



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Diogo André Sampaio Guimarães

**Estudo e Organização do Sistema de
Manutenção de uma Empresa de
Embalagens Flexíveis**



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Diogo André Sampaio Guimarães

**Estudo e Organização do Sistema de
Manutenção de uma Empresa de
Embalagens Flexíveis**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Trabalho efetuado sob a orientação do:

Professor Doutor António Caetano Monteiro

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial

CC BY-NC

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Universidade do Minho, 31 de outubro de 2023

RESUMO

A manutenção tem uma posição de destaque no seio de uma empresa, uma vez que é o órgão capaz de garantir o correto funcionamento dos equipamentos e de toda a sua envolvente, desde as infraestruturas até à mão-de-obra. Cabe ao responsável do departamento de manutenção dinamizar estratégias para realizar uma manutenção adequada às necessidades e especificidades de cada empresa e colmatar eventuais lacunas. Neste sentido, fez-se o estudo do sistema de manutenção da empresa Vizelpas, que se dedica à produção de filme plástico para embalagens.

Este estudo tem o objetivo compreender o funcionamento do sistema de manutenção e propor possíveis melhorias na organização e gestão interna de uma empresa. Foram criadas fichas do manual de manutenção que permitem o registo e análise das intervenções aos equipamentos. Efetuou-se o estudo dos registos de manutenção e análise dos resultados obtidos com o intuito de solucionar os problemas mais recorrentes e, conseqüentemente, mais custosos para a empresa. Por último, sintetizou-se a conclusão e foram enunciados alguns trabalhos futuros que poderão incidir no desenvolvimento do *software* de gestão da manutenção – SisTrade.

Palavras-chave: Análise de intervenções, Equipamentos, Gestão da manutenção, Sistema de manutenção.

ABSTRACT

Maintenance has a prominent position within a company, as it is the body that can guarantee the correct functioning of equipment and all its surroundings, from infrastructure to labour. It is up to the head of the maintenance department to energise strategies to carry out maintenance that is suited to the needs and specificities of each company and to fill any gaps. In this context, a study was carried out on the maintenance system of the Vizelpas company, which produces plastic film for packaging.

The aim of this study is to understand how the maintenance system works and to propose possible improvements in the organisation and internal management of a company. Maintenance manual sheets were created to record and analyse equipment interventions. The maintenance records were studied and the results obtained analysed in order to solve the most recurrent problems and, consequently, the most costly for the company. Finally, the conclusion was summarised and some future work was outlined that could focus on the development of the maintenance management software - SisTrade.

Keywords: Analysis of interventions, Equipment, Maintenance management, Maintenance system.

Índice

| | |
|--|------|
| Resumo | iii |
| Abstract | iv |
| Índice de figuras..... | viii |
| Índice de tabelas | x |
| Glossário de termos e acrónimos..... | xi |
| Capítulo I – Introdução | 1 |
| 1.1. Enquadramento e motivação..... | 1 |
| 1.2. Objetivos | 1 |
| 1.3. Organização da dissertação | 2 |
| Capítulo II - Manutenção..... | 3 |
| 2.1. Conceito e importância da manutenção..... | 3 |
| 2.2. Evolução e história da manutenção | 4 |
| 2.3. Tipos de manutenção..... | 7 |
| 2.3.1. Manutenção corretiva | 8 |
| 2.3.2. Manutenção preventiva | 10 |
| 2.3.3. Novas filosofias de manutenção | 15 |
| 2.4. Níveis de manutenção..... | 19 |
| 2.5. Objetivos da manutenção..... | 20 |
| 2.6. Aspectos económicos da manutenção..... | 21 |
| 2.6.1. Custos diretos de manutenção | 22 |
| 2.6.2. Custos indiretos da manutenção | 23 |
| 2.6.3. Custo do ciclo de vida de um equipamento..... | 25 |
| 2.7. Organização da manutenção | 26 |
| 2.7.1. Posição da manutenção face à produção..... | 26 |
| 2.7.2. Estrutura da manutenção | 27 |
| 2.7.3. Recursos humanos | 29 |
| 2.7.4. Organização interna | 29 |
| 2.8. Gestão dos bens | 30 |
| 2.8.1. Gestão dos equipamentos | 30 |

| | | |
|----------------|--|----|
| 2.8.2. | Gestão dos materiais..... | 31 |
| 2.8.3. | Planeamento da manutenção..... | 31 |
| 2.9. | Indicadores de desempenho | 39 |
| 2.9.1. | Manutibilidade | 40 |
| 2.9.2. | Fiabilidade | 41 |
| 2.9.3. | Disponibilidade | 44 |
| 2.10. | <i>Software</i> de gestão de manutenção..... | 46 |
| 2.11. | Factos e números sobre a manutenção..... | 47 |
| Capítulo III – | Caraterização da empresa..... | 48 |
| 3.1. | Processo produtivo e equipamentos..... | 49 |
| 3.1.1. | Extrusão | 50 |
| 3.1.2. | Impressão..... | 52 |
| 3.1.3. | Laminação..... | 53 |
| 3.1.4. | Rebobinagem..... | 54 |
| 3.1.5. | Corte em saco | 55 |
| 3.1.6. | Sistemas auxiliares da produção | 56 |
| 3.2. | A manutenção na Vizelpas | 57 |
| 3.2.1. | Estrutura do departamento de manutenção..... | 58 |
| 3.2.2. | Oficina de apoio..... | 59 |
| 3.2.3. | Comunicação da produção com a manutenção | 59 |
| 3.3. | Gestão da manutenção | 60 |
| 3.3.1. | Gestão de equipamentos..... | 60 |
| 3.3.2. | Gestão de materiais | 60 |
| 3.3.3. | Documentação técnica..... | 61 |
| 3.3.4. | Manutenção preventiva | 61 |
| 3.3.5. | <i>Software</i> de apoio à manutenção..... | 61 |
| Capítulo IV – | Estudo e planeamento da manutenção..... | 63 |
| 4.1. | Organização do sistema de manutenção | 63 |
| 4.2. | Manual técnico | 64 |
| 4.3. | <i>Software SisTrade</i> | 69 |
| Capítulo V – | Análise de dados das intervenções..... | 70 |

| | |
|--|----|
| 5.1. Análise do registo de intervenções..... | 70 |
| 5.2. Intervenções em equipamentos da produção..... | 71 |
| 5.3. Cálculo de indicadores..... | 73 |
| 5.4. Estudo das avarias por equipamento..... | 77 |
| 5.4.1. Análise das avarias recorrentes | 82 |
| Capítulo VI – Conclusão e sugestão de trabalhos futuros..... | 85 |
| 6.1. Conclusão | 85 |
| 6.2. Trabalhos futuros..... | 86 |
| Referências | 87 |
| Anexos..... | 89 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Evolução Tecnológica na Indústria (Miranda, 1993) | 4 |
| Figura 2 – Tipos de manutenção..... | 7 |
| Figura 3 – Fluxograma lógico de síntese (Pinto V. M., 1994) | 8 |
| Figura 4 – Manutenção corretiva (lei da degradação desconhecida), adaptado de Monchy (Monchy, 1989)..... | 10 |
| Figura 5 – Manutenção preventiva (lei de degradação procurada), adaptado de Monchy (Monchy, 1989)..... | 13 |
| Figura 6 – Esquema representativo da Manutenção Condicionada (Vaz, 2017) | 15 |
| Figura 7 – Custos diretos de manutenção em função do TTR (Monchy, 1989)..... | 22 |
| Figura 8 – Iceberg de custos, adaptado de (Cabral, 2006) | 23 |
| Figura 9 – Custos <i>versus</i> nível de manutenção (Faria, 2013)..... | 24 |
| Figura 10 – Lucro <i>versus</i> disponibilidade (Faria, 2013) | 24 |
| Figura 11 – Constituição do LCC (Monchy, 1989)..... | 26 |
| Figura 12 – Manutenção (conservação) subordinada à Produção, adaptado de Miranda (Miranda, 1993)..... | 27 |
| Figura 13 – Horizontalização dos serviços de Manutenção e Produção (Miranda, 1993) | 27 |
| Figura 14 – Organização do trabalho de manutenção (Pinto C. V., 2002)..... | 32 |
| Figura 15 – Curva da banheira | 43 |
| Figura 16 – Disponibilidade de um equipamento (Miranda, 1993)..... | 45 |
| Figura 17 – Custo de disponibilidade de um equipamento (Miranda, 1993)..... | 45 |
| Figura 18 – Instalações da Vizelpas | 48 |
| Figura 19 – Logótipo da Vizelpas | 49 |
| Figura 20 – <i>Layout</i> das instalações da Vizelpas (fonte: Vizelpas)..... | 49 |
| Figura 21 – Diagrama do processo produtivo da Vizelpas (fonte: Vizelpas)..... | 50 |
| Figura 22 - Vista geral de uma instalação (obtido no manual WINDMÖLLER & HÖLSCHER) | 52 |
| Figura 23 – Exemplo de imagem a obter na impressão flexográfica. | 53 |
| Figura 24 – Processo de laminação (Vizelpas)..... | 54 |
| Figura 25 – Processo de rebobinagem..... | 55 |
| Figura 26 – Etapas do processo de corte em saco | 56 |
| Figura 27 – Organigrama da estrutura do Departamento de Manutenção | 58 |

| | |
|--|----|
| Figura 28 – Gráfico de Pareto da distribuição das intervenções. | 71 |
| Figura 29 – Gráfico de Pareto da distribuição do tempo despendido nas intervenções. | 72 |
| Figura 30 – Distribuição do número de intervenções por secção. | 72 |
| Figura 31 – Distribuição do tempo utilizado nas intervenções por secção. | 73 |
| Figura 32 – Tempo médio gasto nas intervenções em equipamentos de produção. | 75 |
| Figura 33 – Tempo médio de bom funcionamento dos equipamentos de produção. | 76 |
| Figura 34 - Gráfico de Pareto das avarias identificadas no equipamento “VC12” | 78 |
| Figura 35 - Gráfico de pareto do tempo gasto em intervenções no equipamento “VC12” | 78 |
| Figura 36 – Gráfico de Pareto das avarias identificadas no equipamento “VC9” | 79 |
| Figura 37 - Grafico de pareto do tempo gasto em intervenções no equipamento “VC9” | 80 |
| Figura 38 – Gráfico de Pareto das avarias identificadas no equipamento “VC6” | 80 |
| Figura 39 - Gráfico de Pareto das avarias identificadas no equipamento “VC6” | 81 |
| Figura 40 – Mecanismo de corte do equipamento “VC12” (fonte: manual VC12)..... | 82 |
| Figura 41 – Ilustração da posição da lâmina superior do equipamento “VC12” | 82 |
| Figura 42 – Esboço do ajuste de pressão lâmina – contra lâmina..... | 83 |
| Figura 43 – Rolo em Celeron revestido com folha de teflon. | 84 |
| Figura 44 – Rolo em silicone como alternativa. | 84 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Evolução da manutenção..... | 6 |
| Tabela 2 – Equipamentos do processo de Extrusão..... | 51 |
| Tabela 3 – Equipamentos auxiliares do processo de Extrusão..... | 51 |
| Tabela 4 - Equipamentos principais do processo de Impressão..... | 53 |
| Tabela 5 - Equipamentos auxiliares do processo de Impressão | 53 |
| Tabela 6 - Equipamento principal do processo de Laminação | 54 |
| Tabela 7 - Equipamento auxiliares do processo de Laminação | 54 |
| Tabela 8 – Equipamentos principais do processo de rebobinagem. | 55 |
| Tabela 9 – Equipamentos principais do processo de Corte | 55 |
| Tabela 10 – Equipamentos do sistema de ar comprimido | 56 |
| Tabela 11 – Sistema de codificação..... | 66 |
| Tabela 12 – Distribuição das intervenções de manutenção..... | 70 |
| Tabela 13 – Distribuição dos tempos gastos em manutenção..... | 70 |
| Tabela 14 - Resultado dos cálculos do MTTR (apresentação dos valores máximos). | 75 |
| Tabela 15 – Tempo médio despendido em intervenção por secção. | 75 |
| Tabela 16 – Resultado dos cálculos do MTBF (apresentação dos valores mínimos). | 76 |
| Tabela 17 - Resultado dos cálculos do indicador da disponibilidade (apresentação dos valores mínimos)..... | 77 |

GLOSSÁRIO DE TERMOS E ACRÓNIMOS

- AFNOR** – *Association Française de Normalization* (Associação Francesa de Normalização)
- AVAC** – Aquecimento Ventilação e Ar condicionado
- CD** – Custos diretos
- CI** – Custos indiretos
- Chiller** – Equipamento utilizado para arrefecimento de água
- Dry Cooler** – Equipamento utilizado para arrefecimento do ar
- CM** – Custos de Manutenção
- DOP** – Disponibilidade Operacional.
- ERP** – *Enterprise Resource Planning* (Planeamento de Recursos Empresariais)
- EVAH** – *Ethylene Vinyl Acetate* (acetato-vinilo de etileno)
- HH** – Horas Homem
- ID** – Indicador de Desempenho.
- KPI** – *Key Performance Indicators* (Indicadores de Desempenho)
- LCC** – *Life Cycle Costing* (Custo do ciclo de vida)
- MTBF** – *Mean Time Between Failures* (Média dos Tempos de Bom Funcionamento)
- MTTR** – *Mean Time to Repair* (Média dos Tempos Técnicos de Reparação)
- MWT** – *Mean Waiting Time* (Tempo Médio de Espera)
- N_{av}** – Número de Avarias
- OEE** – *Overall Equipment Efficiency* (rendimento global de um equipamento)
- OT** – Ordem de Trabalho
- PA** – Poliamida
- PDI** – Período de Intervenção
- PE** – Polietileno
- PEAD** – Polietileno de Alta Densidade
- PEBD** – Polietileno de baixa densidade
- PET** – Politereftalato de etileno
- RCM** – *Reliability Centered Maintenance* (Manutenção Centrada na Fiabilidade).
- TBF** – Tempo de Bom Funcionamento
- TDE** – Tempo de Espera
- TDM** – Tempo de manutenção
- TDR** – Tempo de Reparação
- TE** – Tempo de Espera
- TIA** – Tempo de Indisponibilidade por Avaria
- TPM** – Manutenção Produtiva Total
- TPP** – Tempo de Perda de Produção
- TQU** – Taxa de Qualidade
- TTR** – *Time to Repair* (Tempo Técnico de Reparação)

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

No presente capítulo pretende-se introduzir o trabalho desenvolvido no âmbito do projeto de dissertação através do seu enquadramento e motivação, objetivos e, por fim, a organização da dissertação.

O objetivo deste trabalho passa por analisar o sistema de manutenção de uma empresa de produção de filmes flexíveis para que se efetuem melhorias.

1.1. ENQUADRAMENTO E MOTIVAÇÃO

O mundo industrial enfrenta desafios diários no que concerne à gestão empresarial, resultantes das exigências atuais dos clientes relativamente à qualidade do produto e respetivos tempos de entregas. Para satisfazer estas condições é necessário ter-se equipamentos fiáveis e disponíveis. Neste sentido, a manutenção tem uma posição de destaque no seio de uma empresa, uma vez que é o órgão capaz de garantir o correto funcionamento dos equipamentos e de toda a sua envolvente, desde as infraestruturas até à mão-de-obra. A função da gestão de manutenção passa por aplicar um conjunto de ferramentas que possibilitam compreender e reduzir os custos associados à utilização dos equipamentos, permitindo obter um melhor rendimento e garantir a segurança. Só com uma metodologia de trabalho que recorra a uma abordagem de análise e síntese dos serviços de manutenção permitirá a otimização do processo, onde é procurado dar resposta aos problemas que vão surgindo com a implementação de estratégias e métodos de trabalho que visam minimizar os recursos gastos.

A empresa onde foi desenvolvido o projeto de dissertação não dispunha de um sistema de gestão de manutenção organizado, existindo falta de documentação e de metodologias de trabalho. Neste sentido, a presente dissertação tem como propósito o estudo dos métodos a serem aplicados para otimizar o seu desenvolvimento e contribuir para a evolução da empresa. Parte daí o interesse em abordar este tema, com o objetivo de procurar possíveis aspetos a melhorar na organização e desempenho da atividade de manutenção numa empresa que se dedica à produção de filmes plásticos para embalagens.

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho de dissertação tem como principal objetivo analisar o estado atual da manutenção na empresa Vizelpas e perceber as dificuldades no desempenho da atividade de manutenção, permitindo elaborar propostas de melhoria através da implementação de novas metodologias.

Os objetivos específicos passam por:

- Caracterizar e descrever o departamento de manutenção;
- Elaborar documentação para uso do departamento de manutenção;

- Analisar os registos de intervenção;
- Estudar os indicadores de desempenho;
- Propor soluções para as avarias com maior número de ocorrências.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação tem um total de seis capítulos. No presente capítulo fez-se uma breve introdução ao trabalho desenvolvido, apresentado o enquadramento do trabalho, os objetivos propostos e a organização do documento.

No segundo capítulo fez-se uma revisão bibliográfica sobre a manutenção industrial, onde servirá de suporte para o estudo de caso.

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa e descreve-se o processo produtivo na fabricação de filme para embalagens flexíveis, para que o leitor fique familiarizado com alguns conceitos abordados durante este trabalho. Para além disso, é feita uma descrição do funcionamento do departamento de manutenção.

O quarto capítulo dedica-se a explicar o trabalho desenvolvido na criação de um sistema de manutenção.

No quinto capítulo fez-se a análise do registo histórico com vista a identificar as principais causas das avarias, foram calculados os indicadores de manutenção e propôs-se soluções para os problemas com maior número de registos.

Por fim, no capítulo seis apresentam-se as conclusões do trabalho. Este capítulo termina com algumas propostas de trabalhos futuros.

CAPÍTULO II - MANUTENÇÃO

2.1. CONCEITO E IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

Com a globalização da economia e a crescente competitividade entre as empresas torna-se necessário rentabilizar todos os projetos e negócios, de forma a assegurar a sustentabilidade de uma empresa. É neste sentido que surge a função da manutenção, abrangendo um vasto leque de métodos e estratégias com o intuito de rentabilizar ao máximo todos os investimentos efetuados num determinado projeto.

A manutenção foi considerada durante um longo período, como sendo um “mal necessário” da função produtiva. Atualmente, reconhece-se a importância da manutenção na atividade industrial, pois contribui para o desempenho produtivo, a segurança, a qualidade do produto, a imagem da empresa, a rentabilidade económica do processo produtivo e a preservação dos investimentos (Cabral, 2006). Cuignet (Cuignet, 2006) surge com uma expressão que caracteriza em pleno a referida importância da manutenção na atividade industrial: “*Quando a manutenção tosse, toda a empresa se constipa*”.

O conceito de manutenção é definido de variadas formas, havendo diferentes visões sobre o assunto, contudo, o seu objetivo é transversal.

Segundo a Norma Europeia EN 13306, a manutenção é a “*combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida*”. Já a AFNOR NF X60-010 classifica a manutenção como um “*conjunto de ações que permite manter, ou restabelecer, um bem num dado estado específico, em condições de assegurar um serviço determinado, com um custo global mínimo.*” (Miranda, 1993).

Para Pinto (Pinto V. M., 1994), a manutenção inclui a combinação de ações realizadas em todo ciclo de vida de um equipamento, sistema ou instalação e que tem como objetivo manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade, com total segurança.

Cabral (Cabral, 2006) refere que a manutenção corresponde a um conjunto de ações que permitem assegurar quer o bom funcionamento das máquinas, como das instalações. Para isso, certifica-se que estas são intervencionadas nos momentos mais oportunos e convenientes, evitando avarias ou perdas de rendimento.

Considerando as definições dos diferentes autores, o conceito de manutenção poder-se-á resumir como sendo a determinação de um conjunto de metodologias que permitem planear e, posteriormente, executar operações técnicas de forma a rentabilizar os processos de produção, obtendo-se assim os mínimos custos.

Uma vez que a manutenção é o tema principal tratado ao longo deste trabalho, este capítulo destina-se sobretudo à análise bibliográfica, fazendo referência a alguns conteúdos essenciais para desenvolver o estudo.

2.2. EVOLUÇÃO E HISTÓRIA DA MANUTENÇÃO

Com a evolução do conhecimento científico conseguiram-se avanços no que respeita à tecnologia. Isto permitiu que os processos de manutenção pudessem, com ajuda de novas ferramentas, ser monitorizados e capazes de prever as condições dos equipamentos existentes numa empresa (Pereira, 2013).

A necessidade da manutenção cresce com o aumento da introdução e nível de automatização dos equipamentos, dado que irá existir um aumento do custo da não disponibilidade dos equipamentos (Miranda, 1993).

No gráfico da Figura 1 é possível analisar a evolução tecnológica no mundo industrial, sendo notável a crescente evolução da incorporação da automatização nos equipamentos.

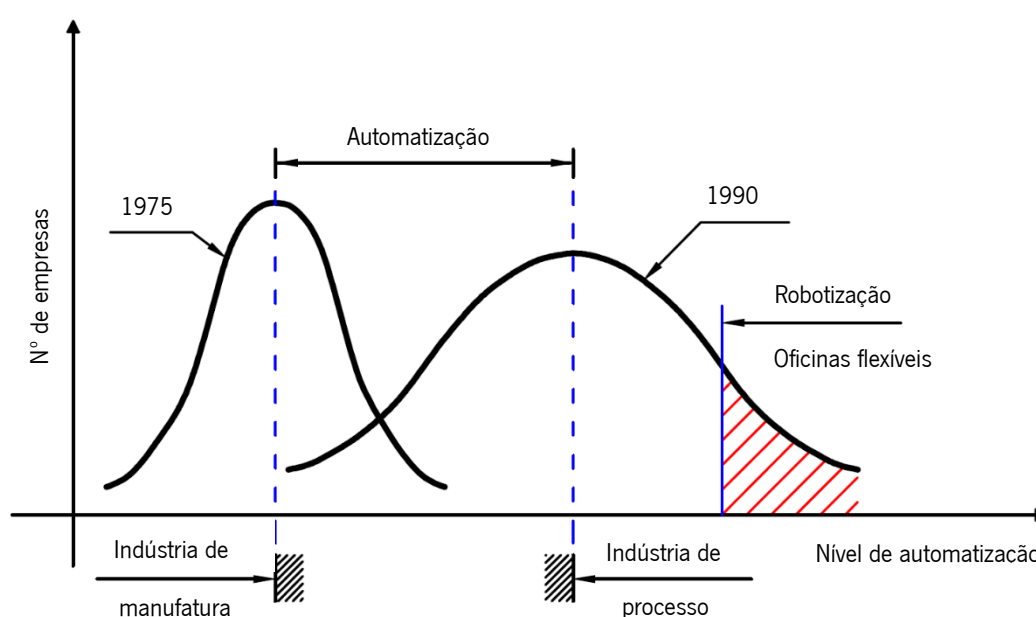


Figura 1 – Evolução Tecnológica na Indústria (Miranda, 1993)

Desde sempre, “o Homem terá procurado consertar os utensílios que lhe tinham custado um investimento em trabalho e materiais, pode-se dizer que a manutenção é tão antiga quanto o engenho humano”. O termo manutenção é datado em meados do séc. XVI, numa versão inglesa, sendo visto como um “ato de manter reparado” (Pinto V. M., 1994).

A história da manutenção é extensa, mas os desenvolvimentos mais relevantes ocorreram na segunda metade do século XX. Foi durante este período que a prática da manutenção sofreu algumas alterações. A sua evolução passou de uma lógica de manutenção reativa, onde se reparava o equipamento danificado, para um conceito bastante mais amplo e integrado em toda a organização, onde se aposta na prevenção e planeamento. Contudo, esta mudança aconteceu gradualmente, existindo etapas intermédias (Pinto V. M., 1994).

A evolução da manutenção ocorreu de acordo com as seguintes etapas:

- Primeiro período: *Reparar a avaria*

Foi durante a Revolução Industrial que surgiram grandes inovações que provocaram um enorme impacto na sociedade, bem como no desenvolvimento do meio industrial. Isto deu-se devido ao surgimento da eletricidade, máquinas a vapor, motores elétricos e, conseqüentemente, com a melhoria dos processos produtivos (Pinto V. M., 1994).

É somente na terceira década do séc. XX que há uma necessidade de se automatizar a função da manutenção, atribuindo a sua responsabilidade a equipas devidamente formadas para este fim. A grande preocupação, neste período, centrava-se na recuperação do investimento efetuado nos equipamentos através da restauração dos mesmos. Deste modo, os equipamentos eram apenas reparados aquando da ocorrência de falhas ou avarias. O operador era o responsável por estas operações, sendo elas normalmente de fácil realização e sem qualquer tipo de carácter sistemático (Monchy, 1989).

- Segundo período: *Evitar a avaria*

Para dar resposta aos elevados níveis de produção associados à 2ª. Guerra Mundial, bem como na tentativa de recuperar a economia do pós-guerra, foi necessário produzir a um ritmo incompatível com o tempo necessário utilizado nas reparações das avarias (Pinto V. M., 1994).

Deste modo, o objetivo primordial desta etapa era ter o equipamento o menos tempo possível parado, evitando tempos mortos de produção aos quais estavam associados custos (Filipe E. F., 2014). Para que isto fosse conseguido, foi necessário começar-se a pensar na organização da manutenção de maneira a que as intervenções fossem realizadas nos tempos mortos da produção e com uma eficácia que diminuísse as paragens por avaria. Apareceu então a manutenção planeada que ainda hoje se pratica.

Entende-se então que, a grande preocupação nesta etapa era essencialmente a disponibilidade dos equipamentos, sendo o especialista da manutenção responsável pelo seu planeamento e controlo (Pinto V. M., 1994).

- Terceiro período: *Adivinhar a avaria*

Na sequência da evolução ao nível da tecnologia, registada desde a década de 60, os processos de fabrico começaram a ser controlados com mais facilidade através do uso do computador, tornando também o conhecimento dos materiais mais abrangentes. Isto possibilitou à manutenção lançar novas formas para combater a avaria, intervindo de forma localizada sob o aviso de sistemas de diagnósticos, permitindo assim apenas intervir quando se está sob a emergência de uma avaria (Pinto V. M., 1994).

A manutenção deixa de exercer funções com especial enfoque nas intervenções e passa a direcionar-se mais para o controlo dos equipamentos, aprimorando sempre o bom funcionamento e com o objetivo de alcançar uma maior rentabilidade e fiabilidade no que toca ao sistema produtivo.

Esta melhoria só é conseguida através da análise das causas de falhas dos equipamentos e da criação de metodologias para combater e prevenir as mesmas (Vaz, 2017). O engenheiro mecânico é agora encarregue de trabalhar em prol destes objetivos.

Na Tabela 1 estão agrupados os três diferentes períodos de forma cronológica com as principais características que definem cada período.

| Primeiro Período | Segundo Período | Terceiro Período |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Manutenção Correctiva: Reparar após avaria • Operador responsável pelas operações | <ul style="list-style-type: none"> • Valorização da preservação de equipamentos • Maior Disponibilidade dos equipamentos • Especialista da manutenção é o responsável pelo planeamento e controlo | <ul style="list-style-type: none"> • Evolução da tecnologia informática • Gestão integrada da Manutenção a nível organizativo • Eng. Mecânico é o responsável |
| 1940 1950 | 1950 1970 | 1970 2000 |

Tabela 1 – Evolução da manutenção

Atualmente, tem-se assistido a uma nova evolução na forma de se atuar na deteção e resolução de avarias. Esta evolução é conhecida como manutenção 4.0, enquadrada na quarta revolução industrial e representa o quarto período na evolução da manutenção. A manutenção dá especial destaque à manutenção preditiva, na qual, com a aplicação de sensores e outros dispositivos de medição, permite detetar quando se está perante a eminência de uma falha. Para isso, efetua-se uma análise de forma autónoma e mais eficaz, envolvendo cada vez menos os seres humanos, recorrendo a novos conceitos como, *cloud* (nuvem), *big data* (grandes dados), *machine learning* (aprendizagem de máquina), inteligência artificial, entre outros, onde as máquinas estão capacitadas para detetar as diferenças entre a sua operação normal e anómala.

Com este conjunto de processos é possível identificar que equipamentos estão a ser afetados na cadeia de produção, quais as implicações desses problemas para a produtividade da empresa e qual o melhor plano de manutenção a aplicar para diminuir a reincidência dessas avarias. Neste sentido, deixa de ser necessário recorrer aos técnicos de manutenção para saber qual o estado dos componentes dos equipamentos, ou seja, existem dispositivos que permitem fazer esta leitura com uma maior exatidão e sem necessidade de ir ao local para efetuar qualquer medição, permitindo maximizar a vida útil destes componentes.

A comunicação automática dos dados à distância facilita a deteção precoce e o tratamento conseqüentemente, passando a realizar-se uma manutenção com foco na condição dos componentes.

2.3. TIPOS DE MANUTENÇÃO

A gestão da manutenção utiliza diferentes critérios para intervir nos equipamentos, geralmente intitulados “tipos de manutenção” (Farinha, 1994). Contudo, a classificação usada nem sempre é unânime entre os diferentes autores e, por esse motivo, deve tirar-se partido dos benefícios de cada modo de intervir para que se cumpram os objetivos delineados inicialmente (Vaz, 2017).

No que concerne à organização dos diferentes tipos de manutenção, estes dividem-se em dois grandes grupos, sendo eles: a manutenção planeada e a não planeada. No esquema da Figura 2 pode-se observar a esquematização dos tipos de manutenção.

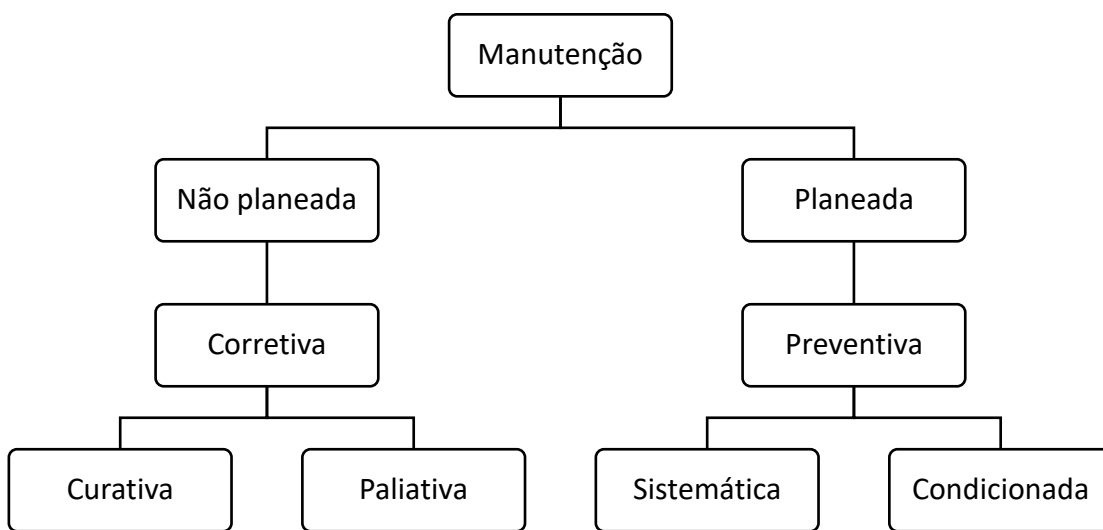


Figura 2 – Tipos de manutenção

A manutenção planeada passa pelo agendamento antecipado do trabalho a ser executado num dado equipamento, com o principal objetivo de prejudicar o menos possível o setor da produção. Por sua vez, na manutenção não planeada a intervenção só é realizada depois da avaria acontecer e tem como objetivo repor o equipamento para que este realize as suas funções.

Para além de conhecer a estrutura da árvore dos diferentes tipos de manutenção, é tão ou mais importante estar cientes do seu significado e nas circunstâncias em que são aplicadas. No diagrama da Figura 3 estão sintetizadas as várias formas de manutenção e as condições para a sua escolha.

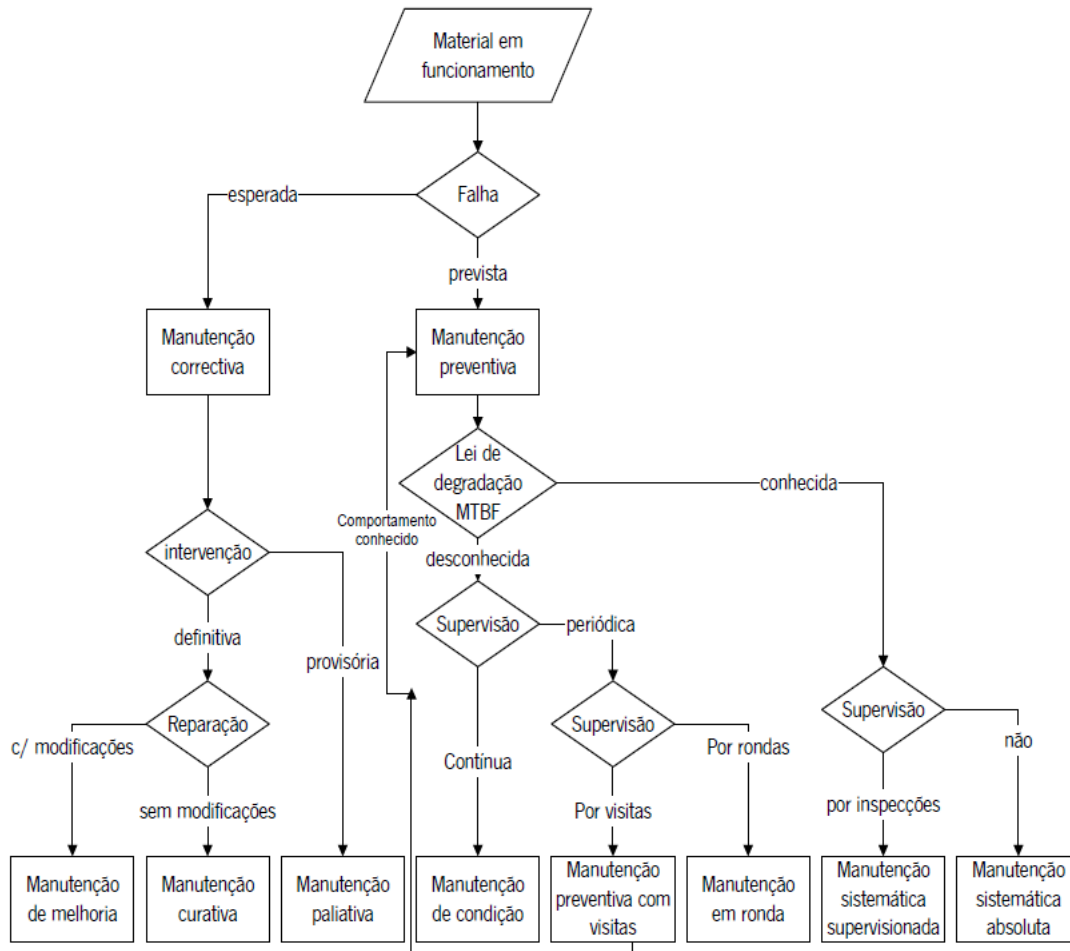


Figura 3 – Fluxograma lógico de síntese (Pinto V. M., 1994)

De seguida é feita uma breve sintetização de cada tipo aqui referenciado.

2.3.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA

A **manutenção correctiva** é conhecida por ser a forma mais antiga ainda hoje praticada. Consiste na realização da manutenção após a deteção de uma avaria ou dano, permitindo laborar até à sua ocorrência e apenas proceder à sua reparação depois, obtendo assim condições de funcionamento desejadas, bem como um maior rendimento. Este tipo de manutenção compreende também a análise das causas de falha, a frequência com que estas se repetem e o seu grau crítico. Monchy (Monchy, 1989) sugere que se agrupem as avarias pela sua causa e se realizem esquemas que contenham a sequência de cada processo de reparação, permitindo a consulta mais tarde. No que diz respeito às avarias, estas ainda podem ser classificadas como intrínsecas ou extrínsecas. Uma avaria intrínseca é a perda de funções do equipamento devido a fatores internos (e.g. tubo rompido, rolamento gripado); a avaria extrínseca é a perda de funções do equipamento devido a causas externas (e.g. acidentes, má operação) que, mesmo penalizando a disponibilidade operacional do equipamento, não contribui para os seus indicadores teóricos e a fiabilidade intrínseca do equipamento (e.g. colisão de viaturas, erro do operador) (Pinto V. M., 1994).

De acordo com Pinto (Pinto, 1994), esta técnica de manutenção será sempre empregue em algumas situações específicas em que não existam meios para prevenir a ocorrência de determinada avaria, tal como acontece na maior parte dos equipamentos eletrónicos. Neste seguimento, este método de manutenção é conhecido por ser do tipo reativo e apenas acarreta custos na ocorrência de uma avaria. Esta técnica tem associada algumas desvantagens, tais como: carece da formação de *stocks* de peças de reserva; recorre diversas vezes a trabalho extraordinário, o que implica um maior custo de mão-de-obra; não permite o planeamento da imobilização das máquinas para manutenção, o que leva a uma paragem na produção inesperada; acarreta o aumento dos tempos de paragem das máquinas devido à ausência de um plano prévio com a sequência de tarefas a realizar; implica a diminuição da vida útil dos equipamentos, pois a degradação natural dos materiais irá agravar-se com o aumento da taxa de avarias do equipamento e, para além disso, a ocorrência de muitas avarias provoca alterações na operacionalidade ideal do equipamento, que poderiam ser evitadas caso as avarias fossem detetadas aquando da intervenção. Estes inconvenientes podem ser minimizados caso as empresas disponham de bons meios de comunicação, de equipas de trabalho dinâmicas e de um bom apoio técnico e logístico. Se tal acontecer, a manutenção consegue reduzir o risco da ocorrência de novas avarias que normalmente acontecem quando se repara um equipamento em bom estado (Pinto V. M., 1994).

De acordo com Monchy (Monchy, 1989), a manutenção corretiva é subdividida em manutenção curativa e manutenção paliativa.

A **manutenção curativa** tem como função o restauro definitivo do equipamento, efetuado posteriormente à ocorrência de avaria, não sendo possível prever o seu aparecimento. Este tipo de manutenção é visto como mais dispendioso uma vez que exige maior intervenção, provocando um maior tempo de paragem.

A **manutenção paliativa** está associada à reposição em funcionamento provisório do equipamento defeituoso, quando possível, com o objetivo de evitar custos acrescidos.

Pode-se observar na Figura 4 a relação do nível de desempenho dos equipamentos associada à manutenção corretiva na ocorrência de avarias.

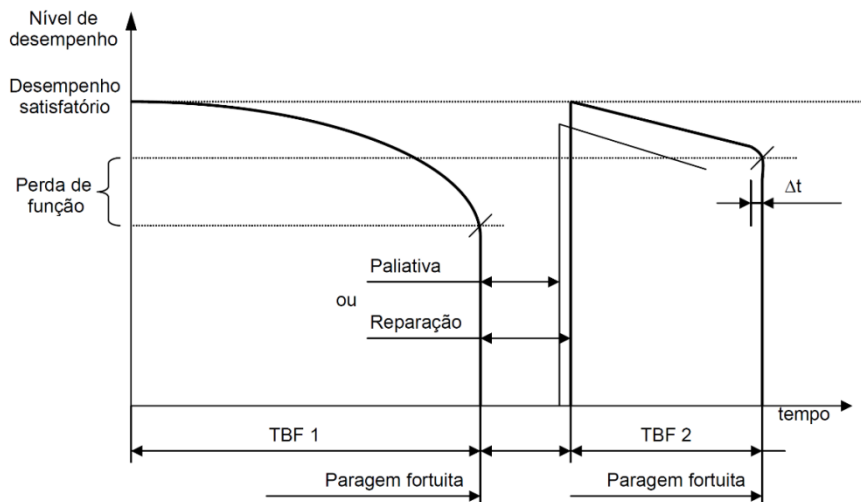


Figura 4 – Manutenção corretiva (lei da degradação desconhecida), adaptado de Monchy (Monchy, 1989).

Na Figura 4 é possível evidenciar duas falhas com diferentes velocidades de propagação: por degradação e brusca. Com isto pretende-se salientar os dois modos de intervenção perante a avaria ou perda de função na manutenção curativa, reparações com carácter definitivo e reparações provisórias, sendo que neste caso o valor introduzido não é suficiente para atingir um nível de desempenho satisfatório.

Souris (Souris, 1992) faz ainda referência a uma outra variante da manutenção corretiva, denominada manutenção de melhoria. De acordo com Cabral (Cabral, 2006), este tipo de manutenção compreende a realização de modificações ao equipamento com vista a melhorar o seu desempenho ou a sua manutibilidade. Estas melhorias são previamente planeadas e projetadas com o intuito de aperfeiçoar algumas das suas características a nível operacional, de segurança e ambiental. Com isto, pode-se obter uma menor frequência de outros tipos de manutenção (Cabral, 2006).

2.3.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é realizada com o objetivo de reduzir a probabilidade de ocorrer uma avaria num determinado equipamento, ou de evitar a deterioração do mesmo que, por consequência, irá afetar a qualidade do produto (Cabral, 2006). É direcionada sobretudo a equipamentos, órgãos ou sistemas que apresentam um padrão de comportamento com uma certa regularidade, permitindo estimar quando as suas características se vão degradar passando a funcionar a níveis abaixo dos mínimos aceitáveis (Pinto V. M., 1994).

A grande vantagem que é associada a este tipo de manutenção resulta do facto de ser planeada, o que permite reduzir horas de trabalho extraordinário, reduzir o tempo de imobilização de *stocks* e ainda do número de paragens não planeadas. Este tipo de manutenção, quando devidamente planeada, permite manter um elevado nível de fiabilidade (Cabral, 2006).

A manutenção preventiva pode acarretar custos elevados, se esta não for devidamente equacionada. A principal razão prende-se com a possibilidade de substituir peças antes de se atingir os limites de vida útil, o que vai conduzir a um desperdício desnecessário (Bravo, 2013).

Com vista a facilitar a execução deste tipo de manutenção deve ser realizada uma decomposição dos equipamentos possibilitando a identificação dos elementos que irão sofrer intervenção. Posto isto, estes mesmos elementos devem ser inspecionados com uma determinada periodicidade pré-estabelecida em função do estudo das leis de degradação.

Algumas das operações realizadas na manutenção preventiva são sumariadas de seguida, segundo Pinto (Pinto V. M., 1994), e compreendem as seguintes ações:

- Lubrificação – aplicação de massas ou líquidos lubrificantes com o objetivo de manter as peças móveis separadas por uma película. Com isto, consegue-se evitar ou reduzir o desgaste, reduzir o calor gerado pelo atrito entre peças, remover contaminantes/materiais oriundos do desgaste e proteger as peças contra a corrosão;

- Inspeção visual – o técnico de manutenção utiliza os seus sentidos e, sobretudo, o conhecimento e experiência, sem recorrer a equipamentos especiais de análise. Existem a inspeção visual simples e a completa, sendo que:
 - A inspeção visual simples é uma forma de detetar sinais evidentes de dano sem necessidade de abrir ou desmontar qualquer acesso;
 - A inspeção visual completa já pode obrigar à abertura de acessos para permitir uma inspeção mais rigorosa com eventual utilização de lanternas, espelhos ou lupas com a finalidade de encontrar vestígios de fugas, corrosão, fraturas, maus apertos, entre outras avarias.

- Ensaios – podem ser divididos em operacionais, funcionais e oficinais:
 - Os ensaios operacionais compreendem ações de verificação das condições de funcionamento de um equipamento sem recurso a equipamento adicional de ensaio ou medida;
 - Os ensaios funcionais são operações que simulam diferentes regimes e situações de funcionamento do equipamento ou sistema, para determinar se os parâmetros de operação se encontram dentro dos limites corretos;
 - Os ensaios oficinais pressupõem a desmontagem do componente de um dado equipamento ou sistema para posteriormente ser enviado para a oficina a fim de ser testado em banco de ensaios.

- Ajustes – consiste na reposição do valor nominal de uma característica física do equipamento (e.g. binário de aperto, folga entre superfícies, tensão). Esta operação deve ser sempre precedida de uma verificação que mede o valor do parâmetro que averigua a característica e determina a necessidade de proceder ao ajuste de acordo com os resultados obtidos, caso as tolerâncias sejam excedidas.

- Revisão – pode ser de dois tipos, parcial ou geral:
 - A revisão parcial inclui a desmontagem, verificação, limpeza, substituição de peças, ajustes, montagem e ensaio de parte de um equipamento ou sistema;
 - A revisão geral consiste na desmontagem completa de um equipamento, verificação, limpeza, substituição de peças, montagem e ensaio. É entendida como uma ação de manutenção efetuada em equipamentos cujos componentes estão submetidos a desgaste progressivo com o funcionamento.

A manutenção preventiva pode ainda ser subdividida em manutenção preventiva sistemática e manutenção preventiva paliativa.

A **manutenção preventiva sistemática** compreende a realização de tarefas de manutenção segundo intervalos de tempo predeterminados ou tendo por base uma unidade de funcionamento, não havendo um controlo do estado do equipamento (Cabral, 2006).

Este método de manutenção tem como principal objetivo a preservação do sistema numa condição de funcionamento ideal, conseguindo-se assim uma diminuição da taxa de avarias que afetam o equipamento. No entanto, neste tipo de manutenção não é feita uma diferenciação no que diz respeito às condições em que os equipamentos podem operar, pelo que só se consegue obter bons resultados quando o mecanismo de falha é tipicamente gerado pelo desgaste (Sousa, 2011). Torna-se essencial realizar uma recolha de dados técnicos com elevado rigor, com o propósito de identificar as correções a ser programadas, contando sempre com os dados já existentes do fabricante e os resultados operacionais adquiridos (Vaz, 2017). A grande dificuldade está em identificar o período de tempo que maximiza a utilização de um dado equipamento. Esta dificuldade é tanto maior quanto maior for a complexidade do item em causa, diminuindo assim a probabilidade de se conseguir obter um padrão de falha típico de desgaste (Sousa, 2011). Torna-se fundamental um bom planeamento da realização de manutenção preventiva, quando estiverem envolvidos custos significativos, especialmente durante as paragens programadas.

Cabral (Cabral, 2006) refere alguns dos trabalhos que podem ser realizados neste tipo de manutenção, tais como:

- Revisões sistemáticas;
- Rotinas de inspeção;
- Rotinas de lubrificação;
- Confirmação metrológica/calibração.

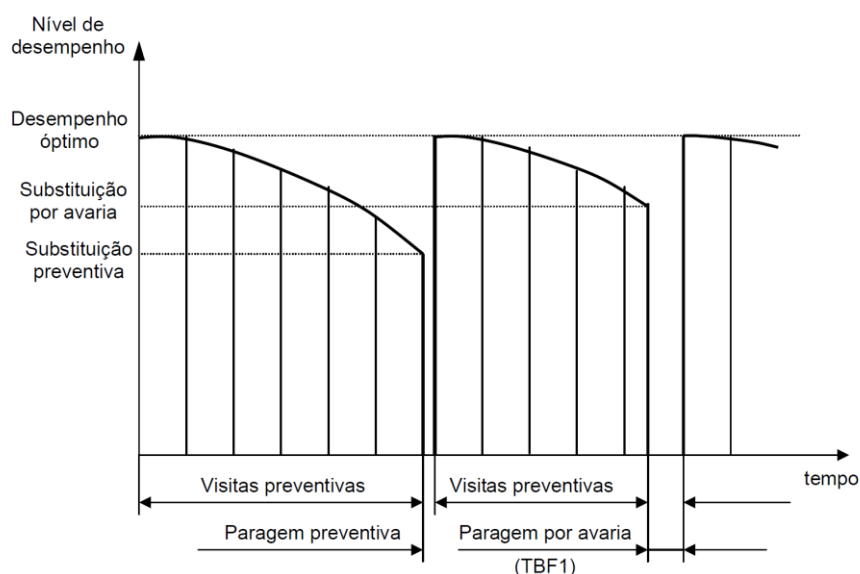


Figura 5 – Manutenção preventiva (lei de degradação procurada), adaptado de Monchy (Monchy, 1989).

Na Figura 5 pode-se observar a evolução da degradação de um componente substituído previamente. Após término do primeiro ciclo tem lugar o início de um novo ciclo, interrompido por avaria daquele item. Este acontecimento, em geral, leva a paragens mais demoradas e suporta a confirmação da manutenção curativa. Apesar de ser um dos objetivos das ações preventivas, pretende-se ilustrar que a ocorrência de avarias fortuitas é um facto na manutenção preventiva sistemática.

Embora a gestão da manutenção preventiva sistemática seja considerada relativamente fácil, é de salientar alguns defeitos: o facto de o MTBF ser considerado constante ao invés de decrescente, dada a sua evolução com o tempo de utilização. Para além deste, pode-se acrescentar a necessidade de fazer coincidir no mesmo tempo os vários MTBF's, correspondentes a outros itens a substituir, agrupando-se todas operações numa só, tornando menor a imobilização do equipamento.

A **manutenção preventiva condicionada**, também apelidada muitas vezes de manutenção preditiva, consiste na realização da intervenção somente quando estamos perante uma evidência de falha eminente ou quando existe uma aproximação do limite de degradação admissível (Cabral, 2006). Este método é essencialmente aplicado a componentes que acarretam um custo de substituição elevado e a avaria pode ser prevista através de meios de vigilância das condições de degradação. Sendo que, a vigilância pode ser realizada segundo o cumprimento de uma calendarização, de modo contínuo ou a pedido.

A este tipo de manutenção estão associadas vantagens como a capacidade de detetar onde e quando é necessário intervir, sendo possível tirar o máximo proveito da vida útil do material e, com isto, reduzir a necessidade de peças em *stock*. Permite ainda diminuir o número de avarias inesperadas, obtendo-se uma maior disponibilidade dos equipamentos e facilitar o diagnóstico da avaria, o que leva a tempos de paragens mais curtos. Como inconvenientes tem-se o facto de não se conseguir aplicar em todos os equipamentos. O equipamento de apoio é

dispendioso e a interpretação dos resultados obtidos deve ser feita por pessoas com conhecimento adquirido mais adequado à tarefa (Cabral, 2006) (Monchy, 1989).

Segundo Pinto (Pinto V. M., 1994), devem ser efetuadas algumas ações técnicas de controlo da degradação no sentido de verificar as condições dos equipamentos, sendo as mais utilizadas:

- Análise de vibrações;
- Radiometria e Termografia – análise de temperatura;
- Análise aos parâmetros de rendimento;
- Inspeção visual;
- Medições ultrassónicas;
- Análise de lubrificantes em serviço.

Um programa de manutenção condicionada deve seguir as seguintes etapas:

- Seleção das instalações e equipamentos – deve recair sobre um conjunto de equipamentos de maior importância para o processo produtivo ou por terem componentes com um custo elevado.
- Seleção das técnicas – é escolhida a técnica mais adequada a aplicar ao parâmetro que se pretende controlar;
- Definição do programa – são identificadas as máquinas e definem-se os pontos em que serão tomados os registos e qual a sua periodicidade;
- Definição dos padrões – para cada parâmetro e ponto de medição existe um valor pré-definido de referência e respetivos intervalos. As referências são dados fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos, por estudos realizados, ou até mesmo pela experiência que a empresa possui;
- Recolha de dados – é realizada pelos operadores que têm a função de registar os parâmetros específicos num determinado momento;
- Análise dos dados – corresponde ao tratamento informático dos dados recolhidos, através da elaboração de gráficos de tendência e quando os valores limites de controlo são excedidos, é gerado um alarme;
- Análise e correção das avarias – são planeadas todas as ações necessárias que podem levar à paragem do equipamento para a sua reparação imediata de acordo com a gravidade da avaria, ou aguardar por uma paragem da produção.

A figura 6 descreve o funcionamento geral deste tipo de manutenção.

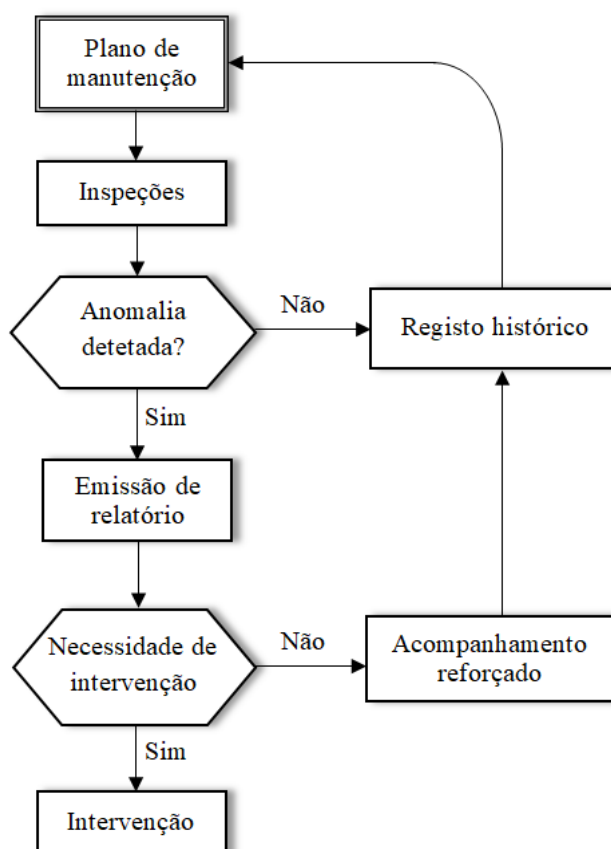


Figura 6 – Esquema representativo da Manutenção Condicionada (Vaz, 2017)

Para se obter melhores resultados deste modo de manutenção é necessário garantir que a mão-de-obra é devidamente formada, não só para o uso dos equipamentos como para a análise de resultados e a realização de diagnóstico.

2.3.3. NOVAS FILOSOFIAS DE MANUTENÇÃO

Como forma de acompanhar os constantes avanços tecnológicos, a gestão da produção vê-se cada vez mais forçada a desenvolver novos suportes para poder manter a eficiência dos seus ativos físicos. Neste sentido, destacam-se a Manutenção Produtiva Total (TPM) e a Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM) como sendo ferramentas modernas de gestão que contribuem para o aumento da competitividade das empresas.

MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL – TPM

A manutenção produtiva total, conhecida pelo acrónimo TPM (do inglês *Total Productive Maintenance*), foi introduzida no Japão na década de setenta e corresponde à gestão da manutenção que envolve o planeamento, execução, organização, coordenação e controlo. Esta filosofia diferencia-se das demais sobretudo por envolver os operários ativamente na manutenção, permitindo a partilha de conhecimento. Uma vez que o operador é a pessoa que

melhor conhece a máquina, encontra-se numa posição privilegiada para propor melhorias com vista à prevenção de avarias.

O principal objetivo do TPM é a eliminação das falhas, defeitos e qualquer forma de desperdício, conseguindo-se assim maximizar a eficiência dos equipamentos, contando com a participação de todos (Cabral, 2006).

Ainda de acordo com Cabral (Cabral, 2006), o TPM permite eliminar as sete grandes perdas de produção:

- Perda por avaria/falha;
- Perda por mudança de produto e devidas afinações;
- Perda devido a ferramentas e moldes;
- Perda por pequenas paragens;
- Perda por quebra de velocidade;
- Perda por produto defeituoso;
- Perda no arranque das máquinas.

Estas são as perdas mais relevantes e que poderão ter um maior impacto na eficiência do equipamento. Deve ter-se em especial atenção aos casos acima referidos e combatê-los de maneira a conseguir elevar o rendimento do equipamento.

Cabral (Cabral, 2006) menciona oito pilares básicos necessários para implementar o TPM, sendo eles:

- Melhorias individualizadas nas máquinas;
- Estruturação da manutenção autónoma;
- Estruturação da manutenção planeada;
- Formação para incremento das capacidades do operador e do técnico da manutenção;
- Controlo inicial do equipamento e dos produtos;
- Manutenção da qualidade;
- TPM nos escritórios;
- Higiene, segurança e controlo ambiental.

A manutenção autónoma é considerada um dos pilares mais relevantes do TPM, porque permite que seja o operador a realizar os cuidados básicos de manutenção na máquina, trazendo assim benefícios para a empresa.

O TPM utiliza uma série de indicadores próprios com a finalidade de procurar a maximização do rendimento das máquinas. O rendimento global de uma máquina ou OEE (do inglês *Overall Equipment Efficiency*) é um dos indicadores mais importantes e tem como objetivo medir perdas associadas aos equipamentos.

Este indicador obtém-se através do produto de quatro fatores (Cabral, 2006):

$$OEE = DOP \times ID \times TQU \times 100 \quad (1)$$

Em que:

DOP – disponibilidade operacional

ID – indicador de desempenho

TQU – taxa de qualidade

A **Disponibilidade operacional (DOP)** é identificada como sendo o tempo de ocupação do equipamento, ou seja, a relação entre o tempo efetivo de operação e o tempo que deveria operar:

$$DOP = \text{Tempo de operação} / \text{Tempo de produção planeado} \quad (2)$$

O **Indicador de Desempenho (ID)** é entendido como sendo a capacidade de produção do equipamento, relacionando o tempo teórico de produção e o tempo real que o equipamento laborou:

$$ID = (\text{Total peças} / \text{Tempo de produção}) / \text{Peças por ciclo} \quad (3)$$

A **Taxa Qualidade (TQU)** exprime a quantidade de itens aprovados em relação ao total de peças produzidas:

$$TQU = \text{Peças boas} / \text{Total de peças} \quad (4)$$

De acordo com Cabral (Cabral, 2006), é imprescindível procurar obter um índice de eficiência global de equipamentos superior a 85%, considerando-se este valor um resultado satisfatório. Para isto, é necessário garantir valores mínimos nos outros parâmetros, tais como:

- A disponibilidade operacional deverá ser superior a 90%;
- O indicador de desempenho deverá estar acima dos 95%;
- A taxa de qualidade deve garantir valores superiores a 99%.

Com a obtenção de valores dentro destes intervalos, é certo que se estará perante um nível satisfatório de OEE.

MANUTENÇÃO CENTRADA NA FIABILIDADE - RCM

A manutenção centrada na fiabilidade, identificada por RCM (do inglês *Reliability Centered Maintenance*), surgiu na indústria aeronáutica americana onde foi desenvolvida e, posteriormente, expandiu-se para outros setores da indústria por volta dos anos oitenta. Cabral (Cabral, 2006) refere que o RCM “é uma metodologia de trabalho fundamentalmente destinada a eleger, para cada equipamento, em função do seu grau de criticidade, a "mistura" ideal dos três grandes tipos de manutenção para atingir os objetivos técnico-económicos da gestão”. Esta metodologia de manutenção corresponde a um conjunto de ações desenvolvidas com o objetivo de verificar alguns fatores que contribuem para a não fiabilidade de um dado equipamento, como também as decisões a tomar para conseguir obter-se a fiabilidade e disponibilidade desejada dos equipamentos, que proporcionará um aumento de produção. Para isto, é necessário ter conhecimento do perfil de avarias dos equipamentos, permitindo determinar o programa de manutenção mais eficaz para repor a fiabilidade nos valores próximos dos originais. Deve-se identificar e avaliar a criticidade das falhas e as suas consequências, com vista a selecionar as tarefas de manutenção mais adequadas a realizar.

Segundo Moubray, citado por Sousa (Sousa, 2011), o RCM pode separar-se em quatro etapas, sendo elas:

- Divisão do sistema;
- Determinação de itens significativos;
- Classificação de falhas;
- Determinação das ações de manutenção.

As técnicas que estão implícitas a este método requerem o domínio de alguns conceitos, como fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade.

Com intuito de garantir satisfação dos clientes com a aplicação da manutenção centrada na fiabilidade, há necessidade de responder a algumas questões (Monchy, 1989):

- De que forma o equipamento pode falhar no cumprimento das suas funções?
- Quais as causas de cada falha operacional?
- O que acontece quando a falha ocorre (efeitos não económicos)?
- Quais os encargos financeiros derivados da ocorrência de uma falha?
- O que deve ser feito para prevenir ou impedir cada falha?
- O que deve ser feito, se não se encontrar uma tarefa preventiva apropriada?
- Quais são as funções e padrões de desempenho desejados no atual contexto operacional?

De acordo com Saraiva (Saraiva, 2010), a manutenção centrada na fiabilidade passa pela aplicação de um método organizado para proporcionar a melhor estratégia de manutenção a impor num dado equipamento. Este modelo abrange as seguintes opções de manutenção:

- Manutenção Preventiva Sistemática;
- Manutenção condicionada «online»¹ com níveis de alarme e corte de funcionamento automáticos;
- Inspeções para controlo das condições de funcionamento (manutenção condicionada «offline»²);
- Inspeções aos equipamentos de segurança e proteção (para evitar as «avarias escondidas»);
- Redesenho de componentes e equipamentos (modificações).

2.4. NÍVEIS DE MANUTENÇÃO

Os níveis de manutenção são definidos conforme o grau de complexidade dos trabalhos a executar e do correspondente nível técnico exigido ao executante ou à equipa técnica. Esta classificação poderá ter diferentes definições de empresa para empresa.

Com o aparecimento de novas filosofias de manutenção, nomeadamente com o TPM, as tarefas de manutenção do equipamento são, cada vez mais, da responsabilidade do operador da máquina.

De acordo com Souris (Souris, 1992), a apresentação, segundo a AFNOR, dos cinco níveis de manutenção permite identificar com rigor as seguintes ações:

- Natureza dos trabalhos;
- Local de intervenção;
- Pessoal de execução;
- Ferramentas necessárias;
- Documentação;
- Peças consumíveis.

Os diferentes níveis de manutenção são caracterizados da seguinte forma (Souris, 1992):

1º Nível – Afições simples efetuadas por parte do operador no próprio local, previstas pelo construtor do equipamento, em componentes de fácil acesso, não necessitando assim de

¹ Manutenção condicionada *online* é quando os sensores ou dispositivos de leitura estão acoplados ao equipamento para medição de resultados em tempo real.

² Manutenção condicionada *offline* é quando o técnico se desloca ao equipamento e faz a leitura com um instrumento de medição.

abertura ou desmontagem nem a utilização de ferramentas. Substituição de elementos consumíveis (fusíveis, avisos luminosos, etc.). A realização deste tipo de tarefas deve seguir as instruções existentes no manual de utilização e/ou no guia do operador. O *stock* de peças consumíveis deve ser muito reduzido;

2º Nível – Operações executadas por técnicos de qualificação média com intuito de manter o bom funcionamento dos equipamentos. Estas operações são, essencialmente, de conservação (e.g. de lubrificação ou controlo de funcionamento) e/ou troca simples de elementos previstos. Para a execução destes trabalhos deve ter-se em conta as instruções de utilização e de conservação indicadas pelo fabricante. As peças consumíveis para reposição devem ser transportáveis e de fácil obtenção nas proximidades do local de intervenção;

3º Nível – Identificação de avarias e posterior análise, com finalidade de reparar os componentes ou substituir por elementos funcionais. Inclui reparações mecânicas menores e operações de manutenção preventiva (e.g. afinações gerais e realinhamento dos aparelhos) de acordo com as instruções. Estes trabalhos devem ser realizados por um técnico especializado, no próprio local ou na oficina da manutenção utilizando ferramentas previstas no manual de instruções, tais como, aparelhos de medição e afinação (geradores, osciloscópios, etc.), bancos de ensaio e de controlo dos equipamentos. A documentação deve estar disponível para a unidade de manutenção e as peças consumíveis serão fornecidas pelo armazém segundo o 1º e 2º nível;

4º Nível – Abrange trabalhos de manutenção corretiva ou preventiva com exceção das revisões gerais, regulação dos aparelhos de medida utilizados na manutenção, verificação de padrões secundários possuídos por organismos especializados, participação na definição da política de manutenção. Deve ser realizado por pessoas com um grau de especialização elevado, em oficinas e/ou locais especificados, utilizando para o efeito ferramentas previstas que devem constar no manual de manutenção, assim como, equipamento geral de uma oficina, bancos de medição e padrões secundários. A oficina deve dispor de *stock* necessário de acordo com a política de manutenção selecionada para a execução da manutenção;

5º Nível – Corresponde sobretudo à execução de revisões gerais. São realizadas reparações importantes de substituição ou reconstrução/renovação. Por norma são tarefas realizadas nas instalações do fabricante, sendo os meios definidos pelo mesmo.

2.5. OBJETIVOS DA MANUTENÇÃO

Os objetivos da manutenção deverão andar de “mãos dadas” com os objetivos globais da empresa, possibilitando assim desenvolver um trabalho com vista o melhoramento de alguns fatores, tais como (Pinto V. M., 1994):

- Segurança: A segurança das pessoas, dos equipamentos, da comunidade, dos utentes, deve ser um fator a ter em conta na manutenção, não devendo de ser negociável de qualquer forma;
- Qualidade: Este fator dita todas as propriedades e características associadas a um tipo de produto ou serviço, sendo do interesse da manutenção e, principalmente, da empresa aperfeiçoá-los. Estão incluídos fatores como a melhoria dos rendimentos dos equipamentos, o alvo do valor mínimo de defeitos de produção, melhorias das condições de higiene, melhoria do tratamento do ambiente, entre outros;
- Custo de produto: Com o objetivo de diminuir os custos totais de produto, a manutenção deve procurar soluções economicamente favoráveis no ciclo de produção, tentando minimizar os respetivos custos relativos;
- Disponibilidade: A manutenção deve tentar reduzir ao mínimo as paragens programadas e as paragens por avaria, contribuindo para uma produção regular e cumprindo os prazos planeados, operando o máximo de tempo possível.

A otimização destes agentes em simultâneo é bastante difícil de conseguir, contudo, a manutenção deve encontrar um plano organizado e coeso com os objetivos da empresa, para garantir as melhores condições de funcionamento.

2.6. ASPETOS ECONÓMICOS DA MANUTENÇÃO

Os aspetos económicos relativos à manutenção são vistos, nos dias de hoje, como um fator de elevada importância para o mundo empresarial, uma vez que é investida uma parte das receitas nesta área. A grande maioria das empresas que necessitam de uma manutenção ativa já considera esta não como um custo, mas como um investimento. Como em qualquer outro caso, é desejável obter um lucro (Pinto V. M., 1994). Desta forma, a manutenção “*compensa os seus custos com benefícios diretos – os seus proveitos próprios, ou indiretos – a melhoria da rentabilidade do negócio*” (Cuignet, 2006).

A manutenção tem como principal função contribuir para a eficácia económica da empresa e deve ser da responsabilidade do gestor da manutenção ter a sensibilidade de perceber a origem dos custos, a sua razão e ser capaz de os estimar, tendo em conta critérios consistentes (Pereira, 2013).

De acordo com Souris (Souris, 1992) pode-se agrupar as despesas da manutenção da seguinte forma:

- Custos diretos de manutenção;
- Custos indiretos de manutenção (não-manutenção originada pelas indisponibilidades de equipamentos);
- Custo do ciclo de vida, etc.

2.6.1. CUSTOS DIRETOS DE MANUTENÇÃO

De acordo com François Monchy (Monchy, 1989), os custos diretos, numa determinada intervenção, resultam de:

- Custos de Mão-de-obra: É o produto do esforço em HH (horas.homem) por o respetivo custo padrão;
- Custo de materiais (peças de substituição e consumíveis utilizados): Custo das peças adquiridas para posterior aplicação, congregando-se o valor do transporte e a execução da encomenda;
- Custo de serviços (trabalhos subcontratados): Custos associados aos serviços/mão-de-obra administrativa, como telefones, climatização, iluminação, entre outros. São também considerados os custos de serviços aplicados pelas entidades prestadoras, incluindo, quando for o caso, os custos dos contratos de manutenção
- Custos de posse dos stocks, das máquinas e ferramentas: Custos relativos à posse dos materiais em armazém, do próprio armazém e das pessoas agregadas a ele.
- A estes custos ainda estão adjacentes os custos caracterizados por uma taxa de amortização, compreendendo assim uma desvalorização, por uso ou obsolescência, e um valor residual.

Monchy (Monchy, 1989) refere ainda que o custo direto de manutenção, denotado como CM, está relacionado com o Tempo Técnico de Reparação (TTR). O custo direto é então representado pela curva $C_M=f(TTR)$ e é influenciada por fatores como o nível de preparação, o número e qualificação dos trabalhadores e a logística, podendo condicionar a duração da intervenção.

Assim sendo, é possível observar na Figura 7 que existe um custo mínimo de intervenção associado a um TTR mais económico. Como é natural, existe uma necessidade de diminuir o valor de TTR, contudo, os custos da própria intervenção irão aumentar (Monchy, 1989).

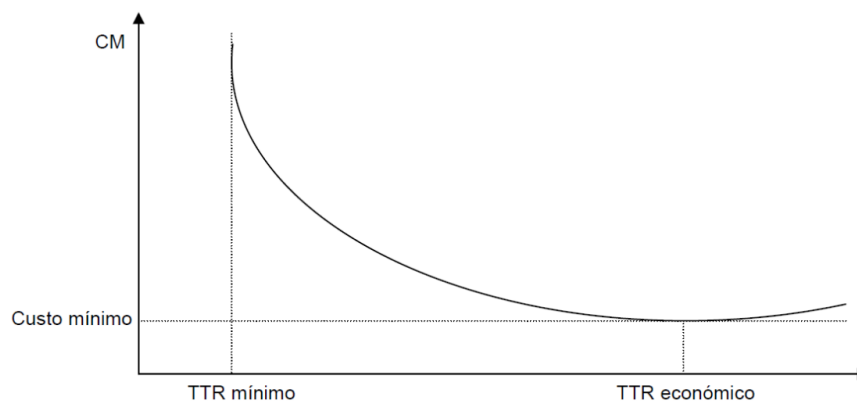


Figura 7 – Custos diretos de manutenção em função do TTR (Monchy, 1989).

2.6.2. CUSTOS INDIRETOS DA MANUTENÇÃO

Os custos indiretos da manutenção, segundo François Monchy (Monchy, 1989), são distribuídos por:

- Custos de perda de produção: estão incluídos os custos da perda de produtos não fabricados, perda de qualidade, da matéria-prima em processo de transformação, perda de produtos desclassificados;
- Custos de mão-de-obra (na produção) não ocupada;
- Custos de amortização do equipamento parado;
- Gastos induzidos: resultam de atrasos imprevistos, dos quais podem originar penalizações, perda do cliente, denegrir a imagem da empresa e também numa perda de qualidade de fabricação;
- Gastos de recolocação em operação do processo produtivo.

De salientar que os custos que realmente revelam o desempenho da função da manutenção estão representados na figura 8, como sendo a parte imersa do *iceberg* alusiva aos custos indiretos da manutenção, contabilizando cerca de 80% dos custos globais. Contudo, estes tipos de custos são difíceis de obter, sendo muitas das vezes o gestor a sentir-se obrigado a estimá-los com alguma incerteza. Já os custos diretos, a parte superior do *iceberg*, são facilmente obtidos através de métodos tradicionais de avaliação e representam os restantes 20% dos custos totais (Cabral, 2006) (Souris, 1992).

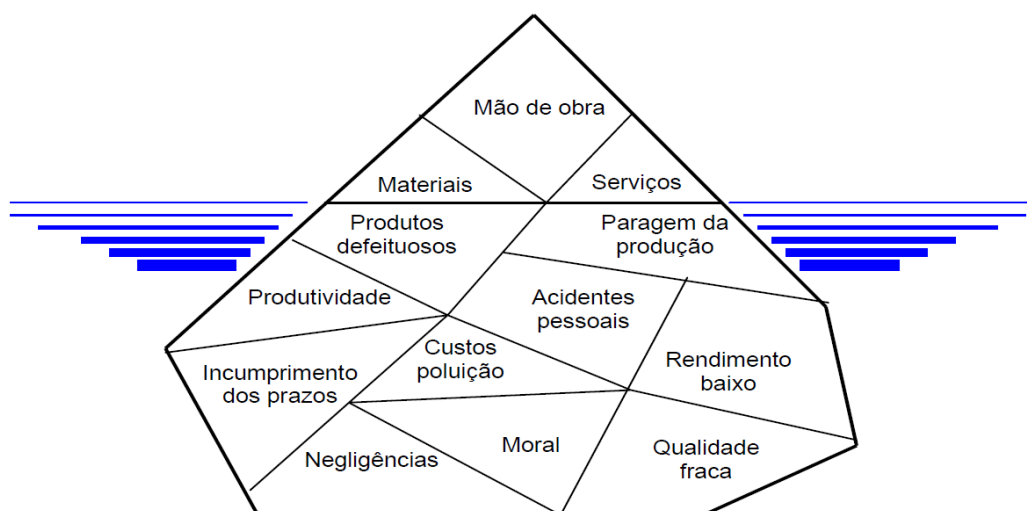


Figura 8 – Iceberg de custos, adaptado de (Cabral, 2006)

Todos os gastos devem ser contabilizados no valor final dos produtos fabricados ou dos serviços fornecidos, uma vez que as margens de lucro por vezes não são as esperadas. Desta forma, é fácil compreender que existe uma necessidade de assegurar uma manutenção racional

e economicamente viável, efetuando-se para este efeito estudos e análises que fundamentam uma necessidade da manutenção a determinado equipamento (Vaz, 2017).

Através do gráfico da Figura 9, pode-se observar um desses estudos que devem ser realizados, onde se obtém a relação entre o custo da manutenção preventiva e o custo da falha.

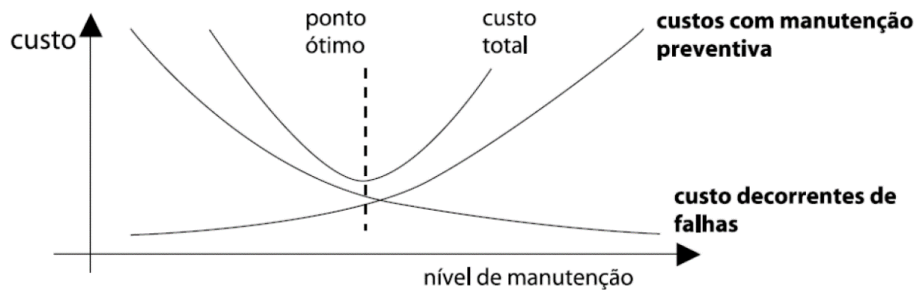


Figura 9 – Custos *versus* nível de manutenção (Faria, 2013)

Os custos resultantes da falha estão relacionados com fatores como as peças e a mão-de-obra necessárias à reparação e, sobretudo, o custo da indisponibilidade do equipamento. Posto isto, pode-se constatar que quanto maior for o investimento na manutenção preventiva, mais as despesas associadas às falhas tendem a diminuir, tendo como consequência a diminuição do custo total da manutenção, obtido através da soma dos custos da manutenção preventiva com os custos das falhas (Faria, 2013).

Verifica-se também que existe um ponto ótimo na relação destes dois custos. Portanto, a partir de certo nível, o reforço da manutenção preventiva deixa de ser relevante na contenção de custos, dado que o seu investimento deixa de compensar face ao aumento do custo total.

Neste seguimento, tem-se representado na Figura 10 a relação entre o lucro e a disponibilidade de um equipamento sujeito a manutenção.

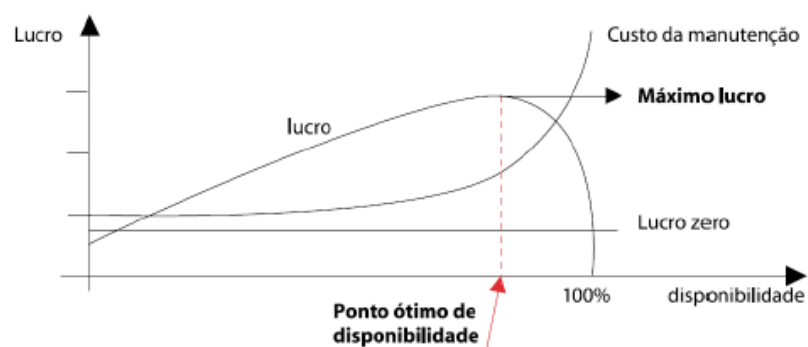


Figura 10 – Lucro *versus* disponibilidade (Faria, 2013)

Através da análise do gráfico da Figura 10, conclui-se que a tentativa de obter a máxima disponibilidade (equipamento sem falhas) requer um elevado investimento por parte da manutenção, o que faz com que nem sempre se torne viável, conduzindo a uma redução do lucro obtido. Ainda neste caso, há um ponto ótimo de disponibilidade que correspondente ao

lucro máximo desejado. Portanto, o custo da manutenção deverá ser o necessário para garantir a disponibilidade capaz de gerar a maior quantidade de lucro possível.

Estas relações analisadas anteriormente são apenas alguns dos grandes desafios para a gestão da manutenção, dado que não são raras as situações em que é mais benéfico para a empresa não realizar manutenção, deixando o equipamento operar até à sua rutura, do que estar a intervir previamente à sua ocorrência. Estes tipos de avaliações devem ser feitos pelo responsável da manutenção, com o intuito de se certificar se realmente irá tirar vantagens a nível económico fazer intervenção num determinado equipamento ou, se for o caso, qual a periodicidade que deverá ser imposta. Só assim se consegue maximizar a eficiência.

2.6.3. CUSTO DO CICLO DE VIDA DE UM EQUIPAMENTO

Todos os custos envolvidos durante a vida de um equipamento, isto é, custos desde o projeto até ao seu abate são conhecidos como os custos do ciclo de vida do equipamento, também identificados por LCC (*Life Cycle Costing*). A análise destes custos permite estudar o desenvolvimento dos acontecimentos económicos ao longo das horas de serviço de um equipamento. Esta abordagem tem grande importância para a análise dos custos.

A análise do LCC tem como principal objetivo a escolha da abordagem mais favorável em termos de custo, com o objetivo de os reduzir durante a vida útil do equipamento. Este método permite ainda que o responsável pela manutenção consiga uma justificação para uma aquisição ou escolha de um processo, tendo como base os custos totais e não apenas os custos iniciais.

De acordo com Assis e Julião, citado por Sousa (Sousa, 2011), o custo do ciclo de vida de um equipamento é formado por dois custos: o custo de propriedade e o custo de operação. O custo de propriedade é o somatório dos seguintes custos, ocorridos no início, durante e fim do ciclo:

- Custo de aquisição e instalação;
- Custo de manutenção
- Custo de desativação ou eliminação

No custo de operação estão incluídos os custos dos recursos usados na produção de bens ou serviços, como, por exemplo, a energia, os consumíveis e a mão-de-obra. Os custos de oportunidade podem ser também aqui considerados numa terceira categoria (Sousa, 2011).

Segundo Monchy (Monchy, 1989), os custos e etapas associadas à vida de um equipamento estão identificados na Figura 11.

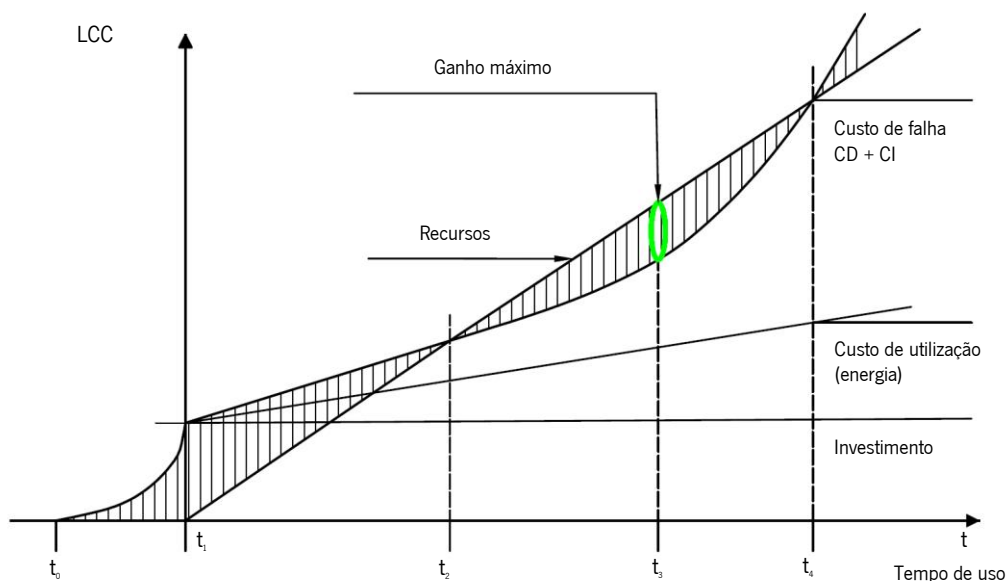


Figura 11 – Constituição do LCC (Monchy, 1989).

Onde:

- | | |
|--------------------------------|--|
| t_0 – Decisão da compra; | t_3 – Rentabilidade máxima; |
| t_1 – Colocação em operação; | t_4 – Paragem da manutenção |
| t_2 – Final da amortização; | (t_2, t_4) – Intervalo de rentabilidade do equipamento |

2.7. ORGANIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO

A organização da manutenção é considerada um dos aspetos cruciais para que os objetivos da manutenção sejam atingidos e ocorram dentro dos parâmetros desejados, conseguindo melhorar o rendimento do trabalho, aumentar a disponibilidade das máquinas e a reduzir os custos de manutenção.

2.7.1. POSIÇÃO DA MANUTENÇÃO FACE À PRODUÇÃO

Por maior que seja a importância do serviço de manutenção numa empresa, este nunca deve ser visto isoladamente, mas sim, como um meio de apoio à produção para que a empresa atinja os seus objetivos. A visão da produção sobre a manutenção de equipamentos é, regra geral, de curto prazo. No entanto, a manutenção deverá ter uma visão de médio prazo para preparação de intervenções, ou então de longo prazo com a finalidade de salvaguardar a vida útil dos equipamentos. A divergência de visões pode causar alguns conflitos no que diz respeito às funções da responsabilidade da produção e manutenção, tornando-se relevante serem bem definidas por parte da administração (ou outro órgão competente) as responsabilidades entre estes dois departamentos.

A imagem habitual que se tem presente é a da manutenção subordinada à produção (Figura 12). No entanto, as tarefas exercidas por cada entidade devem ser ajustadas entre si e em função da gestão geral da empresa e dos objetivos comuns, possibilitando a implantação de métodos de gestão que pressuponham relações funcionais entre as duas funções (Miranda, 1993).

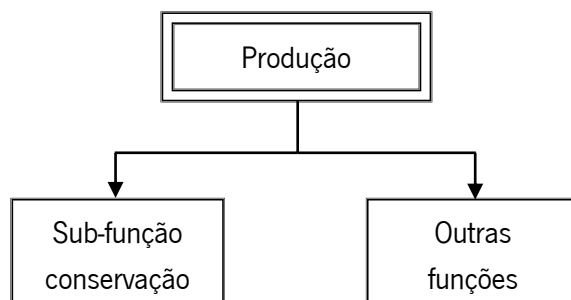


Figura 12 – Manutenção (conservação) subordinada à Produção, adaptado de Miranda (Miranda, 1993).

A promoção da função “conservação” a um serviço de manutenção, passa pela funcionalidade dos dois serviços, de acordo com o modelo da Figura 13.

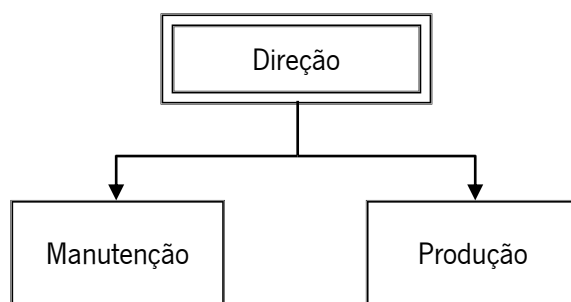


Figura 13 – Horizontalização dos serviços de Manutenção e Produção (Miranda, 1993)

Na perspetiva de Miranda (Miranda, 1993) é fundamental uma coordenação quase permanente entre as duas funções, assim como o conhecimento dos seus objetivos e problemas. A tendência caminhará para uma interligação cada vez mais forte entre estas funções, sobretudo devido à coincidência dos seus objetivos globais que estão ligados à produtividade e à qualidade.

2.7.2. ESTRUTURA DA MANUTENÇÃO

A estrutura da manutenção pode ser caracterizada através dos conceitos de centralização e descentralização. A estrutura centralizada é caracterizada por todos os técnicos da manutenção reportarem a um responsável pelo serviço de manutenção. Já na estrutura descentralizada, o pessoal reporta aos responsáveis pelo departamento/setor onde estão inseridos (Pinto V. M., 1994). Haroun e Duffuaa, citado por João Sousa (Sousa, 2011), fazem ainda referência à estrutura híbrida onde os técnicos são distribuídos pelos setores, ficando ao

encargo conjunto do responsável da manutenção e do responsável pelo setor onde estão inseridos.

A decisão sobre a estrutura mais indicada a aplicar deve ser bem estudada por parte da equipa que está a implementar o sistema de gestão da manutenção. Os fatores a analisar durante esta fase de estudo devem evidenciar nos seguintes pontos:

- A diversidade, complexidade e sensibilidade dos equipamentos;
- A dimensão da empresa e a dispersão geográfica dos equipamentos e da instalação;
- O regime de operação da empresa

O fator mais determinante para a tomada de decisão sobre o formato de organização da manutenção é a dispersão geográfica dos equipamentos. Este fator direciona a escolha para uma filosofia de manutenção descentralizada (Filipe E. F., 2014).

De seguida, são mencionadas algumas vantagens da centralização:

- Melhores conhecimentos e domínio dos custos;
- Melhor utilização dos meios atribuídos;
- Melhor gestão do pessoal;
- Melhor uniformização dos critérios de codificação e dos processos de organização de gestão e informação;
- Melhor circulação da informação.

Por outro lado, a descentralização permite:

- Melhor delegação de responsabilidades;
- Melhor relacionamento com a produção;
- Constituição de equipas polivalentes;
- Maior motivação do pessoal subordinado.

A organização da estrutura da manutenção também pode ser classificada em três diferentes tipos (Filipe F. M., 2006):

- Organização por operações – onde são criados grupos especializados na realização de cada uma das diferentes operações de manutenção. Em geral, são aplicadas por empresas que têm equipamento bastante homogéneo;
- Organização por zona – consiste na distribuição dos seus grupos de manutenção, com os respetivos chefes, por localizações geográficas ou áreas distintas. Desta forma, a constituição do grupo deverá ser feita com pessoal de diferentes áreas para cobrir todas as necessidades de manutenção da zona que está à sua responsabilidade;
- Organização por oficinas – os grupos estão geograficamente centralizados e agrupados por áreas de especialização.

2.7.3. RECURSOS HUMANOS

A manutenção numa empresa deve ser assegurada por pessoas qualificadas para desempenhar as suas funções, em número suficiente e estar integradas numa estrutura com a dimensão adequada à extensão e complexidade do trabalho a desenvolver. São estes técnicos ou engenheiros que têm conhecimento do funcionamento e das necessidades da empresa. Isto permitirá obter níveis elevados de disponibilidade e, conseqüentemente, uma produção contínua que permite cumprir os prazos pré-estabelecidos.

Segundo Vítor Pinto (Pinto V. M., 1994), uma equipa de manutenção que tenha uma dimensão superior a 6 ou 8 técnicos deve ser regida por um elemento, coordenando as atividades a desempenhar, designadamente:

- Distribuir as tarefas pelos elementos da equipa de acordo com a sua disponibilidade e qualificação;
- Planear os trabalhos de maneira a serem cumpridos os tempos previstos;
- Garantir a qualidade do trabalho executado;
- Identificar e ultrapassar obstáculos que comprometam a boa produtividade da equipa;
- Promover o aperfeiçoamento profissional e a formação do seu pessoal.

2.7.4. ORGANIZAÇÃO INTERNA

Numa perspetiva de cumprir os seus objetivos, o departamento de manutenção deverá ter uma organização interna que lhe permita realizar as suas funções de forma eficiente. Segundo Carlos Pinto (Pinto C. V., 2002), isto só se consegue se se tiverem os seguintes pontos bem delineados:

- Dimensão da empresa;
- Tipo de atividade exercida pela empresa;
- Tecnologia das instalações e da empresa;
- Tipo e quantidade dos equipamentos que lhe são pertencentes;
- Dispersão geográfica da área das instalações à sua responsabilidade;
- Outras atividades incumbidas à manutenção.

De acordo com Varela Pinto (Pinto V. M., 1994), uma unidade de manutenção para cumprir os seus objetivos poderá ser constituída nas três áreas funcionais que se seguem:

- a) Uma área funcional que desempenhe as tarefas de planeamento, preparação, programação e estudo dos métodos de trabalho a empregar;
- b) Uma área funcional que agrupe a execução ou realização dos trabalhos;
- c) Uma área funcional de estudos da engenharia de manutenção.

Em relação à área funcional direcionada às tarefas de planeamento, preparação e programação do trabalho e respetivos métodos operatórios, designada por “Gabinete de Planeamento”, ocupar-se-á dos seguintes domínios:

- Organização da documentação técnica;
- Elaboração do plano de manutenção para os respetivos equipamentos e instalações, tendo em consideração a política de manutenção mais indicada a aplicar a cada um deles;
- Preparação do trabalho das intervenções, analisando as especializações técnicas do pessoal que deve executar, materiais e serviços a utilizar, métodos operatórios a aplicar e avaliação dos custos das intervenções;
- A programação dos trabalhos de forma a adequar, de forma dinâmica, as necessidades de manutenção aos meios materiais e humanos disponíveis.

É da responsabilidade de quem planeia e agrupa a realização dos trabalhos uma execução de qualidade, dentro dos prazos estipulados e dentro dos custos previstos. Cabe à área de Estudos e Engenharia de Manutenção a análise da fiabilidade e manutibilidade dos equipamentos destinada ao estudo de soluções, com vista à resolução de problemas ou melhoria das características do equipamento.

2.8. GESTÃO DOS BENS

2.8.1. GESTÃO DOS EQUIPAMENTOS

A gestão dos equipamentos passa essencialmente pela elaboração e organização da documentação técnica relativa aos equipamentos que, por sua vez, é vista como um suporte indispensável a toda atividade de manutenção. Deve proceder-se à organização da documentação começando por elaborar uma lista de equipamentos, também conhecida por inventário de equipamentos ou reportório de equipamentos, onde serão identificados todos equipamentos pertencentes à empresa que vão ser submetidos a intervenções de manutenção durante o seu tempo de atividade. Portanto, o inventário não passa de uma lista de todos os equipamentos pertencentes à instalação onde constarão os seus dados identificativos (número de código, designação, fabricante, modelo ou tipo, número de série, características principais, etc.), subordinados a uma gestão comum. Após a realização do inventário dos equipamentos dever-se-á proceder ao arquivo desta documentação no manual técnico, onde devem constar todos os dados técnicos (Pinto C. V., 2002).

Para facilitar a identificação e localização dos equipamentos torna-se fundamental criar um sistema de codificação, servindo para as mais diversas operações de manutenção, para a gestão de produção e para a contabilidade. Este modelo a utilizar também deve possibilitar a criação de um código para cada elemento, componente ou sistema pertencente ao equipamento

(e.g. motor, bomba, ventilador, etc.), obtendo-se a vantagem de poder ser aplicado a peças de reserva, histórico de avarias e mais dados que estejam relacionados com cada equipamento.

Um modelo de codificação passível de se aplicar, segundo Pinto (Pinto V. M., 1994), passa por dividir a unidade industrial em secções, atribuindo um número a cada uma, sem omitir as áreas comuns e de apoio. Dentro de cada secção é feita uma decomposição incluindo todos os equipamentos e sistemas nelas existentes como por exemplo: sistema elétrico, sistema de climatização, sistema de água e despejos, estrutura e revestimentos, máquinas ferramentas, etc. No que diz respeito à identificação do conjunto de máquinas, podem-se diferenciar pelo tipo de máquinas e, dentro de cada tipo, ordenar sequencialmente as várias máquinas existentes. Se cada máquina tiver subconjuntos ou componentes substituíveis em linha deverão ser de igual forma listados. Este procedimento deverá ser repetido até ter coberto a totalidade das instalações, sistemas, equipamentos, subconjuntos e componentes.

2.8.2. GESTÃO DOS MATERIAIS

A gestão de materiais requer uma boa análise, pois o armazenamento de peças tem um custo associado: o valor imobilizado (valor que poderia estar investido, a render, e não está), os gastos de conservação, entre outros. Para além destes custos facilmente contabilizados, podem ser mencionados outros, tais como: o custo de comprar uma peça equivocadamente quando a mesma existe em *stock*, o custo associado à procura de peças no armazém, o custo de procurar a referência da peça (o que por vezes obriga à sua desmontagem), o custo de procurar o fornecedor específico, etc. Em suma, a gestão da manutenção prende-se muito com a logística dos materiais e a organização do armazém de peças e de materiais pertencentes ao serviço de manutenção, envolvendo de igual forma aqueles que não fazem parte do conjunto, mas que podem eventualmente vir a fazer falta. A gestão de peças e dos materiais é um fator de elevada importância para toda a gestão da manutenção e, por esse motivo, devem ter-se em atenção quatro requisitos principais (Cabral, 2006):

- a) A gestão de peças e materiais de manutenção para além de abranger os artigos de *stock*, também abrange os artigos não existentes em armazém que são necessários à manutenção;
- b) O sistema de gestão de peças deve proporcionar a correlação entre as peças e os equipamentos onde serão aplicadas, uma vez que uma determinada peça poderá ser utilizada em vários equipamentos de marcas diferentes, instalações, etc.;
- c) O sistema de codificação e referenciação deve permitir pesquisas rápidas;
- d) A organização do inventário de artigos deve impedir o crescimento rápido da população de artigos em *stock*, especialmente a repetição dos mesmos artigos com referências diferentes.

2.8.3. PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO

O planeamento da manutenção tem como principal objetivo otimizar o trabalho realizado pelos técnicos (Ribeiro, 2014). O trabalho de manutenção pode tornar-se extremamente

improdutivo caso a maioria do tempo de presença do pessoal da manutenção seja desperdiçada pelas seguintes razões (Pinto V. M., 1994):

- Deslocações de um local para outro devido aos circuitos estarem mal organizados;
- Espera por material que porventura não existe nas instalações;
- Falta de documentação técnica (manuais, esquemas, desenhos) necessários à execução dos trabalhos;
- Falta de trabalho distribuído;
- Indisponibilidade da produção para parar o equipamento que deveria ser submetido a manutenção;

Para combater estas inconveniências é necessário realizar um planeamento da manutenção onde estão envolvidas diversas atividades, tais como: o Planeamento, a Preparação e os Métodos de trabalhos, a Programação do trabalho e a Realização ou Execução.

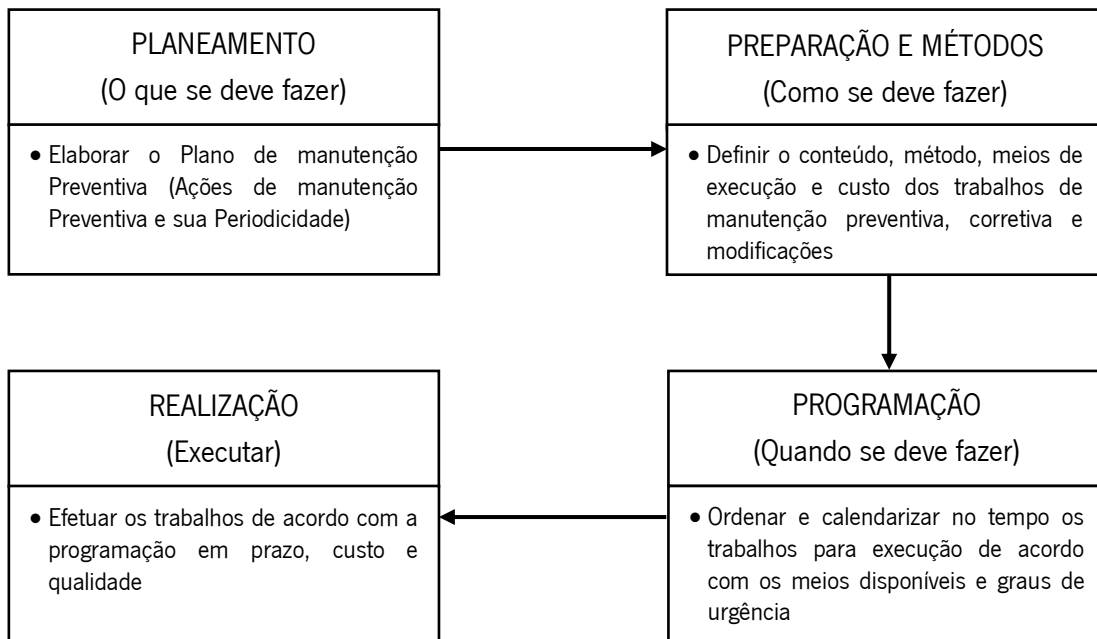


Figura 14 – Organização do trabalho de manutenção (Pinto C. V., 2002).

Conforme se pode visualizar no esquema da Figura 14, as atividades de Planeamento, Preparação e Métodos são responsáveis por elaborar o plano de manutenção, por assegurar a gestão técnica dos materiais e equipamentos, por organizar e preparar os trabalhos de manutenção preventiva que estão previstos e os trabalhos de manutenção corretiva provocados por avarias. São também responsáveis pela análise dos custos associados à manutenção, pelos prazos de execução e pela preparação dos trabalhos subcontratados a entidades externas.

Com a preparação dos trabalhos é pretendido que o executante receba a informação detalhada das tarefas a realizar, assim como disponibilizar as ferramentas e materiais necessários para a sua concretização. Assim, consegue-se evitar perdas de tempo e uma

redução dos custos de manutenção pelo aumento de produtividade e pela diminuição do tempo de imobilização do equipamento.

A programação dos trabalhos é realizada com o objetivo de ordenar os trabalhos previstos, tendo em atenção os prazos e prioridades de execução, avaliando as necessidades de mão-de-obra e detetando situações em que o recurso à subcontratação seja necessário. Para que as prioridades das ações sejam cumpridas, torna-se necessário criar critérios que permitam classificar as prioridades dos trabalhos a executar. Esta prioridade é normalmente atribuída conforme o grau de urgência dos trabalhos, havendo a possibilidade deste parâmetro variar em função do tipo de empresa e instalação destinada ao serviço de manutenção e em função das consequências da possível ocorrência de falhas ou avarias na produção.

A realização é a atividade responsável por efetuar os trabalhos segundo a programação pré-estabelecida, onde se pretende garantir o cumprimento do prazo da programação, o custo e a qualidade, fazer a seleção do pessoal, orientar a execução de cada trabalho e fiscalizar os trabalhos subcontratados. Deve-se tomar medidas durante a realização das intervenções de modo a assegurar padrões de qualidade e segurança do pessoal e equipamento, assim como garantir uma boa comunicação com a produção (Sousa, 2011).

Controlo e registo da manutenção

A função de controlo na manutenção é vista como a última etapa dos trabalhos de manutenção, tendo como objetivo informar os colaboradores no processo dos resultados conseguidos e manter atualizados os ficheiros dos registos históricos e contabilísticos da manutenção (Pinto V. M., 1994).

As funções de controlo passam por:

- Informar o planeamento
 - Dos trabalhos concluídos;
 - Dos trabalhos pendentes (em espera e/ou adiados);
 - Dos novos trabalhos resultantes da execução planeados;
 - Dos desvios sucedidos;
 - De outras situações.
- Atualizar o registo histórico;
- Atualizar o registo contabilístico;
- Informar os serviços de contabilidade da empresa sobre o apuramento dos custos dos trabalhos (mão-de-obra, materiais, peças de reserva, serviços subcontratados, etc.).

Os registos de manutenção são documentos onde se registam os resultados obtidos nas atividades da manutenção, servindo assim de apoio. Segundo Cabral (Cabral, 2006), no domínio da manutenção existirão, entre outros, os seguintes registos:

- Fichas Técnicas dos objetos de manutenção;
- Planos de Manutenção;
- Ordem de Trabalho;
- Registo histórico;
- Registo contabilístico.

Ordem de trabalho

A ordem de trabalho, normalmente intitulada pelo acrónimo “OT”, é um componente de elevada importância para a gestão da manutenção. É aqui que vão constar informações acerca do trabalho a executar e, conseqüentemente, vai permitir a recolha de informação indispensável ao controlo do trabalho e atualização dos registos técnicos e contabilísticos. Este tipo de documento permite ainda, dada a informação que contém, a elaboração de um registo histórico (Pinto V. M., 1994).

Deste modo, a informação obtida através de uma ordem de trabalho deve satisfazer em simultâneo as necessidades do técnico executante, do programador das intervenções e da informação pretendida para o registo histórico.

Uma ordem de trabalho deve conter a seguinte informação:

Número da O.T. – Número sequencial;

Referência do equipamento – Identificação do equipamento a intervir com a sua designação, tipo e modelo, número de série e código (caso exista);

Tipo de trabalho – Classificação do trabalho a efetuar (reparação de avaria, manutenção programada, melhoria, etc.);

Tarefa de manutenção – designação e código (caso exista)

Oportunidade – Em funcionamento ou em paragem normal ou planeada (código de paragem);

Descrição do trabalho – Se houver outro documento (carta de trabalho) que descreva o trabalho em detalhe, pode ser referido na O.T. pelo seu número e anexado a ela;

Mão-de-obra – Estimativa de mão-de-obra necessária com o tempo para cada especialidade;

Materiais – Lista de materiais necessários para a execução do trabalho, incluindo peças de substituição, materiais de consumo corrente e produtos, com exceção dos que estejam habitualmente disponíveis para o pessoal de manutenção sem necessidade de requisição;

Ferramentas e equipamentos – Ferramentas que não fazem parte da mala de ferramenta do executante e equipamentos de ensaio e medida que sejam necessários;

Meios de acesso e motivação

Para o correto planeamento de uma Ordem de Trabalho, é necessário criar um método que possibilite a diferenciação das intervenções por graus de urgência e prioridade. Neste sentido, dever-se-á ter um código de 1 a 4, com os seguintes significados:

1. Emergência – trabalhos corretivos que exigem reparações imediatas e no mais curto intervalo de tempo, sobretudo, os que envolvem ameaças para a segurança;
2. Urgência – trabalhos corretivos ou preventivos condicionais destinados a eliminar tempos de não produção;
3. Normal – para todos os trabalhos preventivos planeados e de rotina;
4. Quando conveniente – para trabalhos de incidência meramente cosmética.

Registo histórico

Um registo histórico é um documento concebido para mencionar eventos ou realizações importantes, onde deverá constar uma descrição das ocorrências e o devido enquadramento. É visto, sobretudo, como um documento de gestão utilizado para apresentar a eficiência do sistema de gestão da qualidade (Cabral, 2006).

É com a análise e estudo do registo histórico que se consegue a evolução e melhoria do desempenho da atividade de manutenção, tendo início numa ordem de trabalho. O conhecimento do comportamento de um equipamento fundamenta-se na informação do seu histórico, possibilitando assim à engenharia da manutenção desenvolver soluções que proporcionem melhorias na manutibilidade e fiabilidade das instalações e equipamentos, conduzindo à redução de custos de manutenção e ao aumento da disponibilidade para a produção.

Com o registo histórico podem-se estudar as avarias, o seu tipo, frequência de ocorrência e custo para estabelecer a forma de manutenção mais adequada a aplicar, tendo em especial atenção a otimização do binómio manutenção/disponibilidade.

Todos os equipamentos devem possuir um arquivo organizado cronologicamente que contenha informação relativa ao seu funcionamento. Para que seja um elemento útil e de rápida interpretação deve ser sistematizado e sucinto, indicando todos os eventos-chave da manutenção. Segundo Cabral (Cabral, 2006) os campos de informação pertencentes ao histórico de um objeto deverão conter:

- Data de realização da intervenção e, se aplicável, leitura do contador do equipamento;
- Tipo de trabalho realizado segundo a terminologia aplicada pela empresa (revisão sistemática, revisão condicional, reparação, etc.) e o devido enquadramento no tipo de manutenção (melhoria, preventiva sistemática, preventiva condicional ou corretiva);
- Descrição do trabalho (título da OT);

- Tempos: de espera (TDE), período de intervenção (PDI), tempo de manutenção (TDM). Se se tratar de uma avaria, o tempo de reparação (TDR) e o tempo de indisponibilidade por avaria (TIA) que, por vezes também designado tempo de perda de produção (TPP);
- Mão-de-obra aplicada (HH) e respetivo custo;
- Custo das peças e materiais;
- Custo dos serviços;
- Custo total (obtido através da soma dos três custos anteriores);
- Em caso de avaria, correlação sintoma/causa.

Estes elementos devem proporcionar toda a informação de natureza económica associada ao equipamento, bem como a informação de natureza operacional que servirá para calcular os indicadores técnicos da manutenção. O registo histórico das intervenções não serve apenas de apoio à pesquisa de avarias, mas também de apoio a tomadas de decisão de carácter económico. Desta maneira, poderá ser usado para elucidar sobre:

- Fiabilidade – determinação das leis de fiabilidade, perfil de avarias, taxas de avarias, etc.;
- Disponibilidade – determinação da disponibilidade em condição estável do equipamento;
- Métodos – análise de pontos fracos do equipamento (com propósito de realizar melhorias) e de avarias mais frequentes (para melhorar a preparação de matérias, mão-de-obra, documentação, etc.);
- Gestão de *stocks* – determinação dos consumos habituais de peças (definição dos parâmetros de gestão);
- Gestão de manutenção – determinação de custos por equipamento, por especialidade, por tipo de avaria, por tipo de intervenção, etc.

A exploração do registo histórico utiliza variados modelos matemáticos, normalmente em suporte informático, que servem de auxílio à manutenção, sendo os mais utilizados:

- Lei de Pareto – direcionada para selecionar as avarias mais relevantes, cujo processo se deve iniciar com a classificação das avarias por motivo e por natureza. Segue-se a sua quantificação, que deve ter associado a cada avaria o respetivo tempo de imobilização e deve ser organizada por ordem decrescente em função do seu valor;
- Leis de desgaste – permitem identificar a forma de manutenção mais adequada e o tempo mais apropriado para realizar a intervenção, utilizando para isso a análise dos perfis de desgaste dos órgãos e componentes em função do tempo de utilização;
- Leis de fiabilidade – seleciona-se o tipo de lei que rege a distribuição de avarias do equipamento e, a partir daqui, é possível fazer uma determinação probabilística do comportamento futuro do equipamento.

Registos contabilísticos

No registo contabilístico é esperado conter toda a informação relacionada com os custos associados a um determinado equipamento, tais como:

- Custo de aquisição;
- Custo de cada intervenção de manutenção (incluindo mão-de-obra, materiais e subcontratos);
- Valor atual do equipamento (descontando amortizações e acrescentando valorizações de eventuais melhorias realizadas).

Este registo serve de apoio para a tomada de decisões de carácter económico, ou seja, se é compensador para a empresa reparar ou substituir o equipamento, assim como para avaliar a eficácia do programa de manutenção pela comparação dos gastos em manutenção programada com os de manutenção curativa (Pinto V. M., 1994).

Criticidade de um equipamento

Nem todos os equipamentos de uma fábrica têm a mesma criticidade. Alguns podem avariar sem afetar na totalidade a produção, a segurança ou o ambiente, como será o caso dos equipamentos repetidos ou dos equipamentos que são utilizados ocasionalmente. Em contrapartida, há equipamentos que têm imperativamente de estar em bom estado de funcionamento. A sua indisponibilidade pode acarretar a perda de vendas, atrasos nas entregas aos clientes, acidentes pessoais ou danos ambientais. Estes tipos de equipamentos são denominados como críticos. Os esforços da manutenção devem incidir prioritariamente nestes equipamentos, desenvolvendo boas práticas (Cuignet, 2006, p. 14).

O grau de criticidade atribuída aos distintos equipamentos pertencentes a uma dada empresa serve para dar uma indicação da importância relativa do equipamento para o funcionamento e a segurança da instalação.

Posteriormente, e citando Cabral (Cabral, 2006) que faz referência a Patton (Patton, 1995), este grau de criticidade (C), em conjunto com o grau de urgência (U) com que é pedido o trabalho e o nível hierárquico (H) de quem o solicitou pode-se obter o parâmetro designado prioridade (P), que permitirá ajudar a decidir as datas de programação dos trabalhos. A expressão utilizada para o cálculo da prioridade é então:

$$P = C \times U \times H \quad (5)$$

Ainda de acordo com Cabral (Cabral, 2006), os graus de criticidade podem ser numerados de 1 a 4, sendo apresentados da seguinte forma:

1. Muito crítico: para equipamentos com grandes áreas de incidência, como por exemplo, sistemas auxiliares (ar comprimido, vapor, eletricidade, etc.) e de segurança. A sua paragem leva a uma perda significativa de produção da empresa, uma quebra grave no seu rendimento ou uma ameaça à segurança e/ou ambiente;
2. Crítico: direcionado a equipamentos-chave, sem redundância, cuja inoperacionalidade reduzirá a capacidade de produção;
3. Normal: engloba a maioria dos equipamentos. A sua inoperacionalidade terá um impacto negativo na produtividade e na moral do grupo;
4. Baixo: para equipamento com pouca utilização, redundante ou com fraca influência na produção.

Os restantes dados são atribuídos através do:

Grau de Urgência, U:

- 1 – Emergência
- 2 – Urgência
- 3 – Normal
- 4 – Quando conveniente

Nível hierárquico do solicitante, H:

- 1 – Gestão de topo
- 2 – Produção (com impacto direto nas receitas)
- 3 – Gestão intermédia
- 4 – Outros

Concluindo, o valor de P varia entre 1 e 64, em que o valor 1 corresponderá ao nível mais elevado de prioridade.

Estes dados servirão para:

- Estabelecer os dossiês das máquinas;
- Implantar medidas preventivas;
- Estabelecer as preparações completas.

Documentação técnica

A gestão da manutenção deverá trabalhar em prol de um enriquecimento constante da informação que serve de apoio à manutenção, tendo como referência a cadência de trabalho do equipamento e as adaptações ou melhorias que o equipamento possa receber durante a sua vida. Esta informação permite a realização das tarefas de acordo com boas práticas de

manutenção e de modo eficiente. Esta informação deve ser um dos alvos mais importantes da manutenção da mesma forma que o são os equipamentos. Para cada equipamento deverá existir a seguinte documentação técnica (Ribeiro, 2014):

- Especificações técnicas e literatura relativa aos equipamentos;
- Documentação comercial da aquisição dos equipamentos (garantias, certificados, etc.);
- Manuais de operador, de manutenção e lista de peças de reposição;
- Esquemas elétricos, pneumáticos, hidráulicos, etc.;
- Documentação relativa à implantação do equipamento (fundações, ligações, etc.);
- Desenhos técnicos.

Para além da documentação descrita anteriormente, deve-se ainda incluir a documentação legal do equipamento:

- Legislação, normas, certificados, etc..

2.9. INDICADORES DE DESEMPENHO

“Só se gere o que se mede” (Cabral, 2006)

Os indicadores de desempenho ou KPI (*Key Performance Indicators*) têm um papel crucial na atividade de gestão da manutenção, assim como em qualquer área da gestão. A gestão da manutenção consegue analisar o desempenho do sistema através da aplicação de indicadores destinados a esse fim. Para além de medir o desempenho, os indicadores permitem identificar tendências, efetuar comparações de resultados e, acima de tudo, definir ações a realizar para um processo de melhoria contínua (Pereira, 2013).

Porém, o uso de vários indicadores não deve ser tomado como uma “panaceia” para compreender melhor o que se passa, ou seja, o ritmo a que ocorrem as avarias, os tempos de reparação, a disponibilidade dos equipamentos, o esforço da empresa na manutenção, o sucesso da política preventiva, etc., porque, é difícil compreender a interação de muitos parâmetros difíceis de relacionar entre si (Cabral, 2006).

Segundo Cabral (Cabral, 2006), deve-se tentar:

- Procurar indicadores expressivos e mais simples de calcular;
- Utilizar poucos indicadores mas rigorosos;
- Manter a possibilidade de descer ao pormenor para investigar desvios e variações anómalas.

De modo a permitir avaliar o interesse da utilização de determinado indicador, deverá ter-se em conta se os seguintes elementos possibilitam:

- Ajudar a tomar decisões de gestão;
- Fazer a comparação da atividade entre anos diferentes;
- Avaliar os benefícios de uma política de manutenção;
- Preparar o orçamento da manutenção;
- Ajudar a identificar problemas;
- Calcular a partir da informação gerada no dia-a-dia.

Apenas é possível acompanhar de que forma os equipamentos estão a desempenhar as suas funções em pleno, caso se recorra a indicadores que caracterizem o seu desempenho. Para esse efeito, serão abordados de seguida os indicadores de manutibilidade, fiabilidade e disponibilidade.

2.9.1. MANUTIBILIDADE

A manutibilidade é definida pela norma EN 13306 como *“a aptidão de um equipamento 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”* (Cabral, 2006, p. 8). Em síntese, este conceito deve ser visto como a facilidade que o equipamento tem em voltar a desempenhar a função para o qual foi requerido.

A manutibilidade está relacionada, sobretudo, com a fase de projeto do equipamento, ao invés da atividade de manutenção em si. Desta forma, deve ser do encargo do projetista idealizar a disposição dos componentes de maneira a facilitar a intervenção daqueles mais suscetíveis à manutenção. Contudo, a manutibilidade pode sofrer melhorias recorrendo a trabalhos de manutenção de melhoria (Sousa, 2011).

Para melhorar a manutibilidade é necessário (Pinto V. M., 1994):

- Reduzir o tempo utilizado para detetar as avarias, através da incorporação no equipamento de instrumentos de medida e de meios auxiliares de diagnóstico;
- Reduzir o tempo de localização das avarias, através da incorporação dos meios de apoio ao diagnóstico, melhorando a acessibilidade dos pontos de teste e medida, e recorrendo a uma boa documentação de apoio;
- Reduzir o tempo necessário à reparação, através da melhoria no acesso aos componentes substituíveis, e da facilidade de montagem e desmontagem de peças e órgãos;
- Reduzir o tempo de verificação dos trabalhos de manutenção, permitindo a realização de ensaios e recolha de dados e controlo destes.

A manutibilidade é caracterizada pelo indicador MTTR (com origem do inglês *Mean Time to Repair*) - Média dos Tempos Técnicos de Reparação. Este indicador representa o tempo médio necessário para reparar uma avaria ou, a média dos tempos utilizados nas reparações de um dado período em análise. E pode ser calculado a partir da seguinte expressão (Cabral, 2006):

$$MTTR = \frac{\sum TTR_i}{N_{av}} \quad (6)$$

Em que:

TTR – Tempo Técnico de Reparação

N_{av} – Número de avarias

O Tempo Total de Reparação, TTR traduzido do inglês (*Time to Repair*) é definido como sendo o período de tempo desde que se deteta uma avaria até ao momento em que o equipamento é posto de novo em funcionamento (Cabral, 2006). Neste sentido, consideram-se os seguintes tempos:

- Tempo de verificação da ocorrência de avaria;
- Tempo de diagnóstico da avaria;
- Tempo de acesso ao órgão em falha;
- Tempo de substituição ou de reparação;
- Tempo de montagem;
- Tempo de controlo e ensaio.

O valor de MTTR é influenciado por fatores como:

- Intermutabilidade dos componentes suscetíveis de desgaste ou avaria;
- Normalização dos sistemas e componentes;
- Possibilidade de inspeção, verificação e controlo dos componentes;
- Montagem e afinação;
- Rapidez e diagnóstico de avarias;
- Qualidade da mão-de-obra.

2.9.2. FIABILIDADE

Segundo a norma EN 13306, citada por Cabral (Cabral, 2006, p. 8), a fiabilidade é definida como sendo a “*aptidão de um bem para cumprir a função requerida sob determinadas condições durante um dado intervalo de tempo*”. Pode-se então considerar que a fiabilidade é a probabilidade de um equipamento se manter conforme a sua especificação de origem durante a

sua vida de funcionamento. Em termos práticos, este indicador exprime o grau de confiança que se pode depositar no equipamento.

Fiabilidade e qualidade são dois conceitos indissociáveis, uma vez que a qualidade é definida como a conformidade de um produto com a sua especificação à saída da entidade produtora e a fiabilidade é, por sua vez, a capacidade de manter essa conformidade durante um dado período de tempo. Pode-se interpretar fiabilidade como sendo uma extensão da qualidade no tempo. Através da manutenção é possível restabelecer a qualidade perdida, prolongando a fiabilidade (Miranda, 1993).

A fiabilidade é caracterizada pelo indicador MTBF (do inglês *Mean Time Between Failures*) que corresponde à Média dos Tempos de Bom Funcionamento. Este indicador exprime o tempo médio que decorre entre duas avarias consecutivas e pode ser calculada pela seguinte expressão (Cabral, 2006):

$$MTBF = \frac{\sum TBF_i}{N_{av}} \quad (7)$$

Em que:

TBF – Tempo de Bom Funcionamento

N_{av} – Número de avarias

A Fiabilidade e a Manutibilidade têm ainda os parâmetros da taxa de avarias e a taxa de reparações que estão interligados a estes indicadores, respetivamente. A taxa de avaria indica a frequência com que um bem avaria, e a taxa de reparação indica o tempo que o bem permanece em avaria:

A taxa de avarias (λ) formulada por:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad (8)$$

E a taxa de reparação (μ) por:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad (9)$$

A evolução destes parâmetros podem ser analisada a partir dos seus valores instantâneos, de acordo com:

$f(t)$ – Função densidade de probabilidade de avaria;

$F(t)$ – Função acumulada de avaria;

$R(t)$ – Função fiabilidade.

Se em função da taxa de avarias e do tempo decorrido for traçado um gráfico obter-se-á a curva da fiabilidade, também conhecida por curva da banheira devido à sua forma geométrica. A sua variação assume, por norma, uma fase decrescente, uma fase constante e uma fase crescente. Apesar da configuração mais comum ser em forma de banheira, esta curva pode eventualmente apresentar várias formas. Para um grupo de componentes ou equipamentos simples, este gráfico geralmente é verdadeiro e apresenta uma vida semelhante à apresentada no gráfico da figura 15. Aqui são identificadas três fases da curva, designadamente:

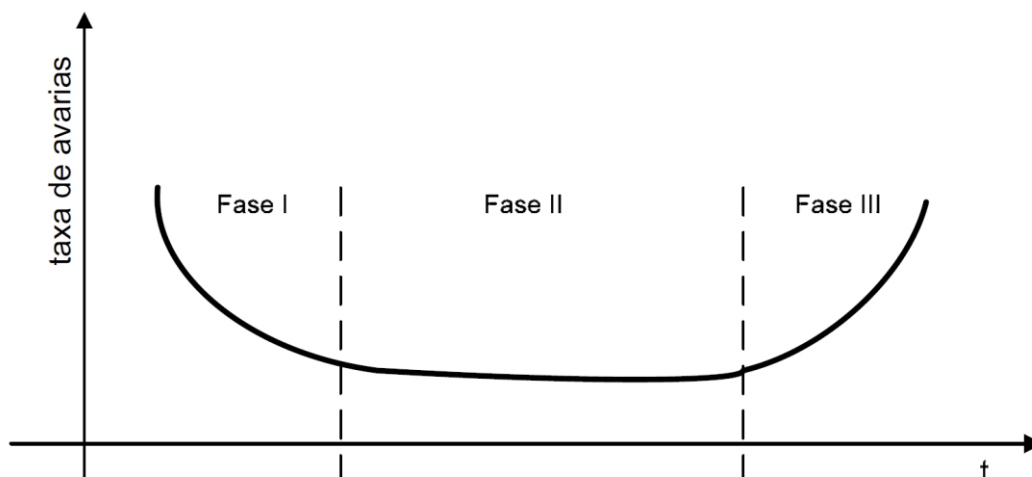


Figura 15 – Curva da banheira

Fase I – Representa a fase de juventude do equipamento, ou seja, a fase inicial de instalação e arranque do equipamento que se caracteriza por uma elevada taxa de avarias inicial, que decresce rapidamente com a adaptação ao ambiente e condições de funcionamento. Nesta fase os bens mais frágeis são eliminados.

Fase II – Compreende a maturidade do equipamento, onde a taxa de falhas é aproximadamente constante, isto é, não depende do tempo. Enquadra-se na vida útil do bem tendo um funcionamento corrente.

Fase III – Corresponde à obsolescência. É considerada a fase final do ciclo de vida do bem, onde se terá uma taxa de avarias crescente e a perda progressiva da sua capacidade de bom funcionamento.

O gestor da manutenção deverá ter como objetivo reduzir as fases de taxa de avarias decrescente e crescente, identificadas como fases I e III respetivamente.

2.9.3. DISPONIBILIDADE

A disponibilidade é definida pela norma EN 13306 como sendo a aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, num dado instante ou em determinado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários meios externos (Cabral, 2006). Pode-se interpretar a disponibilidade como sendo a probabilidade de um equipamento se encontrar em estado de funcionamento.

A disponibilidade engloba os dois parâmetros anteriormente referenciados (MTBF e MTTR), e pode ser calculada a partir da expressão matemática (Cabral, 2006):

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (8)$$

Ou então através da expressão:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT} \quad (9)$$

Em que:

MWT – Tempo Médio de Espera

O Tempo Médio de Espera, MWT do inglês (*Mean Waiting Time*), representa o tempo médio de espera entre a identificação da avaria e o início da intervenção de manutenção corretiva. Este indicador pode ser calculado aplicando a seguinte fórmula (Cabral, 2006):

$$MWT = \frac{\sum TE_i}{N_{av}} \quad (10)$$

Em que:

TE – Tempos de espera

N_{av} – Número de avarias

Segundo Miranda (Miranda, 1993), a disponibilidade depende da fiabilidade e da manutibilidade, como é possível verificar na Figura 16, e estas três dependem do tempo.

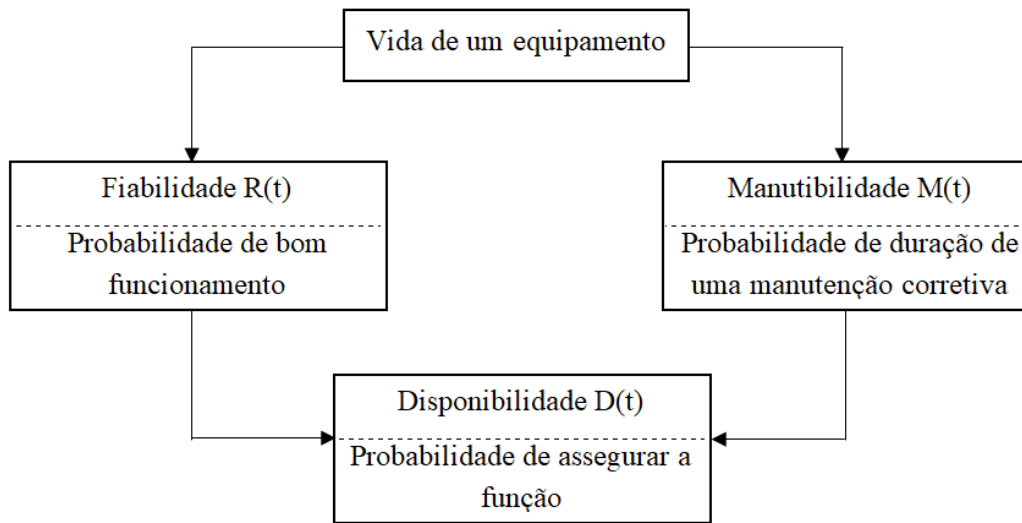


Figura 16 – Disponibilidade de um equipamento (Miranda, 1993)

A manutenção tem como objetivo aumentar a disponibilidade. Isto só é possível com o aumento da fiabilidade dos equipamentos e diminuição dos tempos de reparação, mas o aumento da fiabilidade tem limites de ordem tecnológica e económica. Deste modo, procura-se um compromisso entre a fiabilidade e a manutenção no sentido de proporcionar um custo de disponibilidade mínimo. Pode-se observar no gráfico da Figura 17 a relação entre estes.

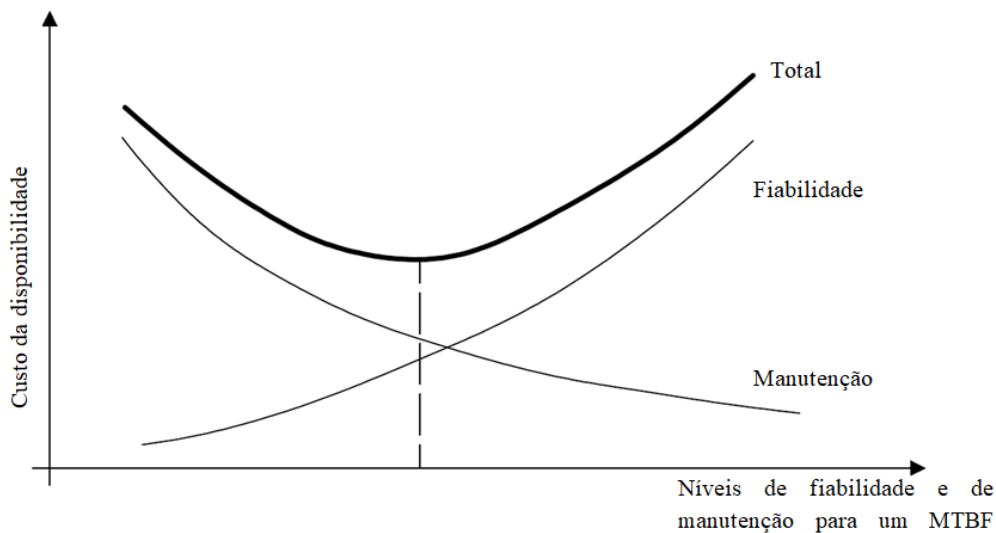


Figura 17 – Custo de disponibilidade de um equipamento (Miranda, 1993).

A manutenção é uma necessidade funcional que não verá a sua importância reduzida pela fiabilidade, mas antes é complementar desta (Miranda, 1993).

2.10. SOFTWARE DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO

“Os computadores são incrivelmente rápidos, precisos e burros; os homens são incrivelmente lentos, imprecisos e inteligentes; juntos, o seu poder ultrapassa os limites da imaginação.” Albert Einstein, citado por Bravo (Bravo, 2013, p. 34). Esta citação caracteriza, na perfeição, a razão pela qual são utilizados os computadores.

Atualmente, a gestão de manutenção assume um papel cada vez mais importante nas empresas, até porque se torna mais difícil desenvolver e aplicar um bom planeamento e controlo da manutenção, sem recorrer a *softwares* específicos que permitem verificar, por exemplo, horas de mão-de-obra, fichas técnicas, mapas de programação, históricos e esquemas (Bravo, 2013) (Cabral, 2006).

A utilização de sistemas informáticos apresenta alguns benefícios, tais como (Pinto V. M., 1994):

- “Maior produtividade da manutenção, devido a uma melhor utilização de todos os recursos (mão-de-obra, materiais, equipamentos, ferramentas, instalações).”
- “Redução dos custos de manutenção, porque há conhecimento mais rápido e rigoroso de todos os fatores de custo permitindo tomar decisões corretas em tempo útil.”
- “Redução dos tempos de imobilização não programada dos equipamentos, porque é possível utilizar de forma mais extensa a manutenção preventiva.”
- “Aumento do tempo de vida dos equipamentos, por beneficiarem de mais e melhor manutenção.”
- “Redução de todos os tempos de espera, por melhor organização do trabalho e melhor informação sobre as localizações dos materiais, ferramentas, equipamentos, documentação técnica, etc.”
- “Menor tempo de imobilização por avaria, porque há um acesso mais rápido e seletivo à história da máquina e seus modos de avaria característicos, permitindo uma deteção mais eficaz.”
- “Menor perturbação do ritmo de produção, por ser mais fácil articular o plano de manutenção com o plano de produção.”
- “Maior eficácia da gestão, porque pode apoiar as suas decisões de carácter técnico ou económico em informações atualizadas e fidedignas, e é alertada para desvios relevantes logo que eles ocorram.”
- “Melhor organização da manutenção, porque a análise que precede a especificação de um sistema de gestão informatizada da manutenção revela, geralmente, insuficiências, desajustes ou redundâncias que devem ser corrigidos.”

Contudo, a aplicação dos diferentes *softwares* também apresenta algumas limitações, uma vez que há alguma dificuldade em mantê-los atualizados. De acordo com Kans (Kans, 2008) citado por João Pinto (Pinto J. N., 2012), apesar da existência de vários sistemas

informáticos, é necessário saber lidar com eles e adequá-los às necessidades de uma determinada empresa, caso contrário, torna-se difícil alcançar uma gestão de manutenção eficiente.

Segundo Pinto (Pinto V. M., 1994), a gestão informatizada da manutenção abrange várias áreas de manutenção, como o planeamento e controlo de manutenção, manutenção programada, orçamento e custos de manutenção e informação para gestão de manutenção.

2.11. FACTOS E NÚMEROS SOBRE A MANUTENÇÃO

Após toda esta descrição sobre a manutenção e a sua gestão, importa aqui realçar alguns factos e números interessantes sobre o tema (Cabral, 2006):

- Equipamento bem mantido dura 30/40 % mais;
- Manutenção proactiva reduz consumo de energia entre 5 a 11%;
- Custos: 50 % mão-de-obra/ 50 % materiais;
- Manutenção preventiva reduz tempos de indisponibilidade e aumenta o rendimento;
- Manutenção corretiva custa 2 a 4 vezes mais que a preventiva;
- Meta: Preventiva/Corretiva 80 % (ou mais);
- Implementação: 3 a 5 anos (apontar para menos!).

Em suma, após a visualização destes números e reflexão sobre os mesmos, pode-se facilmente chegar à conclusão que uma correta estratégia de manutenção dos equipamentos, edifícios, frotas e tudo que seja passível de ser mantido em conformidade é categoricamente imperativa do ponto de vista da otimização dos processos das empresas e da sustentabilidade geral.

Neste capítulo foi feita uma abordagem aos fundamentos que servem de base à gestão da manutenção. No próximo capítulo será retratada a estrutura e atividades da manutenção na empresa alvo de estudo.

CAPÍTULO III – CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA

O presente estudo concretizou-se na empresa Vizelpas - Comércio e Fabrico de Artigos Plásticos, Lda. que, assim como o nome indica, se dedica à produção de filmes plásticos. A empresa iniciou a sua atividade em 1996 tendo como objetivo principal a comercialização de embalagens flexíveis e caixas de cartão para a indústria têxtil. Desde então houve uma evolução gradual, o que viabilizou a aquisição de máquinas e a criação de novas infraestruturas com vista a dar resposta às novas exigências. Com a crise no setor têxtil a agravar-se a empresa decidiu traçar novos rumos, focando-se exclusivamente na produção de filmes flexíveis essencialmente para a indústria alimentar e médico-cirúrgicas.

A Vizelpas atualmente tem ao seu dispor equipamentos de produção sofisticados e, para complementar, um laboratório totalmente equipado que monitoriza e apoia toda a atividade industrial da empresa, permitindo também o desenvolvimento de novos produtos. Isto aliado com a certificação segundo o BRC *Packaging*³, permitiu ampliar a exportação da empresa para países como a Espanha, França, Irlanda, Reino Unido, Bélgica, Dinamarca, Marrocos e Tunísia, representando cerca de 30 % do volume total de vendas.



Figura 18 – Instalações da Vizelpas

Alguns dados da empresa:

Localização: Rua da Fundição, n.º8 Vilarinho, 4795-791 Santo Tirso, Portugal

Correio eletrónico: geral@vizelpas.pt

Site: <http://www.vizelpas.pt>

³ A certificação segundo o BRC Packaging permite aos fabricantes de embalagens demonstrar que os seus produtos cumprem os mais elevados padrões de qualidade e segurança, beneficiando de uma maior confiança por parte dos clientes e consumidores.



Figura 19 – Logótipo da Vizelpas

Infraestrutura

A Vizelpas está, atualmente, num processo de ampliação das suas infraestruturas. As suas instalações passarão de uma área de 8000 m² para cerca de 13000 m².

Fazem parte integrante das instalações da empresa compartimentos como: refeitórios, balneários, escritórios, oficina, laboratório, salas de arrumos, assim como, rede elétrica, rede telefónica e de informática, material de escritório, etc. Pode-se ver representado o *layout* das instalações na Figura 20.

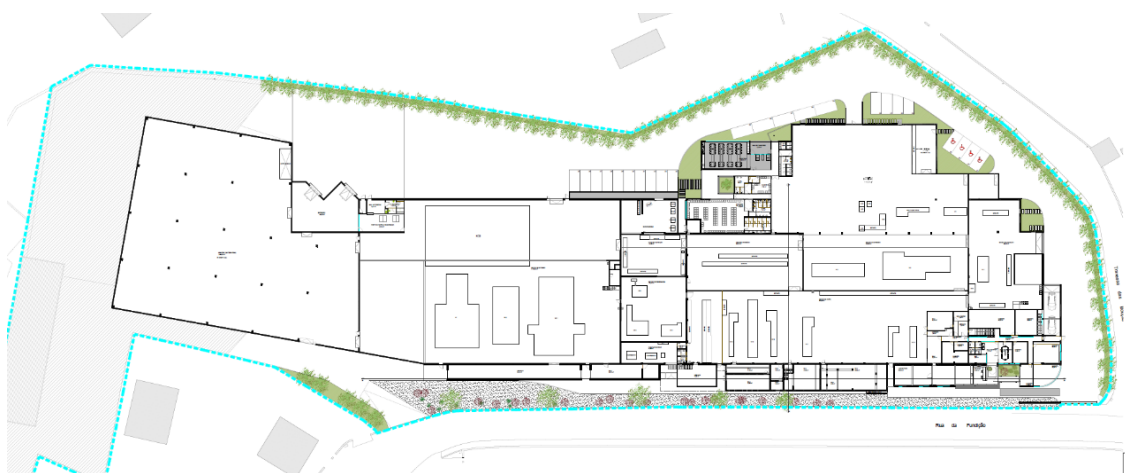


Figura 20 – *Layout* das instalações da Vizelpas (fonte: Vizelpas)

3.1. PROCESSO PRODUTIVO E EQUIPAMENTOS

Com a finalidade de garantir um serviço em condições controladas, é preparado um planeamento da produção. Este planeamento passa por identificar todas as necessidades no que diz respeito à obtenção do produto requerido, tendo em especial atenção os requisitos do cliente e salvaguardando as condições ambientais, de higiene e de segurança no trabalho. O departamento de planeamento é o órgão responsável pela elaboração do planeamento da produção.

O processo produtivo vai desde as matérias-primas até ao embalamento do produto solicitado pelo cliente, passando por várias etapas intermédias para sua execução. Na Vizelpas são realizados 5 processos distintos de produção, a saber: extrusão, impressão, laminação,

rebobinagem e corte de sacos (confeção de sacos). No esquema da Figura 21 está representado o fluxograma de produção da empresa.

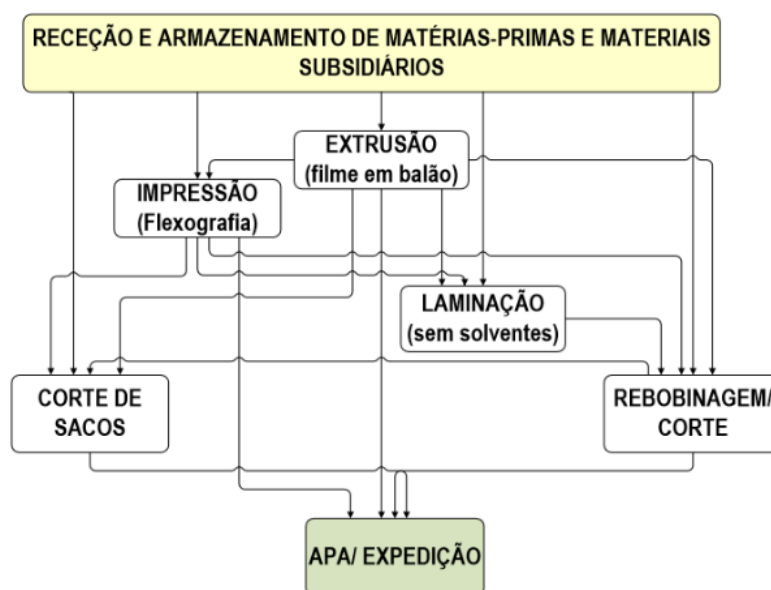


Figura 21 – Diagrama do processo produtivo da Vizelpas (fonte: Vizelpas)

A obtenção do produto pretendido poderá, ou não, passar por todos os processos existentes, dependendo do pedido do cliente. De salientar ainda que durante o ciclo de produção são realizadas análises e testes ao artigo no final de cada etapa, com o objetivo de garantir que o produto irá cumprir um conjunto de exigências. Este procedimento é realizado por uma equipa de controlo da qualidade.

De seguida, é descrito cada um dos processos de produção da empresa de maneira a perceber melhor o seu funcionamento interno.

3.1.1. EXTRUSÃO

A extrusão de filme tubular, também conhecida por extrusão em filme balão (do inglês *Blown film*), é um dos processos chave da empresa uma vez que é nesta etapa que se obtém o produto com as características primordiais (como por exemplo: espessura, composição das camadas, tratamento corona⁴ para possibilitar a impressão, etc.) e que posteriormente segue para transformação.

Este processo é também designado de co-extrusão por envolver duas ou mais extrusoras, um sistema de arrefecimento e um conjunto de mecanismos que efetuam a tração do filme. Inicialmente a matéria-prima em forma de grão é aspirada desde os depósitos até à tremonha doseadora que irá direcionar o material para o interior do cilindro da extrusora por ação da gravidade. No cilindro da extrusora ocorre a fusão e pressurização deste material, no percurso até à feira, através do fuso da extrusora. Existe um anel de arrefecimento no topo da

⁴ Tratamento corona é um dispositivo que emite descargas elétricas de alta voltagem na superfície do filme para se obter uma melhor aderência de outros materiais (como por exemplo: filmes, colas ou tintas).

fieira que distribui um caudal de ar (radial e paralelo ao balão) dando ao filme extrudido a forma balão e arrefecendo-o, permitindo que este suba uniformemente até aos rolos de tração. Aos rolos de tração é imposta uma velocidade que, dependendo da velocidade de alimentação do material na fieira e da quantidade de ar introduzido no interior do balão, fará variar a espessura do filme e determinar o diâmetro do balão. De seguida passa por um conjunto de rolos onde é realizado o tratamento corona e por fim bobinado.

O número de extrusora existentes determina o número de camadas que é possível inserir no filme plástico pretendido. Nesta secção existem 3 máquinas co-extrusoras: de 5, de 7 e de 9 camadas.

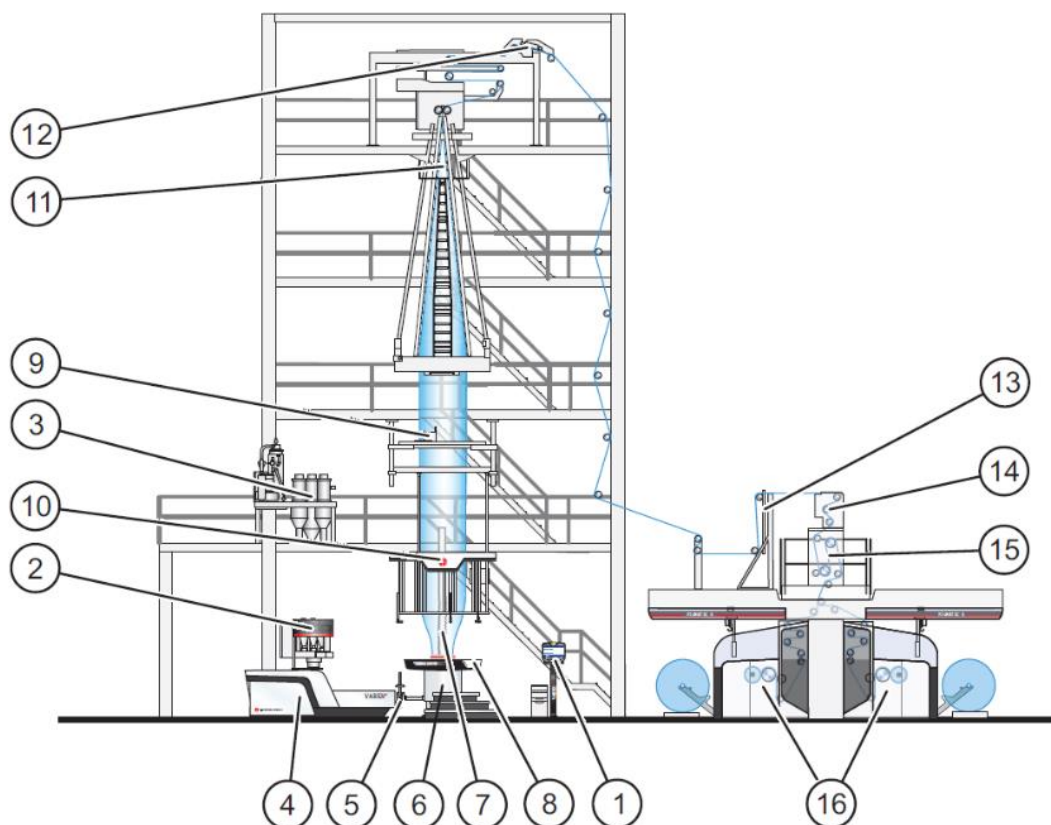
Na Tabela 2 e Tabela 3 estão discriminados os equipamentos que pertencem à secção de extrusão.

Tabela 2 – Equipamentos do processo de Extrusão

| Equipamento | Descrição | Ano de fabrico |
|---------------------------|------------------------|-----------------------|
| VK09 – MACCHI BO PLUS | Extrusora de 9 camadas | 2013 |
| VK07 – WINDMOLLER Varex 2 | Extrusora de 7 camadas | 2014 |
| VK05 – GHIOLDI K35/5F | Extrusora de 5 camadas | 2007 |

Tabela 3 – Equipamentos auxiliares do processo de Extrusão

| Equipamento | Descrição | Ano de fabrico |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| VEN01 – Enfardadeira Couto Frades 1 | Enfardadeira 1 (PA) | 2010 |
| VEN02 – Enfardadeira Couto Frades 2 | Enfardadeira 2 (PEBD) | 2010 |
| VEN03 – Enfardadeira Couto Frades 3 | Enfardadeira 3 (EVAH) | 2011 |
| VEN04 – Enfardadeira Couto Frades 4 | Enfardadeira 4 | 2012 |
| VEN05 – Enfardadeira Couto Frades 5 | Enfardadeira 5 | 2014 |
| VRE01 – Recicladora IST 202 (k009) | Recicladora 1 | 2010 |
| VCH1 – BLUE BOX EPSILON ECHOS 29ST1P | Chiller | 2013 |
| VCT1 – F. Caixeiro | Máquina de cortar tubos | 2014 |



| | | | |
|------|--|------|---------------------------------------|
| (1) | Painel de controlo principal | (2) | Dispositivo de dosagem gravimétrica |
| (3) | Sistema de alimentação por vácuo | (4) | Extrusora |
| (5) | Trocador de filtro | (6) | Cabeça de sopro |
| (7) | Arrefecimento por níveis | (8) | Refrigeração exterior |
| (9) | Dispositivo de medição da espessura | (10) | Dispositivo de calibração da película |
| (11) | Dispositivo de aplanação e extração reversível | (12) | Dispositivo de medição da largura |
| (13) | Regulação do curso da folha | (14) | Estação de pré-tratamento (corona) |
| (15) | Avanço da película | (16) | Pontos de bobinagem |

Figura 22 - Vista geral de uma instalação (obtido no manual WINDMÖLLER & HÖLSCHER)

Na Figura 22 está apresentado os constituintes do equipamento “VK07” que, de forma geral, são comuns aos restantes equipamentos de extrusão.

Seguindo a cadeia do processo de fabrico, após a extrusão a bobine segue para a impressão.

3.1.2. IMPRESSÃO

Na impressão irá ser “estampada” no filme a imagem pretendida. Para isso a Vizelpas dispõe de 2 máquinas impressoras com possibilidade de impressão até 8 cores diferentes. É a partir deste processo que o produto começa a ganhar forma, sendo selecionada a imagem a passar para o filme que posteriormente segue para outras etapas. O processo passa pela distribuição da tinta sobre um cilindro de *anilox*⁵ ou cilindro doseador que irá garantir uma

⁵ O cilindro anilox é um cilindro cerâmico com microfuros para transporte de tinta

quantidade ideal a entregar ao clichê⁶, constituído por material polimérico, que possui a imagem em relevo a ser gravada na superfície do filme por meio da pressão exercida nos rolos.

A sobreposição de diferentes cores de tinta no material dará a imagem final a produzir, como é representado na Figura 23. A cromia é formada pelas cores CMYK – **C**iano, **M**agenta, **A**marelo (*Yellow*) e **P**reto (*Black*).

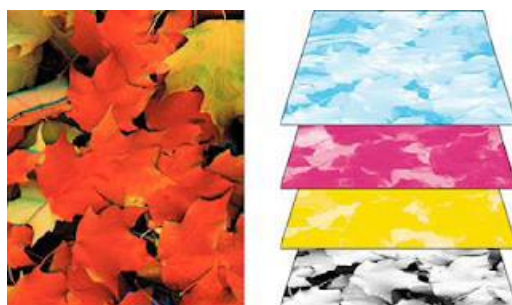


Figura 23 – Exemplo de imagem a obter na impressão flexográfica.

Na Tabela 4 e Tabela 5 tem-se os equipamentos pertencentes à impressão.

Tabela 4 - Equipamentos principais do processo de Impressão

| Equipamento | Descrição | Ano de fabrico |
|------------------------------|--|-----------------------|
| VIO2 – CHF OMAT SUPERFLEXI 8 | Impressora flexografia de quatro cores | 1998 |
| VIO3 – COMEXI FW1588 | Impressora flexografia de oito cores | 2009 |

Tabela 5 - Equipamentos auxiliares do processo de Impressão

| Equipamentos | Descrição | Ano de fabrico |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| VLA01 – CLEANING 86 3850-D-OL86 | Lavadora de Cliches | 2010 |
| VLA02 – IST (Im 1650) 001 | Lavadora de Anilox | 2008 |
| VLA03 – IST 2000/S | Lavadora de tinteiros | 2010 |
| VM01 – SYS-TEC STO 350 | Montadora de Cliches | 2008 |
| VD01 - INKMAKER | Doseadora de tintas | 2013 |

3.1.3. LAMINAÇÃO

A laminação é aplicada quando se pretende “unir” dois filmes para obtenção de propriedades exclusivas, conseguindo-se filmes multicamadas com diferentes características, como por exemplo para a conservação das propriedades organolépticas dos alimentos numa embalagem mais flexível e resistente. Com esta finalidade, é habitual recorrer-se à junção de alguns materiais como: PE-PET, PE-PEAD, entre outros.

⁶ O clichê é uma chapa de relevo com a imagem a ser impressa. Também denominada por fotopolímero.

Numa primeira fase, este processo requer a transferência da cola e catalisador para um dos filmes que, posteriormente, irá passar por um túnel de secagem e por fim será pressionado por meio de rolos de pressão, “esmagando” um filme contra o outro e conseguindo-se a junção dos filmes (Figura 24). Após o término do processo de laminação, o filme bobinado deverá ser colocado em repouso durante algumas horas para cura do material, com temperatura e humidade controladas. Para este efeito a Vizelpas tem uma estação climatizada.

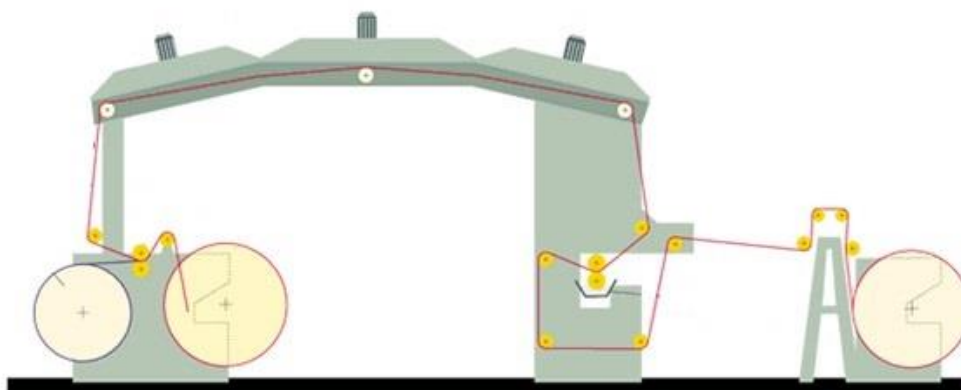


Figura 24 – Processo de laminação (Vizelpas)

Na Tabela 6 e Tabela 7 estão representados os equipamentos da laminação.

Tabela 6 - Equipamento principal do processo de Laminação

| Equipamentos | Descrição | Ano de fabrico |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| VL01 – COMEXI NEXUS EVO | Laminadora de Camada triplex | 2009 |

Tabela 7 - Equipamento auxiliares do processo de Laminação

| Equipamentos | Descrição | Ano de fabrico |
|---------------------|------------------|-----------------------|
| VDC01 – F. Caixa | Doseador de cola | 2009 |

3.1.4. REBOBINAGEM

A principal função da rebobinagem é preparar a bobine para o setor de corte ou diretamente para o cliente externo, com o objetivo de transformar a bobine “mãe” em bobines menores.

A bobine mãe pode ser dividida em bobines mais pequenas através do corte do filme (tanto em largura como em volume), a bobinagem pode enrolar em sentido contrário para que a superfície pretendida fique voltada para cima e ainda pode ser executada a perfuração do filme. Na Figura 25 está ilustrado o principal objetivo da rebobinagem.

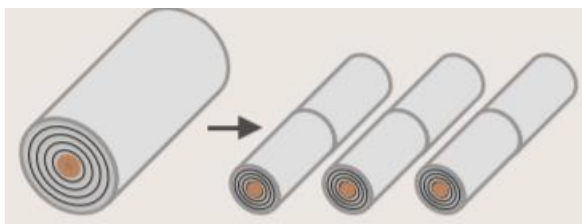


Figura 25 – Processo de rebobinagem

A Tabela 8 contém os equipamentos da rebobinagem.

Tabela 8 – Equipamentos principais do processo de rebobinagem.

| Equipamentos | Descrição | Ano de fabrico |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| VR01 – BIMEC STM/63.2-S | Rebobinadora Bimec | 2009 |
| VR02 – COMEXI SPEEDY | Rebobinadora Comexi | 2013 |

3.1.5. CORTE EM SACO

O corte em saco é o processo que irá dar a forma final ao produto, em forma de saco ou embalagem para diversas áreas. Através do sinal recebido de uma fotocélula, a máquina efetua ciclos de funcionamento e paragem realizando o corte e soldadura do material assim que avança em cada ciclo, utilizando para o efeito uma lâmina aquecida e um rolo revestido a *teflon*.

Para além do método normal de formação do saco, este ainda pode receber aplicações de acordo com o pedido de clientes, como aplicação de *ziper*, reforço na pega, soldadura da pega, entre outros (Figura 26). De seguida o produto é embalado em lotes e acondicionado em palete para ser encaminhado para o cliente. Na Tabela 9 encontram-se os equipamentos de corte.

Tabela 9 – Equipamentos principais do processo de Corte

| Equipamentos | Descrição | Ano de fabrico |
|---|--------------------------|-----------------------|
| VC06 - HEMINGSTONE HM-820 NFT-SV | Máquina de corte em saco | 2007 |
| VC07 - HEMINGSTONE HM 800 WTCK (Wicket) | Máquina de corte em saco | 2008 |
| VC08 - MAMATA VEGA W800 PLUS (Wicket) | Máquina de corte em saco | 2010 |
| VC09 - MAMATA VEGA 610 | Máquina de corte em saco | 2008 |
| VC10 - MAMATA VEGA 285 PM (IPACK) | Máquina de corte em saco | 2010 |
| VC12 - CHOYTING CWZD-600-B | Máquina de corte em saco | 2012 |

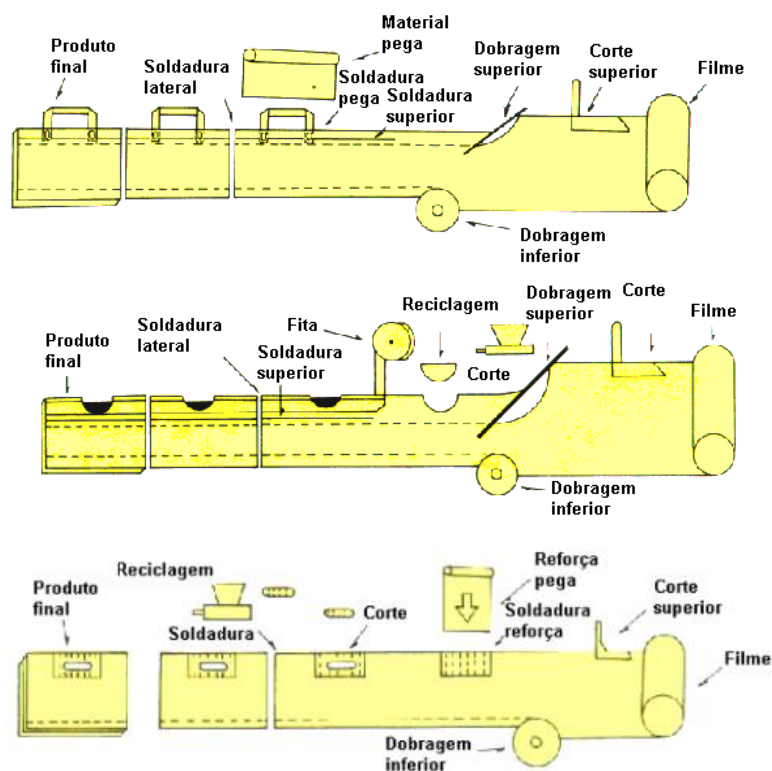


Figura 26 – Etapas do processo de corte em saco

3.1.6. SISTEMAS AUXILIARES DA PRODUÇÃO

Entende-se por sistemas auxiliares de produção todos aqueles equipamentos que não atuam diretamente na manufatura do produto. Contudo, a falha destes sistemas auxiliares pode obrigar a abrandar ou suspender a produção ou o seu desempenho, podendo ainda comprometer o seu nível de qualidade. Para além dos equipamentos já mencionados e que estão agrupados à sua secção, estão incluídos nesta categoria os seguintes conjuntos de equipamentos:

1. Sistema de ar comprimido
 - Compressores de ar comprimido
 - Secador de ar

Na Tabela 10 tem-se os equipamentos do sistema de ar comprimido.

Tabela 10 – Equipamentos do sistema de ar comprimido

| Equipamentos | Designação | Ano de construção |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| VCP1 - KAESER CSDX 162 | Compressor de parafuso 1 | 2010 |
| VCP2 - KAESER DSD 201 | Compressor de parafuso 2 | 1999 |
| VCP3 - KAESER SK19 | Compressor de parafuso 3 | 2003 |
| VSE1 - BOGE DS180 | Secador de Ar Comprimido | 2013 |
| VDP1 - KAESER | Depósito de Ar Comprimido | 2013 |

2. Rede de água
 - Tanque de tratamento de água
 - Água sanitária

3. Sistema de refrigeração de água
 - Chillers
 - Dry Cooler
 - Bombas de água
 - Depósito de inercia

4. Sistema AVAC
 - Ventiladores
 - Ar-condicionado

5. Transporte
 - Empilhadores
 - Porta-paletes elétrico

6. Logística
 - Paletizadoras
 - Balanças de pesagem
 - Plataformas elevatórias

3.2. A MANUTENÇÃO NA VIZELPAS

A manutenção na Vizelpas tem como objetivo principal garantir que todo o equipamento necessário ao sistema produtivo se encontre e mantenha em perfeitas condições de utilização. O funcionamento do departamento de manutenção resume-se, na generalidade dos casos, em dar resposta a situações de manutenção corretiva que surgem ao longo do período de trabalho e a prestar apoio à produção. Quando não ocorrem situações de carácter urgente, são realizadas ações de melhoria em equipamentos que se encontram mais necessitados, contribuindo para o seu melhoramento e, conseqüentemente, aumento da fiabilidade.

Para além das operações do “dia-a-dia” normalmente efetuadas, também são responsabilidade da manutenção trabalhos pontuais de montagem de novos equipamentos, preparação de equipamentos vendidos para expedição, mudanças de *layout*, preparação de ferramentas, entre outras atividades, que por norma ocupam mais do que um técnico na sua execução. Ainda assim, recorre-se a entidades externas sempre que os serviços internos não são capazes de realizar um dado trabalho, por falta de meios técnicos ou humanos, como acontece no apoio a trabalhos de melhoria e recuperação de peças.

3.2.1. ESTRUTURA DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO

O departamento de manutenção da Vizelpas é composto por 8 colaboradores:

- 1 Chefe de manutenção;
- 4 Técnicos de manutenção;
- 2 Serralheiros mecânicos;
- 1 Responsável pelo armazém de peças.

Dado que a empresa trabalha 24 horas por dia e todos os dias do ano, é necessário garantir que quando ocorre uma avaria esteja pelo menos um técnico da manutenção disponível para resolver o problema. Deste modo, os quatro técnicos de manutenção são distribuídos pelos quatro turnos de trabalho. O chefe de manutenção, um técnico de manutenção, os dois serralheiros mecânicos e o responsável pelo armazém de peças trabalham no turno normal, compreendido entre as 8:30 e as 18:00 horas (com uma hora e meia para almoço), os restantes três técnicos de manutenção estão distribuídos pelo primeiro (06:00h até 14:00h), segundo (14:00h até 22:00h) e terceiro turnos (22:00h até 06:00h). Para além disto, ainda é feita uma distribuição dos técnicos de manutenção pelos sábados e domingos do ano, ficando sempre um técnico de “prevenção”.

A gestão dos técnicos é feita pelo chefe de manutenção que tem em especial atenção as áreas específicas de cada um, embora, estes mesmos técnicos, também efetuem trabalhos de diversas áreas que não são de sua competência, como por exemplo trabalhos de construção civil, carpintaria, pichelaria, entre outros. Na Figura 27 está representado o organigrama do departamento da manutenção.

Apesar de não estar sob alçada do responsável de manutenção, existe ainda um técnico eletricitista que está responsável por manter em pleno funcionamento todo o sistema elétrico.

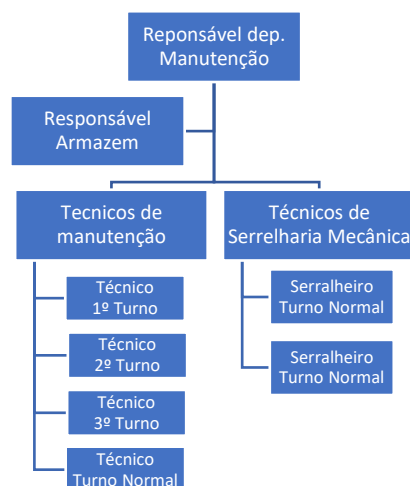


Figura 27 – Organigrama da estrutura do Departamento de Manutenção

3.2.2. OFICINA DE APOIO

O departamento de manutenção dispõe de uma oficina onde se efetua grande parte dos trabalhos mecânicos, elétricos e eletrônicos, contando para o efeito com equipamentos, ferramentas, materiais consumíveis e peças sobressalentes. A oficina é constituída por dois pisos, sendo um piso dedicado aos trabalhos de manutenção e outro para armazenamento de peças e escritório. No piso dedicado aos trabalhos de manutenção existe uma bancada com equipamento adequado para realização de testes elétricos e uma bancada para trabalhos de serralharia, que dispõe de alguns equipamentos de trabalho tais como aparelhos de soldar, engenho de furar, esmeril, entre outros. Ainda dentro deste compartimento existem armários destinados ao armazenamento de óleo e massas lubrificantes e, como é espectral, ferramentas de trabalho comuns numa oficina.

3.2.3. COMUNICAÇÃO DA PRODUÇÃO COM A MANUTENÇÃO

Para uma clara e célere resolução dos problemas que vão surgindo ao longo do período de laboração da empresa é necessário estabelecer um sistema de comunicação de qualidade, capaz de estabelecer uma intercomunicação rápida e com o objetivo de consumir o mínimo de recursos possível. Quando alguém da produção deteta uma avaria num equipamento, ou tem necessidade de algum serviço de manutenção, reporta o acontecimento ao responsável de secção que irá analisar a dificuldade e, caso não consiga resolver, transmitir ao responsável pelo departamento de manutenção que irá tomar medidas com vista a solucionar o problema. Na realização do pedido de intervenção é mencionado qual o equipamento com necessidade de intervenção, o seu estado operacional (em funcionamento normal, funcionamento condicionado ou em paragem por avaria) e uma breve descrição do pedido. Estes são alguns dados que o responsável deverá saber numa fase inicial para proceder à sua análise e, de seguida, comunicar ao(s) técnico(s) todas as informações relevantes para a realização do serviço, indicando-lhes os meios necessário para a realização do trabalho. O técnico deverá registar o equipamento a interencionar, os tempos do pedido e de intervenção (data e hora de inicio e fim), a descrição do pedido, o estado do equipamento, uma descrição da resolução e, se for o caso, mencionar serviços externos (nome da entidade e descrição). Estes dados são preenchidos na ficha de intervenção que estava em uso representada no Anexo B.

Apesar da empresa possuir um *software* que possibilita a gestão da manutenção, este ainda não se encontra apto para emitir os alertas de manutenção, tanto para as intervenções corretivas como para as preventivas, não permitindo de igual forma o registo dos dados nomeadamente; o tempo de espera e de intervenção, custo de mão-de-obra e de material gasto, entre outros.

3.3. GESTÃO DA MANUTENÇÃO

3.3.1. GESTÃO DE EQUIPAMENTOS

A empresa possui uma lista dos equipamentos principais indispensáveis ao processo produtivo identificados por uma referência que inclui a secção a que pertence e, dentro de cada secção, a sua numeração. No seguinte exemplo pode-se visualizar a codificação utilizada:

Equipamento VC 06

Sendo que:

V – Vizelpas

C – Secção de Corte

06 – N° de equipamento

Este modelo de codificação em uso não permite estender de uma forma coerente aos restantes equipamentos e, para além disso, não possibilita a decomposição dos equipamentos desde a sua função até às peças de substituição, como referenciado no capítulo 2.8.1.

Cada equipamento contém uma placa com este modelo de codificação para facilitar a sua identificação no terreno. Para além destes equipamentos, deveriam também constar todos os outros que estão integrados nas instalações e que, da mesma maneira, fazem parte integrante do rol de equipamentos, instrumentos e utensílios utilizados nas diversas operações.

3.3.2. GESTÃO DE MATERIAIS

Para garantir o correto funcionamento das operações levadas a cabo pelo departamento de manutenção é necessário assegurar a logística das peças e materiais indispensáveis para a sua realização. Para o efeito, o responsável de armazém tem como encargos a gestão de compras e reposição de *stocks* em armazém. No armazém de peças encontram-se elementos que vão desde acessórios consumíveis (e.g. luvas, *teflon*, borrachas, etc.), componentes de substituição (e.g. rolamentos, parafusos, vedantes, etc.) e peças sobresselentes (bombas pneumáticas de diafragma, motores elétricos, entre outros). O *stock* é constituído essencialmente pelos componentes mais usados pelo serviço de manutenção para permitir uma rápida resposta aos pedidos de manutenção corretiva.

O departamento de manutenção da Vizelpas ainda não tem em funcionamento um sistema de gestão que possibilite a correspondência das peças em armazém e o(s) equipamento(s) onde serão aplicadas, nem, um sistema de codificação que permita a pesquisa das peças ou componentes de uma forma simples e que possibilite a sua localização nas instalações.

3.3.3. DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

A documentação técnica deve ser tomada como um apoio fundamental na realização das tarefas de manutenção. No escritório da oficina existe um arquivo com toda a documentação relacionada com os equipamentos, encontrando-se armazenadas em capas devidamente identificadas com a codificação do equipamento referente para facilitar a procura. Todavia, nem todos os equipamentos têm presente esta documentação que geralmente é fornecida pelo fabricante ou então criada no seio da própria empresa, quando isso não acontece. A informação que consta nestes arquivos passa por desenhos técnicos, lista de peças sobresselentes, esquemas, manuais de utilização e manutenção, certificados de conformidade e documentação de segurança. A inexistência destes documentos leva à perda da eficiência da manutenção, principalmente na aplicação da manutenção planeada.

3.3.4. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

O sistema de manutenção preventiva tem sido alvo de estudo e desenvolvimento. Atualmente, é realizado um plano anual de manutenção preventiva que passa por agendar uma paragem anual em todas as máquinas para se efetuar a uma revisão geral, onde são feitos trabalhos de limpeza, lubrificação e recuperação/substituição de componentes que estejam em fim de vida. Na realização da manutenção anual é preenchida uma ficha de registo, apresentada no Anexo B – Plano de Manutenção Anual, onde é mencionado se a tarefa foi realizada, os materiais utilizados na sua execução, os técnicos envolvidos, entre outras informações relevantes.

O objetivo do departamento de manutenção da empresa Vizelpas é realizar a manutenção preventiva segundo um plano para evitar o aparecimento de avarias inesperadas. Porém, é uma batalha constante para conciliar os “interesses” da produção com os da manutenção, uma vez que, para a produção é pretendido o maior período de trabalho do equipamento, não permitindo interrupções das máquinas no tempo necessário. Para se conseguir um equilíbrio, estes dois departamentos deveriam permanecer em constante comunicação de forma a permitir o planeamento e a otimização dos processos, tanto da produção como da manutenção.

3.3.5. SOFTWARE DE APOIO À MANUTENÇÃO

A empresa tem ao seu dispor o *software* *SisTrade* para auxiliar a gestão empresarial (ERP). Este *software* também permite a sua extensão para apoiar a gestão da manutenção, possibilitando emitir alertas das tarefas de manutenção (preventivas ou corretivas) a realizar, acumulação do histórico das reparações efetuadas (as que estão em espera e as já realizadas), o cálculo dos indicadores pretendidos e a realização de gráficos referentes a estes indicadores.

Das características mais importantes que um *software* deve conter, é de realçar a capacidade de fornecer a informação de manutenção de forma estruturada e em formato

tecnicamente reconhecível, contando assim com uma capacidade de acumular e disponibilizar informação.

A implementação deste *software* encontra-se numa fase embrionária, estando ainda em desenvolvimento no que diz respeito à gestão da manutenção.

O presente capítulo foi dedicado à caracterização da estrutura e atividades do serviço de manutenção. O próximo capítulo será dedicado à apresentação de melhorias do sistema de manutenção tendo como base os conceitos abordados no Capítulo I – Introdução

CAPÍTULO IV – ESTUDO E PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO

Este capítulo irá descrever o trabalho realizado durante o estágio na Vizelpas. Numa fase inicial foi feito um acompanhamento do trabalho desempenhado pela equipa de manutenção com o objetivo de compreender a dinâmica do grupo. Desta forma, ficaria inteirado do funcionamento do departamento de manutenção e de todo o processo produtivo da Vizelpas.

As empresas devem ter como objetivo o melhoramento contínuo de todas as áreas de trabalho. O departamento de manutenção não é exceção, pelo que se enumeram alguns temas a desenvolver:

- Recolha e análise da documentação existente dos equipamentos;
- Elaboração das fichas técnicas dos equipamentos;
- Elaboração dos planos de manutenção segundo indicações do fabricante;
- Criação de histórico de manutenção para estudo de intervenções;
- Criação de sistema de codificação;
- Elaboração de uma lista de inventário para os equipamentos;
- Introdução ao *Software SisTrade* para gestão da manutenção.

4.1. ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA DE MANUTENÇÃO

Como forma de análise e controle das intervenções que vão surgindo, deve-se proceder a um registo minucioso dos trabalhos efetuados nos equipamentos. Aqui será descrita a causa, os sintomas, o órgão responsável pela avaria e uma descrição da resolução. Estes dados vão servir para controlo a nível operacional, técnico e económico, permitindo também recolher informação para o cálculo de indicadores e elaboração de um histórico de avarias. Só assim é possível definir padrões de manutenção capazes de cobrir as necessidades.

Neste sentido, o procedimento utilizado para registo e o próprio documento preenchido sofreram algumas alterações. De acordo com as atividades correntes da empresa, foram adicionados alguns campos de informação importantes para o tratamento de dados, tais como: tipo de intervenção (corretiva, preventiva, melhoria, apoio à produção, trabalhos subcontratados), a área de serviço (mecânica, elétrica/eletrónica, hidráulica, pneumática, outro), a identificação do componente causador da avaria, entre outras.

Foram definidos, conforme referido no capítulo 1, os trabalhos corretivos como sendo todos aqueles que implicam a reparação de avarias, ou seja, quando estamos perante o aparecimento de uma falha no equipamento. Os trabalhos preventivos englobam todos os trabalhos planeados de revisões gerais, lubrificações, substituição ou reparação de peças, entre outros. Trabalhos de melhoria são todos os trabalhos realizados com a finalidade de melhorar as funcionalidades do equipamento, contando com a alteração ou instalação de um dado sistema num equipamento, a montagem de novos equipamentos e mudanças de *layout*. Os trabalhos de apoio à produção são trabalhos de auxílio concedidos pela equipa de manutenção que, apesar

de não serem considerados trabalhos de manutenção, devem ser controlados como os demais trabalhos efetuados, pela simples razão de consumir recursos do serviço de manutenção. Os trabalhos subcontratados ocorrem quando existe uma necessidade de recorrer a serviços especializados realizados por empresas externas, pelas quais recai toda a responsabilidade.

A necessidade de alterar o funcionamento do registo de intervenção dá-se pelo facto de ser apenas o técnico a preencher estes dados em formato digital e somente quando termina o trabalho. Isto leva a que muitas vezes ocorra uma deturpação na descrição dos trabalhos realizados ou até mesmo que fique em esquecimento, acabando por não ser feito o registo. Dadas as circunstâncias, foi sugerida a criação de uma ficha de intervenção física em que o solicitador do pedido, assim que o realiza, preenche a data e hora que o efetuou, faz a descrição do pedido relatando a anomalia que ocorreu e a indicação da secção e respetivo equipamento em causa. Após o técnico concretizar os trabalhos deverá preencher a parte que lhe é dedicada, como a data e hora de início e fim de intervenção, a descrição do trabalho efetuado, o material utilizado e, no caso de se recorrer a serviços externos, identificar a entidade e o que foi efetuado. Após isto, tanto o técnico como o solicitador do pedido deverão assinar a ficha de intervenção para garantir a sua veracidade. Este era um dos pontos em que a empresa era auditada, necessitando de ter este registo assinado e daí ter sido sugerido que o registo fosse feito em formato físico. No futuro passará a ser feito através programa SisTrade onde terá assinatura digital.

4.2. MANUAL TÉCNICO

A documentação técnica serve de suporte para toda a atividade desenvolvida em torno dos equipamentos e, dessa mesma forma, deve ser tratada e armazenada com especial cuidado, tornando o acesso a estes dados mais facilitado para a equipa técnica. Para estruturar o manual técnico recorreu-se à informação que constava no arquivo do escritório da oficina, dos quais se podem destacar: manuais de instruções, lista de peças, documentos técnicos, documentos comerciais, entre outros. Nesta sequência, foi criado um modelo de manual técnico a utilizar que permite uma pesquisa simplificada. Este modelo vai dispor dos seguintes elementos:

- Ficha técnica do equipamento
- Plano de manutenção
- Sistema de codificação
- Inventário dos equipamentos
- Criticidade dos equipamentos

Segue-se uma descrição sucinta dos elementos referidos.

Ficha técnica do equipamento

A ficha técnica do equipamento tem como objetivo identificar perfeitamente o equipamento e apresentar as suas características, tornando acessível a consulta de dados técnicos por parte dos utilizadores comuns da documentação. Estes dados passam pela identificação da marca, modelo, número de série e ano de fabrico.

Para cada equipamento foi elaborada a ficha técnica com as seguintes características:

- Designação;
- Fabricante;
- Modelo ou tipo;
- Número de série;
- Data de compra e número do respetivo processo;
- Preço de compra;
- Características principais;
- Dimensão e peso;
- Localização;
- Identificação dos subconjuntos ou componentes substituíveis;
- Condições particulares de operação;
- Outras anotações;

No Anexo C pode-se visualizar o modelo da ficha técnica criado para cada equipamento.

Plano de manutenção

No plano de manutenção pode-se encontrar toda a documentação referente às atividades de manutenção a desempenhar pela equipa técnica nos equipamentos. Nesta documentação deverá constar a informação relativamente à tarefa a efetuar, ao número da tarefa, à periodicidade definida, ao tipo de trabalho, ao local de intervenção, ao tempo estimado, ao material necessário e a observações importantes.

Depois de realizada uma *checklist* das tarefas de manutenção para cada equipamento deverá ser feita a ordenação conforme a sua periodicidade e o tipo de trabalho, sendo distribuídas pelas fichas destinadas a esse fim. Ou seja, para cada equipamento existe uma ficha de lubrificação onde constarão todas as tarefas de lubrificação, o mesmo se passará com as inspeções, devendo onde existir uma ficha com campos apropriados para este trabalho e assim sucessivamente, como se pode visualizar no Anexo D. A distinção entre estas tarefas prende-se com o facto de, no caso das tarefas de lubrificação, ser importante localizar especificamente o ponto a lubrificar, o tipo de lubrificante e a quantidade a aplicar. Em relação às inspeções existe

⁷ *Checklist* é uma lista de verificações geralmente apresentada com caixas de seleção para colocação de um visto quando a tarefa é concluída.

o interesse de registar os dados que se mediram ou observaram para manter um histórico e possibilitar uma análise posterior.

Sistema de codificação

A organização, codificação e nomenclatura de todos os equipamentos existentes na empresa é um fator primordial para o bom funcionamento de qualquer sistema de gestão.

Como já mencionado anteriormente, a codificação usada não permitia a sua utilização para as diferentes funções empresariais, existindo a necessidade de reformular esta mesma codificação no sentido de criar um sistema que possibilite identificar e abranger todos os itens da fábrica sujeitos a manutenção, ou até outro tipo de atividade, sem o problema de os omitir ou duplicar.

Atendendo às necessidades da empresa, foi elaborado o sistema de codificação apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Sistema de codificação

| Grupo funcional | Secção | Nº sequencial | Conjunto | Elemento |
|--|-------------------------|------------------------------|---|--------------------------------|
| 1 – Equipamentos de produção 2 – Sistemas auxiliares 3 – Instalação | 01 – Extrusão | 01 – Equipamento nº 1 | 01 – Sistema Hidráulico | RO-xxx – Rolamento |
| | 02 – Impressão | 02 – Equip. nº 2 | 02 – Sistema Pneumático | CH-xxx – Chumaceira |
| | 03 – Laminação | 03 – Equip. nº 3 | 03 – Sistema Mecânico | CR-xxx – Caixa redutora |
| | 04 – Rebobinagem | 04 – Equip. nº 4 | 04 – Sistema Elétrico | ME-xxx – Motor elétrico |
| | 05 – Corte | 05 – Equip. nº 5 | 05 – Sistema de comando e controlo | BO-xxx – Bomba |
| | ... | 06 – Equip. nº 6 | 06 – Sistema de segurança e proteção | CO-xxx – Correia |
| | | ... | ... | CT-xxx – Corrente |
| | | | | CI-xxx – Cilindro |
| | | | | FU-xxx – Fuso |
| | | | | VA-xxx – Válvula |
| | | | | FI-xxx – Filtro |
| | | | | RE-xxx – Relé |
| | | | | MI-xxx – Micro |
| | | | | PG-xxx – Patins e guias |
| | | | | ... |

A utilização de uma estrutura de codificação que parte desde o grupo funcional até à secção tem como objetivo direccionar para um conjunto de equipamentos que se encontram agrupados pelas suas semelhanças. A restante divisão serve para especificar o órgão do equipamento para eventual enumeração nas reparações. Este registo dos itens sujeitos a manutenção deverá constar em forma de lista em cada ficha de equipamento com a devida codificações e descrição do componente. Tem-se como exemplo o código - 1.05.06.03.CR-001, onde:

- 1 – Produção
- 05 – Corte
- 06 – Equipamento 6
- 03 – Sistema Mecânico
- CR-001 – Caixa redutora nº 001

Inventário dos Equipamentos

Uma vez que se tem o sistema de codificação concluído, surge a necessidade de verificar e completar a lista de equipamentos já existente. Os equipamentos devem ser agrupados tendo em conta a secção a que pertencem, facilitando a criação da codificação uma vez que existem semelhanças entre estes. Pode-se considerar o parque de equipamentos da Vizelpas compacto no que respeita ao tipo de funcionamento entre eles, tornando-se mais fácil a codificação e a sua organização.

Para a realização deste trabalho foram considerados os equipamentos de produção e auxiliares, existindo ainda equipamentos secundários ou auxiliares à produção que não foram contabilizados, como é o caso dos equipamentos existentes no laboratório, nos escritórios e de logística.

A lista de inventário encontra-se no Anexo E.

Criticidade dos equipamentos

A criticidade dos equipamentos é definida pelo grau de importância que cada um tem para a empresa, ou seja, quanto maior é a sua importância para a empresa maior será o grau de criticidade. As ações de manutenção devem ser programadas em função da criticidade pré-definida para cada equipamento. Eventualmente existirão equipamentos que, dadas as suas funções e relevância para a empresa, não justificam a realização de manutenção preventiva, tornando-se a sua aplicação um dispêndio de recursos.

Assim sendo, torna-se imperativo fazer a análise de cada equipamento com o objetivo de definir a sua criticidade em função dos seguintes fatores:

- A segurança dos colaboradores e da instalação;
- A perda total ou significativa de produção;

Como análise de cada ponto acima referido pode-se definir os equipamentos com os devidos níveis de criticidade.

- A. Equipamentos muito críticos – que colocam em causa a segurança dos colaboradores e instalações:
 - a. Compressores de ar comprimido e rede de distribuição;
 - b. Sistema de arrefecimento por água e rede distribuição (engloba *Chillers*, depósito de inércia, bombas de circulação);
 - c. Depósitos de solventes e produtos auxiliares para impressão;

- B. Equipamentos críticos – que provocam efeitos negativos devido a inoperacionalidade:
 - a. Máquinas extrusoras;
 - b. Máquina laminadora;

c. Máquina de corte – “VC06”.

Estes são os equipamentos a que o departamento de manutenção deverá dar mais atenção, aplicando medidas que previnam o aparecimento de avarias. Neste seguimento, o departamento de manutenção deve garantir o pleno funcionamento destes sistemas e equipamentos durante o tempo requerido, ou então estabelecer parcerias com empresas externas que assegurem o seu bom funcionamento. Os compressores e o secador de ar comprimido, os *chillers* e o sistema AVAC são exemplo de equipamentos que têm contrato de manutenção com empresas prestadoras destes serviços, que asseguram todas as manutenções preventivas sistemáticas (como a troca de filtros, óleo, etc.), inspeções, afinações e autenticação de que estão a funcionar em conformidade. A manutenção subcontratada é aplicada nestes equipamentos por serem considerados de elevada importância para a empresa e por não haver ninguém especializado na sua realização. A equipa de manutenção tem a seu encargo garantir o bom estado de conservação das linhas de ar comprimido, da rede de distribuição de água, das bombas de água, do depósito de inércia, entre outros, assegurando o funcionamento contínuo dos equipamentos de produção.

Em relação aos equipamentos classificados como críticos deverá ser feito um acompanhamento periódico de acordo com um plano de manutenção preventivo, dado serem equipamentos que, regra geral, têm a sua atividade programada para períodos longos de laboração, não permitindo muitas interrupções nem manutenções demoradas. Para além disso, são equipamentos considerados críticos devido à sua importância na cadeia de produção e por ter um processo associado que confere mais valor ao produto final. Os restantes equipamentos são identificados com um grau de criticidade normal e baixo, abrangendo a maioria dos equipamentos cuja inoperacionalidade traz um efeito negativo para a produção mas incomparável com a imposta pelos equipamentos de criticidade mais elevada.

Plano de manutenção preventiva

Com vista à elaboração de um plano de manutenção preventiva, foi feita uma compilação da lista de tarefas disponibilizada pelo fabricante e do histórico de manutenções. Esta lista deverá conter a descrição da tarefa a realizar pelo técnico, a periodicidade com que deve ser feita, o órgão a intervencionar e o material a aplicar/utilizar (tipo de lubrificante, material de limpeza, etc.). Após a realização da lista é possível formular um plano de manutenção com os dados necessários para a sua aplicação, permitindo formar histórico de registos e obtenção de dados para cálculo de indicadores.

Os planos de manutenção preventiva anual que a empresa tinha em prática não correspondiam às indicações dos fabricantes dos equipamentos, sendo que a maioria das tarefas desempenhadas passavam por ações vulgares num plano de manutenção, como por exemplo: “verificar rolamentos e chumaceiras”, “verificar rolos”, “verificar correias”, entre outros.

O objetivo principal passa por fazer a manutenção preventiva conforme um plano e, neste sentido, o departamento de manutenção terá de negociar previamente com o departamento da produção quando poderá realizar estas ações de manutenção, procurando sempre aproveitar pequenas paragens de produção (associadas a mudanças de produção e afinações, por exemplo). As manutenções mais morosas deverão ser realizadas na intervenção anual programada. O plano de manutenção vai ficar anexado ao respetivo equipamento para que seja possível a sua consulta assim que houver necessidade pelas diferentes entidades. Desta forma, os responsáveis pelo planeamento de produção e da manutenção poderão analisar as próximas intervenções e fazer ajustes consoante o interesse de ambas as partes.

4.3. SOFTWARE SISTRADE

No decorrer deste trabalho foram criados os planos de manutenção preventiva para alguns dos equipamentos e transcritos para o *software*. A partir deste momento foi possível verificar a possibilidade de envio de alertas em forma de ordens de trabalho para realização das tarefas de manutenção de acordo com o plano e arquivo das mesmas, embora ainda com algumas falhas na parte de programação do *software* que ficaram por ser ultrapassadas.

Uma vez que era ainda recente a implementação deste programa na empresa, o seu desenvolvimento estava essencialmente focado na parte da gestão da produção ficando o sector da manutenção um pouco para segundo plano. Ainda assim foi possível compreender a sua base de funcionamento e algumas utilidades a aplicar num futuro, tais como:

Emitir alertas para o departamento de manutenção:

- Indicação de manutenção preventiva;
- Pedidos de manutenção.

Elaborar gráficos através dos dados obtidos nas OT:

- Tempo de intervenção em avarias;
- Tempo de manutenção preventiva;
- Secção/equipamento com maior registo de intervenções;
- Custos associados à manutenção.

O presente capítulo foi dedicado às propostas de melhoria no sistema de manutenção. O próximo capítulo será dedicado à análise dos registos de intervenções realizadas com o objetivo de identificar os equipamentos críticos. Esta análise permitirá conhecer os principais órgãos causadores das avarias e propor melhorias no sistema.

CAPÍTULO V – ANÁLISE DE DADOS DAS INTERVENÇÕES

5.1. ANÁLISE DO REGISTO DE INTERVENÇÕES

A manutenção da empresa em estudo regista os seus pedidos de intervenções em formato eletrónico (Excel), armazenando-os em diferentes pastas com referência ao mês a que pertencem e identificados com o número da intervenção correspondente. Nestes documentos os técnicos devem preencher os campos existentes para, posteriormente, servir para histórico e possibilitar o estudo da manutenção. Como já mencionado no parágrafo 3.2.3, os campos a preencher são: número de intervenção, identificação da secção e equipamento, estado do equipamento, data e hora do pedido de intervenção, tempo gasto na intervenção (data e hora de início e fim), descrição do pedido de intervenção e do trabalho realizado, descrição de trabalhos externos e identificação da entidade realizadora (caso aconteça), nome do responsável pela reparação e de quem a solicitou.

O estudo dos dados das intervenções recaiu sobre o período entre janeiro e julho de 2017, com o intuito de conhecer os pontos críticos dos equipamentos e, com isto, permitir melhorar o desempenho global da empresa. Contando com um total de 709 intervenções, estas são apresentadas distintamente pelo tipo de manutenção (corretiva ou preventiva) na tabela 12 e Tabela 13.

Tabela 12 – Distribuição das intervenções de manutenção.

| Equipamento | Intervenções | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----|-----------------|-----|-------|------|
| | Man. Corretiva | | Man. Preventiva | | Total | |
| Equipamento principal | 534 | 92% | 102 | 81% | 636 | 90% |
| Equipamento auxiliar | 49 | 8% | 24 | 19% | 73 | 10% |
| Total | 583 | 82% | 126 | 18% | 709 | 100% |

Tabela 13 – Distribuição dos tempos gastos em manutenção.

| Equipamento | Tempo gasto em manutenção (horas) | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-----|-----------------|-----|-------|------|
| | Man. Corretiva | | Man. Preventiva | | Total | |
| Equipamento principal | 535,6 | 92% | 169,8 | 76% | 705,4 | 87% |
| Equipamento auxiliar | 48,6 | 8% | 53,3 | 24% | 101,9 | 13% |
| Total | 584,2 | 72% | 223,1 | 28% | 807,3 | 100% |

De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que cerca de 10% das intervenções foram efetuadas a equipamentos auxiliares da produção, secções e infraestrutura. Estes dados foram apresentados como “Outros” para fins de análise. Verifica-se ainda que cerca de 82% das intervenções são de carácter corretivo, arrecadando 72% do tempo total gasto em

intervenções. Já as intervenções preventivas representam uma porção mais pequena, contando com 18% do número total de intervenções e 28% do tempo gasto em intervenções.

De notar que, parte dos técnicos de manutenção não faziam o registo das intervenções efetuadas, apresentando assim um número reduzido de registos em comparação com as intervenções efetivamente realizadas. Este facto acaba por influenciar o estudo dos dados obtidos, por apresentar dados que não correspondem com a realidade.

Há 23 intervenções que foram consideradas do tipo preventivo, uma vez que eram vistas como trabalhos de manutenção não corretiva e que passavam por intervenções do tipo: montagem de sistema de tiragem de fumo, montagem de equipamentos, etc.. Estes trabalhos também não são considerados preventivos por definição, mas como são de carácter de conservação ou ampliação das instalações, foram contabilizadas como preventivo para fins de análise.

5.2. INTERVENÇÕES EM EQUIPAMENTOS DA PRODUÇÃO

Com a análise dos registos de manutenção obteve-se os equipamentos que apresentavam maior número de registos de intervenções, sendo considerados críticos para a produção. Segundo esta análise e como mostrado no gráfico da figura 28, os equipamentos da secção de corte são os mais problemáticos, onde se pode destacar o equipamento “VC12”, “VC9” e “VC6”. Estes são os que apresentam maiores custos de mão-de-obra, necessitando de uma análise detalhada com o intuito de se encontrar as suas causas para proceder a uma possível melhoria.

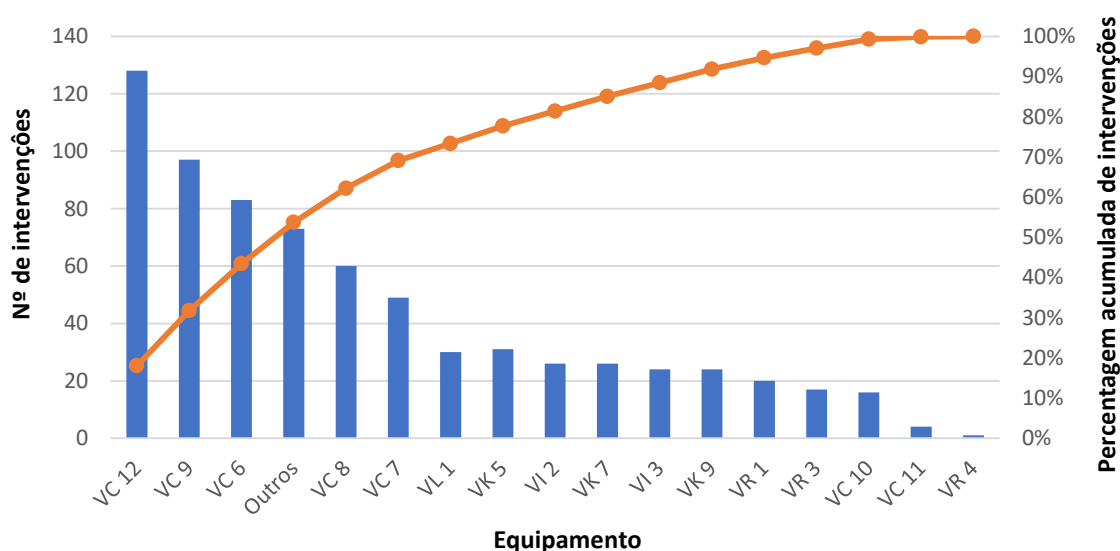


Figura 28 – Gráfico de Pareto da distribuição das intervenções.

Estes equipamentos são os que apresentam um maior número de intervenções, perfazendo cerca de 43% das intervenções realizadas e ocupando cerca de 34% do tempo total de intervenções, como se pode visualizar na Figura 29.

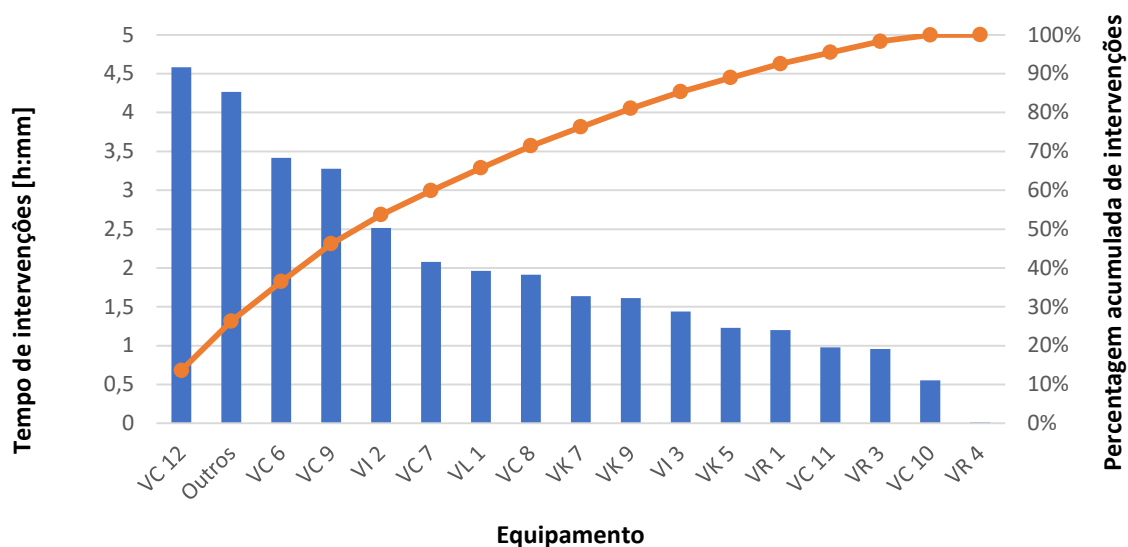


Figura 29 – Gráfico de Pareto da distribuição do tempo despendido nas intervenções.

Nos gráficos da figura 28 e Figura 29 é possível visualizar que as intervenções identificadas como “outros” apresentam um elevado número de registos e tempo gasto em intervenção. Isto deu-se em grande escala porque a empresa se encontrava em fase de crescimento no que concerne às suas infraestruturas e equipamentos, requerendo mais mão-de-obra das pessoas pertencentes ao departamento de manutenção neste tipo de operações.

De acordo com o gráfico da figura 30 pode-se observar que a secção do corte é a que apresenta uma maior percentagem de intervenções, registando 62% do total, seguindo-se a extrusão com 12%.

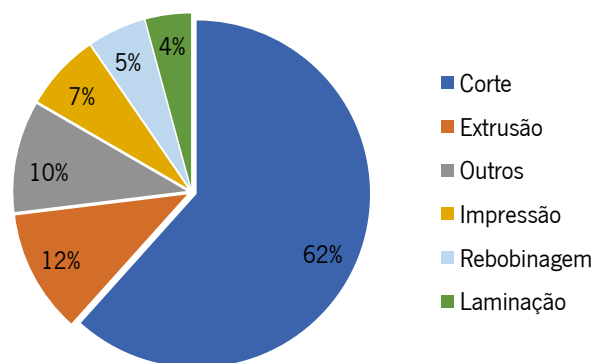


Figura 30 – Distribuição do número de intervenções por secção.

Durante este período pôde-se constatar que a secção de corte era a mais debilitada, dado o número de intervenções a equipamentos desta secção. Isto poderá ter sido influenciado pelo facto do departamento de produção exigir valores de produção elevados, levando os operadores a desrespeitar os “limites” dos equipamentos. Para catapultar este facto, os operadores que apresentarem um número mais elevado de produção recebem um “prémio de incentivo”. Isto faz com que os operadores olhem essencialmente à quantidade a produzir e menos à qualidade, desprezando a conservação dos equipamentos, uma vez que são os operadores a afinar e a introduzir os parâmetros de funcionamento, tais como: medidas de corte e soldadura, temperaturas das barras de soldar (conforme o tipo de material a operar), pressão das barras de soldar, velocidades de funcionamento, entre outras. Para combater esta situação poder-se-ia acrescentar os parâmetros de trabalho a introduzir em cada equipamento nas ordens de trabalho, tendo em conta o material a ser produzido e as condições do equipamento, por ser muito comum colocarem as temperaturas de solda mais elevadas para permitir assim aumentar a velocidade do equipamento.

Na imagem da Figura 31 está representada a percentagem de tempo gasto nestas intervenções, destacando-se a secção do corte que apresenta 50% do tempo gasto.

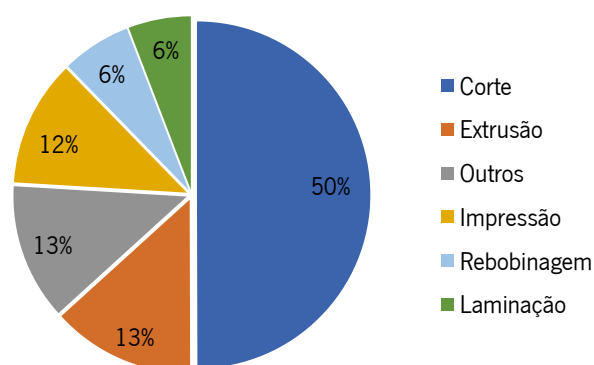


Figura 31 – Distribuição do tempo utilizado nas intervenções por secção.

5.3. CÁLCULO DE INDICADORES

De forma a facilitar a tomada de decisões no que concerne ao desempenho da equipa de manutenção, é fundamental reunir informações que nos permita calcular alguns indicadores. Atualmente, os tempos de reparação eram obtidos através das fichas de intervenção em prática, preenchidas no computador situado na oficina e, essencialmente, por apenas dois dos técnicos de manutenção. Relativamente aos tempos de funcionamento dos equipamentos, como não era feito o registo destes dados, torna-se impossível calcular com exatidão os indicadores que utilizam este parâmetro. Uma vez que a empresa trabalha sem interrupção, admitiu-se que os equipamentos trabalham todos os dias do ano 24 horas por dia.

Os indicadores de disponibilidade, fiabilidade e manutibilidade serão abordados posteriormente e apenas será possível obtê-los caso se conheça o tempo de funcionamento dos equipamentos e o tempo técnico de reparação. Neste sentido, os dados obtidos para cálculo dos indicadores não irão corresponder aos reais, sugerindo-se serem colocados nas folhas de obra os campos onde os operadores pudessem colocar os tempos de mudanças de materiais e afinações de máquina, tempos de paragem para limpeza, entre outros, para possibilitar o cálculo mais rigoroso.

Manutibilidade – Tempo médio de intervenção

Este parâmetro é obtido através da razão entre o tempo total gasto nas intervenções num dado equipamento e o número total de intervenções registadas, permitindo saber as avarias que apresentam uma maior mobilização de mão-de-obra da manutenção e, neste mesmo sentido, um maior tempo de indisponibilidade do equipamento. No gráfico da figura 32 estão apresentados os tempos médios de intervenção de cada equipamento da produção, onde pode-se destacar os equipamentos “VI3”, “VK9” e “VR1” como os que arrecadaram um maior custo médio de mão-de-obra por intervenção, correspondendo a equipamentos pertencentes à secção da impressão, extrusão e rebobinagem. Em relação às intervenções realizadas na “VI3”, grande parte direccionam-se para reparações de bombas pneumáticas que estão instaladas no equipamento para efetuarem o transporte de tinta. Estas intervenções não impedem o funcionamento do equipamento mas acabam por condicionar o seu bom funcionamento, tendo sido contabilizada como uma intervenção de carácter corretivo no equipamento. O tempo dispensado nas intervenções do equipamento “VK9” esteve relacionado, essencialmente, à substituição da cabeça de extrusão e intervenções no recotrim⁸. A substituição da cabeça de extrusão é uma operação demorada e deverá ser feita de acordo com a sua condição, ou seja, sempre que a qualidade do produto final esteja afetada (material com pontos negros, poros, etc.). Já o equipamento “VR1” registou maior tempo de intervenção no conjunto tração (constituintes que fazem a tração do filme plástico).

⁸ Recotrim é um equipamento auxiliar da extrusão que tritura o filme anteriormente extrudido, voltando à sua forma inicial de grão.

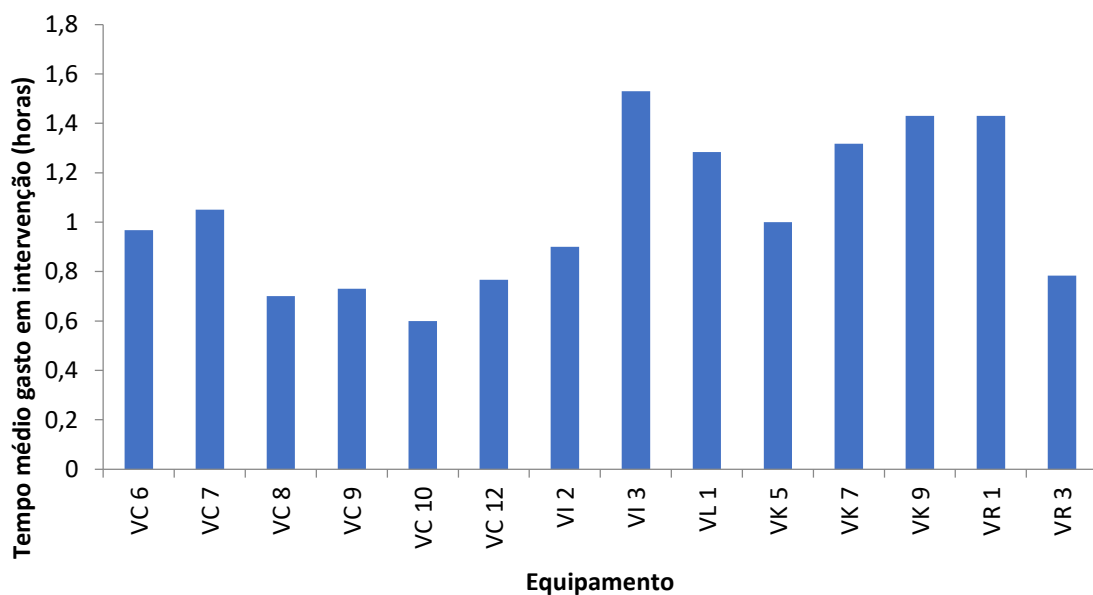


Figura 32 – Tempo médio gasto nas intervenções em equipamentos de produção.

Na Tabela 14 estão evidenciados os equipamentos que apresentam um MTTR maior.

Tabela 14 - Resultado dos cálculos do MTTR (apresentação dos valores máximos).

| Equipamento | MTTR (horas) |
|-------------|--------------|
| VI03 | 1,53 |
| VK09 | 1,43 |
| VR01 | 1,43 |

Na tabela 15 pode-se visualizar o tempo médio gasto em intervenções correspondente a cada secção, em que a secção do corte apresenta o menor tempo médio para reparações e a secção de laminação o mais elevado, estando as restantes secções com valores próximos desta última.

Tabela 15 – Tempo médio despendido em intervenção por secção.

| Tipo de equipamentos | Tempo médio gasto em intervenção |
|----------------------|----------------------------------|
| Extrusão | 1h e 15 minutos |
| Rebobinagem | 1h e 07 minutos |
| Impressão | 1h e 13 minutos |
| Laminação | 1h e 17 minutos |
| Corte | 48 minutos |

Fiabilidade - Tempo de funcionamento entre avarias

A fiabilidade é determinada através do parâmetro MTBF – Média dos Tempos de Bom Funcionamento, como referido anteriormente no parágrafo 2.9.2. Este indicador informa a média de tempo decorrido entre a ocorrência de duas avarias. No gráfico da Figura 33 constam os equipamentos de produção com os devidos tempos registados, onde se pode destacar o equipamento “VK9” com maior tempo de funcionamento entre avarias e os equipamentos “VC12” e “VC9” com menor tempo de funcionamento.

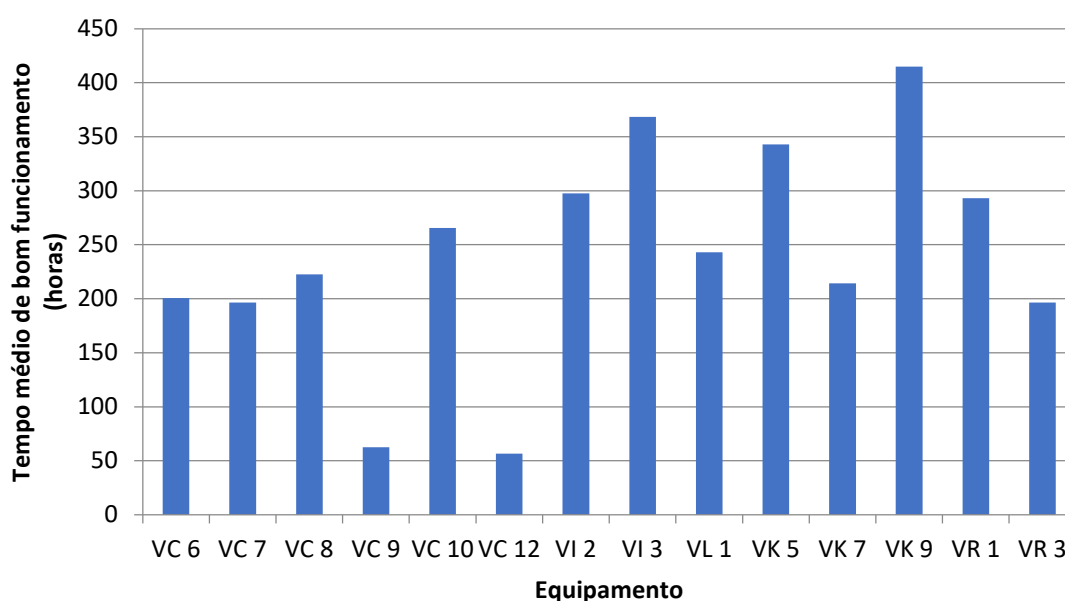


Figura 33 – Tempo médio de bom funcionamento dos equipamentos de produção.

Conforme a Tabela 16, o equipamento “VC12” é o que apresenta uma fiabilidade menor, logo requer maior atenção por parte da manutenção. Dos valores obtidos pode-se concluir que por cada 56,56 horas de trabalho há necessidade de intervir para reparação.

Tabela 16 – Resultado dos cálculos do MTBF (apresentação dos valores mínimos).

| Equipamento | MTBF (horas) |
|-------------|--------------|
| VC12 | 56,56 |
| VC09 | 62,52 |
| VC07 | 196,58 |

O objetivo por parte da gestão da manutenção passa por conseguir um valor de MTBF elevado, ou seja, que ocorram poucas paragens para intervenções e conseguir o maior tempo possível de atividade dos equipamentos. Os dados necessários para a obtenção deste indicador devem ser registados no momento da reparação para que coincida com a realidade e se obtenham valores com precisão.

Disponibilidade dos equipamentos

Para calcular o indicador da disponibilidade dos equipamentos da produção é necessário conhecer os parâmetros MTBF e MTTR. Assim sendo, deve-se conhecer o tempo de funcionamento dos equipamentos e o tempo técnico de reparação das avarias. Para obter os dados deste indicador foi estipulado o tempo de funcionamento dos equipamentos, uma vez que não existia grande detalhe nesta informação. Já o tempo técnico de reparação das avarias foi obtido das fichas de intervenção elaboradas pelos técnicos executantes.

Na tabela 17 constam os equipamentos com menor disponibilidade registada, onde se pode dar destaque a equipamentos de corte.

Tabela 17 - Resultado dos cálculos do indicador da disponibilidade (apresentação dos valores mínimos).

| Equipamento | Disponibilidade (%) |
|--------------------|----------------------------|
| VC12 | 98,66 % |
| VC09 | 98,84 % |
| VC07 | 99,47 % |

Como referido anteriormente, os valores obtidos não correspondem à realidade e apenas servem de referência.

5.4. ESTUDO DAS AVARIAS POR EQUIPAMENTO

Após saber quais os equipamentos que apresentam maior número de intervenções, cabe agora apresentar as avarias mais frequentes e as que implicaram maiores gastos de mão-de-obra com intuito de desvendar as causas e definir possíveis soluções.

Como já referido anteriormente e de acordo com o gráfico da figura 28, os equipamentos “VC12”, “VC9” e “VC6” são os que apresentam um maior número de intervenções e aos quais se vai examinar o tipo de intervenção mais recorrente. Assim sendo, são apresentadas no gráfico da Figura 34 as avarias que ocorreram com mais frequência no equipamento “VC12”. Pode-se verificar um total de 86 intervenções na “barra de corte” que representa 71% das intervenções registadas. Este é um problema que deve ser tratado com especial atenção, uma vez que revela um grande número de registos.

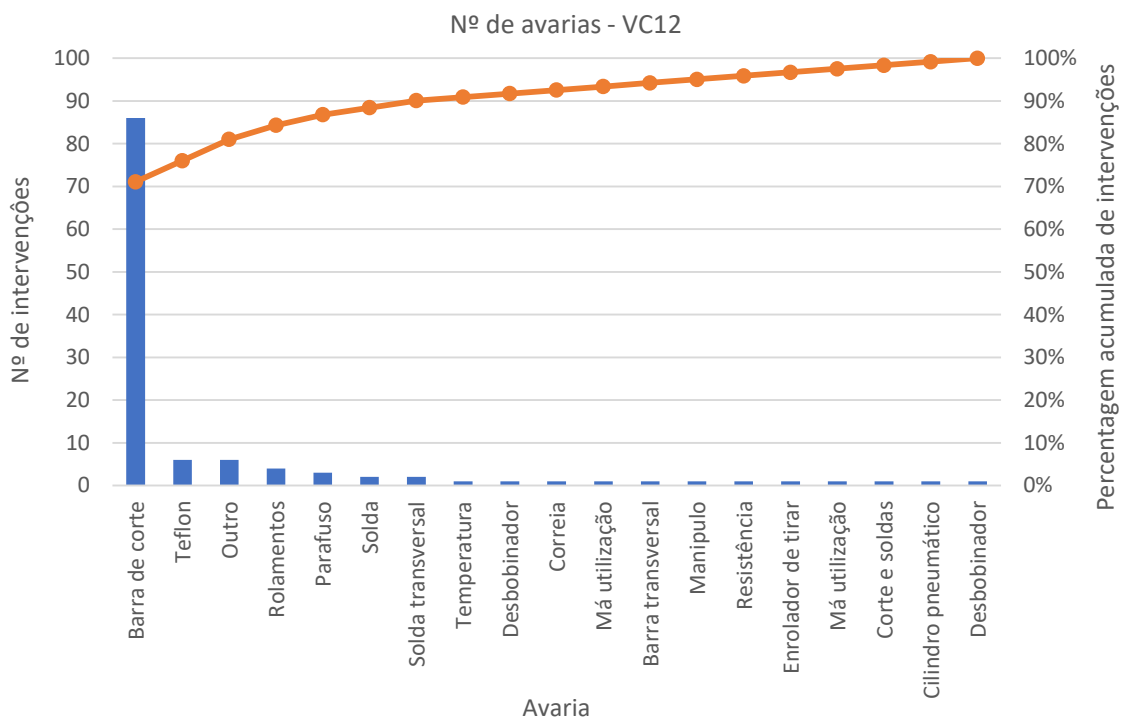


Figura 34 - Gráfico de Pareto das avarias identificadas no equipamento "VC12".

No gráfico da Figura 35 pode-se constatar que as avarias que apresentam um maior número de ocorrências são as que, de igual forma, apresentam maior tempo despendido em intervenção, com 65,42 horas dispensadas a tratar da avaria "barra de corte" que efetiva 71 % do total das intervenções.

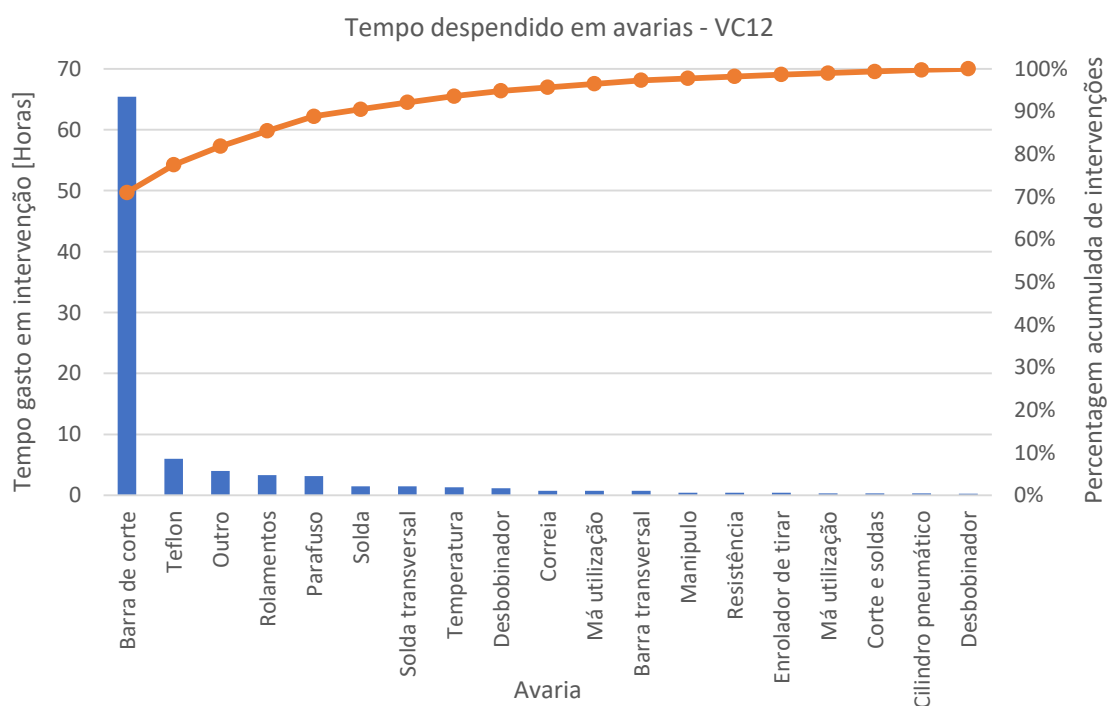


Figura 35 - Gráfico de Pareto do tempo gasto em intervenções no equipamento "VC12".

Em relação às avarias reportadas no equipamento “VC9”, segundo equipamento a apresentar um maior número de intervenções, tem-se como avarias ocorridas com maior frequência as mesmas apresentadas no equipamento “VC12”. A avaria “Barra de corte” soma um total de 42 intervenções que representa 47 % do total das intervenções. De seguida, tem-se a avaria “Teflon” que apresenta uma quantidade significativamente menor, contando com 18 intervenções e 20 % do total.

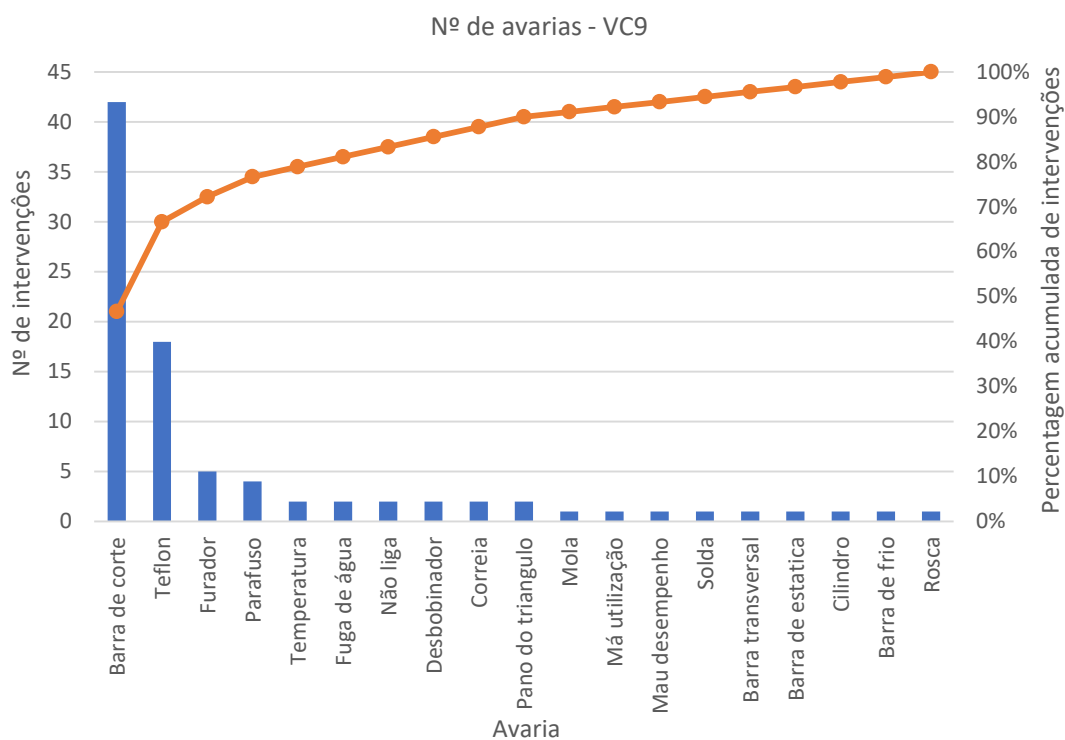


Figura 36 – Gráfico de Pareto das avarias identificadas no equipamento “VC9”.

A avaria “Barra de corte” conta com cerca de 47% do tempo gasto em intervenções no equipamento “VC9” contando com um total de 29,75 horas. Já as intervenções registadas como “teflon” apresentam um total de 15,67 horas que correspondem a 25 % do tempo gasto na totalidade.

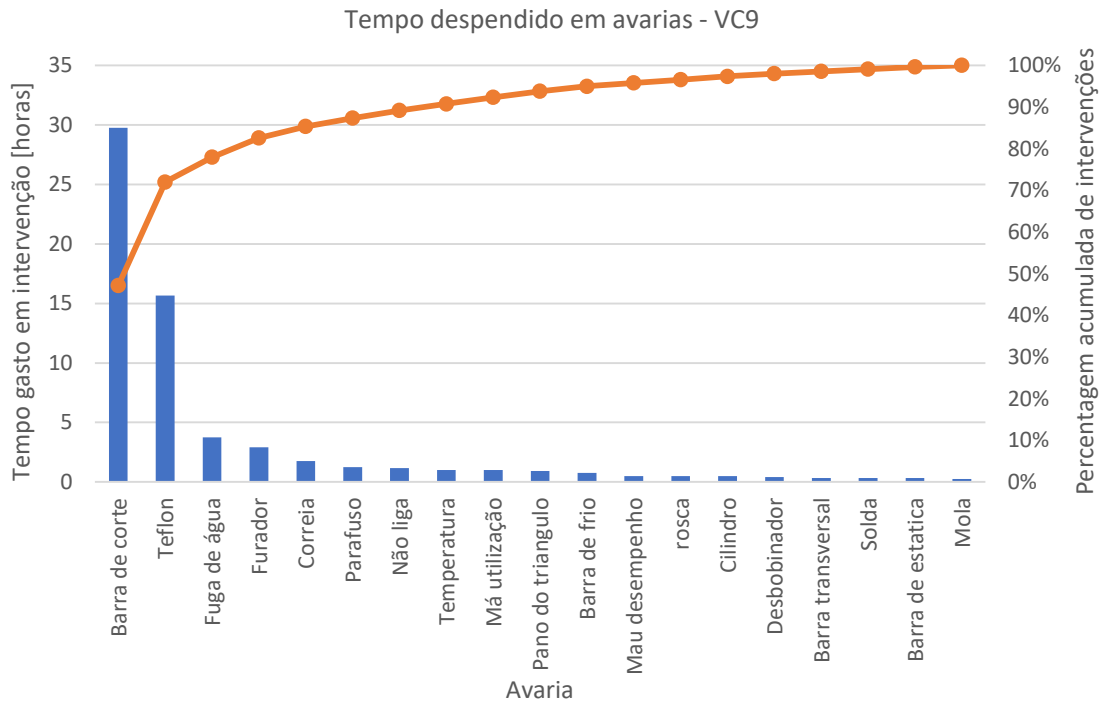


Figura 37 - Gráfico de Pareto do tempo gasto em intervenções no equipamento "VC9"

O equipamento "VC6" é o terceiro a apresentar um maior número de intervenções, no qual a avaria denominada "teflon" é a que regista maior incidência, apresentando 11 intervenções que corresponde a 16 % do total. De seguida tem-se a avaria no "reforço" com 9 intervenções registadas que perfaz cerca de 14 % do total.

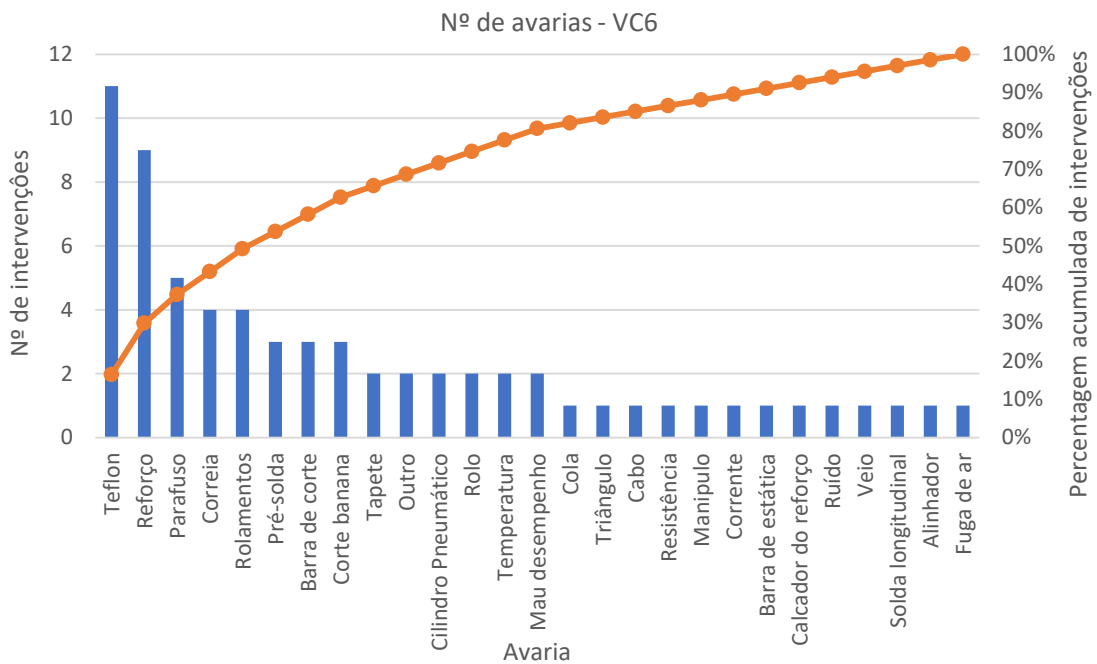


Figura 38 – Gráfico de Pareto das avarias identificadas no equipamento "VC6".

Atendendo à duração das intervenções no equipamento “VC6”, pode-se constatar no gráfico da figura 38 que, de igual modo ao registo do número de intervenções, as avarias que assinalam um maior tempo despendido em intervenção são: a avaria intitulada de “teflon” que apresenta 12,17 horas de intervenção e corresponde a 24 % relativamente ao total; o “reforço” que detém 4,92 horas de intervenção correspondendo a 9 % de incidência; o “corte banana” com 4,83 horas de intervenção e 10 % de incidência; e o “veio” com 4,75 horas e 9 % de incidência.

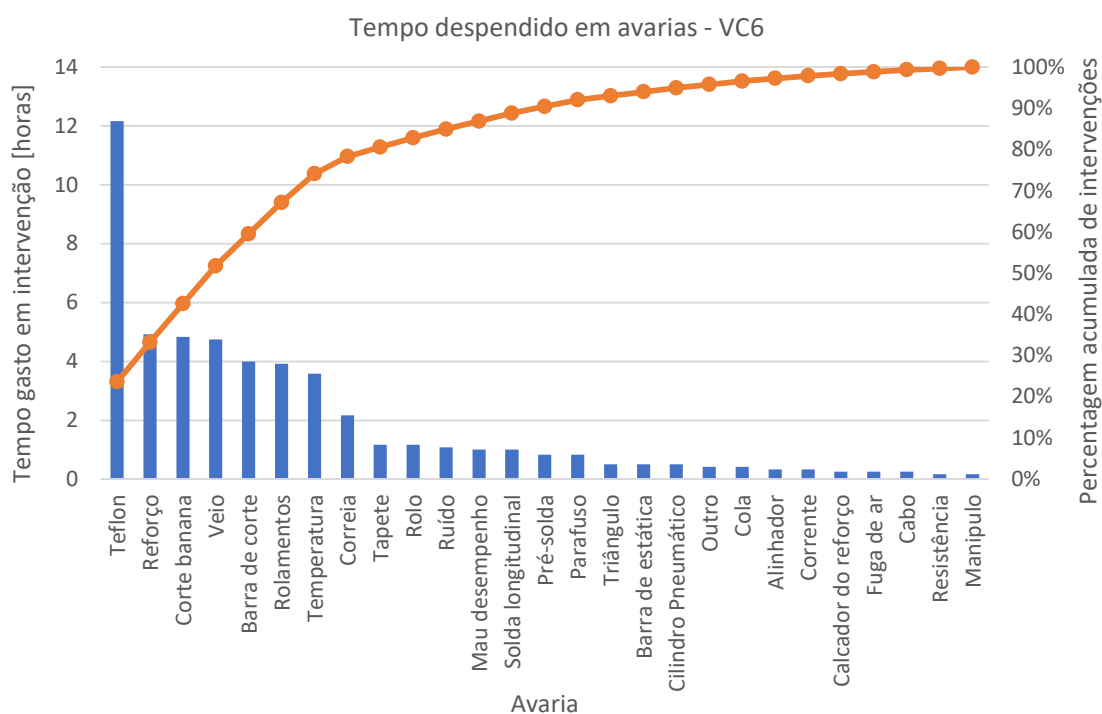


Figura 39 - Gráfico de Pareto das avarias identificadas no equipamento “VC6”.

Como se pode visualizar nos gráficos analisados anteriormente, existem avarias que são comuns aos diferentes equipamentos e que contam com uma frequência elevada, como é o caso da avaria “barra de corte” e “teflon”. Apesar da avaria “teflon” apresentar uma pequena fração comparativamente com a “barra de corte”, este problema acaba por ser comum nestes equipamentos.

Com a finalidade de melhorar o desempenho do sistema de manutenção, os tipos de avarias acima mencionados devem ser estudados e solucionados para possibilitar a diminuição dos tempos de indisponibilidade e os custos globais que acarretam para a empresa. No entanto, apesar destas serem as avarias com maior número de ocorrências não significa que as mesmas apresentem um maior gasto para a empresa. Este é o caso das avarias na secção de extrusão que por norma implicam um novo arranque do equipamento, traduzindo-se num custo acrescido relativamente a desperdício. Daí deverá ser dada mais importância e prioridade a estes equipamentos, como já referenciado anteriormente. Nestes casos deverá ser analisado o custo destas paragens e fazer uma estimativa da inoperacionalidade do equipamento com o intuito de tomar algumas decisões relevantes.

5.4.1. ANÁLISE DAS AVARIAS RECORRENTES

Como forma de tentar solucionar as avarias que registaram maior número de ocorrências, foi feito o estudo de possíveis alterações com vista a aumentar a disponibilidade destes equipamentos.

- Equipamento VC12 – “Barra de corte”

Este equipamento utiliza o sistema de corte denominado corte em tesoura, feito pelo conjunto lâmina – contra lâmina, em que a contra lâmina está fixa a um bloco inferior e a lâmina faz o movimento descendente para efetuar o corte. Na Figura 40 está representado o seu funcionamento.

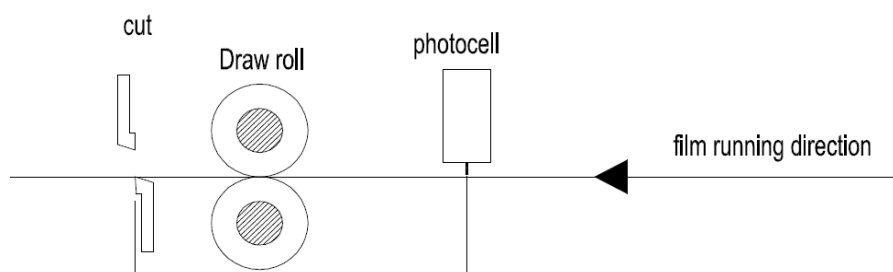


Figura 40 – Mecanismo de corte do equipamento “VC12” (fonte: manual VC12).

A lâmina, situada na parte superior, tem um determinado declive que permite o corte em tesoura, ou seja, faz o corte de uma das extremidades para a outra. A lâmina possui três rasgos (1) que permitem o ajuste da inclinação, devendo ter uma distância de 8-10 mm entre o gume de corte na extremidade esquerda da lâmina e a superfície da contra lâmina, quanto a lâmina se encontrar a tocar na contra lâmina na zona de fixação mais à direita, como ilustra a Figura 41.

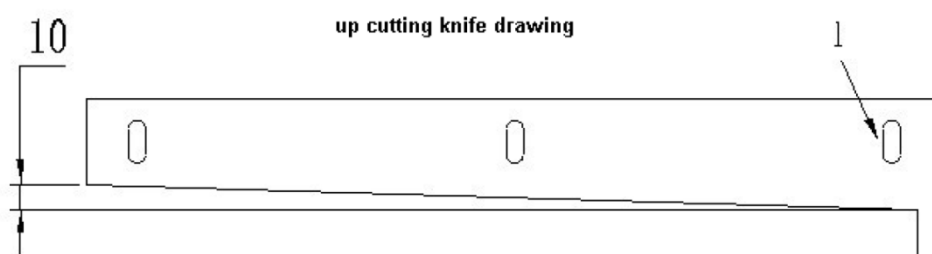


Figura 41 – Ilustração da posição da lâmina superior do equipamento “VC12”.

No bloco onde a contra lâmina está fixa existe um mecanismo que possibilita ajustar a pressão do conjunto lâmina – contra lâmina, como se pode visualizar na ilustração da Figura 42.

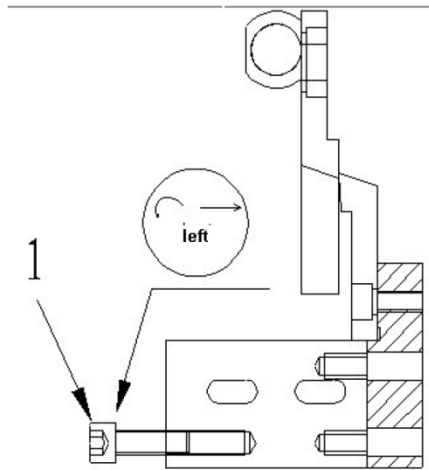


Figura 42 – Esboço do ajuste de pressão lâmina – contra lâmina

Após análise deste sistema de corte foi possível constatar que é propício a desgaste devido à fricção existente na zona de corte do conjunto, perdendo-se a aresta de corte com relativa facilidade, o que depois origina um corte menos eficiente, ficando o saco plástico com pequenas “rebarbas”. Este problema poderia ser solucionado com a alteração para outros sistemas de corte já conhecidos e com algumas vantagens em comparação com este. Assim, descrevem-se duas possíveis soluções:

- Corte feito por lâmina dentada (ou serrilhada) – Quando a lâmina faz o movimento descendente para realizar o corte sobre uma contra lâmina, os calcadores (posicionados antes e depois da lâmina) devem já estar a pressionar o filme para que não aconteça deslizamento, efetuando um corte limpo.
- Corte feito por lâmina vaivém – Este tipo de corte é feito por uma lâmina de pequena dimensão (tipo lâmina de bisturi) em forma triangular, contendo dois gumes de corte. Assim, a cada movimento linear que a lâmina efetue faz um corte, com a ajuda de duas barras que fazem de calcador (antes e depois da lâmina).
 - Equipamento VC9 – “Lâmina de soldar e corte”

No equipamento VC9 o sistema de corte é formado por uma lâmina a alta temperatura (até 400 °C) que solda e corta ao mesmo tempo, no momento em que a lâmina encosta num rolo revestido a teflon. A degradação do teflon está relacionada com a temperatura de solda aplicada na barra e a pressão que a lâmina exerce sobre o rolo. Na Figura 43 pode-se ver a degradação do teflon existente num rolo de celeron⁹.

⁹ Celeron é um plástico compósito que possui grande resistência ao impacto e ao desgaste



Figura 43 – Rolo em Celeron revestido com folha de teflon.

Sugestão de solução para o problema:

Pôde-se constatar que a constituição do rolo revestido a teflon era de um material relativamente duro (celeron) para a função que desempenhava, fazendo com que não existisse um “amortecimento” no momento de contacto da lâmina com o rolo, acelerando o processo de degradação da folha de teflon. Desta forma, foi sugerido substituir o rolo de celeron por um rolo de silicone (Figura 44), uma vez que o silicone é um material que absorve alguma pressão no contacto do rolo com a lâmina, enquanto o celeron, dado a sua dureza, não o permite.



Figura 44 – Rolo em silicone como alternativa.

No presente capítulo fez-se a análise dos registos de intervenções. No próximo capítulo será elaborada a conclusão deste trabalho e apresentadas as perspectivas para trabalhos futuros.

CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO E SUGESTÃO DE TRABALHOS

FUTUROS

6.1. CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu consolidar a ideia de que nenhum sistema sobrevive sem manutenção, existindo a necessidade de manter os equipamentos nas melhores condições para desempenhar a função para a qual foram projetados, tornando-se assim uma fonte de rendimento para as empresas. Contudo, a função manutenção não se restringe apenas a manter os equipamentos operacionais, mas sim em saber identificar problemas e propor soluções capazes de melhorar tanto o desempenho dos equipamentos como da equipa de manutenção. Em determinadas situações, é mais viável economicamente a modificação de um equipamento com vista a melhoria em vez de o manter nas condições do projeto original.

Os planos de manutenção e o registo histórico são a base de todo o sistema de manutenção e devem ser desenvolvidos e sistematicamente analisados em concordância com o objetivo de suprimir os principais problemas. Neste sentido, foi criado o manual de manutenção onde constam os planos e fichas técnicas dos equipamentos que vão dar suporte à manutenção. O conteúdo da ficha do pedido de intervenção sofreu algumas alterações, uma vez que a que estava em uso não continha alguns campos de informação relevante para tratamento de dados, tais como identificação do tipo de trabalho pedido, da natureza da avaria, do sintoma, do órgão em causa, entre outros. Também foi sugerido que se começasse a preencher esta ficha de intervenção no seu formato físico e que não dependesse apenas do técnico da manutenção, tornando-se possível armazenar informação mais precisa e com a verificação de órgãos superiores, resolvendo ainda a questão de ser um objeto alvo de auditoria e de ter que responder a certos requisitos. No futuro, esta informação passará a ser preenchida no programa de manutenção, onde constarão os mesmos campos de preenchimento mas o tratamento e armazenamento de dados será facilitando. Sem estes documentos devidamente preenchidos torna-se difícil monitorizar a manutenção.

O objetivo principal da empresa era o desenvolvimento da aplicação da manutenção preventiva nos equipamentos através do *software* de gestão – SisTrade. Inicialmente, fez-se recolha da informação necessária para a sua aplicação e foram criadas as listas de tarefas no *software*, com a discriminação das tarefas e a sua periodicidade. A sua evolução não foi conseguida por ainda não estarem reunidas algumas condições que permitissem a sua aplicação, como por exemplo a emissão de alertas de acordo com o tempo decorrido de operação. O desenvolvimento do *software* estava ainda em estudo para dar resposta à gestão da produção, ficando as funcionalidades relativas à manutenção para segundo plano. Este foi um dos obstáculos enfrentados e a sua solução passou por consciencializar as pessoas envolvidas nas operações de manutenção da importância que deverá ser dada as tarefas de manutenção e ao registo minucioso, colocando em prática o registo em formato físico.

Apesar da reduzida quantidade de registos comparativamente com as intervenções realizadas, a análise das fichas de intervenção existentes permitiu identificar os equipamentos com maior número de avarias e os tipos de falhas mais recorrentes. A avaliação dos resultados deve servir como forma de orientar a empresa a tomar melhores decisões, permitindo avaliar o tipo de manutenção mais adequado a aplicar ou, até em alguns casos, ponderar a substituição do equipamento, procurando soluções economicamente favoráveis.

Para uma sólida organização da gestão de equipamentos é essencial a inventariação de todos os elementos pertencentes à empresa. Foi proposto um sistema de codificação que permitisse decompor o sistema em diferentes níveis estruturais, aumentando o grau de detalhe.

6.2. TRABALHOS FUTUROS

À medida que se vai caminhando na exploração de novas oportunidades de melhoria surgem inúmeras situações apontadas como possíveis casos de estudo que visam progresso. Desta forma são enumeradas algumas propostas de trabalhos futuros:

- Inventariar todo o parque de equipamentos com o sistema de codificação proposto;
- Elaborar os planos de manutenção para os restantes equipamentos de produção e auxiliares, com base nas indicações dos manuais técnicos e na experiência dos técnicos de manutenção, tendo especial atenção aos de maior índice de criticidade;
- Estudar a viabilidade de introduzir uma paragem semanal programada para tarefas básicas de manutenção;
- Criar planos de manutenção autónoma e formar os operadores para a realização de tarefas de manutenção de 1º e 2º nível;
- Desenvolver o programa de manutenção através do *software SisTrade*, facilitando a aplicação da gestão de manutenção;
- Listar todo o material existente no armazém da oficina que serve de apoio à manutenção através do sistema de codificação, permitindo a pesquisa rápida por referência e a atribuição de uma relação de quantidade necessária a manter de acordo com as necessidades dos equipamentos.
- Estudar a composição dos diferentes equipamentos existentes para normalizar os componentes comuns aplicados na manutenção;
- Analisar a viabilidade de fazer manutenção aos equipamentos de ar comprimido internamente, formando os técnicos de manutenção;
- Analisar os custos associados à manutenção;
- Recolher informação sobre os tempos de produção para cálculo de indicadores com maior rigor.

REFERÊNCIAS

- Bravo, P. M. (Março de 2013). *Dissertação de Mestrado: Estudo de Melhoria do Planeamento e Controlo da Manutenção numa Empresa Metalomecânica*. Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa.
- Cabral, J. P. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção, 5ª edição*. Lisboa: Lidel.
- Cuignet, R. (2006). *Gestão da Manutenção - Melhore os desempenhos operacionais e financeiros da sua manutenção*. Lisboa: Lidel.
- Faria, N. A. (2013). *Dissertação de Mestrado - Elaboração e implementação de um plano geral de manutenção preditiva, preventiva e curativa*. Porto - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Farinha, J. M. (1994). *Dissertação de Doutoramento - Uma abordagem terológica da manutenção dos equipamentos hospitalares*. Porto - Faculdade de Engenharia do Porto.
- Filipe, E. F. (2014). *Dissertação de Mestrado: Gestão de Manutenção de uma Empresa Gráfica*. Lisboa - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Filipe, F. M. (2006). *Relatório de Dissertação: Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- IPQ. (2007). *NP EN 13306:2007, European Standard, versão Portuguesa - Terminologia da Manutenção Portugal*.
- Kans, M. (2008). *An Approach for Determining the Requirements of Computerized Maintenance Management System. Computer in Industry, Vol. 59 pp. 32-40*.
- Miranda, A. S. (1993). *Apontamentos da disciplina de Manutenção Mecânica do 4º ano de Eng. Mecânica*. Guimarães - Universidade do Minho.
- Monchy, F. (1989). *A Função Manutenção*. Brasil: Ed. Ebras.
- Patton, J. (1995). *Preventive Maintenance*. USA: The International Society for Measurements and Control.
- Pereira, R. M. (2013). *Dissertação de Mestrado: Análise e desenvolvimento de Sistema de Gestão da Manutenção Industrial*. Porto - Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.
- Pinto, C. V. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção*. Monitor.
- Pinto, J. N. (2012). *Dissertação de Mestrado: Implementação da metodologia TPM numa empresa de produção de elevadores*. Guimarães - Universidade do Minho.
- Pinto, V. M. (1994). *Gestão da Manutenção*. IAPMEI.

Ribeiro, N. M. (2014). *Dissertação de Mestrado: Estudo sobre aplicação de Metodologia de Manutenção em Empresa de Tecidos Plásticos*. Guimarães - Universidade do Minho.

Saraiva, M. S. (2010). *Dissertação de Mestrado: A importância da Norma de implementação de Sistemas de Gestão da Manutenção na integração de Sistemas de Gestão*. Covilhã - Universidade da Beira Interior.

Souris, J.-P. (1992). *Manutenção Industrial - Custo ou Benefício*. Lisboa: LIDEL.

Sousa, J. P. (2011). *Dissertação de Mestrado: Organização do Sistema de Manutenção em Empresa de Lavandaria Industrial*. Guimarães - Universidade do Minho.

Vaz, J. M. (2017). *Dissertação de Mestrado: Otimização dos Planos de Manutenção Preventiva*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Vizelpas, L. (s.d.). *Documento interno - Organização da empresa*.

Vizelpas, L. (s.d.). *Documento interno - Planta das instalações*.

ANEXOS

Anexo A – Organogramas da empresa Vizelpas

Anexo B – Documentos em uso pelo departamento de manutenção

Anexo C – Manual Técnico

Anexo D – Fichas de Manutenção

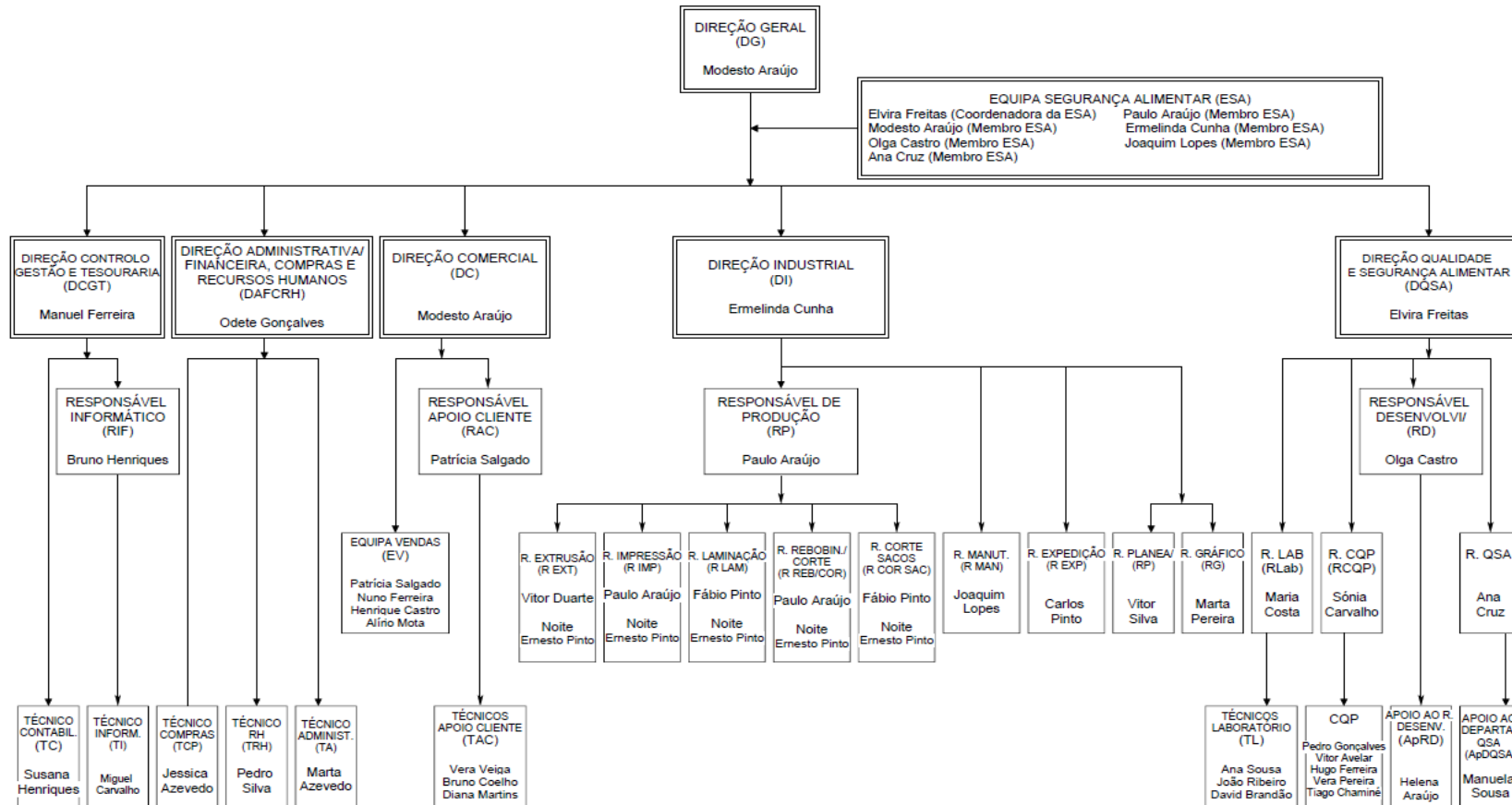
Anexo E – Inventário dos Equipamento

Anexo A- Organogramas da empresa Vizelpas



ORGANIGRAMA NOMINAL VIZELPAS

Elaborado: Modesto Araújo
 Aprovado: Modesto Araújo
 Data: 09/03/2017
 Rev:09



Mod001.01

Anexo B – Documentos em uso pelo departamento de manutenção

Ficha de intervenção

| PEDIDO DE INTERVENÇÃO | | | | | SECÇÃO | | MAQUINA | | 1 | | |
|--|-----------------|----------------------|--------------------|---------------|--|--|---------|----------------------------|----------|------------|-----------------|
| | | | | | ESTADO DA MAQUINA | | DATA | HORA | | | Tempo resolução |
| Em Funciona | Func. Condicion | Paragem programad | Paragem por avaria | PEDIDO INICIO | | | | 0:00 | 0:00 | | |
| Tipo de intervençã | | Orgão do equipamento | | FIM | | | | | | | |
| DESCRICÃO DO TRABALHO PEDIDO | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Descrever quem executou, trabalho realizado, observações, materiais utilizados, etc. | | | | | | | | Executantes | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Descrever nome da empresa, quem executou, tipo de trabalho e tempo para entrega | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| LIMPEZA LOCAL DOS TRABALHOS | | | | | Qualquer dificuldade deverá ser comunicada ao dep. da manutenção | | | TRABALHO FINALIZADO | | | |
| OPERADOR | | NUMERO | | | | | | SOLICITANTE | | EXECUTANTE | |
| | | DATA | | | | | | | | | |

Agendamento da Manutenção Anual

| | Q | S | S | D | S | T | Q | Q | S | S | D | S | T | Q | Q | S | S | D | S | T | Q | Q | S | S | D | S | T | Q | Q | S | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|-----|-----|---|---|---|----|-----|----|--------------------|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|------|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Janeiro | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | VC7 | | | | | | | | | | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | | | | |
| Fevereiro | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | VC6 | | | | | 18 | 19 | VC8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Março | | | | | | | VC8 | | | | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | K5 | | | | | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| Abril | | | 1 | 2 | VC10 | | | | | 6 | 7 | 8 | 9 | Chillers e ventil. | | | | | 14 | 15 | 16 | 17 | K7 | | | | | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | | |
| Maiο | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | K9 | | | | | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | |
| Junho | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | VL1 | | | | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | | | | | | |
| Julho | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | VC9 | | | | | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | VC12 | | | | | 29 | 30 | 31 | | | | | | | | |
| Agosto | | | | | Período de Férias | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Setembro | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | VI2 | | | | | 23 | 24 | 25 | 26 | VI3 | | | | | 30 | | | | | | | | |
| Outubro | | | | | Montagem da Extrusora Nova (REIFENHAUSER) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Novembro | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | VR1 | | | | | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | | | | |
| Dezembro | | 1 | 2 | 3 | 4 | VR3 | | | | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | | | | |

Feriados

Equipamentos:

| Corte | Chillers e ventilação | Extrusão | Impressão | Rebobinagem | Laminação |
|-------|-----------------------|----------|-----------|--------------------------|-----------|
| VC6 | Chiller1 | K5 | VI2 | VR1 | |
| VC7 | Chiller2 | K7 | VI3 | VR2 (Vendida) | VL1 |
| VC8 | Chiller3 | K9 | | VR3 | |
| VC9 | Ventilação | | | | |
| VC10 | | | | | |
| VC12 | | | | | |

Sujeito a pequenas alterações

Responsável pela Manutenção: _____



| MANUTENÇÃO ANUAL | | | |
|---|--------|--|--------------------------|
| MAQUINA | DATA | | |
| K9 | INICIO | | FIM |
| TRABALHOS A EXECUTAR | | | |
| Verificar instalação pneumática <small>(existência de água condensada no copo)</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Substituir tubos hidráulicos | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar filtros de ar comprimido | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar os filtros do ar ambiente | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar tensão das correias de transmissão | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar a tensão das correntes de comando | | | <input type="checkbox"/> |
| Limpeza e lubrificação <small>Ver folha auxiliar</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Revisão dos motores | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar funcionamento da ventoinha de arrefecimento | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar o nível de lubrificante presente dentro das redutoras | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar todos os suportes rotativos (chumaceiras) | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar suportes rotativos do rolo tensor <small>lubrificar com massa utilizando uma bomba</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar suportes dos eixos de comando rotação da unidade de corte transversal <small>lubrificar com massa utilizando uma bomba</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar suportes dos carros laterais de translação dos pinos de bloqueio dos mandris <small>lubrificar com massa utilizando uma bomba</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar suportes da unidade eixo alavancas de descarga dos mandris <small>lubrificar com massa utilizando uma bomba</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar suportes da unidade corrente de carregamento dos mandris <small>lubrificar com massa utilizando uma bomba</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificação da corrente de comando rotação da unidade de corte transversal <small>lubrificar com massa utilizando um pincel</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar corrente dos carros laterais de translação dos pinos de bloqueio dos mandris <small>lubrificar com massa utilizando um pincel</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar corrente de carregamento dos mandris <small>lubrificar com massa utilizando um pincel</small> | | | <input type="checkbox"/> |
| Limpeza externa e inspeção visual do Sistema hidráulico (fugas) | | | <input type="checkbox"/> |
| Limpar fotocélulas (ar comprimido ou pano) | | | <input type="checkbox"/> |
| Substituir óleo | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar e limpar/substituir os filtros do óleo | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar as velas de aquecimento (se presentes) | | | <input type="checkbox"/> |
| Limpeza e verificação dos fusos de extrusão | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar eventuais fugas óleo no carrinho do bobinador e verificar o nível | | | <input type="checkbox"/> |
| Verificar eventuais fugas de material na extrusora | | | <input type="checkbox"/> |

| | |
|--|--------------------------|
| Remover ferrugem e lubrificar rolos junto ao tratamento | <input type="checkbox"/> |
| Verificar aperto dos terminais das ligações elétricas | <input type="checkbox"/> |
| Limpeza do revestimento dos rolos atérmicos guia-balão (cabeça) | <input type="checkbox"/> |
| Limpeza da válvula de ar na saída (cabeça) | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar correia do codificador (caixa situada no motor da extrusora) Lub: High-tef Oil da INNOTECH | <input type="checkbox"/> |
| Limpeza das guias e patins dos ajustes do carro do bobinador Introduzir óleo nos Patins (cartuchos) com Mobil SHC 636 (ISO VG 680) | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar suporte orientáveis com rolamento Nota: Introduzir lentamente a massa; Lub em abundancia é prejudicial; Lub: ARMVAC 781 ou SHELL ALVANIA N.2 | <input type="checkbox"/> |
| Limpar e lubrificar correntes de movimentação Utilizar nafta/querosene e secar com jato de ar; lub: OPTIMOL Optiflex 320 | <input type="checkbox"/> |
| Limpeza do circuito de água das extrusoras | <input type="checkbox"/> |
| Verificar manómetros (Se necessário substituir) | <input type="checkbox"/> |
| Verificar e calibrar células de carga | <input type="checkbox"/> |
| Limpar filtros do circuito da água | <input type="checkbox"/> |
| Verificar/substituir filtros dos ventiladores de ar barras de volta (push) | <input type="checkbox"/> |
| Limpar ventiladores dos sistemas de extração das tiras | <input type="checkbox"/> |
| Verificar cabos de sondas, cabos das celulas de carga e cabos das resistências quanto a danos | <input type="checkbox"/> |
| Verificar tubos de ar | <input type="checkbox"/> |
| Lubrificar todas as articulações do cesto | <input type="checkbox"/> |
| Limpeza e lubrificação dos fusos do cesto | <input type="checkbox"/> |
| Verificar o estado de todos os cilindros revestidos | <input type="checkbox"/> |
| Chiller | |
| Limpar filtros presentes no porta evaporador | <input type="checkbox"/> |
| Limpar os filtros presentes no quadro elétrico | <input type="checkbox"/> |
| Limpar evaporador alhetado com jato de ar comprimido | <input type="checkbox"/> |
| Limpar o filtro condensador com feixe tubeiro | <input type="checkbox"/> |
| Apertar todos os bornes elétricos | <input type="checkbox"/> |

Cooler

Verificar se o valor da pressão indicado no manómetro da bomba corresponde ao indicado na bomba

Verificar se a temperatura da água está de acordo com as condições de projeto

Verificar se a água está limpa

Verificar o dispositivo de controlo

Certificar de que não existe perdas de água

Limpar filtro de água

Limpar bicos do sistema de pulverização

TRABALHOS EXECUTADOS E NÃO MENCIONADOS NA FOLHA ANTERIOR

| | |
|--|--------------------------|
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |
| | <input type="checkbox"/> |

OBSERVAÇÕES

| |
|--|
| |
|--|

SERVIÇOS EXTERNOS

| EMPRESA | DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS |
|---------|-----------------------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| Técnico de Manutenção | Assinatura | Técnico | Assinatura |
|-----------------------|------------|---------|------------|
| António Silva | | | |
| Filipe Torcato | | | |
| Joaquim Lopes | | | |
| Paulo Lima | | | |
| Pedro Carneiro | | | |
| Pedro Sousa | | | |
| Rui Salgado | | | |

| VERIFICAÇÃO DOS TRABALHOS EXECUTADOS | | | |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------|
| SECÇÃO | RESPONSÁVEL DE SECÇÃO | TRABALHOS | ASSINATURA |
| SE | Vitor Duarte | Serviços de manutenção | |
| SE | Vitor Duarte | Limpeza geral da maquina | |
| SE | Vitor Duarte | Limpeza área circundante | |

Anexo C – Manual Técnico

- Ficha Técnica dos Equipamentos



FICHA DE REGISTO nº. _____

IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Designação: _____

Código: _____

Centro de custos: _____

Localização / Área de produção: _____



FICHA TÉCNICA

| Identificação | Especificação |
|-----------------------|--|
| Marca: _____ | Pressão ar comprimido: _____ Potência: _____ |
| Modelo: _____ | Dimensão / Peso: _____ |
| Nº de Série: _____ | Espessura de filme: Mín. _____ ; Máx. _____ |
| Ano de Fabrico: _____ | Velocidade máxima: _____ |
| Representante | Outras: _____ |
| Email: | _____ |
| Contactos: | _____ |

SUBCONJUNTOS

| Elemento | Código |
|----------|--------|
| | |

ALTERAÇÕES REALIZADAS

PEÇAS DE SUBSTITUIÇÃO (EM *STOCK*)

| Código | Designação | Local aplicativo | Quantidade |
|--------|------------|------------------|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

- Ficha de Desempenho e Segurança



FICHA DE DESEMPENHO E SEGURANÇA nº. _____

Equipamento:

Data de ultima revisão:

PARÂMETROS DE DESEMPENHO

| Parâmetro | Valor |
|-----------|-------|
| | |

PARÂMETROS DE SEGURANÇA

| Em utilização |
|---------------|
| |
| Em manutenção |
| |

- Plano de Manutenção



Manutenção
PLANO DE MANUTENÇÃO
 Ficha nº. _____

Secção: _____ Equipamento: _____ Data da ultima revisão: _____

| Frequência | | | | | | Descrição da Tarefa | Condição do Equipamento (P/F) | Tempo estimado (H) | Ferramentas/Materiais | Observações |
|---|---------|--------|------------|-----------|-------|---------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------|
| Diária | Semanal | Mensal | Trimestral | Semestral | Anual | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| V-Verificar; S-Substituir; Lub-Lubrificar; L-Limpar; D-Drenar; I-Inspeccionar; A-Afinar; T-Testar; P-Parado; F-Funcionamento | | | | | | | | | | |

Anexo D – Fichas de Manutenção

- Pedido de Intervenção



Manutenção PEDIDO DE INTERVENÇÃO n.º _____

| | | | |
|--|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| PEDIDO: | | INÍCIO DA INTERVENÇÃO: | |
| em: ____ / ____ / ____ às ____ h ____ | | em: ____ / ____ / ____ às ____ h ____ | |
| ARRANQUE DO EQUIPAMENTO: | | FIM DA INTERVENÇÃO | |
| em: ____ / ____ / ____ às ____ h ____ | | em: ____ / ____ / ____ às ____ h ____ | |
| SECÇÃO: | EQUIPAMENTO: | | |
| ÓRGÃO DO EQUIPAMENTO: | | | |
| ESTADO DO EQUIPAMENTO (assinalar com X) | | | |
| PARAGEM POR AVARIA | <input type="checkbox"/> | PARAGEM PROGRAMADA | <input type="checkbox"/> |
| FUNCIONAMENTO NORMAL | <input type="checkbox"/> | FUNCIONAMENTO CONDICIONADO | <input type="checkbox"/> |
| TIPO DE TRABALHO | | | |
| MANUTENÇÃO DE MELHORIA | <input type="checkbox"/> | REPARAÇÃO DE AVARIA | <input type="checkbox"/> |
| MANUTENÇÃO PREVENTIVA | <input type="checkbox"/> | APOIO À PRODUÇÃO | <input type="checkbox"/> |
| TIPO DE AVARIA | | | |
| MECÂNICA | <input type="checkbox"/> | HIDRÁULICA | <input type="checkbox"/> |
| ELÉTRICA | <input type="checkbox"/> | ELETRÓNICA | <input type="checkbox"/> |
| | | PNEUMÁTICA | <input type="checkbox"/> |
| | | OUTRA | <input type="checkbox"/> |
| | | QUAL? _____ | |
| SINTOMA | | | |
| RUÍDO | <input type="checkbox"/> | VIBRAÇÃO | <input type="checkbox"/> |
| FUGA | <input type="checkbox"/> | BAIXO RENDIMENTO | <input type="checkbox"/> |
| FRATURA | <input type="checkbox"/> | PRODUÇÃO DEFEITUOSA | <input type="checkbox"/> |
| | | QUAL? _____ | |
| DESCRIÇÃO DO PEDIDO | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| GRAU DE URGÊNCIA | | | |
| EMERGENTE | <input type="checkbox"/> | URGENTE | <input type="checkbox"/> |
| | | NORMAL | <input type="checkbox"/> |

CAUSA DA AVARIA

DESGASTE FALTA DE LIMPEZA FALTA DE MANUTENÇÃO
 ACIDENTE MÁ UTILIZAÇÃO OUTRA
 QUAL? _____

DESCRIÇÃO DA RESOLUÇÃO

MÃO DE OBRA

| Técnico | Início | Fim | TDM |
|---------|--------|-----|-----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

MATERIAL UTILIZADO

| Designação | Código | Quantidade |
|------------|--------|------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

TRABALHOS EXTERNOS

| Entidade | Descrição | Qtd. | Custo |
|----------|-----------|------|-------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

OBSERVAÇÕES E TRABALHOS A REALIZAR

AUTENTICAÇÃO DO SERVIÇO

SOLICITANTE _____

RESPONSÁVEL MANUTENÇÃO _____

- Ficha de Manutenção Preventiva



MANUTENÇÃO

FICHA MAN. PREVENTIVA nº. _____

| | |
|--------------|----------------|
| Secção: | Periodicidade: |
| Equipamento: | Data: |

TAREFAS

| Verificado | Descrição | Observações |
|--------------------------|-----------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> | | |

MATERIAL NECESSÁRIO

| Código | Designação | Quantidade |
|--------|------------|------------|
| | | |

MATERIAL EXTRA UTILIZADO

| Código | Designação | Quantidade |
|--------|------------|------------|
| | | |

EXECUTANTES E HORAS DE INTERVENÇÃO

| Executante | | Hora de início | Hora de fim | Tempo total/Executante |
|------------|------|----------------|-------------|------------------------|
| Nº | Nome | | | |
| | | __h__min | __h__min | |
| | | __h__min | __h__min | |
| | | __h__min | __h__min | |
| | | __h__min | __h__min | |

AUTENTICAÇÃO DO SERVIÇO

| | |
|--------------------|------------------------|
| RESPONSÁVEL SECÇÃO | RESPONSÁVEL MANUTENÇÃO |
| _____ | _____ |

- Ficha de Lubrificação



Manutenção

FICHA DE LUBRIFICAÇÃO nº. _____

Secção: _____

Periodicidade: _____

Equipamento: _____

Data: _____

TAREFAS

| Verificado | Descrição | Lubrificante | Quantidade |
|--------------------------|-----------|--------------|------------|
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |

MATERIAL NECESSÁRIO

| Código | Designação | Quantidade |
|--------|------------|------------|
| | | |
| | | |
| | | |

EXECUTANTES E HORAS DE INTERVENÇÃO

| Nº | Executante | Hora de início | Hora de fim | Tempo total/Executante |
|----|------------|----------------|-------------|------------------------|
| | Nome | | | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |

OBSERVAÇÕES

AUTENTICAÇÃO DO SERVIÇO

RESPONSÁVEL SECÇÃO

RESPONSÁVEL MANUTENÇÃO

- Ficha de Inspeção



Manutenção

FICHA DE INSPEÇÃO nº. _____

Secção: _____

Periodicidade: _____

Equipamento: _____

Data: _____

TAREFAS

| Verificado | Componente | Método | Parâmetro | Valor | Observações |
|--------------------------|------------|--------|-----------|-------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | | | |

MATERIAL NECESSÁRIO

| Código | Designação | Quantidade |
|--------|------------|------------|
| | | |

EXECUTANTES E HORAS DE INTERVENÇÃO

| Nº | Executante | Hora de início | Hora de fim | Tempo total/Executante |
|----|------------|----------------|-------------|------------------------|
| | Nome | | | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |
| | | __ h __ min | __ h __ min | |

OBSERVAÇÕES

AUTENTICAÇÃO DO SERVIÇO

RESPONSÁVEL SECÇÃO

RESPONSÁVEL MANUTENÇÃO

- Ficha de Limpeza



Manutenção

FICHA DE LIMPEZA nº. _____

Secção: _____

Periodicidade: _____

Equipamento: _____

Data: _____

| TAREFAS | | | |
|--------------------------|------------|------------|-------------|
| Verificado | Componente | Designação | Tempo gasto |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |
| <input type="checkbox"/> | | | |

| MATERIAL NECESSÁRIO | | |
|---------------------|------------|------------|
| Código | Designação | Quantidade |
| | | |
| | | |

| OBSERVAÇÕES |
|-------------|
| |
| |
| |

| AUTENTICAÇÃO DO SERVIÇO | |
|-------------------------|------------------------|
| RESPONSÁVEL SECÇÃO | RESPONSÁVEL MANUTENÇÃO |
| _____ | _____ |

Anexo E – Inventário dos Equipamentos

| Secção | Cod. Equipamento | Designação do equipamento | Tipo de equipamento | Ano | Criticidade |
|--------|------------------|---|--------------------------|------|-------------|
| CORTE | 1.05.06 | VC06 - HEMINGSTONE HM-820 NFT-SV | Máquina de corte em saco | 2007 | Critico |
| | 1.05.07 | VC07 - HEMINGSTONE HM 800 WTCK (Wicket) | Máquina de corte em saco | 2008 | Normal |
| | 1.05.08 | VC08 - MAMATA VEGA W800 PLUS (Wicket) | Máquina de corte em saco | 2010 | Normal |
| | 1.05.09 | VC09 - MAMATA VEGA 610 | Máquina de corte em saco | 2008 | Normal |
| | 1.05.10 | VC10 - MAMATA VEGA 285 PM (IPACK) | Máquina de corte em saco | 2010 | Normal |
| | 1.05.12 | VC12 - CHOYTING CWZD-600-B | Máquina de corte em saco | 2012 | Normal |

| | | | | | |
|-----------|---------|---------------------------------|--|------|---------|
| IMPRESSÃO | 1.02.02 | VI02 – CHF OMAT SUPERFLEXI 8 | Impressora flexografia de quatro cores | 1998 | Normal |
| | 1.02.03 | VI03 – COMEXI FW1588 | Impressora flexografia de oito cores | 2009 | Crítico |
| | 2.02.01 | VLA01 – CLEANING 86 3850-D-OL86 | Lavadora de Cliches | 2010 | Baixo |
| | 2.02.02 | VLA02 – IST (Im 1650) 001 | Lavadora de Anilox | 2008 | Baixo |
| | 2.02.03 | VLA03 – IST 2000/S | Lavadora de tinteiros | 2010 | Baixo |
| | 2.02.04 | VM01 – SYS-TEC STO 350 | Montadora de Cliches | 2008 | Baixo |
| | 2.02.05 | VD01 - INKMAKER | Doseadora de tintas | 2013 | Baixo |

| | | | | | |
|----------|---------|--------------------------------------|-------------------------|------|---------|
| EXTRUSÃO | 1.01.01 | VK09 – MACCHI BO PLUS | Extrusora de 9 camadas | 2013 | Crítico |
| | 1.01.02 | VK07 – WINDMOLLER Varex 2 | Extrusora de 7 camadas | 2014 | Crítico |
| | 1.01.03 | VK05 – GHIOLDI K35/5F | Extrusora de 5 camadas | 2007 | Normal |
| | 2.01.01 | VEN01 – Enfardadeira Couto Frades 1 | Enfardadeira 1 (PA) | 2010 | Baixo |
| | 2.01.02 | VEN02 – Enfardadeira Couto Frades 2 | Enfardadeira 2 (PEBD) | 2010 | Baixo |
| | 2.01.03 | VEN03 – Enfardadeira Couto Frades 3 | Enfardadeira 3 (EVAH) | 2011 | Baixo |
| | 2.01.04 | VEN04 – Enfardadeira Couto Frades 4 | Enfardadeira 4 | 2012 | Baixo |
| | 2.01.05 | VEN05 – Enfardadeira Couto Frades 5 | Enfardadeira 5 | 2014 | Baixo |
| | 2.01.06 | VRE01 – Recicladora IST 202 (k009) | Recicladora 1 | 2010 | Baixo |
| | 2.01.07 | VCH1 – BLUE BOX EPSILON ECHOS 29ST1P | Chiller | 2013 | Normal |
| | 2.01.08 | VCT1 – F. Caixeiro | Máquina de cortar tubos | 2014 | Normal |

| | | | | | |
|-------------|---------|-------------------------|---------------------|------|--------|
| REBOBINAGEM | 1.04.01 | VR01 – BIMEC STM/63.2-S | Rebobinadora Bimec | 2009 | Normal |
| | 1.04.02 | VR02 – COMEXI SPEEDY | Rebobinadora Comexi | 2013 | Normal |
| | 2.04.01 | STRAPEX ST73 | Máquina de cintar | 2009 | Baixo |

| | | | | | |
|-----------|---------|------------------------------|-------------------------------|------|---------|
| LAMINAÇÃO | 1.03.01 | VL01 – COMEXI NEXUS EVO | Laminadora de Camada triplex | 2009 | Crítico |
| | 2.03.01 | VDC01 – F. Caixa | Doseador de cola | 2009 | Crítico |
| | 3.03.01 | VLET - Estação de tratamento | Estufa de ambiente controlado | 2009 | Normal |

| | | | | | |
|---------------------|---------|---------------------------|---------------------------------------|------|---------------|
| SIST. AR COMPRIMIDO | 2.06.01 | VCP1 - KAESER CSDX 162 | Compressor de parafuso 1 | 2010 | Muito crítico |
| | 2.06.02 | VCP2 - KAESER DSD 201 | Compressor de parafuso 2 | 1999 | Muito crítico |
| | 2.06.03 | VCP3 - KAESER SK19 | Compressor de parafuso 3 | 2003 | Muito crítico |
| | 2.06.04 | VSE1 - BOGE DS180 | Secador de Ar Comprimido | 2013 | Crítico |
| | 2.06.05 | VDP1 - KAESER | Depósito de Ar Comprimido | 2013 | Muito crítico |
| | 3.06.01 | VRD1 - Rede Ar Comprimido | Rede de distribuição de ar comprimido | 1996 | Muito crítico |

| | | | | | |
|--------------------|---------|---|---------------------------------|------|---------------|
| SIST. REFRIGERAÇÃO | 2.07.01 | VCH1 - EUROCHILLER ABF-2IPW 5515 | Chiller | 2008 | Normal |
| | 2.07.02 | VCH2 - EUROCHILLER ABF-2IPW 5515 | Chiller | 2008 | Normal |
| | 2.07.03 | VCH3 - MTA TAEvo TECH 081 | Chiller | 2009 | Normal |
| | 2.07.04 | VCH4 - FRIGOSYSTEM RACA PLUS ENERGY 512b-1p | Chiller VK9 | 2012 | Normal |
| | 2.07.05 | VDR3 - -FRIGOSYSTEM DCS 200/S + GP | Dry cooler k9 | 2012 | Normal |
| | 2.07.06 | VUT1 - FRIGOSYSTEM TRO-150-6/15/S | Unidade de controlo de temp. K9 | 2012 | Normal |
| | 2.07.07 | VDI1 - Depósito de inercia | Depósito de inercia rede água | 2008 | Muito crítico |

| | | | | | |
|-----------|---------|----------------------|-------------------------------|------|-------|
| LOGÍSTICA | 2.08.01 | TOYOTA TRAIGO 48 | Empilhador a bateria 48V | 2014 | Baixo |
| | 2.08.02 | TOYOTA TRAIGO 48 | Empilhador a bateria 48V | 2014 | Baixo |
| | 2.08.03 | LINDE R14X | Empilhador retratil | 2016 | Baixo |
| | 2.08.04 | LINDE L10 | Stacker 1t | 2012 | Baixo |
| | 2.08.05 | LINDE L12 | Stacker 1,2t | 2018 | Baixo |
| | 2.08.06 | Atlanta Sfera Easy | Paletizadora extrusão (robot) | 2012 | Baixo |
| | 2.08.07 | COMARME (Ronda 2000) | Paletizadora Logística | 2010 | Baixo |
| | 2.08.08 | COMARME (Ronda 2000) | Paletizadora Logística | 2008 | Baixo |