



João Eduardo Ricardo Barbosa Bentes

Licenciado em Ciências da Engenharia Mecânica

**Estruturação das atividades de
manutenção numa empresa de
produtos químicos e farmacêuticos**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadora: Professora Doutora Helena Víctorovna Guitiss Navas

Júri

Presidente: Professor Doutor José Fernando Gomes Requeijo

Arguente: Professor Doutor Fernando Manuel Martins Cruz

Vogais: Professora Doutora Helena Víctorovna Guitiss Navas

Professor Doutor André Vieira Vassalo da Fonseca

Copyright

Copyright em nome de João Eduardo Ricardo Barbosa Bentes, da FCT/UNL e da UNL.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Agradeço à minha família por todo o carinho e apoio prestado, em especial aos meus pais, Adélia e Luís, à minha irmã Margarida, aos meus avós, Carminda e Veríssimo, à minha tia Anabela e aos meus primos Beatriz, Filipe e Miguel.

À minha Orientadora Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas, pela sua energia e dedicação. Os seus excelentes métodos de trabalho e de orientação foram fundamentais.

À Hidrodipro, pela oportunidade de participar neste projeto. Ao Dr. André, à Engenheira Regina, à Engenheira Sónia, e a todos os meus colegas de trabalho da Hidrodipro e Diprolar, pela paciência e por todo o apoio prestado.

A todos os meus amigos, em especial à Daniela Pequito, Pedro Madeira, Diana Franco, Catarina Brites, Gonçalo Garcia e Bruno Duarte.

Ao meu amigo, padrinho e colega de casa Rodrigo, por toda a orientação desde o primeiro dia do meu percurso académico.

Ao corpo de docentes do Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial e da Faculdade de Ciências e Tecnologias.

Resumo

Nos dias de hoje, as boas práticas de manutenção são, especialmente no setor Industrial, essenciais para o bom funcionamento e competitividade de uma empresa.

A presente dissertação foi elaborada no âmbito de um estudo realizado na Hidrodipro, uma empresa de produção de artigos Químicos e Farmacêuticos.

Foi observado, num estado inicial, que as práticas de gestão da manutenção na empresa eram, praticamente, inexistentes. Foi então definido como objetivo principal de estudo a estruturação das atividades de manutenção da empresa.

Foram identificados os equipamentos existentes na empresa, as suas características e o seu estado inicial. Foi então criado um sistema de codificação de equipamentos, de modo a facilitar a identificação dos mesmos. A seguir foi implementada documentação de registo das atividades de manutenção; nomeadamente histórico de avarias, fichas dos equipamentos, dossiers de máquinas e *templates* para Ordens de Trabalho.

Recorrendo ao método de Ipinza, pela inexistência de histórico de avarias, foram identificados os equipamentos que necessitavam de rotinas de manutenção preventiva. Foi, então, criado um plano de manutenção preventiva.

Foram identificados e implementados alguns procedimentos de melhoria de equipamentos e processos tecnológicos, com o intuito de aumentar a cadência de produção.

Foi criado um manual de instruções de resolução de anomalias no formato *troubleshooting*, onde são registadas anomalias que não tinham sido antes identificadas e respetivo processo de resolução. O objetivo é tornar o processo de diagnóstico de avarias mais simples.

Algumas das implementações efetuadas só terão resultados quantificáveis com o passar do tempo. É, no entanto, possível identificar efeitos positivos significativos imediatos que são consequência direta do presente estudo e das implementações resultantes do mesmo.

Palavras-Chave: Gestão da Manutenção, Manutenção Preventiva, Codificação de Equipamentos, Histórico de Avarias, Ordem de Trabalho

Abstract

Nowadays, in the industrial sector, good maintenance practices are key to the good functioning and competitiveness of a company.

This dissertation was developed in Hidrodipro, a company to the production of chemical and pharmaceutical goods.

It was possible to observe, in an early stage, that the company's maintenance management practices were almost inexistent. Therefore, it was established that the main focus of the present study would be to structure the company's maintenance activities.

Hidrodipro's machines were identified, so were their characteristics and initial working state. A coding system was implemented to make the machines easily identifiable. Maintenance registry documentation was created; such as malfunction historic, equipment sheets, Machine files and Service order templates.

Using Ipinza's method, due to the absence of malfunction registries, the equipments in need for preventive maintenance routines were identified. Then, a preventive maintenance plan was created.

With the goal of increasing productivity, some improvement opportunities to the technological processes and machinery were identified and implemented.

An anomaly troubleshooting instruction manual has been created, where anomalies that have not been identified before are recorded, as well as its solving processes. The goal is to make the troubleshooting process simpler.

Some of these implementations will only have palpable results after some time. Although, it is already possible to observe significant positive outcomes that are direct consequences of this study and from the implementations resulting from it.

Keywords: Maintenance Management, Preventive maintenance, machine coding, Failure Registry, Service Order

Índice

1-Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e objetivos da dissertação.....	1
1.2- Estrutura da dissertação.....	2
2-Introdução à Manutenção Industrial	3
2.1. Definição e objetivos da Manutenção Industrial	3
2.2. Evolução da Manutenção	4
2.3 A Gestão da Manutenção e os seus Objetivos.....	5
2.4 -Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança Operacional	6
2.5- Tipos de Manutenção	7
2.6- Estratégias e Políticas de Manutenção	10
2.7- Níveis de Manutenção	10
2.8. Custos de Manutenção	12
2.9-Criticidade dos Equipamentos	14
2.10- Modelos de Gestão da manutenção.....	15
2.10.1-Total Productive Maintenance	15
2.10.2.Reliability Centred Maintenance	17
2.11. Organização Interna de um Serviço de Manutenção	18
2.12. Ferramentas de Gestão – <i>Lean Manufacturing</i>	19
2.13. Indicadores de Desempenho da Manutenção	21
2.14. Normalização Aplicada à Manutenção	23
2.15.Falhas e Avarias	23
2.16. Gestão Documental de Equipamentos	24
2.17. Ordem de Trabalho.....	25
2.18.Sistemas Informáticos na Manutenção.....	25
3-HD-Hidrodipto.....	27
3.1- A HD-Hidrodipto	27
3.2 Produtos produzidos e comercializados pela HD-Hidrodipto	28
3.3 Equipamentos	29
3.3.1. Equipamentos de produção.....	29

3.3.2. Equipamentos de Enchimento	31
3.3.2.1.Máquina de enchimento Afinomac Monobloco LMB	31
3.3.3. Equipamentos de Rotulagem	35
3.3.3.1 Rotuladora MarCoPack MCP-300T	35
3.3.4. Embaladoras	36
3.4- Instalações.....	38
3.4.1- A Fábrica	38
3.4.2- Secções da fábrica	38
3.4.2.1.Secção de fabrico e transformação:	38
3.4.2.2. Armazém Interior	39
3.4.2.3. Armazém superior;.....	40
3.4.2.4. Armazém exterior:.....	40
3.4.3. Armazenamento de <i>stock</i> :	42
4.1 Estado inicial dos processos de manutenção e gestão da manutenção na Hidrodipro ..	43
4.2 Estado inicial da manutenção dos equipamentos presentes na Hidrodipro.....	44
4.3- Problemas detetados a nível de documentação	44
4.4- Problemas detetados a nível da operacionalidade da manutenção	44
4.5- Problemas detetados a nível de processos de produção	44
4.5.1- Limitações do processo de produção da água de rosas	45
4.5.2- Processos de enchimento com equipamentos ou métodos inadequados	45
4.5.3- Processo de produção de soro fisiológico com falhas na rotulagem	46
4.6- Ausência de um <i>software</i> de gestão da manutenção	46
5-PROPOSTAS DE MELHORIA PARA O SERVIÇO DE MANUTENÇÃO.....	47
5.1 Criação de um inventário de máquinas e sistema de codificação de equipamentos.....	47
5.2 Criação e implementação de Ordens de Trabalho associadas à manutenção	48
5.3 Sistema de monitorização de <i>stock</i> de consumíveis e peças de desgaste	49
5.4 Criação de planos de manutenção preventiva	51
Manual de descrição de procedimentos	54
5.5 Folhas de registo das atividades de manutenção	55
5.6 <i>Kits</i> individuais de ferramentas	55
5.7 Manual de instruções de resolução de anomalias	56
5.8 Melhorias de processos e equipamentos	56

5.8.1 Instalação de um sistema separador de frascos para o tapete transportador da LMB	56
5.8.2- Instalação de bomba de diafragma no circuito da água de rosas.....	66
6- Conclusões e propostas de melhorias para o futuro.....	69
6.1- Conclusões	69
6.2- Propostas para o futuro	71
Bibliografia.....	73
Anexos.....	75
Anexo I.....	75
Anexo II.....	77
Anexo III.....	78
Anexo IV.....	79
Anexo V.....	80
Anexo VI.....	81

Índice de figuras

Figura 2.1- Tipos de manutenção.....	8
Figura 2.2- Tipos de manutenção	9
Figura 2.3- Iceberg dos custos	13
Figura 2.4- Atividades geridas pelo responsável de manutenção	18
Figura 3.1 - Organigrama da empresa.....	27
Figura 3.2- Vaselina Cien.....	28
Figura 3.3- Soro fisiológico Tru Care.....	29
Figura 3.4- Unidade de produção de água osmotizada	30
Figura 3.5 - Afinomaq Monobloco LMB	32
Figura 3.6- Sistema de carrossel da máquina de enchimento Afinomaq Monobloco LMB	32
Figura 3.7- Carrossel do equipamento Afinomaq MBV1800	33
Figura 3.8- Máquina da vaselina	34
Figura 3.9- Afinomaq EP1C-T	35
Figura 3.10- Rotuladora MarCoPack MCP-300T	36
Figura 3.11- Embaladora Vimacor CAM 500 S	37
Figura 3.12- Pack de acetona embalado pela embaladora Vimacor CAM 500 S	37
Figura 3.13- Secção de fabrico e transformação	39
Figura 3.14- Armazém interior	39
Figura 3.15- Armazém superior	41
Figura 3.16- Armazém exterior	41
Figura 5.1- Etiqueta de codificação da máquina MBV 1800	47
Figura 5.2- Retentor 1	49
Figura 5.3- Vedante 1	49
Figura 5.4- Sistema separador de frascos	56
Figura 5.5- Fase 1	57
Figura 5.6- Fase 2	57
Figura 5.7- Fase 3	58
Figura 5.8- Fase 4	59
Figura 5.9- Siemens LOGO! 8.FS4	60

Figura 5.10- Diagrama de blocos e definições de <i>delay</i> do PLC.....	60
Figura 5.11- Ponteiras do sistema de separação	61
Figura 5.12- Ponteira do sistema de separação projectado no software Autodesk Fusion 360	62
Figura 5.13 - Preparação do ficheiro CAD para impressão 3D no software Ultimaker Cura	62
Figura 5.14- <i>Infill</i> de 50%	63
Figura 5.15- <i>Slicing</i> do ficheiro	64
Figura 5.16- Impressora 3D Creality Ender 3	64
Figura 5.17- Resultado final da impressão da ponteira	65
Figura 5.18- Bomba de diafragma	66
Figura 5.19- Derivação em T do circuito pneumático da eleroválvula.....	66
Figura 5.20- Disposição final da instalação	67

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – Método de Ipinza	14
Tabela 2.2 – Classificação pelo método Ipinza	15
Tabela 5.1- Inventário e codificação de equipamentos.....	46
Tabela 5.2- IMP 013- Ficha Individual de Equipamento	48
Tabela 5.3-Método de Ipinza aplicado ao equipamento [1.LMB]	51
Tabela 5.4 Método de Ipinza aplicado ao equipamento [2.VAS].....	52

Lista de Siglas e Acrónimos

AFNOR – Association Français de Normalisation;
CAD - *Computer-Aided Design*
D – Disponibilidade;
DEMI – Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial;
IMP- Impresso
IPQ – Instituto Português de Qualidade
FCT – Faculdade de Ciências e Tecnologia;
JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance;
MSST – Ministério da Segurança Social e do Trabalho
MTBF – *Mean Time Between Failures*;
MTTR – *Mean Time to Repair*;
MTW – *Mean Time Waiting*;
OT – Ordem de Trabalho;
PLA- Poliacido Láctico
PLC - Programmable Logic Controller
RCM - *Reliability Centred Maintenance*
TA – Taxa de Avarias;
TBF- *Time Between Failures*
TEi – Tempo de espera;
TF – Tempo total de funcionamento num determinado período;
TFi – Tempos de funcionamento de um determinado período;
TPM - *Total Productive Maintenance*
TPS- *Toyota Production System*
TRi – Tempos utilizados nas reparações;
TTR- *Time To Repair*
UNL – Universidade Nova de Lisboa.
UV- Ultravioleta

Simbologia

λ - Taxa de avarias

1-Introdução

No presente capítulo pretende-se fazer uma introdução ao trabalho desenvolvido no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, identificando o seu enquadramento, objetivos e apresentar a estrutura do documento.

1.1 Enquadramento e objetivos da dissertação

A presente dissertação surge no âmbito do trabalho desenvolvido na empresa HD Hidrodipro- Produtos Químicos e Farmacêuticos enquanto responsável da manutenção.

Ao longo dos últimos anos, a gestão da manutenção na indústria tem ganho relevância. Ao contrário do que acontecia no passado, atualmente existe uma maior consciencialização de que as boas práticas de manutenção são essenciais para o bom funcionamento e competitividade de uma empresa. A manutenção é agora considerada um fator “contribuidor de lucro”, quando no passado era vista como um “mal necessário” (Waeyenbergh & Pintelon, 2002).

A ausência de práticas de gestão de manutenção é uma das principais debilidades da Hidrodipro. As constantes avarias dos equipamentos e consequentes paragens não planeadas reduzem drasticamente a eficiência da empresa. Após uma breve análise às causas das avarias dos equipamentos, constata-se que uma boa parte delas poderia ser parcialmente ou totalmente prevenida.

Além disso, existem também falhas de organização a nível de manutenção corretiva. A falta de registos de manutenção, inventário de ferramentas e arquivos individuais de equipamentos dificultam o diagnóstico e reparação de ocorrências.

O objetivo desta dissertação passa pela introdução de práticas de gestão da manutenção. Com uma boa gestão, será possível reduzir significativamente os custos associados à manutenção, bem como aumentar a eficiência de produção ao reduzir o tempo de paragem dos equipamentos.

1.2- Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos, onde são abordadas as seguintes temáticas:

No Capítulo 1 é feita uma introdução ao tema da dissertação. São apresentados os objetivos e estrutura da mesma.

No capítulo 2 é feita uma revisão aos conceitos sobre a temática da manutenção industrial, na qual este estudo se baseia. Estão abordados conceitos como os objetivos da manutenção, a evolução histórica da manutenção, gestão da manutenção, custos associados à manutenção, indicadores de desempenho, normalização e organização interna de um serviço de manutenção.

No capítulo 3 é feita uma apresentação da Hidrodipro. Neste capítulo são desenvolvidos tópicos como a história da empresa, a área de comércio e a estruturação interna da empresa. É ainda dada uma visão geral das instalações e equipamentos da empresa.

No capítulo 4 é feita uma análise do estado inicial da empresa. Aborda-se a situação encontrada a nível de gestão da manutenção, processos tecnológicos e estado dos equipamentos. É feito um levantamento dos problemas e limitações de processos encontrados, bem como de algumas oportunidades de melhoria.

No capítulo 5 é apresentado todo o projeto desenvolvido na empresa. São descritas as propostas de melhoria implementadas a nível de documentação da manutenção, o processo de criação e implementação do plano de manutenção preventiva e as melhorias feitas aos equipamentos e processos de produção na perspetiva do aumento da produtividade.

No capítulo 6 são apresentadas as conclusões do estudo realizado. São estudados e quantificados os efeitos das implementações efetuadas e são apresentadas algumas propostas de melhoria para o futuro.

2-Introdução à Manutenção Industrial

Neste capítulo é apresentada uma revisão de conceitos importantes de manutenção industrial.

2.1. Definição e objetivos da Manutenção Industrial

A sociedade atual e os mercados, em particular, têm como características principais o serem competitivos, dinâmicos, globais e em permanente evolução, o que leva as indústrias a reforçarem a sua competitividade, a qualidade dos seus produtos ou serviços, a flexibilidade dos seus processos e a formação e valorização dos seus recursos humanos.

Neste contexto, a Manutenção tem vindo a ganhar importância crescente, considerando-se, hoje, uma área chave nas operações industriais, na medida em que pode contribuir decisivamente para a viabilização económica das empresas e para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea. Com efeito, a importância da manutenção industrial está ligada à necessidade de os bens que fazem parte do processo produtivo terem de estar em ótimas condições de funcionamento para que os produtos ou serviços possam cumprir os requisitos de qualidade exigidos. No entanto, e apesar de, nos dias de hoje, a manutenção ser um fator estratégico que garante a elevada produtividade das indústrias, por outro lado, a crise económica levou as empresas a reduzir nas despesas de manutenção, com consequências severas a longo prazo para a fiabilidade (Faccio *et al.*, 2014).

Segundo Faccio *et al.* (2014), um planeamento da manutenção adequado, revela-se como um dos objetivos a atingir pelas indústrias que procuram melhorar a disponibilidade e fiabilidade dos seus sistemas de produção, maximizando a produtividade, a qualidade do produto, a segurança nas operações e minimizando os custos totais de manutenção.

São inúmeras as definições de Manutenção que podem ser encontradas nas fontes bibliográficas. A norma europeia EN 13306:2010 define-a como a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida (CEN, 2010). Segundo Cabral (2006) a manutenção pode definir-se como o conjunto das ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global reduzido.

A manutenção industrial afeta bastante a rentabilidade dos processos produtivos, quer na qualidade dos produtos, quer no volume e custos de produção. Ferreira (1998) define como objetivos gerais da manutenção:

- Assegurar uma produção regular;
- Prevenir avarias;
- Garantir que todos os equipamentos e ferramentas se encontrem em condições de bom funcionamento;
- Certificar a qualidade de todos os produtos produzidos;
- Reduzir custos (GIAGI, 2007).

Deste modo, segundo a política da empresa, para cumprir os objetivos da manutenção é necessário dispor de um conjunto de materiais, mão-de-obra, meios humanos e planos de manutenção bem estruturados de forma a otimizar os ciclos de vida dos bens (Novais, 1995).

2.2. Evolução da Manutenção

Genericamente, pode dizer-se que a manutenção, ainda que em termos minimalistas, tem a idade do Homem, na medida em que, por exemplo, a substituição de uma ponta de sílex, por quebra ou desgaste de outra, executada no período pré-histórico, pode ser considerada uma ação de manutenção. Porém, antes da Revolução Industrial (segunda metade do Séc. XIX), predominava a reparação de equipamentos, já que os sistemas tinham uma vida tecnológica muito longa, eram facilmente reparáveis e não existia o conceito de peças de substituição (Cardoso, 1999; Cabrita & Silva, 2002). Com a melhoria dos processos produtivos resultante da Revolução Industrial, do desenvolvimento do controlo da qualidade e da automação, rapidamente se chegou à conclusão de que alguns componentes tinham qualidade suficiente para serem intermutáveis, criando-se assim o conceito de peças de substituição, que transformou o trabalho do operador de manutenção numa atividade de diagnóstico de avarias cada vez mais importante (Cabrita & Silva, 2002).

Antes da 1ª Guerra Mundial, que ocorreu em 1914, a manutenção tinha pouca importância e as avarias eram reparadas por trabalhadores da área de produção, pois não havia ninguém especializado na área da manutenção. Após a 1ª Guerra Mundial, a indústria foi pressionada a atingir padrões mais significativos de produção, assiste-se a uma mudança de atitude relativamente às reparações, surge, então, a manutenção corretiva, ou seja, os equipamentos eram reparados após a avaria de modo a restabelecer a produção. Assim, a filosofia de abordagem, embora mantendo uma postura reativa face às avarias, passou a incluir a constituição de equipas especializadas, dependentes da produção.

A evolução e a maior complexidade dos sistemas e dos equipamentos levaram, a partir da Segunda Guerra Mundial, à introdução do conceito de Investigação Operacional no domínio da Manutenção, que pode ser definida como sendo a aplicação do método científico aos problemas operacionais (Cardoso, 1999). A massificação da produção que se verificou a partir daquela altura e a necessidade de se obterem elevados níveis de disponibilidade dos equipamentos durante a 2ª Guerra Mundial, introduziram outra postura relativamente às

avarias. Nos anos 40 aparece o conceito de manutenção preventiva, as empresas começaram então a preocupar-se, não só em corrigir as falhas, mas também em evitar o seu aparecimento, alargando-se o âmbito da manutenção, que passou também a atuar na prevenção das anomalias através de substituições sistemáticas, assumindo uma atitude proactiva.

Nos anos 70, o órgão de engenharia de manutenção assume o papel de gestor, passando a ter em vista a otimização económica. A partir dos anos 80, com os avanços tecnológicos, nomeadamente na microeletrónica, a permitirem a oferta e diversificação de instrumentação digital de alta precisão, passam-se a medir os parâmetros de funcionamento, a avaliar a sua variação e a extrapolar o momento da falha, levando ao diagnóstico precoce de avarias. Mantendo o objetivo de evitar a avaria, nesta fase é retraído o modo de substituição sistemática em contraponto com a substituição condicionada. Deste modo, parte dos elementos são substituídos atendendo ao seu estado de condição, proporcionando custos de exploração inferiores.

Por outro lado, a introdução do computador começou a permitir reunir, de forma organizada e sistemática, grandes quantidades de informação. As Tecnologias da Informação e Comunicação, colocadas ao serviço dos Técnicos de Manutenção, têm proporcionado uma melhor ligação entre a Investigação Operacional e a Gestão da Manutenção, interligando os sistemas de análise de fiabilidade, de manutibilidade, de disponibilidade e de segurança.

Podemos assim concluir que a manutenção industrial tem evoluído de forma exponencial, em virtude do desenvolvimento e complexidade tecnológica, do aumento do número e quantidade de itens físicos (equipamentos, instalações e edificações industriais) e, principalmente, devido à necessidade de redução de custos de produção e aumento da produtividade. Aos aspetos acima referidos, podem-se acrescentar, ainda, as exigências da legislação, com destaque para as questões ambientais e de sustentabilidade (Navas, 2015).

2.3 A Gestão da Manutenção e os seus Objetivos

A Manutenção necessita de um conjunto de meios humanos e materiais, regidos por uma determinada política de manutenção, com os quais atua sobre os equipamentos de forma a melhorar os seus ciclos de vida. A norma NP EN 13306 2010 define a gestão da manutenção como envolvendo todas as atividades desenvolvidas no âmbito da gestão que definem as estratégias, os objetivos e as responsabilidades relativas à manutenção. Cabral (1998) define a gestão de manutenção como um conjunto de ações destinadas a encontrar um ponto de equilíbrio entre o benefício e o custo que maximiza o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade geral da empresa.

Podemos, assim, definir a gestão da manutenção, como a gestão de boas práticas de manutenção, tendo sempre em conta a melhoria da produção e a redução de custos. De

acordo com Navas (2015), a gestão de manutenção pressupõe uma atuação a vários níveis, nomeadamente:

- **Humano:** proporcionar condições de trabalho, proporcionar condições de segurança e proteção do ambiente;
- **Técnico:** agir ao nível da disponibilidade e durabilidade dos equipamentos, assim como, das condições e funcionamento das instalações;
- **Económico:** proporcionar menores custo de exploração, menores custos de falhas, prática de uma economia energética e enriquecimento da empresa

2.4 -Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança Operacional

Até meados do Séc. XX, a fiabilidade e os conceitos relacionados, como a Disponibilidade, a manutibilidade e a Segurança, não eram considerados como ciências. Estes conceitos englobam o ciclo de vida previsto para o equipamento e denominam-se globalmente de “RAMS”, cujas letras correspondem aos termos fiabilidade, Disponibilidade, manutibilidade e Segurança Operacional (Cabrita & Silva, 2002).

Para avaliar o desempenho da Função Manutenção tem de ter-se em conta cada um destes conceitos, avaliando a eficiência dos equipamentos através de diversos indicadores. A investigação na área da fiabilidade tem-se concentrado nos seguintes aspetos:

- Estimar e prever a fiabilidade dos equipamentos na fase de projeto (métodos à priori);
- Análise experimental da fiabilidade, que consiste na verificação da fiabilidade obtida em projeto através da análise dos resultados obtidos em testes ou em operação (métodos à posteriori);
- Assegurar o nível de fiabilidade através de uma estratégia de melhoria da Manutenção, por exemplo, através de sistemas de gestão da manutenção inovadores.

Quer na fase de projeto e construção, quer na de exploração, o Responsável de Manutenção pode adotar medidas que assegurem um determinado nível de fiabilidade, entre as quais (Cabrita & Silva, 2002):

- Utilização dos equipamentos com valores inferiores aos limites de segurança;
- Proteção dos equipamentos e componentes contra sobrecargas e ações do ambiente;
- Instalação de equipamentos e ou componentes redundantes;
- Implantação de planos de manutenção preventiva;
- Redução ao mínimo do número de componentes do equipamento.

Por outro lado, a manutibilidade é definida como a facilidade, a eficiência, a segurança e o custo com que as atividades de Manutenção são executadas para restaurar a condição inicial de bom funcionamento de um equipamento. De acordo com as Normas Portuguesas, a manutibilidade é definida como a “aptidão de um bem em condições de uso especificadas para

ser mantido ou restaurado de tal modo que possa realizar as funções que lhe são exigidas quando a manutenção é realizada em condições definidas utilizando procedimentos e recursos prescritos” (Pinto, 1999).

A manutibilidade é um dos parâmetros a ter em conta na disponibilidade de um sistema ou equipamento, sendo uma característica de projeto que define a maior ou menor facilidade com que se executam as operações de Manutenção, desde acessibilidades até condições de segurança e economia (Cabrita & Silva, 2002).

Tradicionalmente, a manutibilidade preocupa-se em manter o equipamento operacional, combatendo o efeito das causas de avaria dos componentes e sistemas na fase inicial do equipamento.

Tal como para a fiabilidade de um equipamento, também para a manutibilidade podem ser adotadas medidas que assegurem um nível adequado de manutibilidade dos equipamentos, tais como (Cabrita & Silva, 2002):

- Instalação de sensores de deteção de avarias;
- Instalação de contadores de unidades de funcionamento;
- Conceção que permita o acesso fácil e rápido aos componentes e a sua pronta substituição em caso de avaria;
- Conceção que permita que as inspeções e afinações mais frequentes possam ser efetuadas com o equipamento em funcionamento;
- Limitar e homogeneizar o número de componentes dos equipamentos;
- Garantir a qualidade do serviço de assistência após venda do fornecedor;
- Disponibilidade de componentes e peças de reserva do ponto de vista do prazo de entrega, incluindo o tempo de transporte;
- Normalização dos componentes, dos equipamentos e dos sistemas.

A Função Manutenção é uma das áreas que contribui significativamente para a produtividade por ter um impacto determinante em todas os processos produtivos, devendo a sua avaliação fazer-se num enquadramento global, integrada com as Funções Produção e Qualidade.

2.5- Tipos de Manutenção

No que concerne aos tipos de manutenção, e face à variedade terminológica existente, adota-se a terminologia da norma NP EN 13306 2010, segundo a qual a manutenção divide-se em **manutenção planeada** e **manutenção não planeada**, tal como se pode ver na Figura 2.1

De acordo com a nomenclatura da Figura 2.1, define-se a **manutenção planeada** como uma manutenção preventiva que tem uma data definida para a sua realização.

A **manutenção não planeada** é uma manutenção que não é programada, ou seja, que não tem data definida para a sua realização.

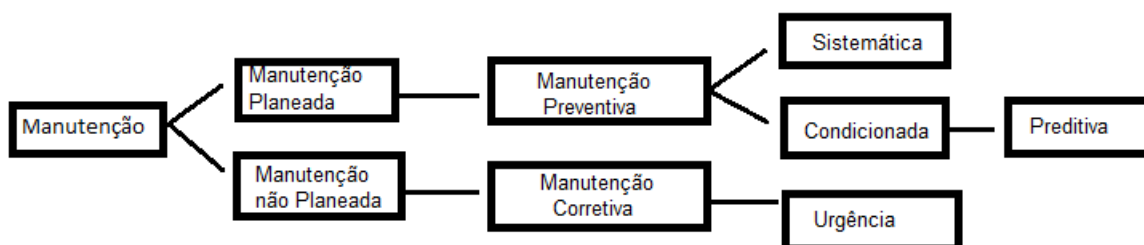


Figura 2.1- Tipos de manutenção

A **manutenção preventiva** é realizada em intervalos de tempo predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, de modo a reduzir a probabilidade de avarias ou a degradação de um bem. Neste tipo de manutenção, consideram-se dois tipos: **manutenção preventiva sistemática** e **manutenção preventiva condicionada**.

Para Cabral (2013), a **manutenção preventiva sistemática** assume a é executada através da realização de tarefas em intervalos de tempo pré-estabelecidos, sem controlo prévio do estado do bem. De acordo com o autor, são exemplos deste tipo de manutenção as rotinas de lubrificação, rotinas de inspeção e calibração.

A **manutenção preventiva condicionada** baseia-se na vigilância sistemática de um bem e dos seus parâmetros, de modo a que intervenção seja determinada a partir de sintomas em inspeções ou controlos de funcionamento. São exemplos deste tipo de manutenção substituições de determinados elementos como correias, válvulas, entre outras (Cabral, 2013). De acordo com a norma NP EN 13306 2010 este tipo de manutenção pode ser também uma **manutenção preditiva** caso seja efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da avaliação de parâmetros significativos da degradação de um bem, ou seja, analisar a tendência antes da chegada à degradação.

Por fim, dentro da **manutenção não planeada** existe a **manutenção corretiva** que é efetuada após a deteção de uma avaria, com o objetivo de repor o bem num estado em que possa desempenhar a função requerida. Caso esta seja realizada, imediatamente, após a deteção de uma avaria, denomina-se por **manutenção corretiva de urgência**, e visa evitar que ocorram consequências não desejadas.

Alguns autores, no entanto, apresentam uma definição diferente da NP EN 13306 2010.

É o caso de Al-Shayea (2013), que divide a manutenção em planeada e não planeada. Segundo o autor, a manutenção não planeada ocorre em situações de paragem ou emergência.

A manutenção planeada subdivide-se em manutenção preditiva, manutenção preventiva, manutenção corretiva e manutenção de melhoria.

Para Al-Shayea, a manutenção de melhoria consiste na aplicação de alterações aos equipamentos com o intuito de reduzir ou anular a necessidade de manutenção.

Esta divisão pode ser observada na figura 2.2.

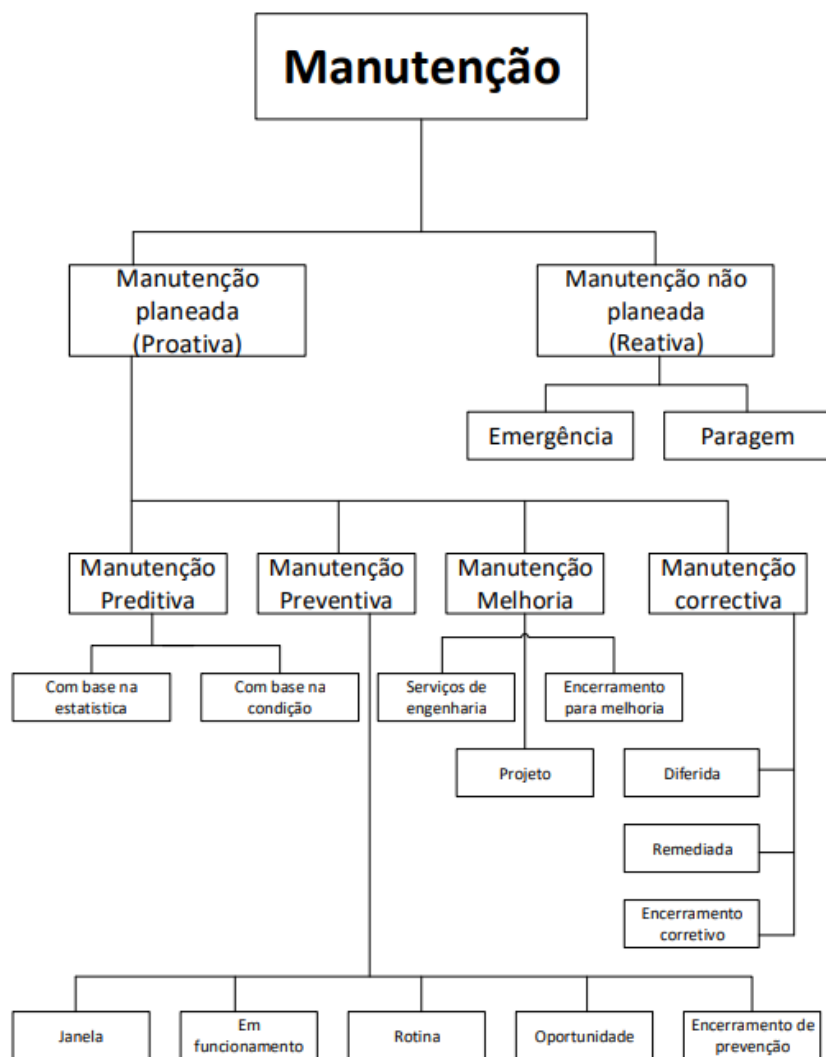


Figura 2.2- Tipos de manutenção (adaptado de Al-Shayea, 2007)

2.6- Estratégias e Políticas de Manutenção

Atualmente, reconhece-se a manutenção como uma das mais importantes funções de uma empresa, com um peso decisivo na rentabilidade, na qualidade e na própria imagem da empresa (Cabrita & Silva, 2002). Como resultado desta evolução, surgiram nas últimas décadas, diversas estratégias e políticas de manutenção inovadoras, que tentam dar resposta às exigências com que as organizações se deparam em consequência das constantes alterações e competitividade dos mercados e à crescente importância que o meio ambiente tem adquirido.

Com recurso às novas tecnologias, têm sido configuradas novas metodologias, como a adoção mais intensiva de sistemas automatizados e de equipamentos modernos, que têm levado as áreas de manutenção a assumir uma posição estratégica face à importância da Disponibilidade Operacional dos equipamentos para o resultado global das organizações (Cabrita & Silva, 2002).

As políticas de manutenção a adotar numa empresa são condicionadas por diversos fatores, tais como, condições dos equipamentos, idade dos mesmos e inspeções legais obrigatórias. De acordo com a produção e com os tipos de equipamentos que existem na fábrica, a empresa deve optar pelas políticas de manutenção a implementar mais adequadas (Pinto, 1999).

Devido às exigências atuais das organizações, as políticas de manutenção evoluíram no sentido de uma Política de Manutenção Proactiva, que tem por base as tarefas preditivas, as tarefas de busca de falha ao nível da segurança e do meio ambiente (manutenção condicionada) ou por defeito (manutenção corretiva), as preventivas (sistemáticas ou não) e as de melhoria, de investimento e as consequentes ações corretivas.

2.7- Níveis de Manutenção

A definição de níveis de manutenção permite classificar as ações de manutenção segundo o tipo e a complexidade. De acordo com a norma FD X 60-000 (AFNOR, 2016) a manutenção e exploração de bens imóveis são exercidos através de numerosas operações, às vezes repetitivas, às vezes ocasional, habitualmente definidos até cinco níveis de manutenção que permitem identificar com precisão a natureza dos trabalhos, o local de intervenção, o pessoal de execução, as ferramentas necessárias, a documentação necessária e as peças consumíveis.

Segundo a AFNOR (2016) existem cinco níveis de manutenção:

- **Manutenção de Nível 1**

Abrange afinações simples ou substituição de elementos consumíveis necessárias para o funcionamento do equipamento por meio de órgãos facilmente acessíveis, sem desmontagem

do equipamento, com toda segurança. Este tipo de operação pode ser executado no próprio local pelo utilizador sem necessidade de ferramentas, tendo como guia as instruções do manual de utilização do equipamento. O *stock* de peças consumíveis é muito reduzido na manutenção de primeiro nível.

- **Manutenção de Nível 2**

Inclui ações que requerem procedimentos simples e/ou equipamentos de apoio de fácil utilização ou implementação, como reparações através de troca de elementos *standard* previstos para o efeito, operações menores de conservação e controlo do bom funcionamento. Este tipo de ações de manutenção é realizado no próprio local, por um técnico habilitado de qualificação média com auxílio de ferramentas e procedimentos detalhados, definidos no manual de utilização e manutenção do equipamento. As peças consumíveis transportáveis podem ser encontradas facilmente nas proximidades do local de intervenção.

- **Manutenção de Nível 3**

Neste nível são incluídas operações que exigem procedimentos complexos e/ou equipamentos de suporte portátil de uso ou implementação complexa, como identificação das avarias, reparação ao nível dos componentes ou por troca de elementos funcionais, reparações mecânicas menores, afinação geral de realinhamento dos aparelhos, e organização da manutenção preventiva.

Este tipo de manutenção pode ser realizado no próprio local ou na oficina de manutenção por um técnico especializado com uso de ferramentas previstas no manual de manutenção, aparelhos de medição e de afinação (geradores, osciloscópios, etc.), e bancos de ensaio e controlo dos equipamentos. Quanto a documentação necessária, a unidade de manutenção deve dispor de todas as instruções e manuais de manutenção. As peças consumíveis neste caso são fornecidas pelo armazém que também fornece os níveis anteriores de manutenção.

- **Manutenção de Nível 4**

Neste nível são abrangidas operações cujos procedimentos envolvem dominar uma técnica ou tecnologia específica e/ou a implementação de equipamentos de apoio especializado e inclui todos os trabalhos de manutenção corretiva ou preventiva à exceção, eventualmente, das revisões gerais; a afinação dos aparelhos de medida utilizados na manutenção; a receção dos equipamentos reparados no quinto nível; a contribuição para a formação dos agentes envolvidos no terceiro nível da manutenção; a participação na definição da política da manutenção.

Este tipo de manutenção é realizado em oficinas e locais especializados por um técnico ou uma equipa com um enquadramento técnico obrigatoriamente muito especializado, tendo toda a documentação geral ou particular utilizável pela manutenção. Das ferramentas necessárias fazem parte (Souris, 1992): ferramentas previstas pelo manual de manutenção (as

oficinas especializadas deverão nomeadamente dispor de ferramentas necessárias para os níveis inferiores), equipamento geral de uma oficina (meios mecânicos, meios de cablagem, meios de limpeza), bancos de medição e padrões secundários. A oficina especializada tem o dever de dispor de stocks necessários para execução da sua missão e para o abastecimento dos armazéns envolvidos no terceiro nível de manutenção.

- **Manutenção de Nível 5**

O último nível de manutenção inclui operações cujos procedimentos envolvem know-how utilizando técnicas ou tecnologias específicas e processos e/ou equipamento de apoio industrial. Estas operações são nomeadamente execução das revisões gerais, execução das reparações importantes normalmente dependentes do quarto nível mas entregue ao quinto nível por razões económicas ou de oportunidade, e formação do pessoal de manutenção do quarto nível apenas em princípio. Por definição, este tipo de manutenção (renovação, reconstrução, etc.) é executado pelo fabricante ou por um serviço ou empresa com equipamento de apoio especializado definido pelo fabricante e, portanto, perto da produção dos bens em causa.

2.8. Custos de Manutenção

Nos dias de hoje, é cada vez maior a preocupação das empresas no que concerne à temática dos custos. A manutenção não pode continuar a ser vista unicamente como geradora de custos, mas sim, também como uma fonte de investimento. Assim, como qualquer investimento feito do qual se tenciona obter lucro ou proveito, a manutenção compensa os seus custos em troca de benefícios diretos ou indiretos de acordo com o Ministério da Segurança Social e do Trabalho (MSST, 2007).

É fundamental ter o conhecimento dos custos ligados à manutenção para que seja feita uma análise correta dos mesmos. Existem dois tipos de custos envolvidos (MSST, 2007):

- **Custos de não-manutenção;**

Os custos de não-manutenção são os mais difíceis de materializar. São exemplos destes custos, as falhas nos equipamentos, máquinas paradas, homens parados, que resultam numa perda de produção, perdas de encomendas, entre outros.

- **Custos de manutenção;**

Os custos de manutenção situam-se aproximadamente num intervalo entre os 4 e os 5% do valor líquido das vendas, o que equivale, em termos de custo final dos produtos, a cerca de 15 a 40 % desse custo, dependendo da indústria em questão.

Segundo o MSST (2007), os custos de manutenção dividem-se ainda em 3 classes de custos distintas:

- **Custos diretos;**
- **Custos indiretos;**
- **Custos especiais;**

Os **custos diretos** são, por exemplo, custos da mão-de-obra direta, custos de materiais, custos de peças de reserva, custos de amortização de equipamentos usados na manutenção, custos de subcontratação entre outros. Os **custos indiretos** são, por exemplo, custos administrativos, custos de armazenamento de stocks, custos de manutenção, custos de formação entre outros.

Os **custos especiais** são, por exemplo, a percentagem das amortizações e a percentagem de despesas diversas. Dentro de uma empresa, o grande desafio da política de manutenção centra-se na tentativa de encontrar um ponto de equilíbrio ótimo entre os custos de manutenção e os custos da perda de produção, combinando estes dois por forma a garantir uma disponibilidade do equipamento, de acordo com MSST.

A Figura 2.3 representa o “Iceberg” dos custos de manutenção (Cabral, 2006):



Figura 2.3- Iceberg dos custos (Cabral, 2006)

O Iceberg de custos (Cabral, 2006) representa os custos verdadeiros de manutenção, sendo que a zona submersa (4 vezes maior) representa todos os custos difíceis de quantificar (custos indiretos). Por sua vez, os custos contabilísticos (custos diretos) encontram-se na ponta visível e representam apenas 20% dos custos totais.

2.9-Criticidade dos Equipamentos

Aquando da definição da estratégia e das políticas de manutenção, deve considerar-se a criticidade dos equipamentos em relação ao volume e à qualidade da produção, através de uma classificação dos mesmos sob o ponto de vista do impacto da sua avaria, ou seja, avaliar o efeito das avarias nos custos indiretos de Manutenção.

De entre a bibliografia existente, os autores Cabrita e Silva (2002) sugerem que o método proposto por Fernando D'Aléssio Ipinza (1991), pela sua simplicidade de aplicação, permite obter resultados muito úteis.

As tabelas 1 e 2 apresentam os fatores de criticidade e sua ponderação

Tabela 2.1 – Método de Ipinza (adaptado de Pinto, 1999)

Características	Condição	Pontuação
Efeito na produção	Para	4 pontos
	Reduz	2 pontos
	Não para	0 pontos
Valor - económico do equipamento	Alto	4 pontos
	Médio	2 pontos
	Baixo	1 ponto
Prejuízo - consequência da avaria	a) Máquina em si	
	Sim	2 pontos
	Não	0 pontos
	b) Ao processo	
	Sim	3 pontos
	Não	0 pontos
Dependência logística	c) Ao pessoal	
	Risco	1 ponto
	Sem risco	0 pontos
Dependência de mão de obra	Estrangeiro	2 pontos
	Local	0 pontos
	Terceiros	2 pontos
Probabilidade de avaria	Própria	0 pontos
	Alta	1 ponto
Facilidade de reparação	Baixa	0 pontos
	Alta	1 ponto
Flexibilidade e redundância	Baixa	0 pontos
	Simples	2 pontos
	By-Pass	1 ponto
	Dupla	0 pontos
Total de pontos		

Tabela 2.2 – Classificação pelo método Ipinza

(adaptado de Pinto, 1999)

Nº de Pontos	A aplicação de Manutenção Preventiva é:	Tipo de Manutenção a aplicar
19 – 22	Crítica	Manutenção Preventiva
13 -19	Importante	Manutenção Preventiva
6 -13	Conveniente	Manutenção Corretiva
0 – 6	Opcional	Manutenção Corretiva

Esta metodologia consiste na avaliação da criticidade dos equipamentos de produção, com o objetivo de tomar uma decisão em relação à política de manutenção a seguir para cada um dos equipamentos instalados numa empresa, através de fatores de criticidade e sua ponderação representados na Tabela 2.1. Depois de atribuída a pontuação a cada equipamento, adotam-se como orientação para o estabelecimento da política de manutenção, os valores de pontuação e criticidade indicados na Tabela 2.2.

Outra característica importante deste método é o facto de ser generalista do ponto de vista de aplicabilidade, uma vez que se verifica que os fatores de criticidade considerados, são facilmente aplicáveis/adaptáveis a diversos tipos de indústria.

2.10- Modelos de Gestão da manutenção

Os modelos “TPM - *Total Productive Maintenance*” (Manutenção Produtiva Total) e “RCM –*Reliability Centred Maintenance*” (Manutenção Centrada na Fiabilidade) têm sido aplicados com êxito na indústria, a nível mundial, no decorrer das últimas três décadas (Cabrita & Silva, 2002). Estes modelos baseiam-se na melhoria da relação custo/eficácia da Função Manutenção, conduzindo a elevados níveis de segurança de pessoas e bens, à continuidade do processo produtivo e à proteção do meio ambiente.

2.10.1-Total Productive Maintenance

O *Total Productive Maintenance* (TPM) integra as metodologias *Lean* e surgiu no Japão com o propósito de garantir a máxima eficiência possível dos equipamentos disponíveis, através da redução do desperdício e perdas causadas por avarias nos equipamentos. De acordo com Pinto (1999) (Smith, R. & Hawkins, B. (2004)) o seu objetivo de implementação é atingir:

Zero defeitos;

- Zero acidentes;

- Zero quebras/falhas.

Segundo Nakajima (1998), cada letra do TPM tem um significado específico:

T – Total

- Eficiência global;
- Rendimento total dos equipamentos;
- Abrangência de todo o ciclo de vida dos equipamentos;
- Participação de todos os colaboradores da empresa;

P – Produção

- Limite máximo de eficiência do sistema de produção;
- Zero acidentes;
- Zero defeitos;
- Zero falhas.

M - Manutenção

- Conservar os equipamentos para se manter como novos;
- Ter um nível máximo de produção;
- Ter um nível máximo de produtividade;
- Apresentar melhorias e conservá-las.

Assim, esta filosofia tem como objetivo principal a eliminação de falhas, defeitos e outras formas de perdas e desperdícios através do envolvimento de todos. Segundo Nakajima, (1998), pode-se traduzir a eliminação destas 6 grandes perdas:

- Perdas por paragens programadas;
- Perdas por ajustes na produção;
- Perdas por falhas nos equipamentos;
- Perdas por velocidade reduzida;
- Perdas no início da produção;
- Perdas por defeitos e retrabalho.

O TPM tem como base vários pilares que suportam este tipo de metodologia, que, segundo Bon & Ping (2011), são:

- Manutenção autónoma;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção de qualidade;
- Melhorias específicas;

- Formação de operadores e técnicos de manutenção;
- Controlo inicial de equipamentos e produtos;
- Secção de TPM no serviço de manutenção;
- Segurança e higiene no trabalho.

Em suma, os principais objetivos desta filosofia são evitar desperdícios, produzir bens sem defeitos e de modo a não reduzir a qualidade dos mesmos, reduzir custos e produzir mais quantidade (Venkatesh, 2007).

2.10.2. Reliability Centred Maintenance

A “RCM – *Reliability Centred Maintenance*” (Manutenção Centrada na Fiabilidade) é considerada como uma metodologia eficaz, uma vez que se baseia nesta filosofia de trabalho e que promove a convergência de objetivos e de esforços da Função Produção e da Função Manutenção, tendo sido já amplamente testada durante um longo período de tempo, e em vários segmentos da indústria (Cabrita & Silva, 2002).

O modelo RCM promove a aplicação de políticas de manutenção fundamentadas no conhecimento completo das funções do equipamento, no seu contexto operativo e no conhecimento profundo dos seus tipos de avarias e suas consequências, tendo em conta os seguintes aspetos (Cabrita & Silva, 2002):

- Funções do equipamento e seus requisitos padrão;
- Análise das suas avarias funcionais e respetivos tipos e efeitos, consequências das avarias na segurança, no ambiente e na produção (avaliação de riscos).
- Definição da política de manutenção aplicando a metodologia específica da RCM à informação previamente obtida, recorrendo às seguintes ações:
 - Manutenção preventiva;
 - *Default*, quando não é possível identificar ações preventivas, e que incluem inspeções periódicas e o cálculo da sua periodicidade efetuadas aos sistemas de proteção;
 - Manutenção corretiva e modificações.

A Manutenção Centrada na Fiabilidade procura, garantir que o equipamento desenvolva as funções desejadas, segundo padrões especificados e levando em consideração o seu contexto operacional, integrando a Função Produção como fator determinante na definição das políticas de manutenção. Deste modo, pode dizer-se que a RCM se baseia nos seguintes princípios (Cabrita & Silva, 2002):

- A função/contexto do sistema ou componente é o mais importante;
- Alguns equipamentos apresentam diferentes formas de falha, desde as que não afetam a função, até às que podem causar uma catástrofe;

- É necessário priorizar e só executar manutenção preventiva nos equipamentos cuja função é prioritária;
- Utilizar manutenção preventiva sistemática somente quando a substituição aumentar a fiabilidade do equipamento;
- Dar ênfase à manutenção condicionada;
- Análise das funções e dos modos de falhas através de grupos multifuncionais de trabalho.

A RCM configura-se como uma estratégia organizacional, da área de manutenção, que introduz uma mais-valia no processo produtivo na medida em que incentiva o surgimento e a disseminação do conhecimento a todos os níveis hierárquicos, o que possibilita uma melhoria contínua do desempenho dos equipamentos, através da participação, não só dos técnicos de manutenção, como também dos operadores da produção, resultando numa maior disponibilidade, fiabilidade e, conseqüentemente, numa redução dos custos operacionais, além de incluir aspetos relacionados com a segurança e o meio ambiente.

2.11. Organização Interna de um Serviço de Manutenção

Para cumprir os serviços de manutenção, qualquer empresa necessita de princípios gerais de organização interna. De acordo com Pinto (1999) a estrutura e organização interna dependem de fatores como:

- a dimensão da empresa,
- o tipo de atividade a que se dedica,
- a tecnologia das instalações,
- o tipo e a quantidade de equipamentos,
- o grau de dispersão de localização das áreas das instalações da empresa

Ao responsável pela manutenção compete gerir um conjunto de meios materiais e humanos, de forma atingir os objetivos definidos.

A Figura 2.4 ilustra as atividades que, segundo Pinto (1999) competem ao responsável pela manutenção.

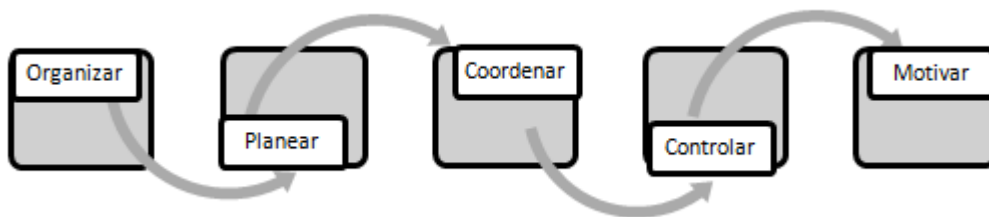


Figura 2.4- Atividades geridas pelo responsável de manutenção (adaptado de Pinto, 1999)

A Figura 2.4 sintetiza as atividades geridas pelo responsável de manutenção, nomeadamente:

- **Organizar** os recursos da função de manutenção de forma a assegurar a sua eficácia e eficiência;
- **Planear** as ações de manutenção e criar planos para aplicar durante um determinado período de tempo.
- **Programar** as respetivas intervenções e os métodos a aplicar. Estas ações de manutenção são baseadas no conhecimento dos equipamentos e na documentação técnica dos mesmos;
- **Coordenar** a realização das intervenções, de forma a garantir a qualidade da execução e o cumprimento dos prazos previstos para as mesmas;
- **Controlar** todos os custos envolvidos, tanto de mão-de-obra, como de materiais e serviços;
- **Motivar** os recursos humanos com o objetivo de alcançar ótimos níveis de produtividade.

Uma vez que o planeamento é feito com base no conhecimento técnico dos equipamentos, é necessário organizar a documentação referente aos mesmos, com base nos seguintes elementos (Pinto, 1999):

- Repositório do equipamento;
- Codificação dos equipamentos;
- Manual técnico dos equipamentos.

2.12. Ferramentas de Gestão – *Lean Manufacturing*

Qualquer empresa que pretenda ser competitiva nos dias de hoje, terá que investir em programas de gestão, métodos e tecnologias, por forma a diferenciar-se dos seus concorrentes. Atualmente, uma das mais populares escolhas de investimento, é a filosofia *Lean* (Demeter & Matyusz, 2011).

O nascimento da produção *Lean*, teve a sua origem no Japão, no seio da empresa construtora automóvel Toyota, por parte do engenheiro Taiichi Ohno, em 1940. O sistema de produção da Toyota, mais conhecido por, *Toyota Production System* (TPS) era baseado no desejo de produzir num processo de fluxo contínuo, em que não dependia de longos ciclos de produção para ser eficiente (Melton, 2005).

A filosofia *Lean* foca-se na eliminação de desperdícios, centralizando-se em ações que trazem valor acrescentado ao produto, através de uma variedade de ferramentas e métodos. Como o que está na base de qualquer organização é o seu equipamento, através da manutenção, é fundamental garantir a disponibilidade do equipamento e o seu bom

funcionamento, condição necessária para assegurar a implementação da filosofia *Lean*, que se baseia em quatro grandes ferramentas de gestão (Cabrita, 2009):

1. ***Kaizen***,
2. ***Kanban***
3. ***Just in Time***.

1. ***Kaizen***

O *kaizen* visa o bem não só da empresa, mas também dos seus recursos humanos, que se sentirão motivados, contribuindo assim para uma maior produtividade, na medida em que são incentivados a colaborar diretamente no processo produtivo, apontando novas soluções e técnicas que melhorem os processos, reduzindo os desperdícios (Cabrita, 2009)

O Programa 5S, também conhecido como “*housekeeping*”, é uma técnica reorganizadora das empresas e geralmente associada à técnica *Kaizen*, que foi desenvolvida com o objetivo de transformar o ambiente das organizações e as atitudes das pessoas.

Segundo Pinto (2013), os 5S´s é um dos métodos *Lean* mais simples e eficazes que se conhece, pois trata-se de puro bom senso e senso comum. O 5S é um programa que consiste em motivar, consciencializar e mobilizar toda a empresa para a Qualidade Total, a partir da organização, arrumação e disciplina no local de trabalho.

Este método envolve todos os colaboradores de uma empresa que, através dos princípios básicos do 5S, promovem o fluxo de materiais, melhoram as condições de trabalho, de ambiente e de segurança. O nome 5S tem origem japonesa e deriva dos cinco elementos básicos do sistema (Falkowski & Przemysław, 2013): ***Seiri***, ***Seiton***, ***Seiso***, ***Seiketsu*** e ***Shitsuke***, que em Português foram traduzidas como “*sensos*”.

- ***Seiri***– **senso de utilização** – consiste em manter no local de trabalho apenas o material, ferramentas e equipamentos estritamente necessários, separando assim o útil do inútil.
- ***Seiton*** – **senso de organização** – o material, as ferramentas e os equipamentos devem estar sempre organizados, isto é, cada peça deverá ter o seu local específico de arrumação.
- ***Seiso*** – **senso de limpeza**– ter sempre o cuidado de manter o local e o material de trabalho limpos, e procurar eventuais causas que possam diminuir o rendimento de trabalho.
- ***Seiketsu*** – **senso de saúde** – manter todos os sectores da empresa com as mesmas características, através da combinação de *Seiri*, *Seiton* e *Seiso*.
- ***Shitsuke***– **senso de autodisciplina** – representa a autodisciplina através da interiorização de bons hábitos e de bons costumes, tratando igualmente da atualização constante.

2- Kanban

O procedimento *Kanban* é utilizado para descrever um sistema de sinalização muito simples, que autoriza a produção em cada célula de trabalho, a partir das operações a realizar a jusante. Os cartões *Kanban* permitem estabelecer um controlo direto entre células de fabrico, limitando o volume de produção em curso (Cabrita, 2009).

3- Just in Time

Just in Time é a mais reconhecida e utilizada técnica de *Lean Production* e representa uma filosofia de gestão que procura continuamente eliminar qualquer tipo de desperdício.

O *Just in Time* é uma técnica que permite ter “o material necessário, no lugar certo, na quantidade exata e no tempo pretendido”, permitindo aumentar o volume de produção, aumentar o número de encomendas com os mesmos ativos, reduzir os desperdícios, atrasos e tempos de espera e, por conseguinte, reduzir os custos de produção, melhorar a qualidade dos produtos fabricados, libertar os ativos, aumentar as margens de lucro, reduzir os preços de comercialização e aumentar a produtividade (Cabrita, 2009).

2.13. Indicadores de Desempenho da Manutenção

Na manutenção também existem indicadores que demonstram o desempenho. Aparecem associados à área da manutenção como forma de avaliar o desempenho e controlar o processo.

Os indicadores de desempenho segundo J. P. Sousa, (2011), são instrumentos que permitem analisar o resultado do serviço e por sua vez, definir o objetivo a alcançar e verificar o seu comportamento.

A Norma portuguesa NP EN 15341:2009 – Indicadores de desempenho da manutenção (KPI), apresenta três grandes grupos de desempenho, que são:

- Indicadores económicos;
- Indicadores Técnicos;
- Indicadores Organizacionais.

De acordo com Didelet (2003) os indicadores da manutenção são os seguintes:

- **MTBF-Mean Time Between Failures.** Parâmetro muito importante ao nível da Fiabilidade, pois representa a “esperança matemática” das avarias ou seja o tempo provável ao fim do qual o equipamento, se utilizado nas condições nominais, avaria.

Matematicamente, o MTBF expressa-se da seguinte forma:

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N},$$

onde:

MTBF - *Mean Time Between Failures*

TBF - *Time Between Failures*

N- nº de avarias

- **TAXA DE AVARIAS (λ)**- Importante conceito de manutenção que representa o inverso de *MTBF*, sendo:

$$\lambda = \frac{MTBF}{N}$$

Onde:

λ - Taxa de avarias

- **MTTR**- *Mean Time To Repair*. Parâmetro importante ao nível da Manutibilidade, pois representa a “esperança matemática” do tempo de reparação de uma dada avaria, ou seja, o tempo provável ao fim do qual essa avaria estará reparada.

MTTR é representado pela expressão matemática:

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{N},$$

onde,

MTTR- *Mean Time To Repair*

TTR- *Time To Repair*

- **D**- Disponibilidade. Definida como a probabilidade de que um equipamento tem de assegurar a função para o qual foi produzido, num dado instante.

A Disponibilidade é um parâmetro que permite relacionar o MTBF com o MTTR, de acordo com a seguinte expressão matemática:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR},$$

onde,

D- Disponibilidade

2.14. Normalização Aplicada à Manutenção

Segundo o "Manual de Normalização" (2009), "uma norma é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, linhas diretrizes ou características, para atividades ou seus resultados, garantindo um nível de ordem ótimo num dado contexto."

Existem várias normas portuguesas relacionadas com a manutenção, nomeadamente:

- NP EN 13306:2010 - Terminologia de manutenção
- NP EN 13269:2007 - Manutenção - Instruções para a reparação de contratos de manutenção
- NP EN 15341:2009 - Manutenção - Indicadores de desempenho de manutenção
- NP EN 13460:2009 - Manutenção – Documentação para manutenção
- NP 4483:2009 – Norma guia para a implementação de sistemas de gestão de manutenção
- NP 4492:2009 – Requisitos para a prestação de serviços de manutenção

2.15. Falhas e Avarias

Define-se "falha da função requerida" ou simplesmente "falha" (fault, panne), como sendo o estado de um bem inapto para cumprir uma função requerida, excluindo a inaptidão devida à manutenção preventiva ou outras ações programadas, ou devida à falta de recursos externos" ou seja, é não só a cessação de funcionamento mas também a degradação de um parâmetro de funcionamento até um nível que se considere insatisfatório (NP EN 13306).

Navarro (1999) definiu como falha, a perda de aptidão para cumprir uma determinada função. Uma avaria é a cessação da capacidade de um determinado bem para realizar a sua função específica de acordo com a norma NP EN 13306 2010. O termo avaria e falha são sinónimos e ambos são um acontecimento ou evento. Contudo, geralmente, o termo avaria utiliza-se para situações reversíveis e reparáveis enquanto o termo falha se utiliza em situações irreversíveis (Cabral, 2013).

Segundo Cabral (2013) as avarias podem ter origens intrínsecas, relacionadas com fatores internos como, por exemplo, uma falha numa alimentação do equipamento; ou extrínsecas, relacionadas com fatores externos como, por exemplo, acidentes de trabalho.

Assis (2004) divide as avarias em dois tipos: **avarias catastróficas**, que ocorrem de forma súbita; e **avarias por degradação**, que ocorrem de forma gradual e progressiva. As primeiras são avarias imprevisíveis, uma vez que resultam da variação súbita das características do equipamento e, geralmente, têm origem extrínseca. As segundas são falhas previsíveis dado que resultam de variações graduais no comportamento de um ou mais órgãos do equipamento, para além dos seus limites de resistência e, sendo que podem ser previstas,

podem, também, ser evitadas. Geralmente têm origem intrínseca, embora também possam ter origem extrínseca.

No que concerne às causas de avarias, Assis (2004) destaca as seguintes:

- Erros de projeto;
- Seleção errada dos materiais;
- Defeitos de fabrico;
- Manutenção inadequada ou inexistente;
- Condições de ambiente imprevistas;
- Sobrecargas de serviços.

2.16. Gestão Documental de Equipamentos

O objetivo da organização documental manutenção é manter atualizada a informação acerca do parque de equipamentos. Esta organização é muito importante para o conhecimento dos equipamentos e a escolha do tipo de manutenção a implementar. Qualquer unidade industrial ou de serviço deve ter um inventário atualizado de todos os equipamentos existentes. Cada equipamento pode ter um dossier onde pode ser consultada toda a sua informação e um histórico de intervenções e avarias.

Inventário

O inventário é uma listagem codificada do parque de equipamentos segundo uma árvore que está sob responsabilidade do departamento de manutenção.

A codificação pode ser numérica ou alfanumérica de maneira que permita dar noção sobre o conjunto de produção a que o equipamento pertence, a natureza do serviço prestado, a localização do equipamento, o tipo ou família do equipamento e o próprio equipamento individual.

- **Dossier-máquina**

O dossier-máquina é uma organização de toda a informação relativa ao equipamento, desde os documentos comerciais aos documentos técnicos. Os documentos comerciais incluem contrato de encomenda, garantias, documentos referentes ao processo de receção do equipamento e referências do serviço pós-venda.

Os documentos técnicos incluem especificações do equipamento, lista de peças, desenhos, manual de operação e manual de manutenção. Os dossiers podem ser mais ou menos completos consoante a importância do equipamento para a produção representada pelo índice de criticidade e devem ser classificados segundo o número de inventário.

Cabe ao departamento de manutenção estabelecer uma estrutura standard de dossier, definir as informações úteis a incluir nele e proceder à sua atualização sempre que necessário.

2.17. Ordem de Trabalho

Depois de efetuada uma organização documental dos equipamentos, torna-se necessário estabelecer o documento que faz andar um sistema de gestão da manutenção, a ordem de trabalho (OT). Este documento é exclusivamente emitido pelo departamento de manutenção tendo como principal função a indicação dos trabalhos a realizar. Outras funções da OT são:

- Definir quando, onde e quem faz os trabalhos;
- Para além da mão-de-obra, indicar os recursos materiais necessários;
- Fornecer instruções necessárias para a execução;
- Permitir o registo dos trabalhos realizados;
- Permitir um correto apuramento de custos, tanto em material como em mão-de-obra;
- Servir de suporte para o apontamento da condição dos equipamentos e sugestões de trabalhos futuros.

2.18. Sistemas Informáticos na Manutenção

Segundo Pinto (1999) a partir dos anos oitenta houve uma expansão no desenvolvimento informático quer no domínio hardware, quer o domínio software. A utilização de um software facilita muito a gestão de manutenção numa empresa e traz muitas vantagens, no que diz respeito à rapidez de informação e ao aumento de produtividade.

Para implementar um sistema informático é necessário que o serviço de manutenção se encontre bem organizado. Assim sendo, toda a informação referente a sistemas de codificação dos equipamentos e dos materiais de organização, documentação técnica dos equipamentos, planos de manutenção preventiva e ficheiros dos profissionais, são fundamentais para a sua implementação.

Existem vários benefícios, segundo Pinto (1999) que se podem obter com a introdução de um software de manutenção como:

- Melhorias no planeamento e programação;
- Redução na subcontratação;
- Redução do número de peças em reserva;
- Redução do nível de stocks;
- Redução dos custos de armazenagem;
- Melhorias devidas à maior disponibilidade de peças e materiais;
- Aumento da produção.

3-HD-Hidrodipto

No presente capítulo é apresentada a empresa Hidrodipto. São identificados os produtos comercializados e processos de produção. É dada ainda uma visão geral dos equipamentos existentes na empresa.

3.1- A HD-Hidrodipto

A HD– Hidrodipto, Produtos Químicos e Farmacêuticos foi fundada em 2005 (Masterfile Hidrodipto) e é uma empresa que se dedica ao fabrico e comercialização por grosso de produtos químicos e farmacêuticos, nomeadamente produtos cosméticos, biocidas e dispositivos médicos. Comercializa, por grosso, artigos de higiene, produtos de conservação e limpeza, produtos de beleza, substâncias medicamentosas e produtos de prótese geral, bem como outros com estes conexos.

Em 2008, a Hidrodipto alia-se à DIPROLAR, uma empresa que comercializa produtos químicos e farmacêuticos e artigos para o lar. A HD- Hidrodipto começa, então, a produzir produtos com a marca DIPROLAR, de acordo com as necessidades dos clientes da DIPROLAR. Desde então, a HD-Hidrodipto tem vindo a adquirir os seus próprios clientes e a desenvolver novos produtos, tendo em conta as exigências e evolução do mercado. (Masterfile Hidrodipto, 2018)

A Hidrodipto é constituída por 15 funcionários, sendo que 3 deles pertencem à equipa de manutenção.

É apresentado na figura 3.1 um organigrama da empresa.

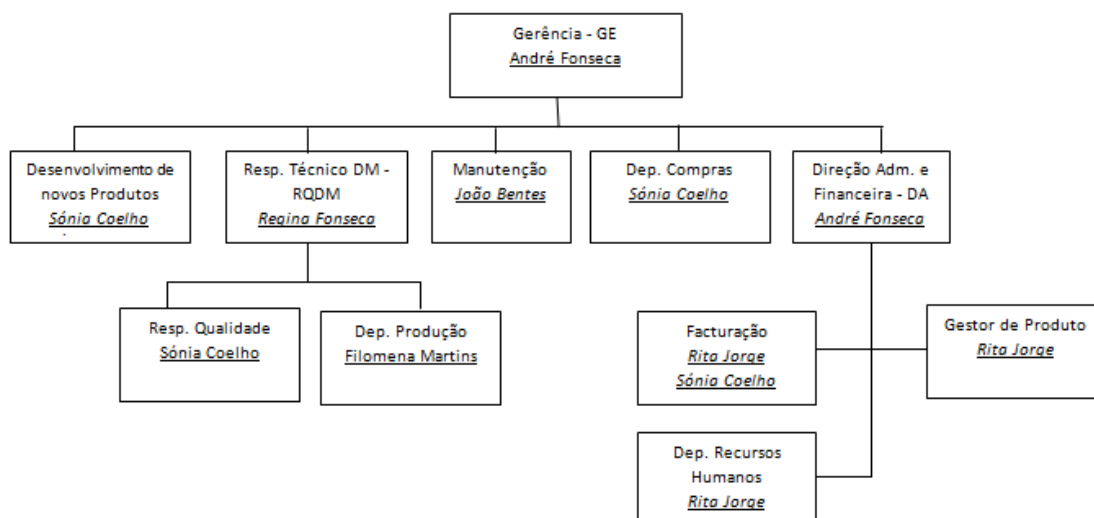


Figura 3.1 - Organigrama da empresa

3.2 Produtos produzidos e comercializados pela HD-Hidrodiopro

Parte dos produtos comercializados pela HD-Hidrodiopro são adquiridos em largas quantidades, externamente. Posteriormente, são efetuados na empresa os processos de preparação dos produtos para a sua distribuição ao consumidor final. Os principais produtos comercializados utilizando este método são

- Acetonas;
- Vaselinas;
- Óleo de cedro;
- Óleo de amêndoas doces,

Na figura 3.2 está representada uma das variedades de vaselina produzida na Hidrodiopro.



Figura 3.2- Vaselina Cien

A HD-Hidrodiopro dedica-se, também, à produção de produtos próprios, tais como:

- Soro fisiológico;
- Água de rosas;
- Iodopovidona;
- Violeta genciana;
- Tintura de iodo.

A figura 3.3 representa o soro fisiológico produzido e comercializado pela empresa.



Figura 3.3- Soro fisiológico Tru Care

3.3 Equipamentos

Os equipamentos da HD- Hidrodipro podem ser agrupados em quatro principais categorias:

1. Equipamentos de produção,
2. Equipamentos de enchimento,
3. Equipamentos de Rotulagem;
4. Embaladoras.

3.3.1. Equipamentos de produção

Unidade de osmose inversa

Todos os produtos comercializados pela HD-Hidrodipro têm como constituinte base a água desmineralizada. Esta água desmineralizada é produzida na empresa numa unidade de osmose inversa.

O circuito do sistema de produção de água osmotizada dispõe ainda de:

- Um filtro de partículas;
- um filtro de carvão ativado;
- um depósito pulmão de 1000L;
- um descalcificador, a montante da unidade de osmose inversa,
- uma carga de resina, a jusante.

A carga de resina é apenas utilizada caso a condutividade da água à saída da unidade de osmose inversa não satisfaça os padrões de qualidade estabelecidos. No caso daHD-Hidrodipro, a água osmotizada utilizada na produção onão deve apresentar valores de condutividade abaixo dos 4 μS .

A figura 3.4 representa a unidade de produção de água osmotizada.



Figura 3.4- Unidade de produção de água osmotizada

3.3.2. Equipamentos de Enchimento

A HD- Hidrodipro comercializa produtos em formatos bastante diversos. Assim, o conjunto de equipamentos de que dispõe é também, necessariamente, diversificado e adaptado à produção.

Seguidamente, é feita uma apresentação e descrição dos equipamentos de enchimento presentes na HD-Hidrodipro.

3.3.2.1.Máquina de enchimento Afinomaq Monobloco LMB

Este equipamento é utilizado no enchimento de água de rosas (formatos 200ml e 250ml) e soro fisiológico (formatos 60ml e 100 ml). Munido de um sistema de carrossel, este equipamento tem 3 bicos de enchimento, um sistema de aplicação de pipetas e tampas e uma capsuladora.

O produto a encher é previamente colocado, por ação de uma bomba, num depósito pulmão de 50L. Após o enchimento do depósito pulmão, é imposta no mesmo uma pressão relativa de 0,25 bar a 0,5 bar. É aberta uma válvula que direciona o produto para os bicos de enchimento no interior da máquina.

A abertura e fecho das válvulas e o conseqüente enchimento são controlados por três caudalímetros individuais (um por bico de enchimento). Simultaneamente, duas cubas vibratórias alimentam as calhas por onde passam as pipetas e tampas a aplicar nos frascos.

Após a aplicação das pipetas e tampas, um roscador completa o capsulamento. Após o capsulamento, um tapete rolante leva os frascos com o produto diretamente para uma rotuladora, que aplica o rótulo e imprime o lote e data de validade.

A figura 3.5 representa a máquina Afinomaq Monobloco LMB.

Na figura 3.6 é possível observar o sistema de carrossel do equipamento.



Figura 3.5 - Afinomaq Monobloco LMB

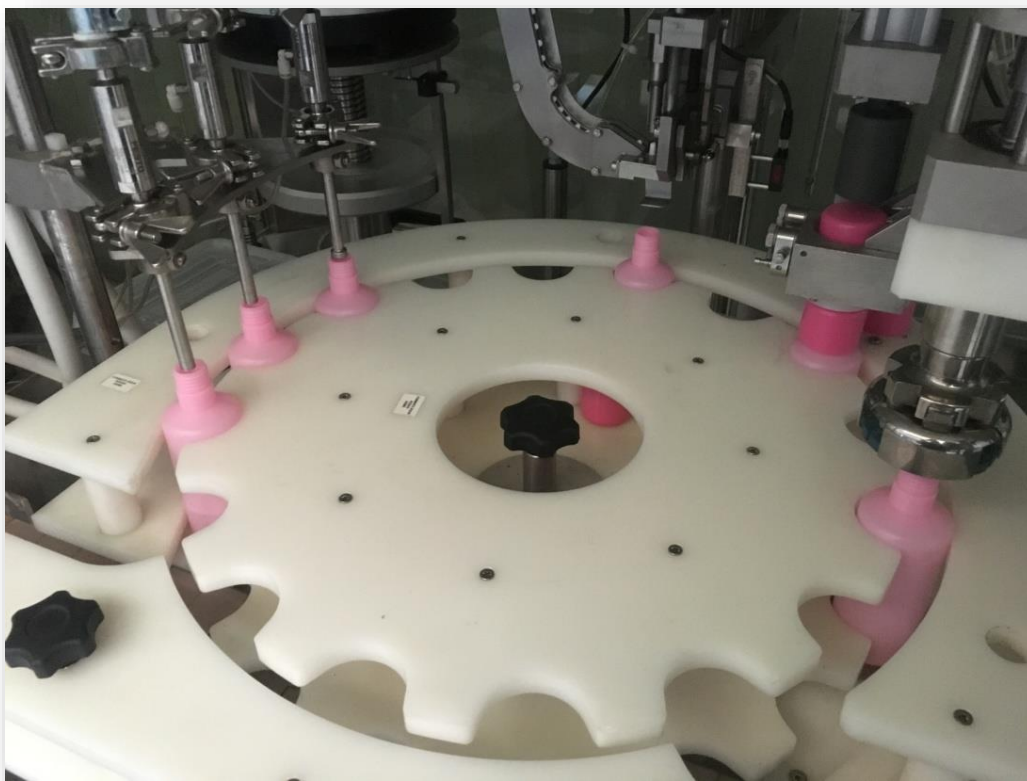


Figura 3.6- Sistema de carrossel da máquina de enchimento Afinomaq Monobloco LMB

3.3.2.2 Máquina de enchimento de acetona Afinomaq MBV1800

Esta máquina de enchimento tem um funcionamento bastante semelhante à Monobloco LMB, anteriormente apresentada. Neste equipamento, os bicos de enchimento são alimentados por cilindros volumétricos, acionados por um sistema pneumático.

A figura 3.7 demonstra o sistema de carrossel do referido equipamento.



Figura 3.7- Carrossel do equipamento Afinomaq MBV1800

3.3.2.3 Máquina de enchimento de vaselina

A vaselina comercializada pela HD-Hidropro pertence ao conjunto de produtos que não são produzidos nas instalações. A vaselina é adquirida externamente, em grandes quantidades, chegando à HD-Hidropro em barris de 200L. Na empresa, a vaselina é transferida dos barris para o depósito da máquina de enchimento, onde será doseada em embalagens individuais de 60ml, 100ml ou 200ml.

Este depósito tem uma camisa de aquecimento, onde circula água aquecida por uma resistência. No depósito, a vaselina é aquecida até à temperatura de 45°C, sendo a esta temperatura que a vaselina adquire uma viscosidade ótima para o doseamento por injeção em embalagens individuais.

A máquina da vaselina está representada na figura 3.8.



Figura 3.8- Máquina da vaselina

3.3.2.4. Afinomaq EP1C-T

Embora a cadência de produção deste equipamento seja mais baixa, a EP1C-T é bastante versátil, automatizando o enchimento de volumes entre os 10ml e os 1000ml. Diferencia-se também por ter a capacidade de dosear produtos viscosos, utilizado uma bomba

de cavidade progressiva. Esta máquina destaca-se também das restantes apresentadas por ser bastante leve e portátil. Este equipamento pode ser observado na figura 3.9.



Figura 3.9- Afinomaq EP1C-T

3.3.3. Equipamentos de Rotulagem

Após o enchimento e capsulagem, os produtos seguem para as unidades de rotulagem. Estas linhas de rotulagem normalmente estão em série com as máquinas de enchimento. Existe também uma rotuladora individual para produtos cujas unidades de enchimento não possuem uma rotuladora própria.

3.3.3.1 Rotuladora MarCoPack MCP-300T

A principal vantagem desta rotuladora é a sua capacidade de aplicar rótulo e contrarrótulo simultaneamente. É também ajustável à rotulagem de frascos redondos. Além

disso, possui um software facilmente programável que permite adaptar os parâmetros de rotulagem a uma variadíssima gama de formatos.

A Rotuladora MarCoPack MCP-300T é apresentada na figura 3.10.



Figura 3.10- Rotuladora MarCoPack MCP-300T

3.3.4. Embaladoras

Parte dos produtos comercializados pela HD-Hidrodipto são vendidos em *packs* embalados em túneis de refração. A HD-Hidrodipto possui três embaladoras que utilizam este sistema: Duas embaladoras Vimacor CAM 500 S e uma embaladora Vimacor Eco 500 SA.

A figura 3.11 apresenta uma das embaladoras Vimacor CAM 500 S.



Figura 3.11- Embaladora Vimacor CAM 500 S

Após passagem no interior do túnel de refração do equipamento, o *pack* sai embalado da forma apresentada na figura 3.12.



Figura 3.12- Pack de acetona embalado pela embaladora Vimacor CAM 500 S

3.4- Instalações

Neste subcapítulo serão apresentadas as instalações da Hidrodipro e respetiva organização.

3.4.1- A Fábrica

As instalações da fábrica situam-se em Odivelas, na zona industrial

O lote tem uma área total de 2894 m². O edifício é constituído por duas frações autónomas. A fração onde se insere a HD-Hidrodipro é ocupada por uma unidade de transformação e produção de produtos químicos e farmacêuticos, uma área de escritórios e uma área de armazém.

O espaço destinado à transformação e produção de produtos ocupa uma área de cerca de 130 m². Estão instalados sistemas de ventilação e iluminação artificial para garantir as condições de segurança e higiene.

Está assegurado, através de uma copa de apoio, um espaço de refeições leves para os seus trabalhadores.

3.4.2- Secções da fábrica

O espaço da fábrica está dividido em cinco secções principais:

1. Secção de fabrico e transformação;
2. Armazém interior;
3. Armazém superior;
4. Armazém exterior;
5. Secção de produção de água osmotizada.

3.4.2.1. Secção de fabrico e transformação:

Nesta zona ocorre a maioria dos procedimentos de produção, transformação e enchimento de produtos. É, portanto, a secção da fábrica com maior controlo de condições de higiene e qualidade. Existe ainda um espaço de laboratório para apoio ao processo de fabrico e transformação.

Nesta secção existe ainda uma tenda de fluxo de ar laminar para processos de produção que exigem uma qualidade do ar circundante ainda mais rigorosa. Neste momento,

os produtos cuja produção é feita dentro da tenda de fluxo de ar laminar são o soro fisiológico e a água de rosas.

Na figura 3.13 é possível observar a secção de fabrico e transformação e a tenda de fluxo de ar laminar.



Figura 3.13- Secção de fabrico e transformação

3.4.2.2. Armazém Interior

O armazém anterior é a maior secção da HD-Hidrodipto. É onde se encontra a maior parte do *stock*, tendo também zonas dedicadas à produção e enchimento de alguns produtos que não necessitam de um controlo de qualidade tão rigoroso.

Nesta secção encontram-se ainda duas rotuladoras e duas embaladoras. As zonas de quarentena, produtos não conformes e *stock* obsoleto estão também localizadas no armazém interior. É também no armazém interior que se encontra a bancada de apoio à manutenção e o armário dos produtos e instrumentos de limpeza.

Esta secção pode ser observada na figura 3.14.



Figura 3.14- Armazém interior

3.4.2.3. Armazém superior;

Situa-se no primeiro piso. Esta secção serve para armazenamento de algum *stock*, depósitos de produção sem utilização frequente e arquivo de documentação. É também nesta secção que se situa o compressor que alimenta a rede pneumática da fábrica. Existe ainda nesta secção um cais de cargas e descargas que faz a conexão entre o armazém superior e o armazém interior.

Esta secção pode ser observada na figura 3.15.

3.4.2.4. Armazém exterior:

Para além de servir como zona de armazenamento de *stock*, é no armazém exterior que são feitas entregas e carregamento de mercadorias de e para o exterior. Embora situado no exterior das instalações esta zona de armazenamento tem uma cobertura superior e lateral que protege parcialmente as mercadorias dos elementos atmosféricos e da radiação solar.

Este armazém pode ser observado na figura 3.16



Figura 3.15- Armazém superior



Figura 3.16- Armazém exterior

3.4.2.5 Secção de produção de água osmotizada

Situada no piso superior, é nesta secção que está localizado o sistema de produção de água osmotizada. Nesta secção existe, ainda, uma 'sala limpa', uma sala de pesagens e uma zona de armazenamento de produtos químicos. Existe também uma zona de armazenamento para *stock* que necessita de condições de armazenamento especiais.

3.4.3. Armazenamento de *stock*:

O armazenamento de *stock* na HD-HidroDipro pode ser dividido em três categorias distintas:

- **Armazenamento Nível 1:** Armazenamento para *stock* sensível.

Zona localizada na secção de produção de água osmotizada. Os principais produtos armazenados nesta zona são os frascos de água de rosas e os frascos, tampas e pipetas do soro fisiológico.

Nesta zona de armazenamento o *stock* é armazenado em *racks* diretamente nas prateleiras, sem a presença de paletes de madeira. Esta zona é totalmente desprovida de radiação solar. A temperatura e humidade são controladas. Esta zona dispõe ainda de um sistema de iluminação UV para garantir o cumprimento dos padrões bacteriológicos dos produtos armazenados.

- **Armazenamento Nível 2:** Armazenamento de *stock* que não pressupõe um controlo de temperatura, radiação solar, humidade e bacteriológico tão rigoroso.

As secções de armazenamento pertencentes a esta categoria são o armazém superior e o armazém interior. Nesta zona de armazenamento 2, o *stock* está disposto em paletes de madeira organizadas por *racks*. Não é feito controlo rigoroso de humidade e temperatura e, em certas ocasiões, o *stock* está exposto a radiação solar.

- **Armazenamento Nível 3:** armazenamento localizado no exterior das instalações, para produtos cuja exposição às condições climáticas exteriores não altera as suas propriedades.

Esta zona de armazenamento situa-se no armazém exterior. Nesta zona de armazenamento, os produtos estão apenas dispostos em paletes de madeira ou plástico, não havendo *racks*. Localizada no exterior, esta zona de armazenamento está parcialmente exposta às condições climáticas exteriores.

4. Estado inicial dos equipamentos e da gestão da manutenção inicial da empresa.

Neste capítulo é avaliada a situação inicial a nível de equipamentos e manutenção encontrada na empresa. São identificadas as principais debilidades a nível de manutenção.

4.1 Estado inicial dos processos de manutenção e gestão da manutenção na Hidrodipro

Antes do início dos trabalhos no âmbito desta dissertação, não existia uma equipa de manutenção na Hidrodipro. A manutenção praticada na Hidrodipro era apenas de natureza corretiva e era efetuada, quando possível, pelos próprios operadores dos equipamentos.

Devido à falta de formação técnica dos operadores e à escassez de ferramentas de manutenção, nem sempre era possível solucionar as anomalias encontradas internamente. Sempre que as anomalias detetadas não eram solucionáveis com os recursos de manutenção disponíveis na empresa, a Hidrodipro recorria a um serviço de manutenção externo.

Na ocorrência de uma avaria, os colaboradores alertavam o responsável da produção que, por sua vez, organizava a vinda de técnicos externos à empresa para solucionar as avarias detetadas.

Além de dispendioso, este sistema de manutenção dependia muito da disponibilidade dos técnicos externos, que nem sempre se podiam deslocar de imediato às instalações da Hidrodipro para efetuar os processos de manutenção necessários. Assim, a resolução tardia de algumas anomalias críticas causava grandes constrangimentos à produção.

A nível de manutenção preventiva, nenhum processo de manutenção era efetuado, devido à inexistência de um plano de manutenção preventiva.

Consta, nos manuais de alguns equipamentos mais recentes, um conjunto de operações de manutenção preventiva a efetuar periodicamente a fim de reduzir a frequência de ocorrência anomalias. Porém, devido à falta de técnicos e ferramentas de manutenção, estes procedimentos também não eram efetuados.

4.2 Estado inicial da manutenção dos equipamentos presentes na Hidrodipro

Alguns equipamentos apresentavam algumas anomalias e sinais de desgaste derivados da falta de manutenção preventiva. A falta de lubrificação e desgaste dos consumíveis desgastados eram os exemplos mais relevantes de indícios de falta de manutenção preventiva.

Além disso, as proteções de segurança de alguns equipamentos tinham sido indevidamente retiradas.

4.3- Problemas detetados a nível de documentação

A documentação é a base da organização da manutenção de uma empresa.

Na Hidrodipro, não existe qualquer tipo de documentação associada à manutenção. Isto significa que não há registo das anomalias detetadas nos equipamentos e as soluções encontradas para as mesmas. A falta deste registo de anomalias impossibilita, também, a quantificação da frequência de avarias em cada equipamento, informação crucial na formulação de um bom plano de manutenção preventiva.

A falta de documentação também implica que não haja um controlo rigoroso do *stock* de consumíveis a utilizar nos equipamentos. Existe, então a possibilidade de rotura de *stock* de consumíveis, que poderá trazer grandes transtornos à produção.

4.4- Problemas detetados a nível da operacionalidade da manutenção

A principal debilidade da Hidrodipro neste aspeto é o facto de não existir uma equipa de técnicos de manutenção. Tal como abordado anteriormente, as operações de manutenção corretiva são efetuadas por técnicos externos ou pelos operadores dos equipamentos.

A ausência de um plano e de práticas manutenção preventiva é, sem dúvida, outra das grandes debilidades da empresa, pois esta ausência afeta pela negativa a frequência de anomalias nos equipamentos e consequentes paragens não programadas.

4.5- Problemas detetados a nível de processos de produção

Existem, ainda, alguns processos de produção que necessitam de ser revistos e, eventualmente, de ser submetidos a processos de melhoria.

4.5.1- Limitações do processo de produção da água de rosas

No processo de produção de água de rosas, a solução é preparada num depósito de 1000 litros presente no piso superior, junto à máquina de produção de água osmotizada.

A solução é depois transferida para um depósito de 50 litros que, posteriormente, alimenta o equipamento de enchimento utilizado no enchimento de água de rosas.

O depósito de 50 litros é pressurizado e encontra-se a montante do equipamento de enchimento. Este depósito pressurizado alimenta o equipamento de enchimento, utilizando a sua pressão relativa superior para transferir o produto para os bicos de enchimento. Tanto o depósito de 50 litros como o equipamento de enchimento encontram-se no piso inferior, dentro da tenda de fluxo de ar laminar, cerca de 5,5 metros abaixo do nível do depósito de 1000 litros presente no piso superior. A transferência de produto entre o depósito de 1000 litros e o depósito pressurizado é, então, feita por gravidade. Essa transferência dá-se quando o nível de produto dentro do depósito de 50 litros atinge um valor mínimo, sendo a válvula de entrada do depósito de 50 litros aberta automaticamente até que o nível máximo no interior do depósito seja atingido.

A pressão dentro do depósito pequeno regula o caudal escoado para a máquina de enchimento. Quanto maior for essa pressão, maior é o caudal escoado para a máquina de enchimento e, conseqüentemente, maior é a cadência de enchimento.

À medida que o nível do depósito de 1000 litros desce, a pressão de coluna de água do mesmo começa a descer e a aproximar-se da pressão no interior do depósito de 50 litros. A partir de um certo ponto, a pressão no interior do depósito anula a pressão de coluna de água. A gravidade deixa, então, de ser suficiente para transferir o produto para o depósito de 50 litros, pois está a ser contrariada pela pressão no interior do mesmo.

Torna-se, então, necessário reduzir a pressão no interior do depósito de 50 litros e conseqüentemente, a cadência de produção. O nível de produto dentro do depósito de 1000 litros é, então, fator limitante da cadência de produção deste processo.

4.5.2- Processos de enchimento com equipamentos ou métodos inadequados

Na Hidrodipro são processados produtos com características muito diferentes. O volume dos frascos utilizados no enchimento varia entre os 30 mililitros e os 5 litros. São também processados produtos com viscosidades bastante diferentes. Alguns produtos não podem ser agitados durante o enchimento devido à criação excessiva de espuma. Outros requerem a utilização de materiais específicos compatíveis com as suas propriedades.

Esta multiplicidade de características de enchimento torna a escolha dos equipamentos a utilizar mais complicada. Por essa razão, nalguns processos de enchimento são utilizados métodos ou equipamentos que conferem cadências de produção bastante baixas.

4.5.3- Processo de produção de soro fisiológico com falhas na rotulagem

A máquina de enchimento do soro fisiológico encontra-se em série com uma rotuladora, sendo a transferência dos frascos entre equipamentos feita por um conjunto de tapetes transportadores.

Para que a rotulagem aconteça de forma correta, é necessário que os frascos cheguem com uma certa distância entre si. Caso contrário, a cadência de chegada de frascos à rotuladora torna-se superior à cadência máxima de rotulagem da rotuladora, o que causará paragens, quebras de rótulo, desregulação de parâmetros e outros transtornos no processo de rotulagem.

4.6- Ausência de um *software* de gestão da manutenção

A Hidrodipro utiliza um *software* de gestão chamado PHC. Neste *software* é possível gerir níveis de *stock*, compras, encomendas, fichas de fornecedores e clientes, preços de matérias-primas, margens de lucro, etc.

Existe uma extensão deste *software* associada à gestão da manutenção. Porém, uma vez que os processos gerais de gestão da manutenção da empresa são muito limitados, e não havendo um técnico especializado em manutenção que possa utilizar este tipo de ferramenta, não fez sentido, até então, adquirir este ou qualquer outro *software* de gestão da manutenção.

5-PROPOSTAS DE MELHORIA PARA O SERVIÇO DE MANUTENÇÃO

No seguinte capítulo será apresentado um conjunto de propostas destinadas a melhorar o serviço de manutenção da Hidrodipro.

5.1 Criação de um inventário de máquinas e sistema de codificação de equipamentos

Uma das principais debilidades da Hidrodipro a nível de manutenção é a falta de organização. A falta de registos de operações, controlo de stock de consumíveis, organização de ferramentas ou a ausência de inventários são exemplos de algumas debilidades da Hidrodipro que necessitam de ser corrigidas.

Antes da implementação de práticas que organizem o sistema de manutenção, foi necessário inventariar os equipamentos existentes na empresa. De seguida, foi criado um sistema de codificação que agilize a organização e identificação dos equipamentos.

Na tabela 5.1 encontra-se, a título de exemplo, parte do inventário dos equipamentos presentes na Hidrodipro e respetivo código interno.

O inventário completo pode ser observado no Anexo I.

Tabela 5.1- Inventário e codificação de equipamentos

Equipamento	Referência Interna
Afinomaq Monobloco LMB	[1.LMB]
Máquina da vaselina	[2.VAS]
Máquina vertical de enchimento de acetona	[3.VACE]
Máquina vertical de enchimento de violeta genciana e iodopovidona	[4.VIOD]
Enchedora Portátil Afinomaq EP1C-T	[5.EP1C]
Embaladora nº1	[6.EMB1]
Embaladora nº2	[7.EMB2]
Embaladora nº3	[8.EMB3]

Por fim, cada equipamento foi identificado com o respetivo código, tal como apresentado na figura 5.1



Figura 5.1- Etiqueta de codificação da máquina MBV 1800

5.2 Criação e implementação de Ordens de Trabalho associadas à manutenção

Um dos aspetos mais eficazes na organização da manutenção de uma empresa é a criação Ordens de Trabalho. Estas permitem fazer o registo de intervenções efectuadas, criando assim um historial de anomalias de cada equipamento. Analisando a origem e a frequência de cada anomalia, torna-se mais fácil criar, por exemplo, um plano de manutenção preventiva mais adequado.

Foi, então, criado um conjunto de Ordens de Trabalho que possibilitará o registo e arquivo das intervenções feitas.

Por nomenclatura da empresa, as OT têm o nome de IMP (Impresso).

A tabela seguinte representa o *template* IMP 013- Ficha Individual de Equipamento. Nesta tabela serão registados os dados gerais, os consumíveis utilizados e observações importantes para a manutenção de cada equipamento.

Tabela 5.2- IMP 013- Ficha Individual de Equipamento

Equipamento – Características			
Nº Interno:			Data de Aquisição
Marca	Modelo	Nº Serie	Consumíveis utilizados
Fornecedor:			
Morada:			
Contacto:			
Observações:			

5.3 Sistema de monitorização de *stock* de consumíveis e peças de desgaste

Os consumíveis e peças de desgaste são uma vertente essencial de um bom serviço de manutenção. É fundamental que haja um controlo dos consumíveis utilizados pelos equipamentos. Uma quebra de stock ou utilização indevida de consumíveis pode causar grandes constrangimentos na produção.

Com o intuito de organizar os processos de aquisição, controlo e substituição de consumíveis, foi criado um inventário de consumíveis e aplicado um sistema de codificação semelhante à codificação dos equipamentos.

Neste inventário serão colocadas algumas informações como as dimensões, a aplicação e o fornecedor do consumível.

São apresentados, de seguida, os exemplos de um retentor e de um vedante inseridos neste inventário.

Nome: Retentor 1

Código Interno: cR1

Máquina(s): [4.VIOD]

Fornecedores: SOVE- Sociedade de Vedantes e Máquinas, S. A.

Dimensões

Ø interno: 31 mm

Ø externo: 50 mm

Ø externo com aba: 51,5 mm

Altura: 10mm

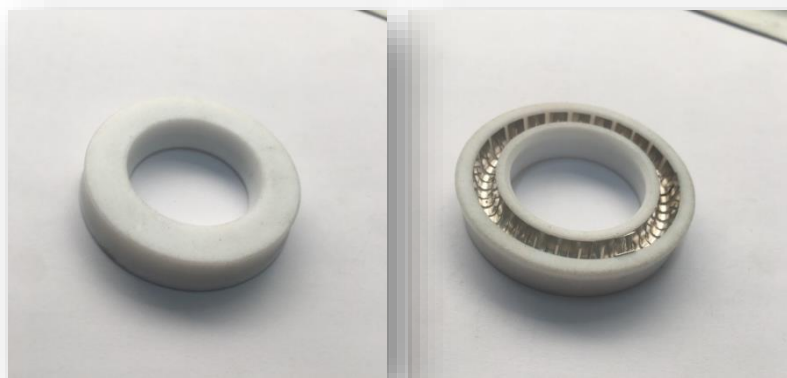


Figura 5.2- Retentor 1

Nome: Vedante 1

Código Interno: cV1

Máquina(s): Clamp do sistema do soro fisiológico

Fornecedores: Afinomaq; Póvoatejo

Dimensões

Ø interno:35mm

Ø externo: 48mm



Figura 5.3- Vedante 1

Foi criada também uma folha de registo de aquisição e utilização de consumíveis, o IMP 047- Registo de *Stock* de Consumíveis. Neste documento serão registadas as aquisições e utilizações de consumíveis, sendo assim possível saber qual o stock atual de cada consumível.

Observando também a frequência de utilização de cada consumível, será também possível organizar o processo de encomendas deste tipo de artigo.

O IMP 47- Registo de *Stock* de Consumíveis pode ser observado no anexo II.

5.4 Criação de planos de manutenção preventiva

Embora a criação de um plano de manutenção preventiva seja bastante importante, não significa que a manutenção preventiva seja sempre o tipo de manutenção mais adequado a um equipamento.

Para averiguar, então, em que casos há necessidade de manutenção preventiva, foi aplicado o método de Ipinza aos equipamentos da Hidrodipro.

As tabelas 5.3 e 5.4 apresentam os resultados obtidos pelo método de Ipinza para os equipamentos Afinomaq Monobloco LMB [1.LMB], Máquina da Vaselina [2.VAS], Rotuladora MarCoPack [11.ROT3] e Máquina da acetona Afinomaq MBV1800 [12.MBV], respectivamente.

Segundo o método de Ipinza, e observando a tabela 2.2, o tipo de manutenção mais correto para ambos os equipamentos atrás classificados será a manutenção preventiva. Estes equipamentos deverão então estar incluídos no plano de manutenção preventiva.

Com base na análise de resultados do método de Ipinza, e após a criação e implementação de documentação de registo de avarias, foi criado um plano de manutenção preventiva para os equipamentos da empresa que necessitam desta manutenção.

Foram tidas em conta as recomendações feitas pelos fornecedores, presentes nos manuais de instruções dos equipamentos.

Uma vez que não há registos de anomalias prévios à execução deste plano, a periodicidade das intervenções de natureza preventiva em cada equipamento foi definida tomando como base o bom senso e a experiência dos colaboradores que trabalham com as máquinas.

O plano de manutenção preventiva desenvolvido é composto por três documentos: Um manual de descrição das operações a efetuar por equipamento; um calendário de intervenção, onde é programada a manutenção preventiva de cada equipamento tendo em conta a periodicidade definida para o mesmo; e o *template* IMP095, que é uma folha de registo onde o técnico responsável pela execução do plano de manutenção regista as intervenções efetuadas.

Tabela 5.3-Método de Ipinza aplicado ao equipamento [1.LMB]

Característica	Condição	Pontuação	Resultado
1. Efeito na produção	Pára	4 pontos	4
	Reduz	2 pontos	
	Não pára	0 pontos	
2. Valor técnico-económico do equipamento	Alto	4 pontos	4
	Médio	2 pontos	
	Baixo	0 pontos	
3. Prejuízos- Consequência das avarias			
a) À máquina em si	Sim	2 pontos	2
	Não	0 pontos	
b) Ao processo	Sim	3 pontos	0
	Não	0 pontos	
c) Ao pessoal	Risco	1 ponto	0
	Sem risco	0 pontos	
4. Dependência Logística	Estrangeiro	2 pontos	0
	Local	0 pontos	
5. Dependência de Mão-de-Obra	Terceiros	2 pontos	0
	Própria	0 pontos	
6. Probabilidade de Avaria	Alta	1 ponto	1
	Baixa	0 pontos	
7. Facilidade de Reparação	Alta	1 ponto	0
	Baixa	0 pontos	
8.Flexibilidade e Rendundância	Simplex	2 pontos	2
	<i>Bypass</i>	1 ponto	
	Dupla	0 pontos	
		Total	13

Tabela 5.4 Método de Ipinza aplicado ao equipamento [2.VAS]

Característica	Condição	Pontuação	Resultado
1. Efeito na produção	Pára	4 pontos	4
	Reduz	2 pontos	
	Não pára	0 pontos	
2. Valor técnico- económico do equipamento	Alto	4 pontos	2
	Médio	2 pontos	
	Baixo	0 pontos	
3. Prejuízos- Consequência das avarias			
a) Á máquina em si	Sim	2 pontos	2
	Não	0 pontos	
b) Ao processo	Sim	3 pontos	0
	Não	0 pontos	
c) Ao pessoal	Risco	1 ponto	0
	Sem risco	0 pontos	
4. Dependência Logística	Estrangeiro	2 pontos	2
	Local	0 pontos	
5. Dependência de Mão-de-Obra	Terceiros	2 pontos	0
	Própria	0 pontos	
6. Probabilidade de Avaria	Alta	1 ponto	1
	Baixa	0 pontos	
7. Facilidade de Reparação	Alta	1 ponto	0
	Baixa	0 pontos	
8.Flexibilidade e Rendundância	Simples	2 pontos	2
	<i>Bypass</i>	1 ponto	
	Dupla	0 pontos	
		Total	13

Foi definido que, no final de cada mês, o responsável pelas operações de manutenção preventiva consulta o calendário de intervenção e, com auxílio do manual de descrição de procedimentos, efetua as operações de manutenção e regista-as no IMP095.

Excertos do calendário de operações de manutenção preventiva e do calendário de intervenção e do template IMP 095 podem ser observados nos anexos III e IV , respetivamente. A título de exemplo, é apresentado de seguida um excerto do manual de descrição de procedimentos referido.

Manual de descrição de procedimentos

Descrição das operações por equipamento:

Afinomaq Monobloco LMB [1.LMB]

Periodicidade: mensal

Descrição das operações a efectuar:

- Análise geral do funcionamento do equipamento.
- Verificar a pressão de alimentação do ar aos diversos sistemas. Certificar-se de que os manómetros da máquina assinalam a pressão indicada na respetiva etiqueta, aplicada sobre os mesmos.
- Lubrificação da coluna elevadora de bicos. Utilizar pistola de lubrificação apropriada para colocar massa consistente nos copos de lubrificação da coluna. Lubrificar sem-fim roscado com pincel embebido em massa consistente.
- Verificação de estanquicidade do sistema. -Se necessário, limpeza do tabuleiro debaixo da estrela
- .-Verificação dos sistemas de segurança

Periodicidade: anual

- Controlar o estado de todas as ligações elétricas e, se necessário, substituir as peças desgastadas. Procurar indícios de infiltrações de água.

Máquina da vaselina

Periodicidade: Mensal

- Verificar funcionamento geral do equipamento
- Verificar fugas de produto no tubo por baixo da válvula de enchimento
- Verificar nível da água no circuito da camisa de aquecimento
- Verificar lubrificação do sistema interno

Máquina vertical de enchimento de acetona [3.VACE]

Periodicidade: mensal

Descrição das operações a efetuar

- Verificar funcionamento geral do equipamento
- Verificar estanquicidade do sistema
- Verificar funcionamento das válvulas de retenção e estado dos vedantes
- Substituir teflon e vedantes em más condições

5.5 Folhas de registo das atividades de manutenção

Um dos aspetos mais fulcrais para o bom funcionamento das atividades de manutenção numa empresa é a criação de um histórico de avarias. Analisar um histórico de avarias permite avaliar a frequência e origem das avarias de cada equipamento e tentar anular a sua ocorrência com recurso à manutenção preventiva. É também uma enorme mais-valia na resolução de avarias, pois poderá ser possível diagnosticar a origem de uma avaria analisando a descrição de diagnóstico e resolução de ocorrências passadas.

Assim sendo, uma vez que na Hidrodipro não existia um sistema de registo de avarias, foi criado o *template* IMP 054.

O IMP 054 é um documento de registo de atividades de manutenção. Quando um técnico efetua uma operação de manutenção num equipamento, o procedimento efetuado no diagnóstico e resolução da anomalia é registado neste documento.

O IMP 054 pode ser observado no anexo V

5.6 Kits individuais de ferramentas

Com o intuito de reduzir o tempo associado à procura e seleção de ferramentas aquando da manutenção de equipamentos, foi criado um sistema de kits individuais de ferramentas.

Para cada equipamento, foi feito um levantamento do conjunto de ferramentas necessárias numa operação de manutenção normal. Foi, então, criado um kit de ferramentas, a armazenar nas imediações da máquina.

Para além da redução de tempo anteriormente referida, com este sistema, o processo de deteção de situações de extravio ou danificação de ferramentas e a substituição das mesmas será, também, melhorado.

5.7 Manual de instruções de resolução de anomalias

Com o intuito de reunir o conhecimento que vai sendo adquirido pelos diferentes elementos da equipa de manutenção, foi criado um manual de instruções de resolução de anomalias no formato *troubleshooting*.

Quando surge uma nova anomalia num equipamento que nunca tinha ocorrido, uma descrição da mesma é adicionada ao manual de instruções, acompanhada de uma metodologia de resolução. Este manual será essencial no diagnóstico de avarias e, sobretudo na formação de novos elementos da equipa de manutenção que a empresa venha a contratar. O referido manual é apresentado no Anexo VI.

5.8 Melhorias de processos e equipamentos

Foram, ainda, feitas algumas melhorias nalguns processos com a finalidade de aumentar a cadência de produção.

5.8.1 Instalação de um sistema separador de frascos para o tapete transportador da LMB

Após o processo de enchimento e capsulagem na máquina [1.LMB], o produto segue diretamente para a rotuladora [9.ROT1].

Para que a rotulagem ocorra sem problemas, os frascos devem chegar à rotuladora na vertical e com um espaçamento entre frascos superior a 25 cm. Por vezes é necessário efetuar alguns ajustes no rótulo ou na codificação da lote e data de validade. Para impedir que houvesse acumulação de frascos à entrada da rotuladora durante os ajustes, era necessário cessar o funcionamento da [1.LMB].

Com a finalidade de permitir a continuidade do funcionamento da [1.LMB], foi criado um sistema de separação de frascos que impede a acumulação dos mesmos junto da rotuladora durante as suas paragens, como demonstra a figura 5.4.

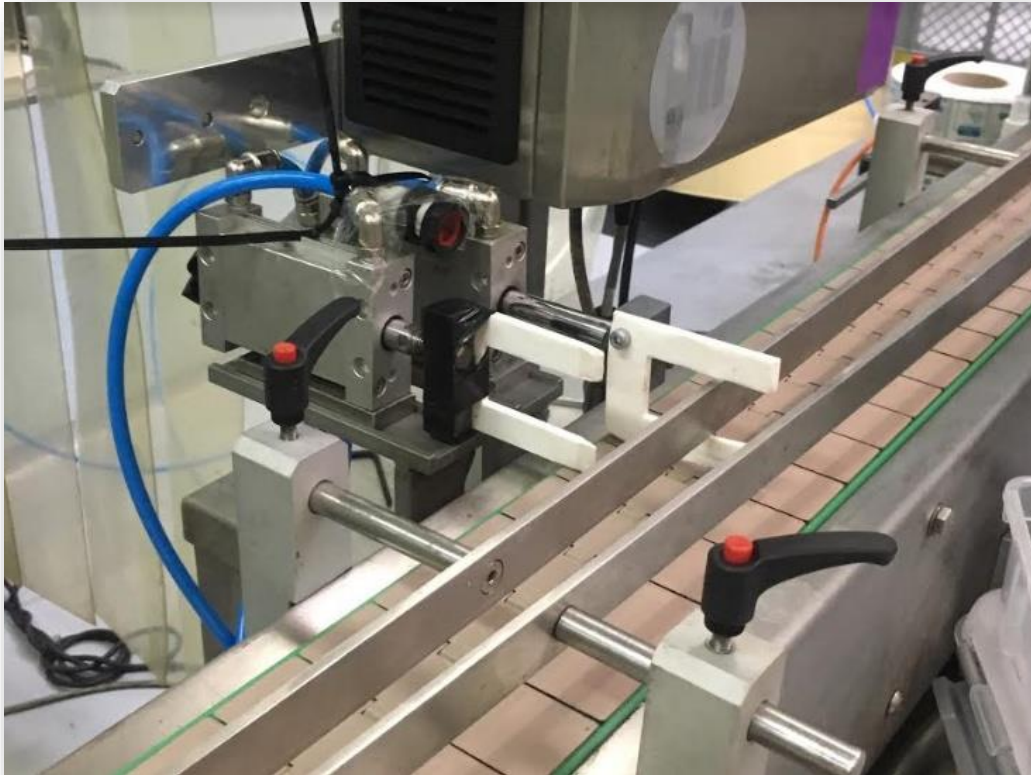


Figura 5.4- Sistema separador de frascos

Este sistema separador de frascos é composto por dois êmbolos pneumáticos, um sensor fotoelétrico, uma eletroválvula e um PLC.

É, de seguida, descrito o funcionamento deste sistema:

Fase 1

Um conjunto de frascos provenientes da máquina [1.LMB] segue pelo tapete transportador em direção à rotuladora, como observado na figura 5.5.

Fase 2

O conjunto de frascos chega ao separador. O sensor fotoelétrico I1 deteta a presença de um frasco, tal como observado na figura 5.6.

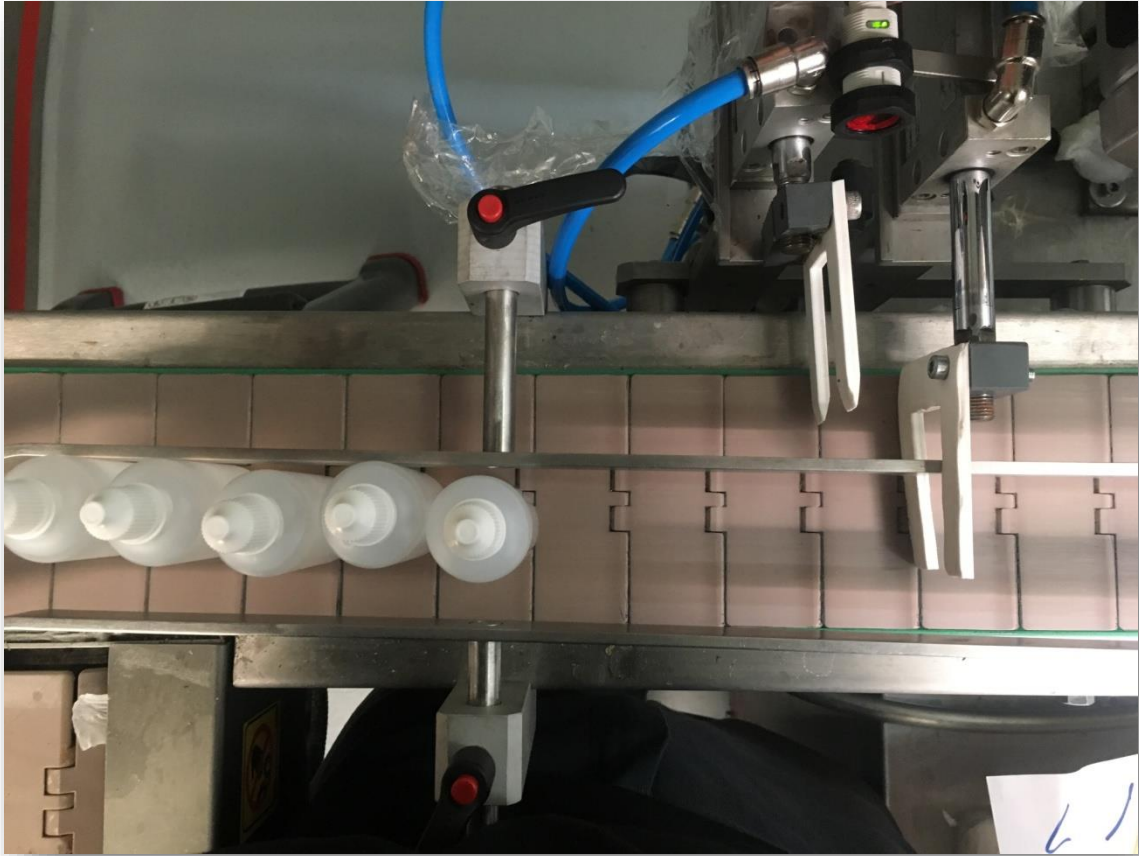


Figura 5.5- Fase 1



Figura 5.6- Fase 2

Fase 3

Após a detecção do frasco, a eletroválvula é acionada de imediato, alterando a posição de ambos os cilindros pneumáticos. A ação simultânea dos cilindros faz com que o frasco da frente seja libertado enquanto os restantes ficam retidos.

O sensor deixa de detetar a presença de frasco. O transportador, que se encontra em movimento durante todo o processo, leva o frasco que acaba de ser libertado para a rotuladora.

Esta fase é ilustrada pela figura 5.7

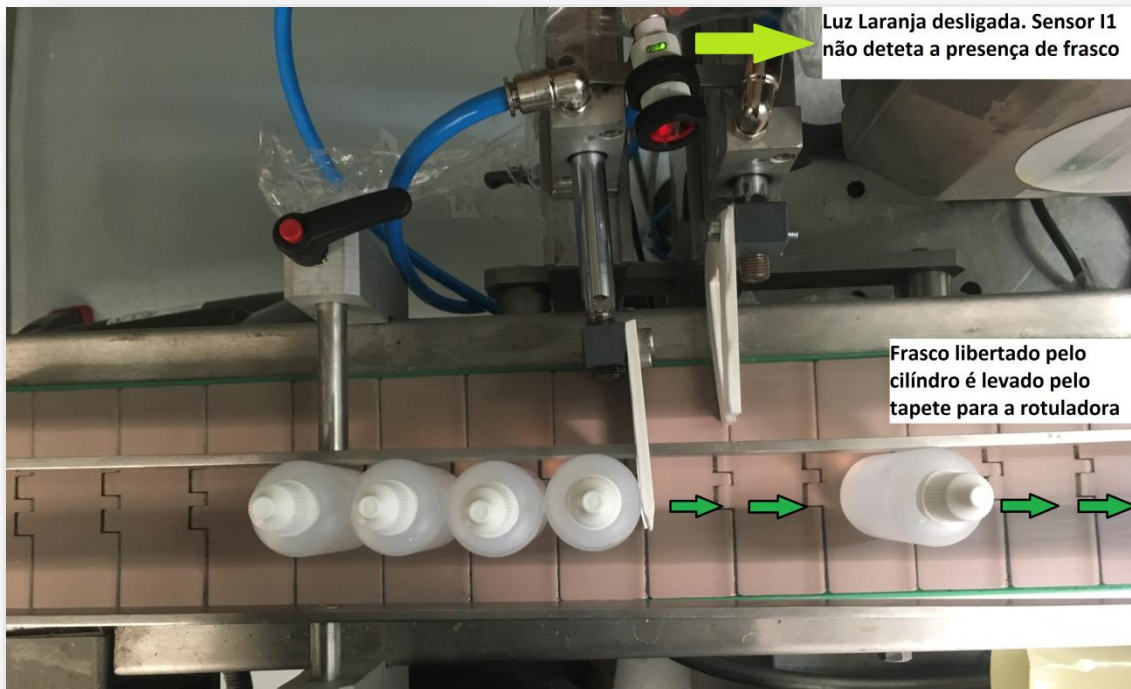


Figura 5.7- Fase 3

Fase 4

Após a saída do frasco, é ativado um temporizador que, 0,7 segundos depois, faz a eletroválvula alterar novamente a posição dos cilindros. Este temporizador de 0,7 segundos, programado no PLC, estabelece uma distância correta entre frascos antes de estes chegarem à rotuladora.

Esta fase é ilustrada pela figura 5.8.



Figura 5.8- Fase 4

Programação e instalação do sistema:

Para que o sensor que detete os frascos comunique com a eletroválvula dos cilindros pneumáticos, é necessário programar e instalar um PLC (Programmable Logic Controller).

Para este caso, foi instalado um PLC Siemens LOGO! 8.FS4, apresentado na figura 5.9.

O PLC foi instalado no quadro elétrico da rotuladora, que fornece os 24V DC necessários para o funcionamento do PLC aos contactos L+ (fase) e M (neutro), visíveis na figura 5.9.

Os contactos I1 a I8 são os inputs do PLC. No input I1 foi instalado o sensor I1, que transmite ao PLC o sinal de deteção de um frasco.

Os contactos Q1 a Q4 são os outputs do PLC, onde são instalados os componentes que vão reagir aos sinais dados pelos inputs. No output Q4 foi instalada a eletroválvula que controla os cilindros pneumáticos. O programa deste sistema separador de frascos foi feito no software LOGO!Soft Comfort. De seguida, o programa foi transferido do software para a memória interna do PLC por conexão direta com um cabo RJ45.

O diagrama de blocos inserido no PLC é apresentado na figura 5.10.



Figura 5.9- Siemens LOGO! 8.FS4

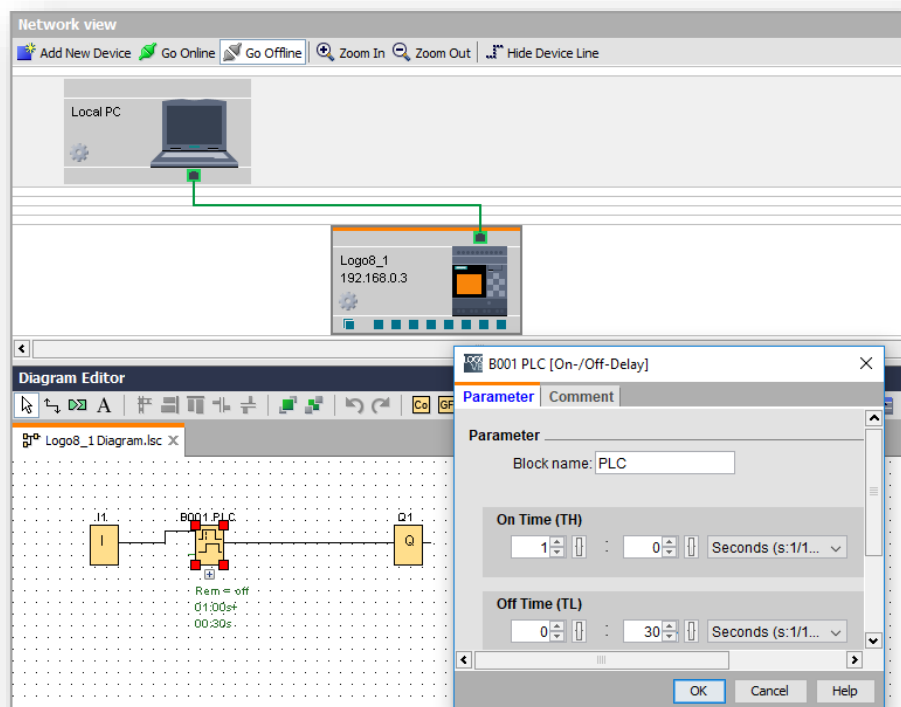


Figura 5.10- Diagrama de blocos e definições de *delay* do PLC.

Ponteiras do separador

As ponteiras do separador são fixadas na extremidade do veio do cilindro pneumático e têm a finalidade de bloquear a passagem dos frascos no tapete transportador.

Uma representação pormenorizada destas ponteiras e da sua disposição em relação às guias laterais do transportador é apresentada na figura 5.11.

Houve necessidade de projetar as estas ponteiras do sistema de separação, tendo em conta as dimensões das calhas laterais do tapete transportador.

As ponteiras foram projetadas para este sistema utilizando o software de desenho assistido por computador Autodesk Fusion 360, tal como apresentado na figura 5.12.

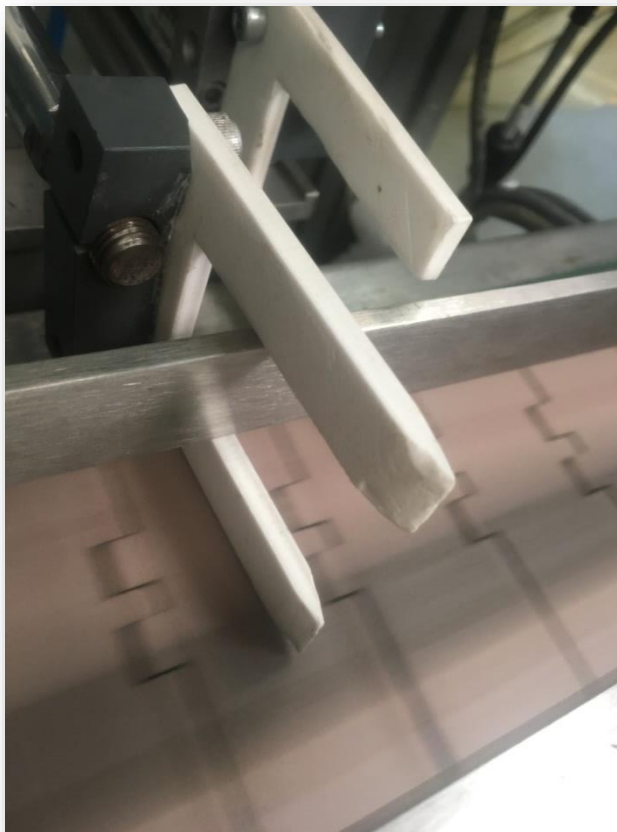


Figura 5.11- Ponteiras do sistema de separação

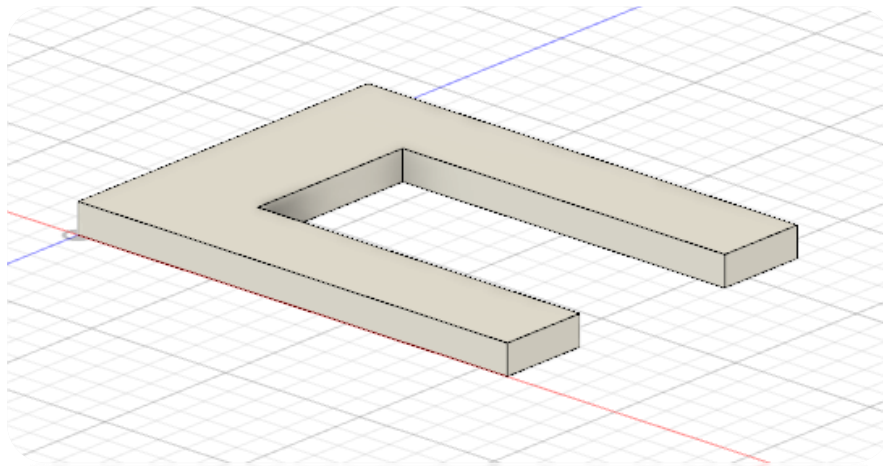


Figura 5.12- Ponteira do sistema de separação projetado no software Autodesk Fusion 360

Com o objetivo de produzir as ponteiras por impressão 3D, foi utilizado o *software Ultimaker Cura* para preparar o ficheiro CAD para o efeito. Foi escolhido o PLA 1.75mm como material de impressão. A impressora 3D utilizada foi a *Creality Ender 3* com um *nozzle*(bico de impressão)de 0,4mm.

A peça foi colocada na horizontal para não haver necessidade de suportes verticais durante a impressão.

A densidade de material no interior, denominada de *infill*, foi configurada a 50%.A altura de camada foi definida a 0,2mm.

A figura 5.13 demonstra a posição de impressão e alguns parâmetros definidos.

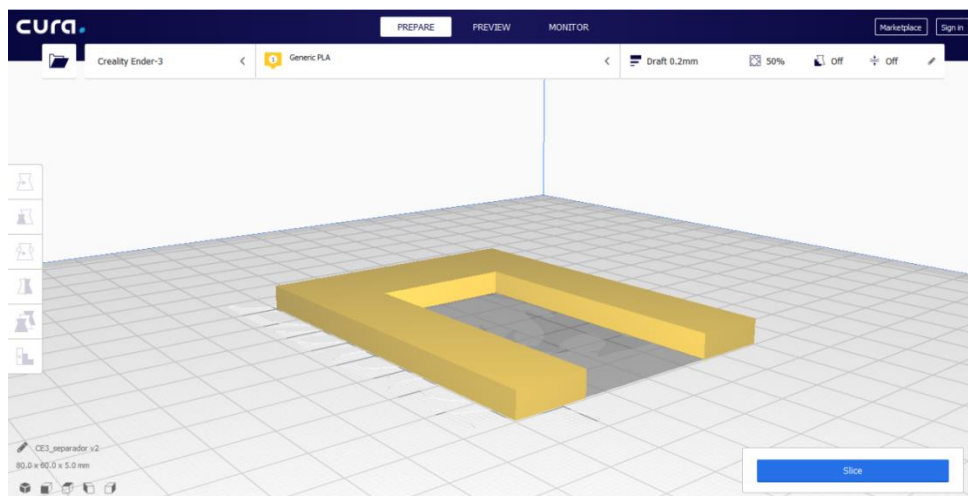


Figura 5.13- Preparação do ficheiro CAD para impressão 3D no software Ultimaker Cura

Na figura 5.14 é apresentada uma projeção do interior da peça, onde é possível observar a malha criada pela definição do *infill* a 50%.

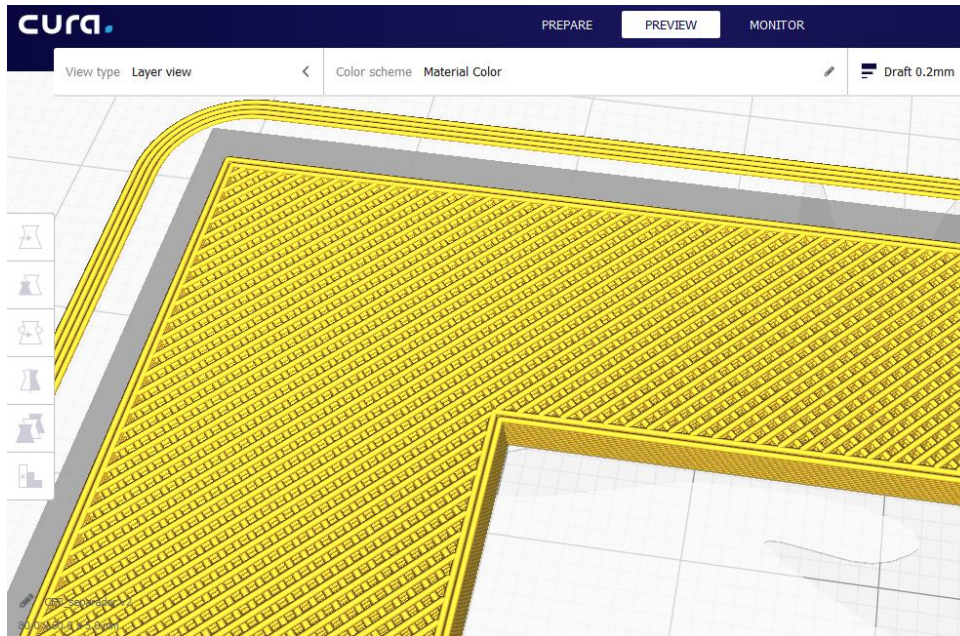


Figura 5.14- Interior da peça

O ficheiro foi então processado pelo software *Ultimaker Cura*. A este processamento chamamos *Slicing*. Durante o *Slicing*, o *software* calcula qual a forma mais eficaz de imprimir o objeto inserido para os *settings* definidos. O software calcula a sucessão de posições que o bico de impressão deve tomar, criando um código de coordenadas.

O *Slicing* permite ainda calcular o tempo de impressão da peça, o seu peso, quantidade de material necessário e o custo da impressão.

Na figura 5.15 é apresentado o resultado do *Slicing* desta ponteira.

O *Ultimaker Cura* indica, então, que a peça demorará uma hora e três minutos a ser impressa, terá 12g (equivalente a 4,18m de filamento) e um custo de impressão de 0,26€. O ficheiro foi inserido no sistema da impressora *Creality Ender*, apresentada na figura 5.16, no formato *gcode*.

A figura 5.17 apresenta o resultado final da impressão.

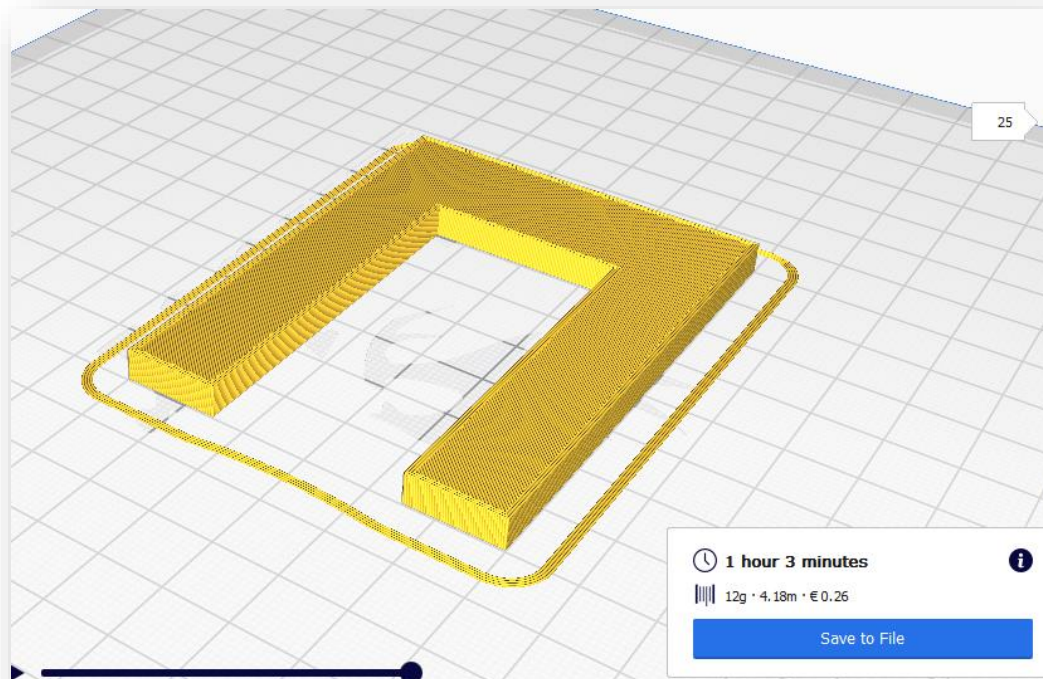


Figura 5.15- Slicing do ficheiro



Figura 5.16- Impressora 3D Creality Ender 3



Figura 5.17- Resultado final da impressão da ponteira

5.8.2- Instalação de bomba de diafragma no circuito da água de rosas

Na resolução deste problema, foi necessário identificar a principal falha do sistema: Quando o nível de produto dentro do depósito de 50 litros atinge um nível mínimo, a eletroválvula de entrada é aberta para que o nível seja repostado. Porém, uma vez que o depósito é pressurizado, esta pressão vai contrariar a entrada de produto no interior do depósito.

A solução encontrada foi a instalação de uma bomba de diafragma que a empresa possuía. Esta bomba pode ser observada na figura 5.18.

Uma bomba de diafragma é a bomba ideal para esta aplicação por se tratar de uma bomba autoferrante. A bomba foi instalada a montante da válvula de abertura do depósito de 50 litros.

Foi necessário encontrar uma forma de controlar o funcionamento da bomba, para que esta apenas funcione quando a eletroválvula da entrada do depósito de 50 litros se encontra aberta.

Foi então feita uma derivação em T no circuito pneumático da eletroválvula, nomeadamente no tubo pneumático que aciona a abertura da mesma, como ilustrado na figura 5.19. O tubo transparente, conectado à união em T, é o tubo pneumático de abertura da eletroválvula. O tubo azul é o tubo que está conectado à bomba de diafragma.



Figura 5.18- Bomba de diafragma



Figura 5.19- Derivação em T do circuito pneumático da eleroválvula

Quando o sensor de nível mínimo é ativado, o ar que é direcionado para a tubagem de abertura da eletroválvula também alimenta a bomba de diafragma, colocando-a em funcionamento.

Quando o sensor de nível máximo é ativado, o ar é direcionado para tubagem de fecho da eletroválvula. Deixa de passar ar pela tubagem de abertura e, conseqüentemente, deixa de chegar ar à bomba. A bomba cessa então o funcionamento. Desta forma, a bomba apenas entra em funcionamento quando a válvula de entrada está aberta.

A disposição final do sistema pode ser observada na figura 5.20.

Na figura 5.20, à esquerda, é possível ver a mangueira por onde chega o produto, conectada a um filtro de partículas. Esta mangueira conecta na ponteira inferior da bomba.

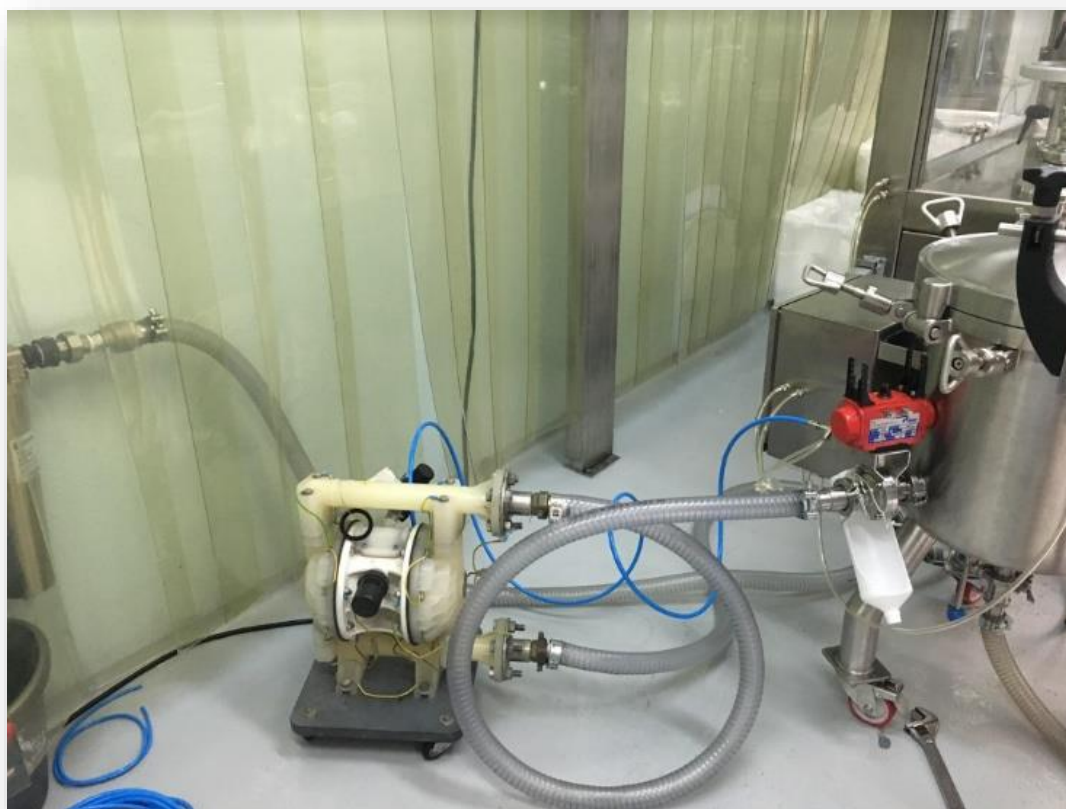


Figura 5.20- Disposição final da instalação

A mangueira conectada à ponteira superior leva o produto bombeado para o depósito de 50 litros, visível na figura 5.20 à direita.

O tubo pneumático azul que vem da eletroválvula vermelha até à bomba coloca a bomba em funcionamento aquando da abertura da eletroválvula.

6- Conclusões e propostas de melhorias para o futuro

Neste capítulo são analisados os resultados, verificados até então, das implementações efetuadas. São também propostas algumas melhorias para o futuro.

6.1- Conclusões

Esta dissertação foi desenvolvida na empresa Hidrodipro, uma empresa de produtos Químicos e Farmacêuticos.

Foi possível verificar, ainda numa fase muito inicial das atividades que levaram à realização deste estudo, que o sistema de manutenção da empresa era praticamente inexistente. A ausência de uma equipa de técnicos de manutenção obrigava a que os próprios operadores das máquinas efetuassem, dentro dos possíveis, as operações de manutenção mínimas necessárias à reparação dos equipamentos. A ausência de registos de atividades de manutenção passadas dificultava a perceção da origem e frequência das ocorrências, e respetivas resoluções.

Também numa fase inicial, ficou bastante claro que esta falta de investimento no sistema de manutenção trazia grandes consequências negativas à produtividade da empresa. Os custos associados à indisponibilidade de equipamentos e à aquisição de serviços de manutenção externos justificavam uma alteração de atitude relativamente ao sistema de manutenção da empresa.

Assim sendo, os objetivos inicialmente estabelecidos para este estudo visaram a estruturação do serviço de manutenção em todas as vertentes e campos necessários.

Foi dado um foco inicial à organização geral do sistema de manutenção, onde foram inventariados todos os equipamentos presentes na empresa. Foi, então, criado um sistema de codificação com o intuito de facilitar e uniformizar a identificação de equipamentos na documentação de manutenção que seria, à posteriori, criada.

De seguida, foi criado o *template* IMP 013- Ficha Individual de Equipamento, utilizado para registar as características gerais de cada equipamento, bem como algumas observações pertinentes. Foi também criado o *template* IMP 054 – Manutenção de Equipamento, com o intuito de registar intervenções a equipamentos.

O preenchimento destes documentos permitirá criar, ao longo do tempo, um dossier de registo de avarias importante para o serviço de manutenção.

Foi também verificado que o sistema de controlo do *stock* de consumíveis tinha algumas falhas. A rotura de *stock* de um consumível de um equipamento pode provocar a indisponibilidade do mesmo. A reposição de *stock* de consumíveis pode verificar-se morosa, uma vez que os fornecedores nem sempre têm estes componentes para venda imediata, por serem específicos. Assim, foi realizado um inventário dos consumíveis utilizados na empresa. Foi também criado um sistema de codificação para os consumíveis, para que possam ser facilmente identificados. Por fim, foi criado o IMP 047- registo de *stock* de consumíveis.

Outra das grandes debilidades, a nível de manutenção, da Hidrodipro era a ausência de um plano de manutenção preventiva. Foi possível constatar numa fase inicial que a introdução de atividades de manutenção preventiva seria essencial, não só na redução de avarias que indisponibilizam as máquinas mas também na prevenção de danos dispendiosos nos equipamentos. Além disso, dada a natureza das máquinas e dos produtos produzidos na empresa, a introdução de um plano de manutenção preventiva verificou-se também importante para a segurança dos operadores no desempenho das suas funções. Nesse sentido, foi aplicado o método de *Ipinza* para estudar quais os equipamentos que deveriam ser enquadrados no plano de atividades de manutenção preventiva.

A partir do estudo dos resultados do método de *Ipinza*, e tendo em conta as indicações dos fabricantes e a experiência e sugestões dos operadores dos equipamentos, foi criado um plano de manutenção preventiva para a empresa.

Estas alterações têm como objetivo organizar o sistema de manutenção da empresa, melhorar a segurança e funcionamento geral dos equipamentos e reduzir a frequência de paragens inesperadas.

Uma vez que estas alterações foram implementadas recentemente, ainda não é possível observar os resultados de algumas delas. É, no entanto, expectável que estas alterações resultem numa redução de custos associados à manutenção e num aumento da cadência de produção e vida útil dos equipamentos. Com o decorrer das atividades de manutenção preventiva, e observando o dossier de intervenções de manutenção que será gradualmente criado, será possível compreender os efeitos reais das alterações implementadas.

Contudo, algumas das alterações efetuadas tiveram resultados positivos quase instantâneos.

A cadência de produção do equipamento [1.LMB] aumentou em cerca de 50% para a produção de água de rosas após a introdução da bomba de diafragma no circuito. Aumentou também a cadência de produção de soro fisiológico em cerca de 20% após a introdução do sistema separador de frascos. Conclui-se que este aumento de cadência de produção é consequência direta das operações de melhoria implementadas.

No geral, os colaboradores consideram que o sistema de *kits* individuais de ferramentas implementado facilita as operações de ajuste necessárias ao funcionamento normal dos

equipamentos, tendo anulado a quase totalidade do tempo outrora gasto na procura de ferramentas.

6.2- Propostas para o futuro

Implementados os planos de atividades de manutenção referidos ao longo desta dissertação, só o tempo dirá que efeitos terão no estado dos equipamentos e no dia-a-dia da empresa. Resta agora analisar esses efeitos recorrendo à documentação de registos criada. Esta permitirá ter uma perceção do tipo de avarias que ocorrem nos equipamentos e qual a frequência das mesmas.

O plano de manutenção preventiva e a documentação de registo implementada foram criados com o auxílio de modelos de avaliação como o método de *Ipinza*, as indicações dos fabricantes, a experiência e observações dos colaboradores e o bom senso.

Nada nos garante que estas implementações estejam perfeitamente adequadas à empresa. Assim, é proposto que, com o passar do tempo, e após análise dos efeitos reais das implementações efetuadas, estas sejam modificadas e adaptadas às características e necessidades da empresa, nomeadamente o plano de manutenção preventiva tem de ser revisto quando o histórico de avarias tiver maior consistência. Será, então, possível reajustar as rotinas de manutenção preventiva e a sua periodicidade em função da evolução da taxa de avarias.

Existe também a necessidade de rever alguns processos de enchimento com cadências de produção baixas, visto que os equipamentos atualmente em uso poderão não ser os mais indicados para a especificidade dos produtos.

É proposta a aquisição de um equipamento semelhante ao equipamento [42. MEL. Este equipamento simples e compacto funciona à base de uma bomba de diafragma conectada a um PLC. O operador controla o PLC através de um *display* onde é possível escolher a velocidade da bomba e o tempo de enchimento. Este equipamento pode ainda ser adaptado ao enchimento de produtos viscosos como o óleo de cedro, a parafina líquida e o óleo de amêndoas doces, mediante da aquisição e instalação de uma bomba adequada.

Bibliografia

- AFNOR. (2016). NF X60-000 2016. Industrial maintenance - Maintenancefunction. France: AFNOR.
- Al-Shayea, A.(2007). Maintenance Definition. King Saud University.
- Assis, R. (2004). Apoio à Decisão em Gestão de Manutenção. Lisboa: Lidel.
- Bon, A. T., & Lim Ping Ping. (2011). Implementation of Total Productive Maintenance (TPM) in Automotive industry. In 2011 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA) (pp. 55-58). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ISBEIA.2011.6088881>
- Cabral, J. P.S. (1998). Organização e Gestão da Manutenção: dos conceitos à prática. Lisboa: Lidel.
- Cabral, J. P. S. (2006). Organização e Gestão da Manutenção (5a ed.). Coimbra: Almedina.
- Cabral, J. P. S. (2013). Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios (3a ed.).Lisboa: Lidel.
- Cabrita, C. M. P.; Silva, C. M. I. (2002). Organização e Gestão da Manutenção Industrial. Unidade Científica e Pedagógica de Ciências de Engenharia da Universidade da Beira Interior.
- Cabrita, C. M. (2009) Six Sigma Business Scorecard, Six Sigma Maintenance Scorecard. Universidade da Beira Interior.
- Cardoso, P. M. B. F. (1999) TPM – Uma Filosofia de Futuro. Análise e Implementação de TPM em Unidade Industrial. Mestrado em Manutenção Industrial. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- CEN.(2010), EN 113306:2010 (2010). European Standard: Maintenance terminology. Brussels: CEN – European committee for standardization.
- Demeter, K., & Matyusz, Z. (2011). «The impact of lean practices on inventory turnover». International Journal of Production Economics, 133(1), 154-163. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.10.031>
- Didelet, F. (2003). Fiabilidade. EST Setúbal/IPS.
- Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F. e Zanin, G. (2014). «Industrial maintenance policy development: A quantitative framework». International Journal of Production Economics 147, Part A (Janeiro): 85–93. doi:10.1016/j.ijpe.2012.08.018.

- Falkowski, P., & Kitowski, P. (2013). The 5 S methodology as a tool for improving organization of production. PhD Interdisciplinary Journal.
- Ferreira, L. A. (1998). Uma Introdução à Manutenção. Porto: Publindústria – Produção de Comunicação.
- GIAGI. (2007). Gestão da Manutenção e Disponibilidade dos Equipamentos – Manual Formando. Aveiro: GIAGI – Consultores em Gestão Industrial, Lda.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing, What Lean Thinking has to Offer to Process Industries. MIME Solutions Ltd, Chester, UK, p. 662–673.
- Ministério da Segurança Social e do Trabalho (MSST) (2007). Manual do Formando Gestão da Manutenção e Disponibilidade dos Equipamentos. União Europeia: Fundo Nacional Europeu.
- Navas, H. (2015). Manutenção e Fiabilidade.
- Novais, J. (1995). Ar Comprimido Industrial. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Nakajima, S. (1998) Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). Cambridge: Productivity Press,
- IPQ. NP EN 13306 2010. (2010). Terminologia da Manutenção. Portugal: IPQ.
- IPQ. NP EN 15341 2009 (2009). Manutenção – Indicadores de Desempenho da Manutenção (KPI). Portugal: IPQ
- Pinto, J.P. (2013). Manutenção Lean. Lisboa: Lidel.
- Pinto, C. V. (1999). Organização e Gestão da Manutenção. Lisboa: Monitor.
- Smith, R. & Hawkins, B. (2004). Lean maintenance :reduce costs, improve quality, and increase market share. s.l. : Elsevier Butterworth–Heinemann.
- Souris, J. (1992). Manutenção Industrial: Custo ou Benefício?.Lisboa: Lidel.
- Venkatesh, J. (2007). An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). The Plant Maintenance Resource Center, 3-20.

Anexos

Anexo I

Equipamento	Referência Interna
Afinomaq Monobloco LMB	[1.LMB]
Máquina da vaselina	[2.VAS]
Máquina vertical de enchimento de acetona	[3.VACE]
Máquina vertical de enchimento de violeta genciana e iodopovidona	[4.VIOD]
Enchedora Portátil Afinomaq EP1C-T	[5.EP1C]
Embaladora nº1	6.EMB1]
Embaladora nº2 Ref. Interna [7.EMB2]	[7.EMB2]
Embaladora nº3	[8.EMB3]
Rotuladora Afinomaq 1	[9.ROT1]
Rotuladora Afinomaq 2	[10.ROT2]
Rotuladora MarCoPack	[11.ROT3]
Máquina da acetona Afinomaq MBV1800	[12.MBV]
Elevador Afinomaq da máquina de acetona	[13.ELVA]
Máquina de enchimento de álcool canforado	[14.CANF]
Compressor KAESER	[15.COMP]
Máquina Horizontal de enchimento manual de acetona	[16.HACE]
Máquina manual de enchimento de óleo de amêndoas doces	[17.HOAD]
Máquina de manual de enchimento de óleo de cedro	[18.HOCE]
Codificadora Markem-Imaje S.A.S	[19.COD1]
Codificadora Markem-Imaje Industries	[20.COD2]
Codificadora Markem-Imaje S.A.S	[21.COD3]
Máquina de produção de água purificada	[22.OSM]
Descalcificador	[23.DSAL]
Empilhadora UN	[24.EMPI]
Balança RADWAG	[25.BAL1]
Balança Mettler Toledo	[26.BAL2]
Balança KERN	[27.BAL3]
Balança PRECIA MOLEN	[28.BAL4]

Sistema VAC	[29.AVAC]
Agitador industrial	[30.AGIG]
Agitador Eléctrico portátil	[31.AGIP]
Berbequim	[32.BERB]
Rebarbadora	[33. REBR]
Aparafusadora eléctrica 1	[34.APE1]
Aparafusadora eléctrica 2	[35.APE2]
Aparafusadora pneumática	[36.APPN]
Impressora de rótulos Primera Color Label 900 Series	[37.IMRO]
Impressora de ITF's	[38.IMIT]
Impressora SHARP	[39.IMSH]
Depósito do soro fisiológico	[40. DEPS]
Máquina de enchimento de pós	[41. POS]
Máquina eletrónica de líquidos pequenos	[42. MEL]
Sistema de monitorização de condutividade "Create CM-230"	[43.COND]

Anexo III

 Produtos Químicos e Farmacêuticos	IMP 084 – Calendarização da Manutenção Preventiva		Pág. 1 de 1
			Edição: (1) 04-03-19

Ano 2019

Designação	Interna/Externa	Entidade/Responsável	Periodicidade	Calendarização												Observações	
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Afinomaq Monobloco LMB	Interna	João Bentes	Bimestral	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Afinomaq MBV1800	Interna	João Bentes	Bimestral	X		X		X		X		X		X			
Enchedora Afinomaq EP1C-T	Interna	João Bentes	Bimestral*	X		X		X		X		X		X			*Periodicidade mensal quando a frequência de utilização for superior à normal.
Rotuladoras Afinomaq	Interna	João Bentes		X		X		X		X		X		X			
Elevador Afinomaq ET3	Interna	João Bentes		X		X		X		X		X		X			
Embaladoras Vimacor	Interna	João Bentes	Mensal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Rotuladora MarCoPack	Interna	João Bentes	Mensal	X		X		X		X		X		X			
Compressor Kaeser	Interna/Externa	João Bentes/ Tecnarcom	Mensal*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*Controlo mensal interno. Intervenção periódica anual, em Junho.
Empilhadora UN	Externa	Quimovelda	Anual						X								
Capsuladoras manuais pneumáticas	Interna	João Bentes	Mensal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	*Requer operações extra antes de cada utilização

Anexo IV

	IMP 095 – Realização da Manutenção Preventiva	
	Pág. 1 de 1 Edição: (1) 04-03-19	

Ano **2019** _____
Mês _____

Designação	Interna/Externa	Responsável	Periodicidade	Calendarização												Realização		
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Afinomaq Monobloco LMB	Interna	João Bentes	Bimestral	X		X		X		X		X		X				
Afinomaq MBV1800	Interna	João Bentes	Bimestral	X		X		X		X		X		X				
Enchedora Afinomaq EPIC-T	Interna	João Bentes	Bimestral*	X		X		X		X		X		X				
Rotuladoras Afinomaq	Interna	João Bentes		X		X		X		X		X		X				
Elevador Afinomaq ET3	Interna	João Bentes		X		X		X		X		X		X				
Embaladoras Vimacor	Interna	João Bentes	Mensal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rotuladora MarCoPack	Interna	João Bentes	Mensal	X		X		X		X		X		X				
Compressor Kaeser	Interna/Externa	João Bentes/ Tecnarcom	Mensal*	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Empilhadora UN	Externa	Quimovelda	Anual										X					
Máquina da Vase Linha	Interna	João Bentes	Mensal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Anexo V

 <small>Produtos Químicos e Farmacêuticos</small>	IMP – 054 – Manutenção de Equipamento	Página 1 de 1	
		Edição:	4 – 18/07/19



Equipamento:			
Equipamento		Data de Intervenção	
Marca	Modelo	Nº Série	Nº Interno

Tipo de Intervenção:	
<input type="checkbox"/> Instalação	<input type="checkbox"/> Manutenção
<input type="checkbox"/> Outra:	<input type="checkbox"/> Reparação
<input type="checkbox"/> Limpeza	
Componente(s):	

Descrição/Relatório:

Materiais:

Observações:

Técnico

Data

____/____/____

Avarias

2- Máquina da vaselina Ref. Interna [2.VAS]

Anomalia AN2.1: O agitador gira, mas a o prato não funciona

Uma porta aberta ou o mau funcionamento de um dos sensores de segurança de portas abertas será a situação mais frequente para esta anomalia. Verificar se todas as portas estão bem fechadas, e se as mesmas acionam os sensores corretamente ao fechar.

Caso todas portas estejam bem fechadas e os sensores de segurança das portas estejam boas condições de funcionamento, o problema poderá residir no motor do prato.

Anomalia AN2.2: O agitador não gira mas o motor do mesmo trabalha

Nesta situação, há que verificar se a união entre o motor do agitador e o varão da hélice do agitador se encontra em boas condições. Os parafusos que fazem o aperto da referida a união tendem a desgastar-se com a utilização e podem ser os causadores desta anomalia.

Caso o motor funcione de forma anómala (falta de força, dificuldade em arrancar), é possível que uma das fases esteja desconectada. Verificar as conexões das fases tanto no motor como na caixa elétrica presente na coluna que suporta o agitador.

Caso o motor não funcione, poderá ter que ser substituído.

Anomalia AN2.3: O sistema de deteção de frascos não funciona corretamente

A injeção de vaselina só deve ocorrer quando, no movimento anterior, o sensor detetou a presença de um frasco exatamente antes do estágio de injeção. Caso isso não aconteça, é provável que estejamos perante uma destas situações:

-Se a injeção ocorre sempre, é possível que o modo de injeção automática esteja ligado. Para desativar este modo, basta colocar o interruptor mais à direita na botoneira na posição *OFF* (para baixo).

- Caso o modo automático não esteja ativado, o problema estará a ser causado pelo sensor de deteção de frascos. O mesmo deverá ser reposicionado de modo a que se ouça um *click* sempre que um frasco passa pelo estágio de deteção.

Após reposicionar o sensor, se este continuar sem funcionar, há que retirar o sensor do suporte, desconectar os fios elétricos (com a máquina desligada da fonte de alimentação), limpar os contactos e voltar a montar o sensor e os sistema elétrico.

3- Máquina vertical de enchimento de acetona Ref. Interna [3.VACE]

4- Máquina vertical de enchimento de violeta genciana e iodopovidona Ref. Interna [4.VIOD]

Anomalia AN3.1- O líquido de enchimento sai pelos cilindros de enchimento

Os retentores no interior dos cilindros devem ser substituídos.

Vedantes a utilizar: cR2 (para a máquina [3.VACE]) ou cR1 (para a máquina [4.VIOD])

Anomalia AN3.2- O líquido de enchimento sai pelos orifícios do sistema anti-gota

Reposicionar ou substituir o retentor cR5 no interior do sistema anti-gota.

Anomalia AN3.3- Há fugas de ar vindas do interior do cilindro pneumático

Substituir o retentor cR6 presente no topo do cilindro pneumático do equipamento.

5-Enchedora Portátil Afinomaq EP1C-T Ref. Interna [5.EP1C]

Anomalia AN5.1: A máquina não arranca a baixas rotações

Lubrificar o motor.

Anomalia AN5.2: A máquina executa um enchimento sem a presença de frascos na zona de enchimento

O sensor eletromagnético presente na zona de enchimento estará mal calibrado e estará a detectar o operador da máquina. Com uma chave de fendas pequena, ajustar o potenciómetro. Para reduzir o alcance do sensor, rodar o potenciómetro no sentido anti-horário.

Anomalia AN5.3: O sensor não deteta os frascos na zona de enchimento

Ajustar o potenciómetro recorrendo ao procedimento descrito na anomalia AN5.2. Para aumentar o alcance de deteção do sensor, rodar o potenciómetro no sentido horário.

6- Embaladora nº1

Ref. Interna [6.EMB1] ;

7- Embaladora nº2

Ref. Interna [7.EMB2];

8- Embaladora nº3

Ref. Interna [8.EMB3]

Considerações iniciais:

Na Hidrodipro existem três embaladoras: duas embaladoras Vimacor Monobloco CAM 500 S (cinzentos) e uma embaladora Vimacor Monobloco ECO 500 SA (azul).

As imagens e instruções apresentadas neste manual são relativas às embaladoras CAM 500 S. Porém, as resoluções apresentadas, na sua grande maioria, são análogas para a embaladora ECO 500 SA.

Descrição geral do sistema pneumático

A base do funcionamento destes túneis é a movimentação de componentes por ação pneumática. Assim sendo, a correta regulação pneumática nesta máquina é essencial ao bom funcionamento da mesma.

Nas figuras 1 e 2 é apresentada a designação e funcionamento de quatro importantes válvulas que estão na base do ajuste do sistema pneumático.



Figura 1- Controlo de pressão das válvulas



- Válvula verde: Controla a velocidade de descida da lâmina
- Válvula azul: Controla a velocidade de subida da lâmina
- Válvula amarela: Controla a velocidade de descida da esponja
- Válvula vermelha: Controla a velocidade de subida da lâmina

Figura 2- Esquematização das válvulas

Anomalias

Anomalia AN6.1: A lâmina não desce/sobe de forma correcta ou não é eficiente no corte do plástico

A lâmina não corta

Esta situação é normalmente gerada pelo desgaste ou dano da lâmina de corte. A substituição da mesma, geralmente, resolverá o problema.

Além do gume da lâmina mal afiado, a falta de teflon poderá também ser a causa do problema.

Outras causas menos prováveis são a temperatura insuficiente de corte e a deficiente abertura da válvula pneumática que controla a queda da lâmina.

A lâmina não desce

Esta situação deve-se, normalmente, à deficiente abertura da válvula de descida

Anomalia AN6.2: O túnel liga mas não aquece e o tapete não roda

Botões de paragem de emergência

Nesta situação, a primeira coisa a fazer será verificar se nenhuma das paragens de emergência está ativa.

Em caso negativo, verificar com um voltímetro/multímetro se algum dos botões da paragem de emergência está danificado, dando sinal de paragem sem estar pressionado.

Fusíveis

Com a ajuda de um voltímetro/multímetro, se os três fusíveis da máquina têm continuidade.

Contactores

O problema é muitas vezes causado pelo mau funcionamento de um contactor. Também estes podem ser verificados através de um voltímetro/multímetro.

Relé de temperatura

Se o mostrador de temperatura apresentar um tracejado, o problema poderá residir no relé de temperatura.

Anomalia AN6.3: O túnel não liga

Botão de On/Off principal

O botão poderá estar em Off ou estar danificado.

Cabo de alimentação

Numa situação de ocorrência rara, o problema poderá ter origem na tomada ou no cabo de alimentação. Novamente, um voltímetro/multímetro deverá ser utilizado para verificar esta situação.

Anomalia AN6.4: O túnel liga, aquece mas o tapete não funciona

Botão 6 (Botão do tapete)

Verificar se o botão do tapete está na posição apresentada na figura 3.

Verificar também se o mesmo está a funcionar correctamente a nível electrónico.



Figura 3- Botão 6

Defeito no motor

O motor poderá estar avariado.

Obstrução do tapete

Verificar se existe alguma obstrução ao movimento do tapete.

9- Rotuladora Afinomaq 1

Ref. Interna [9.ROT1]

10- Rotuladora Afinomaq 2

Ref. Interna [10.ROT2]

12- Máquina da acetona Afinomaq MBV1800

Ref. Interna [12.MBV]

Anomalia AN12.1: O tapete de entrada de frascos na máquina apresenta um funcionamento irregular

Quando um tapete funciona “aos soluços” significa que as engrenagens e as alhetas do tapete têm uma conexão deficiente.

Isto dever-se-á a uma tensão insuficiente do próprio tapete ou das correntes que ligam as engrenagens ao motor do equipamento.

Em qualquer uma destas situações, a situação resolve-se aumentando a tensão do tapete ou corrente através dos respetivos tensores.

O tensor do tapete pode ser ajustado através dos parafusos presentes na lateral da estrutura do tapete.

Para ajustar os tensores da corrente é necessário desacoplar o tapete, uma vez que este bloqueia o acesso à zona das engrenagens.

Será mais prático retirar um elo de ligação localizado na zona de entrada dos frascos, para que seja possível aceder à zona das engrenagens sem tirar o tapete inteiro.

Para além disso, será necessário retirar a estrela transportadora de frascos por completo, bem como alguns elementos localizados por cima da mesma.

Importante: A transmissão de movimento do motor às engrenagens do tapete é feita por ação de duas correntes, tendo cada uma o seu próprio tensor. A primeira corrente de transferência de movimento localiza-se no interior da estrutura do tapete de saída, estando a segunda localizada no interior da estrutura do tapete de entrada. Se o ajuste do tensor da corrente localizada no interior do tapete de entrada não solucionar a situação, provavelmente a anomalia estará relacionada com o tensor da corrente de saída. O processo de desassemblagem do tapete de saída é feito de forma equivalente ao descrito para o tapete de entrada.

Cuidados a ter: O sentido de remoção dos veios das alhetas dos tapetes é único. Tentar retirar as alhetas no sentido inverso levará à sua destruição.
Aplicar o arrombamento no lado do veio sem coroa ranhurada garante o sentido correto de remoção.

Por razões de segurança, todas as operações acima descritas devem ser feitas com o equipamento desconectado das suas fontes de energia e ar comprimido.

Anomalia AN12.2: A máquina não funciona e apresenta a mensagem “enchimento incompleto”.

Entre cada “passo” da estrela, o programa da máquina deteta se o enchimento foi feito na totalidade. Significa isto que se o pistão que enche os frascos não efectuar o seu percurso total desde o momento e que a estrela para até que volta a entrar em movimento, esta mensagem de erro aparecerá no ecrã.

Este problema pode ter várias origens:

-Um dos sensores de fim de curso do êmbolo não está a funcionar corretamente:

Num funcionamento normal, os sensores assinalados na imagem em anexo apresentam um sinal luminoso quando acionados.

No caso do sensor de fim de curso superior, a anomalia poderá ter origem no suporte onde este está alojado, e não no próprio sensor. Devido ao movimento constante, a rosca interior deste componente poderá estar danificada e incapaz de manter o sensor no sítio correto. Neste caso, a situação é resolvida restaurando a rosca interior com um macho do mesmo diâmetro.

-O circuito pneumático não está a exercer força suficiente para que o êmbolo complete o seu curso a tempo da próxima fase da estrela.

Neste caso, a pressão que o circuito pneumático mete no sistema é insuficiente. Assim, devemos regular a mesma através de uma válvula presente na zona superior do êmbolo, tal como se pode ver na figura 4.

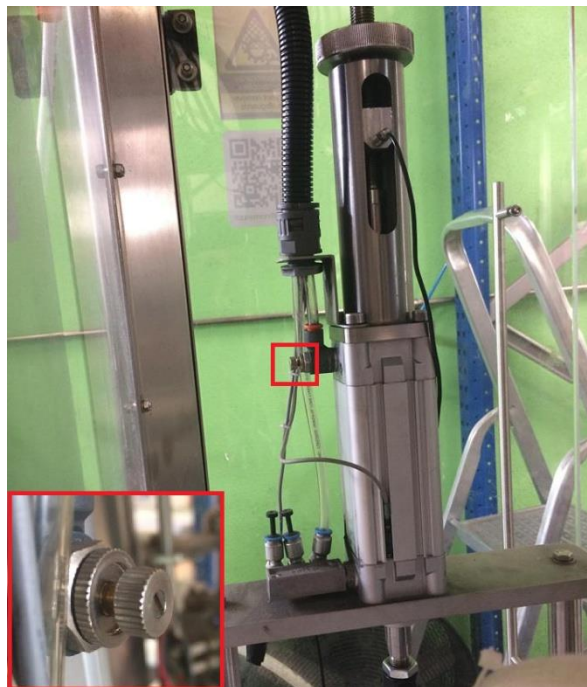


Figura 4- Válvula de regulação de pressão

Para aumentar a pressão, devemos abrir a válvula indicada. Para isso, rodamos a válvula no sentido inverso ao dos ponteiros do relógio.
Para diminuir a pressão, devemos fechar a válvula, rodando a mesma no sentido dos ponteiros do relógio.

Uma pressão demasiado baixa não permite o normal funcionamento da máquina, mas aumentar em demasia a pressão traz outros problemas, como o caudal demasiado elevado e conseqüente transbordo dos frascos.

O limiar da pressão correcta é muito ténue. Este processo de regulação requer tentativa e erro.

Anomalia 3: Após cada fase, a estrela não para no sítio correcto e o encaixe na forquilha posicionadora representada na figura 5 não é feito de forma suave.

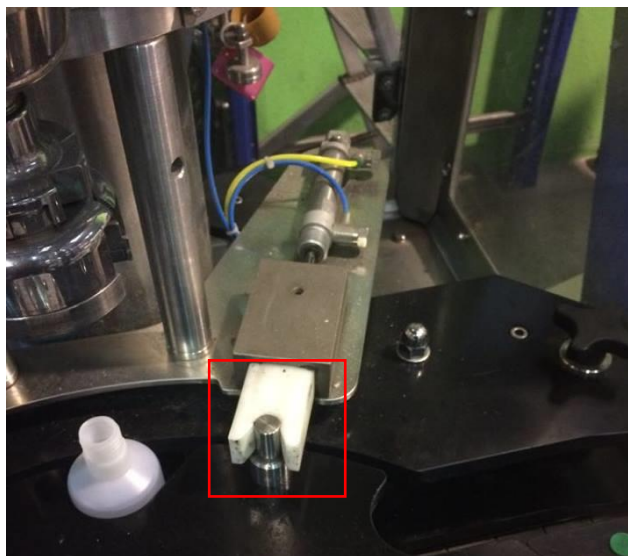


Figura 5- Forquilha posicionadora

Para reposicionar a estrela, começamos por desapertar os parafusos assinalados na figura 6.

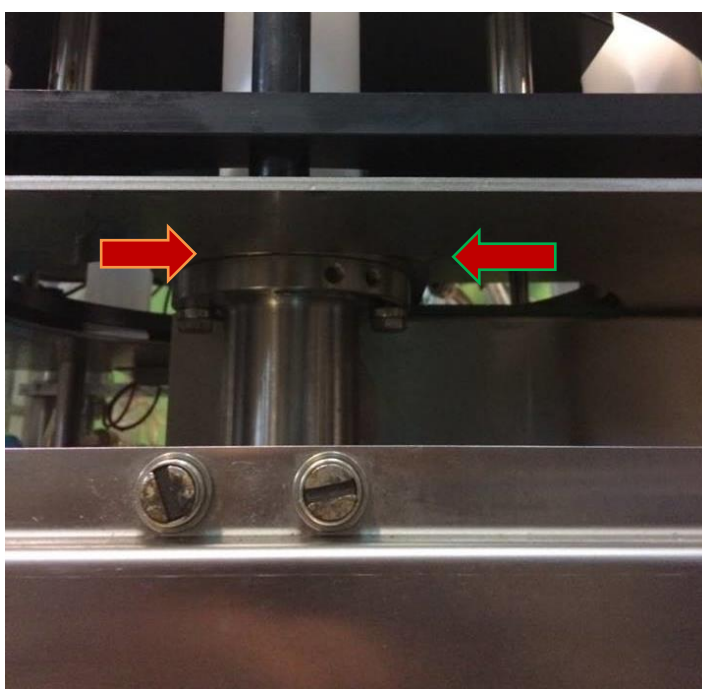


Figura 6- Parafusos de regulação da estrela

Caso a forquilha não esteja encaixada num dos pinos, notamos que é agora possível rodar manualmente a estrela sem qualquer esforço.

Nesta situação, há a necessidade de recolocar um dos pinos da estrela na forquilha. Para isso, a forquilha tem de ser empurrada para dentro.

É aconselhado que este procedimento seja feito por alguém responsável pela manutenção. A mola associada à forquilha tem uma constante de elasticidade muito elevada (significando que é muito forte) e poderá dar origem a acidentes de trabalho, quando manuseada de forma imprudente.

Caso a forquilha esteja encaixada num dos pinos, o próprio esforço deste encaixe será agora suficiente para recolocar a estrela na posição correcta, uma vez que esta está solta dos parafusos.

No final, reapertar os parafusos de fixação da estrela, assinalados na *figura*.

14- Máquina de enchimento de álcool canforado

Ref. Interna [14.CANF]

Anomalia AN14.1: O tapete não entra em movimento

Solução encontrada: O rolamento no interior do motor que aciona o tapete estava colado. A sua substituição resolveu o problema.

Para retirar este rolamento, o motor é desmontado de acordo com o seguinte procedimento:

- Desaperto do parafuso responsável pelo tensor do tapete.
- Após retirar a tensão do tapete, retirar um dos elos ligantes com um kit de arrombamento, para que seja possível aceder ao interior do tapete na zona onde o motor se encontra instalado.
- Retirar o motor da estrutura do tapete.
- Abrir o motor e localizar o rolamento, verificando manualmente se este é a fonte do nosso problema.
- Caso o rolamento esteja, de facto, inutilizável, deve ser substituído. A sua remoção é feita utilizando um saca-rolamentos.

Após a substituição do rolamento, procede-se à montagem do equipamento e verifica-se se o problema foi resolvido.

Cuidados a ter:

Após se verificar que estamos na presença desta avaria, o equipamento deve ser desligado da sua fonte de energia de imediato. Forçar o funcionamento de um motor eléctrico obstruído levará, eventualmente, à inutilização do mesmo.

Por razões de segurança, todas as operações acima descritas devem ser feitas com o equipamento desconectado das suas fontes de energia e ar comprimido.

O sentido de remoção dos veios das alhetas dos tapetes é único. Tentar retirar as alhetas no sentido inverso levará à sua destruição.

Aplicar o arrombamento no lado do veio sem coroa ranhurada garante o sentido correcto de remoção.

Anomalia AN14.2: Os pistões do equipamento vertem líquido

Uma fraca capacidade vedante por parte dos pistões desta máquina significará, na grande maioria das vezes, que uma destas duas situações estará a ocorrer:

Caso 1: Os retentores no interior dos pistões estão gastos. (Mais frequente)

Caso 2: O suporte branco dos retentores está danificado.

Para o Caso 1, a substituição dos retentores solucionará o problema.

Procedimento:

-Primeiramente, retirar os pistões da estrutura sem retirar as mangueiras.

-Retirar os elementos enroscados no veio que está no interior do pistão.

-Retirar o veio do interior do pistão e desacopular o suporte dos retentores.

-Após a substituição dos retentores, montar tudo novamente e testar a máquina.

Se este procedimento não corrigir a situação, o suporte dos vedantes poderá estar danificado.

Executamos, então, o seguinte procedimento para o **Caso 2**:

Nesta situação, o líquido de enchimento poderá estar a escapar-se entre o veio do pistão e a sua conexão com o suporte dos retentores.

Assim sendo, devemos reforçar a união veio-suporte aumentando o diâmetro do veio (apenas no local onde o suporte encaixa) com algumas camadas de fita teflon.

Será necessário aplicar uma quantidade de teflon suficiente para que o suporte entre à pressão. Assim, garantimos a capacidade vedante desta conexão.

Observações: Todos os procedimentos devem ser efetuados com o equipamento desconectado das fontes de energia e pressão.

Anomalia AN14.3: Não existem fugas de líquido mas a disposição de líquido nos frascos é insuficiente ou irregular

Irregularidades na disposição de líquido devem-se quase sempre à entrada de ar no circuito do líquido. Assim, todas as uniões da canalização do circuito devem estar feitas de forma correta.

Nas uniões roscantes, é imprescindível a aplicação de uma boa camada de fita de teflon, sendo a normal degradação desta a principal fonte de problemas deste género.

Esta anomalia é comum a todas as máquinas presentes na HD com este tipo de circuito de líquido estanque.

Considerações extra:

Os retentores deste equipamento são produzidos à medida em PTFE através da tecnologia CNC. Para a aquisição dos mesmos, é necessário encomendar a sua produção com antecedência.

Os retentores de melhor qualidade são produzidos pela SOVE. O tempo de entrega desde a adjudicação é de 2-3 dias.

Para situações de emergência, a TEC-ESA será outro fornecedor a procurar aquando da necessidade destes retentores. Normalmente, estes têm uma qualidade inferior aos da SOVE, mas a TEC-ESA tem a capacidade de entregar a encomenda de um dia para o outro (para pedidos feitos até às 16h).

Os filtros (de rede, à entrada das mangueiras, e de deposição de partículas, nos bocais) devem ser substituídos (rede) ou limpos (deposição) a cada tanque.