



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

# **Desenvolvimento do Plano de Manutenção para uma Enchedora Assética**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e  
Gestão Industrial

## **Development of a Maintenance Plan for an Aseptic Filler**

**Autor**

**Paulo Cassiano Almeida Breia Fonseca Calvão**

**Orientador**

**Professor Doutor Cristóvão Silva**

**Engenheiro Daniel Santos**

**Júri**

**Presidente** Professor Doutor Luís Miguel Ferreira  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

**Vogais** Mestre Vanessa Sofia Melo Magalhães  
Investigadora da Universidade de Coimbra

**Orientador** Professor Doutor Cristóvão Silva  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra



Sociedade da Água de  
Luso



Heineken

**Coimbra, Julho, 2018**



Recomeça... se puderes, sem angústia e sem pressa e os passos que deres, nesse caminho duro do futuro, dá-os em liberdade, enquanto não alcances não descanses, de nenhum fruto queiras só metade.

Miguel Torga, em Diário XIII, 1977.

Aos meus pais.



## Agradecimentos

O trabalho que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e apoio de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

Em primeiro lugar agradecer à empresa Sociedade da Água de Luso por me receber para a realização deste Estágio Curricular, que me permitiu crescer quer a nível profissional quer a nível pessoal.

Aos engenheiros Daniel dos Santos, Firmino Giesta, Marco Maltez, Carlos Midões e Ricardo Valente por todo o conhecimento transmitido não só para a realização deste trabalho como para a realização pessoal e crescimento profissional, bem como por toda a confiança dada.

Ao Daniel Duarte e ao Jorge Neves que me acompanharam de perto e por todo o convívio e paciência demonstrada.

A toda a equipa de Manutenção da SAL: Basílio Paredes, Rui Miranda, Fernando Soares, Mário Valada, João Duarte, Gabriel, Nuno, José Faria e Isaías Reis pela informação dada, todo o cuidado que tiveram, fundamental para um melhor entendimento dos processos e funcionamentos essenciais para a realização deste trabalho e por todo o convívio dentro e fora do período de estágio.

A todos os funcionários da Sociedade da Água de Luso pelo acolhimento e apoio.

Ao meu orientador Professor Doutor Cristóvão Silva pelas orientações e incentivo.

Aos meus amigos do grupo M91 que me acompanharam desde pequeno e me acompanham ainda hoje por todo o inventivo, crescimento mútuo e confiança.

Aos meus amigos de Faculdade e de Coimbra, em especial o Maioral de Mecânica, por todos os momentos memoráveis e inesquecíveis que passamos.

Aos meus País, Padrinho, Avós e Irmã por sempre acreditaram em mim, por me apoiarem, estarem sempre disponíveis e, acima de tudo, por me incentivarem a ser um humano cada vez melhor.



## Resumo

O presente trabalho tem como objetivo definir um conjunto de procedimentos que facilitem a tomada de decisões na gestão da manutenção de um equipamento. A metodologia utilizada neste trabalho assenta no desenvolvimento de um plano de manutenção, na criação de uma árvore de componentes, na estimativa de custos de manutenção, no planeamento de tarefas de manutenção e no desenvolvimento de documentos que facilitem a perceção de quem faz o planeamento e de quem executa as tarefas. Na revisão bibliográfica efetuada são identificadas e caracterizadas as noções de manutenção, TPM, MRP, ERP, gestão visual e *bill of materials*.

A empresa, onde foi, efetuado o caso de estudo opera no setor alimentar, mais concretamente na área alimentar das bebidas, sendo a investigação centrada no processo de reparação de uma máquina enchedora asséptica de garrafas de água de sabores. Com maior detalhe, apresentam-se as atividades de manutenção preventiva anuais realizadas, sendo de destacar a implementação de controlo visual, a criação e padronização de tarefas de manutenção, as estimativas de custos e tempos para cada tarefa e a organização de material em armazém.

Os resultados obtidos no estudo de caso permitiram uma melhoria da eficiência global da empresa, bem como facilitaram o planeamento das operações de manutenção quer a nível preventivo quer a nível corretivo. Conseguiu-se evidenciar que a empresa, ao aplicar estas melhorias, assegura com mais eficiência a entrega aos seus clientes de produtos com qualidade e na data acordada, mantendo a sua competitividade no mercado; ajustou-se o programa de manutenções preventivas às suas necessidades; aumentou-se a fiabilidade do equipamento, e implementaram-se medidas adequadas nas instruções de manutenção preventivas, nas periodicidades de inspeção e manutenção, reduzindo, assim, os custos de manutenção corretiva.

O envolvimento, criatividade e comprometimento de todos os colaboradores da empresa na implementação destes procedimentos são fatores críticos de sucesso no processo de melhoria contínua.

**Palavras-chave:** Gestão da manutenção, Manutenção preventiva, Manutenção Corretiva, Gestão Visual, Planeamento da manutenção, *Bill of Materials*.



## Abstract

The present work has as objective to define a set of procedures that facilitate the decision making in the management of the maintenance of an equipment. The methodology used in this work is based on the development of a maintenance plan, the creation of a component tree, the estimation of maintenance costs, the planning of maintenance tasks and the development of documents that facilitate the perception of those who plan and those who performs the tasks. In the bibliographical review, the notions of maintenance, TPM, MRP, ERP, visual management and bill of materials are identified and characterized.

The company where the study is carried out operates in the food sector, specifically in the food sector of beverages, and the research is centered on the process of repairing an aseptic filling machine for bottled flavors. In more detail, we present the annual preventive maintenance activities carried out, including the implementation of visual control, the creation and standardization of maintenance tasks, estimates of costs and times for each task and the organization of material in storage.

The results obtained in the case study allowed an improvement in the overall efficiency of the company, as well as facilitated the planning of maintenance operations, both preventive and corrective. It was evident that the company, in applying these improvements, delivered to its customers quality products on the agreed date, maintaining its competitiveness in the market, adjusted the preventive maintenance program to their (company) needs, increased the reliability of the equipment, and implemented appropriate measures in the preventive maintenance instructions, inspection and maintenance periodicities, thus reducing corrective maintenance costs.

The involvement, creativity and commitment of all employees in the implementation of these procedures are critical success factors in the process of continuous improvement.

**Keywords** Maintenance Management, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance, Visual Management, Maintenance Planning, Bill of Materials.



## Índice

Índice de Figuras .....	xi
Índice de Tabelas .....	1
Simbologia e Siglas .....	1
Siglas .....	1
1. Introdução .....	3
1.1. Enquadramento .....	3
1.2. Organização do documento .....	4
2. Enquadramento teórico .....	5
2.1. Indústria alimentar .....	5
2.2. Higiene e segurança alimentar .....	6
2.3. Manutenção .....	7
2.3.1. Tipos de manutenção .....	9
2.3.2. Custos de manutenção .....	10
2.4. TPM .....	12
2.5. MRP .....	13
2.6. ERP .....	14
2.7. Gestão Visual .....	15
2.8. Bill of Materials .....	17
3. Caso de Estudo .....	19
3.1. Apresentação da empresa .....	19
3.2. Manutenção na Luso .....	22
3.3. Sistemas operativos da máquina .....	24
3.3.1. Cinemática .....	25
3.3.2. Isolador .....	26
3.3.3. Alimentação de garrafas .....	27
3.3.4. Tratamento de garrafas .....	27
3.3.5. Enchimento .....	28
3.3.6. Distribuição do produto .....	29
3.3.7. Alimentação de cápsulas .....	30
3.3.8. Tratamento de cápsulas .....	30
3.3.9. Sistema de inertização .....	31
3.3.10. Capsulador .....	31
3.3.11. Extração de garrafas .....	32
3.3.12. Plataformas de apoio .....	33
4. Plano de manutenção .....	36
4.1. Árvore de Componentes .....	37
4.2. Plano de Manutenção .....	42
4.3. Planeamento da manutenção preventiva .....	45
4.4. Custos da manutenção .....	52
4.5. Etiquetas .....	54

5. Conclusões .....	57
Referências Bibliográficas .....	59
ANEXO A – Folha de Procedimento .....	63
ANEXO B – Folha da Tarefa .....	65
ANEXO C – Plano de Manutenção.....	67
ANEXO D – Árvore de Componentes .....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.3.2.1. Iceberg de custos (Fonte: Cabral, 2006) .....	11
Figura 3.3.4.1. Tratamento de Garrafas. 1 – Estrela de inversão de garrafas; 2 – Estrelas de tratamento APA; 3 – Estrela Tratamento APA e escoamento; 4 – Estrela de escoamento; 5 – Estrelas de enxaguamento e escoamento; 6 – Estrela de inversão de garrafas; (Fonte: SAL, 2018).....	28
Figura 3.3.5.1. Zona e áreas de Enchimento. 1 – Carrossel de enchimento; 2 – Bocais de enchimento; 3 – Garrafa com produto; 4 – Rodas de Transferência; 5 – Garrafas vazias (Fonte: SAL, 2018).....	29
Figura 3.3.7.1. Alimentador de capsulas. 1 – Reservatório de capsulas; 2 – Sistema de elevação; 3 – Extração; 4 – Módulo de tratamento de capsulas (Fonte: SAL, 2018) .....	30
Figura 3.3.8.1. Tratamento de capsulas. 1 – Túnel; 2 – Estrela de tratamento APA; 3 – Estrelas de escoamento; 4 – Estrela de enxaguamento; 5 – Estrela de transferência; 6 – Estrela agarra-posiciona; 7 – Estrela de extração de capsulas (Fonte: SAL, 2018).....	31
Figura 3.3.10.1. Módulo de fecho (capsulador). 1 – Cabeças de enroscar; 2 – Estrela de fecho; 3 – Garrafas com produto (Fonte: SAL, 2018) .....	32
Figura 3.3.11.1. Extração de garrafas. 1 – Estrela de extração; 2 – Estrela de depressão; 3 – Estrela de extração de garrafas; 4 – Transportador de saída (Fonte: SAL, 2018). 32	
Figura 3.3.12.1. Plataforma Logiface (Fonte: SAL, 2018).....	33
Figura 3.3.12.1. Plataforma APA e água estéril (Fonte: SAL, 2018).....	35
Figura 4.1.1. Módulos da enchedora .....	39
Figura 4.1.2. Estrutura da árvore de componentes. ....	40
Figura 4.1.3. Programa da árvore de componentes criado. ....	41
Figura 4.1.4. Desenho técnico, posição, código do fornecedor, quantidade, periodicidade e classificação dos subcomponentes no programa criado. ....	42
Figura 4.3.1 Exemplos de atividades realizadas pela empresa externa: Bombas da plataforma APA-AE e substituição de juntas dos tubos de alimentação situadas debaixo do isolador .....	47
Figura 4.3.2 Exemplos de atividades realizadas pela SAL. 1 – Desmontagem de um veio da estrela; 2 – Estrelas, pinhões e correias retiradas da enchedora; 3 – Atividade realizada pelos operadores.....	48
Figura 4.3.4. Exemplo de material separado por zonas de intervenção .....	49
Figura 4.3.5. Organização das tarefas por grupos de trabalho .....	50
Figura 4.3.6. Registo das tarefas.....	51
Figura 4.4.1. Custos de material por submódulos .....	53

Figura 4.4.2. Custo de manutenção preventiva por anos .....	53
Figura 4.5.1. Exemplos de Kits de reparação de válvulas e juntas para tubos de alimentação .....	54
Figura 4.5.2. Etiquetas de identificação de válvulas. Amarelo – Espuma, Vermelho – Logiface, Verde – Água Estéril, Azul – APA, Branco – válvula anti-retorno.....	55
Figura 4.5.3. Válvulas identificadas com etiquetas criadas .....	55

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.3.1. Tipos de avarias na Enchedora Linha 5 entre 2009 e 2016 (Fonte: SAL, 2018).....	25
Tabela 4.2.1. Plano de manutenção por procedimento.....	43







## SIMBOLOGIA E SIGLAS

### Siglas

AE – Água Estéril

AP – Armazém de Peças

APA – Solução esterilizadora

BOM – *Bill of Material*

CIP – *Cleanning In Place*

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

ERP – *Entrepise Resource Planning*

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

HACCP – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo

IMS – *Intelligent Maintenance System*

MPS – *Master Production Scheduling*

MRP – *Material Resource Planning*

OT – Ordem de trabalho

PET – Politereflalato de Etileno

SAL – Sociedade da Água de Luso

SIP – *Sterilization In Place*

TPM – *Total Productive Maintenance*



# 1. INTRODUÇÃO

Este documento surge no âmbito da unidade curricular de Estágio do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, com o objetivo de apresentar o trabalho realizado durante o período referente ao 2.º semestre do ano letivo 2017/2018, numa parceria entre a FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra e a SAL – Sociedade da Água de Luso.

Este capítulo contém como tópicos a motivação, o enquadramento geral do problema e os objetivos traçados para o projeto.

Por fim, apresenta-se a estrutura elaborada para este documento, mostrando de uma forma sucinta o que se pode encontrar em cada capítulo.

## 1.1. Enquadramento

Nos dias de hoje, as empresas estão cada vez mais conscientes dos desafios que têm de superar, implementando-se estratégias de gestão que visam dar à função da manutenção importância igual às outras funções dentro da organização.

No setor industrial, entre funções administrativas e funções operacionais as mais relevantes são a produção e a manutenção, uma vez que, em conjunto, devem ser capazes de entregar os produtos ou serviços no tempo desejado, com a qualidade exigida e a quantidade solicitada. Por estas razões, a manutenção assume uma relevância estratégica na estrutura das empresas com implicações diretas ao nível das operações e logística.

Para a obtenção do Grau Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizou-se um estágio curricular na empresa Sociedade da Água de Luso (SAL), situada no concelho da Mealhada, distrito de Coimbra. A empresa opera no setor da indústria alimentar, mais especificamente no ramo da indústria alimentar das bebidas não alcoólicas. A SAL é uma empresa do grupo HEINEKEN, fundada em 1852 e que conta com mais de 150 anos de experiência no ramo.

A SAL está consciente da importância que o departamento de manutenção tem na sua organização, pelo que pretende otimizar o seu funcionamento, melhorando os tempos de resposta a situações de avaria dos equipamentos a fim de reduzir os seus custos, mantendo os altos níveis de fiabilidade daqueles mecanismos.

Indo ao encontro destes pressupostos, o objetivo deste trabalho passa por definir um conjunto de procedimentos que facilitem a tomada de decisões na gestão da manutenção de uma máquina enchedora de uma linha asséptica, a criação de uma árvore de componentes e um plano de manutenção, a realização da monitorização das tarefas de manutenção no equipamento, bem como dos seus custos.

## **1.2. Organização do documento**

Este trabalho está dividido em 6 capítulos. O segundo capítulo é constituído por um enquadramento teórico dividido em 8 grupos, fazendo uma contextualização do meio onde foi desenvolvido o estágio curricular, os conceitos de manutenção e de alguns sistemas de gestão. No capítulo três aborda-se os casos de estudo com uma breve apresentação da empresa, o seu funcionamento ao nível da manutenção e a descrição do equipamento sobre o qual se debruça o presente documento. O quarto capítulo refere-se ao trabalho realizado ao longo do estágio curricular, apresentando a árvore de componentes construída, o plano de manutenção desenvolvido e os custos de manutenção, bem como a conceção de etiquetas.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

A forma como a manutenção é vista na atualidade nada tem a ver com o passado. Considerado um mal necessário, pois é considerada uma área geradora de custos, a manutenção sofreu uma evolução nos últimos anos muito graças ao desenvolvimento do conhecimento científico e aos avanços tecnológicos, permitindo que os processos de manutenção usufruam de novas ferramentas como base de apoio a uma melhor monitorização e previsão da condição dos equipamentos tecnológicos existentes no seio de uma empresa, uma melhor rentabilização da gestão da manutenção e uma tão desejada redução de custos operacionais. Estes preceitos aliados a outras estratégias da organização possibilitam a busca de melhores resultados e a excelência operacional.

### 2.1. Indústria alimentar

Em Portugal, no ano 2016, o total de vendas de produtos e prestação de serviços na indústria transformadora atingiu 78,3 mil milhões de euros. As atividades que registaram os contributos mais significativos foram as indústrias alimentares, a fabricação de máquinas e equipamentos e a fabricação de equipamentos informáticos, comunicações e produtos eletrónicos.

Os principais resultados da atividade industrial portuguesa em 2016 foram obtidos a partir do Inquérito Anual à Produção Industrial (IAPI) e divulgados pelo Instituto Nacional de Estatística (2017). Esses dados encontram-se resumidos na Tabela 2.1.

**Tabela 2.1.** Resultados da atividade industrial portuguesa (Fonte: adaptado de INE, 2017)

<b>Designação</b>	<b>Total de venda de produtos e prestação de serviços [10<sup>3</sup> Euros ]</b>
Total da indústria	78 327 795
Indústria alimentar	10 688 676

As bebidas não alcoólicas incluem sumos, refrigerantes e águas engarrafadas. Em 2016, cada residente em território nacional tinha disponível para consumo 580,3ml/hab/dia de bebidas não alcoólicas.

A água engarrafada é a bebida disponível em maior quantidade (58,15% em 2016, equivalente a 337,0ml/hab/dia), seguida dos refrigerantes com 35,9% (208,0ml/hab/dia) e dos sumos 6,0% (34,8ml/hab/dia). (Instituto Nacional de Estatística, 2017).

## **2.2. Higiene e segurança alimentar**

A higiene e segurança alimentar é um conceito que visa garantir a segurança do alimento.

Quando se fala em qualidade para a indústria alimentar, o parâmetro da segurança do produto é sempre um fator determinante, pois qualquer constrangimento pode comprometer a saúde do consumidor. Empresas que atuam neste ramo têm vindo a adotar sistemas de gestão de segurança alimentar/HACCP (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo - *Hazard Analysis and Critical Control Point*). Este sistema é baseado numa forma sistemática de identificar e analisar os perigos associados à produção de alimentos e definir maneiras para os controlar (Stringer,1994).

A HACCP foi uma ferramenta desenvolvida originalmente pelo setor privado para garantir a segurança do produtor e, atualmente, tem vindo a ser introduzida na legislação de vários países. A partir de 1995, todas as empresas de alimentos da União Europeia deveriam ter um sistema HACCP implementado (Jouve, 1998).

A indústria alimentar procura, de acordo com os meios ao dispor, nomeadamente ao nível técnico e de recursos humanos, desenvolver as melhores metodologias para garantir a segurança alimentar dos consumidores. Além dos requisitos legais, o setor tem tido uma atitude pró-ativa, quer na adoção de boas práticas que permitem laborar em condições de higiene e segurança cada vez maiores, quer através de parcerias com os restantes elos da cadeia, com vista a garantir a preservação desses níveis de segurança até ao consumidor final.

A manutenção no setor alimentar torna-se ainda mais importante devido ao risco de contaminação que pode ocorrer durante as várias fases do processo de fabrico ou durante

uma ação de manutenção. Uma vez que o risco de um produto defeituoso do ponto de vista químico ou biológico pode chegar ao consumidor final e correr o risco de comprometer a empresa e todos os envolvidos ao longo da cadeia de valor, é fundamental eliminar esse risco, começando pela formação adequada dos funcionários e a garantia que os processos de manutenção são executados da maneira mais correta e os materiais utilizados são os adequados, evitando assim perdas e custos desnecessários (Figueiredo et al., 2008).

### **2.3. Manutenção**

A manutenção pode-se definir como “o ramo da engenharia que visa manter, por longos períodos, os ativos fixos da empresa em condições de atender plenamente as suas finalidades funcionais” (Arruda, 2002).

Os objetivos da manutenção são diversos, destacando- os seguintes: reduzir os custos da empresa, evitar paragens com perdas produtivas, encurtar ao máximo os tempos de indisponibilidade dos equipamentos, melhorar a qualidade produtiva, aumentar a segurança e incrementar o *output* produtivo (Pinto, 2016).

Estas ações necessárias para manter a vida útil dos equipamentos mais longínqua estão no centro de todo o funcionamento de uma empresa ou organização, pelo que de pouco adianta ao gestor de operações procurar ganhos de produtividade se os equipamentos não dispõem de manutenção adequada (Pinto, 2016). Citando, ainda, este autor, ela tem de ser eficiente, rápida, económica e discreta.

Deste modo, segundo Pinto (2002), poder-se-á dizer que a prioridade que for hoje assumida em relação à eficácia da função da manutenção irá provavelmente, em grande parte, decidir as empresas vencedoras de amanhã.

No âmbito desta problemática, a falta de peças de reposição e a consequente ineficiência da manutenção levam a uma baixa disponibilidade dos equipamentos, prejudicando o nível de serviços e aumentando os custos de produção no setor industrial. A procura de peças de reposição esporádica e errática, dificulta a sua previsão com os métodos e ferramentas estatísticas disponíveis. Nesse sentido, o uso de Sistemas Inteligentes de Manutenção (IMS) tem sido estudado para apoiar o processo de previsão de falhas em equipamentos e, dessa forma, contribuir para a disponibilidade e competitividade dos sistemas produtivos (Israel, 2014).

Máquinas e equipamentos estão sujeitos a apresentar degradações químicas e/ou físicas nos seus componentes, as quais podem levar a quebras ou falhas nos sistemas de produção. Para solucionar estas questões, é necessário haver disponibilidade de peças e manutenção apropriada. Muitas empresas obtêm partes significativas dos seus lucros através de boas práticas neste setor (Cohen; Agrawal; Agrawal,2006).

As seis grandes perdas do equipamento são as seguintes (Jain, Bhatti e Singh, 2014):

- Falhas no equipamento;
- Tempos de *setup*;
- Redução da velocidade no processo;
- Defeitos no processo (problemas de qualidade);
- Tempos de paragem;
- Redução do output da produção.

Dado que os mercados estão cada vez mais competitivos e voltados para os consumidores, as empresas precisam de providenciar produtos e serviços com alta qualidade, a baixos custos e de forma rápida. Os sistemas são tão dinâmicos que, por exemplo, um minuto de quebra na produção numa empresa da indústria automóvel pode custar aproximadamente 17 000 €. Por isso, as organizações procuram, cada vez mais, formas de evitar a paralisação de sistemas produtivos que possam ser gerados por quebras nas máquinas. (Djurdjacovic; Lee; Ni, 2003).

Como já anteriormente adiantado, reitera-se a ideia de que a disponibilidade de peças de reposição e serviços de manutenção são cruciais para a operação de sistemas de manufatura. A falta de componentes para reparações geram efeitos negativos nos custos, como por exemplo: altos custos de oportunidade, altos custos no pedido de emergência de peças que provêm de regiões distantes, etc. Além disso, esse mesmo facto pode prejudicar o nível de serviço oferecido aos clientes pela dificuldade de cumprir prazos cada vez que uma quebra ocorre. Desta forma, falta de peças e manutenção deficiente podem acarretar altos custos e baixos níveis de serviço, prejudicando a eficácia e a eficiência das cadeias de abastecimento de clientes e fornecedores (Espindola et al., 2012).

### 2.3.1. Tipos de manutenção

Existem basicamente três políticas de manutenção que tentam lidar com este problema: manutenção corretiva, preventiva e preditiva (Endrenyi et al., 2001). Cada uma delas é adequada para um cenário determinado, dependendo principalmente de fatores como o nível de serviço e a restrição financeira.

A política corretiva consiste em realizar reparações depois das falhas ocorrerem. Embora esta estratégia seja impossível de eliminar, é recomendável aplicá-la em situações em que o tempo de reparação não é prioridade, não força paragens na produção e dirige-se a equipamentos que não são essenciais ao processo produtivo (Fedele, 2011).

A manutenção preventiva baseia-se na previsão de falhas por meio de métodos estatísticos como: médias móveis, regressão e alisamento exponencial. As previsões ajudam a antever o número de falhas futuras, para que quando elas de facto ocorrerem, o material necessário para a reparação já tenha sido produzido e conseqüentemente se encontre no local e no tempo desejados. A utilização da manutenção preventiva é aconselhável para equipamentos com desgaste uniforme (Hellingrath; Cordes, 2013).

A manutenção preditiva consiste na análise de variáveis de um determinado sistema para realizar previsões de falhas antes delas ocorrerem (LI et al., 2010). Para isso, podem ser utilizados sistemas inteligentes de manutenção (IMS – *Intelligent Maintenance Systems*), os quais fazem uso de sensores, *softwares* e técnicas capazes de mensurar variáveis como a vibração, temperatura, corrente elétrica, ruído etc., e, através dessas mensurações, diagnosticar e prever quebras com maior exatidão (Djurjanovic; Lee; Ni, 2003), nomeadamente onde, quando e qual o componente que deverá ser substituído. Parte-se do princípio que as falhas repentinas são raras, especialmente nos sistemas mecânicos, pneumáticos e hidráulicos. Esta metodologia apresenta, no entanto, limitações como o alto custo que comporta e a complexidade de implementação. Lee et al., 2006 propõem a sua utilização nos componentes essenciais de um sistema onde os custos envolvidos são menores do que os ganhos obtidos pela tecnologia.

A falta de peças, e/ou manutenção inadequada podem, portanto, gerar altos custos aos processos produtivos e logísticos. Aliado a esse facto, pode haver também uma redução do nível de serviço oferecido aos clientes, bem como dificuldades no cumprimento dos prazos acordados.

Apesar de haver uma horizontalidade no papel da manutenção no seio da empresa, devido à importante função que desempenha, ela é obrigada a ter interface com todos os setores da empresa. (Ferreira, 1998).

Segundo Ferreira (1998), a manutenção pode assumir seis funções numa organização:

- Gestão dos equipamentos – atribuição de nomenclaturas, atribuição do plano de manutenção, gestão da informação, histórico de manutenção;
- Gestão dos pedidos de intervenção – presentes nas quatro fases de uma intervenção (planificação, programação, execução e relatório);
- Gestão de stocks – monitorização de movimentos, situação, ações de reserva, receção e aprovisionamento;
- Gestão de compras – pedidos, preparação, controlo e análise;
- Apuramento e controlo de custos – análise e apuramento;
- Gestão da mão-de-obra.

### **2.3.2. Custos de manutenção**

O importante, quando se fala em custos, é mostrar o quanto se gasta com a manutenção e o que se pode economizar quando se faz uma gestão correta da mesma. (Silva, 2013).

Segundo Branco (2008), nenhuma ação de manutenção deve ser tomada se não estiver financeiramente justificada, não só na reparação, como também nos custos de perda de produção, perda de matéria-prima, indemnizações por acidente, poluição ambiental, etc.

Uma empresa pode poupar entre 12-18%, aplicando manutenção preventiva ao invés da corretiva.

Estima-se que o uso de manutenção preventiva pode resultar num aumento de 15% a 25% da eficiência num equipamento (EPA. “Lean Thinking and Methods – TPM.” (2011). Enquanto que Piotrowski (2007) afirma que, ao realizar um estudo sobre a eficiência dos vários tipos de manutenção para bombas na indústria, a manutenção corretiva custa 18\$/cv/ano, enquanto que a preventiva tem um custo de 13\$, e a preditiva 9\$.

A manutenção, como função estratégica das organizações é responsável direta pela disponibilidade dos ativos e, segundo dados estatísticos da Abraman (2003), os custos da manutenção representam, em média, 4,1% do PIB (Produto Interno Bruto).

Thomas (2018) estima que os gastos relacionados com a manutenção podem rondar entre os 15-70% dos custos de produção de um bem. Estes gastos podem ser estimados, calculando os custos e perdas que provêm de custos diretos de manutenção e reparações, custos indiretos (custo devido ao tempo de paragem, perdas devido a atrasos nas entregas ou má qualidade dos produtos, reparação de produtos defeituosos), custos dos vários tipos de manutenção efetuados (preditivo, preventivo e corretivo).

Os custos diretos de manutenção e reparação incluem o custo de mão-de-obra e os materiais. Juntamente com estes estão os danos subsequentes causados por uma avaria de uma máquina (por exemplo, reparação). O tempo de inatividade inclui os custos de capital e mão-de-obra, resultado do tempo de paragem relacionado com a manutenção. O retrabalho e as falhas geram perdas de receita ou gastos adicionais associados a deficiências que resultam de problemas de manutenção. O tempo de interrupção devido a problemas de manutenção pode ter um impacto nos custos de stock. Cada um dos custos e perdas deve ser separado nas diferentes técnicas de manutenção, utilizando a perceção do pessoal de manutenção (Thomas 2018).

O objetivo principal da gestão da manutenção não deve ser apenas os seus custos, contudo, o gestor da manutenção deve ter sensibilidade para perceber a sua origem, a sua razão e deve ser, ainda, capaz de os estimar tendo em conta os critérios existentes.

A teoria do *iceberg*, ilustrada na Figura 2.3.2.1., defende que os custos relativos à mão-de-obra, materiais, ou serviços são valores visíveis para a gestão e representam 20% dos custos totais da manutenção. Já as restantes despesas representam os 80% relativos a rendimentos, produtividade, inatividade do equipamento, etc. (Cabral, 2006).

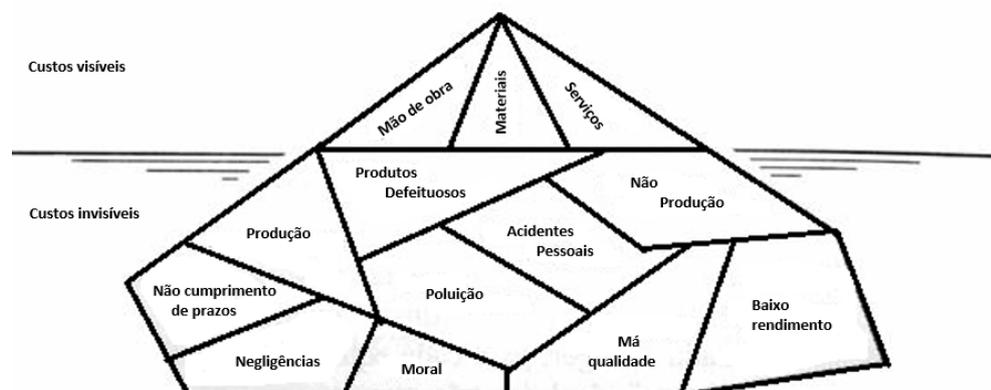


Figura 2.3.2.1. Iceberg de custos (Fonte: Cabral, 2006)

A previsão dos custos de manutenção deve recorrer a orçamentos previsionais anuais de manutenção e controlos orçamentais como ferramentas que ajudam a acompanhar a evolução dos processos de manutenção, a identificar as medidas a tomar, e a projetar melhorias para o futuro. Os orçamentos devem ser bem estruturados, para permitir saber o que é gasto e onde é gasto. A aplicação das ferramentas relacionadas com os custos requer, na prática, uma relação de cooperação entre os departamentos de manutenção, administração e contabilidade para que os objetivos principais da empresa não sejam comprometidos (Pereira, 2013).

## 2.4. TPM

O TPM (*Total Productive Maintenance*) é uma filosofia desenvolvida pelos japoneses na década de 70 e representa, segundo Nakajima (1988), uma combinação entre a manutenção preventiva americana e os conceitos japoneses de gestão da qualidade total, sem esquecer o envolvimento entre todos os colaboradores.

É um método de gestão da manutenção proposto por Seiichi Nakajima que tem por base o 5S, zero defeitos, zero paragens, zero acidentes, zero stocks e zero perdas como principais objetivos do TPM. Com estes objetivos procura-se maximizar a eficiência dos equipamentos, transformar visivelmente o local de trabalho, aumentar o nível de conhecimento e as capacidades dos colaboradores (Suzuki 1994).

O total envolvimento e comprometimento com o equipamento por parte de todos é o fator primordial para o sucesso desta filosofia a fim de se eliminarem os principais tipos de perdas que podem ocorrer na área produtiva da fábrica (Nunes, 2016). As atividades básicas da implementação do TPM são chamadas de Pilares.

Os principais objetivos desta filosofia são (Jain, Bhatti e Singh,2014):

- Aumentar a produtividade;
- Reduzir os custos de produção;
- Reduzir os acidentes;
- Corrigir reclamações dos clientes;
- Melhorar a qualidade e a consistência;
- Maximizar a eficiência e a utilização do equipamento;

- Desenvolver um sistema de manutenção proativo;
- Envolver todos os departamentos e colaboradores da empresa na função de manutenção.

## 2.5. MRP

O modelo MRP (*Material Resource Planning*) surgiu nos anos 70, por Plossl e Wight, como técnica de gestão de stocks na produção para o cálculo das necessidades dos diferentes materiais ao longo do tempo. É constituído por três elementos: programa mestre de produção; lista de materiais e quantidades em stock. O programa mestre de produção (*Master Production Scheduling – MPS*) consiste na definição das quantidades de cada produto final que se deseja produzir em cada período (*time buckets*) dentro do horizonte de planeamento (por exemplo: um horizonte de programação de dois meses e períodos semanais) (Laurindo, F., Mesquita, M., 2000).

Na lógica MRP, os produtos finais, que incluem produtos acabados e peças de reposição, são denominados produtos com procura independente, uma vez que a procura é definida externamente ao sistema de produção, conforme as necessidades dos clientes (mercado). Em contrapartida, a procura por matérias-primas e componentes está ligada à programação da produção e, por isso, são denominadas procura dependente. A procura interna é muito irregular devido à inconstância das operações.

Uma vez definido o programa mestre de produção dos diferentes produtos, o passo seguinte consiste no cálculo de necessidades de materiais. Dado o programa de produção e a estrutura de materiais dos produtos, estimam-se as necessidades de materiais para a execução da produção. Descontando eventuais itens em stock e levando em consideração os tempos de produção e compra (*lead times*), determina-se as quantidades e os instantes em que se devem ser produzidos ou comprados cada item.

O MRP permite, com base na decisão de produção dos produtos finais, determinar quais os itens (semiacabados, componentes e matérias-primas) a produzir e comprar, bem como quando e quanto produzir e comprar. O MRP II é uma evolução do MRP, com o objetivo de suportar as necessidades de informação de toda a organização e que tem em conta também decisões de capacidade. Utiliza uma lógica estruturada de planeamento que prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões com

a finalidade de construir um plano de produção viável, em termos de disponibilidade de materiais e capacidade de produção (Filho, M., Fernandes, F. 2006). Uma barreira à difusão dos sistemas tipo MRP, além dos custos de aquisição de *software* e *hardware*, está na dificuldade da sua implantação. A grande quantidade de dados, as dificuldades de configuração, a não restrição da capacidade e a necessidade de formação dos utilizadores, torna o processo de implementação lento e dispendioso (Laurindo, F., Mesquita, M., 2000).

## 2.6. ERP

O ERP – *Enterprise Resource Planning* – é um conjunto de sistemas de informação que integram todos os dados e processos de uma organização num único sistema. Surgiu como evolução do MRP com a necessidade de integração de áreas distintas como a Engenharia, Finanças, Recursos Humanos, Gestão de Projetos e Serviços. (Laurindo, F., Mesquita, M., (2000). Esta integração obtém melhores resultados do que a soma dos seus subsistemas em separado, disponibilizando a capacidade de integrar múltiplas formas de gestão numa só plataforma, facilitando a atualização da informação e o seu acesso.

O SAP é o ERP mais utilizado no mercado, sendo também da preferência do grupo Heineken. Este domínio do mercado subiste graças à pesquisa e desenvolvimento que o *software* sofre, resultando numa solução tecnologicamente evoluída e amplamente testada.

Com a implementação do ERP torna-se possível adotar um modelo de manutenção preventiva completo, uniformizando procedimentos e otimizando processos de informação para obter com maior rapidez dados e execução de processos.

Segundo Pinto (2002), um sistema informático de gestão de manutenção assistida por computador deverá incluir as seguintes áreas:

- Gestão de equipamento: que inclui o ficheiro de equipamento, o histórico de intervenções e a análise das avarias;
- Gestão de manutenção preventiva: inclui os planos de manutenção, programação e emissão das ordens de trabalho respetivas;
- Gestão de manutenção corretiva com eventual preparação, programação e emissão das ordens de trabalho;
- Apuramento e controlo de custos: que inclui a gestão do orçamento do serviço de manutenção, custos diretos e indiretos por equipamento;

- Gestão de stocks de peças que permite a reserva automática dos materiais necessários na preparação das ordens de trabalho;
- Gestão de compras: que inclui o ficheiro de fornecedores, custo dos materiais e situação da encomenda (prazos de entrega);
- Gestão de recursos humanos: incluindo o ficheiro de pessoal, as suas especializações, categoria profissional, salário e cargas horárias.

O mesmo autor define como requisitos básicos para a implantação do sistema:

- Sistema de codificação de equipamentos e materiais do armazém;
- Documentação técnica dos equipamentos;
- Planos de manutenção preventiva;
- Ficheiros do pessoal de manutenção por especializações e categorias profissionais.

Apesar de a empresa beneficiar com este tipo de solução, nomeadamente ao nível da gestão de mão-de-obra (através de melhorias no planeamento e programação), da gestão de peças de reserva e materiais (através da redução do número de peças de reserva, do nível de stocks, e de melhorias na disponibilidade de peças e materiais) e do aumento da disponibilidade operacional do equipamento, o ERP apresenta, por vezes, uma relação custo-benefício pouco interessante que não justifica o investimento, considerando ainda a dependência limitada dos fornecedores e uma provável resistência à mudança, devido à complexidade e exigência de dados para que se possa usufruir de todo o potencial deste sistema.

## **2.7. Gestão Visual**

No mundo organizacional, a gestão visual é um sistema que tenta melhorar a performance da visão, dos valores fundamentais, dos objetivos e cultura organizacional com outros sistemas de gestão, de processos, de elementos do local de trabalho, por meio de estímulos que se dirigem a um ou mais sentidos humanos (visão, audição, olfato, paladar e sentimentos (Liff e Posey, 2004).

Estes estímulos comunicam informações de qualidade (necessárias, relevantes, corretas, imediatas, fáceis de entender e estimulantes) que ajuda as pessoas a entender o contexto empresarial apenas olhando em volta (Greif, 1991). É uma abordagem de gestão

que utiliza um ou mais dispositivos visuais de sinalização, delimitação ou de informação à prova de erros (*poka-yoke*), dirigida a quem realiza determinada função para que a área de trabalho se torne auto explícita (Galsworth, 1997).

Uma vez que o ser humano capta mais informação através da visão (cerca de 85% da informação que o ser humano recolhe é através deste sentido) utilizar este sistema torna-se importante para facilitar a transmissão e a compreensão do conhecimento. Isto faz com que qualquer pessoa consiga interpretar as indicações e tomar decisões rapidamente. Para isso, deve estar disponível a todos sob a forma mais simples possível.

A gestão visual tem por objetivo a disponibilização da informação numa linguagem acessível (simples e de fácil compreensão), procurando facilitar o trabalho diário e a procura de melhores resultados, que podem ser financeiros, de qualidade, satisfação de clientes e colaboradores. Desta forma, o sistema de gestão visual é intencionalmente projetado para interligar a necessidade de uma atividade com as informações necessárias para a sua realização (Galsworth, 1997).

Estima-se que em média um funcionário demore cerca 18 minutos à procura de um documento e que os profissionais despendem de cerca de 5-15% a ler informação, mas gastam 50% do tempo a procurá-la, Potter, (2015).

Ter informações sobre o que fazer e como fazer, além dos recursos disponíveis em boas condições no momento certo, são objetivos da metodologia 5S e da Gestão visual. A aplicação destas ferramentas reduz o tempo de resposta e elimina atividades desnecessárias na ocorrência de um problema.

Alguns exemplos de gestão visual mais utilizados na indústria são indicadores de níveis, frequentemente usados para indicar níveis de pressão, temperatura, óleo, etc., marcas no chão de fábrica, que servem, sobretudo, para definir áreas onde é permitida a circulação de pessoas, zonas de arrumos, saídas de emergência, etc., para descrever estruturas e processos que facilitam a compreensão, por parte de quem os executa, e, por outro lado, pode ser usado para representar ações tomadas e a sua evolução ao longo do tempo, analisando assim o seu impacto, consoante os resultados: Se forem positivos, motiva e aumenta a confiança, se forem negativos, provoca constrangimento e mudança de rumo.

Assim, a gestão visual assume-se como extremamente importante para qualquer meio.

## 2.8. Bill of Materials

O termo *Bill of materials* (BOM) refere-se a uma listagem de peças. Um produto pode ter vários subconjuntos, alguns dos quais podem ter subconjuntos adicionais. Uma lista de materiais é uma lista de peças organizadas hierarquicamente de cada produto e cada subconjunto. O BOM tem sido utilizado tradicionalmente nos processos de fabricação e montagem para fornecer uma relação de cada componente com outros componentes da montagem (Blaha et al., 1992).

Enzymes (1980) descreve o sistema como um processo de geração de lista de materiais que começa com a produção de um modelo funcional de um projeto de um produto. Para gerar este modelo funcional, deve-se conhecer cada peça necessária para atender às especificações do projeto, ou seja, deve-se formular e aplicar regras para determinar as submontagens adequadas. Este modelo está sob a forma de uma estrutura de árvore hierárquica. À estrutura em árvore é atribuído um número a cada item que vai ser armazenado numa base de dados.

A precisão e consistência do design destes sistemas depende muito da experiência da pessoa que cria e insere o modelo funcional para cada produto. Estes sistemas, no entanto, são suscetíveis a erros e técnicas de projeto inconsistentes. Além disso, este processo consome muito tempo e aumenta o custo e o tempo necessários para colocar um produto no mercado (Blaha et al., 1992).

Quando se analisa o fluxo de materiais, cada ordem de produção tem especificado um conjunto de materiais para que as operações de configuração e montagem sejam executadas. Estes materiais podem ser classificados em matérias-primas, componentes, subcomponentes e produtos semiacabados. Parte deles são obtidos por fornecedores externos, enquanto que outros são resultado de operações dentro da fábrica. O registo dos materiais que compõem a estrutura do produto é denominada *Bill of Material* (BOM), (Laurindo, F., Mesquita, M., 2000).

Na lista de materiais, além da descrição dos itens que compõem o produto, definem-se as quantidades necessárias de cada um dos itens “filhos” para fabricação/montagem de uma unidade do item “pai”, aquele localizado um nível imediatamente acima na estrutura de produto (Vollmann, 1997).

À medida que aumenta a complexidade e a variedade do produto, torna-se difícil a coordenação do fluxo de materiais, indispensável para a continuidade do processo

produtivo. Uma forma possível de gerir estes materiais, consiste em utilizar políticas tradicionais de reposição de stocks para os componentes e matérias-primas mais comuns e encomendar aos fornecedores aqueles materiais mais específicos, conforme as necessidades. (Vollmann, 1997).

---

## 3. CASO DE ESTUDO

### 3.1. Apresentação da empresa

A empresa Sociedade da Água de Luso foi fundada a 25 de Agosto de 1852. Fica situada na Quinta do Cruzeiro, na Vacariça, pertencente ao concelho da Mealhada, distrito de Coimbra, e desenvolve atividades no setor alimentar. Estas orientam-se essencialmente para a extração e engarrafamento de água mineral natural e de nascente, tendo recentemente apostado numa nova gama de produtos de águas engarrafadas de sabores.

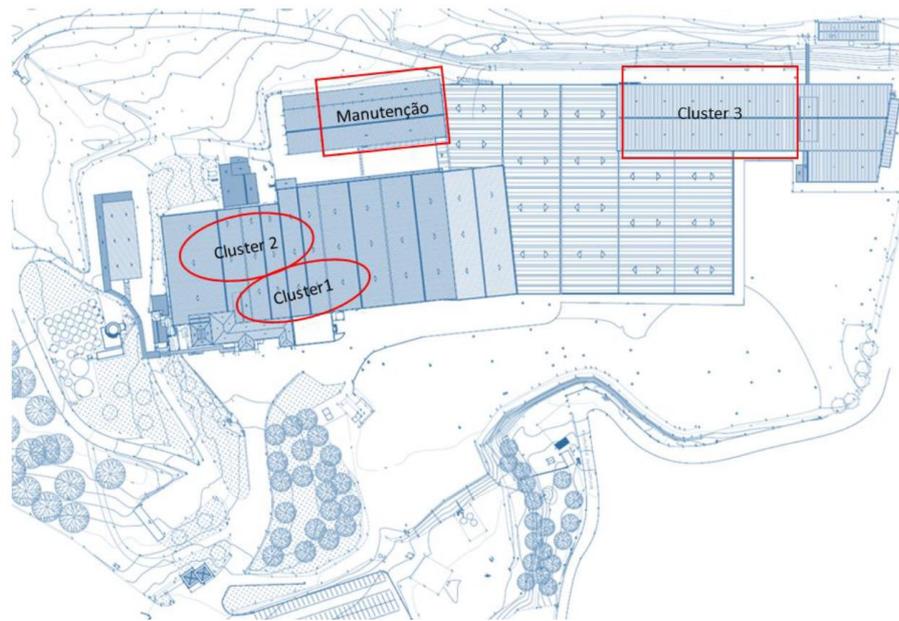
A SAL contava já com 118 anos de história, quando a Sociedade Central de Cervejas (SCC) decide entrar no capital da Luso, assumindo uma posição maioritária com a compra de 53% dos ativos da empresa. Em 2000 a SCC fica com 100% da Água de Luso e a unidade de engarrafamento passou para a freguesia da Vacariça, onde já funcionava a unidade da marca Cruzeiro, uma água de nascente do grupo que a SAL comprou em 1954.

A Luso detém uma cota de mercado na ordem dos 17% e produz em média 800 mil garrafas por dia. Exporta para 30 países, entre os quais se destacam Estados Unidos, Canadá, Luxemburgo, Suíça e França que representam 7% das vendas, (Crisóstomo, P., Pimenta, P., (2017).

A fábrica opera com seis linhas de produção, divididas em três Clusters. Na linha 1 são produzidas as bebidas em garrafas de vidro (Água Luso Lisa, Água Luso com Gás e Água Luso Gás Limão) e a linha 2 apenas trabalha com água do Cruzeiro, ambas pertencem ao Cluster 1. Nas linhas 3 e 4, pertencentes ao Cluster 2, produz-se tanto água engarrafada do Luso como Cruzeiro. A linha 5, operacionalizada a partir de 2008, é a linha mais complexa onde são produzidas as Águas Luso Fruta. É uma linha asséptica, sendo a primeira deste tipo em todo o Grupo Heineken. A linha 6, juntamente com a anterior, pertencem ao Cluster 3 e produz, em conjunto com as linhas 3 e 4, água engarrafada de Luso e Cruzeiro. Cada linha tem uma produção única e cada produto apenas é fabricado na respetiva linha, com exceção da garrafa PET (Politereflato de etileno) de 0,5L que é engarrafada em duas linhas distintas. Os produtos podem apresentar 7 formatos diferentes, variando entre 0,33L a 7L, e estão representados na tabela 3.3.1. A localização dos três clusters acima referidos no *layout* da SAL encontram-se representados na Figura 3.3.1.

Tabela 3.1.1. Produtos SAL (Fonte: adaptado de SAL, 2018)

Cluster	Linha de Produção	Tipo de Embalagem	Formato da Embalagem	Tipo de Água	Produto
1	1	Vidro	0.25L 0.5L 1.0L	Luso Lisa Luso Gás Luso Gás Limão	
	2	Garrações PET	18.9L 20L	Cruzeiro	
2	3	PET	0.5L 0.75L 1.5L	Luso Cruzeiro	
	4	PET	5.4L 7.0L	Luso Cruzeiro	
3	5	PET	0.33L 0.5L 1.0L 1.5L 2.0L	Luso Fruta	
	6	PET	0.33L 0.5L 1.2L	Luso Cruzeiro Luso Gás	



**Figura 3.1.1.** Planta da SAL (Fonte: SAL, 2018)

A sede da SAL conta com cerca de 100 colaboradores, distribuídos pelas seguintes áreas: Manutenção, Produção, Qualidade, Logística, Marketing, Financeiro, Recursos Humanos e Vendas.

A equipa de manutenção, ver Figura 3.1.2., é composta por três técnicos de automação, três mecânicos, dois eletromecânicos, um técnico eletricitista, dois técnicos terceirizados responsáveis pela serralharia, um planeador de manutenção e trabalhos e um gestor da manutenção, responsável também por outras áreas como projetos, manutenção e utilidades.

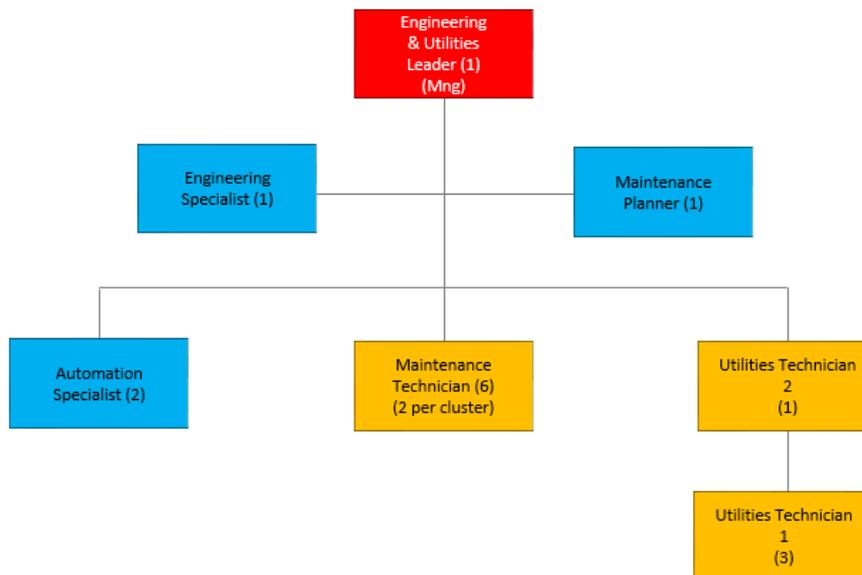


Figura 3.1.2. Estrutura da Engenharia (Fonte SAL, 2018)

### 3.2. Manutenção na Luso

A manutenção centralizada é o sistema aplicado na Luso e refere-se a um sistema onde manutenção, qualidade, produção, logística e outros se encontram no mesmo patamar e estão subordinados hierarquicamente a um órgão superior.

Neste sistema, o departamento de manutenção não está dedicado a uma unidade produtiva (uma parte da manutenção não está dedicado à montagem, outra parte à pintura, outra parte à injeção, etc..) e todas as operações são planeadas. Tendo em conta este contexto, é possível perceber que o departamento de manutenção atende aos mais diversos departamentos, especialmente a produção, de acordo com a sua disponibilidade e prioridade.

As vantagens que se destacam são a maior formação do pessoal, menores custos e uma maior otimização do pessoal da manutenção. No entanto, uma desvantagem bastante constrangedora é a eventualidade de em alguns períodos se registar indisponibilidade e mau atendimento ou atendimento pouco adequado por parte do departamento, devido a uma possível sobrecarga de trabalho. Para além disso, o facto de a manutenção ser centralizada possibilita que sejam diferentes pessoas a resolver os problemas em determinados setores da produção e que o *know-how* esteja dispersado.

Na Luso existem dois tipos de manutenção, a planeada e a não planeada. Na primeira temos a preventiva, preditiva e o TPM. Na segunda insere-se a manutenção ocasional (corretiva).

Os dois tipos de atividades que fazem parte do dia-a-dia do departamento de manutenção são: a resposta a situações de avaria ou anomalia nos equipamentos e instalações, e a execução das ações de manutenção preventiva previstas para a semana em questão. O restante tempo, caso haja disponibilidade, é utilizado para a execução de ações de melhoria com vista ao aumento da fiabilidade dos equipamentos e instalações, introduzindo-se beneficiações construtivas e corrigindo-se deficiências que possam existir.

Para fazer a manutenção corretiva ou preventiva de equipamentos, estão normalmente associados ordens de trabalho (OT) para o efeito. Sem estas disposições, que são emitidas pelo planeador ou pelo gestor da manutenção, nenhuma intervenção pode ocorrer. A programação destas ordens passa por:

- Tipo de ordem: A ordem pode ser por avaria, manutenção planeada ou manutenção preventiva;
- Prioridade: Pode ser imediata, caso seja uma avaria recente que necessita de intervenção imediata; urgente até 7 dias; normal até 15 dias e superior a 30 dias para intervenções planeadas ou não com longa duração;
- Local da instalação: É definido o local onde ocorre a ação de intervenção e pode ir desde a linha 1 à linha 6 e utilidades;
- Equipamento: Qual o equipamento objeto de intervenção, como por exemplo, a enchedora, central de doseamento, rotuladora, paleteador, tapete de transporte, etc.;
- Tipo de atividade: Reparação ou resolução de etiquetas;
- Descrição da ação: Onde se descreve a operação que vai ser realizada;

As OT são emitidas com um código e nele vão estar associadas todas os componentes em stock (retirados do armazém de peças) utilizados para reparação dos equipamentos, o que permite determinar os custos de peças e de mão-de-obra.

Terminada a tarefa, o planeador ou o gestor da manutenção fecha a ordem de trabalho.

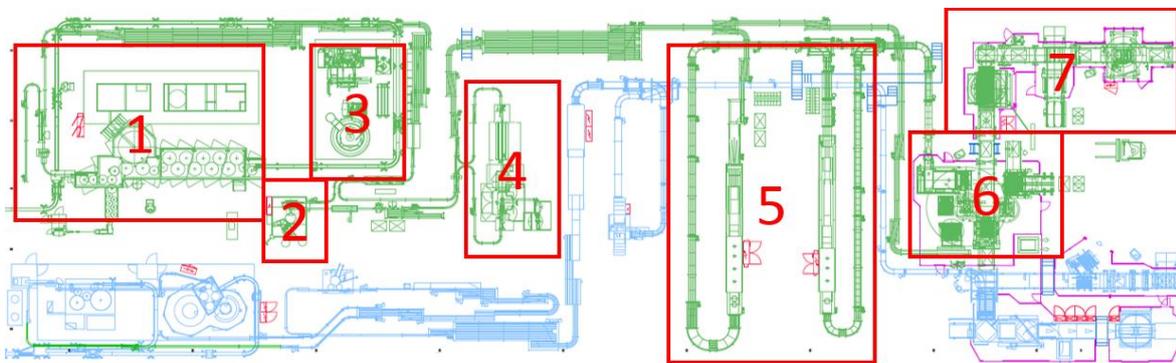
Numa manutenção preventiva em que há uma encomenda de peças de substituição, estas não dão entrada no armazém, sendo a despesa contabilizada como serviço.

### 3.3. Sistemas operativos da máquina

A linha 5 é a linha mais complexa da SAL. É uma linha asséptica, especialmente dotada para receber produtos sem conservantes e que, por isso, implica especiais cuidados para não haver contaminações no produto.

Este equipamento é composto por uma enchedora e por duas plataformas de apoio ao funcionamento da mesma, denominadas logiface e água estéril-APA. O *Layout* da linha 5 encontra-se representado na Figura 3.3.1.

A atividade da linha 5 inicia-se com a chegada das garrafas por um transportador aéreo até à enchedora. Já dentro do equipamento, a garrafa sofre uma série de tratamentos químicos e é abastecida com produto na zona de enchimento. Terminado o processo, a garrafa, já selada, sai por um transportador de tapete até uma rotuladora ou eslevadora, consoante o produto. De seguida, é embalada na envolvedora de *packs*, de 6, 12 ou 24 garrafas. Por fim, vai para uma paletizadora onde se agrupam vários *packs* até ser criado um lote. Este é envolvido na envolvedora de paletes que as envia para o armazém logístico onde vão permanecer até o distribuidor as levar para os seus locais de destino.



**Figura 3.3.1.** Planta do Cluster 3 e dos equipamentos que compõem a linha 5. 1 – Enchedora e Capsulador; 2 – Rotuladora; 3 – Tanque Acéptico; 4 – Eslevadora; 5 - Envolvedora de Packs; 6 - Paletizadora; 7 - Envolvedora de Paletes (Fonte: SAL, 2018)

A enchedora, devido à sua complexidade, necessita de uma série de cuidados ao nível da manutenção e manuseamento, que afetam o seu rendimento, pois qualquer falha de natureza diferenciada provoca perda de eficiência e baixa o nível de produtividade. Isto dá-se porque sempre que ocorre uma mudança de produto, ou termina um ciclo de produção, ou uma operação de manutenção que provoca perda de esterilidade, inicia-se um ciclo de

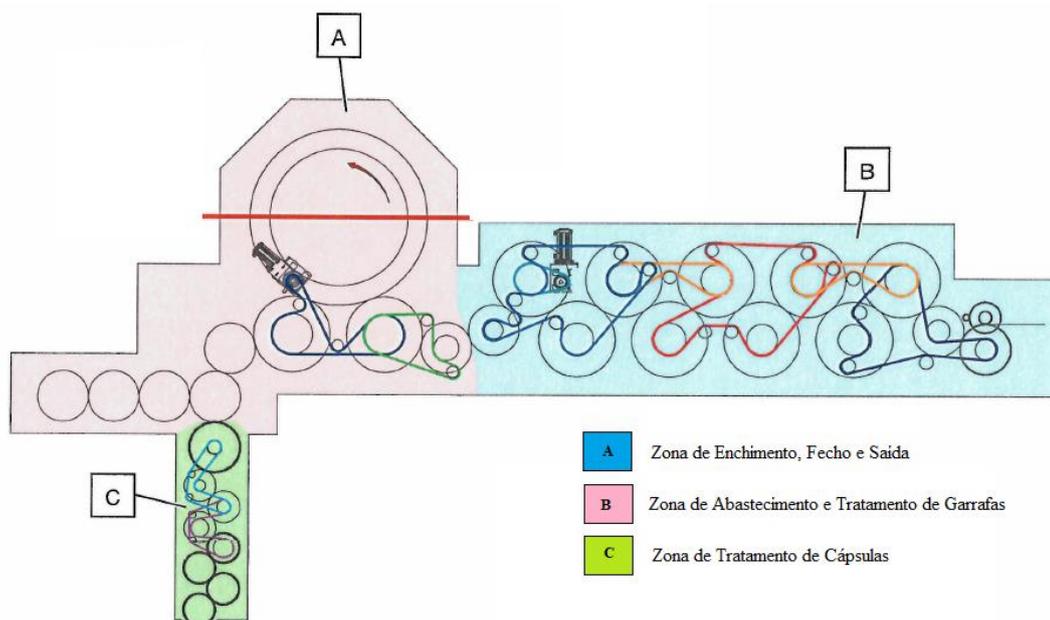
esterilização que pode demorar entre 1 a 2 horas. A maioria das falhas que ocorrem no equipamento são mecânicas, conforme se pode verificar nos dados apresentados na Tabela 3.3.1.

**Tabela 3.1.1.** Tipos de avarias na Enchedora Linha 5 entre 2009 e 2016 (Fonte: SAL, 2018)

Tipos	Quantidade	Tempo de Avaria Total (min)	% de Avarias	Tempo médio de avaria (min)
<b>Mecânica</b>	117	21879	40	187
<b>Eletrónica</b>	40	4452	14	111
<b>Ajustes</b>	7	242	2	35
<b>Automação</b>	31	5505	10	178
<b>Elétrica</b>	62	6492	21	105
<b>Electropneumática</b>	6	920	2	153
<b>Falhas operativas</b>	18	825	6	46
<b>Condição geral</b>	15	2255	5	150

### 3.3.1. Cinemática

O desempenho da máquina é baseado em cinemática rotacional. Esta cinemática está dividida em três zonas distintas eletricamente sincronizadas (zona “mestre” e zona “escrava”) impulsionadas por 2 motores, Figura 3.3.1.1.



**Figura 3.3.1.1.** Cinemática da máquina (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.2. Isolador

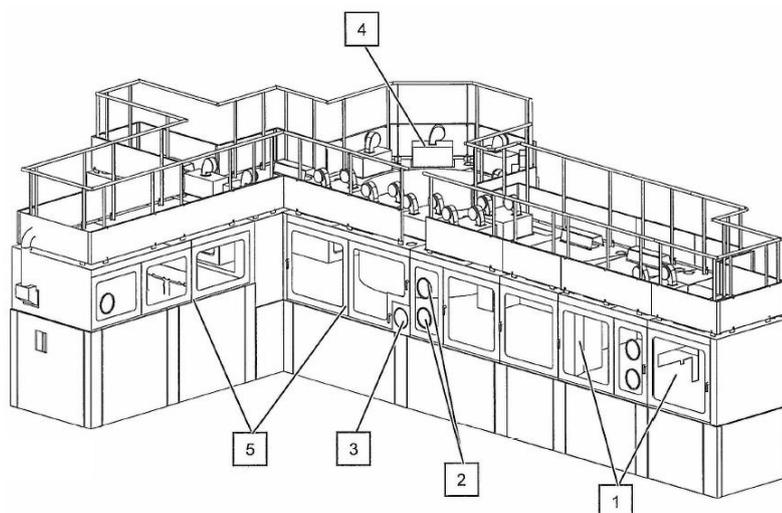
A função do isolador, Figura 3.3.2.1., é garantir a esterilização da máquina, está vedado hermeticamente e tem uma pressão no seu interior de 25 kPa. Esta pressão serve para impedir a entrada de qualquer agente contaminante, uma vez que o ar tenderá a sair do isolador. As principais funções são:

- Contenção das partes móveis da máquina;
- Isolamento completo da cabine para impedir qualquer possibilidade de infiltração microbiológica;
- Limpeza e esterilização automática das áreas internas da máquina sem intervenção humana, ou que impede qualquer possibilidade de contaminação microbiológica, química ou física dos recipientes;
- A máquina e os seus acessórios ocupam menos espaço.

Existe ainda no isolador três compartimentos DPTE, que é um sistema de compartimento de transferência usado na máquina que permite inserir ou remover material estéril sem penetrar na zona vedada.

As luvas permitem entrar no isolador sem causar perda de esterilidade (para retirar a garrafa, rolhas, etc.).

Os módulos de ventilação servem para criar uma pressurização excessiva e um fluxo de ar sem germes.

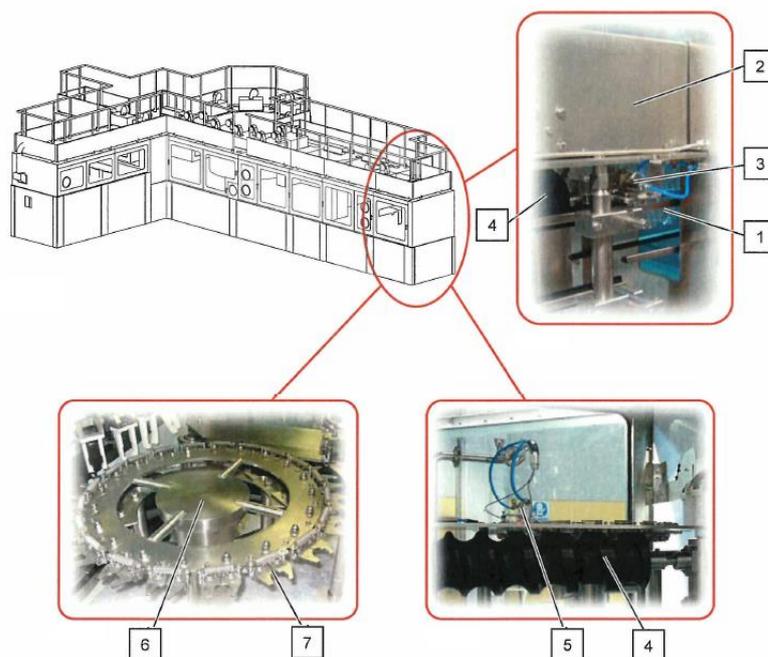


**Figura 3.3.2.1.** Isolador. 1 – Tabiques internos de isolamento; 2 – Luvas; 3 – Compartimento DPTE; 4 – Ventiladores; 5 – Portas (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.3. Alimentação de garrafas

O módulo de alimentação, Figura 3.3.3.1., é o módulo de entrada da máquina que desloca as garrafas desde o sistema de transporte aéreo até à zona de tratamento de garrafas.

Estas entram na máquina através de um parafuso sem-fim e, a partir daí, são agarradas pelas pinças da roda de alimentação. Esta entrada é composta ainda por um bloqueador de garrafas que interrompe a alimentação, em caso de falha ou paragem da produção, e um sensor instalado no guia do parafuso sem-fim que conta e supervisiona a presença de garrafas e envia a informação para a central de controlo.

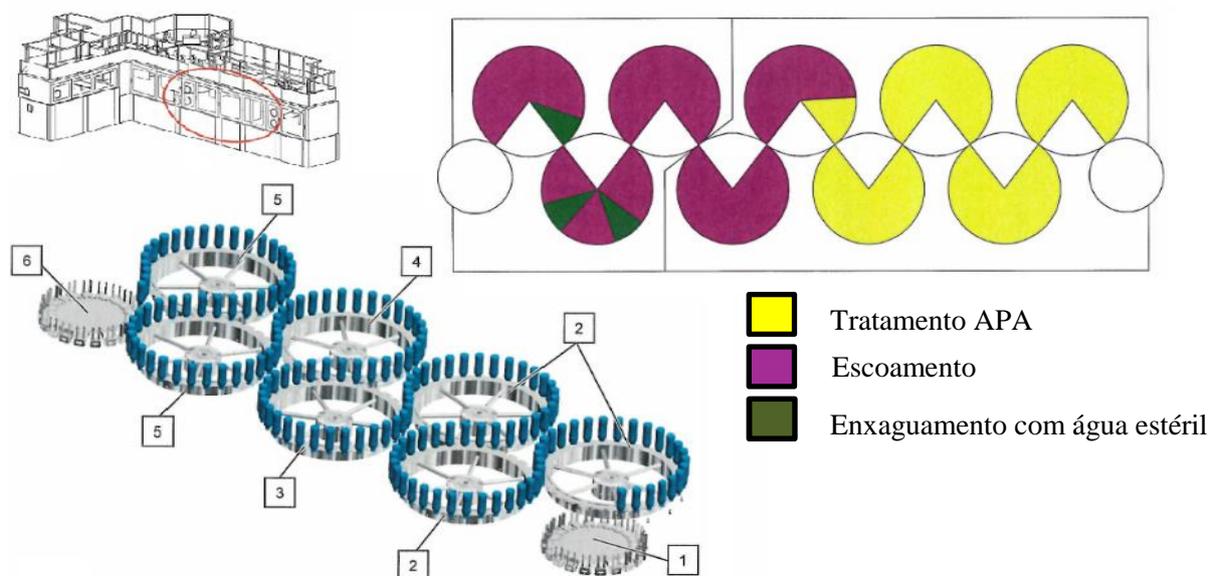


**Figura 3.3.3.1.** Alimentação de garrafas. 1 – Garrafa; 2 – Transportador aéreo; 3 – Bloqueador de garrafas; 4 – Parafuso Sem-fim; 5 – Sensor de deteção de garrafas; 6 – Estrela de entrada; 7 – Pinças (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.4. Tratamento de garrafas

O tratamento de garrafas é feito em três fases, tratamento com APA (solução esterilizadora), escoamento e enxaguamento com água estéril, conforme mostra a Figura 3.3.4.1.

O módulo de tratamento de garrafas descontamina as garrafas, primeiro pulverizando-as por dentro e por fora com uma solução esterilizadora (APA) e, em seguida, enxaguando-as com água estéril para eliminar o agente esterilizador.

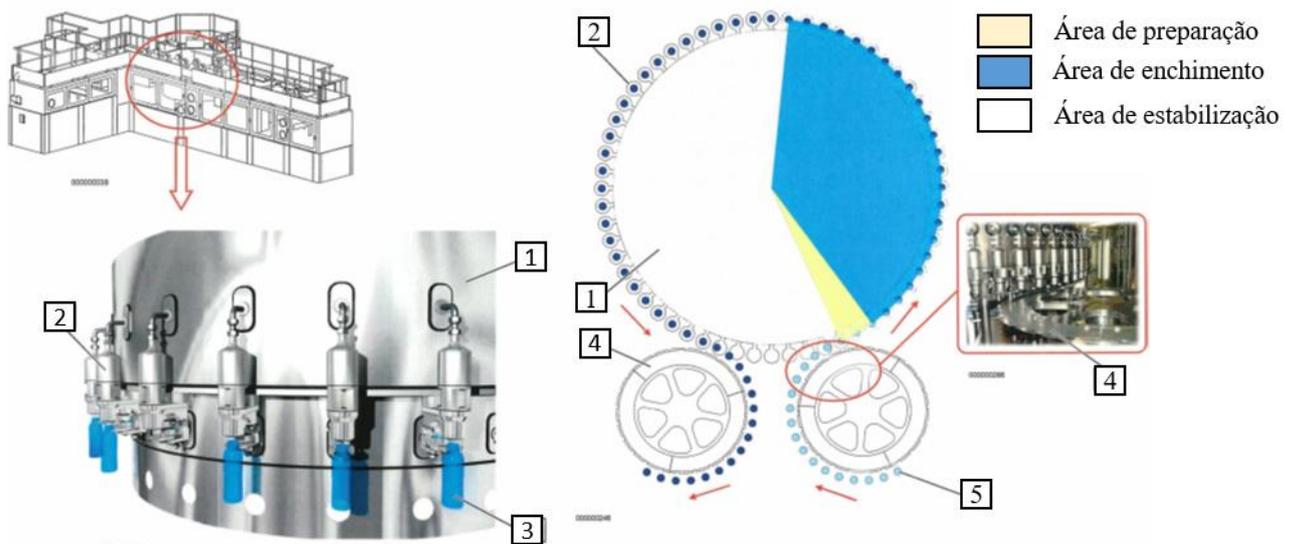


**Figura 2.** Tratamento de Garrafas. 1 – Estrela de inversão de garrafas; 2 – Estrelas de tratamento APA; 3 – Estrela Tratamento APA e escoamento; 4 – Estrela de escoamento; 5 – Estrelas de enxaguamento e escoamento; 6 – Estrela de inversão de garrafas; (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.5. Enchimento

O módulo de enchimento, Figura 3.3.5.1., é responsável pelo enchimento das garrafas com o produto armazenado no tanque.

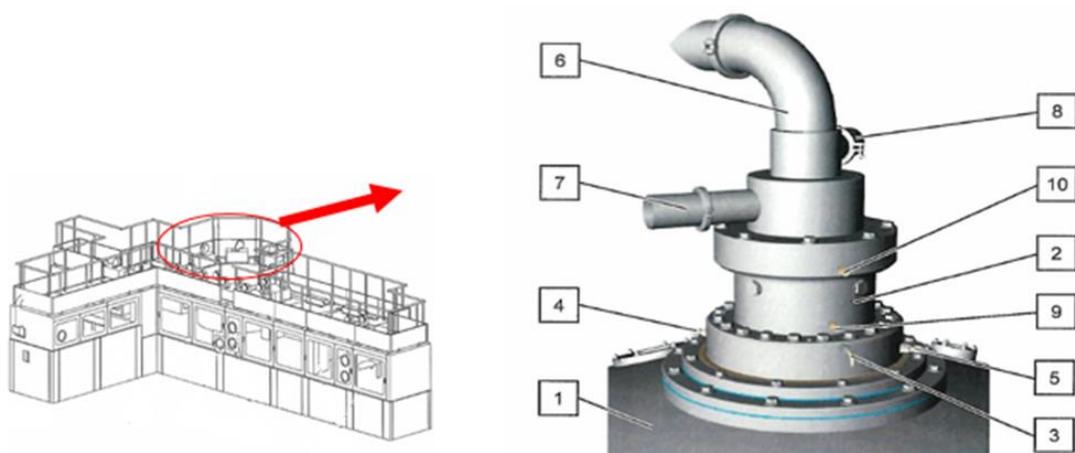
O carrossel de enchimento enche as garrafas, e uma junta rotativa distribui o produto a cada bocal de enchimento durante a produção. O produto penetra nas garrafas pela força da gravidade e a altura de enchimento é determinada por regulação.



**Figura 3.** Zona e áreas de Enchimento. 1 – Carrossel de enchimento; 2 – Bocais de enchimento; 3 – Garrafa com produto; 4 – Rodas de Transferência; 5 – Garrafas vazias (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.6. Distribuição do produto

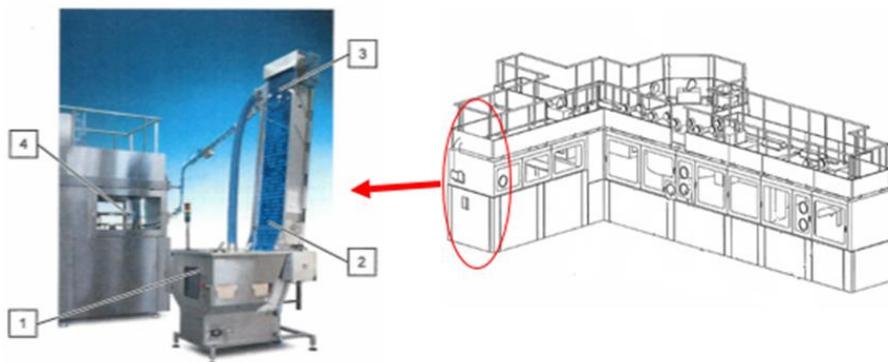
A distribuição do produto, Figura 3.3.6.1., tem como função abastecer o tanque do produto, que por sua vez abastece os bocais de enchimento. Esta operação é feita por uma junta rotativa instalada no referido tanque. Esta junta rotativa tem duas partes: uma parte fixa e uma parte móvel. Durante a produção, o tanque é arrefecido com azoto através de um balão distribuidor. Durante a operação CIP (*cleaning in place*), o mesmo circuito encarrega-se da limpeza e enxaguamento da parte superior do tanque.



**Figura 3.3.6.1.** Junta rotativa de distribuição de produto. 1 – Tanque do produto; 2 – Corpo da Junta rotativa; 3 – Purgador; 4 – Zona de lubrificação inferior; 5 – Zona de Lubrificação superior; 6 – Entrada do produto; 7 – Entrada de Azoto; 8 – Retorno do azoto; 9 – Entrada de água estéril; 10 – Retorno de água estéril (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.7. Alimentação de cápsulas

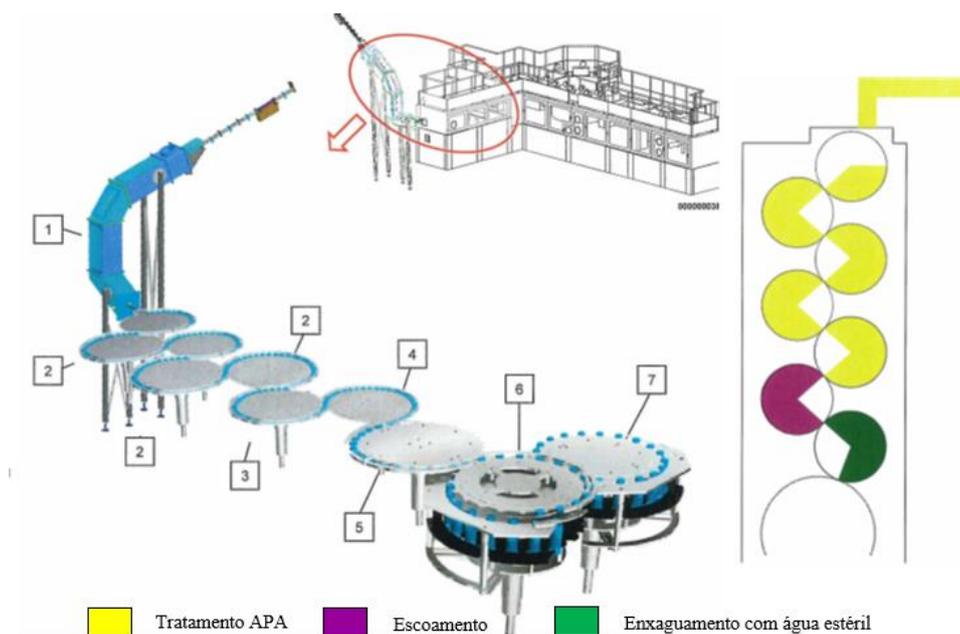
Uma máquina eleva, orienta e distribui cápsulas, desde um reservatório até um túnel, que, por força da gravidade, deslizam até entrarem no módulo de tratamento de cápsulas, Figura 3.3.7.1. Neste túnel, são desinfetadas por dentro e por fora, por um jato de alta pressão de solução esterilizadora (APA). O alimentador de cápsulas é composto ainda por um cilindro que as bloqueia à entrada e um sensor de presença que conta e assegura quantas dão entrada no isolador.



**Figura 4.** Alimentador de capsulas. 1 – Reservatório de capsulas; 2 – Sistema de elevação; 3 – Extração; 4 – Módulo de tratamento de capsulas (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.8. Tratamento de cápsulas

O tratamento de cápsulas, Figura 3.3.8.1., procede-se de modo semelhante ao tratamento de garrafas. Enquanto são transportadas, as cápsulas são desinfetadas por dentro e por fora, através de uma solução esterilizadora (APA), seguido do enxaguamento com água estéril e escoamento. Uma vez terminado o tratamento, são deslocadas para uma estrela “agarra e posiciona”, em seguida, passam por uma verificação eletrónica e são capturadas pelas cabeças do capsulador.



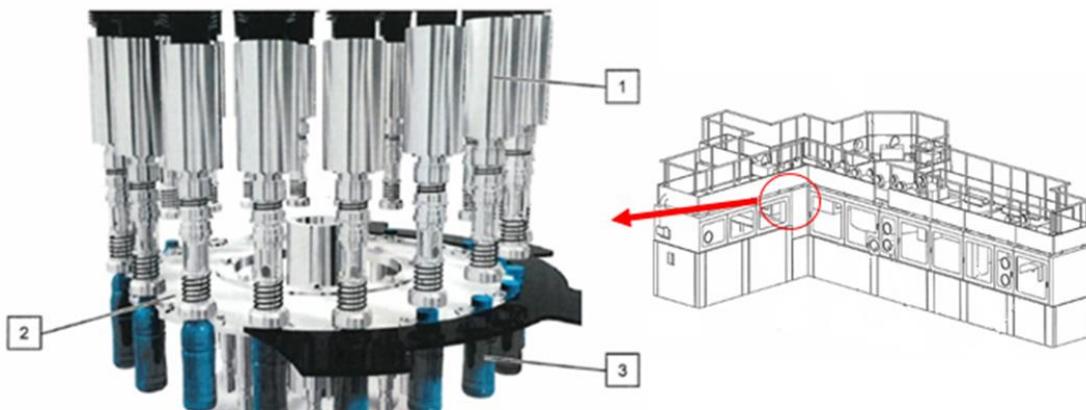
**Figura 5.** Tratamento de capsulas. 1 – Túnel; 2 – Estrela de tratamento APA; 3 – Estrelas de escoamento; 4 – Estrela de enxaguamento; 5 – Estrela de transferência; 6 – Estrela agarra-posiciona; 7 – Estrela de extração de capsulas (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.9. Sistema de inertização

O sistema de inertização é um processo que transforma um produto ou resíduo num material seco, inodoro e com baixa capacidade contaminante, neste caso utiliza-se o azoto líquido. O sistema de doseamento de azoto líquido está situada entre a enchedora e o capsulador. Durante a produção, o azoto líquido esterilizado penetra a baixa pressão na garrafa acumulando-se à superfície do produto enchido (garrafa mais produto). Depois do capsulador juntar a cápsula à garrafa com produto, cria-se uma despressurização dentro da garrafa com a vaporização do azoto líquido estéril nele prisioneiro, selando e preservando o produto.

### 3.3.10. Capsulador

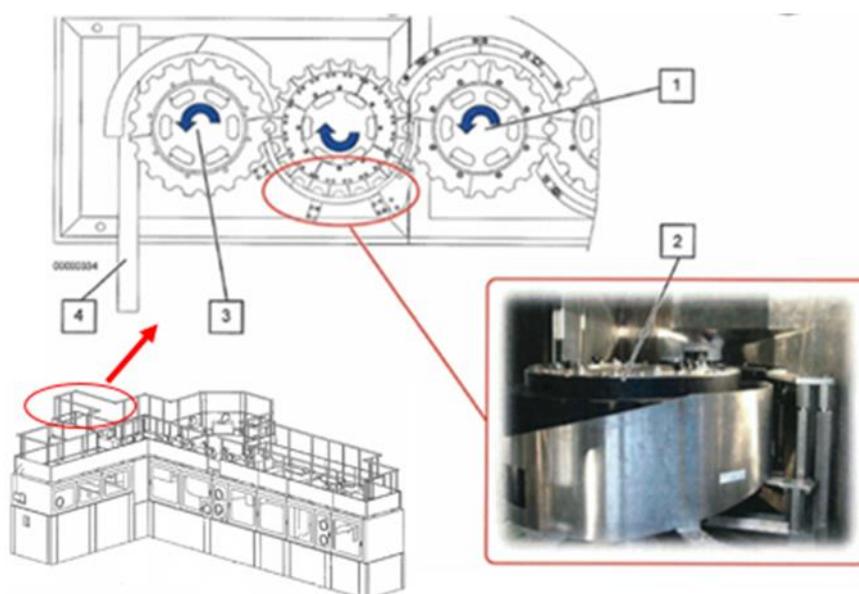
O capsulador, Figura 3.3.10., enrosca as cápsulas assim que as garrafas cheias de produto saem da zona de enchimento. É neste módulo que o capsulador, equipado com cabeças de enroscar, sela o produto dentro da garrafa.



**Figura 6.** Módulo de fecho (capsulador). 1 – Cabeças de enrosca; 2 – Estrela de fecho; 3 – Garrafas com produto (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.11. Extração de garrafas

O módulo de extração de garrafas, Figura 3.3.11.1 garante a saída destas para o transportador de extração. Assim que as garrafas entram no tapete transportador, um jato de ar ejeta as garrafas vazias para um coletor e as restantes são inspeccionadas por um sensor para detetar defeitos quer na garrafa quer no nível de produto contido e, posteriormente, são encaminhadas, segundo a ordem da linha, rotuladora/eslevadora, embaladora e por fim um paleteador.



**Figura 7.** Extração de garrafas. 1 – Estrela de extração; 2 – Estrela de depressão; 3 – Estrela de extração de garrafas; 4 – Transportador de saída (Fonte: SAL, 2018)

### 3.3.12. Plataformas de apoio

Existem 2 plataformas que servem de apoio ao funcionamento da enchedora, são elas a logiface e a estação de tratamento de água estéril-APA.

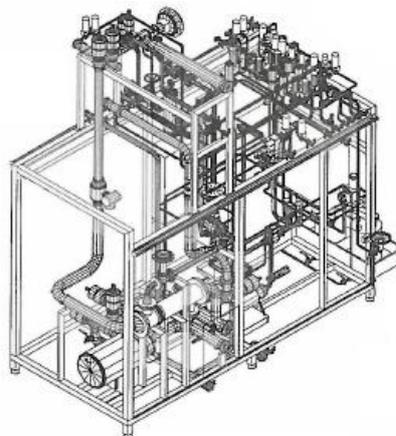
#### 3.3.12.1. Logiface

A logiface é uma interface entre a linha de produção e a enchedora. É uma plataforma, ver Figura 3.3.12.1.1., que alimenta a enchedora e o material requerido pelos ciclos de limpeza e esterilização.

As principais funções da logiface são:

- Alimentação da enchedora: transporte do produto até ao tanque de enchimento.
- Limpeza no lugar: também denominado CIP, as soluções de limpeza (soda em caso de limpeza normal, e ácido para a desincrustação mensal) são aqui preparadas e enviadas à máquina. As soluções são aquecidas num permutador tubular à temperatura de 143°C. O mesmo permutador de calor também serve para arrefecer os vários circuitos a uma temperatura de cerca de 30°C.

A logiface também possui um alimentador de ar estéril para abastecer a parte de secagem do esterilizador de cápsulas e um condensador de vapor que produz água esterilizada para o filtro da junta rotativa.



**Figura 8.** Plataforma Logiface (Fonte: SAL, 2018)

#### **3.3.12.1.1. Ciclos da logiface**

- CIP (Limpeza no lugar): Ciclos de limpeza dos vários circuitos da máquina. Existem dois tipos de ciclos CIP: CIP curto e CIP longo. O CIP curto (ciclo de soda) é feito na final de cada ciclo de produção ou a seguir à operação de manutenção que provoca a perda de esterilidade. O CIP longo (Soda + Ácido) é feito uma vez por mês.

- SIP (Esterilização no lugar): Ciclos de esterilização no interior da máquina. O ciclo SIP é feito após cada ciclo CIP e serve para esterilizar todos os componentes do isolador.

- Produção: Preparação e uso da máquina para produção. O ciclo de produção só pode ser iniciado após o final da esterilização e depois da fase estéril à espera ter sido arrancado.

#### **3.3.12.1.2. Fluidos presentes na logiface**

- Vapor: o vapor é usado essencialmente para manter a esterilidade das válvulas, união rotativa, etc., bem como para produzir água esterilizada.

- AR: o ar usado é filtrado para abastecer os componentes pneumáticos da máquina, e os sistemas de secagem dos módulos de tratamento de garrafas e cápsulas.

- Água processada: a água processada entra na composição da espuma e no abastecimento do condensador de arrefecimento. O distribuidor de espuma efetua as operações de limpeza das superfícies do isolador.

- Água fria: a água fria é necessária para arrefecer o circuito de esterilização.

#### **3.3.12.1.3. Produtos químicos**

- Ácidos: o ácido usado na máquina serve para desincrustar o conjunto das canalizações. Contém uma mistura de ácido nítrico (>30%), ácido fosfórico (entre 1 a 15%) e água (aproximadamente 30%).

- Soda: hidróxido de sódio (>30%), mais conhecido por soda cáustica (ou lixívia) é usada para destruir os resíduos orgânicos (açúcar, polpa, etc.).

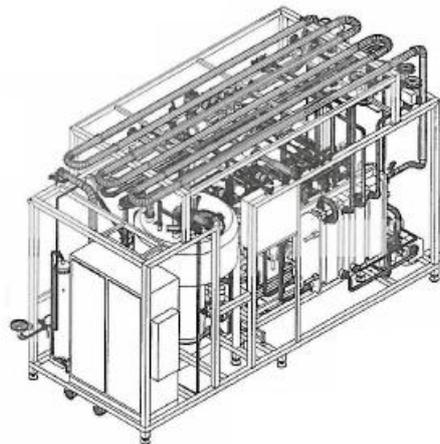
- APA: o APA é uma solução química que esteriliza a máquina depois de ter sido limpa com ácido e soda cáustica e também serve para tratar as garrafas e as cápsulas durante a produção. Esta solução é composta, essencialmente, de ácido peracético (cerca de 5%), água oxigenada (aproximadamente 20%) e água (cerca de 75%)

- Espuma: soda cáustica (>30%), agente espumante (aproximadamente 15%) e água constituem a solução usada para limpar as superfícies interiores do isolador.

### 3.3.12.2. Plataforma APA – Água Estébil

Esta plataforma, Figura 3.3.12.1., serve para produzir e fornecer APA e água estébil à máquina e à logiface. Estes dois circuitos são independentes um do outro.

As principais funções são a produção de APA modificado consoante a carência, com o fim de ser usado durante as fases de limpeza e produção (logiface, tratamento de garrafas, tratamento de cápsulas, etc.), bem como do processo de transformação da água em água estébil.



**Figura 9.** Plataforma APA e água estébil (Fonte: SAL, 2018)

## 4. PLANO DE MANUTENÇÃO

A manutenção da enchedora constitui uma atividade de extrema importância, tendo em vista assegurar o eficiente funcionamento deste equipamento, em condições seguras e prolongar a sua vida, sem esquecer a componente económica.

A sua manutenção pode ser segmentada em diferentes níveis de atividade, de acordo com os níveis de manutenção previstos ou adotados. Quando são necessários ações de manutenção profundas, é essencial que as empresas prestadoras do serviço ou os próprios técnicos de manutenção da Luso possuam técnicas, ferramentas e equipamentos específicos, pessoal competente, formado e certificado.

Os níveis de manutenção definem a complexidade global das operações de manutenção a serem executadas em termos de complexidade da própria operação, da complexidade das ferramentas de apoio requeridas para a operação e o respetivo uso. Os níveis de manutenção são os seguintes:

- NÍVEL 1: Ações simples que são essenciais e são executadas nos componentes de fácil acesso, sem perigo particular, utilizando ferramentas de apoio que fazem parte da máquina.
- NÍVEL 2: Ações que requerem procedimentos simples e/ou ferramentas de apoio básicas (integradas ou externas) e que são fáceis de usar ou de apetrechar, mas cujo uso pode exigir qualificações especiais.
- NÍVEL 3: Operações que requerem procedimentos complexos e/ou ferramentas de apoio de uso ou apetrecho.
- NÍVEL 4: Operações que requerem perícia especial técnica e tecnológica e/ou montagem de ferramentas de apoio especiais.

Antes de iniciar qualquer intervenção ou ação de manutenção, é necessário verificar se se determinou exatamente quais são as partes que necessitam ser inspecionadas ou intervencionadas, certificar-se que todos os membros do pessoal envolvido conhecem bem as instruções e segurança da máquina e da fábrica. O pessoal é considerado qualificado depois de ter recebido formação que lhe permita trabalhar em condições de segurança com

máquinas potencialmente perigosas e depois de terem sido designados especialmente para executar este tipo de trabalhos porque possuem conhecimentos e competências específicas.

Os intervalos de desempenho das operações consideradas baseiam-se nas seguintes estimativas:

- 1 Semana = 125 h de funcionamento
- 2 Semanas = 250 h de funcionamento
- 1 Mês = 500 h de funcionamento
- 3 Meses = 1500 h de funcionamento
- 6 Meses = 3 000 h de funcionamento
- 1 Ano = 6 000 h de funcionamento.

Cumprindo as instruções de segurança, os procedimentos, a frequência na qual se executa e os materiais recomendados (óleos, massas de untar, ferramentas, etc.), garantir-se-á o funcionamento ótimo da máquina. Ao não serem cumpridas as recomendações pode-se danificá-la ou ferir as pessoas que nela trabalham.

No final de cada procedimento, deve-se limpar corretamente a área, certificando-se que a máquina pode recomeçar normalmente a produção, que não se deixaram ferramentas nem peças dentro e que a máquina não representa perigos para o pessoal. É papel do operador executar os procedimentos de limpeza e esterilização antes de se reiniciar a máquina, a lubrificação diária, semanal e mensal, bem como a inspeção de componentes previstos no manual de manutenção e no plano CILT (plano de limpeza, inspeção e lubrificação).

## **4.1. Árvore de Componentes**

O serviço de manutenção inclui a consulta de um número elevado de documentos. Estes documentos são importantes para uma empresa ao nível do inventário, do dossier-máquina e do histórico.

Numa manutenção, sempre que necessário, os documentos fornecidos pelos fabricantes das máquinas servem de apoio ao responsável por fazer a intervenção. Torna-se imprescindível que este manual, além de estar sempre disponível, seja um documento claro, com informação pertinente, de fácil compreensão e manuseio para que, com rapidez, se efetue a consulta do material ou do procedimento.

Devido à estrutura e organização dos manuais de manutenção e de materiais mecânicos da enchedora existentes na empresa SAL, tornou-se evidente a complexidade em seguir os modelos existentes que dificultavam o trabalho de manutenção e o seu planeamento.

O manual de material mecânico é um documento onde a máquina está seccionada e decomposta nos seus materiais e vem acompanhado por um desenho técnico correspondente. Após uma análise a este manual detetaram-se os seguintes problemas:

- São documentos extensos, o que torna a sua consulta demorada;
- A máquina encontra-se seccionada por módulos, sendo que do ponto de vista do utilizador, uma divisão não adequada;
- Linguagem desajustada, os nomes originais dos materiais perderam-se alteraram-se com as sucessivas traduções, podendo encontrar-se artigos sem nome, ou com um nome que não corresponde ao equipamento/componente;
- Os desenhos técnicos e as legendas não correspondem;
- Alguns desenhos técnicos não têm legendas;
- Algumas legendas aparecem sem desenhos técnicos;
- Códigos dos materiais estão descontinuados;
- O manual não contém índice ou separadores.

Devido a estas questões, a consulta do manual tornava-se demorada, a divisão por módulos não era a mais correta, os artigos sem identificação e os códigos descontinuados geravam erros na troca de componentes e até nas encomendas de novas peças. Isto porque o fabricante da máquina é italiano mas a sua filial situa-se em França e todos os manuais foram traduzidos a partir destas duas línguas.

Tornou-se, assim, clara a necessidade de criar uma alternativa que facilitasse a consulta deste manual e estruturasse de maneira correta os componentes da máquina. Para tal, foi realizada uma reunião com um mecânico, um engenheiro, um gestor e o planeador da manutenção, a fim de se analisar o problema e encontrar soluções. Decidiu-se criar uma nova divisão por módulos da máquina, Figura 4.4.1., a partir de um desenho da planta da mesma, criando uma nova árvore de componentes e, por fim, concebeu-se um programa que

permite ao utilizador reconhecer o material e o módulo onde se encontra, bem como criar uma ligação direta ao desenho técnico correspondente.

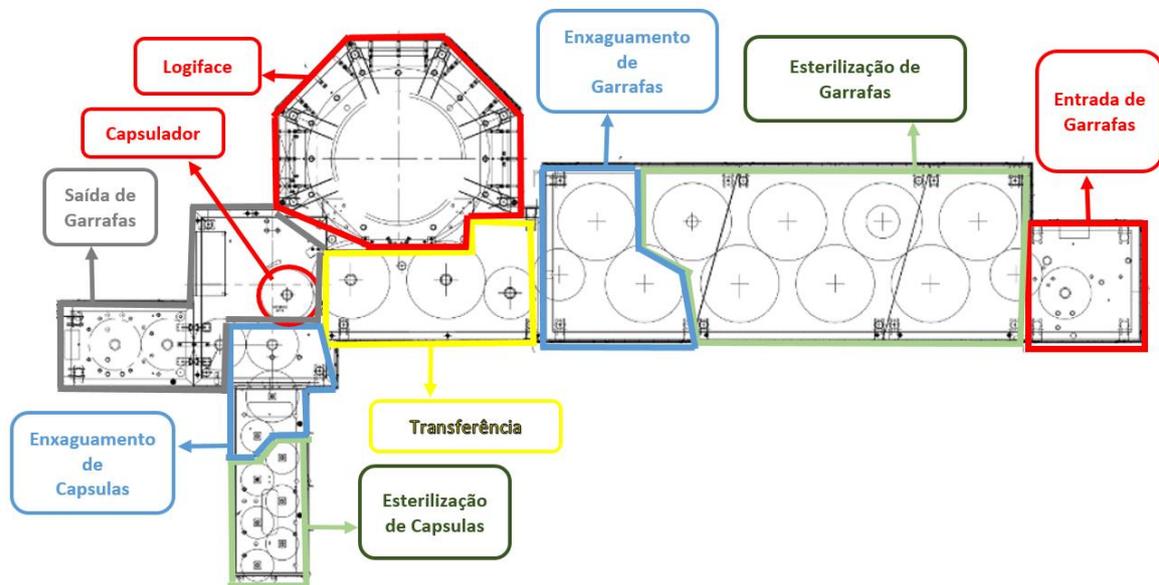
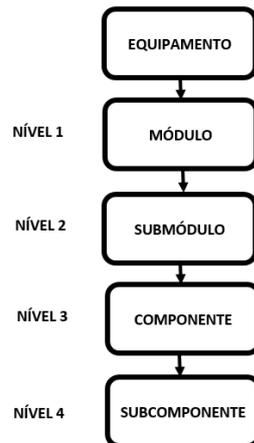


Figura 10. Módulos da enchedora (Fonte: SAL,2018)

Após a divisão da máquina nos novos módulos, e com o apoio do manual de material mecânico, estruturou-se a máquina numa árvore de componentes com 4 níveis, como podemos ver pela Figura 4.1.2. O equipamento é a enchedora, no nível 1 encontram-se os vários módulos (Figura 4.1.1.), o nível 2 corresponde aos vários órgãos de máquinas que se encontram no interior ou exterior do isolador e sempre dentro do módulo (por exemplo, cada estrela é considerado um conjunto de órgãos, a cinemática, cujos componentes se encontram por baixo do isolador, ou a ventilação, que se encontra por cima do isolador), o nível 3 corresponde às diferentes divisões dos vários órgãos da máquina (por exemplo, conjunto do veio da 1.<sup>a</sup> estrela, conjunto do prato da 1.<sup>a</sup> estrela), no nível 4 encontram-se os materiais que constituem esse órgão da máquina (por exemplo, parafuso, rolamento, juntas).



**Figura 11.** Estrutura da árvore de componentes.

O programa foi criado, utilizando a ferramenta Excel com a árvore de componentes na horizontal, e inclui: o desenho técnico associado de cada módulo ou submódulo, a posição de cada subcomponente no desenho técnico, o código do fornecedor de cada subcomponente ou o kit de reparação do componente, a periodicidade e a classificação, Figura 4.1.3. A classificação serve para categorizar o subcomponente quanto à sua manutenção - valor zero para peças que não necessitam de manutenção, valor um para peças que necessitam de ser substituídas em períodos regulares, e valor dois para peças que necessitam de ser controladas e inspecionadas, mas que apenas se substituem em caso de necessidade ou desgaste. A periodicidade é o período ótimo entre intervenções, Figura 4.1.4.

O programa tem uma barra de pesquisa para facilitar a procura, e o utilizador ao seleccionar o desenho fará surgir uma imagem com o desenho técnico correspondente, aumentando, assim, o tempo de resposta e uma diminuição do tempo de procura no utilizador.

Encontra-se também no programa todos os componentes relevantes das plataformas de apoio à enchedora (válvulas e bombas), que são a plataforma logiface e a plataforma de APA-AE.

Equipamento	modulo	Módulo	Submódulo	Componente	Subcomponente
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Rolamento 3217 A-2RS
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Anel elastico externo D75x2,5 Aço
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Anel elastico externo 85x3
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Anel elastico interno D150x4 Aço
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Junta grega
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Anel mancal
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Tampa mancal
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Junta tórica 141x3 SH85 EPDM DF
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Junta tórica 164,5x3 SH85 EPDM
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Calço
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Junta inversa EPR Dint=168 EP 3,5
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Came de inversão
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Came
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Sabre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Suporte forquilha
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Eixo
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Suporte pinça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Forquilha de retorno
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Eixo
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Bucha Iglidur XFM-1012-09
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Chaveta cilíndrica DIN7-6x28 Inox A4
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Batente pinca de inversao
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Calço Regulável
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Porca HM M10 Inox A4
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Calço H 0.3
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Conjunto das garras	Plaqueta de alimentação
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Conjunto das garras	Corpo pinça de alimentação
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Conjunto das garras	Pinça retorno da entrada
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1º Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Mancal
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1º Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Defletor Mancal
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1º Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Veio
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1º Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Porca de boqueio M150
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1º Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Rolamento 3215-B-2RSR-TV
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1º Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Rolamento 3217 A-2RS

Figura 12. Programa da árvore de componentes criado.

Desenho	posicao	Código fornecedor	Qty	Periodicidade	Classificação
4250593103	10	123940	1	24	1
4250593103	11	8D1X1200075	1	24	1
4250593103	12	15142	1	24	1
4250593103	13	8D1X1100150	1	24	1
4250593103	16	4250616701	1	24	1
4250593103	17	4250608501	1	24	1
4250593103	18	4250620402	1		0
4250593103	19	114046	1	24	1
4250593103	20	114045	2	24	1
4200096101	1	4022170704	1	24	1
4200096101	2	402217001	1	24	1
4250621001	1	4022004702	1		0
4250621001	2	4022004802	1		0
4250621001	17	4022001701	1		0
4250211005	1	4022006701	20	12	1
4250211005	2	4022007001	20	12	1
4250211005	3	4022006801	20	12	1
4250211005	4	4022006901	20	12	1
4250211005	5	4022007101	40	12	1
4250211005	6	122379	40	12	1
4250211005	13	8L9B0060280	20	12	1
4250211005	14	4255920801	20	12	1
4250211005	15	4255930101	20	12	1
4250211005	16	15076	40	12	1
4250211005	18	4256150801	40	12	1
4250671302	1	4253400301	40	12	1
4250671302	2	4250671602	20	12	1
4250671302	10	99000347128	20	12	1
4250593103	1	4250583101	1	24	1
4250593103	2	4022001403	1	24	1
4250593103	3	4022254001	1		2
4250593103	8	4022403001	1	24	1
4250593103	9	123939	1	24	1
4250593103	10	123940	1	24	1

**Figura 13.** Desenho técnico, posição, código do fornecedor, quantidade, periodicidade e classificação dos subcomponentes no programa criado.

## 4.2. Plano de Manutenção

Depois de criada uma ferramenta com a descrição minuciosa da máquina é necessário determinar a periodicidade das intervenções. As peças que são classificadas com categoria 1 são as responsáveis pela quase totalidade das intervenções periódicas efetuadas. A periodicidade da intervenção é o período de tempo ótimo entre duas intervenções, caso não ocorra uma falha.

A frequência da manutenção foi determinada com auxílio do manual, da experiência da equipa de manutenção da SAL, dos técnicos especializados da marca e da avaliação do estado dos componentes, após uma intervenção preventiva anual.

As manutenções preventivas anuais permitem, além de garantirem o bom funcionamento da máquina por mais tempo, avaliar a condição das peças e determinar onde ocorre mais desgaste. Após a intervenção preventiva anual, realizada em Abril, concluiu-se que os componentes que estão em contacto com o APA durante a fase de produção, sofrem mais desgaste do que os que entram em contacto com a AE, ou seja as peças que estão nos módulos de esterilização de garrafas e esterilização de cápsulas desgastam-se a velocidade superior aos restantes. Também as válvulas, *clamps* e juntas de alimentação, onde circula o agente esterilizante, sofrem mais desgaste que nas zonas de alimentação de vapor ou água, originando mais fugas nos primeiros.

O plano anual por operação de manutenção recomendada pelo manual e ajustada pela SAL encontra-se na Tabela 4.2.1.

**Tabela 2.2.1.** Plano de manutenção por procedimento

PERIODICIDADE RECOMENDADA	OPERAÇÃO DE MANUTENÇÃO	NÍVEL	INFORMAÇÃO	PERIODICIDADE AJUSTADA
DIÁRIA	Lubrificação da junta rotativa do produto	1	Ou depois de cada esterilização. União rotativa á temperatura ambiente	
	Lubrificação da junta rotativa APA	2		
	Inspeção da condição dos filtros de ar e do mini-filtro	2		
SEMANAL	Lubrificação do carrossel de doseamento	1		
	Lubrificação do sistema pinhão-motor	1		
	Lubrificação do pinhão de fecho	1		
	Lubrificação do Capsulador	1		
MENSAL	Substituição e ajuste das embraiagens	2	Apenas em caso de avaria ou falhas na sincronização das estrelas (no ano 2018 procedeu-se a sua troca)	Condicional
	Afinação das guias de entrada/saída do carrocel de enchimento	1	Este procedimento apenas é executado a quando a manutenção anual das válvulas de enchimento	Anual
	Afinação da tensão das correias de transmissão	2		
	Inspeção/Limpeza dos filtros de ventilação	1		Semestral
	Verificação do nível do óleo nos motores	1		
	Lubrificação da união rotativa pneumática	1	Nunca foi executado, implementado em CILT	
	Reparação das bombas de enchimento LMI	2		Anual
	Substituição dos filtros de ar estéril de P-EG	2		Anual

Desenvolvimento do Plano de Manutenção para uma Enchedora Assética

SEMESTRAL	Substituição dos filtros Mega e dos compartimentos dos filtros dos ventiladores	2		Anual
	Substituição da junta dinâmica inferior	3		Anual
	Substituição da junta dinâmica Superior	3		Anual
	Substituição das juntas das mangueiras (caudilímetros e coletor)	3		Anual
	Substituição do filtro de vapor ULTRAFILTER	2		Anual
	Substituição da junta do isolamento das portas	1		Anual
	Recondicionamento das válvulas da enchedora	3		Anual
	Substituição de rolamentos do parafuso do sem-fim	2		Bianual
	Reparação das lattys APA e Água Estéril	3		
	Reparação das bombas de enchimento LMI	3		Anual
	Reparação das válvulas de inversão e retenção SRC	3		Anual
	Reparação das válvulas de inversão e retenção ARC	3		Anual
	Reparação das válvulas Aseptomag	3	Serviço externo com contrato de manutenção	Anual
9 MESES	Reparação das válvulas anti-retorno	2		Anual
ANUAL	Substituição das luvas	2		
	Substituição da junta do compartimento DPTE	3		
	Reparação da junta rotativa do produto	4		Bianual
	Reparação do coletor fixo e móvel CIP	3		
	Reparação do veio das estrelas de tratamento de garrafas	3	Este procedimento é feito bianualmente para as estrelas de esterilização, e 5 anos para as estrelas de enxaguamento/ transferência e saída de garrafas	Bianual/ 5 anos
	Reparação do veio das estrelas de tratamento de cápsulas	3		
	Reparação da transmissão a 90º do sem-fim	3		
	Substituição das pinças (entrada e transferência)	3		
	Reparação das válvulas de tratamento de superfície	2		
	Substituição das membranas da enchedora	3		
	Substituição das garras de inversão	3		
	Reparação dos medidores de caudal PROMAG	2		
	Reparação das válvulas moduladoras SANSON	3	Serviço externo com contrato de manutenção	
	Reparação das válvulas de segurança POLYFLUX	2	Serviço externo com contrato de manutenção	
	Reparação das válvulas de purga MK45	2	Serviço externo com contrato de manutenção	
Reparação da sonda de temperatura TR44	2			

	Reparação das válvulas moduladoras RGE4	3	Serviço externo com contrato de manutenção	
	Reparação das bombas centrífuga LKH	3		
	Reparação das válvulas de purgas MKI	2	Serviço externo com contrato de manutenção	
	Reparação das válvulas de escape GESTRA 459	2	Serviço externo com contrato de manutenção	
	Reparação dos sensores de fluxo DIG-PLUS	2		
	Reparação das bombas Dosaprom	2		
	Substituição dos manómetros WIKA	2	Apenas em caso de avaria	Condicional
	Reparação dos sensores de pressão IFM	2		
BIANUAL	Substituição das correias	3		
	Reparação das válvulas de redução de pressão GESTRA 5801 e Tipo UNA 23/26	3	Serviço externo com contrato de manutenção	Anual
	Substituição dos rolamentos dos tensores das correias	3		5 Anos
TRIANUAL	Mudança de óleo/Lubrificação dos motores	3		
	Substituição da junta rotativa electropneumática	3	Este procedimento nunca foi feito	Condicional
	Reparação das válvulas comandadas por pistão (válvulas BURKET)	3		5 Anos
CONDICIONAL	Conectar/Desconectar o PCC e PCDO	1	Apenas em caso de falha/avaría	
	Procedimento de verificação da bobine dos bocais da enchedora	1	Este procedimento é feito anualmente, sempre que se recondiciona as válvulas de enchimento	Anual
	Substituição dos cartões de doseamento e comunicação (carters)	3	Realizou-se este ano um processo de mudança de local dos carters	

### 4.3. Planeamento da manutenção preventiva

Às ações que tentam prevenir a ocorrência de falhas e são antecipadas, através da substituição de partes de um sistema, denomina-se manutenção preventiva. A política de substituição num sistema deste tipo determina-se pelo período de tempo ou pelo número de horas de funcionamento.

Para planear uma manutenção preventiva deve-se, juntamente com uma previsão de custos, estimar a duração da intervenção, o número de pessoas necessárias para aquele período de tempo, as atividades e as tarefas a realizar, bem como o material necessário para realizar as intervenções/operações.

Como já foi exposto, a máquina a que se alude é a mais complexa da SAL, e como tal, fazer o planeamento da manutenção preventiva da enchedora da linha 5 é uma

tarefa que comporta algumas incertezas, a que se acrescem a limitação orçamental e outras falhas que a seguir se apontam, nomeadamente:

- Histórico de outras intervenções incompleto ou inexistente ao nível de tarefas;
- Histórico de outras intervenções incompleto ou inexistente ao nível da duração das tarefas realizadas;
- Planeamento realizado baseado essencialmente no conhecimento empírico;
- Planeamento dependente do relatório de diagnóstico realizado pela empresa fabricante da máquina;
- Necessidade de muita mão-de-obra;
- Existência de um número elevado de tarefas a realizar anualmente;
- Certas tarefas estão dependentes do conhecimento dos especialistas do fabricante;
- Existência de componentes dispendiosos;
- A manutenção preventiva requer uma grande variedade de materiais;
- Máquina complexa e com zonas de difícil acesso;
- Desconhecimento de ferramentas de apoio (para montagem/desmontagem de peças);
- Desconhecimento, por parte dos técnicos, de certos procedimentos incluídos no manual e que podem facilitar o trabalho;
- O material em stock no armazém de peças (AP) não é conferido;
- Excesso de material em stock;
- Limitações no orçamento não permitem realizar determinadas intervenções.

Estes constrangimentos geram dificuldade na criação do plano de manutenção, especialmente na determinação do período de duração e padronização das tarefas.

A dependência que a SAL tem do relatório de diagnóstico elaborado pelo especialista da marca fabricante, que contém falhas de material ou de quantidades, e o facto de não se conferir o material que existe no armazém, leva à compra excessiva de peças, aumentando ainda mais o stock e os inerentes custos.

A manutenção preventiva anual foi realizada no decorrer do estágio, em Abril, tinha uma duração prevista de três semanas e implicou uma equipa multidisciplinar que incluiu um planeador da manutenção, 1 engenheiro de automação, um engenheiro de gestão industrial a desenvolver o estágio curricular, 6 técnicos da manutenção, 6 operadores e 2 mecânicos especialistas do fabricante da máquina. Contou ainda com a ajuda de uma empresa externa, responsável pela manutenção das plataformas logiface e APA-AE, para realizar a substituição e reparação das bombas, válvulas e canalizações das plataformas e da enchedora.

Os técnicos de manutenção da SAL e os técnicos da marca ficaram com as atividades de desmontagem/montagem/substituição dos materiais da enchedora (estrelas, correias, veios, etc.), Figura 4.3.1., e realizaram as operações na linha 5, em volta da máquina (layout de posição fixa). Os operadores menos qualificados realizaram as operações no armazém de manutenção, executaram atividades simples de limpeza e troca de componentes, sendo-lhes fornecido o material necessário e dadas as indicações dos procedimentos de intervenção, Figura 4.3.2.



**Figura 14.1** Exemplos de atividades realizadas pela empresa externa: Bombas da plataforma APA-AE e substituição de juntas dos tubos de alimentação situadas debaixo do isolador



**Figura 15.3.2** Exemplos de atividades realizadas pela SAL. 1 – Desmontagem de um veio da estrela; 2 – Estrelas, pinhões e correias retiradas da enchedora; 3 – Atividade realizada pelos operadores.

Foi elaborada uma lista provisória de material necessário para encomenda, Figura 4.3.3., com base nos relatórios de diagnóstico e no plano de manutenção. Esta lista foi criada dois meses antes da realização da manutenção, a fim de haver margem de manobra para executar todos os procedimentos necessários - pedir uma cotação aos fornecedores, realizar a encomenda, permitir que esta chegasse à fábrica atempadamente e conferir o material à chegada.

Para combater o excesso de stock de alguns materiais, primeiro foi contabilizado o material necessário da lista no AP, e sempre que o material em AP ultrapassava o valor da quantidade necessária para a manutenção, então este era eliminado e não era encomendado. Quando o material em AP ultrapassava o valor necessário, mas ficavam em *stock* uma quantidade inferior a 5, então, se tivesse um custo unitário elevado, era encomendado mas não na totalidade, por sua vez, se esse material tivesse um custo unitário baixo, era encomendado na íntegra, ficando o material de reserva intocável. As peças não existentes em *stock* eram encomendadas na quantidade correta e indispensável para a realização da manutenção, dado não ser material crítico para o funcionamento da máquina ou por facilmente se fazer chegar à fábrica.

LOCAL	designação	codigo	referencia	quantidade	Quant. armazen	preco	OBS	Preço unitari
TUNNEL	JUNTA CLAMP	00000130144	2077142	8	121	69,96	são precisas 23, armazen 121	7,62
TUNNEL	TRONCHETTO CLAMP	81BTC201000		1		8,85		8,85
SKID OXONIA	JUNTA CLAMP	00000130152	2076950	3	15	47,37	15 em armazen, são precisas 37	15,79
SKID OXONIA	JUNTA PARA UNIDM CLAMP	00000130153	2076943	2	34	37,84	34 em armazen, são precisas 7	18,92
SKID OXONIA	JUNTA CLAMP	00000130147	2076947	1	7	12,49	7 em armazen, são precisas 19	12,49
SKID OXONIA	JUNTA PARA UNIDM CLAMP	00000130145	2077135	1	45	14,71	45 em armazen, precisa-se 2	14,71
SKID OXONIA	KIT REC VALVULA	00000112051		2		29,74		14,87
SKID OXONIA	KIT REPARACION	99000415371		1		26,52		26,52
SKID OXONIA	GUARNITION PUMP	00000112051		1		442,19		442,19
SKID OXONIA	JUNTA PUMP	00000112052		1		75,85		75,85
SKID OXONIA	KIT REPARACION PUMP	00000120163		1		38,14		38,14
SKID OXONIA	BOILA PUMP	99000420807		1		168,65		168,65
SKID OXONIA	MUELLE PUMP	99000420808		1		42,41		42,41
GRIPER	EJE DE RODILHO	04022237401		20		583,40		29,17
GRIPER	RODILLO	04022237201	2082320	20	20	262,00	são precisas 50	13,1
GRIPER	ESPACIADOR	04022237301		20		942,40		47,12
GRIPER	TUERCA CIEGA	00000015092		20		15,40		0,77
GRIPER	ARANDELA	00000013540		20		3,60		0,18
GRIPER	RESORTE	04250024101	2077148	20	87	1537,80	87 em armazen, são precisas 50	76,89
GRIPER	COJINETE IGLIDUR	00000114857	2082308	40	20	158,40		3,96
GRIPER	TACO 0.2	04256152501		40		830,80		20,77
GRIPER	TACO H 0.3	04256152601		40		220,40		5,51
TRANSMITION	LIMITADOR DE PAR	00000123202		1		2627,52		2627,52
TRANSMITION	ANILLO AUTOLUB	00000122350		1		89,17		89,17
TRANSMITION	TORNILLO	00000107596		4		9,64		2,41
BOTTLE CLEANING	JUNTA CLAMP	00000130144	2077142	3	121	22,86	são precisas 23, armazen 121	7,62
INLEET PRODUCT RINCER	JUNTA	8D9E9000302	2077143	13	286	94,25	precisos: 198, armazen 286	7,25
INLEET PRODUCT RINCER	JUNTA	8D9E9000502	2076936	9	29	67,14	são precisas 43	7,46
INLEET PRODUCT RINCER	JUNTA MINI CLAMP	8D9E9001352	2078148	1	9	11,09		11,09
INLEET PRODUCT RINCER	JUNTA	8D9E9000702	2077282	5	6	46,35		9,27
INLEET PRODUCT RINCER	JUNTA	8D9E9000902	2076943	3	29	39,45	precisas 27, armazen 29	13,15
INLEET PRODUCT RINCER	JUNTA	8D9E9000602	2076937	11	7	163,90	são precisas 20, armazen 7	14,9
INLEET PRODUCT RINCER	MEMBRANA EPDM	00000112683	2082239	1	1	51,71	são precisas 2, armazen 1	51,71
INLEET PRODUCT RINCER	KIT EPDM ARC	00000112161		2		783,90		391,95
RECUPERO PRODUCTO	JUNTA	8D9E9000602	2076937	1	7	14,90	são precisas 20, armazen 7	14,9
RECUPERO PRODUCTO	JUNTA	8D9E9000502	2076944	20	54	384,80	são precisas 25, armazen 54	19,24
RECUPERO PRODUCTO	JUNTA	8D9E9000902	2076943	20	29	263,00	precisas 27, armazen 29	13,15

Figura 4.3.3. Documento criado e deteção de excesso de stock

Como se pode observar pela Figura 4.3.3, os componentes em armazém representados com a cor vermelha são materiais que não foram encomendados, o que permitiu uma poupança de 10 000€. Esta medida permitiu baixar as reservas de material em excesso no armazém, ao mesmo tempo que se asseguram os níveis de stock necessários para algumas intervenções pontuais.

Depois do material encomendado dar entrada na fábrica e ser conferido, foi separado por zonas de intervenção, Figura 4.3.4., para facilitar o trabalho dos técnicos e reduzir os tempos de *setup*.



Figura 16. Exemplo de material separado por zonas de intervenção

Durante a realização da manutenção, foi criado um registo de todas as tarefas que estavam a decorrer, quem as estava a realizar e a sua duração. De realçar que se tornou

difícil definir com exatidão algumas variáveis, como por exemplo: o tempo das tarefas, devido ao elevado número de pessoas envolvidas; as várias atividades, por decorrerem ao mesmo tempo; as prioridades de algumas tarefas, por se sobreporem umas sobre outras, obrigando a paragens nas menos prioritárias. O mesmo se pode dizer sobre o número de pessoas a realizar as tarefas, dado que, como há grande entreaajuda entre os técnicos que estão sujeitos à prioridade daquelas, viram-se na inevitabilidade de acorrerem a diferentes trabalhos. No entanto, ficou para planeamentos futuros um registo do que foi executado, de quem executou e quanto tempo levou a executar, Figura 4.3.5 e Figura 4.3.6.

OPERADORES (6 PESSOAS)		TECNICOS SÍDEL (2 TECNICOS)	
TAREFA	TEMPO (h)	TAREFA	TEMPO (h)
SUBSTITUIÇÃO DE PEÇAS DAS PINÇAS DE ENTRADA/GARRAS DE INVERSAO ENTRADA E SAIDA E PINÇAS DA TRANSFERENCIA	32H (4 DIAS)	VERIFICACAO MECANICA DA CINEMATICA	30 MIN
REPARACAO DOS BICOS	16H + 30H	REPARACAO DO COLETOR O/P	4H
LIMPEZA DOS CAUDILIMETROS	12H	MONTAGEM DA BORRACHA BRANCA DOS BICOS	8H
SUBSTITUIÇÃO DOS FILTROS DOS VENTILADORES	8H + 10H	MONTAGEM DA JUNTA DINÂMICA	5H
MONTAGEM DOS VENTILADORES	16H	<b>TECNICOS DA MANUTENCAO (6 TECNICOS)</b>	
SUBSTITUIÇÃO DAS JUNTAS E LUZAS DAS PORTAS	3H	<b>TAREFA</b>	
<b>EMPRESA EXTERNA (6 PESSOAS)</b>		MONTAGEM DO GUIINDASTE	20 MIN
<b>TAREFA</b>		DES LIGAR OS VENTILADORES DE ISOLAMENTO	60 MIN
DESMONTAGEM DAS BOMBAS PA07 P08 PE31 PA06 (BOMBAS DA ENCHEDORA)	60 MIN	DESMONTAGEM DOS VENTILADORES P/REPARACAO DOS ROLAMENTOS	60 MIN
DESMONTAGEM DAS BOMBAS PE04 PE03 PA10 PA01 PL21 (BOMBAS DA PLATAFORMA)	70 MIN	DESAPERTAR A TENSÃO DAS CORREIAS	40 MIN
REPARACAO DE VALVULAS DA ENCHEDORA	16H	REPARACAO DOS VENTILADORES	13,5H
REPARACAO DA CANALIZACAO DA ENCHEDORA (SUBSTITUIÇÃO DE CLAMPS)	8H + 10h	DESMONTAGEM DOS CAUDILIMETROS	5H
SUBSTITUIÇÃO DE CLAMPS NO DISTRIBUIDOR DE CAPSULAS (DENTRO E FORA)	2H	DESMONTAGEM DOS BICOS	6H
SUBSTITUIÇÃO DE CLAMPS E REPARACAO DE VALVULAS ESTACOES APA E AE	40H (5 DIAS)	DESMONTAGEM DOS VEIOS E DO PRATO DAS ESTRELAS DO TRATAMENTO DE CAPSULAS	5H
MONTAGEM DAS BOMBAS DA ESTAÇÕES	8H	REPARACAO DOS VEIOS DO TRATAMENTO DE CAPSULAS (XB)	8H
MONTAGEM DAS BOMBAS DA PLATAFORMA	10H	REPARACAO DA SONDA DA ENCHEDORA (CIMA, TANQUE)	30 MIN
<b>TECNICOS MANUTENCAO + TENICOS SÍDEL</b>		SUBSTITUIÇÃO DOS VEDANTES DO TANQUE ENCHEDORA (VÍDRO DE INSPECAO)	1H:30MIN
<b>TAREFA</b>		TEMPO (h)	
DESMONTAGEM DAS ESTRELAS	110 MIN (X19)	MONTAGEM DAS ESTRELAS, PINHOES E BOCAIS DE LAVAGEM DE CAPSULAS	16H
DESMONTAGEM DOS VEIOS DAS ESTRELAS, PINHOES E BOCAIS DE LAVAGEM DE GARRAFAS, LATTYS	40H (5 DIAS)	MONTAGEM DOS BICOS	32H
REPARACAO DOS VEIOS DO TRATAMENTO DE GARRAFAS	1H (X19)	MONTAGEM DAS CORREIAS	16H
DESMONTAGEM DA UNIÃO ROTATIVA/JUNTA DO PRODUTO	1H:20MIN	MONTAGEM DOS CAUDILIMETROS	8H
SUBSTITUIÇÃO DA UNIÃO ROTATIVA/JUNTA DO PRODUTO / COLETOR SUPERIOR	8H	LIGACAO ELETTRICA DOS VENTILADORES	3H
MONTAGEM DA UNIÃO ROTATIVA/JUNTA DO PRODUTO	3H	SUBSTITUIÇÃO DE VEDANTES DO SENSOR DE PRESSAO DA CUBA	20 MIN
SUBSTITUIÇÃO (RETIRAR + SUBSTITUIR) BORRACHA INSULÁVEL + MEMBRANA DA ENCHEDORA	12H		
TESTE ELETTRICO DE VENTILADORES	45 MIN		
AFINAÇÃO DA ALTURA DAS ESTRELAS E SINCRONISMO	16H		
TESTES	24H		

Figura 17. Organização das tarefas por grupos de trabalho

TAREFA	DURACAO	QUEM
VERIFICACAO MECANICA DA CINEMATICA	30 MIN	2 TECNICOS SIDEL
MONTAGEM DO GUIINDASTE	20 MIN	3 TECNICOS MANUTENCAO
DESLIGAR OS VENTILADORES DE ISOLAMENTO	60 MIN	2 ENGENHEIROS ELETROTECNICOS
DESMONTAGEM DOS VENTILADORES P/REPARACAO DOS ROLAMENTOS	60 MIN	1 TECNICO DA MANUTENCAO (ELETRICISTA)
DESAPERTAR A TENSAO DAS CORREIAS	40 MIN	2 TECNICOS DA MANUTENCAO (MECANICOS)
DESMONTAGEM DAS BOMBAS PA07 P08 PE31 PA06 (BOMBAS DA ENCHEDORA)	60 MIN	4 TECNICOS TECNOBENTO
DESMONTAGEM DAS BOMBAS PE04 PE03 PA10 PA01 PL21 (BOMBAS DA PLATAFORMA)	70 MIN	3 TECNICOS TECNOBENTO
REPARACAO DOS VENTILADORES	13,5H	1 TECNICO DA MANUTENCAO (ELETRICISTA)
DESMONTAGEM DAS ESTRELAS	110 MIN (X19)	2 TECNICOS SIDEL + 1 TECNICO DE MANUTENCAO (MECANICO)
DESMONTAGEM DOS CAUDILIMETROS	5HORAS	2 TECNICOS DA MANUTENCAO (MECANICOS)
DESMONTAGEM DOS BICOS	6HORAS	2 TECNICOS DA MANUTENCAO (MECANICOS)
DESMONTAGEM DOS VEIOS DAS ESTRELAS, PINHOES E BOCAIS DE LAVAGEM DE GARRAFAS, LATTYS	40H (5 DIAS)	2 TECNICOS SIDEL + 4 TECNICOS DA MANUTENCAO
REPARACAO DE VALVULAS DA ENCHEDORA	16H	7 TECNICOS TECNOBENTO (8H) + 3 TECNICOS (8H)
SUBSTITUICAO DE PECAS DAS PINCAS DE ENTRADA/GARRAS DE INVERSAO ENTRADA E SAIDA E PINCAS DA TRANSFERENCIA	32H (4 DIAS)	1 OPERADOR
REPARACAO DOS BICOS	16H + 30H	4/3 OPERADORES + 7 OPERADORES
LIMPEZA DOS CAUDILIMETROS	12H	7 OPERADORES
REPARACAO DA CANALIZACAO DA ENCHEDORA (SUBSTITUICAO DE CLAMPS)	8H + 10h	7 TECNICOS TECNOBENTO (8h) + 3 TECNICOS (10H)
REPARACAO DOS VEIOS DO TRATAMENTO DE GARRAFAS	1H (x19)	1 TECNICO SIDEL + 1 TECNICO DA MANUTENCAO (MECANICO)
DESMONTAGEM DA UNIÃO ROTATIVA/JUNTA DO PRODUTO	1H:20MIN	1 TECNICO SIDEL + 3 TECNICOS DA MANUTENCAO (MECANICOS)
SUBSTITUICAO DA UNIÃO ROTATIVA/JUNTA DO PRODUTO / COLETOR SUPERIOR	8H	1 TECNICO SIDEL + 1 TECNICO DA MANUTENCAO (MECANICO)
MONTAGEM DA UNIÃO ROTATIVA/JUNTA DO PRODUTO	3H	1 TECNICO SIDEL + 1 TECNICO DA MANUTENCAO (MECANICO)
MONTAGEM DAS ESTRELAS, PINHOES E BOCAIS DE LAVAGEM DE GARRAFAS, LATTYS	32H (4 DIAS)	1 TECNICO SIDEL + 2 TECNICOS DA MANUTENCAO (MECANICOS)
DESMONTAGEM DOS VEIOS E DO PRATO DAS ESTRELAS DO TRATAMENTO DE CAPSULAS	5HORAS	3 TECNICOS DA MANUTENCAO (MECANICOS)
REPARACAO DOS VEIOS DO TRATAMENTO DE CAPSULAS (X8)	8H	2 TECNICOS DA MANUTENCAO (MECANICOS)

**Figura 18.** Registo das tarefas

Com base neste trabalho experimental, de forma a minimizar os constrangimentos acima enunciados e para se obter dados mais fiáveis no futuro, foi criada uma lista de tarefas. Cada tarefa corresponde às operações definidas no plano de manutenção (Tabela 4.2.1) e nas operações circunscritas no registo acima apresentado. Neste documento encontra-se também informação vital para a realização da tarefa e o tempo de duração estimado. Detém, ainda, um campo a ser preenchido por quem está a realizar a atividade, quanto tempo lhe dedicou, a data de início e fim da tarefa e o número do procedimento que deve consultar, caso tenha alguma dúvida, configurando-se como uma espécie de livro de instruções. Com o preenchimento deste documento espera-se conseguir determinar com mais fiabilidade o tempo das operações de manutenção e o número de pessoas necessárias para as mesmas. Conta-se implementar no futuro este documento em SAP e a integração destes dados nos planos de manutenção. Estes exemplos estão representados na Figura 4.3.7. e, em mais pormenor, nos anexos.



Estrela de entrada			Estrela de inversao			1ª estrela			2ª estrela			3ª estrela			4ª estrela		
nome	codigo	preco	nome	codigo	preco	nome	codigo	preco	nome	codigo	preco	nome	codigo	preco	nome	codigo	preco
o-ring elastico	120606	27,98 €	o-ring elastico	120606	27,98 €	porca	4022403001	719,25 €	porca	4022403001	719,25 €	porca	4022403001	719,25 €	porca	4022403001	719,25 €
o-ring elastico	120625	95,54 €	o-ring elastico	120625	95,54 €	rolamento	294	119,96 €	rolamento	294	119,96 €	rolamento	294	119,96 €	rolamento	294	119,96 €
o-ring elastico	120604	12,72 €	o-ring elastico	120604	12,72 €	rolamento	438	145,04 €	rolamento	438	145,04 €	rolamento	438	145,04 €	rolamento	438	145,04 €
rolamento	457	74,92 €	rolamento	457	74,92 €	o-ring elastico	13066	2,26 €	o-ring elastico	13066	2,26 €	o-ring elastico	13066	2,26 €	o-ring elastico	13066	2,26 €
rolamento	76	16,53 €	rolamento	76	16,53 €	o-ring elastico	15142	2,98 €	o-ring elastico	15142	2,98 €	o-ring elastico	15142	2,98 €	o-ring elastico	15142	2,98 €
porca	13265	158,68 €	porca	13265	158,68 €	o-ring elastico	119806	6,20 €	o-ring elastico	119806	6,20 €	o-ring elastico	119806	6,20 €	o-ring elastico	119806	6,20 €
freio	14413	14,95 €	freio	14413	14,95 €	parafuso	107691	0,96 €	parafuso	107691	0,96 €	parafuso	107691	0,96 €	parafuso	107691	0,96 €
rolamento com mola	4250616801	350,54 €	rolamento com mola	4250616801	350,54 €	o-ring	4250616701	685,30 €									
o-ring epdm	105211	115,86 €	o-ring epdm	105211	115,86 €	anel	4250608501	954,43 €									
parafusos	107691	0,96 €	parafusos	107691	0,96 €	o-ring	114045	30,26 €	o-ring	114045	30,26 €	o-ring	114045	30,26 €	o-ring	114045	30,26 €
o-ring	8e1g0251352	49,94 €	o-ring	8e1g0251352	49,94 €	o-ring	114046	12,51 €									
separador	4022170804	819,27 €	separador	4022170804	819,27 €	parafusos	125248	19,91 €	parafusos	125248	19,91 €	parafusos	125248	19,91 €	parafusos	125248	19,91 €
anel	4250630401	671,67 €	anel	4250630401	671,67 €	separador	4022170704	589,32 €									
		<b>2 409,56 €</b>			<b>2 409,56 €</b>	o-ring invertido	4022171001	68,94 €									
<b>Pinças</b>			<b>Garras de Inversao</b>					<b>3 357,32 €</b>									
Eixo	4022237401	583,40 €	Garra	4022006901	853,40 €												
polia	4022237201	262,00 €	Eixo	4022007101	1 168,00 €												
espacador	4022237301	942,40 €	Polia	122379	134,00 €												
porca cega	15092	15,40 €	Parafusos	107621	4,00 €												
anilha	13540	3,60 €	Anilha	8L2B0060140	11,60 €												
mola	42500024101	1 537,80 €	Calco HO.3	4256150801	631,00 €												
rolamento	114857	158,40 €			<b>2 802,00 €</b>												
calco HO.2	4256152501	830,80 €															
calco HO.3	4256152601	220,40 €															
		<b>4 554,20 €</b>															
<b>Sem-Fim</b>			<b>1</b>														
pinhao	4022245401	335,20 €															
o-ring	4130000214	2,70 €															
cunha amovivel	4250889301	529,06 €															
chaveta	17549	4,40 €															

Figura 191. Custos de material por submódulos

Custos de Manutencao							
Período	Secção	Custo	Total	Período	Secção	Custo	Total
1 ano	Pinças	4 554,20 €	103 621,27 €	3 ano	Igual ao 1º ano	-	103 621,27 €
	Sem-Fim	1 040,28 €		4 ano	Igual ao 2º ano	-	179 424,89 €
	Garras de Inversao	2 802,00 €		5 ano	Pinças	4 554,20 €	121 869,67 €
	Bicos	24 467,10 €			Sem-Fim	1 040,28 €	
	Fornecimento de Produto	1 565,20 €			Garras de Inversao	2 802,00 €	
	CIP	2 877,03 €			Bicos	24 467,10 €	
	CIP retorno	459,27 €			Fornecimento de Produto	1 565,20 €	
	Garras de Inversao	2 802,00 €			CIP	2 877,03 €	
	Pinças	8 974,80 €			CIP retorno	459,27 €	
	Membrana Insuflavel	5 540,87 €			Garras de Inversao	2 802,00 €	
	Isolador	5 868,94 €			Pinças	8 974,80 €	
	Filtros	28 940,90 €			Membrana Insuflavel	5 540,87 €	
	Latty APA	10 501,64 €			Isolador	5 868,94 €	
Latty AE	3 227,04 €	Filtros	28 940,90 €				
2 ano	Pinças	4 554,20 €	179 424,89 €	Latty APA	10 501,64 €	14ª - 18ª estrela	12 047,80 €
	Sem-Fim	1 040,28 €		Latty AE	3 227,04 €		
	Garras de Inversao	2 802,00 €		8ª - 9ª estrela	6 714,64 €		
	Bicos	24 467,10 €		10ª - 11ª estrela	4 819,12 €		
	Fornecimento de Produto	1 565,20 €		12ª - 13ª estrela	6 714,64 €		
	CIP	2 877,03 €					
	CIP retorno	459,27 €					
	Garras de Inversao	2 802,00 €					
	Pinças	8 974,80 €					
	Membrana Insuflavel	5 540,87 €					
	Isolador	5 868,94 €					
Filtros	28 940,90 €						
Latty APA	10 501,64 €						
Latty AE	3 227,04 €						
Estrela de Entrada	2 409,56 €						
Estrela de Inversao	2 409,56 €						
1ª - 7ª Estrela	23 501,24 €						
Coletor Superior	17 048,08 €						
Tubos e Bombas enchedora	14 694,88 €						
Correias	15 740,30 €						

Figura 202. Custo de manutenção preventiva por anos

## 4.5. Etiquetas

Como se pôde verificar no enquadramento teórico, a gestão visual é uma ferramenta que deve conceber instrumentos de fácil compreensão, de modo a expor os problemas visíveis e a simplificar o trabalho a executar. Assim, a gestão visual permite também evitar custos desnecessários, diminuindo o tempo de resposta.

Desta forma, criaram-se etiquetas, Figura 4.5.2., para todas as válvulas da enchedora e plataformas de apoio. Estas etiquetas contêm a informação sobre o nome, a cor da substância que circula na válvula, a data da reparação, quem efetuou a operação e o código do kit de reparação. Exemplos de kits de reparação de válvulas e juntas estão representados na Figura 4.5.1. Ela permitirá, que, em caso de uma fuga ou avaria, o colaborador que o detetar, poderá rapidamente informar o responsável, para posteriormente verificar se existe o material de reparação no AP e, caso não haja, contactar prontamente o fornecedor, melhorando o tempo de reparação da avaria. Com a data de reparação possibilitar-se-á verificar, em caso de avarias sucessivas, se há problemas com a válvula e se é necessária, a sua substituição.



**Figura 21.** Exemplos de Kits de reparação de válvulas e juntas para tubos de alimentação

As etiquetas são encadernadas e fixadas nas válvulas correspondentes (Figura 4.5.3.). Para melhorias futuras, e uma vez que a reparação das válvulas se efetua anualmente, recomenda-se a impressão destas etiquetas em papel autocolante resistente a alta temperatura

e com um código de barras associado. O papel autocolante com estas características, ao contrário das etiquetas elaboradas, pode ser colocado em qualquer parte da válvula, e o código de barras possibilitará saber se existe o material em stock. Esta medida, embora tenha sido criada, não foi possível de implementar com os requisitos ideias, devido ao fornecedor da SAL não dispor do material indicado.

<table border="1"> <tr><td colspan="2">VS27</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">99000251487</td></tr> </table>	VS27		02/05/2018	TECNOBENTO	99000251487		<table border="1"> <tr><td colspan="2">VS19</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">99000251487</td></tr> </table>	VS19		02/05/2018	TECNOBENTO	99000251487		<table border="1"> <tr><td colspan="2">VE28</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">112683</td></tr> </table>	VE28		02/05/2018	TECNOBENTO	112683	
VS27																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
99000251487																				
VS19																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
99000251487																				
VE28																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
112683																				
<table border="1"> <tr><td colspan="2">PL20</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">111561</td></tr> </table>	PL20		02/05/2018	TECNOBENTO	111561		<table border="1"> <tr><td colspan="2">PA03</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">REPARADO</td></tr> </table>	PA03		02/05/2018	TECNOBENTO	REPARADO		<table border="1"> <tr><td colspan="2">PA04</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">REPARADO</td></tr> </table>	PA04		02/05/2018	TECNOBENTO	REPARADO	
PL20																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
111561																				
PA03																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
REPARADO																				
PA04																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
REPARADO																				
<table border="1"> <tr><td colspan="2">PA05</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">REPARADO</td></tr> </table>	PA05		02/05/2018	TECNOBENTO	REPARADO		<table border="1"> <tr><td colspan="2">PE02</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">REPARADO</td></tr> </table>	PE02		02/05/2018	TECNOBENTO	REPARADO		<table border="1"> <tr><td colspan="2">VL54</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611920045</td></tr> </table>	VL54		02/05/2018	TECNOBENTO	9611920045	
PA05																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
REPARADO																				
PE02																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
REPARADO																				
VL54																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611920045																				
<table border="1"> <tr><td colspan="2">VE29</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611920041</td></tr> </table>	VE29		02/05/2018	TECNOBENTO	9611920041		<table border="1"> <tr><td colspan="2">VE27</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611920041</td></tr> </table>	VE27		02/05/2018	TECNOBENTO	9611920041		<table border="1"> <tr><td colspan="2">VS29</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611920048</td></tr> </table>	VS29		02/05/2018	TECNOBENTO	9611920048	
VE29																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611920041																				
VE27																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611920041																				
VS29																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611920048																				
<table border="1"> <tr><td colspan="2">VA12</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611920013</td></tr> </table>	VA12		02/05/2018	TECNOBENTO	9611920013		<table border="1"> <tr><td colspan="2">OW501</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611924007</td></tr> </table>	OW501		02/05/2018	TECNOBENTO	9611924007		<table border="1"> <tr><td colspan="2">OW504</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611924007</td></tr> </table>	OW504		02/05/2018	TECNOBENTO	9611924007	
VA12																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611920013																				
OW501																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611924007																				
OW504																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611924007																				
<table border="1"> <tr><td colspan="2">VA13</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611920013</td></tr> </table>	VA13		02/05/2018	TECNOBENTO	9611920013		<table border="1"> <tr><td colspan="2">OD108</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611924005</td></tr> </table>	OD108		02/05/2018	TECNOBENTO	9611924005		<table border="1"> <tr><td colspan="2">OP106</td></tr> <tr><td>02/05/2018</td><td>TECNOBENTO</td></tr> <tr><td colspan="2">9611924005</td></tr> </table>	OP106		02/05/2018	TECNOBENTO	9611924005	
VA13																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611920013																				
OD108																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611924005																				
OP106																				
02/05/2018	TECNOBENTO																			
9611924005																				

**Figura 22.** Etiquetas de identificação de válvulas. Amarelo – Espuma, Vermelho – Logiface, Verde – Água Estéril, Azul – APA, Branco – válvula anti-retorno



**Figura 23.** Válvulas identificadas com etiquetas criadas



## 5. CONCLUSÕES

Os principais objetivos e motivações deste trabalho, definir um conjunto de procedimentos que facilitem a tomada de decisões na gestão da manutenção de uma máquina enchedora de uma linha asséptica, criar uma árvore de componentes para o equipamento, desenvolver um plano de manutenção, monitorizar as tarefas de manutenção preventiva no equipamento, bem como calcular os seus custos, foram globalmente alcançados com sucesso, pois acarretam um conjunto de vantagens ao nível da eficiência e racionalidade de procedimentos para a empresa onde foi desenvolvido o estágio.

A árvore de componentes foi criada e vai de encontro às necessidades da SAL e dos seus colaboradores. O plano de manutenção foi desenvolvido e melhorado, requerendo um trabalho constante de atualização e adequação ao seu contexto operacional, pois sempre que houver intervenções no equipamento está prevista a necessidade de acrescentar as datas da realização da manutenção no respetivo plano e o preenchimento das folhas de tarefas criadas. Os custos de manutenção diretos foram determinados, tornando-se, agora, possível saber qual o peso do equipamento no seu todo, bem como o de cada secção.

As principais limitações foram a complexidade do equipamento, quer a nível funcional, quer a nível instrumental, pela quantidade de peças e órgãos que o constitui; a organização dos documentos da máquina que dificultaram a estruturação da árvore de componentes e a determinação de certas quantidades, fatores que foram minimizados e não condicionaram a intervenção da manutenção prevista.

Ao longo de todo o projeto, tornou-se essencial interligar as vertentes teóricas da manutenção com a realidade da empresa, possibilitando-se desta forma que a otimização do plano melhorasse a organização e a concretização da manutenção na SAL.

A realização do estágio curricular foi uma oportunidade de enriquecimento pessoal e académico do autor deste relatório, com consequências positivas no desempenho da sua futura atividade profissional pelos conhecimentos e competências que desenvolveu na área do planeamento e da gestão, além de ter tido a oportunidade de aprofundar e evoluir no âmbito das competências nas áreas da mecânica e da manutenção. Poder trabalhar na SAL, uma empresa caracterizada pela seriedade, exigência, competitividade e qualidade dos seus produtos foi uma oportunidade surpreendentemente gratificante e extremamente

positiva, tanto em termos profissionais como pessoais, onde num contexto de trabalho e aprendizagem prática as relações interpessoais estabelecidas ajudaram à sustentação dos níveis de satisfação e motivação que pautaram a atuação do estagiário.

Para trabalhos futuros propõem-se a implementação da árvore de componentes em SAP, a implementação das tarefas de manutenção relacionadas com o plano de manutenção em SAP e a continuação das atividades de melhoria no armazém de peças.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruda, G. (2002).
- Branco Filho, Gil. A organização, o planeamento e o controlo da manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008, 257p.
- Cabral J. Organização e Gestão da Manutenção, dos conceitos à prática. Editora Lidel, 6ª edição, 2006.
- Cohen, M.; Agrawal, N.; Agrawal, V. Achieving Breakthrough Service Delivery Through Dynamic Asset Deployment Strategies. *Interfaces*, v. 36, n. 3, p. 259-271, Jun. 2006.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, 18º, 2003, Porto Alegre. A situação da manutenção no Brasil: Abramam – Associação Brasileira de Manutenção, 2003.
- Crisóstomo, P., Pimenta, P., (2017), “Fábricas centenárias - A natureza do Luso em 178 milhões de litros de água”, acessado a 15 de Maio de 2018, no web site do Jornal Público: <https://www.publico.pt/2017/08/23/economia/noticia/a-longevidade-do-luso-dentro-de-178-milhoes-de-litros-de-agua-1783015/amp>.
- Djurđjanovic, D.; Lee, J.; Ni, J. Watchdog Agent - an infotronics based prognostics approach for product performance degradation assessment and prediction. *Advance Engineering Informatics*, v. 17, n. 3-4, p. 109-125, Jul. 2003.
- Endrenyi, J. et al. The Present Status of Maintenance Strategies and the Impact of Maintenance on Reliability. *IEEE Transactions on Power System*, v. 16, n. 4, p. 638-646. 2001.
- Enzymes, P. (1980). United States Patent (19) 54, 96(19), 62–66, acessado em 1 de Junho de 2018, web site: <https://doi.org/US005485919A>.
- Espíndola, D. et al. (2012). Integrating intelligent maintenance systems and spare parts supply chains. In: *IFAC SYMPOSIUM ON INFORMATION*, 14, Bucharest, Romania, 2012. Anais... Romania: Elsevier, 2012. p. 1017-1022.
- Fedele, L. Maintenance Policies and Strategies. In: *Methodologies and Technique for Advanced Maintenance*. Londres: Springer, 2011. p. 33-63.
- Ferreira, L. A. (1998). Uma Introdução à Manutenção. Porto: Publindústria.
- Galsworth, G D (1997), *Visual Systems: Harnessing the Power of Visual Workplace*,

- AMACOM, New York.
- Hellingrath, B.; Cordes, A. Approach for integrating condition monitoring information and forecasting methods to enhance spare parts supply chain planning. In: WORKSHOP ON INTELLIGENT MANUFACTURING SYSTEMS, 11, 2013, São Paulo. Anais. São Paulo: International Federation of Automatic Control, 2013. p. 17-22.
- Instituto Nacional de Estatística (2017), “Estatísticas de Produção Industrial 2016”, acessado em Maio de 2018, no web site: <http://www.ine.pt>.
- Jain, A, Bhatti, R, e Singh, H (2014), “Total Productive Maintenance (TPM) implementation practice”, International Journal of Lean Six Sigma, Volume 5 nº3 pp.293 a 323.
- Jouve, J.L.: “Principles of food safety legislation. ” Food Control, vol. 9, no 2-3, 1998.
- “Lean Thinking and Methods - TPM.” (2011), acessado em 22 Maio de 2018, no web site: <https://www.epa.gov/lean/lean-thinking-and-methods-tpm>.
- Lee, J. et al. Intelligent prognostics tools and e-maintenance. Computers in Industry, v. 57, n. 6, p. 476-489, Ago. 2006.
- LI, L. et al. A Fast Development Framework for Condition-Based Maintenance Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MECHANICAL AND ELETRONICS ENGINEERING, 2, 2010, Kyoto. Anais. Japão: IEEE Xplore, 2010. p. 70-74.
- Nakajima, Seiichi (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance (Preventative Maintenance Series), Hardcover. ISBN 0-91529-923-2.
- Nunes, SFS (2016), “Implementação de ferramenta de TPM para redução de avarias e melhoria de eficiência numa linha de produção” Tese de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Departamento de Economia, gestão, Engenharia Industrial e Turismo, Universidade de Aveiro.
- Pinto, Carlos Varela, “Organização e Gestão da Manutenção”, Monitor, 2002.
- Pinto, J. P. (2016). Manutenção Lean. Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Piotrowski, 2007, “Effective Predictive and Pro-Active Maintenance for Pumps.” Maintenance World. (January 29, 2007). acessado em 23 de Maio de 2018, no web site: <http://www.maintenanceworld.com/effective-predictive-and-pro-active-maintenance-for-pumps/>.
- Potter, (2015), “42 ROI statistics that prove you need a maintenance management system”, acessado a 3 de Maio de 2018, no web site do: Mintek: <http://www.mintek.com/blog/eam-cmms/42-roi-statistics-that-prove-you-need-a->

[maintenance-management-system/](#).

Robert, B., & Smith, P. E. (1987). United States Patent (19), (19).

STRINGER, M.F.: “Safety and quality management through HACCP and ISO 9000.” Dairy, Food and Environmental Sanitation, vol. 14, no 8, p. 478-481, August, 1994.

Tokutaro Suzuki (1994). TPM em Industrias de Processo. ISBN 1-56327-036-6

Trein, C. (2012). TIPOLOGIA DA ATIVIDADE LEITEIRA NA REGIÃO Florianópolis  
Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC ., 103.

VOLLMANN et al.: Manufacturing Planning and Control Systems. 4ed, McGraw-Hill, 1997.



## ANEXO A – FOLHA DE PROCEDIMENTO

**Sidel** Sensofill FMI  
Catálogo de Fichas de Intervenção / Ficha de Intervenção

**3** Inspeção/Limpeza dos filtros de ar Mega **0100** **1/1**

**⚠ Respeitar as instruções de segurança (ver Manual «Higiene e Segurança»).**

**PROCEDIMENTO:**

- Desligar o ventilador (1) em questão.
- Rodar as cames de travagem (2) um quarto de volta, a fim de libertar o filtro (3).
- Remover o filtro pela abertura (lado superior) (4).
- Limpar o filtro, mergulhando-o numa solução de água fria ou tédida com detergente neutro, 100% lavável, para contacto alimentar, como um detergente de loiça, ou por pulverização com uma espuma desengordurante.
- Enxaguar os dois lados cuidadosamente, colocando o filtro em posição horizontal (sobre uma mesa de suporte, etc.), com água limpa abundante fria ou tédida, utilizando uma mangueira de jacto fraco.
- Deixar secar em posição horizontal.
- Colocar novamente no compartimento.
- Fixar o conjunto, colocando as cames de travagem (2) na posição original.

**⚠ Recomenda-se vivamente:**

- Não utilizar jacto de alta pressão
- Não utilizar água quente
- Não escovar o filtro
- Não lavar e não secar em posição vertical
- Não utilizar cloro ou qualquer outro produto corrosivo

Depois de um certo número de limpezas, o filtro Mega deve ser substituído (ver Ficha 200).

0000038

0000041

0000041

© SIDEL

Revisão 02



## ANEXO B – FOLHA DA TAREFA

**MÁQUINA:** ENCHEDORA - VENTILADOR  
**TÍTULO:** SUBSTITUIÇÃO DO PRÉ-FILTRO E DO FILTRO ABSOLUTO  
**TAREFA:** 5

**DESCRIÇÃO:**  
 Montagem/Montagem das filtrar Moça e da pré-filtrar situado na teta da iraladar e substituição das filtrar. Or filtrar moça está liqadar a um ventiladar. Or pré-filtrar está dentro de caixa iraladar. Substituição das ralamentar da matar da ventiladar. Cartar a liqação elétrica e reparar a matar da ventiladar - Eletrotécnica. Substituir as filtrar - Operador

**NOTAS:**  
**Pré-filtro:** Cartar a liqação elétrica antes de qualquer operação. Substituir as ralamentar da matar da ventiladar.  
**Filtro Absoluto:** Desliqar as tubar de pressão que liqam ao reguladar de pressão. Limpar a junta da

<b>EMPO PREVISTO</b>	35H	<b>Nº PESSOAS</b>	4	<b>RESPONSÁVEL</b>	Operador, Eletrotécnica		
<b>DATA INICIO:</b>	/ /	<b>HORA INICIO:</b>	: :				
<b>DATA FIM:</b>	/ /	<b>HORA FIM:</b>	: :				
<b>COMPONENTE</b>	<b>MATERIAL:</b>	<b>COD.</b>	<b>COD.</b>	<b>Qt.</b>	<b>Qt.</b>		
Reguladar de Ventiladar (matar)	Mini-Filtrar (tuba de pressão) - Ralamenta 6001-2RS1 Ralamenta 608-2RS1	115442	2863835 2863148	1 1	10 17 17		
Ventiladar	Pré-filtrar - Filtrar ECOPLEAT F7-	116448	2878146	1	17		
Ventiladar (caixa)	Filtrar Absoluto - Filtrar PTFE 610x610x90 mm Filtrar Absoluto - Filtrar PTFE 305x610x90 mm	132230 132198	2834641 2834648	2 2	10 14		
Realizada por...	horar/dia	horar/dia	horar/dia	horar/dia	horar/dia	horar/dia	horar/dia
<b>OBSERVAÇÕES:</b>							



## ANEXO C – PLANO DE MANUTENÇÃO

PERIODICIDADE	OPERAÇÃO DE MANUTENÇÃO	NÍVEL	INFORMAÇÃO	PROCEDIMENTO	REFERÊNCIA
<b>DIÁRIA</b>	Lubrificação da junta rotativa do produto	1	Pistola manual de lubrificação, débito 1 cm <sup>3</sup> por disparo. União rotativa à temperatura ambiente. Deve ser feito entre o CIP e o SIP	<a href="#">402</a>	
<b>SEMANAL</b>	Inspecção da condição dos filtros de ar e do mini-filtro	2	Com o sensor de enchimento	<a href="#">101</a>	
	Lubrificação do carrossel de doseamento	1		<a href="#">403</a>	
	Lubrificação do sistema pinhão-motor	1		<a href="#">404</a>	
	Lubrificação do pinhão de	1		<a href="#">405</a>	
	Lubrificação do Capsulador	1		<a href="#">406/407/408</a>	
<b>MENSAL</b>	Inspecção/Limpeza dos filtros de ventilação	1	Verificar estado do filtro, se necessário lavar com água	<a href="#">501</a>	
<b>TRIMESTRAL</b>	Inspecção e limpeza dos filtros Mega e do compartimento do filtro	3	Limpar o filtro numa solução: água fria+detergente neutro. Deixar secar em posição horizontal!	<a href="#">100</a>	
	Verificação do nível do óleo nos motores	1	Remover os carters, o nível deve estar a rasar o orifício de enchimento. Atestar se necessário (Óleo LUB 36) com bomba de óleo	<a href="#">103</a>	
	Lubrificação da união rotativa pneumática	1	Lubrificante LUB 4. Colocar a máquina em baixa velocidade. Injetar 2 a 3 descargas	<a href="#">400</a>	
	Desmontagem/Montagem Da transmissão a 30º do sem-fim	3		<a href="#">224</a>	<a href="#">23</a>
<b>SEMESTRAL</b>	Substituição de juntas e máscara das LATTY APA e AF	3		<a href="#">227/228/229/230</a>	<a href="#">1.2.3.4</a>
<b>Anual</b>	Substituição dos pré-filtros e filtros absolutos	2	1-Cortar a ligação elétrica (60 min) 2-Substituição dos rolamentos (13,5h)  3-substituição+montagem filtros (18h) 4-ligação elétrica(3h)	<a href="#">200</a>	<a href="#">5</a>
	Substituição de juntas nas mangueiras (superior e inferior)	3		<a href="#">210</a>	<a href="#">8</a>
	Substituição do filtro de vapor ULTRAFILTER	2		<a href="#">1210</a>	<a href="#">9</a>
	Substituição da borracha de isolamento das portas	1		<a href="#">221</a>	<a href="#">10</a>
	Recondicionamento dos bicos de enchimento e verificação das bobinas	3		<a href="#">213.214.509</a>	<a href="#">11.32</a>
	Reparação das válvulas de inversão e retenção SRC	3		<a href="#">1222/1223</a>	<a href="#">15</a>
	Reparação das válvulas de inversão e retenção ARC	3		<a href="#">1224/1225</a>	<a href="#">16</a>
	Reparação das válvulas Aseptomaq	3		<a href="#">1229</a>	<a href="#">17</a>
	Reparação das válvulas anti-retorno	2		<a href="#">1237</a>	<a href="#">18</a>
	Substituição dos filtros de vapor P-EG	2		<a href="#">1209</a>	<a href="#">19</a>
	Substituição das luvas	2		<a href="#">201</a>	<a href="#">20</a>
	Substituição de peças de desgaste no acoplamento CIP	3		<a href="#">211</a>	<a href="#">22</a>
	Substituição das pinças (entrada)	3		<a href="#">225</a>	<a href="#">24</a>
	Substituição das pinças (transferência)	3		<a href="#">225</a>	<a href="#">25</a>
	Reparação das válvulas de tratamento de superfície	2		<a href="#">226</a>	<a href="#">26</a>
	Substituição qrras de	~			



Erro! A origem da referência não foi encontrada.

## ANEXO D – ÁRVORE DE COMPONENTES

Equipament	modul	Módulo	Submódulo	Componente	Subcomponente	Desenho	posicao	Código fornecedor	Qnt	Periodicida de	Tarefa	Classificação
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Mancal	4250593103	1	4250583101	1			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Defletor Mancal	4250593103	2	4022001403	1			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Veio	4250593103	3	4022254001	1			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Porca de boqueio M150	4250593103	8	4022403001	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Rolamento 3215-B-2RSR-TV	4250593103	9	123939	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Rolamento 3217 A-2RS	4250593103	10	123940	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Anel elastico externo D75x2,5 Aço	4250593103	11	13066	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Anel elastico externo 85x3	4250593103	12	15142	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Anel elastico interno D150x4 Aço	4250593103	13	119806	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Junta grega	4250593103	16	4250616701	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Anel mancal	4250593103	17	4250608501	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Tampa mancal	4250593103	18	4250620402	1			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Junta tórica 141x3 SH85 EPDM DF	4250593103	19	114046	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Veio de acionamento	Junta tórica 164,5x3 SH85 EPDM	4250593103	20	114045	2	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Calço	4200096101	1	4022170704	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Junta inversa EPR Dint=168 EP 3,5	4200096101	2	402217001	1	36	37	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Came de inversão	4250621001	1	4022004702	1			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Came	4250621001	2	4022004802	1			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Mancal	Sabre	4250621001	17	4022001701	1			quebra na peça
Enchedora	2		Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Suporte forquilha	4250211005	1	4022006701	20			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Eixo	4250211005	2	4022007001	20			visivelmente desgastado
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Suporte pinça	4250211005	3	4022006801	20			visivelmente desgastado
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Forquilha de retorno	4250211005	4	4022006901	20	12	28	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Eixo	4250211005	5	4022007101	40	12	28	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Bucha Iglidur XFM-1012-09	4250211005	6	122379	40	12	28	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Chaveta cilindrica DIN7-6x28 Inox A4	4250211005	13	8L980060280	20			visivelmente desgastado
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Batente pinca de inversao	4250211005	14	4255920801	20			visivelmente desgastado
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Calço Regulável	4250211005	15	4255930101	20			visivelmente desgastado
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Porca HM M10 Inox A4	4250211005	16	15076	40			visivelmente desgastado
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Sistema de rotação	Calço H.O.3	4250211005	18	4256150801	40	12	28	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Conjunto das garras	Plaqueta de alimentação	4250671302	1	4253400301	40			visivelmente desgastado
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Conjunto das garras	Corpo pinça de alimentação	4250671302	2	4250671602	20	12	28	sempre
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	Estrela de Inversão	Conjunto das garras	Pinça retorno da entrada	4250671302	10	99000347128	20			visivelmente desgastado
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1ª Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Mancal	4250593103	1	4250583101	1			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1ª Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Defletor Mancal	4250593103	2	4022001403	1			quebra na peça
Enchedora	2	Esterilização de garrafas	1ª Estrela - Injector Alto	Veio de acionamento	Veio	4250593103	3	4022254001	1			quebra na peça