ calibração, EP – Empilhadores, EXT – Extintores, F – Ferramentas, MAN – Manómetros e V – Viaturas;
  - Matrícula/número de série: se a categoria for “Viaturas”, é pedido que seja inserida a matrícula. Caso o ativo pertença a outra categoria, é solicitado o número de série. Esta fórmula é apresentada na Figura 28;

```
=SE(E9="V - Viaturas"; "Matrícula:","Número de Série:")
```

Figura 28 - Módulo Ficha de Equipamento: fórmula da Matrícula/Número de Série

Fonte: Elaboração própria

- Marca/modelo: importante para a identificação completa do ativo;
- Contato da oficina/contato do fornecedor: é pedido que seja inserido o contato da oficina caso a categoria seja “Viaturas”. Para as restantes categorias, é solicitado o contato do fornecedor (Figura 29);

```
=SE(E9="V - Viaturas"; "Contato da Oficina:","Contato do Fornecedor:")
```

Figura 29 - Módulo Ficha de Equipamento: fórmula Contato da oficina/Contato do fornecedor

Fonte: Elaboração própria

- Localização: apresentada uma *drop-down list* com cinco localizações: Ferramentaria, Mecânica, Eletricidade, Oficina e Escritórios;
- Periodicidade da manutenção: apresentada uma *drop-down list* com opções diário, semanal, mensal, bimensal, semestral e anual;
- Data de aquisição: considera-se data de aquisição aquela em que foi celebrado o contrato;
- Data entrada em serviço: data em que o ativo é colocado em funcionamento;
- Inserir fotografia: permite auxiliar o utilizador na identificação do ativo. A Sub *Add\_EquipPic* retratada no Código 6 permite inserir ou atualizar a foto do ativo.

```
'Adicionar fotografias do ativo
Sub Add_EquipPic()
Dim PicFile As FileDialog
With Sheet1
Set PicFile = Application.FileDialog(msoFileDialogFilePicker)
With PicFile
.Title = "Selecione a foto do ativo"
.Filters.Add "All Picture Files", "*.jpg,*jpeg,*gif*.png*.gif*.bmp*.tiff", 1
If .Show <> -1 Then GoTo NoSelection
Sheet1.Range("H12").Value = .SelectedItems(1) 'Coloca nome do ficheiro na célula H12
End With
'Se o ativo existe, adiciona/atualiza a imagem da base de dados
Show_EquipPic
NoSelection:
End With
End Sub
```

Código 6 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub *Add\_EquipPic*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018a)

Para que a fotografia correspondente ao ativo possa ser visualizada sempre que haja mudança de ficha de equipamento, o Código 7 é convocado no Código 4 na linha onde está referido “*Show\_EquipPic*”.

```
'Mostrar fotografia do ativo
Sub Show_EquipPic()
Dim PicPath As String

With Sheet1
On Error Resume Next
.Shapes("EquipPic").Delete 'Elimina imagem, caso exista
On Error GoTo 0
PicPath = .Range("H12").Value 'Caminho da imagem
If PicPath = Empty Then
    .Shapes("DefaultPicture").Visible = msoCTrue
    Exit Sub
End If
.Shapes("DefaultPicture").Visible = msoFalse
On Error GoTo DefaultPic
With .Pictures.Insert(PicPath)
    With .ShapeRange
        .LockAspectRatio = msoTrue
        .Height = 100
        .Name = "EquipPic"
    End With 'Dimensão da imagem
End With 'Imagens

With .Shapes("EquipPic")
    .Left = Sheet1.Range("H7").Left
    .Top = Sheet1.Range("H7").Top
    .IncrementLeft 29
    .IncrementTop 10
End With
Exit Sub:
DefaultPic:
.Shapes("DefaultPicture").Visible = msoCTrue
End With

End Sub
```

Código 7 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub *Show\_EquipPic*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018a)

- Codificação do ativo:
  - Classe: este campo encontra-se protegido e é de preenchimento automático. É copiado apenas a primeira palavra da esquerda do campo “Categoria” através da combinação das funções ESQUERDA e PROCURAR”, conforme representado na fórmula da Figura 30;

=SE(E9<>"");(ESQUERDA(E9;PROCURAR("-",E9)-1));"")

Figura 30 - Módulo Ficha de Equipamento: fórmula da Classe

Fonte: Elaboração própria

- Família: é apresentada uma *drop-down list* que depende da categoria selecionada. As opções apresentadas são: C – Calandras, CP –

Compressores, EC- Equipamentos de calibração, EF - Engenhos de furar, EP – Empilhadores, ES – Esmeriladoras, EXT – Extintores, G – Guilhotinas, MAN – Manómetros, MChT - Máquinas chanfrar tubos, MCoT - Máquinas corte tubos, MCuT - Máquinas curvar tubo, Multi – Multímetros, MS - Máquinas de soldar, PR - Pontes rolantes, R – Reservatórios, Rec – Retificadoras e V-Viaturas;

- Subfamília: a ser introduzido pelo utilizador.

Uma vez preenchidos estes dois últimos campos, o campo “Código completo” é preenchido automaticamente. Conforme pode ser observado na Figura 31, foi utilizado as funções COMPACTAR, ESQUERDA E PROCURAR. A fórmula copia a primeira palavra do campo “Família”, seguido da cópia integral do campo “Subfamília” e do campo “Código sequencial”. Cada uma das palavras são separadas por um ponto para uma melhor compreensão do código.

```
=SE(E(E20<>"";E21<>"");COMPACTAR(ESQUERDA(E20;PROCURAR("-",E20)-1))&"."&E21&"."&H2;"")
```

Figura 31 - Módulo Ficha de Equipamento: fórmula do Código completo

Fonte: Elaboração própria

Após o código completo ter sido atribuído, o utilizador pode gerar o respetivo código QR (*Quick Response Codes*) clicando no botão “Gerar Código QR”. O Código 8 mostra como gerar o código QR.

```
'Gerar código QR
Sub GenerateSingleQRCode()
Dim QRPic As String, QRURL As String, QRData As String, ForeCol As String, BackCol As String
Dim QRSize As Long
With Sheet1
    On Error Resume Next
    .Shapes("QRItemPic").Delete
    On Error GoTo 0
    QRData = .Range("H3").Value 'Nome do item (QR info)
    QRSize = Sheet12.Range("C5").Value 'Tamanho QR grande
    ForeCol = Right("00000" & Hex(Sheet12.Range("C4").Value), 6)
    BackCol = Right("00000" & Hex(Sheet12.Range("C3").Value), 6)
    QRURL = "https://api.qrserver.com/v1/create-qr-code/?data=" & QRData & "&size=" & QRSize & "x" & QRSize & _
    "&charset-source=UTF-8&charset-target=UTF-8&ecc=L&color=" & ForeCol & "&bgcolor=" & BackCol & _
    "&margin=0&qzone=1&format=png"
    With Sheet1.Pictures.Insert(QRURL)
        .Name = "QRItemPic" 'Imagem padrão
        'Dimensão da imagem
        .Left = Sheet1.Range("H20").Left + (Sheet1.Range("H18").Width - .Width) / 2
        .Top = Sheet1.Range("H20").Top - 28
    End With
End With
End Sub
```

Código 8 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub *GenerateSingleQRCode*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020b)

Para o efeito, é utilizado uma Interface de Programação de Aplicações (API – *Application Programming Interface*) WEB que permite gerar um código QR através de um *site* externo ao invés do próprio *Microsoft® Excel®*, facilitando assim o trabalho de programar de raiz. A desvantagem de utilizar uma API WEB é a dependência do servidor ao qual o *site* está alojado. Se o *site* estiver indisponível, o código QR não será gerado. Uma vez preenchida a ficha de equipamento, o utilizador selecciona o botão “Guardar” e automaticamente toda informação é guardada no submódulo Inventário Ativos, por ordem alfabética do nome do ativo. Uma vez guardado, os botões “Guardar” e “Cancelar” tornam-se ocultos e os botões “Adicionar” e “Eliminar” são novamente exibidos. Estas instruções encontram-se apresentadas no Código 9.

```
'Guardar ficha de equipamento criada
Sub Equip_SaveNew()
Dim EquipRow As Long
Dim EquipCol As Long

With Sheet1
If .Range("E7").Value = Empty Then
MsgBox "Por favor introduza o Nome do Ativo"
.Range("E7").Select
Exit Sub
End If

EquipRow = Sheet2.Range("A99999").End(xlUp).Row + 1 'Primeira linha disponível
Sheet2.Range("A" & EquipRow).Value = Application.WorksheetFunction.Max(Sheet2.Range("EquipID")) + 1
For EquipCol = 2 To 16
Sheet2.Cells(EquipRow, EquipCol).Value = .Range(Sheet2.Cells(1, EquipCol).Value).Value
Next EquipCol
.Range("E3").Value = .Range("E7").Value 'Adiciona nome do ativo
.Shapes("NewEquipGroup").Visible = msoFalse
.Shapes("ExistEquipGroup").Visible = msoCTrue
.Range("B1").Value = False
.Range("B4").Value = False
End With

'Ordena lista de ativos por ordem alfabética
With Sheet2
.Sort.SortFields.Clear
.Sort.SortFields.Add Key:=.Range("B2"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
With .Sort
.SetRange Range("A4:O" & EquipRow)
.Apply
End With
End With
End Sub
```

**Código 9 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub *Equip\_SaveNew***

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018a)

O utilizador pode a qualquer momento atualizar a informação. O Código 10 verifica se houve alguma alteração nos dados do ativo e, se houve, a informação é automaticamente copiada para o submódulo Inventário Ativos sem necessidade de voltar a clicar no botão “Guardar”.

```
'Alteração de informação do ativo
'Altera na célula mas não no ativo load
If Not Intersect(Target, Range("D7:I33")) Is Nothing And Range("B1").Value = False Then
If Range("B2").Value = Empty Or Cells(Target.Row, Target.Column + 19).Value = _
Empty Or IsNumeric(Cells(Target.Row, Target.Column + 19).Value) = False Then Exit Sub
EquipRow = Range("B2").Value 'Linha do ativo
Sheet2.Cells(EquipRow, Cells(Target.Row, Target.Column + 19).Value).Value = Target.Value
End If
End Sub
```

*Código 10* - Módulo Ficha de Equipamento: verifica alteração dos dados do ativo

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018a)

O utilizador também tem a opção de cancelar a criação da nova ficha de equipamento a qualquer momento clicando no botão “Cancelar”. Uma vez clicado, está definido como padrão mostrar a ficha do ativo Renault Scenic, conforme mostra o Código 11.

```
'Cancelar a criação de nova ficha de equipamento
Sub Equip_CancelNew()
Sheet1.Range("E3").Value = Sheet1.Range("E37").Value
End Sub
```

*Código 11* - Módulo Ficha de Equipamento: Sub *Equip\_CancelNew*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018a)

O submódulo Inventário Ativos, conforme mencionado anteriormente, funciona como uma base de dados do módulo Ficha de Equipamentos.

- Anexos: esta funcionalidade foi desenvolvida para que a organização de pastas dos ativos e respetivos documentos como manuais, fichas técnicas, folhas de verificação, fotografias, entre outros, seja realizada de forma automática e com a mínima interferência por parte do utilizador. Além disso, também permite que a consulta de um determinado ativo disponibilize toda a sua documentação. Para adicionar um anexo, o utilizador clica no botão “Add anexo” e a Sub *Attach\_Add*, conforme mostra o Código 12, é executada.

```

'Adicionar anexos
Sub Attach_Add()
Dim FileFldr As FileDialog
Dim FileName, OrigFilePath, FileType, DestFileFolder, DestFilePath, EquipID, EquipName As String
Dim LastAttRow As Long
DestFileFolder = Sheet7.Range("EmplAttachFolder").Value
If DestFileFolder = "" Then 'Caso o utilizador não tenha criado uma pasta mestre
MsgBox "Antes de anexar qualquer ficheiro para este ativo, por favor selecione uma pasta" _
& vbCrLf & "dedicada para guardar os anexos específicos a este ativo"
Exit Sub
End If
EquipID = Sheet1.Range("H2").Value 'Código do ativo
EquipName = Replace(Replace(Sheet1.Range("E3").Value, ",", "_"), " ", "") 'Nome do ativo
Set FileFldr = Application.FileDialog(msoFileDialogFilePicker)
With FileFldr
.Title = "Selecione o documento para anexar"
.Filters.Add "Todos os ficheiros", "*.*"
If .Show <> -1 Then GoTo NoSelection
OrigFilePath = .SelectedItems(1)
FileName = Dir(OrigFilePath)

FileType = Right(FileName, 5 - InStr(1, Right(FileName, 5), "."))
End With

'Verifica se a pasta do ativo existe. Se não existe, cria uma
If Len(Dir(DestFileFolder & "\" & EquipName, vbDirectory)) = 0 Then
On Error GoTo BadFolder
MkDir DestFileFolder & "\" & EquipName
End If
DestFilePath = DestFileFolder & "\" & EquipName & "\" & FileName
FileCopy OrigFilePath, DestFilePath
'Kill (OrigFilePath) 'Eliminar o ficheiro original na localização original

With Sheet6
LastAttRow = .Range("D9999").End(xlUp).Row + 1 'Primeira linha disponível
.Range("D" & LastAttRow).Value = EquipID 'Código do ativo
.Range("E" & LastAttRow).Value = Sheet1.Range("E2").Value 'Categoria do ativo
.Range("F" & LastAttRow).Value = Sheet1.Range("E3").Value 'Nome do ativo
.Range("G" & LastAttRow).Value = FileName 'Nome do documento
.Range("H" & LastAttRow).Value = FileType 'Extensão do ficheiro
.Range("I" & LastAttRow).Value = DestFilePath 'Pasta do ficheiro
.Range("J" & LastAttRow).Value = Application.UserName 'Nome da pessoa que adicionou
.Range("K" & LastAttRow).Value = Now 'Data quando foi adicionado
.Range("L" & LastAttRow).Value = "=Row()" 'Data que o anexo foi adicionado
End With

Attach_Refresh 'Atualiza a lista para mostrar os novos anexos
Sheet1.Range("D25").Select 'Selecione o primeiro item a ser exibido em miniatura (se houver)
NoSelection:
Exit Sub
BadFolder:
MsgBox "Por favor selecione a pasta correta para anexar os documentos"
Sheet7.Activate
BrowseEmployeeFolder
End Sub

```

### Código 12 - Submódulo Anexos: Sub *Attach\_Add*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018b)

Na primeira utilização irá surgir uma caixa de diálogo que solicita ao utilizador que defina a localização da pasta mestre onde serão guardadas todas as futuras pastas criadas (ver secção 5.2.2.5). Quando o primeiro anexo é adicionado, é criada automaticamente uma pasta com a designação do ativo e todos os futuros anexos desse ativo serão guardados automaticamente nessa pasta, dentro da pasta mestre. A localização da pasta mestre é definida no separador Administração. Os anexos inseridos na ficha de equipamento são automaticamente guardados no submódulo Anexos, conforme mostra a Figura 32.

## Anexos

| Filtrar Por: |                     |                 | Limpar Filtros    |      |                      |                |               |
|--------------|---------------------|-----------------|-------------------|------|----------------------|----------------|---------------|
|              | Insira a Categoria: | Insira o Ativo: |                   |      |                      |                |               |
| Código       | Categoria           | Ativo           | Nome do documento | Tipo | Localização do anexo | Adicionado por | Adicionado em |
|              |                     |                 |                   |      |                      |                |               |

Figura 32 - Submódulo Anexos

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018b)

Neste submódulo o utilizador pode consultar todos os anexos. Para facilitar a consulta e a tornar mais rápida, o utilizador pode filtrar os dados por código, categoria ou pelo nome do ativo. A Sub para a criação destes filtros de múltiplos critérios pode ser visualizada no Código 13.

```
'Criar filtros
Sub Attach_Filter()
Dim LastAttRow As Long
With Sheet6
.Activate
.Range("AB2:AJ2").ClearContents 'Limpa filtros
If .Range("D3").Value <> "Insira o Código:" And .Range("D3").Value <> Empty Then .Range("AB2").Value = _
.Range("D3").Value Else: .Range("AB2").ClearContents 'Código
If .Range("E3").Value <> "Insira a Categoria:" And .Range("E3").Value <> Empty Then .Range("AC2").Value = _
"*" & .Range("E3").Value & "*" Else: .Range("AC2").ClearContents 'Categoria
If .Range("F3").Value <> "Insira o Ativo:" And .Range("F3").Value <> Empty Then .Range("AD2").Value = _
"*" & .Range("F3").Value & "*" Else: .Range("AD2").ClearContents 'Ativo
LastAttRow = .Range("D9999").End(xlUp).Row
If LastAttRow < 5 Then GoTo NoData
.Range("D4:L" & LastAttRow).AdvancedFilter xlFilterInPlace, CriteriaRange:=.Range("A1:AJ2"), Unique:=True
NoData:
End With
End Sub
```

Código 13 - Submódulo Anexos: Sub *Attach\_Filter*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018b)

Para limpar os filtros foi desenvolvida a Sub *Attach\_FilterClear* demonstrada no Código 14. Esta é executada quando o botão “Limpar Filtros” é clicado.

```
'Limpar todos os filtros
Sub Attach_FilterClear()

'Limpar fitros
With Sheet6
On Error Resume Next
.ShowAllData
On Error GoTo 0
.Range("B3").Value = True
.Range("D3").Value = "Insira o Código:"
.Range("E3").Value = "Insira a Categoria:"
.Range("F3").Value = "Insira o Artigo:"
.Range("B3").Value = False
.Range("D5:D9999").EntireRow.Hidden = False

End With

End Sub
```

Código 14 - Submódulo Anexos: Sub *Attach\_FilterClear*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018b)

Caso os ficheiros anexados sejam atualizados, a Sub *Attach\_Refresh* do Código 15 é executada de imediato.

```
'Atualizar anexos
Sub Attach_Refresh()
Dim EquipID, AttRow, LastAttRow, LastFiltRow, FiltRow As Long

EquipID = Sheet1.Range("H2").Value 'Código do ativo
Sheet1.Range("D25:I33").ClearContents 'Limpa os anexos existentes
AttRow = 25
With Sheet6
    .Range("AB2:AJ2,AB4:AJ9999").ClearContents 'Limpa os filtros
    .Range("AB2").Value = EquipID
    LastAttRow = .Range("D9999").End(xlUp).Row
    If LastAttRow < 5 Then GoTo NoData
    .Range("D4:L" & LastAttRow).AdvancedFilter xlFilterCopy, CriteriaRange:= _
    .Range("AB1:AJ2"), CopyToRange:=.Range("AB3:AH3"), Unique:=True
    LastFiltRow = .Range("AB9999").End(xlUp).Row 'Última linha do filtro
    If LastFiltRow < 4 Then Exit Sub 'Ciclo termina se não existirem anexos
    For FiltRow = LastFiltRow To 4 Step -1 'Coloca o anexo mais recente primeiro
        Sheet1.Range("D" & AttRow & ":I" & AttRow).Value = _
        .Range("AC" & FiltRow & ":AH" & FiltRow).Value 'Copia os dados do anexo
        AttRow = AttRow + 1
        If AttRow = 33 Then Exit Sub 'Termina se a lista tiver cheia
    Next FiltRow
End With
NoData:
End Sub
```

Código 15 - Submódulo Anexos: Sub *Attach\_Refresh*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018b)

No módulo Ficha de Equipamento, o utilizador pode selecionar o anexo que deseja abrir. Uma vez selecionado, deve-se clicar no botão “Abrir anexo” para que o anexo seja aberto. A Sub que executa estas instruções está explicada no Código 16. O método *FollowHyperlink* permite que a aplicação siga o *hyperlink* da localização da pasta específica do ativo.

```
'Abrir anexo
Sub Attach_Open()
With Sheet1
    Dim AttRow As Long
    If .Range("B5").Value = Empty Then
        MsgBox "Por favor seleccione o anexo para abrir"
        Exit Sub
    End If
    AttRow = .Range("B5").Value 'Linha dos anexos
    ThisWorkbook.FollowHyperlink (.Range("F" & AttRow).Value)
End With
End Sub
```

Código 16 - Submódulo Anexos: Sub *Attach\_Open*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018b)

O utilizador também tem a opção de consultar todos os anexos específicos a esse ativo. Para isso, clica no botão “Mostrar anexos”. Esta instrução, conforme mostra o Código 17, direciona o utilizador para o submódulo Anexos e automaticamente mostra todos os anexos desse ativo.

```
'Mostrar todos os anexos do ativo pretendido
Sub Attach_ShowAll()
Sheet6.Range("D3").Value = Sheet1.Range("H2").Value 'Código do ativo
End Sub
```

*Código 17 - Submódulo Anexos: Sub Attach\_ShowAll*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018b)

Caso o utilizador pretenda eliminar anexos, apenas terá de clicar no botão “Eliminar anexo”, que irá executar a Sub *Attach\_Delete* apresentada no Código 18. Uma mensagem de alerta “Por favor selecione primeiro o anexo a eliminar” surge caso o utilizador não tenha selecionado o anexo que pretende eliminar.

```
'Eliminar anexo
Sub Attach_Delete()
Dim EquipID, AttRow As Long
If Sheet1.Range("I" & ActiveCell.Row).Value = Empty Then
    MsgBox "Por favor selecione primeiro o anexo a eliminar"
    Exit Sub
End If
On Error Resume Next

AttRow = Sheet1.Range("I" & ActiveCell.Row).Value 'Linha dos anexos
Sheet6.Range(AttRow & ":" & AttRow).EntireRow.Delete
Attach_Refresh
Sheet1.Range("D25").Select
End Sub
```

*Código 18 - Submódulo Anexos: Sub Attach\_Delete*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018b)

## **Eliminação de ficha de equipamento**

Para eliminar a ficha de um ativo, o utilizador deve selecionar o botão “Eliminar” que irá executar o Código 19. Uma vez pressionado, aparecerá uma caixa de diálogo de confirmação, com a seguinte mensagem: “Tem a certeza que quer eliminar este ativo?”. Se “Sim”, os dados são automaticamente removidos do submódulo Ficha de Equipamento. Se o utilizador clicar em “Não”, a ação de eliminar é cancelada.

```

'Eliminar ativo
Sub EquipDelete()
Dim EquipRow As Long

If MsgBox("Tem a certeza que quer eliminar este ativo?", vbYesNo, "Eliminar ativo") = vbNo Then Exit Sub
If Sheet1.Range("B3").Value <> Empty Then
    EquipRow = Sheet1.Range("B3").Value
    Sheet2.Range(EquipRow & ":" & EquipRow).EntireRow.Delete
    Sheet1.Range("E3").Value = Sheet2.Range("C4").Value
End If

End Sub

```

Código 19 - Módulo Ficha de Equipamento: Sub *EquipDelete*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018a)

## Atalhos

No lado direito da ficha de equipamento são apresentados atalhos para os módulos Ordem de Trabalho e *Dashboard* para o utilizador rapidamente alternar entre módulos.

### 5.2.2.3 Ordem de Trabalho

Foi desenvolvido o módulo Ordem de Trabalho para registar as intervenções de manutenção realizadas ou previstas de serem realizadas. Neste módulo, o utilizador tem ainda a opção de imprimir ou guardar em PDF o relatório da OT, clicando nos botões correspondentes.

### ORDEM DE TRABALHO

+ Adicionar
 ✗ Eliminar
 📄 Guardar

🖨️ Imprimir  
📄 PDF

|                      |                       |                     |
|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Categoria:           | Ativo:                | Código sequencial:  |
| OT:                  | OT Emitida Em:        | Tipo de Manutenção: |
| Previsto Iniciar Em: | Previsto Concluir Em: | Serviço:            |
| Estado:              |                       |                     |

| Trabalhos de Manutenção |  |  |             |  |  |
|-------------------------|--|--|-------------|--|--|
| Tarefas executadas      |  |  | Observações |  |  |
|                         |  |  |             |  |  |

| Mão-de-obra         |             |                   |          |         |             |
|---------------------|-------------|-------------------|----------|---------|-------------|
| Especialidade       | Responsável | Nº de executantes | Nº horas | Unidade | Horas total |
|                     |             |                   |          |         |             |
|                     |             |                   |          |         |             |
|                     |             |                   |          |         |             |
| <b>TOTAL HORAS:</b> |             |                   |          |         |             |

| Material            |        |            |                    |                |             |
|---------------------|--------|------------|--------------------|----------------|-------------|
| Grupo               | Artigo | Quantidade | Unidade (un/kg/ml) | Preço unitário | Preço Total |
|                     |        |            |                    |                |             |
|                     |        |            |                    |                |             |
|                     |        |            |                    |                |             |
| <b>TOTAL CUSTO:</b> |        |            |                    |                |             |

Figura 33 - Módulo Ordem de Trabalho

Fonte: Elaboração própria

Conforme pode ser observado na Figura 33, este módulo apresenta as seguintes funcionalidades:

### Consulta de ordens de trabalho

Para consultar OT antigas, o utilizador apenas tem de introduzir o número da OT que pretende pesquisar no campo “OT”. A introdução de um número executa o Código 20.

```
'Quando o número da OT é alterado, carregar informação dessa OT
If Not Intersect(Target, Range("E6")) Is Nothing Then
    If Range("B2").Value <> Empty Then OT_Load
    End If
End Sub
```

*Código 20* - Módulo Ordem de Trabalho: verifica alteração no campo OT

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020a)

Se o número da OT existe na base de dados que, neste caso, é o submódulo OT Geral, o Código 21 e o Código 22 são executados. Caso o número da OT não exista na base de dados, é apresentada uma mensagem de alerta: “Por favor insira uma OT válida”.

```
'Carregar OT
Sub OT_Load()
Dim OTRow As Long, OTItemRow As Long, LastOTItemRow As Long
Dim ResultRow As Long, LastItemResultRow As Long

Dim AnotherOTRow As Long, AnotherOTItemRow As Long, AnotherLastOTItemRow As Long
Dim AnotherResultRow As Long, AnotherLastItemResultRow As Long

With Sheet10
    If .Range("B2").Value = Empty Then
        MsgBox "Por favor insira uma OT válida"
        Exit Sub
    End If
End With

'Linha da OT
OTRow = .Range("B2").Value
'Limpa conteúdo da OT
.Range("E4,G4,I4,I6,E8,G8,I8,I9,E10,I10,D14:F17,G14:I17,D20:G23,D27:H33,L20:L23,M27:M33").ClearContents
.Range("B4").Value = True

'Informação Geral
.Range("G6").Value = Sheet3.Range("E" & OTRow).Value 'Data de Abertura OT
.Range("E8").Value = Sheet3.Range("F" & OTRow).Value 'Data de Início
.Range("G8").Value = Sheet3.Range("G" & OTRow).Value 'Data de conclusão
.Range("G4").Value = Sheet3.Range("H" & OTRow).Value 'Ativo
.Range("E4").Value = Sheet3.Range("I" & OTRow).Value 'Categoria
.Range("I4").Value = Sheet3.Range("J" & OTRow).Value 'Código
.Range("I6").Value = Sheet3.Range("K" & OTRow).Value 'Tipo de manutenção
.Range("E10").Value = Sheet3.Range("L" & OTRow).Value 'Km
.Range("I8").Value = Sheet3.Range("M" & OTRow).Value 'Serviço
.Range("I9").Value = Sheet3.Range("N" & OTRow).Value 'Departamento
.Range("I10").Value = Sheet3.Range("O" & OTRow).Value 'Código Fornecedor
.Range("G10").Value = Sheet3.Range("P" & OTRow).Value 'Estado
.Range("D14").Value = Sheet3.Range("Q" & OTRow).Value 'Descrição da avaria
.Range("G14").Value = Sheet3.Range("R" & OTRow).Value 'Observações
```

*Código 21* - Módulo Ordem de Trabalho: Sub *OT\_Load* (geral)

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020a)

```

'Mão-de-obra
LastOTItemRow = Sheet4.Range("D9999").End(xlUp).Row
If LastOTItemRow < 4 Then GoTo NoItems
Sheet4.Range("D3:J" & LastOTItemRow).AdvancedFilter xlFilterCopy, CriteriaRange:=Sheet4.Range("N3:N4"), _
CopyToRange:=Sheet4.Range("P3:V3"), Unique:=False
LastItemResultRow = Sheet4.Range("P9999").End(xlUp).Row
If LastItemResultRow < 4 Then GoTo NoItems
For ResultRow = 4 To LastItemResultRow
    OTItemRow = Sheet4.Range("U" & ResultRow).Value
    'Copia Especialidade, Responsável, Nº de Executantes e Nº horas
    .Range("D" & OTItemRow & ":G" & OTItemRow).Value = Sheet4.Range("Q" & ResultRow & ":T" & ResultRow).Value
    .Range("L" & OTItemRow).Value = Sheet4.Range("V" & ResultRow).Value
Next ResultRow

'Material
AnotherLastOTItemRow = Sheet5.Range("D9999").End(xlUp).Row
If AnotherLastOTItemRow < 4 Then GoTo NoItems
Sheet5.Range("D3:K" & AnotherLastOTItemRow).AdvancedFilter xlFilterCopy, CriteriaRange:=Sheet5.Range("N3:N4"), _
CopyToRange:=Sheet5.Range("P3:W3"), Unique:=False
AnotherLastItemResultRow = Sheet5.Range("P9999").End(xlUp).Row
If AnotherLastItemResultRow < 4 Then GoTo NoItems
For AnotherResultRow = 4 To AnotherLastItemResultRow
    AnotherOTItemRow = Sheet5.Range("V" & AnotherResultRow).Value
    'Copia Grupo, Artigo, Quantidade, Unidade, Preço Unitário
    .Range("D" & AnotherOTItemRow & ":H" & AnotherOTItemRow).Value = _
    Sheet5.Range("Q" & AnotherResultRow & ":U" & AnotherResultRow).Value
    .Range("M" & AnotherOTItemRow).Value = Sheet5.Range("W" & AnotherResultRow).Value

Next AnotherResultRow

NoItems:
.Range("B1").Value = False
.Range("B4").Value = False
.Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoFalse
.Shapes("AddOTBtn").Visible = msoCTrue
End With
End Sub

```

**Código 22** - Módulo Ordem de Trabalho: Sub *OT\_Load* (mão de obra e material)

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020c)

## Criação de ordem de trabalho

Ao clicar no botão “Adicionar”, todos os campos são automaticamente limpos para que novos dados sejam introduzidos, à exceção do campo “OT Emitida Em” em que será apresentado o dia e a hora atual e do campo “Estado” que passará para “Pendente”. Estas instruções podem ser observadas no Código 23.

```

'Criar OT
Sub OT_New()
With Sheet10
    .Range("B1").Value = True
    'Limpar conteúdo
    .Range("E6,E4,G4,I4,I6,E8,G8,I8,I9,E10,I10,D14:F17,G14:I17,D20:G23,D27:H33,L20:L23,M27:M33").ClearContents
    'Fórmula do campo OT Emitida Em
    .Range("G6").Value = Now
    Range("G10").Select
    'Fórmula do campo Estado
    ActiveCell.FormulaR1C1 = """"Pendente""""
    Range("H3").Select

    .Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoCTrue
    .Shapes("AddOTBtn").Visible = msoFalse
End With
End Sub

```

**Código 23** - Módulo Ordem de Trabalho: Sub *OT\_New*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020c)

A ordem de trabalho está organizada em três separadores:

- Informação geral:
  - Categoria: é apresentada uma *drop-down list* idêntica à do módulo Ficha de Equipamento;
  - Ativo: consoante a categoria definida, é apresentada uma *drop-down list* dos ativos pertencentes a essa categoria;
  - Código sequencial: este campo é automaticamente preenchido e encontra-se protegido. Uma vez definido o ativo, a aplicação acede ao submódulo Inventário Ativo e associa o respetivo código. Esta interação é apresentada no Código 24;

```
'Alteração do nome do Ativo
If Not Intersect(Target, Range("G4")) Is Nothing Then
    If Target.Value <> Empty And Range("B6").Value <> Empty Then
        Dim ArtigoRow As Long
        ArtigoRow = Range("B6").Value 'Linha do Ativo
        Range("I4").Value = Sheet2.Range("A" & ArtigoRow).Value 'Código do Ativo
    End If
End If
```

*Código 24* - Módulo Ordem de Trabalho: verifica alteração no campo Ativo

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2018a)

- OT: o número da OT é gerado automaticamente. É um número sequencial e único;
- OT emitida em: este campo encontra-se protegido e é automaticamente inserido o dia e a hora que a OT é emitida através do comando *Range("G6").Value = Now* presente na Sub *OT\_New* do Código 23;  
Tipo de manutenção: é apresentada uma *drop-down list* dos tipos de manutenção praticados pela empresa. De momento apenas é possível escolher entre “Manutenção Preventiva” e “Manutenção Corretiva”;
- Iniciado em/previsto iniciar em: neste campo, o utilizador insere manualmente a data e a hora. Conforme mostra a Figura 34, o texto apresentado depende do tipo de manutenção selecionado no campo anterior. Se o utilizador selecionou “Manutenção Preventiva”, é solicitado que insira a data e hora prevista para a intervenção iniciar. Por outro lado, se o utilizador selecionou “Manutenção Corretiva”, é-lhe solicitado que insira quando a intervenção foi iniciada e terminada;

=SE(I6="Manutenção Corretiva";"Iniciado Em:";"Previsto Iniciar Em:")

Figura 34 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Iniciado Em/Previsto Iniciar Em

Fonte: Elaboração própria

- Concluído em/previsto concluir em: o utilizador insere a data e a hora. O texto apresentado também depende do tipo de manutenção selecionado, conforme apresentado na Figura 35.

=SE(I6="Manutenção Corretiva";"Concluído Em:";"Previsto Concluir Em:")

Figura 35 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Concluído Em/Previsto Concluir Em

Fonte: Elaboração própria

- Serviço: apresentada uma *drop-down list* com duas escolhas: serviço externo ou serviço interno. Se o ativo for reparado por uma entidade externa, o utilizador deve escolher serviço externo. Se for reparado pelos próprios técnicos, então deve ser escolhido serviço interno. Esta informação é importante para distinguir entre as despesas relacionadas com a própria empresa e as despesas relacionadas com fornecedores;
- Departamento: se o serviço for interno, um novo campo denominado por “Departamento” é apresentado. Este campo possui uma *drop-down list* com as opções de Mecânico, Eletricidade e Ferramentaria;
- Código do fornecedor: se o serviço for externo, aparece um novo campo designado por “Código do Fornecedor”;
- Km: caso o utilizador tenha selecionado como categoria “Viaturas”, irá surgir um campo para introdução dos quilómetros atuais da viatura;
- Estado: é apresentada uma *drop-down list* onde o utilizador pode optar pelos seguintes estados de OT: pendente, programada, em reparação, aguardar peças, em empresa externa, encerrada preventiva e encerrada corretiva;
- Trabalhos de manutenção/trabalhos de manutenção previstos: neste separador o texto também altera consoante o tipo de manutenção definida. Conforme mostra a Figura 36, se o tipo de manutenção definido for “Manutenção Preventiva”, o texto apresentado será “Trabalhos de Manutenção previstos” e deverão ser introduzidas as tarefas a executar. Se for “Manutenção Corretiva”, o texto apresentado será “Trabalhos de Manutenção” e deverão ser introduzidas as tarefas executadas e a descrição da avaria/observações relevantes da intervenção.

=SE(I6="Manutenção Preventiva"; "Trabalhos de Manutenção previstos"; "Trabalhos de Manutenção")

Figura 36 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do separador Trabalhos de Manutenção/Trabalhos de Manutenção previstos

Fonte: Elaboração própria

- Mão de obra:
  - Mão de obra/mão de obra prevista: o texto apresentado depende do tipo de manutenção definido. Conforme pode ser observado na Figura 37, se tiver sido definido “Manutenção Preventiva”, é apresentado “Mão de obra prevista”, caso contrário, será apresentado “Mão de obra”;

=SE(I6="Manutenção Preventiva"; "Mão-de-obra prevista"; "Mão-de-obra")

Figura 37 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do separador Mão de obra/Mão de obra prevista

Fonte: Elaboração própria

- Especialidade: é apresentada uma *drop-down list* com MEC, ELE e Serviço externo;
- Responsável: é ativada uma *drop-down list* com encarregado, ajudante ou outros. Este último deve ser selecionado caso seja serviço externo;
- Nº de executantes: neste campo, o utilizador deve introduzir o número de técnicos intervenientes;
- Nº horas/preço unitário: caso o serviço seja interno, será solicitado o “Nº horas” e deve ser introduzido o nº de horas despendidas por cada técnico. Se o serviço for externo, é solicitado o “Preço unitário” e o utilizador deve transpor os valores da fatura. A fórmula deste texto dinâmico é apresentada na Figura 38.

=SE(I8="Externo"; "Preço total"; "Horas total")

Figura 38 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Nº horas/Preço unitário

Fonte: Elaboração própria

- Unidade: este campo está protegido e a unidade é apresentada automaticamente. A fórmula utilizada é demonstrada na Figura 39.

```
=SE(E($G$19="Nº horas";É.NÚM(G20));"HH";SE(E($G$19="Preço unitário";É.NÚM(G20));"€";""))
```

Figura 39 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula da Unidade

Fonte: Elaboração própria

A interpretação da fórmula é a seguinte: conforme explicado anteriormente, se o serviço for interno, o campo é alterado para “Nº horas”. Se o serviço for externo, o campo é alterado para “Preço unitário”. Neste sentido, se o campo menciona “Nº horas” e é inserido um número, a unidade será homens-hora (HH). Se menciona “Preço unitário” e é inserido um número, então a unidade será Euros (€). Se não é introduzido valor no campo “Nº horas/Preço unitário”, então o campo permanece vazio;

- Horas total/preço total: este campo está protegido e é apresentado automaticamente as horas totais da intervenção ou a despesa total do serviço externo. Se o campo “Nº horas/Preço unitário” tiver valores, então os valores do campo “Nº horas/Preço unitário” são multiplicados pelos valores do campo “Nº de executantes”. Se não tiver valores, o campo “Horas Total/Preço Total” permanece vazio. A fórmula utilizada é demonstrada na Figura 40;

```
=SE(G20<>"";F20*G20;"")
```

Figura 40 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula das Horas total/Preço total

Fonte: Elaboração própria

- Total horas: é somado as horas da OT. A fórmula é dada pela Figura 41.

```
=SE(CONTAR(I20:I23);SOMA(I20:I23);"")
```

Figura 41 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Total horas

Fonte: Elaboração própria

- Material:
  - Material/material previsto: novamente, o texto apresentado depende do tipo de manutenção definido. Conforme pode ser observado na Figura 42, se estiver definido “Manutenção Preventiva”, é apresentado “Material previsto”, caso contrário, será apresentado “Material”;

`=SE(I6="Manutenção Preventiva";"Material previsto";"Material")`

Figura 42 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Material/Material previsto

Fonte: Elaboração própria

- Grupo: é apresentada uma *drop-down list* com as opções consumíveis, peças e ferramentas;
- Artigo: o utilizador introduz o consumível ou ferramenta utilizada;
- Quantidade: o utilizador introduz a quantidade consumida ou utilizada;
- Unidade: a unidade a ser inserida pode ser unidade (un), quilo (kg), metro (m) ou litros (l);
- Preço unitário: deve ser introduzido o preço unitário do consumível introduzido;
- Preço total: este campo está protegido e é apresentado automaticamente a despesa do material consumido. Se o campo “Preço unitário” tiver valores, então multiplica os valores do campo “Quantidade” pelos valores do campo “Preço unitário”. Se não tiver valores, o campo “Preço Total” permanece vazio. A fórmula utilizada é demonstrada na Figura 43;

`=SE(H27<>"";F27*H27;"")`

Figura 43 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Preço total

Fonte: Elaboração própria

- Total custo: são somadas todas as despesas do material consumido da OT. A fórmula pode ser observada na Figura 44.

`=SE(CONTAR(I27:I33);SOMA(I27:I33);"")`

Figura 44 - Módulo Ordem de Trabalho: fórmula do Total custo

Fonte: Elaboração própria

Uma vez preenchida a OT, o utilizador clica no botão “Guardar”. Se for guardado com sucesso, é apresentada uma mensagem a dizer “Guardado”. A informação é guardada em três submódulos: OT Geral (Código 25), OT Material (Código 26) e OT MO (Código 27).

```

'Salvar informação geral
Sub OT_SaveGeral()
Dim OTRow As Long, OTItemRow As Long, LastItemRow As Long, ItemRow As Long

With Sheet10

    'Determina se é uma OT nova ou já existente
    'Nova OT
    If .Range("B1").Value = True Then
        OTRow = Sheet3.Range("D99999").End(xlUp).Row + 1
        .Range("E6").Value = .Range("B3").Value 'Adiciona número da OT
        Sheet3.Range("D" & OTRow).Value = .Range("B3").Value 'Adiciona número da OT
    'OT existente
    Else:
        OTRow = .Range("B2").Value
    End If
    Sheet3.Range("E" & OTRow).Value = .Range("G6").Value 'Data abertura OT
    Sheet3.Range("F" & OTRow).Value = .Range("E8").Value 'Data início
    Sheet3.Range("G" & OTRow).Value = .Range("G8").Value 'Data conclusão
    Sheet3.Range("H" & OTRow).Value = .Range("G4").Value 'Ativo
    Sheet3.Range("I" & OTRow).Value = .Range("E4").Value 'Categoria
    Sheet3.Range("J" & OTRow).Value = .Range("I4").Value 'Código
    Sheet3.Range("K" & OTRow).Value = .Range("I6").Value 'Tipo de manutenção
    Sheet3.Range("L" & OTRow).Value = .Range("E10").Value 'Km
    Sheet3.Range("M" & OTRow).Value = .Range("I8").Value 'Serviço
    Sheet3.Range("N" & OTRow).Value = .Range("I9").Value 'Departamento
    Sheet3.Range("O" & OTRow).Value = .Range("I10").Value 'Código do Fornecedor
    Sheet3.Range("P" & OTRow).Value = .Range("G10").Value 'Estado
    Sheet3.Range("Q" & OTRow).Value = .Range("D14").Value 'Descrição da avaria
    Sheet3.Range("R" & OTRow).Value = .Range("G14").Value 'Observações

    .Range("B1").Value = False
    .Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoFalse
    .Shapes("AddOTBtn").Visible = msoCTrue

End With
End Sub

```

**Código 25 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub SaveGeral (geral)**

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020c)

```

'Salvar informação relativa ao Material
Sub OT_SaveMaterial()

Dim AnotherOTRow As Long, AnotherOTItemRow As Long, AnotherLastItemRow As Long, AnotherItemRow As Long
With Sheet10

    'Material
    AnotherLastItemRow = .Range("D33").End(xlUp).Row
    If AnotherLastItemRow < 27 Then GoTo NoItems
    For AnotherItemRow = 27 To AnotherLastItemRow
        If .Range("M" & AnotherItemRow).Value <> Empty Then
            AnotherOTItemRow = .Range("M" & AnotherItemRow).Value
        Else
            AnotherOTItemRow = Sheet5.Range("D99999").End(xlUp).Row + 1
            Sheet5.Range("D" & AnotherOTItemRow).Value = .Range("E6").Value
            .Range("M" & AnotherItemRow).Value = AnotherOTItemRow
            Sheet5.Range("K" & AnotherOTItemRow).Value = "=Row()"
        End If
        Sheet5.Range("E" & AnotherOTItemRow & ":I" & AnotherOTItemRow).Value = _
        |.Range("D" & AnotherItemRow & ":H" & AnotherItemRow).Value
        Sheet5.Range("J" & AnotherOTItemRow).Value = AnotherItemRow
    Next AnotherItemRow

    If .Range("D20").Value = Empty Then
        MsgBox "Preencha a informação relativa à mão-de-obra."
        .Range("D20").Select
        Exit Sub
    End If

NoItems:
    .Range("B1").Value = False
    .Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoFalse
    .Shapes("AddOTBtn").Visible = msoCTrue
End With
OT_MUpdated
End Sub

```

**Código 26 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub SaveGeral (material)**

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020c)

```

'Salvar informação relativa à Mão-de-Obra
Sub OT_SaveMO()

Dim OTRow As Long, OTItemRow As Long, LastItemRow As Long, ItemRow As Long

With Sheet10

If .Range("D20").Value = Empty Then
    MsgBox "Preencha a informação relativa à mão-de-obra."
    .Range("D20").Select
    Exit Sub
End If

'Adiciona / Atualiza dados da OT

'Mão-de-obra
LastItemRow = .Range("E23").End(xlUp).Row
If LastItemRow < 20 Then GoTo NoItems
For ItemRow = 20 To LastItemRow
    If .Range("L" & ItemRow).Value <> Empty Then
        OTItemRow = .Range("L" & ItemRow).Value
    Else 'Nova linha
        OTItemRow = Sheet4.Range("D9999").End(xlUp).Row + 1
        Sheet4.Range("D" & OTItemRow).Value = .Range("E6").Value
        .Range("L" & ItemRow).Value = OTItemRow
        Sheet4.Range("J" & OTItemRow).Value = "=Row()"
    End If
    Sheet4.Range("E" & OTItemRow & ":H" & OTItemRow).Value = _
        .Range("D" & ItemRow & ":G" & ItemRow).Value
    Sheet4.Range("I" & OTItemRow).Value = ItemRow
Next ItemRow

NoItems:
.Range("B1").Value = False
.Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoFalse
.Shapes("AddOTBtn").Visible = msoCTrue
End With

End Sub

```

Código 27 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub *SaveGeral* (mão de obra)  
 Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020c)

Como cada separador é guardado individualmente em submódulos específicos, foi criada a Sub *OT\_Save*, conforme mostra o Código 28, que convoca as Sub *OT\_SaveGeral*, *OT\_SaveMO* e *OT\_SaveMaterial*, agindo assim como uma só Sub.

```

'Salva todos os dados gerais, mão-de-obra e material
Sub OT_Save()

Call OT_SaveGeral
Call OT_SaveMO
Call OT_SaveMaterial

End Sub

```

Código 28 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub *OT\_Save*  
 Fonte: Elaboração própria

O utilizador possui a opção de cancelar a criação da nova OT a qualquer momento clicando no botão “Cancelar”. Uma vez clicado, está definido como padrão mostrar a OT nº 0001, conforme mostra o Código 29.

```
'Cancelar criação de nova OT
Sub OT_CancelNew()
If Sheet3.Range("D4").Value <> Empty Then Sheet10.Range("E6").Value = Sheet3.Range("D4").Value
End Sub
```

*Código 29 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub OT\_CancelNew*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020c)

A seguir, serão explicados ao pormenor o funcionamento de cada um dos submódulos que compõem o módulo da Ordem de Trabalho.

### Submódulo OT Geral

O submódulo OT Geral pode ser dividido em duas partes:

- “Submódulo OT Geral cópia: apresenta uma cópia de toda a informação relativa às ordens de trabalho criadas;
- “Submódulo OT Geral fórmulas”: permite o cálculo de fatores que irão auxiliar na determinação dos indicadores técnicos exibidos no módulo *Dashboard*. Estes fatores estão ilustrados na Figura 45.

| TRQ | TITR | TF | TDTR |
|-----|------|----|------|
|     |      |    |      |
|     |      |    |      |
|     |      |    |      |
|     |      |    |      |
|     |      |    |      |

*Figura 45 - Submódulo OT Geral: fórmulas para os indicadores técnicos*

Fonte: Elaboração própria

De seguida são apresentadas as pressuposições assumidas e as fórmulas utilizadas para o cálculo destes fatores:

- Cálculo de TRQ: o Tempo Requerido (TRQ) é o intervalo de tempo durante o qual o utilizador requer que o ativo esteja em condições para cumprir uma função requerida (NP EN 13306:2007). De acordo com as exigências da gerência, foi assumido 10 horas consecutivas;
- Cálculo de TITR: a fórmula para o cálculo do Tempo de Indisponibilidade em Tempo Requerido (TITR) pode ser observada na Figura 46. O TITR é o intervalo de tempo durante o qual o ativo está indisponível em períodos onde é requerido (NP EN 13306:2007);

```
=SE([@[Data conclusão dos trabalhos]]="";"";MÁXIMO(0;"18:0"-MÁXIMO(RESTO([@[Data início dos trabalhos]];1)TEMPO(8;;))-(MARRED(RESTO([@[Data início dos trabalhos]];1);"0:1"<=1/2)/24+MÁXIMO(0;MÍNIMO(RESTO([@[Data conclusão dos trabalhos]];1);TEMPO(18;;))-"8:0")-(MARRED(RESTO([@[Data conclusão dos trabalhos]];1);"0:1">=13/24)/24+(DIAS([@[Data conclusão dos trabalhos]];[@[Data início dos trabalhos]])-1)*9/24)
```

Figura 46 - Submódulo OT Geral: fórmula do TITR

Fonte: Elaboração própria

Esta fórmula calcula a diferença de horas entre a “Data conclusão dos trabalhos” e a “Data início dos trabalhos” com as seguintes restrições:

- Horário de funcionamento da oficina é das 08h00 às 18h00;
- Horário de almoço é das 12h00 às 13h00.

Ou seja, o período em que o ativo é requerido está definido entre as 08h00 (função MÍNIMO) e as 12h00 e depois entre as 13h00 e as 18h00 (função MÁXIMO). Considerando que um dia tem 24 horas, a função RESTO devolve o resto depois de ser dividido por 24. A função TEMPO devolve o número decimal e converte em horas. Assim, se a avaria ocorrer durante o período da restrição, é obtido um valor diferente de “0”. Se não ocorrer, o valor obtido é “0”. A função MARRED evita a formação de erro caso um dos valores seja negativo. Se for negativo, devolve “0”;

- Cálculo de TF: o Tempo de Funcionamento (TF) é o intervalo de tempo durante o qual um ativo desempenha a sua função requerida (NP EN 13306:2007). Para o cálculo de TF, assumiu-se que o período de análise foi iniciado no dia 12 de maio de 2020 e terminado a 31 de agosto 2020. Sabendo que TRQ são 10 horas, o TF é dado pela diferença entre as duas datas multiplicadas pelo TRQ. Assim, TF é de 1.110 horas;
- Cálculo de TDTR: para o cálculo do Tempo de Disponibilidade em Tempo Requerido (TDTR), tem-se a fórmula apresentada na Figura 47. O TDTR é o intervalo de tempo durante o qual o ativo está disponível em períodos onde é requerido (NP EN 13306:2007);

```
=SE([@[Data conclusão dos trabalhos]]="";"";SE([@TITR]>[@TRQ];[@TITR]-[@TRQ];SE([@TRQ]>[@TITR];[@TRQ]-[@TITR];0)))
```

Figura 47 - Submódulo OT Geral: fórmula do TDTR

Fonte: Elaboração própria

Para evitar que a célula contenha erros foi utilizada a função SE. Assim sendo, se a data de conclusão estiver vazia então retorna "0". Se tiver valor, e o TITR for maior que TRQ então é subtraído o TITR com TRQ. Se, por outro lado, TITR for menor que TRQ, então é subtraído o TRQ com o TITR.

### Submódulo OT MO

À semelhança do submódulo Geral, este submódulo também é composto por duas partes: cópia da informação e fórmulas para o cálculo de fatores para determinação de indicadores económicos e organizacionais, conforme ilustrado na Figura 48.

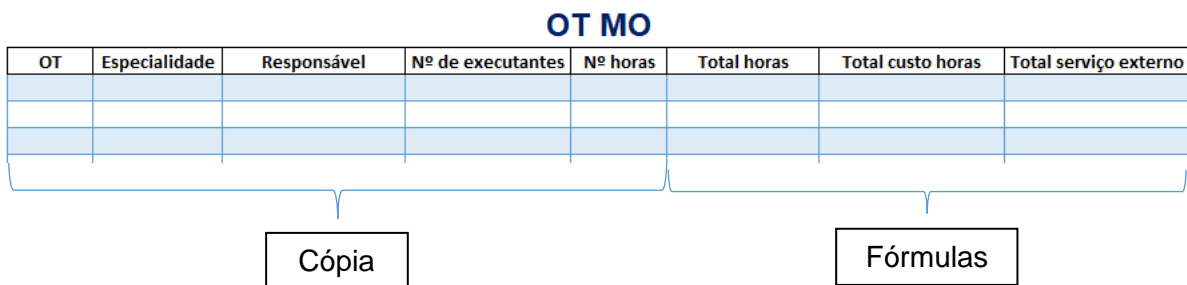


Figura 48 - Submódulo OT MO

Fonte: Elaboração própria

No que concerne às fórmulas, procede-se de seguida à explicação das mesmas:

- Cálculo do total de horas: é importante notar que na coluna “Nº horas” é guardada tanto a informação da mão de obra interna (horas) como a informação da mão de obra externa (custo). Para a aplicação distinguir entre as duas, foi empregue a função SE para apenas calcular os valores cuja “Especialidade” seja diferente de “Serviço Externo”, ou seja, cuja “Especialidade” seja Serviço Interno”. Se a condição for atendida, o “Total horas” é calculado multiplicando o “Nº de executantes” com o “Nº horas”. Se não for atendida, a célula permanece vazia. A fórmula para o cálculo do “Total horas” é dada na Figura 49;

`=SE([@Especialidade]<>"Serviço Externo";[@[Nº de executantes]]*[@[Nº horas]];"`

Figura 49 - Submódulo OT MO: fórmula do Total horas

Fonte: Elaboração própria

- Cálculo do custo de horas: conforme pode ser observado na Figura 50, se a “Especialidade” é diferente de “Serviço Externo”, então é multiplicado o valor da célula L1 (valor apurado pela contabilidade analítica) pelo nº de horas efetuadas. Se a “Especialidade” for igual ao “Serviço Externo”, célula permanecer-se à vazia;

```
=SE([@Especialidade]<>"Serviço Externo";$L$1*K4;"")
```

Figura 50 - Submódulo OT MO: fórmula do Total custo horas

Fonte: Elaboração própria

- Cálculo do custo do serviço externo: nesta coluna apenas se quer calcular as despesas da mão de obra externa. Assim, e de acordo com a Figura 51, se a “Especialidade” for igual a “Serviço Externo”, então é igual ao valor que estiver na coluna “Nº horas”. Caso contrário, a célula permanece vazia.

```
=SE([@Especialidade]="Serviço Externo";[@[Nº horas]];"")
```

Figura 51 - Submódulo OT MO: fórmula do Total serviço externo

Fonte: Elaboração própria

### Submódulo OT Material

Na Figura 52 pode ser observado o submódulo OT Material. Este também pode ser dividido em cópia e fórmulas.

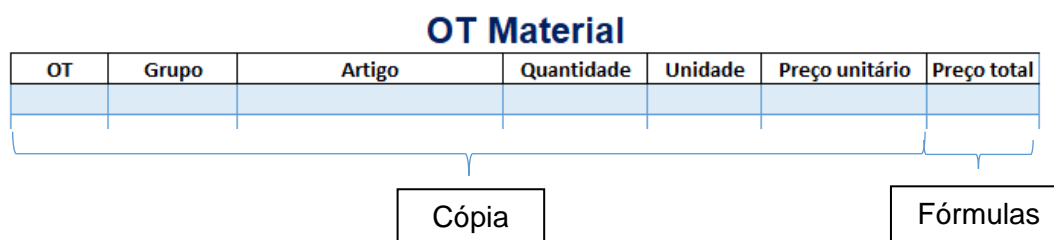


Figura 52 - Submódulo OT Material

Fonte: Elaboração própria

A única fórmula deste submódulo é a retratada na Figura 53. Esta fórmula multiplica o “Preço unitário” pela “Quantidade”. Caso a célula do “Preço unitário” esteja vazia, a célula do “Preço total” manter-se-á também vazia para evitar erros.

```
=SE([@[Preço unitário]]<>"";[@Quantidade]*[@Preço unitário];"")
```

Figura 53 - Submódulo OT Material: fórmula do Preço total

Fonte: Elaboração própria

### Eliminação de ordem de trabalho

Para eliminar uma OT, o utilizador deve clicar no botão “Eliminar” para que o Código 30 seja executado. Uma vez executado, aparece uma caixa de diálogo: “Tem a certeza que quer eliminar esta OT?”. Caso o utilizador clique em “Sim”, os dados serão automaticamente removidos da base de dados e retorna à OT nº 0001. Se o utilizador clicar em “Não”, a ação de eliminar é cancelada.

```
'Eliminar OT
Sub OT_Delete()
Dim OTRow As Long, OTItemRow As Long, LastOTItemRow As Long

If MsgBox("Tem a certeza que quer eliminar esta OT?", vbYesNo, "Eliminar OT") = vbNo Then Exit Sub
If Sheet10.Range("B2").Value <> Empty Then
    OTRow = Sheet10.Range("B2").Value
    Sheet3.Range(OTRow & ":" & OTRow).EntireRow.Delete

OT_CancelNew
End If

End Sub
```

Código 30 - Módulo Ordem de Trabalho: Sub *OT\_Delete*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020c)

#### 5.2.2.4 Dashboard

O *dashboard* é um painel que mostra, de forma visual, os indicadores de desempenho de manutenção através da utilização de gráficos e tabelas. Esta ferramenta tem como intuito facilitar o acompanhamento do efeito da atividade que se pretende controlar em tempo real, verificar o progresso dos objetivos definidos e auxiliar na tomada de decisão.

Para a criação do *dashboard*, foi primeiro necessário definir que indicadores devem ser acompanhados. Estes foram estipulados na reunião com a gerência e estão descritos na secção 5.2.1, sendo que as expressões matemáticas dos indicadores de manutenção podem ser consultadas na Tabela 10. Posteriormente, foi necessário criar uma base de dados que irá alimentar o *dashboard*. A base de dados serão as tabelas dos submódulos da Ordem de Trabalho: Geral, MO e Material.

A próxima etapa passou por analisar os dados e organizá-los. Para tal, foram utilizadas como auxílio o *Power Query*. Esta ferramenta avançada do *Microsoft® Excel®* permite consolidar as várias tabelas dos submódulos (Geral, MO e Material) efetuando conexões entre elas e assim compilar, numa única tabela, que irá ser alvo de análise. Com recurso a tabelas dinâmicas (*pivot tables* em inglês), foi criada, numa folha auxiliar, resumos dos dados das tabelas originais, destacando os dados mais importantes para, seguidamente, serem trabalhados com o intuito de obter os indicadores de manutenção estabelecidos pela organização. Por fim, foram gerados os gráficos dinâmicos a partir das tabelas dinâmicas e copiados para o menu *Dashboard*.

O *dashboard* personalizado mostra uma interface gráfica resumida, dividida em quatro painéis: do lado esquerdo (Figura 54), é composto por três painéis referentes aos indicadores de manutenção económicos, técnicos e organizacionais.

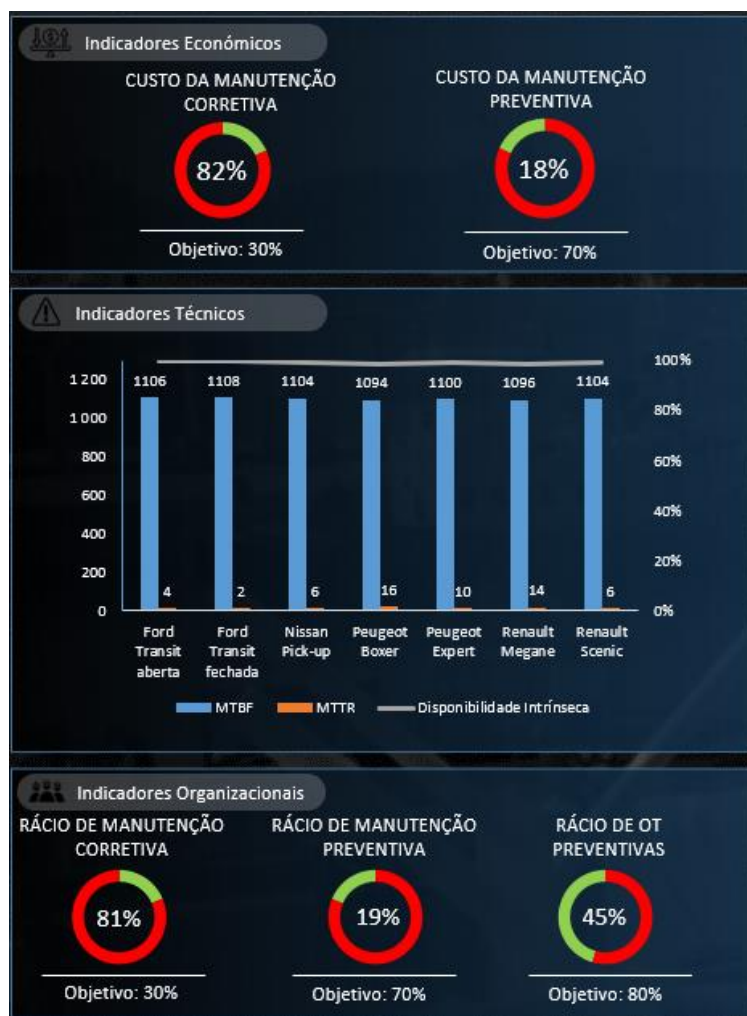


Figura 54 - Módulo *Dashboard*: indicadores económicos, técnicos e organizacionais

Fonte: Elaboração própria

No lado direito (Figura 55), são mostrados os restantes indicadores que se pretende acompanhar, como o custo de manutenção por ativo, o número de tipo de OT em curso e pendentes, e o custo global da atividade de manutenção.

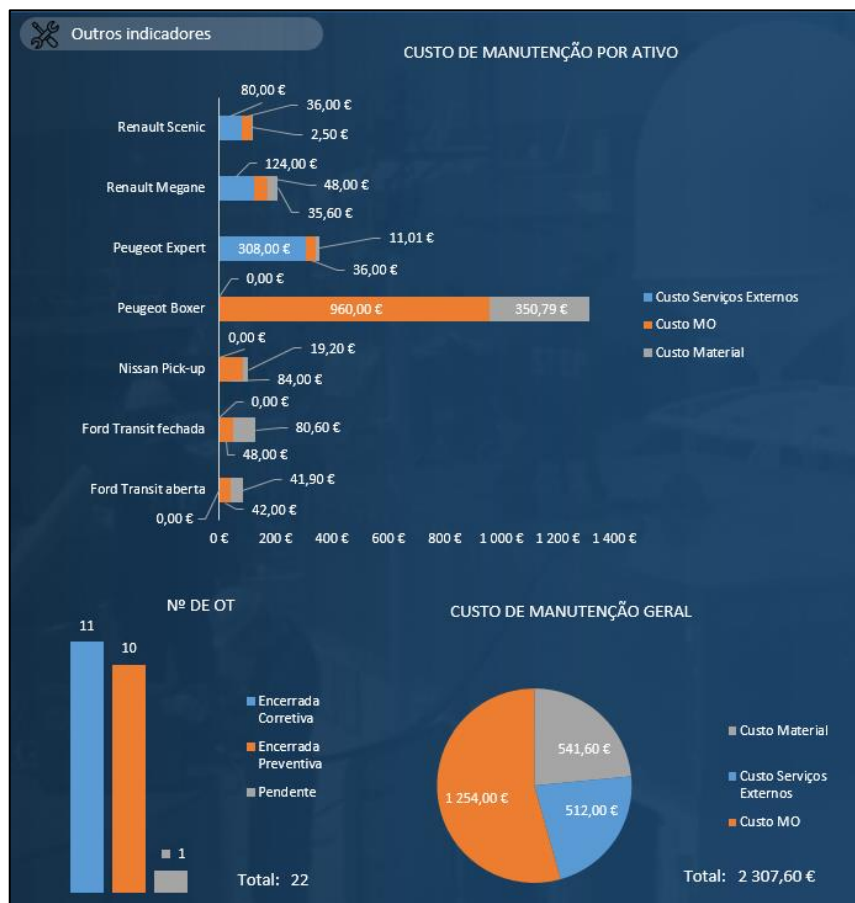


Figura 55 - Módulo Dashboard: outros indicadores

Fonte: Elaboração própria

A recolha e análise dos dados referentes às intervenções realizadas nas viaturas foi efetuada em dois momentos distintos. Inicialmente, através da observação direta e participativa, apontando os gastos e o tempo dispensado de cada intervenção. Este período de recolha de informação *in loco* demorou cerca de 2 meses, correspondendo aos meses de maio e junho do presente ano. De seguida, a recolha foi realizada através do registo direto por parte do técnico responsável por preencher a aplicação desenvolvida, sendo que este período de recolha compreendeu os meses de julho e agosto.

Para atualizar o módulo Dashboard, foi desenvolvida a Sub apresentada no Código 31 que é executada quando o botão “Atualizar” é clicado. Esta Sub atualiza todas as tabelas geradas pelo Power Query, as tabelas dinâmicas e os respetivos gráficos dinâmicos.

```
'Atualizar tabelas geradas pelo Power Query e tabelas pivot
Sub Dashboard_Refresh()
ThisWorkbook.RefreshAll

End Sub
```

Código 31 - Módulo Dashboard: Sub Dashboard\_Refresh

Fonte: Elaboração própria

### 5.2.2.5 Administração

O módulo Administração ilustrado na Figura 56 encontra-se omitido do utilizador e protegido por palavra-passe para que apenas os colaboradores autorizados tenham acesso para efetuar as seguintes alterações:

- Lista que aparece na *drop-down list* Ativos;
- Lista que aparece na *drop-down list* Categoria;
- Lista que aparece na *drop-down list* Família;
- Localização da pasta mestre.

| Procurar <input type="text" value=" Pasta mestre dos ativos"/> |           |  |                                |            |  |  |
|--|-----------|--|--------------------------------|------------|--|--|
| Codificação  | Categoria |  | Família                        | Subfamília |  |  |
| Equipamentos   |           |  | C - Calandras                  | 001.LP     |  |  |
| Equipamentos c/ calibração                                     |           |  | CP - Compressores              | 002.PP     |  |  |
| Empilhadores   |           |  | EC- Equipamentos de calibração | 003.LM     |  |  |
| Extintores   |           |  | EF - Engenhos de furar         | 004.PM     |  |  |
| Ferramentas  |           |  | EP - Empilhadores              |            |  |  |
| Manómetros   |           |  | ES - Esmeriladoras             |            |  |  |
| Viaturas   |           |  | EXT - Extintores               |            |  |  |
|  |           |  | G - Guilhotinas                |            |  |  |
|  |           |  | MAN - Manómetros               |            |  |  |
|  |           |  | MChT - Máquinas chanfrar tubos |            |  |  |
|  |           |  | MCoT - Máquinas corte tubos    |            |  |  |
|  |           |  | MCuT - Máquinas curvar tubo    |            |  |  |
|  |           |  | MS - Máquinas de soldar        |            |  |  |
|  |           |  | PR - Pontes rolantes           |            |  |  |
|  |           |  | R - Reservatórios              |            |  |  |
|  |           |  | Rec - Retificadoras            |            |  |  |
|  |           |  | V-Viaturas                     |            |  |  |

| Equipamentos | Viaturas             | Empilhadores | Extintores | Ferramentas | Manómetros | Equipamentos c/ calibração |
|--------------|----------------------|--------------|------------|-------------|------------|----------------------------|
|              | Ford Transit aberta  |              |            |             |            |                            |
|              | Ford Transit fechada |              |            |             |            |                            |
|              | Nissan Pick-up       |              |            |             |            |                            |
|              | Peugeot Boxer        |              |            |             |            |                            |
|              | Peugeot Expert       |              |            |             |            |                            |
|              | Renault Megane       |              |            |             |            |                            |
|              | Renault Scenic       |              |            |             |            |                            |

Figura 56 - Módulo Administração

Fonte: Elaboração própria

Na primeira utilização dos anexos do módulo Ficha de Trabalho irá surgir uma caixa de diálogo que solicita ao utilizador que defina a localização da pasta mestre. A instrução é apresentada no Código 32.

```
'Pasta mestre
Sub BrowseEquipFolder()
Dim EmpFldr As FileDialog
Dim strPath As String
Set EmpFldr = Application.FileDialog(msoFileDialogFolderPicker)
With EmpFldr
    .Title = "Selecione a Pasta"
    .AllowMultiSelect = False
    '.InitialFileName = strPath
    If .Show <> -1 Then GoTo NoSelection
    Sheet7.Range("EmplAttachFolder").Value = .SelectedItems(1)
End With

NoSelection:
End Sub
```

*Código 32 - Módulo Administração: Sub BrowseEquipFolder*

Fonte: Adaptado de Excel For Freelancers (2020c)

Uma vez definida a localização da pasta mestre, todos os futuros anexos inseridos serão guardados automaticamente nessa pasta.



# Capítulo 6 - Conclusões e Trabalhos Futuros

No sexto capítulo são apresentadas, na secção 6.1, as principais conclusões obtidas com a elaboração desta dissertação, bem como algumas dificuldades deparadas ao longo do seu desenvolvimento. Seguidamente, na secção 6.2, são apresentadas algumas propostas de trabalhos futuros de implementação a curto prazo.

## 6.1 Conclusões

Os sistemas de controlo de manutenção desenvolvidos, nomeadamente os PMP e a aplicação de manutenção EZM, são ferramentas que permitem fornecer dados relevantes para a análise e gestão da atividade de manutenção das organizações.

A avaliação do desempenho de manutenção é medida através de indicadores de manutenção que devem traduzir o mais fielmente possível a realidade das atividades de manutenção da organização. A recolha de dados nem sempre é tarefa fácil uma vez que exige também um grande investimento em termos de tempo despendido devido à elevada quantidade de dados que este processo exige. No entanto, permite determinar os custos de uma determinada atividade de manutenção e compreender se os PMP estabelecidos estão a ser cumpridos e adequados aos objetivos estabelecidos pela organização.

Desta forma, ao caso de estudo foram aplicados os conceitos subjacentes às boas práticas e recomendações para a criação de PMP e de *softwares* de manutenção. Foram elaborados PMP para os ativos mais críticos do processo produtivo da STEP, as viaturas. Na recolha e tratamento da informação foi utilizada a aplicação de manutenção EZM desenvolvida para esse fim. No decorrer do caso de estudo foram mantidas reuniões com os intervenientes no processo de modo a compreender as condições de implementação do PMP e da aplicação EZM nas práticas de manutenção da organização.

Através da análise do módulo *Dashboard* da aplicação EZM constatou-se que, quer os objetivos económicos, quer os organizacionais, não foram atingidos e estão longe dos esperados. No que diz respeito aos indicadores económicos, a organização definiu como um dos objetivos os custos da manutenção serem 30% em manutenções corretivas e 70% em manutenções preventivas. No entanto, pode-se constatar que, durante o período de análise, foram gastos 82% em manutenções corretivas e os restantes 18% em manutenções preventivas. Relativamente aos indicadores organizacionais, o objetivo era efetuar 80% de intervenções preventivas. Observa-se, porém, que das 22 OT abertas, apenas 10 OT foram classificadas como manutenções preventivas, ou seja, apenas 45% das intervenções foram do tipo preventivo. Outro objetivo traçado era o rácio de manutenção corretiva ser de 30% HH, ou seja, 30% do número total de HH deviam ter sido dispensadas a efetuar intervenções corretivas. Verifica-se que cerca de 81% HH foram concentradas na realização de tarefas corretivas e apenas 19% HH em tarefas preventivas.

Outro aspeto interessante de se referir é que as atividades que apresentam maiores custos para a organização estão relacionadas com a viatura “Peugeot Boxer”, com um custo total de 1.311 €. Verificou-se ainda, na observação dos indicadores técnicos, que esta viatura possui um MTBF de 1.094 horas e um MTTR de 16 horas. Estes valores mostram que, durante o período TF, a produção deve ter em consideração que, em cada 1.094 horas, haverá uma falha na viatura e que, em média, as falhas demoram 16 horas a serem reparadas. As viaturas “Peugeot Expert” e “Ford Transit fechada” também possuem MTBF baixos quando comparados com as restantes viaturas, com 1.110 horas e 1.108 horas respetivamente. A viatura “Ford Transit aberta” é a que apresenta menores custos, cerca de 84 €, com MTBF de 1.106 horas e MTTR de 4 horas.

De acordo com o estudo efetuado, a empresa teve um custo total de aproximadamente 2.308 €, sendo 1.254 € alocados à mão de obra direta, cerca 542 € gastos em aquisição de material e consumíveis, e os restantes 512 € em serviços prestados por empresas externas. Em termos de disponibilidade intrínseca, todas as viaturas possuem alta disponibilidade, a rondar os 100%.

A aplicação EZM permite assim à gerência questionar os valores obtidos e proceder a uma análise mais profunda caso pretendam determinar as causas primárias de variações e eventuais baixos desempenhos. Para além de auxiliar no controlo das atividades de manutenção, a aplicação também permite rapidamente criar e gerir fichas de equipamentos, codificar ativos de forma simples com a possibilidade de gerar códigos QR correspondentes e de consultar toda a documentação associada a estes. O código QR, ao contrário do código de barras atualmente utilizado na STEP, dispõe de uma elevada

capacidade de armazenamento de dados, ocupa menos espaço e garante a leitura mesmo que o código esteja danificado (Dias, 2013). Por estas razões, a autora aconselha a sua substituição por esta tecnologia mais recente.

A principal dificuldade sentida durante a elaboração da dissertação foi o desenvolvimento da aplicação EZM pois os conhecimentos em VBA eram bastante limitados. Para ultrapassar esta dificuldade, foram investidos vários meses para a compreensão da linguagem de modo a ser apresentada uma aplicação de manutenção que vá ao encontro das necessidades de uma PME e reflita os desafios dos tempos atuais.

## 6.2 Trabalhos futuros

A presente dissertação não é um projeto com princípio e fim, mas sim uma jornada que nunca termina. Neste sentido, como sugestões de trabalhos futuros e de melhorias, propõe-se:

- Estender a elaboração de PMP aos restantes ativos;
- Utilizar um Sistema de Gestão de Base de Dados (*Database Management System* - DBMS) adequado, como por exemplo, o *Microsoft® Access®*. Esta mudança irá permitir gerir os dados de maneira mais eficaz do que o *Microsoft® Excel®*;
- Criar um módulo de gestão de sobressalentes, incluindo os respetivos prazos de entrega;
- Elaborar listas de *troubleshooting* para diminuir os tempos de diagnóstico.

Tanto os PMP implementados e a aplicação desenvolvida necessitam de ser continuamente melhorados, à medida que novas tecnologias e práticas vão estando disponíveis.



# Referências

- Assis, R. (1997). *Manuntenção centrada na fiabilidade - Economia das decisões*. Lisboa: LIDEL.
- Ben-Daya, M., Kumar, U., & Murthy, D. P. (2016). *Introduction to Maintenance Engineering - Modeling, Optimization and Management*. John Wiley & Sons.
- Blanchard, B. S., Verma, D. C., & Peterson, E. L. (1995). *Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management*. New York,: John Wiley & Sons.
- Brito, M. (2003). *Manual Pedagógico PRONACI - Manutenção*. AEP – Associação Empresarial de Portugal.
- BS 3811. (1993). *Glossary of terms used in terotechnology* . London: British Standards Institution.
- BS EN 13306. (2017). *Maintenance. Maintenance terminology* . London: British Standards Institution.
- Cabral, J. P. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção – Dos Conceitos à Prática...* LIDEL.
- Cabral, J. P. (2009). *Gestão da manutenção de equipamentos, instalações e edifícios*. Lisboa: LIDEL.
- Calais, J. F., Catalão, J. P., & Matias, J. C. (2013). *Caso 8: visão estratégica da manutenção numa empresa de abastecimento de águas públicas*. Covilhã: Universidade da Beira Interior.
- Carvalho, J. C. (2010). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- CGI. (2019). *Industry 4.0 - Making your business more competitive*. Obtido em 25 de 07 de 2020, de CGI: <https://www.cgi.com/en/media/white-paper/Industry-4-making-your-business-more-competitive>
- Chu, C.-W., Liang, G.-S., & Liao, C.-T. (2008). *Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification*.

- Cruzan, R. (2009). *Manager's Guide To Preventive Building Maintenance*. The Fairmont Press, Inc.
- Cuignet, R. (2006). *Gestão da Manutenção*. Lisboa: LIDEL.
- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance. A Modern Approach*. CRC Press, LLC.
- Dias, H. (19 de 08 de 2013). *O que é um Código QR?* Obtido em 04 de 08 de 2020, de Pplware: <https://kids.pplware.sapo.pt/o-meu-computador/o-que-e-um-codigo-qr/>
- DIN EN 13306. (2018). *Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung; Dreisprachige Fassung*. Berlin: Deutsche Institut für Normung.
- Dunn, S. (2003). *The Fourth Generation of Maintenance*. Obtido em 04 de 06 de 2020, de [http://www.plant-maintenance.com/articles/4th\\_Generation\\_Maintenance.pdf](http://www.plant-maintenance.com/articles/4th_Generation_Maintenance.pdf)
- Excel For Freelancers. (18 de 09 de 2018a). *Learn How To Load Employees & Pictures with this Excel Employee Manager [Part 2]*. Obtido em 04 de 04 de 2020, de Youtube: <https://youtu.be/lba5z5RlzxI>
- Excel For Freelancers. (02 de 10 de 2018b). *earn These Amazing Excel Advanced Filter Techniques in Minutes [Employee Manager Part 4]*. Obtido em 08 de 04 de 2020, de Youtbe: <https://youtu.be/cge22jZa8GY>
- Excel For Freelancers. (12 de 18 de 2018c). *Learn How To Create Pop-Up Notifications, and User Login In Excel [Employee Manager Pt. 14]*. Obtido em 06 de 04 de 2020, de Youtube: <https://youtu.be/o1Kdlaug6ac>
- Excel For Freelancers. (18 de 02 de 2020a). *Learn How To Create This Excel Work Order Application & Mobile Sync*. Obtido em 03 de 04 de 2020, de Youtube: [https://youtu.be/YayS7NP\\_xgY](https://youtu.be/YayS7NP_xgY)
- Excel For Freelancers. (07 de 07 de 2020b). *How To Generate Single & Batch QR Codes With Excel*. Obtido em 13 de 07 de 2020, de Youtube: <https://youtu.be/jZxblwmdzIQ>
- Excel For Freelancers. (11 de 02 de 2020c). *Learn How To Create This Amazing Excel Invoice While I Build It From Scratch*. Obtido em 14 de 04 de 2020, de Youtube: <https://youtu.be/99xVbVMABJ0>
- Farinha, J. M. (2018). *Asset Maintenance Engineering Methodologies*. CRC Press, LLC.
- Ferreira, L. A. (1998). *Uma Introdução à Manutenção*. Porto: Publindústria.
- Filho, W. P. (2008). *Engenharia de Software - Fundamentos, Métodos e Padrões*. LTC.

- Galar, D., Sandborn, P., & Kumar, U. (2017). *Maintainance Costs and Life Cycle Cost Analysis*. CRC PRes.
- Glintt. (s.d.). Obtido em 19 de 08 de 2020, de <https://www.glintt.com/pt/o-que-somos/noticias/Paginas/Gmac2.aspx>
- Goitia, C. F. (1996). *Breve História do Urbanismo*. Lisboa: Editorial Presença.
- Gomes, A. d. (2018). *Condições de Trabalho de Juízes Estaduais da Primeira Instância no Brasil*. University of Brasília.
- Gross, J. M. (2002). *Fundamentals of Preventive Maintenance*. New York: AMACOM.
- Gulati, R. (2013). *Maintenance and Reliability Best Practices*. New York: Industrial Press, Inc.
- Heizer, J., & Render, B. (1999). *Operations Management*. Prentice Hall.
- IBM. (s.d.). Obtido em 19 de 08 de 2020, de <https://www.ibm.com/products/maximo>
- Innovative Maintenance Systems*. (s.d.). Obtido em 19 de 08 de 2020, de <https://www.mtcpro.com/fleet-maintenance-pro/>
- IPQ. (2009). *Manual de Boas-Vindas ao Vogal. Comissões Técnicas de Normalização*. Instituto Português da Qualidade.
- ISO 55001. (2014). *Asset management - Overview, principles and terminology*. International Organization for Standardization.
- ISO/IEC 14764. (2006). *Software Engineering - Software Life Cycle Processes - Maintenance*. International Organization for Standardization.
- Kardec, A., & Nascif, J. (2012). *Manutenção - Função estratégica*. Brasil: Qualitymark.
- Levitt, J. (2011). *Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance*. United States of America: Industrial Press Inc.
- Martínez, J. C. (2018). *Manutenção na Indústria 4.0: ativos inteligentes, conexões cloud e manutenção preditiva. o electricista*.
- Mobley, R. K. (2004). *Maintenance Fundamentals*. Elsevier Inc.
- Mobley, R. K., Higgins, L. R., & Wikoff, D. J. (2008). *Maintenance Engineering Handbook*. McGRAW-HILL.

- Moubray, J. (2010). *Reliability-Centered Maintenance*. United Kingdom: Elsevier Science & Technology.
- NF EN 13306. (2018). *Maintenance - Terminologie de la maintenance*. Association Française de Normalisation.
- NF X60-000. (2016). *Maintenance industrielle - Fonction maintenance*. Association Française de Normalisation.
- NF X60-010. (1984). *Maintenance. Vocabulaire de maintenance et de gestion des biens durables*. Association Française de Normalization.
- Niebel, B. W. (1994). *Engineering Maintenance Management*. New York: Marcel Dekker.
- Niu, G., & Pecht, M. (2009). A framework for cost-effective and accurate maintenance combining CBM RCM and data fusion. *8th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety*. Chengdu, China.
- NP 4483. (2009). *Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- NP 4492. (2010). *Requisitos para a prestação de serviços de manutenção*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 13269. (2007). *Manutenção. Instruções para a preparação de contratos de manutenção*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 13306. (2007). *Terminologia da manutenção*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 13460. (2009). *Manutenção. Documentação para a Manutenção*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 15341. (2009). *Manutenção. Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 45020. (2009). *Normalização e actividades correlacionadas; Vocabulário geral*. Caparica: Instituto Português da Qualidade.
- Palmer, R. D. (2006). *Maintenace planning and Scheduling handbook*. McGray-Hill.
- Pereira, A. (16 de 04 de 2020). *Revista Manutenção*. Obtido em 19 de 08 de 2020, de <https://www.revistamanutencao.pt/produtos-e-tecnologias/nova-versao-software-manwinwin-express-permite-gestao-de-100-ativos-de-manutencao/>

- Pereira, F. J., & Sena, F. M. (2016). *Manutenção de instalações técnicas*. Publindústria.
- Pintelon, L., & Parodi-Herz, A. (2008). *Maintenance: An Evolutionary Perspective*.
- Pinto, A. (2016). *Manual de Segurança na Manutenção*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Pinto, C. V. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção*. Lisboa: Monitor.
- Pinto, V. M. (2004). *Gestão da Manutenção*. IAPMEI - Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento.
- PwC. (08 de 2016). *Indústria 4.0: Construir a empresa digital*. Obtido em 20 de 07 de 2020, de pwc: <https://www.pwc.pt/pt/temas-actuais/industria-40.html>
- Reis, A. B., Brito, V. G., & Mota, Ó. N. (2010). Construção e reparação naval portuguesas. Situação e perspectivas. *Jornadas sobre Construção Naval*, (p. 17). Academia de Marinha.
- Ricardo, H., & Cabral, M. (2019). *Moderno Dicionário de Economia*. Bibliomundi Serviços Digitais Ltda.
- SIGMA PDCA. (s.d.). Obtido em 19 de 08 de 2020, de <https://www.centrsigma.com.br/>
- Smith, R., & Mobley, K. (2003). *Industrial Machinery Repair: Best Maintenance Practices Pocket Guide*. Butterworth–Heinemann.
- Sobral, J. (2011). *Gestão da Manutenção. Textos de apoio*. Lisboa: I.S.E.L.
- Spoerl, J. S. (2004). *A Brief History of Iron and Steel Production*. Saint Anselm College.
- Starr, A. (2000). A structured approach to the selection of condition based maintenance. *5th International Conference on FACTORY – The Technology Exploitation Process*. Cambridge, UK.
- STEP. (s.d.). Obtido em 09 de 05 de 2020, de <http://www.step-consolidated.com/>
- Trojan, F., & Marçal, R. F. (2017). *Proposal of Maintenance-types Classification to Clarify Maintenance Concepts in Production and Operations Management*. USA: Academic Star Publishing Company.
- Trombeta, M. A. (19 de 06 de 2016). *A Quarta Geração da Manutenção*. Obtido em 26 de 03 de 2020, de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/quarta-gera%C3%A7%C3%A3o-da-manuten%C3%A7%C3%A3o-me-alessandro-trombeta-mba/>

- Trombeta, M. A. (19 de 02 de 2017). *Manutenção e Gestão de Ativos... Qual a diferença?* Obtido em 24 de 03 de 2020, de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/manuten%C3%A7%C3%A3o-e-gest%C3%A3o-de-ativos-qual-diferen%C3%A7a-trombeta-mba/>
- UNE EN 13306. (2018). *Mantenimiento. Terminología del mantenimiento*. Madrid: Asociación Española de Normalización.
- Valente, M. T. (2020). *Engenharia de Software Moderna*. Independente.
- Vaz, F., Ferreira, A., Pereira-Antao, I., Kulkarni, M., & Motghare, D. (2008). *Application Of Inventory Control Techniques For Drug Management A Rural Health Centre*. Indian journal of preventive and social medicine.
- Viana, H. R. (2014). *PCM: Planejamento e controle da manutenção*. Qualitymark.
- Zio, E. (2009). Reliability engineering: Old problems and new challenges. *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 94.

# Apêndices

## Apêndice A – Pontuações para avaliação do IC

| Ativos                              | Critérios |    |    |    |    |    |    |    | IC |
|-------------------------------------|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                     | 1.        | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. |    |
| Abocardadores                       | 2         | 1  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 6  |
| Andaimes                            | 2         | 2  | 4  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 9  |
| Aparafusadoras                      | 0         | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  |
| Aspiradores                         | 0         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 5  |
| Autoclaves                          | 0         | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 4  |
| Berbequins                          | 2         | 2  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 7  |
| Bombas                              | 2         | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 7  |
| Calandras                           | 2         | 4  | 3  | 2  | 0  | 0  | 0  | 2  | 13 |
| Cintas de Apertos c/Roquetes        | 2         | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 4  |
| Compressores                        | 2         | 4  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 10 |
| Diferenciais                        | 2         | 1  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 7  |
| Empilhadores                        | 2         | 4  | 5  | 0  | 2  | 1  | 0  | 2  | 16 |
| Engenhos de Furar                   | 0         | 4  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 8  |
| Esmeriladoras                       | 0         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  |
| Extintores                          | 0         | 1  | 1  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 5  |
| Guilhotinas Hidráulicas             | 2         | 4  | 0  | 4  | 0  | 0  | 0  | 2  | 12 |
| Macacos Hidráulicos                 | 2         | 2  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 8  |
| Manómetros                          | 4         | 1  | 3  | 0  | 2  | 0  | 1  | 1  | 12 |
| Máquinas de Chanfrar                | 0         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 3  |
| Máquinas de Corte de Tubos          | 2         | 4  | 4  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 13 |
| Máquinas de Curvar Tubos            | 2         | 2  | 6  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 12 |
| Máquinas de Prensar                 | 2         | 1  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 8  |
| Máquinas de Soldar                  | 4         | 2  | 4  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 13 |
| Multímetros                         | 2         | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 5  |
| Polidoras Circulares                | 0         | 2  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 5  |
| Porta-paletes                       | 0         | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 3  |
| Rebarbadoras                        | 2         | 2  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 7  |
| Serras Circulares                   | 0         | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  |
| Termómetros Infravermelhos Digitais | 0         | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 7  |
| Tornos                              | 2         | 4  | 4  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 11 |
| Viaturas                            | 4         | 4  | 6  | 0  | 2  | 1  | 0  | 1  | 18 |

## Apêndice B – Plano de manutenção por viatura

| PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA |                |         |                   |
|--------------------------------|----------------|---------|-------------------|
| Designação:                    | Renault Scenic | Modelo: | Renault SM-Megane |
| Fabricante:                    | Renault        | Código: | 900               |
| Localização:                   | Ferramentaria  |         | Rev. 0            |

| MANUTENÇÃO    |    |   |               |         |               |   |  |
|---------------|----|---|---------------|---------|---------------|---|--|
| PERIODICIDADE | Nº | TAREFAS DE MANUTENÇÃO                   | RESPONSÁVEL   | DURAÇÃO | MEIOS HUMANOS | MATERIAL E CONSUMÍVEIS                        | FERRAMENTAS  |
| Mensal        | 1  | Limpeza e conservação                   | Ferramentaria | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Água, sabão e pano microfibra                 | Aspirador e balde 5L   |
| 10.000 km     | 2  | Mudança de óleo e filtro de óleo        | Mecânica      | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Óleo 10W-40, filtro de óleo e pano microfibra | Macaco hidráulico, balde 10L, chave dinamométrica, funil, chave soquete 76/14-F, soquete de impacto Nº12, chave quadrada do bujão Nº8 e chave de catraca |
| 15.000 km     | 3  | Substituição do filtro de ar            | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de ar e pano microfibra                | Chave de caixa Nº10, chave Philips e chave de catraca  |
| 15.000 km     | 4  | Substituição do filtro de habitáculo    | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de habitáculo                          | Chave Philips e Torx T20   |
| 20.000 km     | 5  | Substituição do filtro de combustível   | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de combustível e pano microfibra       | Recipiente para líquidos, alicate e pé-de-cabra  |
| 60.000 km     | 6  | Substituição da correia de distribuição | Mecânica      | 4 HH    | 1 técnico(s)  | Correia de distribuição e pano microfibra     | Chave dinamométrica, chave combinada Nº10 e Nº16, chave de caixa Nº13, soquete de impacto Nº17 e chave de catraca  |

Registo da manutenção efetuada (colocar o nº da tarefa executada)

Ano: 2020

| MÊS              | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGOS | SET | OUT | NOV | DEZ |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Tarefa e Rubrica |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |     |

**PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

|              |                |         |                |
|--------------|----------------|---------|----------------|
| Designação:  | Peugeot Expert | Modelo: | Peugeot XU9HUC |
| Fabricante:  | Peugeot        | Código: | 901            |
| Localização: | Ferramentaria  |         | Rev. 0         |

**MANUTENÇÃO**

| PERIODICIDADE | Nº | TAREFAS DE MANUTENÇÃO                   | RESPONSÁVEL   | DURAÇÃO | MEIOS HUMANOS | MATERIAL E CONSUMÍVEIS                        | FERRAMENTAS   |
|---------------|----|---|---------------|---------|---------------|---|---|
| Mensal        | 1  | Limpeza e conservação                   | Ferramentaria | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Água, sabão e pano microfibrá                 | Aspirador e balde 5L  |
| 10.000 km     | 2  | Mudança de óleo e filtro de óleo        | Mecânica      | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Óleo 10W-40, filtro de óleo e pano microfibrá | Macaco hidráulico, balde 10L, chave dinamométrica, funil, chave de caixa Nº24 e Nº27 e chave de fenda plana |
| 15.000 km     | 3  | Substituição do filtro de ar            | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de ar e pano microfibrá                | Chave de caixa Nº7 e N10, chave de catraca e chave Philips  |
| 15.000 km     | 4  | Substituição do filtro de habitáculo    | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de habitáculo                          | Chave de fenda plana  |
| 20.000 km     | 5  | Substituição do filtro de combustível   | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de combustível e pano microfibrá       | Recipiente para líquidos  |
| 60.000 km     | 6  | Substituição da correia de distribuição | Mecânica      | 4 HH    | 1 técnico(s)  | Correia de distribuição e pano microfibrá     | Chave quadrada Nº3/8  |

Registo da manutenção efetuada (colocar o nº da tarefa executada)

Ano: 2020

| MÊS              | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGOS | SET | OUT | NOV | DEZ |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Tarefa e Rubrica |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |     |

| PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA |               |         |                   |
|--------------------------------|---------------|---------|-------------------|
| Designação:                    | Peugeot Boxer | Modelo: | Peugeot YCBMAC/AX |
| Fabricante:                    | Peugeot       | Código: | 902               |
| Localização:                   | Ferramentaria |         | Rev. 0            |

| MANUTENÇÃO    |    |   |               |         |               |   |   |
|---------------|----|---|---------------|---------|---------------|---|---|
| PERIODICIDADE | Nº | TAREFAS DE MANUTENÇÃO                   | RESPONSÁVEL   | DURAÇÃO | MEIOS HUMANOS | MATERIAL E CONSUMÍVEIS                        | FERRAMENTAS   |
| Mensal        | 1  | Limpeza e conservação                   | Ferramentaria | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Água, sabão e pano microfibra                 | Aspirador e balde 5L  |
| 10.000 km     | 2  | Mudança de óleo e filtro de óleo        | Mecânica      | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Óleo 10W-40, filtro de óleo e pano microfibra | Macaco hidráulico, balde 10L, chave dinamométrica, funil, chave combinada N°27, soquete de impacto N°27 e N°10 e chave de fenda plana |
| 15.000 km     | 3  | Substituição do filtro de ar            | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de ar e pano microfibra                | Chave de caixa N°7 e N10, chave de catraca e chave Philips  |
| 15.000 km     | 4  | Substituição do filtro de habitáculo    | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de habitáculo                          | Chave de fenda plana  |
| 20.000 km     | 5  | Substituição do filtro de combustível   | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de combustível e pano microfibra       | Recipiente para líquidos  |
| 60.000 km     | 6  | Substituição da correia de distribuição | Mecânica      | 4 HH    | 1 técnico(s)  | Correia de distribuição e pano microfibra     | Chave quadrada N°3/8  |

Registo da manutenção efetuada (colocar o nº da tarefa executada)

Ano: 2020

| MÊS              | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGOS | SET | OUT | NOV | DEZ |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Tarefa e Rubrica |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |     |

| PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA |                      |         |                   |
|--------------------------------|----------------------|---------|-------------------|
| Designação:                    | Ford Transit fechada | Modelo: | Ford Transit FDG6 |
| Fabricante:                    | Ford                 | Código: | 903               |
| Localização:                   | Ferramentaria        |         | Rev. 0            |

| MANUTENÇÃO    |    |   |               |         |               |   |   |
|---------------|----|---|---------------|---------|---------------|---|---|
| PERIODICIDADE | Nº | TAREFAS DE MANUTENÇÃO                   | RESPONSÁVEL   | DURAÇÃO | MEIOS HUMANOS | MATERIAL E CONSUMÍVEIS                        | FERRAMENTAS   |
| Mensal        | 1  | Limpeza e conservação                   | Ferramentaria | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Água, sabão e pano microfibra                 | Aspirador e balde 5L  |
| 10.000 km     | 2  | Mudança de óleo e filtro de óleo        | Mecânica      | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Óleo 10W-40, filtro de óleo e pano microfibra | Macaco hidráulico, balde 10L, chave dinamométrica, funil, chave de caixa N°7, 21 e 27, chave de catraca, chave de fenda plana e pé-de-cabra |
| 15.000 km     | 3  | Substituição do filtro de ar            | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de ar e pano microfibra                | Chave de caixa N°10, Torx T27, chave de catraca e alicate   |
| 15.000 km     | 4  | Substituição do filtro de habitáculo    | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de habitáculo                          | Chave de caixa N°10, Torx T20 e chave de catraca  |
| 20.000 km     | 5  | Substituição do filtro de combustível   | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de combustível e pano microfibra       | Pé-de-cabra, recipiente para líquidos, escova de limpeza e alicate  |
| 60.000 km     | 6  | Substituição da correia de distribuição | Mecânica      | 4 HH    | 1 técnico(s)  | Correia de distribuição e pano microfibra     | Chave combinada N°15, chave de catraca e Torx T30   |

Registo da manutenção efetuada (colocar o nº da tarefa executada)

Ano: 2020

| MÊS              | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGOS | SET | OUT | NOV | DEZ |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Tarefa e Rubrica |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |     |

**PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

|              |                |         |                     |
|--------------|----------------|---------|---------------------|
| Designação:  | Nissan Pick-up | Modelo: | Nissan CVLGLDF22UQG |
| Fabricante:  | Nissan         | Código: | 904                 |
| Localização: | Ferramentaria  |         | Rev. 0              |

**MANUTENÇÃO**

| PERIODICIDADE | Nº | TAREFAS DE MANUTENÇÃO                   | RESPONSÁVEL   | DURAÇÃO | MEIOS HUMANOS | MATERIAL E CONSUMÍVEIS                        | FERRAMENTAS  |
|---------------|----|---|---------------|---------|---------------|---|--|
| Mensal        | 1  | Limpeza e conservação                   | Ferramentaria | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Água, sabão e pano microfibrá                 | Aspirador e balde 5L   |
| 10.000 km     | 2  | Mudança de óleo e filtro de óleo        | Mecânica      | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Óleo 10W-40, filtro de óleo e pano microfibrá | Soquete de impacto Nº19, chave combinada Nº19, chave dinamométrica, funil, soquete de impacto Nº10, balde 10 L e chave soquete 65/67-14f |
| 15.000 km     | 3  | Substituição do filtro de ar            | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de ar e pano microfibrá                | Chave de fenda plana   |
| 15.000 km     | 4  | Substituição do filtro de habitáculo    | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de habitáculo                          | Torx T25, chave de catraca e chave de fenda plana  |
| 20.000 km     | 5  | Substituição do filtro de combustível   | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de combustível e pano microfibrá       | Recipiente para líquidos   |
| 60.000 km     | 6  | Substituição da correia de distribuição | Mecânica      | 4 HH    | 1 técnico(s)  | Correia de distribuição e pano microfibrá     | Chave de caixa Nº15, E18, soquete de impacto Nº17, chave dinamométrica, chave de catraca e pé-de-cabra                                   |

**Registo da manutenção efetuada (colocar o nº da tarefa executada)**

**Ano: 2020**

| MÊS              | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGOS | SET | OUT | NOV | DEZ |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Tarefa e Rubrica |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |     |

**PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

|              |                     |         |                    |
|--------------|---------------------|---------|--------------------|
| Designação:  | Ford Transit aberta | Modelo: | Ford Transit 350 E |
| Fabricante:  | Ford                | Código: | 905                |
| Localização: | Ferramentaria       |         | Rev. 0             |

**MANUTENÇÃO**

| PERIODICIDADE | Nº | TAREFAS DE MANUTENÇÃO                   | RESPONSÁVEL   | DURAÇÃO | MEIOS HUMANOS | MATERIAL E CONSUMÍVEIS                        | FERRAMENTAS   |
|---------------|----|---|---------------|---------|---------------|---|---|
| Mensal        | 1  | Limpeza e conservação                   | Ferramentaria | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Água, sabão e pano microfibra                 | Aspirador e balde 5L  |
| 10.000 km     | 2  | Mudança de óleo e filtro de óleo        | Mecânica      | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Óleo 10W-40, filtro de óleo e pano microfibra | Macaco hidráulico, balde 10L, chave dinamométrica, funil, chave de caixa N°7, 21 e 27, chave de catraca, chave de fenda plana e pé-de-cabra |
| 15.000 km     | 3  | Substituição do filtro de ar            | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de ar e pano microfibra                | Chave de caixa N°10, Torx T27, chave de catraca e alicate   |
| 15.000 km     | 4  | Substituição do filtro de habitáculo    | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de habitáculo                          | Chave de caixa N°10, Torx T20 e chave de catraca  |
| 20.000 km     | 5  | Substituição do filtro de combustível   | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de combustível e pano microfibra       | Pé-de-cabra, Recipiente para líquidos, escova de limpeza e alicate  |
| 60.000 km     | 6  | Substituição da correia de distribuição | Mecânica      | 4 HH    | 1 técnico(s)  | Correia de distribuição e pano microfibra     | Chave combinada N°15, chave de catraca e Torx T30   |

**Registo da manutenção efetuada (colocar o nº da tarefa executada)**

**Ano: 2020**

| MÊS              | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGOS | SET | OUT | NOV | DEZ |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Tarefa e Rubrica |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |     |

**PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

|              |                |         |           |
|--------------|----------------|---------|-----------|
| Designação:  | Renault Megane | Modelo: | SM-Megane |
| Fabricante:  | Renault        | Código: | 906       |
| Localização: | Ferramentaria  |         | Rev. 0    |

**MANUTENÇÃO**

| PERIODICIDADE | Nº | TAREFAS DE MANUTENÇÃO                   | RESPONSÁVEL   | DURAÇÃO | MEIOS HUMANOS | MATERIAL E CONSUMÍVEIS                        | FERRAMENTAS   |
|---------------|----|---|---------------|---------|---------------|---|---|
| Mensal        | 1  | Limpeza e conservação                   | Ferramentaria | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Água, sabão e pano microfibrá                 | Aspirador e balde 5L  |
| 10.000 km     | 2  | Mudança de óleo e filtro de óleo        | Mecânica      | 2 HH    | 1 técnico(s)  | Óleo 10W-40, filtro de óleo e pano microfibrá | Macaco hidráulico, balde 10L, chave dinamométrica, funil, chave soquete 7/14-F, soquete de impacto Nº12, chave quadrada do bujão Nº8 e chave de catraca |
| 15.000 km     | 3  | Substituição do filtro de ar            | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de ar e pano microfibrá                | Chave de caixa nº10 e Torx T25  |
| 15.000 km     | 4  | Substituição do filtro de habitáculo    | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de habitáculo                          | Chave Philips e Torx T20  |
| 20.000 km     | 5  | Substituição do filtro de combustível   | Mecânica      | 1 HH    | 1 técnico(s)  | Filtro de combustível e pano microfibrá       | Balde 5L, alicate e pé-de-cabra   |
| 60.000 km     | 6  | Substituição da correia de distribuição | Mecânica      | 4 HH    | 1 técnico(s)  | Correia de distribuição e pano microfibrá     | Chave dinamométrica, chave combinada Nº10 e Nº16, chave de caixa Nº13, soquete de impacto Nº17 e chave de catraca                                       |

**Registo da manutenção efetuada (colocar o nº da tarefa executada)**

**Ano: 2020**

| MÊS              | JAN | FEV | MAR | ABR | MAIO | JUN | JUL | AGOS | SET | OUT | NOV | DEZ |
|------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Tarefa e Rubrica |     |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |     |

## Apêndice C – Procedimentos de manutenção

### Substituição do filtro de ar

- 1º Abra o capô
- 2º Separe a mangueira do depósito do radiador
- 3º Desconecte o tubo de entrada de ar do compartimento do filtro de ar
- 4º Remova a tampa do filtro de ar
- 5º Remova o elemento de filtro a partir da caixa do filtro
- 6º Insira um novo elemento de filtro na caixa do filtro
- 7º Reinstale a cobertura de filtro de ar
- 8º Fixe a mangueira do depósito do radiador
- 9º Conecte o tubo de entrada de ar ao compartimento do filtro de ar
- 10º Feche o capô

### Limpeza de estofos

- 1º Remova os tapetes e dianteiros
- 2º Aspire o interior da viatura
- 3º Se os estofos apresentarem nódoas, limpe conforme Obs 1 ou Obs 2

**Obs 1:** Se nódoa líquida: utilizar uma solução de água e sabão. Absorva ou enxugue ligeiramente (nunca esfregar) com a ajuda de um pano macio, lave e absorva o excedente.

**Obs 2:** Se nódoa sólida ou pastosa: retire com cuidado o excedente de matéria sólida com uma espátula (do rebordo para o centro, para evitar espalhar a nódoa). Limpe como é indicado para uma nódoa líquida.

### Substituição de escovas de limpa-vidros

- 1º Com a ignição ligada e o motor parado, baixe totalmente a haste de limpa-vidro
- 2º Levante o braço de limpa-vidros
- 3º Puxe a lingueta e empurre escova para cima
- 4º Para montar o novo, faça deslizar a escova no braço, até encaixar. Assegurar de que está travada corretamente
- 5º Reponha a haste de limpa-vidros na posição de paragem

**Obs:** O braço de limpa-vidros do lado do condutor deve situar-se sempre acima do outro braço

### **Mudança de óleo e do filtro**

- 1º Abra o capô
- 2º Arranque a viatura durante 5-10 minutos
- 3º Remova o tampão de drenagem do óleo (pode ser necessário remover primeiro uma proteção)
- 4º Coloque um recipiente por baixo do tampão de esvaziamento para recolha do óleo
- 5º Remova o tampão de esvaziamento
- 6º Deixe que o óleo verter
- 7º Remova o filtro do óleo
- 8º Substitua por um novo filtro
- 9º Coloque o tampão de esvaziamento
- 10º Abra o capô e remova o tampão de enchimento do óleo
- 11º Coloque óleo adequado no depósito. Deve ser medido constantemente com a vareta do óleo até estar num intervalo adequado
- 12º Feche o capô

### **Substituição do filtro de combustível**

- 1º Abra o capô
- 2º Remova a tampa de combustível
- 3º Desconecte o tubo de combustível para aceder ao filtro de combustível
- 4º Remova o filtro de combustível e substitua por um novo
- 5º Conecte o tubo de combustível
- 6º Coloque a tampa de combustível
- 7º Ligue a ignição cerca de 4 vezes
- 8º Ligue o motor na 5ª vez
- 9º Desligue a ignição
- 10º Feche o capô

### **Substituição da correia de distribuição**

- 1º Abra o capô
- 2º Remova a correia de transmissão
- 3º Instale a nova correia de transmissão, posicionando-a na polia do virabrequim e, ao mesmo tempo, deslizando-a sobre a polia acessória
- 4º Ligue a ignição
- 5º Ligue, por exemplo, o ar condicionado
- 6º Verifique se a correia apresenta algum movimento invulgar
- 7º Se está a funcionar corretamente, desligue o ar condicionado e a ignição
- 8º Feche o capô

### **Substituição do filtro do habitáculo**

- 1º Abra o capô
- 2º Remova a tampa da caixa do filtro do habitáculo
- 3º Retire o filtro do habitáculo
- 4º Instale o novo filtro do habitáculo
- 5º Reinstale a tampa da caixa do filtro do habitáculo
- 6º Feche o capô
- 7º Ligue a ignição
- 8º Ligue o sistema de ar condicionado
- 9º Desligue a ignição

**Apêndice D – Listas de verificação**

| <b>LISTA DE VERIFICAÇÃO SEMANAL</b> |  |         |        |
|-------------------------------------|--|---------|--------|
| <b>EQUIPAMENTO</b>                  |  |         |        |
| Designação:                         |  | Modelo: |        |
| Fabricante:                         |  | Código: |        |
| Localização:                        |  |         | Rev. 0 |

| <b>Nº</b> | <b>TAREFAS PARA VERIFICAÇÃO</b>                               | <b>NÃO</b> | <b>SIM</b> | <b>OBSERVAÇÕES</b> |
|-----------|---|------------|------------|--------------------|
| 1         | Nível do líquido de arrefecimento do motor                    |            |            |                    |
| 2         | Nível do líquido limpa-vidro                                  |            |            |                    |
| 3         | Pressão de ar dos pneus                                       |            |            |                    |
| 4         | Nível do óleo do motor  |            |            |                    |
| 5         | Estado da carroçaria (sujidades, riscos, ferrugem, amolgadas) |            |            |                    |
| 6         | Estado dos têxteis (bancos, guarnições de portas)             |            |            |                    |

| LISTA DE VERIFICAÇÃO MENSAL |  |         |        |
|-----------------------------|--|---------|--------|
| EQUIPAMENTO                 |  |         |        |
| Designação:                 |  | Modelo: |        |
| Fabricante:                 |  | Código: |        |
| Localização:                |  |         | Rev. 0 |

| Nº | TAREFAS PARA VERIFICAÇÃO  | NÃO | SIM | OBSERVAÇÕES |
|----|---|-----|-----|-------------|
| 1  | Iluminação exterior e interior  |     |     |             |
| 2  | Estado dos pneus (desgastes anormais, deformações, entre outros...)                             |     |     |             |
| 3  | Equipamentos de segurança: triângulo, colete, macaco, pneu suplente (verificar a pressão de ar) |     |     |             |

**LISTA DE VERIFICAÇÃO ANUAL****EQUIPAMENTO**

|              |  |         |        |
|--------------|--|---------|--------|
| Designação:  |  | Modelo: |        |
| Fabricante:  |  | Código: |        |
| Localização: |  |         | Rev. 0 |

| <b>Nº</b> | <b>TAREFAS PARA VERIFICAÇÃO</b> | <b>NÃO</b> | <b>SIM</b> | <b>OBSERVAÇÕES</b> |
|-----------|---------------------------------|------------|------------|--------------------|
| 1         | Estado da bateria               |            |            |                    |
| 2         | Escova limpa vidros             |            |            |                    |
| 3         | Fusíveis e ligações elétricas   |            |            |                    |

## Apêndice E – Script da aplicação EZM: Ficha de Equipamento

```
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
    Dim EquipRow As Long

    'Alteração de nome do ativo
    If Not Intersect(Target, Range("E3")) Is Nothing Then
        If Range("E3").Value <> Empty And Range("B3").Value <> Empty Then
            Equip_Load
        End If
    End If

    'Alteração do código do ativo
    'Alterar no código do ativo mas não no ativo Load
    If Not Intersect(Target, Range("H2")) Is Nothing And Range("B1").Value =
    False Then
        'Código do ativo encontrado
        If Range("H2").Value <> Empty And Range("B2").Value <> Empty Then
            Range("E3").Value = Sheet2.Range("C" & Range("B2").Value).Value
            'Caso o código do ativo não seja encontrado, voltar ao original
        Else:
            'Adicionar nome do ativo existente usando a linha do nome do ativo
            Range("E3").Value = Sheet2.Range("C" & Range("B3").Value).Value
            EquipIDNotFound 'Correr mensagem de alerta
        End If
    End If

    'Alteração de informação do ativo
    'Altera na célula mas não no ativo load
    If Not Intersect(Target, Range("D7:I33")) Is Nothing And Range("B1").Value =
    False Then
        If Range("B2").Value = Empty Or Cells(Target.Row, Target.Column + 19).Value
        =
        Empty Or IsNumeric(Cells(Target.Row, Target.Column + 19).Value) = False
        Then Exit Sub
        EquipRow = Range("B2").Value 'Linha do ativo
        Sheet2.Cells(EquipRow, Cells(Target.Row, Target.Column + 19).Value).Value =
        Target.Value
    End If

End Sub

Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)

    'Realçar ao selecionar o anexo
    If Not Intersect(Target, Range("D25:H33")) Is Nothing Then
        Range("B5").Value = Target.Row
    Else: Range("B5").ClearContents
    End If

End Sub

Option Explicit

Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)

    'Filtrar dados
    If Not Intersect(Target, Range("D3:F3")) Is Nothing And Range("B3").Value =
    False Then Attach_Filter
End Sub
```

```
'Cancelar a criação da nova ficha de equipamento
Sub Equip_CancelNew()
    Sheet1.Range("E3").Value = Sheet1.Range("E37").Value
End Sub
```

```
'Carregar informação dos ativos
```

```
Sub Equip_Load()
    Dim EquipRow As Long
    Dim EquipCol As Long
    With Sheet1
        'Confirmar se o ativo pertence à lista
        If .Range("B3").Value = Empty Then
            MsgBox "Por favor introduza ativo válido da lista"
            Exit Sub
        End If

        'Se pertence, os respetivos dados são disponibilizados
        .Range("B1").Value = True

        EquipRow = .Range("B3").Value
        .Range("H2,E7:G7,E19,E9,G9,E11,G11,E13,H12,G13,E15,G15,E19,E20,E21,H20,D25:I33").ClearContents
        For EquipCol = 1 To 16
            .Range(Sheet2.Cells(1, EquipCol).Value).Value = Sheet2.Cells(EquipRow, EquipCol).Value
        Next EquipCol
        Range("H3").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = _
            "=IF(AND(R[17]C[-3]<>\"\",R[18]C[-3]<>\"\"),TRIM(LEFT(R[17]C[-3],SEARCH(\"\"-\"\",R[17]C[-3])-1))&\".\"&R[18]C[-3]&\".\"&R[-1]C,\"\"\"\"))"
        .Shapes("NewEquipGroup").Visible = msoFalse
        .Shapes("ExistEquipGroup").Visible = msoTrue
        .Range("B1").Value = False
        .Range("B4").Value = False
        Show_EquipPic
        Attach_Refresh
        On Error Resume Next
        .Shapes("QRItemPic").Delete
        On Error GoTo 0
        .Range("B1").Value = False
    End With
End Sub
```

```
'Criação de fichas de equipamentos
```

```
Sub Equip_New()
    With Sheet1
        .Range("B1").Value = True
        .Shapes("NewEquipGroup").Visible = msoTrue
        .Shapes("ExistEquipGroup").Visible = msoFalse
        .Shapes("DefaultPicture").Visible = msoTrue
        On Error Resume Next
        .Shapes("QRItemPic").Delete
        .Shapes("EquipPic").Delete
        On Error GoTo 0

        .Range("E2:F2,E3:F3,H2,E7:G7,E19,E9,G9,E11,G11,E13,H12,G13,E15,G15,E19,E20,E21,H20,D25:I33").ClearContents
        .Range("B4").Value = True
        Range("H3").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = _
            "=IF(AND(R[17]C[-3]<>\"\",R[18]C[-3]<>\"\"),TRIM(LEFT(R[17]C[-3],SEARCH(\"\"-\"\",R[17]C[-3])-1))&\".\"&R[18]C[-3]&\".\"&R[-1]C,\"\"\"\"))"
        Range("E19").Select
        ActiveCell.FormulaR1C1 = _
```

```
1 "=IF(R[-10]C<>\"\",LEFT(R[-10]C,SEARCH(\"\"-\"\",R[-10]C)-1),\"\"\"\"))"
    .Range("B4").Value = True
    .Range("E7").Select 'Seleciona a primeira célula a ser preenchida
    .Range("B1").Value = False
End With
```

```
End Sub
```

---

End Sub

```
'Guardar ficha de equipamento criada
Sub Equip_SaveNew()
    Dim EquipRow As Long
    Dim EquipCol As Long

    With Sheet1
        If .Range("E7").Value = Empty Then
            MsgBox "Por favor introduza o Nome do Ativo"
            .Range("E7").Select
            Exit Sub
        End If

        EquipRow = Sheet2.Range("A99999").End(xlUp).Row + 1 'Primeira linha
        Sheet2.Range("A" & EquipRow).Value = Application.WorksheetFunction.Max(
        Sheet2.Range("EquipID")) + 1
        For EquipCol = 2 To 16
            Sheet2.Cells(EquipRow, EquipCol).Value = .Range(Sheet2.Cells(1, EquipCol)
            ).Value.Value
        Next EquipCol
        .Range("E3").Value = .Range("E7").Value 'Adiciona nome do ativo
        .Shapes("NewEquipGroup").Visible = msoFalse
        .Shapes("ExistEquipGroup").Visible = msoCTrue
        .Range("B1").Value = False
        .Range("B4").Value = False
    End With

    'Ordena lista de ativos por ordem alfabética
    With Sheet2
        .Sort.SortFields.Clear
        .Sort.SortFields.Add Key:=.Range("B2"), SortOn:=xlSortOnValues, Order:
        =xlAscending, DataOption:=xlSortNormal
        With .Sort
            .SetRange Range("A4:O" & EquipRow)
            .Apply
        End With
    End With
End Sub
```

---

End Sub

```
'Eliminar ativo
Sub EquipDelete()
    Dim EquipRow As Long

    If MsgBox("Tem a certeza que quer eliminar este ativo?", vbYesNo, "Eliminar
    ativo") = vbNo Then Exit Sub
    If Sheet1.Range("B3").Value <> Empty Then
        EquipRow = Sheet1.Range("B3").Value
        Sheet2.Range(EquipRow & ":" & EquipRow).EntireRow.Delete
        Sheet1.Range("E3").Value = Sheet2.Range("C4").Value
        .Shapes("QRItemPic").Delete
        On Error GoTo 0
    End If
End Sub
```

---

End Sub

## Option Explicit

```
'Adicionar anexos

Sub Attach Add()
    Dim FileFldr As FileDialog
    Dim FileName, OrigFilePath, FileType, DestFileFolder, DestFilePath, EquipID, EquipName As String
    Dim LastAttRow As Long
    DestFileFolder = Sheet7.Range("EmplAttachFolder").Value
    If DestFileFolder = "" Then 'Caso o utilizador não tenha criado uma pasta mestre
        MsgBox "Antes de anexar qualquer ficheiro para este ativo, por favor seleccione uma pasta" & vbCrLf & "dedicada para guardar os anexos específicos a este ativo"
        Exit Sub
    End If
    EquipID = Sheet1.Range("H2").Value 'Código do ativo
    EquipName = Replace(Replace(Sheet1.Range("E3").Value, ",", "_"), " ", "")
    'Nome do ativo
    Set FileFldr = Application.FileDialog(msoFileDialogFilePicker)
    With FileFldr
        .Title = "Seleccione o documento para anexar"
        .Filters.Add "Todos os ficheiros", "*.*"
        If .Show <> -1 Then GoTo NoSelection
        OrigFilePath = .SelectedItems(1)
        FileName = Dir(OrigFilePath)

        FileType = Right(FileName, 5 - InStr(1, Right(FileName, 5), "."))
    End With

    'Verifica se a pasta do ativo existe. Se não existe, cria uma
    If Len(Dir(DestFileFolder & "\" & EquipName, vbDirectory)) = 0 Then
        On Error GoTo BadFolder
        MkDir DestFileFolder & "\" & EquipName
    End If
    DestFilePath = DestFileFolder & "\" & EquipName & "\" & FileName
    FileCopy OrigFilePath, DestFilePath
    'Kill (OrigFilePath) 'Eliminar o ficheiro original na localização original

    With Sheet6
        LastAttRow = .Range("D9999").End(xlUp).Row + 1 'Primeira linha disponível
        .Range("D" & LastAttRow).Value = EquipID 'Código do ativo
        .Range("E" & LastAttRow).Value = Sheet1.Range("E2").Value 'Cateforia do ativo
        .Range("F" & LastAttRow).Value = Sheet1.Range("E3").Value 'Nome do ativo
        .Range("G" & LastAttRow).Value = FileName 'Nome do documento
        .Range("H" & LastAttRow).Value = FileType 'Extensão do ficheiro
        .Range("I" & LastAttRow).Value = DestFilePath 'Pasta do ficheiro
        .Range("J" & LastAttRow).Value = Application.UserName 'Nome da pessoa que adicionou
        .Range("K" & LastAttRow).Value = Now 'Data quando foi adicionado
        .Range("L" & LastAttRow).Value = "=Row()"
    End With
    Attach Refresh 'Atualiza a lista para mostrar os novos anexos
    Sheet1.Range("D25").Select 'Seleciona o primeiro item a ser exibido em miniatura (se houver)
NoSelection:
    Exit Sub
BadFolder:
    MsgBox "Por favor seleccione a pasta correta para anexar os documentos"
    Sheet7.Activate
    BrowseEmployeeFolder

End Sub

'Eliminar anexo
Sub Attach Delete()
    Dim EquipID, AttRow As Long
```

```

If Sheet1.Range("I" & ActiveCell.Row).Value = Empty Then
    MsgBox "Por favor selecione primeiro o anexo a eliminar"
    Exit Sub
End If
On Error Resume Next

AttRow = Sheet1.Range("I" & ActiveCell.Row).Value 'Linha dos anexos
Sheet6.Range(AttRow & ":" & AttRow).EntireRow.Delete
Attach_Refresh
Sheet1.Range("D25").Select

End Sub

'Criar filtros
Sub Attach_Filter()
    Dim LastAttRow As Long
    With Sheet6
        .Activate
        .Range("AB2:AJ2").ClearContents 'Limpa filtros
        If .Range("D3").Value <> "Insira o Código:" And .Range("D3").Value <> Empty
            Then .Range("AB2").Value = .Range("D3").Value Else: .Range("AB2").
        ClearContents 'Código
        If .Range("E3").Value <> "Insira a Categoria:" And .Range("E3").Value <>
            Empty Then .Range("AC2").Value = "*" & .Range("E3").Value & "*" Else: .
        Range("AC2").ClearContents 'Categoria
        If .Range("F3").Value <> "Insira o Artigo:" And .Range("F3").Value <> Empty
            Then .Range("AD2").Value = "*" & .Range("F3").Value & "*" Else: .Range(
        "AD2").ClearContents 'Ativo
        LastAttRow = .Range("D9999").End(xlUp).Row
        If LastAttRow < 5 Then GoTo NoData
        .Range("D4:L" & LastAttRow).AdvancedFilter xlFilterInPlace, CriteriaRange:=
        .Range("AB1:AJ2"), Unique:=True
    End With
NoData:
    End With
End Sub

'Limpar todos os filtros
Sub Attach_FilterClear()

    'Limpar fitros
    With Sheet6
        On Error Resume Next
        .ShowAllData
        On Error GoTo 0
        .Range("B3").Value = True
        .Range("D3").Value = "Insira o Código:"
        .Range("E3").Value = "Insira a Categoria:"
        .Range("F3").Value = "Insira o Artigo:"
        .Range("B3").Value = False
        .Range("D5:D99999").EntireRow.Hidden = False
    End With
End Sub

'Abrir anexo
Sub Attach_Open()
    With Sheet1
        Dim AttRow As Long
        If .Range("B5").Value = Empty Then
            MsgBox "Por favor selecione o anexo para abrir"
            Exit Sub
        End If
        AttRow = .Range("B5").Value 'Linha dos anexos
        ThisWorkbook.FollowHyperlink (.Range("F" & AttRow).Value)
    End With
End Sub

```

```

'Atualizar anexos
Sub Attach Refresh()
    Dim EquipID, AttRow, LastAttRow, LastFiltRow, FiltRow As Long

    EquipID = Sheet1.Range("H2").Value 'Código do ativo
    Sheet1.Range("D25:I33").ClearContents 'Limpa os anexos existentes
    AttRow = 25
    With Sheet6
        .Range("AB2:AJ2,AB4:AJ9999").ClearContents 'Limpa os filtros
        .Range("AB2").Value = EquipID
        LastAttRow = .Range("D9999").End(xlUp).Row
        If LastAttRow < 5 Then GoTo NoData
        .Range("D4:L" & LastAttRow).AdvancedFilter xlFilterCopy, CriteriaRange:=.
        Range("AB1:AJ2"), CopyToRange:=.Range("AB3:AH3"), Unique:=True
        LastFiltRow = .Range("AB9999").End(xlUp).Row 'Última linha do filtro
        If LastFiltRow < 4 Then Exit Sub 'Ciclo termina se não existirem anexos
        For FiltRow = LastFiltRow To 4 Step -1 'Coloca o anexo mais recente
            primeiro
            Sheet1.Range("D" & AttRow & ":I" & AttRow).Value = .Range("AC" & FiltRow
            & ":AH" & FiltRow).Value 'Copia os dados do anexo
            AttRow = AttRow + 1
            If AttRow = 33 Then Exit Sub 'Termina se a lista tiver cheia
        Next FiltRow
    End With
NoData:
End Sub

```

---

```

'Mostrar todos os anexos do ativo pretendido
Sub Attach_ShowAll()
    Sheet6.Range("D3").Value = Sheet1.Range("H2").Value 'Código do ativo
End Sub

```

---

```

'Adicionar fotografia do ativo
Sub Add_EquipPic()
    Dim PicFile As FileDialog
    With Sheet1
        Set PicFile = Application.FileDialog(msoFileDialogFilePicker)
        With PicFile
            .Title = "Seleccione a Foto do Ativo"
            .Filters.Add "All Picture Files", "*.jpg,*jpeg,*gif,*png,*gif,*bmp,*tiff", 1
            If .Show <> -1 Then GoTo NoSelection
            Sheet1.Range("H12").Value = .SelectedItems(1) 'Coloca nome do ficheiro na
            célula H12
        End With

        'Se o ativo existe, adiciona/atualiza a imagem da base de dados
        Show_EquipPic
    NoSelection:
    End With
End Sub

```

## Option Explicit

```
'Gerar código QR
Sub GenerateSingleQRCode()
    Dim QRPic As String, QRURL As String, QRData As String, ForeCol As String,
    BackCol As String
    Dim QRSize As Long
    With Sheet1
        On Error Resume Next
        .Shapes("QRItemPic").Delete
        On Error GoTo 0
        QRData = .Range("H3").Value 'Nome do item (QR info)
        QRSize = Sheet12.Range("C5").Value 'Tamanho QR grande
        ForeCol = Right("00000" & Hex(Sheet12.Range("C4").Value), 6)
        ForeCol = Right(ForeCol, 2) & Mid(ForeCol, 3, 2) & Left(ForeCol, 2)
        BackCol = Right("00000" & Hex(Sheet12.Range("C3").Value), 6)
        BackCol = Right(BackCol, 2) & Mid(BackCol, 3, 2) & Left(BackCol, 2)
        QRURL = "https://api.qrserver.com/v1/create-qr-code/?data=" & QRData &
        "&size=" & QRSize & "x" & QRSize &
        "&charset-source=UTF-8&charset-target=UTF-8&ecc=L&color=" & ForeCol &
        "&bgcolor=" & BackCol &
        "&margin=0&qzone=1&format=png"
        With Sheet1.Pictures.Insert(QRURL)
            .Name = "QRItemPic" 'Imagem padrão
            'Dimensão da imagem
            .Left = Sheet1.Range("H20").Left + (Sheet1.Range("H18").Width - .Width) /
            2
            .Top = Sheet1.Range("H20").Top - 28
        End With
    End With
End Sub
```

## 'Configuração das cores do código QR

```
Sub SetColor()
    ActiveCell.Value = ActiveSheet.Shapes(Application.Caller).Fill.ForeColor.RGB
    ActiveCell.Offset(0, 1).Interior.Color = ActiveSheet.Shapes(Application.
    Caller).Fill.ForeColor.RGB
    ActiveSheet.Shapes("ColorPalatte").Visible = msoFalse
End Sub
```

## 'Configuração do tempo das mensagens de alerta

```
Sub EquipIDNotFound()
    Dim i As Integer
    Dim delay As Double
    Dim StartTime As Double
    With ActiveSheet.Shapes("IDNotFound")
        .Visible = True
        For i = 1 To 100
            .Fill.Transparency = i / 100
            delay = 0.004
            StartTime = Timer
            Do
                DoEvents
            Loop While Timer - StartTime < delay
        Next i
        .Visible = False
    End With
End Sub
```

## 'Configuração do código QR

```
Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)
    If Not Intersect(Target, Range("C3,C4")) Is Nothing Then Shapes(
    "ColorPalatte").Visible = msoCTrue Else Shapes("ColorPalatte").Visible =
    msoFalse
End Sub
```

```

'Mostrar fotografia do ativo
Sub Show_EquipPic()
  Dim PicPath As String

  With Sheet1
    On Error Resume Next
    .Shapes("EquipPic").Delete 'Elimina imagem, caso exista
    On Error GoTo 0
    PicPath = .Range("H12").Value 'Caminho da imagem
    If PicPath = Empty Then
      .Shapes("DefaultPicture").Visible = msoCTrue
      Exit Sub
    End If
    .Shapes("DefaultPicture").Visible = msoFalse
    On Error GoTo DefaultPic
    With .Pictures.Insert(PicPath)
      With .ShapeRange
        .LockAspectRatio = msoTrue
        .Height = 100
        .Name = "EquipPic"
      End With 'Dimensão da imagem
    End With 'Imagens

    With .Shapes("EquipPic")
      .Left = Sheet1.Range("H7").Left
      .Top = Sheet1.Range("H7").Top
      .IncrementLeft 29
      .IncrementTop 10
    End With
    Exit Sub:
  End With
DefaultPic:
  .Shapes("DefaultPicture").Visible = msoCTrue
End With

End Sub

```

## Apêndice F – Script da aplicação EZM: Ordem de Trabalho

```

Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)

  'Alteração do nome do Ativo
  If Not Intersect(Target, Range("G4")) Is Nothing Then
    If Target.Value <> Empty And Range("B6").Value <> Empty Then
      Dim ArtigoRow As Long
      ArtigoRow = Range("B6").Value 'Linha do Ativo
      Range("I4").Value = Sheet2.Range("A" & ArtigoRow).Value 'Código do Ativo
    End If
  End If

  'Quando o número da OT é alterado, carregar informação dessa OT
  If Not Intersect(Target, Range("E6")) Is Nothing Then
    If Range("B2").Value <> Empty Then OT_Load
  End If

End Sub

```

```

Sub OT_MUpdated()
  Dim i As Integer
  Dim delay As Double
  Dim StartTime As Double
  With ActiveSheet.Shapes("MSalvo")
    .Visible = True
    For i = 1 To 100
      .Fill.Transparency = i / 100
      delay = 0.005
      StartTime = Timer
      Do
        DoEvents
      Loop While Timer - StartTime < delay
    Next i
    .Visible = False
  End With
End Sub

```

```
'Cancelar criação de nova OT
Sub OT_CancelNew()
    If Sheet3.Range("D4").Value <> Empty Then Sheet10.Range("E6").Value = Sheet3.
        Range("D4").Value
```

```
End Sub
```

```
'Eliminar OT
```

```
Sub OT_Delete()
    Dim OTRow As Long, OTItemRow As Long, LastOTItemRow As Long

    If MsgBox("Tem a certeza que quer eliminar esta OT?", vbYesNo, "Eliminar OT"
    ) = vbNo Then Exit Sub
    If Sheet10.Range("B2").Value <> Empty Then
        OTRow = Sheet10.Range("B2").Value
        Sheet3.Range(OTRow & ":" & OTRow).EntireRow.Delete

        OT_CancelNew
    End If
```

```
End Sub
```

```
'Carregar OT
```

```
Sub OT_Load()
    Dim OTRow As Long, OTItemRow As Long, LastOTItemRow As Long
    Dim ResultRow As Long, LastItemResultRow As Long

    Dim AnotherOTRow As Long, AnotherOTItemRow As Long, AnotherLastOTItemRow As
    Long
    Dim AnotherResultRow As Long, AnotherLastItemResultRow As Long

    With Sheet10
        If .Range("B2").Value = Empty Then
            MsgBox "Por favor insira uma OT válida"
            Exit Sub
        End If
        'Linha da OT
        OTRow = .Range("B2").Value
        'Limpa conteúdo da OT
        .Range("E4,G4,I4,I6,E8,G8,I8,I9,E10,I10,D14:F17,G14:I17,D20:G23,D27:H33,L20
        :L23,M27:M33").ClearContents
        .Range("B4").Value = True

        'Informação Geral
        .Range("G6").Value = Sheet3.Range("E" & OTRow).Value 'Data de Abertura OT
        .Range("E8").Value = Sheet3.Range("F" & OTRow).Value 'Data de Início
        .Range("G8").Value = Sheet3.Range("G" & OTRow).Value 'Data de conclusão
        .Range("G4").Value = Sheet3.Range("H" & OTRow).Value 'Ativo
        .Range("E4").Value = Sheet3.Range("I" & OTRow).Value 'Categoria
        .Range("I4").Value = Sheet3.Range("J" & OTRow).Value 'Código
        .Range("I6").Value = Sheet3.Range("K" & OTRow).Value 'Tipo de manutenção
        .Range("E10").Value = Sheet3.Range("L" & OTRow).Value 'Km
        .Range("I8").Value = Sheet3.Range("M" & OTRow).Value 'Serviço
        .Range("I9").Value = Sheet3.Range("N" & OTRow).Value 'Departamento
        .Range("I10").Value = Sheet3.Range("O" & OTRow).Value 'Código Fornecedor
        .Range("G10").Value = Sheet3.Range("P" & OTRow).Value 'Estado
        .Range("D14").Value = Sheet3.Range("Q" & OTRow).Value 'Descrição da avaria
        .Range("G14").Value = Sheet3.Range("R" & OTRow).Value 'Observações

        'Mão-de-obra
        LastOTItemRow = Sheet4.Range("D9999").End(xlUp).Row
        If LastOTItemRow < 4 Then GoTo NoItems
        Sheet4.Range("D3:J" & LastOTItemRow).AdvancedFilter xlFilterCopy,
        CriteriaRange:=Sheet4.Range("N3:N4"), CopyToRange:=Sheet4.Range("P3:V3"),
        Unique:=False
        LastItemResultRow = Sheet4.Range("P9999").End(xlUp).Row
        If LastItemResultRow < 4 Then GoTo NoItems
    End With
    For ResultRow = 4 To LastItemResultRow
```

```

1 2  OTItemRow = Sheet4.Range("U" & ResultRow).Value
      'Copia Especialidade, Responsável, Nº de Executantes e Nº horas
      .Range("D" & OTItemRow & ":" & G" & OTItemRow).Value = Sheet4.Range("Q" &
      ResultRow & ":" & T" & ResultRow).Value
      .Range("L" & OTItemRow).Value = Sheet4.Range("V" & ResultRow).Value
Next ResultRow

      'Material
      AnotherLastOTItemRow = Sheet5.Range("D9999").End(xlUp).Row
      If AnotherLastOTItemRow < 4 Then GoTo NoItems
      Sheet5.Range("D3:K" & AnotherLastOTItemRow).AdvancedFilter xlFilterCopy,
      CriteriaRange:=Sheet5.Range("N3:N4"), CopyToRange:=Sheet5.Range("P3:W3"),
      Unique:=False
      AnotherLastItemResultRow = Sheet5.Range("P9999").End(xlUp).Row
      If AnotherLastItemResultRow < 4 Then GoTo NoItems
      For AnotherResultRow = 4 To AnotherLastItemResultRow
      AnotherOTItemRow = Sheet5.Range("V" & AnotherResultRow).Value
      'Copia Grupo, Artigo, Quantidade, Unidade, Preço Unitário
      .Range("D" & AnotherOTItemRow & ":" & H" & AnotherOTItemRow).Value = Sheet5.
      Range("Q" & AnotherResultRow & ":" & U" & AnotherResultRow).Value
      .Range("M" & AnotherOTItemRow).Value = Sheet5.Range("W" &
      AnotherResultRow).Value
      Next AnotherResultRow

NoItems:
      .Range("B1").Value = False
      .Range("B4").Value = False
      .Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoFalse
      .Shapes("AddOTBtn").Visible = msoCTrue
End With

End Sub

'Criar OT

Sub OT_New()
With Sheet10
      .Range("B1").Value = True
      .Range("E6,E4,G4,I4,I6,E8,G8,I8,I9,E10,I10,D14:F17,G14:I17,D20:G23,D27:H33,
      L20:L23,M27:M33").ClearContents 'Limpar conteúdo
      .Range("G6").Value = Now
      Range("G10").Select
      ActiveCell.FormulaR1C1 = ""Pendente""
      Range("H3").Select

      .Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoCTrue
      .Shapes("AddOTBtn").Visible = msoFalse
End With
End Sub

'Imprimir
Sub OT_Print()
      Sheet10.PrintOut , , , False, , , , False

End Sub

'Salvar e converter para PDF
Sub SaveActiveSheetsAsPDF()

      Dim wsA As Worksheet
      Dim wbA As Workbook
      Dim strTime As String
      Dim strName As String
      Dim strPath As String
      Dim strFile As String
      Dim strPathFile As String
      Dim myFile As Variant
      On Error GoTo errHandler

```

```

Set wbA = ActiveWorkbook
Set wsA = ActiveSheet

'Obter pasta de trabalho, se guardado
strPath = wbA.Path
If strPath = "" Then
    strPath = Application.DefaultFilePath
End If
strPath = strPath & "\"

'Substitui os espaços, vírgulas e pontos do nome
strName = Replace(wsA.Name, " ", "")
strName = Replace(strName, ".", "_")

'Cria nome padrão
strFile = strName & "_" & strTime & ".pdf"
strPathFile = strPath & strFile

'Utilizador introduz o nome e seleciona a pasta
myFile = Application.GetSaveAsFilename _
    (InitialFileName:=strPathFile, _
    FileFilter:="PDF Files (*.pdf), *.pdf", _
    Title:="Selecione a Pasta para guardar")

'Exporta para PDF, caso alguma pasta tenha sido selecionada
If myFile <> "False" Then
    wsA.ExportAsFixedFormat _
        Type:=xlTypePDF, _
        FileName:=myFile, _
        Quality:=xlQualityStandard, _
        IncludeDocProperties:=True, _
        IgnorePrintAreas:=False, _
        OpenAfterPublish:=False
    'Mensagem de confirmação
    MsgBox "PDF foi guardado: " _
        & vbCrLf _
        & myFile
End If

exitHandler:
Exit Sub
errHandler:
MsgBox "Não foi possível guardar o PDF"
Resume exitHandler

End Sub

```

```

'Salvar informação geral
Sub OT_SaveGeral()
    Dim OTRow As Long, OTItemRow As Long, LastItemRow As Long, ItemRow As Long

    With Sheet10

        'Determina se é uma OT nova ou já existente
        'Nova OT
        If .Range("B1").Value = True Then
            OTRow = Sheet3.Range("D99999").End(xlUp).Row + 1
            .Range("E6").Value = .Range("B3").Value 'Adiciona número da OT
            Sheet3.Range("D" & OTRow).Value = .Range("B3").Value 'Adiciona número da OT
            'OT existente
        Else:
            OTRow = .Range("B2").Value
        End If
        Sheet3.Range("E" & OTRow).Value = .Range("G6").Value 'Data abertura OT
        Sheet3.Range("F" & OTRow).Value = .Range("E8").Value 'Data início
        Sheet3.Range("G" & OTRow).Value = .Range("G8").Value 'Data conclusão
        Sheet3.Range("H" & OTRow).Value = .Range("G4").Value 'Ativo
        Sheet3.Range("I" & OTRow).Value = .Range("E4").Value 'Categoria
        Sheet3.Range("J" & OTRow).Value = .Range("I4").Value 'Código
        Sheet3.Range("K" & OTRow).Value = .Range("I6").Value 'Tipo de manutenção
        Sheet3.Range("L" & OTRow).Value = .Range("E10").Value 'Km
        Sheet3.Range("M" & OTRow).Value = .Range("I8").Value 'Serviço
        Sheet3.Range("N" & OTRow).Value = .Range("I9").Value 'Departamento
        Sheet3.Range("O" & OTRow).Value = .Range("I10").Value 'Código do Fornecedor
        Sheet3.Range("P" & OTRow).Value = .Range("G10").Value 'Estado
        Sheet3.Range("Q" & OTRow).Value = .Range("D14").Value 'Descrição da avaria
        Sheet3.Range("R" & OTRow).Value = .Range("G14").Value 'Observações

        .Range("B1").Value = False
        .Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoFalse
        .Shapes("AddOTBtn").Visible = msoCTrue
    End With
End Sub

```

```

'Salvar informação relativa ao Material
Sub OT_SaveMaterial()

    Dim AnotherOTRow As Long, AnotherOTItemRow As Long, AnotherLastItemRow As Long, AnotherItemRow As Long
    With Sheet10

        'Material
        AnotherLastItemRow = .Range("D33").End(xlUp).Row
        If AnotherLastItemRow < 27 Then GoTo NoItems
        For AnotherItemRow = 27 To AnotherLastItemRow
            If .Range("M" & AnotherItemRow).Value <> Empty Then
                AnotherOTItemRow = .Range("M" & AnotherItemRow).Value
            Else
                AnotherOTItemRow = Sheet5.Range("D9999").End(xlUp).Row + 1
                Sheet5.Range("D" & AnotherOTItemRow).Value = .Range("E6").Value
                .Range("M" & AnotherItemRow).Value = AnotherOTItemRow
                Sheet5.Range("K" & AnotherOTItemRow).Value = "=Row()"
            End If
            Sheet5.Range("E" & AnotherOTItemRow & ":I" & AnotherOTItemRow).Value = .
            Range("D" & AnotherItemRow & ":H" & AnotherItemRow).Value
            Sheet5.Range("J" & AnotherOTItemRow).Value = AnotherItemRow
        Next AnotherItemRow

        If .Range("D20").Value = Empty Then
            MsgBox "Preencha a informação relativa à mão-de-obra."
            .Range("D20").Select
        End If
    End With
Exit Sub

```

```

1| 2 End If
NoItems:
    .Range("B1").Value = False
    .Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoFalse
    .Shapes("AddOTBtn").Visible = msoCTrue
End With
    OT MUpdated
End Sub

'Salvar informação relativa à Mão-de-Obra
Sub OT_SaveMO()

    Dim OTRow As Long, OTItemRow As Long, LastItemRow As Long, ItemRow As Long

    With Sheet10
        If .Range("D20").Value = Empty Then
            MsgBox "Preencha a informação relativa à mão-de-obra."
            .Range("D20").Select
            Exit Sub
        End If

        'Adiciona / Atualiza dados da OT

        'Mão-de-obra
        LastItemRow = .Range("E23").End(xlUp).Row
        If LastItemRow < 20 Then GoTo NoItems
        For ItemRow = 20 To LastItemRow
            If .Range("L" & ItemRow).Value <> Empty Then
                OTItemRow = .Range("L" & ItemRow).Value
            Else 'Nova linha
                OTItemRow = Sheet4.Range("D9999").End(xlUp).Row + 1
                Sheet4.Range("D" & OTItemRow).Value = .Range("E6").Value
                .Range("L" & ItemRow).Value = OTItemRow
                Sheet4.Range("J" & OTItemRow).Value = "=Row()"
            End If
            Sheet4.Range("E" & OTItemRow & ":H" & OTItemRow).Value = .Range("D" &
            ItemRow & ":G" & ItemRow).Value
            Sheet4.Range("I" & OTItemRow).Value = ItemRow
        Next ItemRow
    End With

NoItems:
    .Range("B1").Value = False
    .Shapes("CancelOTBtn").Visible = msoFalse
    .Shapes("AddOTBtn").Visible = msoCTrue
End With
End Sub

'Salvar os dados gerais, mão-de-obra e material
Sub OT_Save()

    Call OT_SaveGeral
    Call OT_SaveMO
    Call OT_SaveMaterial

End Sub

```

## Apêndice G – Script da aplicação EZM: Dashboard

```
'Atualizar tabelas geradas pelo Power Query e tabelas pivot
Sub Dashboard_Refresh()
    ThisWorkbook.RefreshAll
End Sub

'Mostrar a última atualização
Public Function ModDate()
    ModDate = Format(FileDateTime(ThisWorkbook.FullName), "d/mm/yy h:nn ampm")
End Function

'Força atualização do módulo Dashboard
Private Sub Worksheet_AfterSave(ByVal Target As Boolean)
    ActiveSheet.Calculate
End Sub
```

## Apêndice H – Script da aplicação EZM: Administração

```
Option Explicit

'Pasta mestre

Sub BrowseEmployeeFolder()
    Dim EmpFldr As FileDialog
    Dim strPath As String
    Set EmpFldr = Application.FileDialog(msoFileDialogFolderPicker)
    With EmpFldr
        .Title = "Seleccione a Pasta"
        .AllowMultiSelect = False
        .InitialFileName = strPath
        If .Show <> -1 Then GoTo NoSelection
        Sheet7.Range("EmplAttachFolder").Value = .SelectedItems(1)
    End With
NoSelection:
End Sub
```