



UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

José Miguel Duque Rebola

**MANUTENÇÃO LEAN: OPTIMIZAÇÃO DE  
PLANOS E PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO**

Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na área de Produção e Projeto orientada pelo Doutor André Filipe Gomes Pereira e pelo Engenheiro David Manuel Marques de Matos e apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.

setembro de 2021



1 2



9 0

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

## **Manutenção lean: otimização de planos e procedimentos de manutenção**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica na Especialidade de Produção e Projeto

### **Lean Maintenance: optimization of maintenance plans and procedures**

Autor

**José Miguel Duque Rebola**

Orientadores

**André Filipe Gomes Pereira**

**David Manuel Marques de Matos**

Júri

Presidente	<b>Professor Doutor Diogo Mariano Simões Neto</b> Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	<b>Engenheiro David Manuel Marques de Matos</b> Farmalabor – Produtos Farmacêuticos, S.A.
Vogais	<b>Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz</b> Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional

---

 **farmalabor** Farmalabor – Produtos Farmacêuticos S.A.  
GRUPO MEDINFAR

Coimbra, setembro, 2021



“I have not failed. I’ve just found 10,000 ways that won’t work.”

Thomas Edison



## **Agradecimentos**

A realização desta dissertação contou com o contributo direto e indireto de um grupo de pessoas fantásticas do qual me rodeio, de entre as quais merecem especial destaque e que passo a agradecer:

Ao grupo Medinfar, pela oportunidade proporcionada.

Ao meu orientador, Engenheiro David Matos, pela confiança depositada e pelos estímulos que potenciaram a elaboração e desenvolvimento deste trabalho e também a toda a equipa de manutenção da Farmalabor pelo tratamento fantástico que sempre tiveram comigo.

Ao meu orientador, Doutor André Pereira, pela orientação e disponibilidade demonstradas ao longo de todo este percurso.

À minha família, amigos e em especial à minha namorada Inês Almeida por serem o meu suporte nas horas mais complicadas.





## Resumo

O setor da indústria enfrenta uma competitividade cada vez mais elevada e como tal as empresas vêm-se obrigadas a superarem-se a si próprias de forma a poderem manter-se vivas no mercado. A filosofia *lean* é um aliado da superação e aumento de competitividade, pois foca-se na redução de desperdícios e no aumento de valor acrescentado para o cliente.

Esta dissertação foca-se na aplicação de princípios *lean* ao departamento de manutenção da Farmalabor, sendo os principais objetivos a otimização de planos de manutenção preventiva das linhas de produção e a identificação de ineficiências e desperdícios associados ao referido departamento e proposta de ações de melhoria. A otimização dos planos de manutenção foi realizada com base nos manuais técnicos das máquinas, numa análise do seu histórico e no acompanhamento das manutenções preventivas e corretivas. Os desperdícios foram sendo detetados de forma gradual ao longo do período de estágio e para os reduzir ou eliminar recorreu-se a ferramentas *lean* como o 5S, *kamishibai* e ciclo PDCA, quadro de criticidade ou matrizes de competências. Realizou-se uma revisão do *workflow* das ordens de serviço e também foi facilitado o acesso à documentação técnica com recurso à tecnologia dos códigos QR. Foi também criada a base para a implementação de manutenção autónoma em algumas das linhas de produção. A cultura *Kaizen* de melhoria contínua acompanhou todo o percurso desta dissertação.

Das conclusões inferidas deste trabalho compreende-se que existiu de facto uma evolução positiva no funcionamento do departamento de manutenção da empresa, na medida em que diversos planos de manutenção preventiva foram otimizados e a sua execução foi normalizada e que vários procedimentos foram agilizados fruto da utilização de ferramentas *lean*.

**Palavras-chave:** *Lean, Kaizen, TPM, Plano de Manutenção, Melhoria Contínua.*



## Abstract

Due to the increasingly higher competitiveness faced in the industry sector, companies are forced to surpass themselves to survive in the market. The *lean* philosophy helps companies achieving that goal, being an ally of increasing competitive capacity, as it focuses on reducing waste and increasing added value for the customer.

This dissertation focuses on the application of *lean* principles to the maintenance department of Farmalabor, aiming to the optimization of preventive maintenance plans for the production lines and the identification of inefficiencies and waste associated with the same department and the proposal of improvement actions. The maintenance plans optimization was based on the technical manuals of the machines, analysis of their history and the monitoring of their corrective and preventive maintenances. Wastage was gradually detected throughout the internship period and *lean* tools were used to solve it, such as 5S, kamishibai and PDCA cycle, criticality framework or competence matrices. A review of the workflow was carried out and the technical documentation was also facilitated using QR code technology. There was also created the basis for implementing autonomous maintenance on some of the production lines. The Kaizen culture of continuous improvement followed the entire course of this dissertation.

From the conclusions inferred from this work, it is clear that there was a positive evolution in the operation of the company's maintenance department, as several preventive maintenance plans were optimized, and their execution was standardized and several procedures streamlined as a result of the use of *lean* tools.

**Keywords** *Lean, Kaizen, TPM, Maintenance Plan, Continuous Improvement.*



## Índice

Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas .....	xi
1. Introdução.....	1
1.1. A empresa.....	1
1.1.1. Medinfar.....	1
1.1.2. Farmalabor .....	2
1.2. Motivação e objetivo.....	4
1.3. Estrutura.....	4
2. Revisão Bibliográfica.....	7
2.1. Manutenção .....	7
2.1.1. Tipos de manutenção .....	7
2.2. Ordem de serviço.....	8
2.3. Enterprise Asset Management (EAM).....	9
2.4. Eficiência Geral de um Equipamento (OEE) .....	9
2.5. <i>Lean</i> .....	10
2.5.1. Filosofia <i>lean</i> .....	10
2.5.2. Manutenção <i>Lean</i> .....	11
2.6. TPM.....	12
2.6.1. Pilares da TPM .....	13
2.7. Kaizen .....	14
2.8. Ciclo PDCA.....	14
2.9. 5S.....	15
2.10. Kamishibai .....	16
2.11. Matriz de competências.....	16
2.12. Tabela de criticidade .....	16
2.13. Quadro 3C.....	17
3. Descrição das Linhas Atribuídas.....	19
3.1. Linha de embalagem 4 – IMA A83E.....	19
3.2. Linha de embalagem 5 – IMA A83 .....	19
3.3. Sala 12 – Fette Azul.....	20
3.4. Sala 13 – Fette i.....	20
3.5. Sala 14 – Fette Amarela.....	21
3.6. Sala 17 – Bosch .....	21
4. Otimização de procedimentos de manutenção.....	23
4.1. Matrizes de competências .....	23
4.1.1. Matriz de competências da equipa de gestão de manutenção .....	23
4.1.2. Matriz de competências da equipa de manutenção de sistemas de apoio .....	24
4.1.3. Matriz de competências da equipa de manutenção de equipamentos produtivos .....	25
4.2. Tabela de criticidade dos equipamentos .....	26

4.3.	5S do ferramental .....	28
4.4.	Circuito kamishibai e PDCA .....	30
4.5.	Caminho das ordens de serviço.....	30
4.6.	Código de imputação de análise de falhas .....	34
4.7.	Facilitação de documentação técnica .....	36
4.8.	Quadro 3C.....	37
5.	Optimização de planos de manutenção preventiva.....	39
5.1.	Manuais das máquinas.....	39
5.2.	Acompanhamento das manutenções preventivas e corretivas .....	39
5.3.	Análise do histórico das máquinas .....	40
5.4.	Exploração de falhas recorrentes .....	43
5.4.1.	Compressoras Fette .....	43
5.4.2.	Despoeiradores “Pharmaflex” .....	45
5.5.	Alterações efetuadas aos planos de tarefas das manutenções preventivas, casos exemplo.....	46
5.5.1.	Blisteradora “IMA TR135 E” .....	47
5.5.2.	Compressora “Fette P1200 i”.....	47
5.6.	Duração planeada (antes x depois).....	48
5.7.	Periodicidades das manutenções preventivas (antes x depois).....	50
5.8.	Procedimento de manutenção preventiva .....	51
6.	Planos de manutenção autónoma.....	55
7.	Conclusões .....	59
	Referências bibliográficas.....	61
	APÊNDICE A.....	63
	APÊNDICE B .....	65
	APÊNDICE C .....	67
	APÊNDICE D.....	68
	APÊNDICE E.....	71
	APÊNDICE F.....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estrutura organizacional do Departamento de Engenharia e Manutenção.....	3
Figura 2.1. Classificação dos tipos de manutenção. ....	8
Figura 2.2. Fatores que influenciam a eficiência geral de um equipamento (OEE).....	12
Figura 4.1. Matriz de competências da equipa de gestão de manutenção.....	24
Figura 4.2. Matriz de competências da equipa de manutenção de sistemas de apoio. ....	24
Figura 4.3. Matriz de competências da equipa de manutenção de equipamentos produtivos. .....	25
Figura 4.4. Utilização dos cartões identificativos.....	29
Figura 4.5. Cartão kamishibai do ferramental. ....	30
Figura 4.6. Fluxograma do anterior caminho das OS. ....	32
Figura 4.7. Fluxograma do novo caminho das OS. ....	34
Figura 4.8. Código de imputação de análise de falhas. ....	35
Figura 4.9. Códigos QR de acesso à documentação técnica. ....	37
Figura 4.10. Utilização do quadro 3C.....	37
Figura 5.1. OS de manutenções corretivas por linha. Dados relativos ao período de 1 de fevereiro de 2019 a 31 de fevereiro de 2021. ....	42
Figura 5.2. OS de manutenções corretivas por equipamento. Dados relativos ao período de 1 de fevereiro de 2019 a 31 de fevereiro de 2021. ....	42
Figura 5.3. Focos de incidência das OS de manutenções corretivas nas compressoras “Fette”.....	43
Figura 5.4. Diagrama de causa-efeito, avaria do “Fill-O-Matic”. ....	44
Figura 5.5. Aplicação da ferramenta “5 Porquês” na análise de falhas do módulo “Fast- Gate”.....	45
Figura 5.6. Diagrama de causa-efeito – fratura do veio central dos despeiradores “Pharmaflex”.....	46
Figura 5.7. Procedimento de manutenção preventiva, identificação do equipamento.....	52
Figura 5.8. Procedimento de manutenção preventiva, necessidades de materiais.....	52
Figura 5.9. Procedimento de manutenção preventiva, necessidades de ferramentas extra. .	53
Figura 6.1. 1º exemplo de instruções das tarefas de manutenção autónoma.....	56
Figura 6.2. 2º exemplo de instruções das tarefas de manutenção autónoma.....	57

Figura B.1. 1º exemplo do antes (esquerda) e depois (direita) do ferramental.....	65
Figura B.2. 2º exemplo do antes (esquerda) e depois (direita) do ferramental.....	65
Figura B.3. Delimitação de espaços e utilização de etiquetas de identificação dos mesmos. .....	66
Figura B.4. Utilização de etiquetas de identificação dos espaços.....	66
Figura C.1. Ciclo PDCA associado ao circuito kamishibai.....	67



---

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1. Critérios da tabela de criticidade .....	26
Tabela 5.1. Duração planeada por linha, antes x depois .....	49
Tabela 5.2. Periodicidade das manutenções preventivas .....	50
Tabela 6.1. Listagem de tarefas para manutenção autónoma da encartonadora IMA A83E .....	55
Tabela A.1. Critérios e pontuação da tabela de criticidade. ....	63
Tabela A.2. Criticidade com base na pontuação.....	64
Tabela D.1. Antes e depois do plano de tarefas de manutenção preventiva da blisteradora “IMA TR135E”.....	68
Tabela E.1. Antes e depois do plano de tarefas de manutenção preventiva da compressora “Fette P1200 i”.....	71
Tabela F.1. Duração planeada por equipamento. ....	74



# 1. INTRODUÇÃO

A farmácia encontra-se presente e de mão dada com o homem desde a sua origem. Desde sempre que a procura por curas e atenuantes para doenças e lesões esteve presente, quer fosse por meios naturais ou processados. Impulsionada por grandes crises ou por avanços tecnológicos, a indústria farmacêutica sofreu um processo evolutivo imenso desde a sua origem, quer a nível das práticas utilizadas quer a nível da eficácia dos seus produtos. É impossível desassociar as grandes guerras do progresso da indústria farmacêutica, uma vez que foi durante estes períodos que se verificou o maior *boom* no seu desenvolvimento, nomeadamente no controlo de doenças epidemiológicas.

Os primeiros passos da indústria farmacêutica em Portugal encontram-se inequivocamente ligados à criação da Companhia Portuguesa da Higiene (CPH) em abril de 1891, que trouxe consigo os primeiros investimentos no setor por parte de companhias internacionais especializadas na farmacêutica como a Bayer (Silva, 2014). Durante os anos 90, com o aparecimento das primeiras diretivas no setor, tais como a Lei de Bases da Saúde (1990), o Estatuto do Serviço Nacional de Saúde (1993) e o Estatuto do Medicamento (Decreto-Lei n°72/91), os quais possibilitaram a criação do Sistema Nacional de Farmacovigilância (Despacho Normativo n°107/92), surge a necessidade de um sistema de garantia da qualidade e da segurança do medicamento (Silva, 2014). Nesse sentido, e também devido ao nascimento, em 1990, da Agência Europeia do Medicamento, surge o Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento (Infarmed), que é responsável pela orientação, avaliação e inspeção da atividade farmacêutica, diretrizes estas que perduram até ao presente (Silva, 2014).

## 1.1. A empresa

### 1.1.1. Medinfar

O grupo Medinfar é uma empresa farmacêutica de origem portuguesa fundada nos anos 70, sediada na Venda Nova, Amadora. A sua unidade de produção industrial encontra-se localizada em Condeixa-a-Nova. A empresa baseia-se numa estratégia centrada

na qualidade, investimento e modernização tecnológica, na diversificação da gama de produtos e na promoção de atividades de investigação e desenvolvimento. É atualmente uma empresa líder na categoria de Saúde do Consumidor e Dermatologia em Portugal.

Com a sua estratégia de negócio orientada para a internacionalização, além da comercialização de produtos próprios, o grupo destaca-se também pela comercialização de produtos licenciados através de parcerias com empresas internacionais, sendo que se encontra presente em mais de 50 países, com destaque para Marrocos onde possui uma filial e com distribuição em várias regiões do planeta, como europa, África francófona, PALOP, Médio Oriente, CIS e Ásia.

### **1.1.2. Farmalabor**

A Farmalabor – produtos farmacêuticos S.A. representa a unidade de produção industrial do grupo Medifar e é o local onde são produzidos e embalados a vasta maioria dos produtos do grupo. A Farmalabor não produz em exclusividade para o grupo Medifar, mas também em regime de subcontratação para clientes nacionais e internacionais. Conta atualmente com cerca de 150 colaboradores e o seu volume de negócios, no ano de 2020, foi de 23.333.488 €, o que deixa a empresa na sétima posição no que respeita ao setor de saúde e medicamentos e na sexagésima posição no ranking das 1000 maiores empresas da zona centro do país.

A Farmalabor possui uma vasta gama de produtos agrupados em formas farmacêuticas sólidas, semissólidas e líquidas e além da sua produção, a empresa encarrega-se também pelo seu embalamento.

Esta unidade de produção industrial é uma empresa certificada, de acordo com todos os requisitos dos referenciais normativos em vigor das vertentes de qualidade, segurança e ambiente, NP EN ISO 9001, NP EN ISO 14001, OHSAS 18001/NP 4397. A empresa possui também a certificação *Good Manufacturing Practices* (GMP) atribuída pelo INFARMED além de certificações de entidades reguladoras internacionais, de países como Emirados Árabes Unidos, Vietnam, Ucrânia ou Irão.

#### **1.1.2.1. Estrutura da unidade fabril**

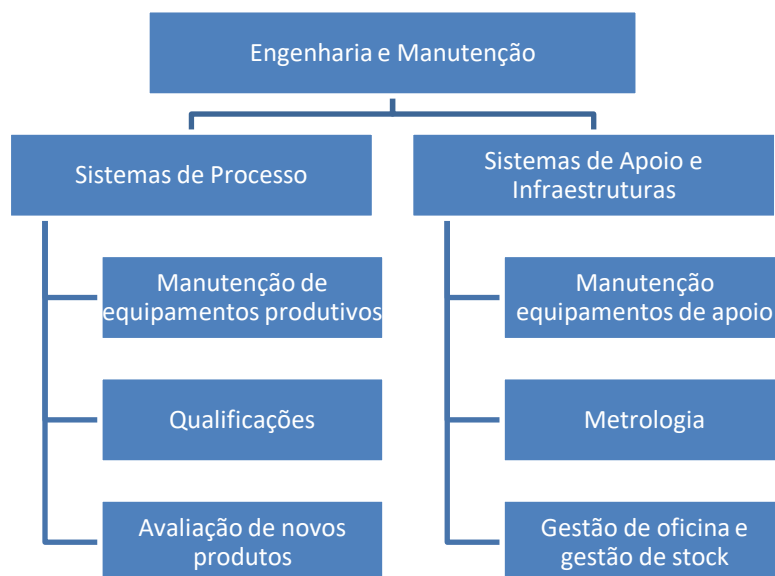
As instalações fabris da Farmalabor encontram-se divididas em três grandes edifícios:

- Um edifício principal onde se encontram as secções de produção, controlo de qualidade, garantia da qualidade, administração, balneários, refeitório e ainda uma área técnica.
- Um edifício designado para a manutenção e armazém de stock de peças de reserva.
- Um edifício destinado a alguns dos sistemas de apoio, como a central de produção de vapor, central de ar comprimido e a central de produção de água gelada.

A organização estrutural da empresa encontra-se dividida em cinco áreas principais: Produção; Manutenção Industrial; Logística e Armazém; Garantia da Qualidade, Ambiente e Segurança; Planeamento.

#### 1.1.2.2. Departamento de Engenharia e Manutenção

O Departamento de Engenharia e Manutenção encontra-se seccionado em dois grandes grupos, sendo eles o grupo de Sistemas de Processo e o grupo de Sistemas de Apoio e Infraestruturas. A Figura 1.1 ilustra a organização estrutural mencionada.



**Figura 1.1.** Estrutura organizacional do Departamento de Engenharia e Manutenção.

Os sistemas de processo são responsáveis pelas intervenções de manutenção dos equipamentos produtivos, pela gestão dos processos e atividades de qualificação e ainda pela avaliação técnica de novos produtos. Os sistemas de apoio e infraestruturas são responsáveis pela manutenção dos equipamentos e sistemas de apoio à unidade fabril, por garantir o bom estado de conservação de toda a infraestrutura, pela gestão metrológica dos equipamentos

sujeitos a calibrações, sejam elas legais ou por exigência interna e ainda pela gestão da oficina e armazém de stock de peças de reserva.

## **1.2. Motivação e objetivo**

A elevadíssima competitividade no setor industrial incute nas empresas a necessidade de oferecer ao cliente, produtos e/ou serviços de qualidade com o menor custo possível. A filosofia *lean* é um excelente meio condutor para atingir este objetivo, uma vez que se centra na redução de desperdícios e aumento do valor acrescentado para o cliente.

O setor da manutenção representa tipicamente um dos principais gastos das empresas e assim sendo, o seu funcionamento deve ser otimizado. A busca por elevados índices de disponibilidade das linhas de equipamentos produtivos e dos sistemas de apoio tornou-se nos dias de hoje numa obrigatoriedade, pois representam uma enorme vantagem competitiva e apenas é possível pensar em tais metas se o departamento de engenharia e manutenção fizer o seu trabalho de uma forma eficiente.

Assim, o objetivo deste estudo desenvolvido nas instalações da Farmalabor, centra-se na optimização de planos de manutenção preventiva das linhas de produção, na identificação de ineficiências e desperdícios nos procedimentos inerentes ao setor da manutenção e apresentação de propostas de melhoria que visem a sua redução ou extinção.

## **1.3. Estrutura**

A estrutura desta monografia encontra-se dividida em sete capítulos:

- No primeiro capítulo é feita a introdução da monografia, onde é realizada a apresentação da empresa e são explicados a motivação e objetivos do trabalho;
- O segundo capítulo diz respeito à revisão bibliográfica e são apresentadas as bases teóricas onde assenta o trabalho desenvolvido, como conceitos de manutenção, *lean*, TPM e *kaizen*;
- No terceiro capítulo é realizada uma apresentação das linhas de produção;
- No quarto capítulo são apresentadas as melhorias, metodologias e ferramentas desenvolvidas e implementadas com o objetivo de otimizar

os procedimentos de trabalho da manutenção, como a criação de matrizes de competências, de uma tabela de criticidade de equipamentos, aplicação do 5S e Kamishibais, alterações ao *workflow* das ordens de serviço, criação de um código de imputação de análise de falhas, introdução do quadro 3C e metodologia de facilitação de documentação técnica;

- No quinto capítulo são referidas as alterações efetuadas aos planos de manutenção preventiva dos equipamentos das linhas designadas como as alterações dos planos de tarefas de manutenção preventiva, a duração planeada das intervenções e as alterações às periodicidades das intervenções preventivas. Encontra-se também presente neste capítulo a análise ao histórico das máquinas e a exploração de falhas recorrentes e ainda é apresentada a criação e introdução de um documento formal de procedimento de manutenção preventiva para os diversos equipamentos;
- No sexto capítulo encontra-se a preparação para a introdução de manutenção autónoma em duas das linhas designadas;
- O sétimo capítulo fica reservado para as conclusões do trabalho desenvolvido e ainda a apresentação de algumas propostas de melhoria.





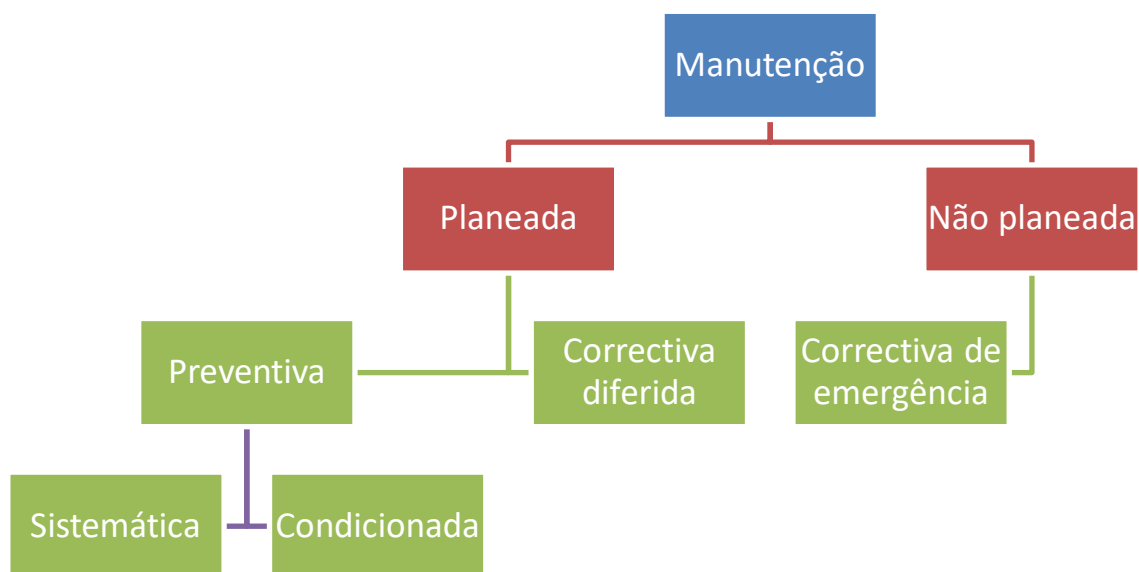
## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Manutenção**

Manutenção diz respeito às atividades desenvolvidas com vista a manter ou recuperar um ativo à sua capacidade projetada ou a uma condição aceitável, impedir que perca total ou parcialmente as suas capacidades funcionais, preservar e proteger, isto é, a manutenção tem como função assegurar a disponibilidade dos equipamentos (Gulati & Smith, 2008). A norma portuguesa de terminologia de manutenção define manutenção como a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida (*NP EN 13306 Terminologia Da Manutenção*, 2007)

#### **2.1.1. Tipos de manutenção**

A classificação dos tipos de manutenção não é um tópico consensual entre os diversos autores consultados, pois existem diferentes formas de seccionar os tipos de manutenção, seja pelo carácter corretivo ou preventivo ou pela existência ou não de planeamento. Ao longo desta monografia será então considerada a classificação sugerida por Pinto (2013) no seu livro “Manutenção Lean”, que segrega a manutenção em dois grandes grupos, a manutenção planeada e a manutenção não planeada como é patente na Figura 2.1. A manutenção planeada é dividida por sua vez em manutenção corretiva planeada ou diferida e em manutenção preventiva de cariz sistemático e em manutenção preventiva condicionada. A manutenção não planeada contempla apenas manutenção corretiva de emergência (J. P. Pinto, 2013).



**Figura 2.1.** Classificação dos tipos de manutenção.

As manutenções corretivas são de cariz reativo, isto é, ação após falha, enquanto que as manutenções preventivas são de cariz proativo, ou seja, realizadas antes da falha se desencadear (NP EN 13306 Terminologia Da Manutenção, 2007).

A manutenção corretiva diferida não é efetuada imediatamente após a deteção de um estado de falha, mas é sim retardada de acordo com regras de manutenção determinadas. A Manutenção corretiva de emergência ou imediata é realizada logo após a deteção da falha. (NP EN 13306 Terminologia Da Manutenção, 2007).

A manutenção preventiva subdivide-se em manutenção preventiva sistemática, que é efetuada segundo intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem. A manutenção preventiva condicionada, é baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes (NP EN 13306 Terminologia Da Manutenção, 2007).

## 2.2. Ordem de serviço

Uma ordem de serviço (OS) é um documento em formato de papel ou eletrónico que identifica o trabalho a realizar, e que no caso de ser uma OS planeada deve conter todas as indicações relativamente à execução da atividade de manutenção, seja ela de cariz corretivo ou preventivo. A OS é ponte de ligação entre o planeamento, a gestão de

manutenção e a execução, na medida em que serve de base de suporte à realização do trabalho (Gulati & Smith, 2008).

Associada à OS deve ficar o registo do que efetivamente foi realizado, peças e materiais consumidos e o tempo despendido, bem como uma descrição pormenorizada da falha no caso se associar a uma intervenção corretiva. Se for uma OS de cariz preventivo, esta visa a concretização do plano de manutenção preventivo e sua emissão está associada a um período sistemático ou a uma condição atingida, no caso de uma OS de cariz corretivo, esta visa uma reparação e a sua emissão está associada a um pedido de intervenção da manutenção.

### **2.3. Enterprise Asset Management (EAM)**

Os ativos físicos de uma empresa distribuem-se, entre outros, sob a forma de instalações, equipamentos, ferramentas e materiais consumíveis. Dito isto, a gestão dos ativos de uma organização pode tornar-se de elevada complexidade quando se trabalha com um grande número de dados, pelo que se torna natural a procura por softwares concebidos para auxiliar nesta tarefa. Nesse sentido, um EAM, que atua como um sistema centralizado de informação sobre ativos e sobre todo o ciclo de vida dos equipamentos funciona como um impulsionador de redução custos e riscos (Sousa, 2021). Um EAM compreende as funcionalidades de gestão financeira, gestão de recursos, planeamento de manutenções, monitorização de equipamentos, gestão de espaços, rastreabilidade de equipamentos, entre outros (Sousa, 2021).

### **2.4. Eficiência Geral de um Equipamento (OEE)**

Overall Equipment Effectiveness (OEE) ou eficiência geral de um equipamento, em português, é uma métrica que desmonta a eficiência de um ativo em três vertentes de análise: disponibilidade, performance e qualidade e é dada através da equação 2.1 (Gulati & Smith, 2008; Murça, 2012).

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade. \quad (2.1)$$

- Disponibilidade - A disponibilidade representa a medição da capacidade real de produção e é calculada com base na equação 2.2;

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo de funcionamento}}{\text{Tempo de produção planeado}} \times 100 \quad (2.2)$$

- Performance - A performance mede a relação entre a taxa ideal de processamento e a taxa real e é dada pela equação 2.3;

$$Performance = \frac{\text{Unidades produzidas}}{\text{Unidades planeadas}} \times 100 \quad (2.3)$$

- Qualidade – A qualidade indica a percentagem de unidades conformes produzidas e é dada pela equação 2.4.

$$Qualidade = \frac{\text{Unidade produzidas conformes}}{\text{Total de unidades produzidas}} \times 100 \quad (2.4)$$

Desmembrando a eficiência geral do equipamento nestas três componentes facilita a identificação dos fatores que a influenciam negativamente, auxiliando assim a detecção de oportunidades de melhoria.

## **2.5. Lean**

### **2.5.1. Filosofia lean**

A filosofia *lean* pode ser descrita de forma sucinta como a eliminação de desperdícios e a criação de valor para o cliente (Kister & Hawkins, 2006), ou de uma perspectiva em tudo semelhante, a filosofia *lean* pode ser entendida como uma abordagem estruturada de otimização de qualidade, que visa a adição de valor através da redução de desperdícios segundo o princípios de melhoria contínua (Knechtges & Decker, 2014).

Taiichi Ohno e Shigeo Shingo no seio da reestruturação da Toyota no cenário pós segunda grande guerra identificaram sete tipos distintos de desperdício *lean* que são referenciados por Kister e Hawkins (2006) na sua obra “*Maintenance: Planning and Scheduling Handbook*”, sendo eles:

- Sobreprodução (produção antecipada à procura, excesso de produção)
- Espera (tempo não utilizada de forma eficiente)
- Transporte (deslocações de material não necessárias, redistribuições)

- Processo Inapropriado (desenho do processo ineficiente)
- Inventário (excesso de materiais, excesso de espaço necessário)
- Deslocações (deslocações excessivas de pessoas ou equipamentos)
- Defeitos (peças com defeitos, validades expiradas, erros de processo)

### **2.5.2. Manutenção *Lean***

Manutenção *lean* relaciona-se com a redução de desperdícios e aumento de valor acrescentado associado às atividades de manutenção, o que não é sinónimo de reduzir as ações corretivas ou preventivas, mas sim otimizar de forma eficiente os programas de manutenção, de forma a possibilitar a operação dos equipamentos na sua capacidade projetada ou requerida, reduzindo assim os desperdícios. (Gulati & Smith, 2008).

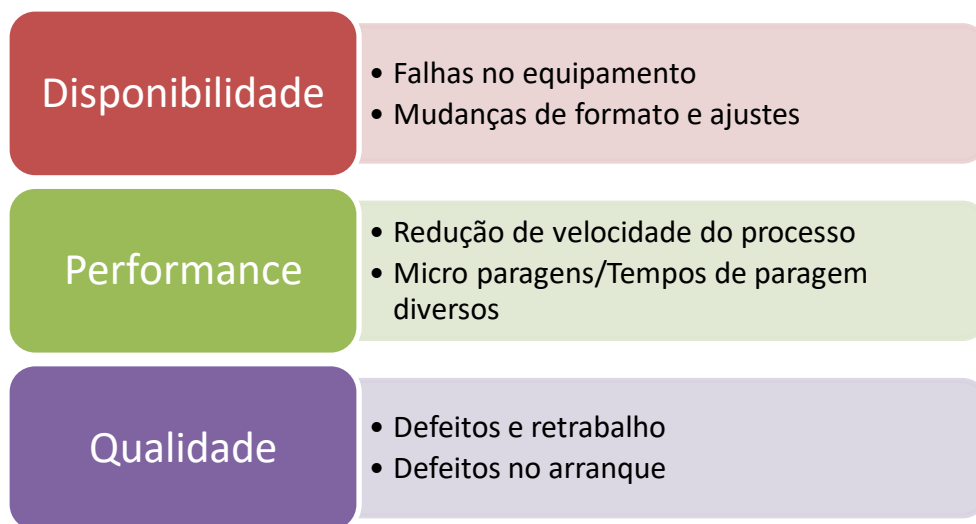
A incontornável procura contínua de redução de desperdícios constitui toda a base do pensamento *lean*, o que torna imprescindível entender os 7 tipos de desperdícios aplicados à manutenção e posteriormente identificar métodos de atuar sobre os mesmos com o intuito de os minimizar, ou idilicamente, de os extinguir. Assim, de uma forma mais centrada na manutenção, os 7 desperdícios *lean* podem ser descritos da seguinte forma (Gulati & Smith, 2008):

- Sobreprodução – Desenvolver planos de manutenção preventiva otimizados;
- Espera – Minimizar tempos de espera melhorando o planeamento;
- Transporte – Planear e providenciar os materiais e ferramentas necessários para uma atividade de forma a reduzir o número de viagens;
- Processo Inapropriado – Utilizar as ferramentas e acessórios corretos para otimizar os planos de manutenção preventiva;
- Inventário – Eliminar ou minimizar o inventário, armazenando apenas os materiais, peças e ferramentas necessários;
- Deslocações – Minimizar as deslocações dos colaboradores através de planeamento otimizado;
- Defeitos – Eliminar o retrabalho, educando e treinando o pessoal da manutenção.

## 2.6. TPM

A Total Productive Maintenance, desenvolvida no ceio da indústria japonesa no cenário pós Segunda Guerra Mundial é uma estratégia de gestão de ativos baseada no trabalho de equipa que enfatiza a cooperação entre a manutenção e as operações. Foca-se no objetivo de zero defeitos, zero paragens e zero acidentes e num espaço de trabalho eficientemente organizado. Para que isto ocorra visa o entrosamento entre todos os níveis de uma organização, desde a gerência ao operador (Gulati & Smith, 2008; G. Pinto et al., 2020). A TPM foca-se então nas seis principais grandes perdas que ocorrem tipicamente numa planta fabril e que levam à diminuição da eficiência geral de um equipamento (OEE) como detalhado na Figura 2.2 e que são definidos pelo JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) como (J. P. Pinto, 2013; Soltanali et al., 2021):

- Falhas no equipamento (falhas naturais, aleatórias ou por negligência).
- Mudanças de formato e ajustes.
- Redução de velocidade do processo.
- Micro paragens/Tempos de paragem diversos, por exemplo, espera por matérias-primas, espera para a inspeção e controlo, etc.
- Defeitos e retrabalho (problemas de qualidade).
- Defeitos no arranque.



**Figura 2.2.** Fatores que influenciam a eficiência geral de um equipamento (OEE).

---

### 2.6.1. Pilares da TPM

A TPM assenta em oito pilares fundamentais, sendo eles (Pascal et al., 2019; J. P. Pinto, 2013):

- **Manutenção Autónoma** - Operadores assumem as tarefas de manutenção de baixo nível técnico, o que permite que a mão de obra especializada se foque em trabalhos de maior nível técnico e valor acrescentado. Estas tarefas de manutenção promovem o sentimento de responsabilização pelas máquinas junto dos operadores que assumem maior envolvimento com as mesmas;
- **Melhoria Focalizada** - Consiste em eventos específicos de melhoria em equipamentos e/ou instalações que se traduzem em pequenas melhorias que em conjunto se refletem num aumento de produtividade;
- **Manutenção Planeada** - Pilar assente na execução, por parte do pessoal da manutenção, de tarefas de manutenção de maior grau de complexidade de forma planeada, com o objetivo de alcançar e manter a disponibilidade do equipamento num nível ótimo de custo;
- **Manutenção de Qualidade** - Consiste em procurar alcançar sistemas de operações incapazes de produzir defeitos ou erros de qualidade, através da utilização de mecanismos de deteção de produtos defeituosos;
- **Treino e Desenvolvimento** - A implementação dos demais pilares origina necessidades de formação nas diversas secções de uma empresa, com vista a desenvolver uma equipa multifacetada capaz de pôr em prática a teoria por trás do TPM;
- **Gestão Inicial do Equipamento** - Para quem desenvolve o equipamento ou as instalações, deve procurar ainda em fase de desenvolvimento incluir as preocupações de manutenção, isto é, ponderar a manutibilidade na conceção. Já quem compra, deve procurar englobar na escolha final do equipamento, aspetos como fiabilidade, robustez e produtividade, de modo a ter menos custos totais ao longo do ciclo de vida do equipamento;
- **Office TPM** - Este pilar aborda as grandes perdas a nível do *back office*, tais como, perdas de processamento, perdas contabilísticas e de marketing, perdas por falhas de comunicação, perdas por paragens ou inatividade, perdas por falta de precisão ou exatidão, queixas e reclamações de clientes, e custos com entregas urgentes. Consiste, portanto, em eliminar perdas de eficiência derivadas do espaço de trabalho através de ferramentas *lean* como o 5S, que objetivam a optimização do espaço de trabalho;

- Segurança, Saúde e Ambiente - Pilar focado na eliminação de acidentes, quer relacionados com os colaboradores, quer relacionados com o ambiente.

## 2.7. Kaizen

*Kaizen* é a palavra japonesa para o conceito de melhoria contínua e é aplicável a todo o tipo de organização e a qualquer setor ou departamento (J. P. Pinto, 2013). O conceito de melhoria contínua ou Kaizen põe em prática a crença de que todos os processos podem e devem ser avaliados e melhorados em termos de tempo requerido, recursos consumidos, qualidade ou qualquer outro aspeto relevante para o processo em causa (Kiran, 2020a; Kister & Hawkins, 2006). Esta metodologia de trabalho foca-se em pequenas e contínuas melhorias que exijam baixo investimento e com potencial elevado retorno por oposição a grandes investimentos que naturalmente se traduzem em riscos elevados (Kiran, 2020a; Moore, 2007). Além do mais, a melhoria contínua apenas pode ser praticada de forma eficiente se for o resultado do trabalho de equipa, uma vez que é através de pequenos contributos de várias pessoas e não do grande esforço de uma só pessoa que se alcançam grandes resultados (J. P. Pinto, 2013). A cultura *kaizen* de melhoria contínua é um aliado importantíssimo na missão *lean* de redução de desperdícios e adição de valor acrescentado para o cliente e é indispensável para a implementação do TPM.

## 2.8. Ciclo PDCA

O ciclo PDCA (*Plan - Do - Check - Act*), idealizado por W.E. Deming nos anos 1950, no Japão, é uma ferramenta simples e sistemática orientada para o auxílio na implementação de ações que procuram a mudança, a resolução de problemas ou a implementação de projetos (J. P. Pinto, 2013). É frequentemente usada como uma ferramenta de resolução de qualidade em ambientes de melhoria contínua, podendo ser aplicado tanto ao processo produtivo como a outras operações como a manutenção (Dzul kifli et al., 2021).

O ciclo é dividido em quatro etapas, *Plan*, *Do*, *Check* e *Act*: A primeira etapa, o *Plan*, consiste em reconhecer um problema, analisá-lo e planear ações de melhoria, seja um projeto, uma mudança ou uma intervenção. Na segunda etapa, o *Do*, as ações planeadas são executadas. Na terceira etapa, o *Check*, é realizada uma análise dos resultados obtidos pela



---

ação executada de forma a verificar se o planeado foi atingido ou detetar possíveis desvios e reportá-los. A quarta e última etapa, o *Act*, consiste em atuar em sintonia com as relações retiradas da etapa anterior, ajustar, aprender e reportar (J. P. Pinto, 2013).

Se os resultados obtidos forem os pretendidos, segue-se então para um processo de normalização das ações tomadas, caso contrário, inicia-se um novo ciclo PDCA. O termo ciclo emparelha-se bem com o conceito de melhoria contínua uma vez que a última etapa potencia o início de um novo ciclo.

## 2.9. 5S

O Cinco S (5S) é uma ferramenta que visa redução de desperdícios e o aumento da produtividade através da manutenção de um espaço de trabalho ordenado, arrumado e organizado e da utilização de instruções visuais que visam atingir resultados operacionais mais consistentes. É um programa estruturado para alcançar limpeza e padronização total em toda a organização do espaço de trabalho. Um ambiente de trabalho bem organizado reflete-se numa operação mais segura, eficiente e produtiva. Tem ainda o potencial de aumentar a moral dos colaboradores, promovendo o sentimento de orgulho no seu trabalho, e promovendo uma maior responsabilidade sobre os equipamentos (Gulati & Smith, 2008).

Esta ferramenta foi desenvolvida no Japão e o 5 S representa cinco palavras japonesas iniciadas pela letra S (Gulati & Smith, 2008; Kiran, 2020b; G. Pinto et al., 2020):

- Seiri (Triar) – Separar o que é útil do inútil, identificar coisas desnecessárias no espaço de trabalho;
- Seiton (Organizar) – Definir um local para cada objeto, colocar à mão os que forem de uso mais frequente, utilizar ajudas visuais para identificar os objetos e os locais destinados à sua arrumação.
- Seiso (Limpar) – Limpeza do posto de trabalho e de áreas envolventes.
- Seiketsu (Normalizar) – Definir normas gerais de limpeza e de arrumação para os postos de trabalho de forma a manter as novas condições de forma consistente.
- Shitsuke (Sentido de Autodisciplina) – Praticar os princípios de organização, sistematização e limpeza. Verificar se tudo se mantém arrumado e nas condições de limpeza ideais.

## **2.10. Kamishibai**

De acordo com o Kaizen Institute, os cartões kamishibai são utilizados como um controlo visual para realizar auditorias, onde o resultado da auditoria é exibido visualmente através das cores verde ou vermelha que compõe o cartão (Kaizen Institute). O cartão kamishibai é então composto por duas faces semelhantes que diferem apenas na cor (verde ou vermelho) e é composto por uma lista de itens a auditar, igual em ambos os lados do cartão. Se algum dos itens não estiver conforme, o cartão é colocado no local de exibição destinado com a face vermelha visível, no caso de todos os itens se encontrarem conformes, o cartão é exposto com a face verde visível. A exibição dos cartões kamishibai e consequentemente do resultado da auditoria pode dar-se junto ao processo a auditar ou num quadro kamishibai destinado a agregar vários cartões kamishibai (Varandas, 2021).

## **2.11. Matriz de competências**

Uma matriz de competências tem o potencial de tornar intuitivo a identificação das atuais competências de uma equipa de trabalho e expor as lacunas a colmatar, quer seja através de treino e formação ou pela admissão de novos membros (J. P. Pinto, 2013). É uma ferramenta que se revela útil para o planeamento e gestão de manutenção no processo de distribuição de tarefas pois esquematiza as competências da equipa.

## **2.12. Tabela de criticidade**

Uma análise de criticidade é uma ferramenta que visa normalizar a identificação de ativos críticos e adaptar a estratégia de manutenção com base nos seus resultados (Passath & Mertens, 2019). A tabela de criticidade tem o objetivo de atribuir a cada equipamento uma pontuação numérica com base em critérios relevantes para a análise. Esses critérios são organizados em formato de questionário e a cada possível resposta é atribuído um valor com base no relevo da máquina segundo o mesmo. Torna possível estabelecer um índice de criticidade comparável entre equipamentos de tipos diferentes e possibilita estabelecer entre outros, o tipo de manutenção a adotar, as necessidades de stock ou a prioridade de intervenção (J. P. Pinto, 2021). É então uma ferramenta de elevada utilidade para a gestão da manutenção.

### **2.13. Quadro 3C**

O quadro 3C é uma ferramenta de resolução de problemas de forma estruturada, que visa reconhecer as causas raiz de uma avaria com o propósito de, se possível, eliminar de forma permanente os desperdícios a ela associados e que deve o seu nome a três fases que o caracterizam: caso, causa, contra medidas. Na primeira fase procura-se realizar a explicação do caso, isto é, a caracterização do problema. Na segunda fase o foco é analisar as causas com recurso a ferramentas como 5S ou diagramas de causa-efeito. Na terceira fase procura-se encontrar contra medidas para evitar que o problema volte a ocorrer. O quadro 3C pode ainda ser composto por uma fase extra, em que se define quem fica responsável pelas medidas a implantar e estabelece-se uma data-limite para execução das mesmas (J. P. Pinto & Tscharf, 2021).



---

## 3. DESCRIÇÃO DAS LINHAS

### 3.1. Linha de embalagem 4

A linha de embalagem 4 é composta pela blisteradora “IMA TR135 E Winpack”, pela encartonadora “IMA A83 E Winpack”, pela plissadora “GUK FA21/4”, pela balança “Wipotec OCS TQS-HC-A”, agrupadora “Multipack F40” e pelo refrigerador “Eurocold ACW LP 45”. A função de cada um destes equipamentos é descrita a seguir:

- Blisteradora - Responsável pela formação dos alvéolos, enchimento, selagem e marcação e corte dos blisters. Os inputs são o produto (comprimidos ou cápsulas), filme de PVC e/ou filme de alumínio;
- Refrigerador - Responsável pela refrigeração do sistema de formação de alvéolos da blisteradora.
- Encartonadora - Responsável pela abertura das caixas, enchimento e fecho das mesmas. Os inputs são os blisters, as literaturas e as caixas.
- Plissadora - Tem a função de dobrar as literaturas. O input são precisamente as literaturas.
- Balança - Tem a função de pesagem das caixas, marcação do número de série e colocação do selos de anti violação. Os inputs são as caixas, os selos e tinta.
- Agrupadora - Tem a função de agrupar várias caixas num lote. Os inputs são filme de PVC e caixas.

A blisteradora, a encartonadora e a balança estão equipadas com sistemas de rejeição.

### 3.2. Linha de embalagem 5

A linha de embalagem 5 é composta pela blisteradora “IMA TR135 Winpack”, pela encartonadora “IMA A83 Winpack”, pela plissadora “GUK FA21/4”, pela balança “Wipotec OCS TQS-HC-A”, agrupadora “Multipack F40” e pelo refrigerador “Eurocold ACW LP 45”. Embora haja claras diferenças nos mecanismos da blisteradora e da encartonadora, que logicamente implicam diferenças nos procedimentos de manutenção, os

princípios de funcionamento e os inputs desta linha são em tudo semelhantes aos da linha de embalagem 4 – IMA A83.

### **3.3. Sala 12**

A linha de produção da sala 12 – Fette Azul é composta pela compressora do estilo rotativo “Fette P1200 c”, pela coluna elevatória “Servolift HC”, pelo despoeirador “Pharmaflex PFC 750 LI R”, pelo detetor de metais “Lock MET 30+” e pelo testador de comprimidos “CheckMaster 4.1”. A função de cada um destes equipamentos é descrita a seguir:

- Coluna elevatória - Responsável pela elevação do contentor que contém a mistura de produto até à zona de alimentação da compressora.
- Compressora - Responsável pela compressão do preparado de produto, pó ou pellets. Os seus inputs são a mistura de produto em pó ou pellets.
- Despoeirador - Responsável pela remoção do pó que se fixa à superfície dos comprimidos já conformados na compressora e também de possíveis rebarbas resultantes da compressão. Com isto pretende-se preparar os comprimidos para um funcionamento adequado das máquinas de revestimento e de embalagem. Os inputs são os comprimidos logo após a saída da máquina compressora.
- Detetor de metais - Tem a função de inspecionar a existência de partículas metálicas nos comprimidos. Os inputs são os comprimidos.
- Testador de comprimidos - Responsável pela avaliação de amostras de comprimidos quanto à sua dureza, dimensão e peso. Os inputs são amostragens de comprimidos.

### **3.4. Sala 13**

A linha de produção da sala 13 – Fette i é composta pela compressora “Fette P1200 i”, pela coluna elevatória “Servolift HC”, pelo despoeirador “Krämer E4000S-800”, pelo detetor de metais “Lock MET 30+” e pelo testador de comprimidos “CheckMaster 4.1”. Embora existam diferenças assinaláveis entre a maquinaria da sala 13 e da sala 12, que implicam diferenças nos procedimentos de manutenção, os princípios de funcionamento e a sequência das linhas são em tudo semelhantes.

### 3.5. Sala 14

A linha de produção da sala 14 – Fette Amarela é composta pela compressora “Fette P1200 c”, pela coluna elevatória “Servolift HC”, pelo despoeirador “Pharmaflex PFC 1000 CE iSeries DT”, pelo detetor de metais “CEIA THS/PH21N” e pelo testador de comprimidos “CheckMaster 4.1”. Uma vez mais, embora existam diferenças assinaláveis entre a maquinaria da sala 14, 13 e 12, que implicam diferenças nos procedimentos de manutenção, os princípios de funcionamento e a sequência das linhas são em tudo semelhantes.

### 3.6. Sala 17

A linha de produção da sala 17 – Bosch é composta pela máquina de enchimento de cápsulas “Bosch GKF 1400”, pela balança “Bosch KKE 1700”, pelo despoeirador “Pharmaflex PTGV 1000 LI”, pelo detetor de metais “Lock MET30+” e pela coluna elevatória “Servolift HC”. A função de cada um destes equipamentos é descrita a seguir:

- Coluna elevatória - Responsável pela elevação do contentor que contém a mistura de produto até à zona de alimentação da máquina de enchimento.
- Máquina de enchimento de cápsulas - Responsável pela abertura, enchimento e fecho de cápsulas. Os inputs são cápsulas, pó ou pellets.
- Balança - Responsável pela inspeção da totalidade das cápsulas, já cheias e fechadas, que são fornecidas pela máquina de enchimento de cápsulas. É efetuada a pesagem de todas as cápsulas. Os inputs são cápsulas já cheias com produto.
- Despoeirador - Responsável pela remoção de pó que se possa ter fixado nas cápsulas no processo de enchimento e testagem. Os inputs são cápsulas já cheias com produto.
- Detetor de metais - Tem a função de inspecionar as cápsulas quando à existência de partículas metálicas à saída do despoeirador. Os input são cápsulas já cheias com produto.





## **4. OPTIMIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO**

### **4.1. Matrizes de competências**

O departamento da manutenção está dividido em três grupos distintos, a equipa de gestão de manutenção, a equipa de manutenção de sistemas de apoio e a equipa de manutenção de equipamentos produtivos. Como tal foram elaboradas três matrizes de competências distintas, adaptadas às responsabilidades de cada uma das equipas. Os pontos a avaliar e os níveis de qualificação foram definidos com o suporte do responsável da manutenção e dos supervisores das equipas de manutenção de sistemas de apoio e de equipamentos produtivos. Para a elaboração das mesmas, foi pedido a toda a equipa de manutenção que fizesse a sua autoavaliação relativamente aos parâmetros considerados pela matriz pela qual o colaborador é abrangido.

As matrizes construídas classificam o nível de à-vontade para intervir em determinado equipamento ou realizar determinada tarefa em cinco patamares:

- Nível 0 – Ainda não qualificado
- Nível 1 – Trabalha com acompanhamento
- Nível 2 – Trabalha sozinho
- Nível 3 – Nível 2 + Resolve problemas simples
- Nível 4 – Nível 3 + Soluciona frequentemente problemas

Foi estabelecida uma periodicidade de revisão de seis meses, que visa manter estas matrizes atualizadas com a real capacidade da equipa.

#### **4.1.1. Matriz de competências da equipa de gestão de manutenção**

Para a matriz de competências da equipa de gestão foi considerado o nível de à-vontade com o software EAM, as competências de gestão, um conjunto de tarefas consideradas neutras e de procedimentos, o nível de à-vontade para trabalhar com os sistemas de apoio principais da fábrica e o nível de à-vontade junto dos principais grupos de máquinas produtivas.

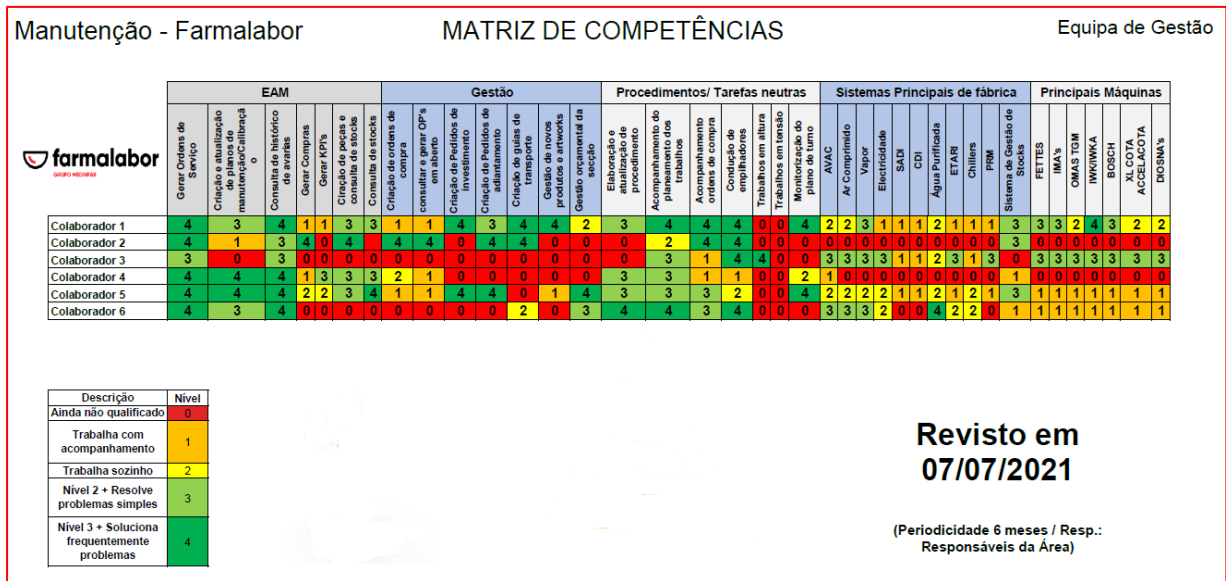


Figura 4.1. Matriz de competências da equipa de gestão de manutenção.

#### 4.1.2. Matriz de competências da equipa de manutenção de sistemas de apoio

Para a matriz de competências da equipa de manutenção de sistemas de apoio foi considerado o nível de competência junto de todos os sistemas de apoio da fábrica, como demonstrado na Figura 4.2

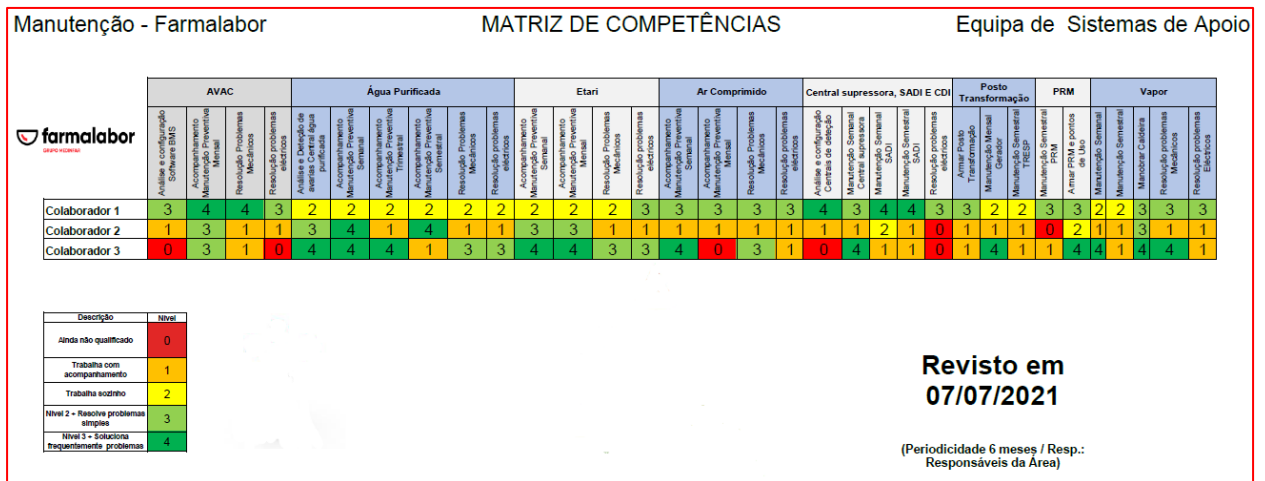


Figura 4.2. Matriz de competências da equipa de manutenção de sistemas de apoio.

### 4.1.3. Matriz de competências da equipa de manutenção de equipamentos produtivos

Para a equipa de manutenção de equipamentos produtivos, foi considerado o nível de à-vontade junto de todos os equipamentos produtivos, separados por embalagem, formas sólidas, formas líquidas e pastosas e logística, como demonstra a Figura 4.3.

farmalabor GRUPO HEDINAR		COLABORADORES						
		Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3	Colaborador 4	Colaborador 5	Colaborador 6	
SÓLIDOS	FETTE's P1200 / I	3	1	4	1	3	4	
	FETTE FESS	3	0	3	1	3	3	
	BOSCH + KKE 1400GKF	3	0	4	0	3	4	
	MG 2	4	1	4	0	2	4	
	DIOSNA P400	3	1	4	1	3	3	
	DIOSNA CAP600	3	1	4	1	3	3	
	DIOSNA CCS600	3	1	4	0	3	3	
	SERVOLIFT BLENDER	3	1	4	1	4	4	
	SERVOLIFT COLUNAS	3	1	3	1	4	4	
	SERVOLIFT SALA 28	3	1	4	1	2	2	
	SERVOLIFT WIP	3	1	3	1	4	4	
	MEGA ESTUFA	3	1	4	1	2	2	
	RC600	2	1	3	1	4	4	
	ESTUFA SECAGEM MAT. LMP.	3	1	4	1	3	3	
	XL COTA 350	3	1	4	1	3	3	
	ACCELACOTA	4	2	4	1	4	4	
	ESTUFA SILASE	4	1	4	1	4	4	
	LÍQUIDOS E PASTOSOS	FRYMA KORUMA	2	2	3	1	4	4
		REATOR SILASE ANTIDEFLAGRANTE	3	4	3	1	4	4
		REATOR SILASE	4	4	4	1	4	4
SARONG		3	0	4	1	4	4	
CIP MULLER		3	4	3	0	3	3	
TONAZZI		2	4	4	0	4	4	
IWK + IWKA+WIPOTEC+MPACK		2	4	3	1	4	4	
KBW+GERMARCK		3	4	4	1	4	4	
OMAS + TGM + WIPOTEC		2	4	2	1	4	4	
VALINOX		3	4	2	1	3	3	
RES E DEPÓSITOS SALAS 40, 54 E 55		3	4	4	1	4	4	
UNIFILL		3	4	3	0	4	4	
EMBALAGEM	KING SALA 96 + ROTULADORA	3	4	3	1	4	4	
	TR130-K150+WIPOTEC+MPACK	3	4	3	1	3	3	
	NOACK+FABRIMA+WIPOTEC	2	4	3	1	4	4	
	TR135-A83+WIPOTEC+MPACK	2	4	3	1	3	3	
	TR135S-A83E+WIPOTEC+MPACK	2	4	2	1	3	3	
	CAM	2	4	3	3	4	4	
	ENFLEX	2	4	4	1	4	4	
BA50	2	4	4	1	4	4		
LOGÍSTICA	SALA PESAGENS LÍQUIDOS	3	0	3	1	3	3	
	SALA PESAGENS SÓLIDOS	3	0	3	1	3	3	
	ROBUSTO	4	4	3	4	4	4	

Descrição	Nível
Ainda não qualificado	0
Trabalha com acompanhamento	1
Trabalha sozinho	2
Nível 2 = Resolve problemas simples	3
Nível 3 = Soluciona frequentemente problemas	4

**Revisto em**  
**07/07/2021**

(Periodicidade 8 meses / Resp.:  
Responsável da Área)

Figura 4.3. Matriz de competências da equipa de manutenção de equipamentos produtivos.

## 4.2. Tabela de criticidade dos equipamentos

Foi construída uma tabela de criticidade com parâmetros logicamente aplicáveis a toda a maquinaria da fábrica, no entanto serão apresentados os resultados apenas relativos aos equipamentos englobados pelo estudo, isto é, as máquinas das linhas de embalagem 4 e 5 e as máquinas das linhas das salas 12, 13, 14 e 17. A escolha de cada critério, bem como a pontuação atribuída a cada resposta possível foram decididos em colaboração com o responsável da manutenção. A listagem dos critérios e sua pontuação encontram-se indicados na Tabela A.1 do apêndice A.

Com base nos resultados é atribuído um índice de criticidade a cada equipamento e o nível de urgência em aplicar de facto a manutenção preventiva como referenciado na Tabela A.2 do apêndice A. Além disso, o índice de criticidade revela-se importante para a gestão da manutenção, por exemplo, relativamente ao estabelecimento de prioridades de intervenção ou adequação de stock de peças sobresselentes para dado equipamento.

As pontuações atribuídas a cada critério para cada equipamento avaliado foram atribuídas com a cooperação do responsável da manutenção e dos supervisores de manutenção tanto dos equipamentos produtivos como dos sistemas de apoio. A Tabela 4.1 demonstra os resultados obtidos.

**Tabela 4.1.** Critérios da tabela de criticidade

Linha/Sala	Equipamento	1	2	3 a)	3 b)	3 c)	4	5	6	7	8	9	Total
Linha 5	Refrigerador	4	4	0	3	0	2	2	0	1	2	3	21
Linha 5	GUK	4	4	2	3	0	2	2	1	1	0	2	21
Linha 5	IMA TR135	4	4	0	3	0	0	0	1	0	1	2	15
Linha 5	IMA A83	4	4	0	3	0	0	0	1	0	1	2	15
Linha 5	Wipotec	4	4	0	3	0	0	0	1	0	1	2	15
Linha 5	Multipack	4	4	0	3	0	0	0	1	0	1	2	15
Linha 4	Refrigerador	4	4	0	3	0	2	2	0	1	2	3	21
Linha 4	GUK	4	4	2	3	0	2	2	1	1	0	2	21

Linha 4	IMA TR135E	4	4	0	3	0	0	0	1	0	1	2	15
Linha 4	IMA A83E	4	4	0	3	0	0	0	1	0	1	2	15
Linha 4	Wipotec	4	4	0	3	0	0	0	1	0	1	2	15
Linha 4	Multipack	4	4	0	3	0	0	0	1	0	1	2	15
Sala 12	Servolift	4	2	2	0	3	2	2	0	1	2	3	21
Sala 12	Despoeirador	4	4	0	3	0	0	0	0	1	1	3	16
Sala 12	Fette P1200	4	4	0	3	0	2	0	0	1	2	3	19
Sala 12	CheckMaster	2	2	0	3	0	0	2	0	1	2	3	15
Sala 12	Detetor metais	2	2	0	3	0	0	2	0	1	2	3	15
Sala 13	Servolift	4	2	2	0	3	2	2	0	1	2	3	21
Sala 13	Despoeirador	4	2	0	3	0	0	2	0	1	2	3	17
Sala 13	Fette P1200 i	4	4	0	3	0	2	0	1	0	2	3	19
Sala 13	CheckMaster	2	2	0	3	0	0	2	0	1	2	3	15
Sala 13	Detetor metais	2	2	0	3	0	0	2	0	1	2	3	15
Sala 14	Servolift	4	2	2	0	3	2	2	0	1	2	3	21
Sala 14	Despoeirador	4	4	0	3	0	0	0	0	1	1	3	16
Sala 14	Fette P1200 c	4	4	0	3	0	2	0	0	1	2	3	19
Sala 14	CheckMaster	2	2	0	3	0	0	2	0	1	2	3	15
Sala 14	Detetor metais	2	2	0	3	0	0	2	0	1	2	3	15
Sala 17	Servolift	4	2	2	0	3	2	2	0	1	2	3	21
Sala 17	Bosch GKF 1400	4	4	0	3	0	0	0	0	0	1	3	15
Sala 17	Bosch KKE	4	4	0	3	0	0	0	0	0	1	3	15

Sala 17	Detetor metais	2	2	0	3	0	0	2	0	1	2	3	15
Sala 17	Despoeirador	4	4	0	3	0	0	0	0	1	1	3	16

Os resultados da tabela de criticidade refletem de forma comparável a criticidade dos equipamentos sob alçada do estudo, de onde resulta que todos os equipamentos das linhas analisadas são de índice de criticidade crítico ou importante (de acordo com a Tabela A.2 do apêndice A). A importância da aplicação de manutenção preventiva aos equipamentos estudados fica também esclarecida com base nos critérios pré-definidos, uma vez que todos os equipamentos são designados como equipamentos cuja aplicação de manutenção preventiva é crítica ou importante segundo os critérios indicados na Tabela A.1 do apêndice A.

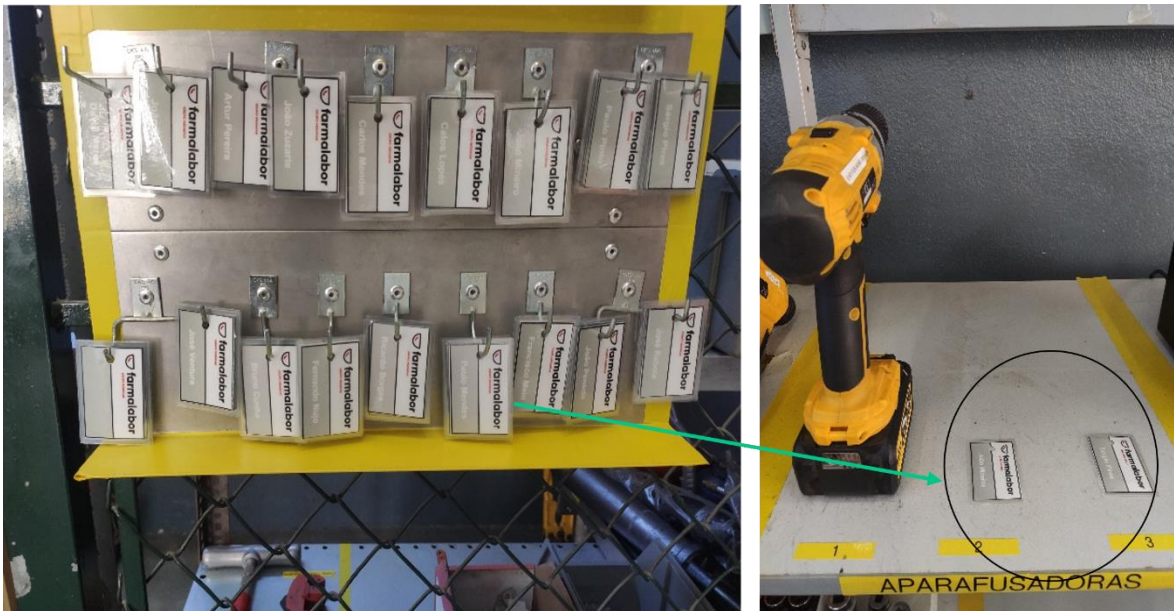
### 4.3. 5S do ferramental

Verificou-se que existiam enormes ineficiências associadas à não existência de qualquer gestão das ferramentas, o que implica perdas de ferramentas e conseqüentemente perda de tempo a procurá-las. Aliada à perda de ferramentas estava a desorganização e sujidade nas zonas de arrumação das mesmas. De forma a reduzir os desperdícios associados, recorreu-se à ferramenta de optimização de espaços de trabalho 5S. Neste sentido foram realizadas as seguintes ações:

1. Iniciou-se o processo pela triagem do ferramental, móvel de apoio ao ferramental e carro de serviço, de onde foi retirado tudo o que não eram ferramentas e as ferramentas obsoletas. Nesta fase foi criado um inventário de todas as ferramentas existentes;
2. Iniciou-se o processo de organização, onde foram delimitados os locais destinados a arrumar as ferramentas. Foram também colocadas etiquetas de identificação nos respetivos locais e nas ferramentas. Seguiu-se o princípio de colocar com maior acessibilidade as ferramentas mais utilizadas;
3. Limpeza do espaço de trabalho, de forma a facilitar a organização e interpretação das sinalizações visuais;

4. Foi estabelecido um procedimento de requisição de ferramentas, de forma a garantir que a arrumação destas se mantém inalterada. Para tal foram criados cartões de identificação para todos os membros do departamento da manutenção. O procedimento consiste em 4 etapas muito simples (exemplificado na Figura 4.4):

- Retirar a ferramenta a utilizar do seu local.
- Colocar um cartão de identificação, criado para o propósito, no local da ferramenta
- Utilizar a ferramenta.
- Retirar o cartão e recolocar a ferramenta no seu local delimitado.



**Figura 4.4.** Utilização dos cartões identificativos.

5. Foi criado um procedimento de inspeção incluído no circuito kamishibai que será abordado no subcapítulo 4.4., que de forma sucinta consiste em verificar se as ferramentas inventariadas se encontram nos locais definidos, se o procedimento de requisição está a ser respeitado e se as condições de limpeza estão a ser cumpridas.

As Figura B.1, Figura B.2 do Apêndice B, demonstram diferenças entre o antes e o pós da realização do 5S. Nas Figura B.3 e Figura B.4 também do Apêndice B, está exemplificada a metodologia de delimitação do espaço de arrumação de cada ferramenta.

#### 4.4. Circuito kamishibai e PDCA

Circuito kamishibai foi a designação atribuída a um conjunto de kamishibais que se destinam a verificar as condições de limpeza e organização dos diversos espaços de trabalho da manutenção. Associado a este conjunto de kamishibais está um ciclo PDCA que será alimentado pelas falhas detetadas durante a realização dos kamishibais e que irá visar a extinção das mesmas.

O circuito kamishibai engloba kamishibais às várias secções do ferramental, do móvel de apoio e do carro de ferramentas de serviço, o escritório da gestão de manutenção e os diversos espaços de trabalho da oficina, como a fresadora, o torno ou as bancadas de trabalho. A Figura 4.5 demonstra um exemplo de um dos cartões kamishibai criados para o referido propósito. Na Figura C.1 do apêndice C está representado o ciclo PDCA associado ao circuito kamishibai.

The image shows two side-by-side Kamishibai cards. The left card is green and the right card is red. Both cards have a title 'Kamishibai Ferramental' and a checkmark icon in the top right corner. Below the title, there are two input fields: 'Manutenção' and 'Data'. The main body of each card contains three checklist items, each with a corresponding checkbox on the right: 'Todas as ferramentas inventariadas encontram-se presentes', 'As ferramentas em falta encontram-se requisitadas', and 'As condições de limpeza e arrumação mantêm-se inalteradas'. At the bottom of each card, there is an 'Autor' field.

Figura 4.5. Cartão kamishibai do ferramental.

#### 4.5. Caminho das ordens de serviço

Durante a realização de manutenções preventivas é de todo o interesse o aproveitamento da paragem da máquina e/ou da linha de produção para a realização de intervenções corretivas pendentes, mas para tal é necessário ter conhecimento prévio das condições necessárias para a realização das mesmas. Posto isto, é crucial saber de antemão as necessidades de materiais para completar tais ações de forma a no momento da intervenção, esta não ficar comprometida pela sua falta, bem como é de extrema importância estar munido de uma previsão do tempo necessário para completar as potenciais intervenções



corretivas, de forma a conseguir indicar de forma precisa ao planeamento o tempo necessário de paragem da linha ou máquina.

A gestão de todos os ativos da empresa é realizada no software Infor EAM® através de ordens de serviço e à data do início do estudo, o caminho percorrido pelas mesmas não possibilitava a recolha das referidas informações. Anteriormente uma ordem de serviço seguia o percurso esquematizado no fluxograma da Figura 4.6, mediante trocas sucessivas do seu *status*. Em detalhe, quando aberta por um supervisor da Produção a OS assumia o status de “Solicitação de Serviço”, enquanto que, quando aberta por um membro da Manutenção a OS assumia imediatamente o status de “Emitido”. Uma vez emitida, a OS seria designada a um ou mais técnicos de manutenção, que caso não necessitassem de materiais para realizar a intervenção, cumpriam a mesma, e o status da OS passaria diretamente de “Emitido” para “Trabalho Finalizado”. No caso de se depararem com necessidade de materiais, os técnicos realizavam um pedido de materiais e a OS via o seu estado ser alterado para “Pedido de Materiais”. Se o pedido existisse em stock o gestor de armazém voltaria a passar a ordem imediatamente para “Emitido”, caso não existisse em stock, o gestor de armazém coloca a OS em “Aguarda Cotação” e após a ordem de compra ser orçamentada e aprovada a OS passava para “Aguarda Materiais” até à receção dos mesmos. Após isto a OS era novamente emitida para um técnico. De “Trabalho Finalizado”, após revisão junto do supervisor da manutenção, a OS via finalmente o seu status mudar para “Concluído”.

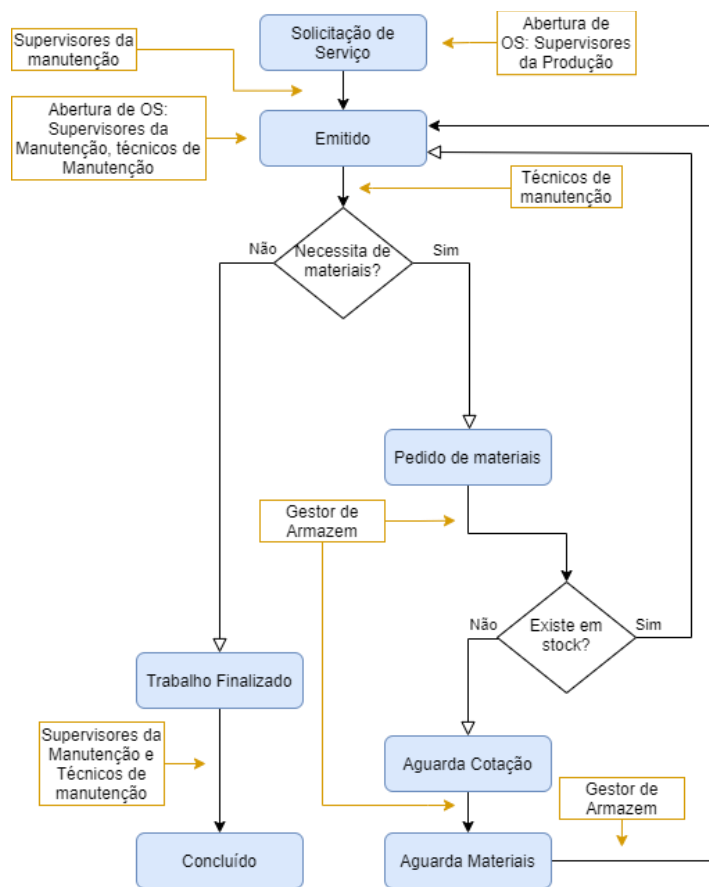


Figura 4.6. Fluxograma do anterior caminho das OS.

Este workflow não possibilitava a recolha atempada das necessidades de materiais e do tempo de paragem necessário dos equipamentos, o que levava a adiamentos de OS por falta de condições ou a desvios consideráveis ao planeamento que se traduzem em tempos de paragem além dos planeados. De forma a corrigir o problema identificado foi então implementado, com a cooperação do supervisor da manutenção, um percurso diferente para as ordens de serviço, que visa a possibilidade de recolha de informação relativamente às necessidades de materiais e de tempo de paragem com vista à extinção dos trabalhos não planeados.

O percurso atual das ordens de serviço está esquematizado no fluxograma da Figura 4.7. Agora, quando aberta por um supervisor da Produção a OS assume o status de “Solicitação de Serviço” e quando aberta por um membro da Manutenção a OS assume o status de “Em Avaliação”. Este status anteriormente inexistente corresponde ao instante em que é solicitado a um técnico que se desloque até ao equipamento ou linha em causa e que

avaliar as necessidades para a realização da intervenção, isto é, estimar o tempo necessário e levar a cabo um levantamento de todos os materiais necessários e efetuar o registo destas necessidades na OS no software de gestão de ativos. Mediante os resultados da avaliação, a OS pode seguir caminhos distintos. Se for possível a execução imediata, o técnico logo após o momento da avaliação realiza a intervenção e a OS muda o seu status para “Trabalho Finalizado”. Se a execução imediata não for possível e não houver necessidade de materiais, a OS muda o status para “Aguarda Planeamento”. Caso exista necessidade de materiais é realizado um pedido de materiais e o técnico muda o status da OS para “Pedido de Materiais”. Se os materiais pedidos existirem em stock, o gestor do armazém coloca a OS em “Emitido” ou em “Aguarda Planeamento” caso a execução imediata do pedido seja possível ou não, respetivamente. Caso não exista em stock o gestor de armazém coloca a OS em “Aguarda Cotação” e após a ordem de compra ser orçamentada e aprovada, a OS passa para “Aguarda Materiais” até à receção dos mesmos. Após receção, a OS é colocada em “Aguarda Planeamento”. Uma vez atingido o status de “Aguarda Planeamento”, já são conhecidas todas as necessidades da intervenção e a OS segue para o estado de “Emitido” e é designada a um ou mais técnicos. Após a realização da ação corretiva, a OS vê o seu estado mudar para “Trabalho Finalizado” e posteriormente após revisão da OS junto do supervisor para “Concluído”.

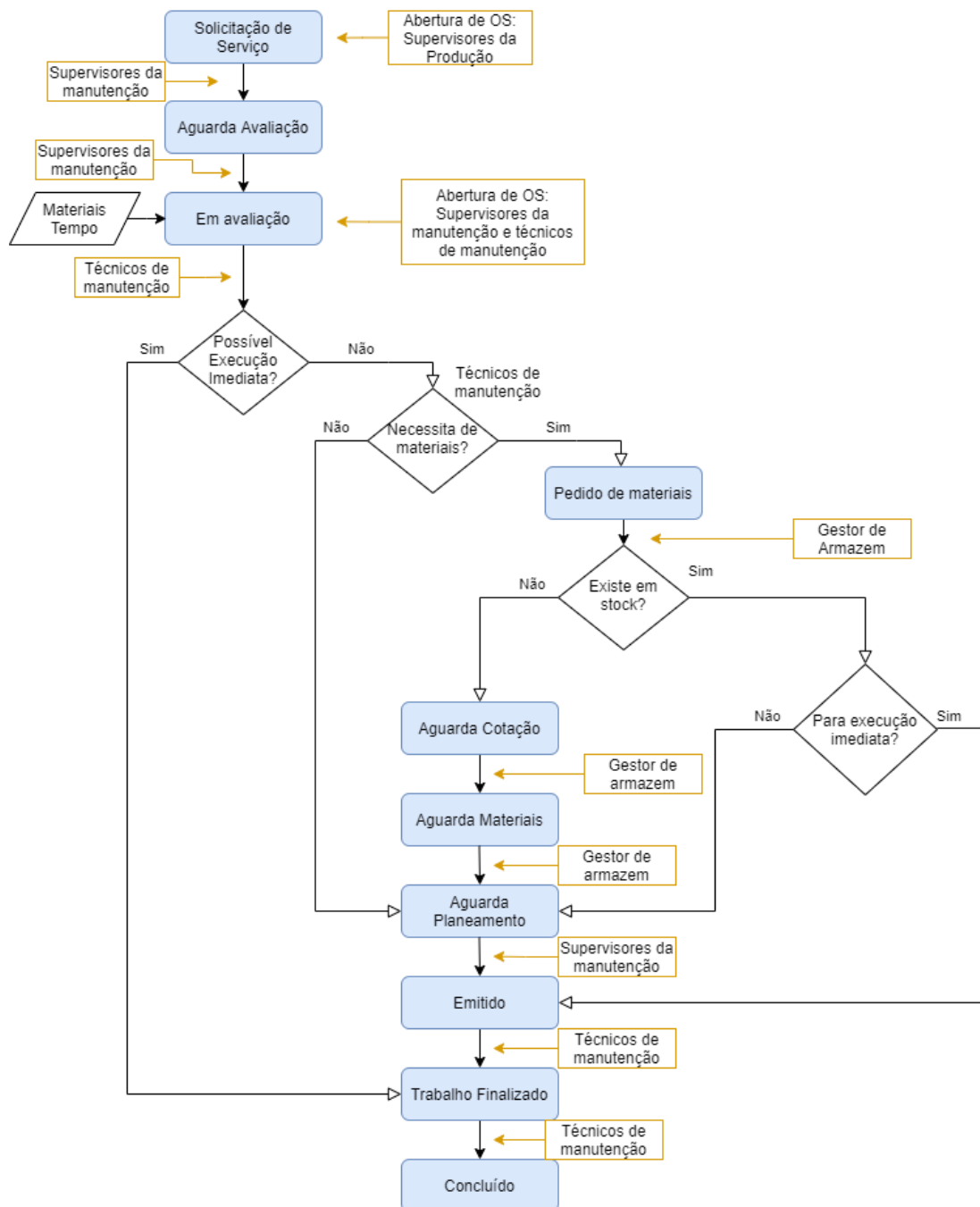


Figura 4.7. Fluxograma do novo caminho das OS.

## 4.6. Código de imputação de análise de falhas

Foi criado um código de imputação de análise de falhas, que fica associado a cada ordem de serviço no EAM, com seguintes parâmetros definidos em conjunto com o responsável da manutenção:

- Diagnóstico de falha - Permite identificar as principais causas de falhas e reconhecer assim debilidades e consequentemente oportunidades de melhoria;
- Natureza de falha - Permite uma melhor gestão dos recursos humanos em relação à necessidade de técnicos mais capacitados a nível mecânico ou elétrico por exemplo;
- Impacto na qualidade, ambiente e segurança - Permite fazer a distinção estatística da criticidade das falhas observadas;
- Impacto na produção - Permitir perceber a gravidade das falhas para a produção, o que torna possível fazer a distinção estatística entre falhas com mais ou menos peso neste parâmetro.

Para cada parâmetro foi criada uma lista de possíveis respostas pré-definidas como representado na Figura 4.8, o que se irá traduzir numa maior normalização dos dados recolhidos pelo EAM.

The figure displays four separate software forms arranged in a 2x2 grid, each used for data entry in a fault analysis system. Each form includes a title, a dropdown menu for selection, and a list of predefined values.

- Diagnóstico da falha:** Lists causes such as 'Consequência de falha anterior', 'Desgaste natural', and 'Problemas de setup'.
- Impacto Qualidade Ambiente e Segurança:** Lists impact levels like 'Falha crítica para o produto' and 'Falha não crítica'.
- Natureza da falha:** Lists fault types such as 'Elétrica', 'Hidráulica', and 'Mecânica'.
- Impacto produção:** Lists production impacts like 'Paragem de equipamento' and 'Sem impacto'.

Figura 4.8. Código de imputação de análise de falhas.

## 4.7. Facilitação de documentação técnica

Uma das maiores ineficiências detetadas durante o acompanhamento das manutenções preventivas e corretivas foi a dificuldade de acesso à documentação técnica dos equipamentos, isto é, manuais de instruções (instalação, operação, mudanças de formatos, manutenção, etc.), esquemas elétricos, esquemas hidráulicos, esquemas pneumáticos, circuitos de lubrificação e listagem de peças sobresselentes. Esta dificuldade explica-se pela impossibilidade de colocar esta documentação junto dos equipamentos como é comum e recomendado para a generalidade das indústrias, mas não permitido para a farmacêutica. De forma a solucionar esta ineficiência procedeu-se às seguintes ações:

- Organização de toda a documentação técnica existente em formato digital.
- Digitalização da documentação técnica não existente em formato digital.
- Criação de uma pasta partilhada com toda a documentação técnica e procedimentos de manutenção preventiva organizada por setor, linha, equipamento à qual foi dada permissão aos técnicos de manutenção para aceder a partir dos seus tablets.
- Criação de um código QR para cada equipamento, que é associado à documentação técnica e aos procedimentos de manutenção de cada equipamento, através da pasta partilhada.
- Colagem do código QR junto dos equipamentos como representado na Figura 4.9.

Através do fácil acesso a toda a documentação técnica eliminou-se de forma permanente os desperdícios associados a esta ineficiência.



Figura 4.9. Códigos QR de acesso à documentação técnica.

### 4.8. Quadro 3C

Foi construído um quadro 3C de acordo com a base teórica explicada no subcapítulo 2.13, numa folha A3 de forma a facilitar a análise visual. A Figura 4.10 expõe uma utilização da ferramenta elaborada, neste caso, para a análise de um problema na formação dos alvéolos na blisteradora “IMA TR135 E”.

farmalabor		Formulário 3 C - Caso, Causas e Contramedidas																
Tema	<b>FORMAÇÃO ALVÉOLOS DESALINHADOS</b>	Equipa	<b>MANUTENÇÃO</b>															
		Data	<b>01/06/21</b>															
Explicação do Caso - 1 (Caracterize o problema (esquerda, por agora, as soluções)		Causas - 2 (Os 5 porquê ésto tentamos)																
<p>→ Desalinhamento de alvéolos entre formação</p> <p>→ Troca de PVC e formato</p>		<p>1) Temperatura Ext. Placas Pri. AQ</p> <p>2) folga nos placas Pri. AQ</p> <p>3) Extratores Desalinhados formação</p> <p>4) folga das peças auto-centrantes desequilibradas</p>																
O que acontece	<b>Desalinhamento</b>																	
Quando acontece	<b>Frequência Aleatória</b>																	
Onde acontece	<b>IMA TR 135 E</b>																	
Com quem acontece	<b>N.A.</b>																	
Como acontece	<b>Ao formar</b>																	
Quanto custa	<b>TBD</b>																	
Contra Medidas - 3		Planeamento e comprometimento - 4																
<p>1) Temperatura OK ✓</p> <p>2) folga OK ✓</p> <p>3) Extratores OK ✓</p> <p>4) Desajustado → Ajustar ✓</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ação</th> <th>Quem o faz</th> <th>Data fim</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4)</td> <td><b>C. LOPE S</b></td> <td><b>01/06/21</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>4) Alinhados as peças dos auto-centrantes</p>		Ação	Quem o faz	Data fim	4)	<b>C. LOPE S</b>	<b>01/06/21</b>									
Ação	Quem o faz	Data fim																
4)	<b>C. LOPE S</b>	<b>01/06/21</b>																

Figura 4.10. Utilização do quadro 3C.





## **5. OPTIMIZAÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

Plano de manutenção é um conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção (NP EN 13306 Terminologia Da Manutenção, 2007). Ao nível dos planos de manutenção, o trabalho desenvolvido para a sua optimização incluiu a revisão dos planos que se encontravam em vigor, quando existentes, a revisão da documentação técnica, do histórico da máquina e acompanhamento de manutenções, tudo isto com vista a otimizar o plano de tarefas e as periodicidades das mesmas, elaboração de um procedimento de manutenção preventiva para cada equipamento, atualização da lista de materiais e atualização das durações planeadas.

### **5.1. Manuais das máquinas**

Os manuais das máquinas são estruturados de forma a fornecer informação sobre instalação, transporte, operação, instruções de segurança, trocas de formatos (quando aplicável), problemas comuns e soluções/resoluções para os mesmos e ainda instruções gerais de manutenção. As instruções de manutenção tipicamente dividem-se em instruções de manutenção preventiva e instruções de manutenção corretivas de problemas mais comuns. As instruções de manutenção preventiva são expostas segundo o tempo de produção da máquina em causa ou segundo intervalos de tempo sistemáticos. As tarefas de manutenção e a periodicidade definidas pelo fabricante são idealizadas com base em determinadas condições de operação e sem a consideração da optimização da relação custo benefício das atividades de manutenção, pelo que, em alguns casos, podem ser propostas excessivas. É assim importante ajustar os planos de manutenção sugeridos pelos fabricantes às necessidades efetivas de cada equipamento de acordo com a sua utilização real.

### **5.2. Acompanhamento das manutenções preventivas e corretivas**

O acompanhamento das manutenções preventivas permitiu identificar ineficiências existentes nos planos em uso, como: algumas faltas de documentação técnica; atrasos logísticos, que por exemplo surgem da falta de ferramentas imprescindíveis para a

atividade; ausência na lista de tarefas de tarefas de manutenção que estavam a ser realizadas por autonomia dos técnicos de manutenção; e ainda e de alguma forma relacionado, a falta de consistência na realização de tarefas na medida em que dependendo do técnico de manutenção uma tarefa era realizada por processos diferentes, que nem sempre conduzem aos mesmos resultados, como por exemplo a utilização de produtos diferentes para realizar uma limpeza ou a utilização de lubrificantes diferentes no mesmo ponto de lubrificação e ausência de ações de manutenção nos planos de manutenção preventiva em alguns órgãos críticos das máquinas, como a verificação de apertos ou desgaste.

Durante o acompanhamento das manutenções foram realizadas cronometragens do tempo despendido durante a manutenção preventiva, uma informação extremamente importante para o planeamento. O acompanhamento permitiu também identificar a sequência de realização das tarefas de manutenção preventiva mais fluída, que visa eliminar as perdas de tempo características de uma sequência de tarefas aleatória, como deslocamentos desnecessários.

O constante questionário aos técnicos de manutenção relativamente às atividades realizadas durante as intervenções permitiu dar resposta a questões como a adequabilidade de determinada atividade ou se a sua periodicidade é justificada, bem como a identificação de alguns pontos por eles considerados como importantes de serem realizados e que se encontravam em falta. O acompanhamento das manutenções, preventivas e corretivas, revelou-se também como uma atividade fundamental para o conhecimento mais aprofundado das máquinas sob alçada do estudo, o que facilitou de forma notável a compreensão do funcionamento das mesmas e o efeito das ações de manutenção no seu bom funcionamento.

### **5.3. Análise do histórico das máquinas**

A análise do histórico das máquinas tem o potencial de facilitar a identificação de avarias recorrentes e de obtenção de indicadores de performance seja da máquina como elemento singular ou mesmo de toda a linha. É importante ter a noção de que o potencial da análise de dados do histórico da máquina é drasticamente afetado pela qualidade do método de recolha de dados existente. Este facto reflete a importância de se investir tempo no

planeamento da metodologia de recolha de dados e conseqüente construção de histórico de máquinas.

A recolha do histórico das máquinas foi feita através do EAM segundo uma compilação de todas as ordens de serviço associadas à máquina em causa e, no momento da recolha de dados, cada registo continha entre outros os seguintes parâmetros:

- O código da máquina e a sua descrição
- O sistema/linha a que a máquina está associada
- O nº da ordem de serviço
- O tipo de intervenção
- Uma curta descrição da intervenção
- A data do informe
- A data de início
- A data de conclusão

Os dados possíveis de serem analisados apresentavam no momento em que foram recolhidos problemas associados à identificação de avarias recorrentes, na medida em que a descrição da OS efetuada pelos técnicos de manutenção não segue qualquer linha de standardização e são tipicamente demasiado resumidas ou não descritivas de todo. Isto significa que no caso de avarias recorrentes, estas podem ter sido reportadas de forma distinta o que dificulta ou até mesmo inviabiliza a associação das mesmas. Adicionalmente, as informações temporais recolhidas, como a data de início e de conclusão, não se revelaram úteis, uma vez que as datas não são fidedignas, devido a frequentemente a ordem de serviço ser preenchida e fechada muito tempo após a realização da mesma. No geral, os dados recolhidos foram pouco esclarecedores, sendo apenas possível distinguir os equipamentos mais intervencionados e, em raros casos, detetar alguns problemas recorrentes, que serão abordados a título de exemplo no subcapítulo 5.4.

Foi realizado também um levantamento das ordens de serviço do tipo manutenção corretiva associadas às várias máquinas alvo de estudo, durante o período de 1 de fevereiro de 2019 a 28 de fevereiro de 2021, o que desencadeou a construção dos gráficos de barras das Figura 5.1 e Figura 5.2, que permitem perceber quais os equipamentos e linhas tipicamente mais problemáticas.

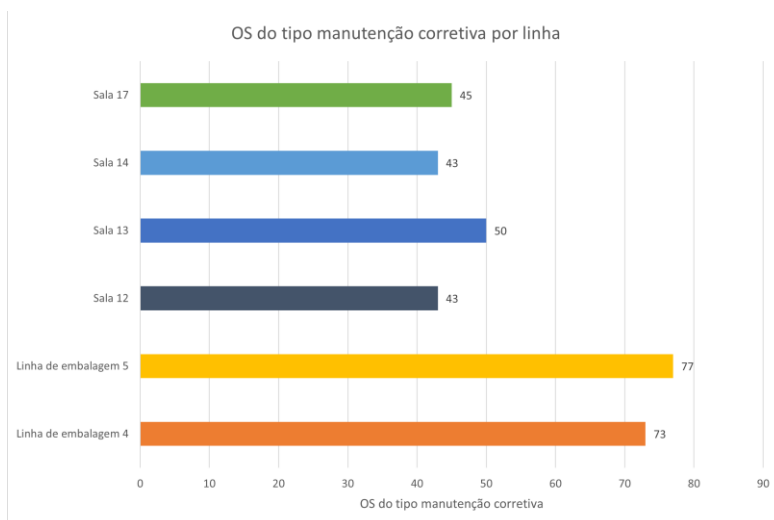


Figura 5.1. OS de manutenções corretivas por linha. Dados relativos ao período de 1 de fevereiro de 2019 a 31 de fevereiro de 2021.

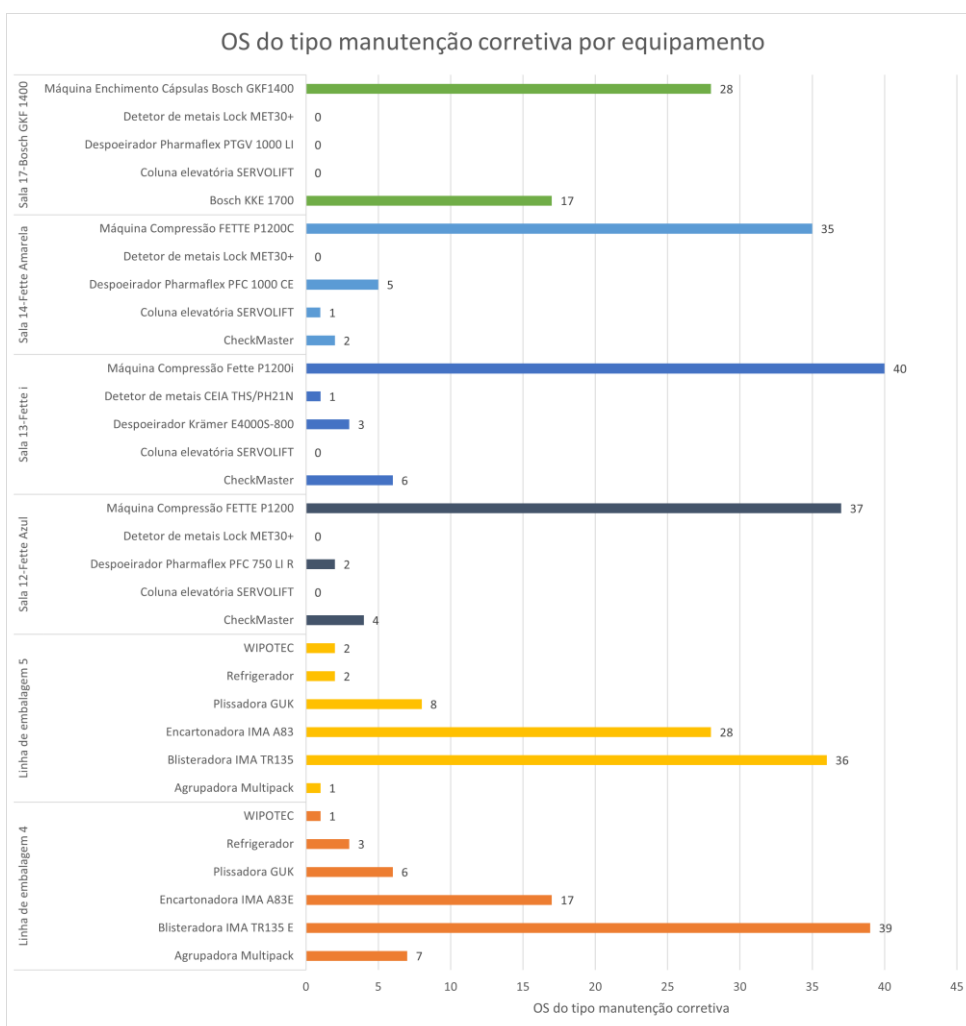
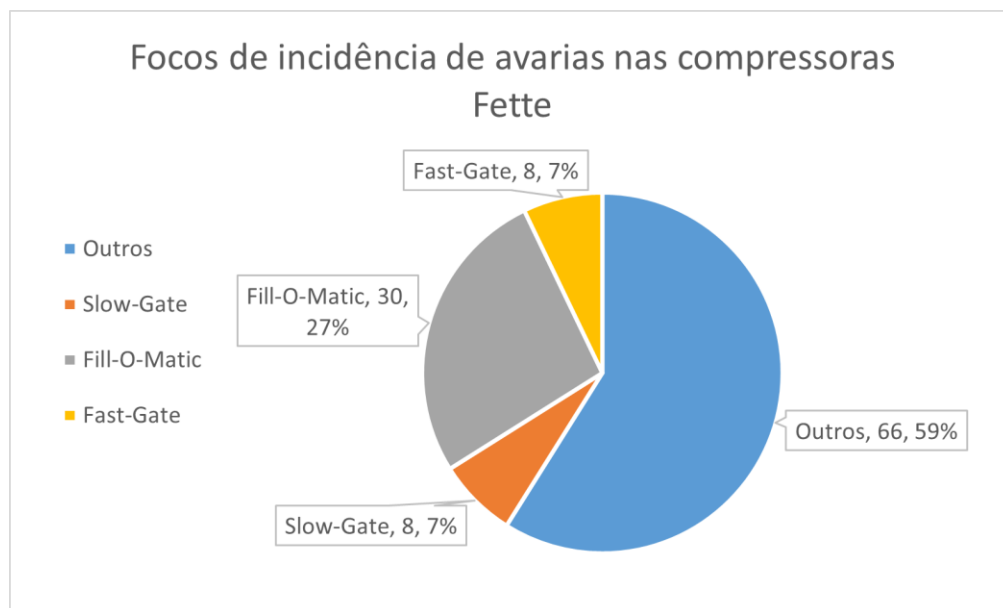


Figura 5.2. OS de manutenções corretivas por equipamento. Dados relativos ao período de 1 de fevereiro de 2019 a 31 de fevereiro de 2021.

## 5.4. Exploração de falhas recorrentes

### 5.4.1. Compressoros Fette

A análise do histórico das três compressoras de comprimidos “Fette” permitiu perceber que existiam três grandes grupos de falhas comuns aos três equipamentos, sendo elas focadas no sistema de alimentação de pó, “Fill-O-Matic”, no sistema de rejeição por sopro, “Fast-Gate”, e no sistema de amostragem e no sistema de rejeição por grupo que são equipados com o mesmo módulo, “Slow-Gate”. O gráfico da Figura 5.3 suporta estas observações, com 41% das OS emitidas para manutenções corretivas incidentes nas compressoras, durante o período de 1 de fevereiro de 2019 a 28 de fevereiro de 2021, a estarem relacionadas com falhas no “Fill-O-Matic”, “Slow-Gate” e “Fast-Gate”. As avarias relacionadas com o “Fill-o-Matic” e com a “Slow-Gate” implicam necessariamente a paragem das linhas afetando a disponibilidade dos equipamentos, por outro lado as avarias relacionadas com a “Fast-Gate” implicam apenas perdas de performance.



**Figura 5.3.** Focos de incidência das OS de manutenções corretivas nas compressoras “Fette”.

Os principais problemas que advêm dos “Fill-O-Matic” resultam dos processos de *setup* da máquina, através de empenos resultantes da montagem, ou de corpos estranhos que se infiltram no pó da alimentação, como esquematizado no diagrama causa-efeito da Figura 5.4. De forma a procurar solucionar estes problemas, adquiriu-se um conjunto suplente “Fill-O-Matic”, que é compatível com as três compressoras. Passou-se então a ter

quatro conjuntos completos “Fill-O-Matic” compatíveis com as três compressoras. Esta medida gerou imediatamente três grandes benefícios diretos:

- A rotação dos quatro “Fill-O-Matic” pelas três compressoras permite que a manutenção preventiva deste módulo possa ser realizada em separado das compressoras, sem paragem do equipamento e consequentemente sem a urgência de disponibilizar a linha o quanto antes, além de poder ser realizada na oficina da manutenção e não nas salas das máquinas;
- Reduzir o tempo de manutenção preventiva das compressoras, uma vez que a manutenção preventiva dos “Fill-O-Matic” foi desagregada da manutenção do resto do equipamento;
- Em caso de avaria de um dos três Fill-O-Matic em trabalho, este pode ser rapidamente substituído pelo que se encontra em condição de suplente, reduzindo assim o potencial tempo de paragem.

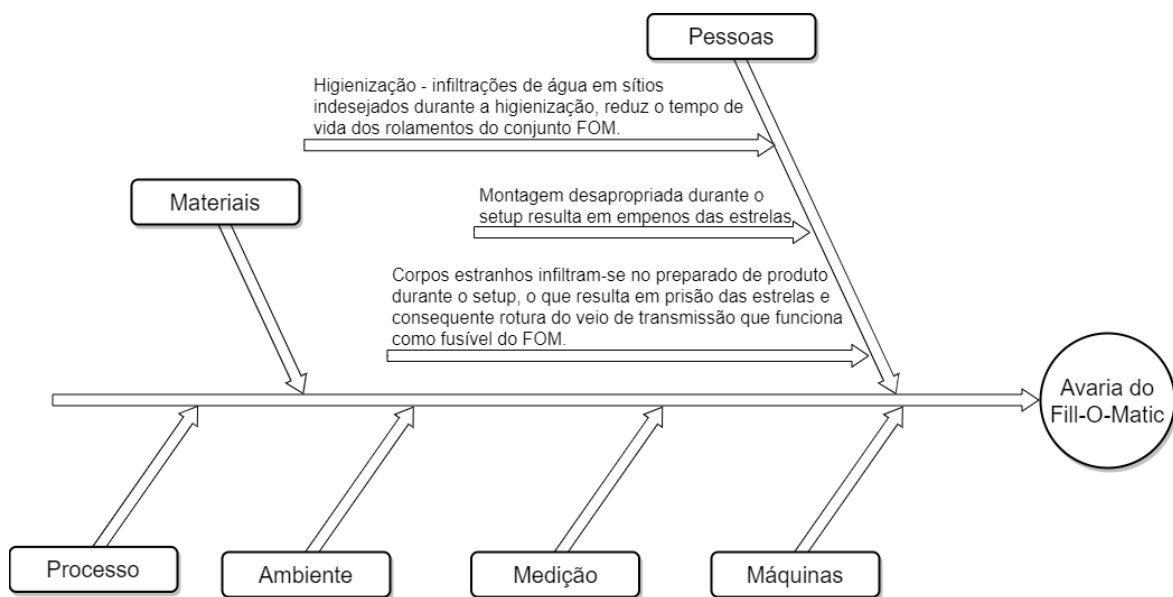


Figura 5.4. Diagrama de causa-efeito, avaria do “Fill-O-Matic”.

Relativamente aos problemas relacionados com o módulo “Slow-Gate”, optou-se por adicionar às tarefas de manutenção preventivas bimestrais, que já contemplava a verificação da liberdade de movimento do solenoide, uma limpeza e verificação detalhada de todo o módulo, que inclui a verificação do estado da mola e da capacidade de leitura do sensor que deteta a mudança de estado da porta de separação.

O módulo “Fast-Gate” não é sujeito a qualquer manutenção, quer por recomendação do fabricante quer pela inacessibilidade ao mesmo por parte dos técnicos de manutenção, por questões de higienização. De facto, é do processo de higienização que resultam a maioria das falhas relacionadas com este módulo, que durante a produção está em contacto com produto. Da má higienização resultam restos de pó que se misturam com a água durante a lavagem do módulo “Fast-Gate”, e que após a secagem do mesmo gera uma massa dura que impede o bom funcionamento do módulo. A Figura 5.5 reflete a utilização da ferramenta “5 Porquês” na análise desta falha. A única medida possível para resolver esta falha passou pela sensibilização das equipas de limpeza para este problema.

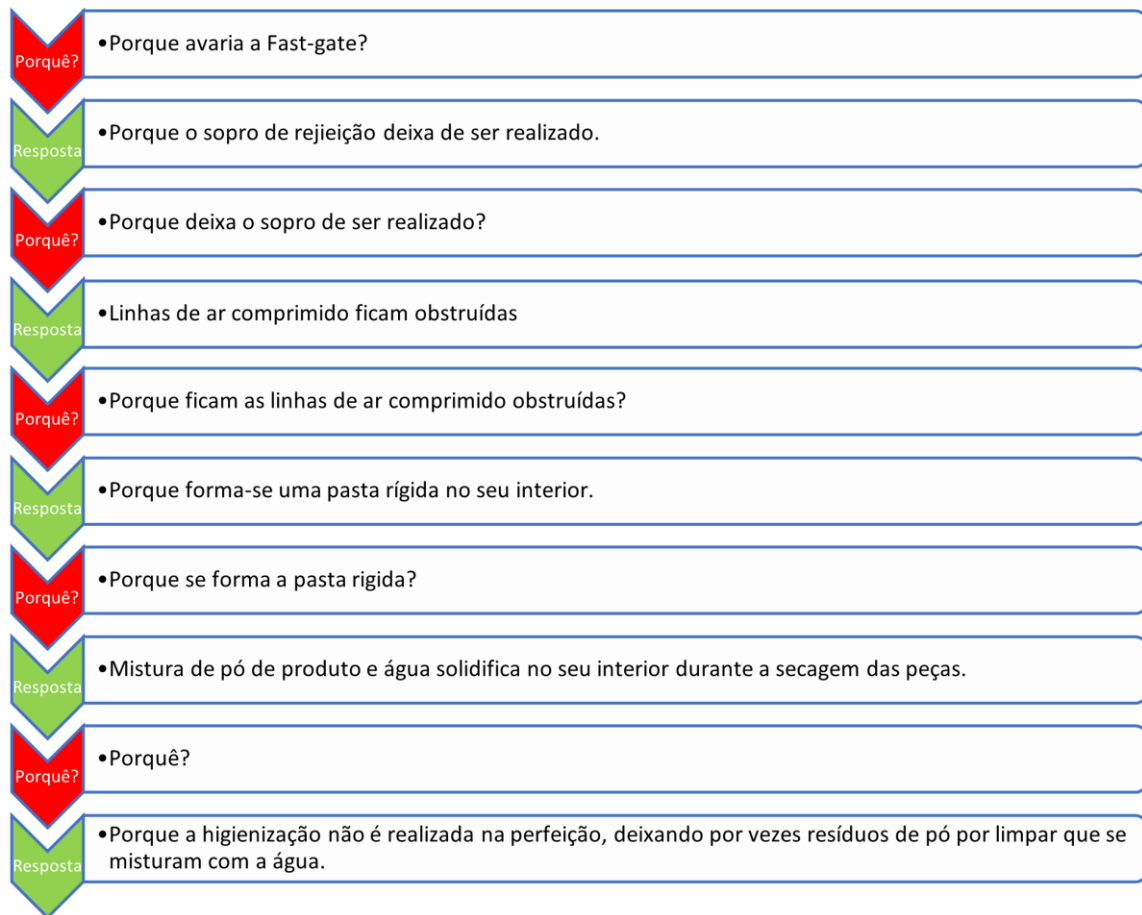
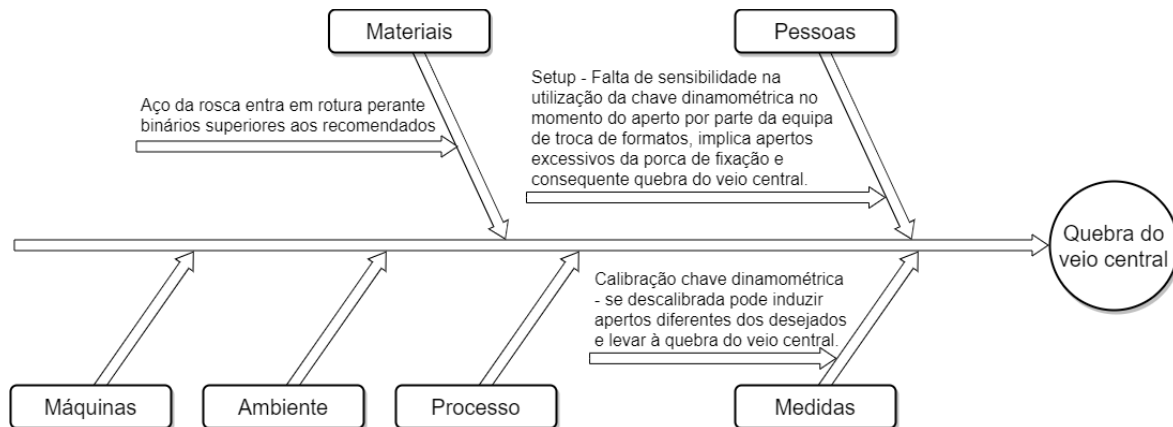


Figura 5.5. Aplicação da ferramenta “5 Porquês” na análise de falhas do módulo “Fast-Gate”.

#### 5.4.2. Despoeiradores “Pharmaflex”

No procedimento de montagem dos despoeiradores “Pharmaflex”, observou-se em 3 ocasiões a fratura de veios durante o processo de fixação, uma vez no equipamento “Pharmaflex PFC 750 LI R” da sala 12, uma vez no equipamento “Pharmaflex PFC 1000 CE iSeries DT” da sala 14 e uma outra no equipamento “Pharmaflex PFC 1000 CE D4

iSeries” da sala 11, que embora não esteja incluído nas linhas sob alça do estudo, a falha foi em tudo semelhante. Devido à frequência deste problema, e com o intuito de identificar a causa na sua origem, decidiu-se realizar uma análise detalhada do mesmo através da elaboração do diagrama de causa-efeito da Figura 5.6.



**Figura 5.6.** Diagrama de causa-efeito – fratura do veio central dos despeiradores “Pharmaflex”.

A resolução deste problema, passou tanto pela aquisição de um aparelho para verificar mensalmente o estado de calibração das chaves dinamométricas, como pela realização de ações de formação às equipas de produção e aos responsáveis pela montagem do equipamento, com o intuito de garantir a utilização adequada da chave dinamométrica.

## 5.5. Alterações efetuadas aos planos de tarefas das manutenções preventivas, casos exemplo

Sendo inexequível uma descrição exaustiva de todas as alterações apresentadas para os planos de tarefas da manutenção preventiva das 32 máquinas distribuídas pelas 6 linhas de produção, a título de exemplo serão expostas as alterações efetuadas ao plano de tarefas da manutenção preventiva dos equipamentos blisteradora “IMA TR135 E” e compressora “Fette P1200 i”, uma vez que se tratam dos equipamentos de maior complexidade das linhas onde estão inseridos.

Os planos de tarefas e documentação anexa (procedimento de manutenção preventiva) foram construídos segundo um conjunto de boas práticas como:

- Definição clara das tarefas a executar;
- Desenvolvimento de instruções passo a passo para a realização de tarefas;



- Identificação das ferramentas e materiais necessários;
- Facilitar o acesso a valores de referência para comparar com leituras;
- Encadeamento fluido da sequência de tarefas.

### **5.5.1. Blisteradora “IMA TR135 E”**

De entre as alterações efetuadas ao plano de tarefas de manutenção da blisteradora “IMA TR135 E”, é de referenciar que:

- Foram excluídas as tarefas de manutenção de formatos que foram desagregadas da manutenção da máquina;
- Foram adicionados pontos de lubrificação em peças que historicamente apresentaram desgaste ou dano precoce por falta de lubrificação como o caso da came e rolamento do módulo do passo, guias, excêntricos e cames da zona técnica;
- Foi adicionado um ponto de verificação da tensão correia de transmissão para o qual foi estabelecido um valor de referência até então inexistente;
- Foram adicionados pontos de limpeza como do filtro do desumidificador e filtro de aspiração do picotado;
- Foram estabelecidos valores de referência até então inexistentes para os consumos.

Na Tabela D.1 do Apêndice D, encontram-se listadas todas as alterações efetuadas ao plano de tarefas de manutenção preventiva da blisteradora “IMA TR135E”.

### **5.5.2. Compressora “Fette P1200 i”**

Das alterações levadas a cabo no plano de tarefas de manutenção preventiva da compressora “Fette P1200 i”, merecem destaque de entre as alterações efetuadas:

- A exclusão de atividades de limpeza e lubrificação realizadas pela equipa de troca de *setup*, como a lubrificação dos rolos de compressão e a limpeza e lubrificação dos feltros de lubrificação dos punções;
- Exclusão das atividades de manutenção que incidiam sobre o conjunto “Fill-O-Matic”, que devido à aquisição de um conjunto extra viu a sua manutenção ser desagregada do resto do equipamento como explicado anteriormente;
- Exclusão da limpeza filtro de aspirador devido à instalação de aspiração central;

- Adição de tarefas de limpeza, como a limpeza do quadro elétrico e a limpeza da cinta guia de aperto dos punções;
- Adição de tarefas de verificação como a verificação da integridade da “Slow-Gate” devido à reincidência problemática deste órgão, verificação do bom funcionamento do sistema de lubrificação e a verificação da correia de transmissão para o “Fill-O-Matic”;
- Estabelecimento de valores de referência para os consumos do motor principal;

Na Tabela E.1 do Apêndice E, estão patentes todas as alterações efetuadas ao plano de manutenção preventiva da compressora “Fette P1200 i”.

## 5.6. Duração planeada (antes x depois)

A duração planeada de uma manutenção preventiva é a estimativa que serve de base ao planeamento para agendar entre momentos de produção ou *setup* as manutenções preventivas. Como referido no subcapítulo 5.2, o acompanhamento das manutenções preventivas permitiu efetuar cronometragens à realização das intervenções, o que serviu de base para estabelecer os novos tempos de duração planeada. Importa referir que os tempos de duração planeada existentes anteriormente eram feitos com base numa estimativa de tempo de paragem para a linha e não com base na soma das estimativas individuais de cada máquina, ao contrário dos novos tempos.

Na Tabela F.1 do apêndice F, está representada a listagem das novas durações planeadas para as intervenções de manutenção preventiva por máquina que dão origem aos tempos de duração planeada por linha da Tabela 5.1. Importa referir que a duração planeada para a manutenção preventiva anual das salas 12, 13 e 14, no cenário “antes” inclui as atividades de manutenção realizadas por técnicos externos e o cenário “depois” não o inclui.

**Tabela 5.1.** Duração planeada por linha, antes x depois

<b>Linha</b>	<b>Periodicidade</b>	<b>Duração planeada (antes)</b>	<b>Duração Planeada (depois)</b>
Linha de emb. 4	Mensal	03:00 h	03:30 h
Linha de emb. 4	Bimestral	04:00 h	06:05 h
Linha de emb. 4	Semestral	05:00 h	07:00 h
Linha de emb. 4	Anual	06:00 h	07:45 h
Linha de emb. 5	Mensal	03:00 h	03:30 h
Linha de emb. 5	Bimestral	04:00 h	06:05 h
Linha de emb. 5	Semestral	05:00 h	07:00 h
Linha de emb. 5	Anual	06:00 h	07:45 h
Sala 12	Bimestral	04:00 h	04:50 h
Sala 12	Semestral	05:00 h	08:15 h
Sala 13	Anual	16:00 h	09:00 h
Sala 13	Bimestral	04:00 h	04:50 h
Sala 13	Semestral	05:00 h	08:15 h
Sala 14	Anual	16:00 h	09:00 h
Sala 14	Bimestral	04:00 h	04:50 h
Sala 14	Semestral	05:00 h	08:15 h
Sala 14	Anual	16:00 h	09:00 h
Sala 17	Mensal	05:25 h	05:00 h
Sala 17	Bimestral	06:00 h	06:00 h
Sala 17	Semestral	08:45 h	07:00 h
Sala 17	Anual	16:45 h	-

## 5.7. Periodicidades das manutenções preventivas (antes x depois)

A periodicidade de uma manutenção preventiva corresponde aos períodos de tempo sistemáticos entre manutenções. Ao mesmo equipamento podem ser associadas diversas periodicidades de acordo com as intervenções a realizar. A Tabela 5.2 ilustra o contraste entre as periodicidades presentes nos planos de manutenção por equipamento, onde a letra A (antes) indica que a periodicidade existia na situação anterior e a letra D (depois) indica que a periodicidade existe na situação atual.

**Tabela 5.2.** Periodicidade das manutenções preventivas

Linha	Equipamento	MP Mensal	MP Bimestr	MP Trimest	MP Semestr	MP Anual	MP Bienal	MP 6 anos
Linha 4	TR135E	A e D	A e D	-	A e D	-	-	-
Linha 4	A83E	A e D	A e D	-	D	-	-	-
Linha 4	Wipotec	A e D	A	--	-	D	-	-
Linha 4	Multipack	A e D	-	A e D	-	-	D	-
Linha 4	Chiller	-	D	-	-	-	-	-
Linha 4	GUK	A e D	-	-	-	A e D	-	-
Linha 5	TR135	A e D	A e D	-	A e D	-	-	-
Linha 5	A83	A e D	A e D	-	D	-	-	-
Linha 5	Wipotec	A e D	A	-	-	D	-	-
Linha 5	Multipack	A e D	-	A e D	-	-	D	-
Linha 5	Chiller	-	D	-	-	-	-	-
Linha 5	GUK	A e D	-	-	-	A e D	-	-
Sala 12	Fette P1200 c	-	A e D	-	A e D	-	-	-
Sala 12	Despoeirador	-	A e D	-	-	D	-	-
Sala 12	Detetor Metais	-	A e D	-	-	-	-	-

Sala 12	Servolift	-	A e D	-	A e D	A e D	-	D
Sala 12	CheckMaster	-	A e D	-	-	D	-	-
Sala 13	Fette P1200 i	-	A e D	-	A e D	-	-	-
Sala 13	Despoeirador	-	A e D	-	-	D	-	-
Sala 13	Detetor Metais	-	A e D	-	-	-	-	-
Sala 13	Servolift	-	A e D	-	A e D	A e D	-	D
Sala 13	CheckMaster	-	A e D	-	-	D	-	-
Sala 14	Fette P1200 c	-	A e D	-	A e D	-	-	-
Sala 14	Despoeirador	-	A e D	-	-	D	-	-
Sala 14	Detetor Metais	-	A e D	-	-	-	-	-
Sala 14	Servolift	-	A e D	-	A e D	A e D	-	D
Sala 14	CheckMaster	-	A e D	-	-	D	-	-
Sala 17	Bosch GKF 1400	A e D	-	-	A e D	D	-	-
Sala 17	Bosch KKE 1700	A e D	-	-	D	D	-	-
Sala 17	Despoeirador	A e D	-	-	D	-	-	-
Sala 17	Detetor Metais	A e D	-	-	-	-	-	-
Sala 17	Servolift	-	A e D	-	A e D	A e D	-	D

## 5.8. Procedimento de manutenção preventiva

A redução de variabilidade na execução das tarefas de manutenção foi o impulso inicial para a criação de um documento formal para o procedimento de manutenção preventiva de todos os 32 equipamentos sob alçada do projeto levado a cabo. Este documento, disponível em formato digital na pasta partilhada onde se encontra a documentação técnica de cada equipamento, visa fornecer um procedimento para a realização das atividades de manutenção preventiva, com instruções fotográficas passo a passo e em formato de texto para todas as tarefas incluídas no plano. Encontra-se incluído

neste documento a identificação do equipamento a que está associado como representado na Figura 5.7, as necessidades de materiais para a execução da tarefa de manutenção, como detalhado na Figura 5.8, bem como as necessidades de ferramentas fora do kit pessoal de cada técnico como espelha a Figura 5.9. As instruções visuais foram um esforço realizado com o claro intuito de esclarecer qualquer dúvida que possa surgir relativamente a determinada tarefa, reduzindo assim a variabilidade da execução destas.



1. Identificação do equipamento  
EQUIPMENT IDENTIFICATION



Figura 5.7. Procedimento de manutenção preventiva, identificação do equipamento.

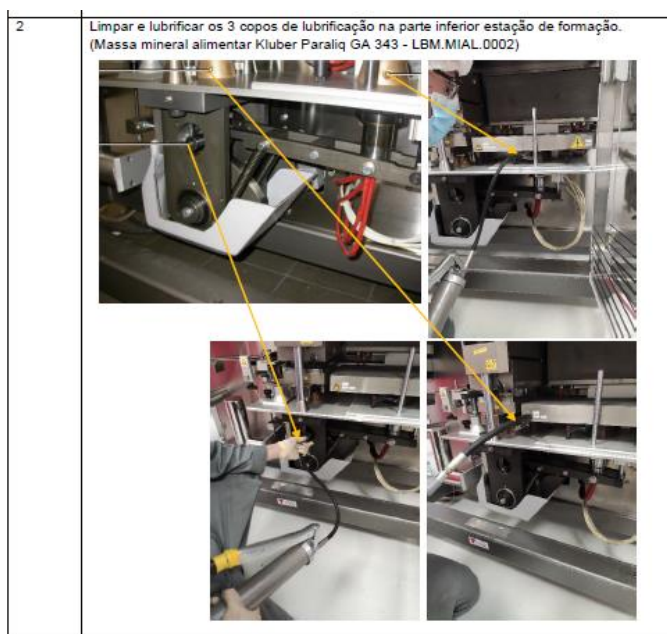


Figura 5.8. Procedimento de manutenção preventiva, necessidades de materiais.

**2. Procedimento de manutenção preventiva**

PREVENTIVE MAINTENANCE PROCEDURE

**2.1 Procedimento de manutenção preventiva bimensal**

BI-MONTHLY PREVENTIVE MAINTENANCE PROCEDURE

Nº	Descrição da atividade
1	<p>Limpar zona de acumulação de pó: balança</p> <p><b>Manutenção da balança:</b> Depois de algum tempo de funcionamento, acumula-se pó dos comprimidos na balança, cujo interior é acessível através do intervalo entre a abertura na placa de base e o prato de pesagem. Retirando o prato de pesagem e desaparafusando a chapa lateral esquerda, a balança completa, incluindo a caixa eletrónica, pode ser removida para limpeza. Primeiro é preciso cortar a alimentação elétrica depois desapertar o parafuso de cabeça estriada.</p>  <p>Chave de Torx t10 para desaparafusar os parafusos da tampa lateral.</p>

**Figura 5.9.** Procedimento de manutenção preventiva, necessidades de ferramentas extra.

Foi ainda criado um documento modelo que servirá de base para a elaboração de procedimentos de manutenção da restante maquinaria da fábrica.





## 6. PLANOS DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA

De forma a libertar os técnicos de manutenção de atividades de manutenção de nível técnico reduzido, realizou-se uma listagem de todas de todas as tarefas de manutenção de baixo nível técnico das máquinas das linhas de embalagem 4 e 5, para implementação posterior ao período do estudo. Nesta listagem foram identificadas todas as tarefas, a sua periodicidade de execução, a duração estimada e a categoria da tarefa. A Tabela 6.1 reflete a listagem elaborada para a encartonadora IMA A83E.

**Tabela 6.1.** Listagem de tarefas para manutenção autónoma da encartonadora IMA A83E

<b>Tarefa</b>	<b>Periodicidade</b>	<b>Duração Estimada</b>	<b>Categoria</b>
Limpeza geral	Diário	5:00 min	Limpeza
Limpeza das células fotoelétricas e sensores	Diário	5:00 min	Limpeza
Limpeza do armazém de embalagens planificadas	Diário	2:00 min	Limpeza
Verificar eficiência das molas de gás situadas no cárter frontal	Semanal	1:00 min	Verificação
Limpar atentamente a máquina	Semanal	10:00 min	Limpeza
Verificar se todos os puxadores estão bem apertados	Semanal	2:00 min	Limpeza
Limpar e verificar desgaste das ventosas.	Semanal	2:00 min	Verificação/Limpeza
Verificação e limpeza dos anteparos móveis	Semanal	3:00 min	Limpeza/Limpeza
Verificação e limpeza dos microinterruptores	Semanal	2:00 min	Verificação/Limpeza
Lubrificar engrenagens do fechamento de caixas	Mensal	20:00 min	Lubrificação

Limpeza dos filtros da bomba de vácuo	Mensal	10:00 min	Limpeza
---------------------------------------	--------	-----------	---------

Foi preparado um segundo documento com a identificação de todas as ferramentas e materiais necessários à realização de cada tarefa, bem como instruções detalhadas para as executar, como se pode observar nas Figura 6.1 e Figura 6.2.

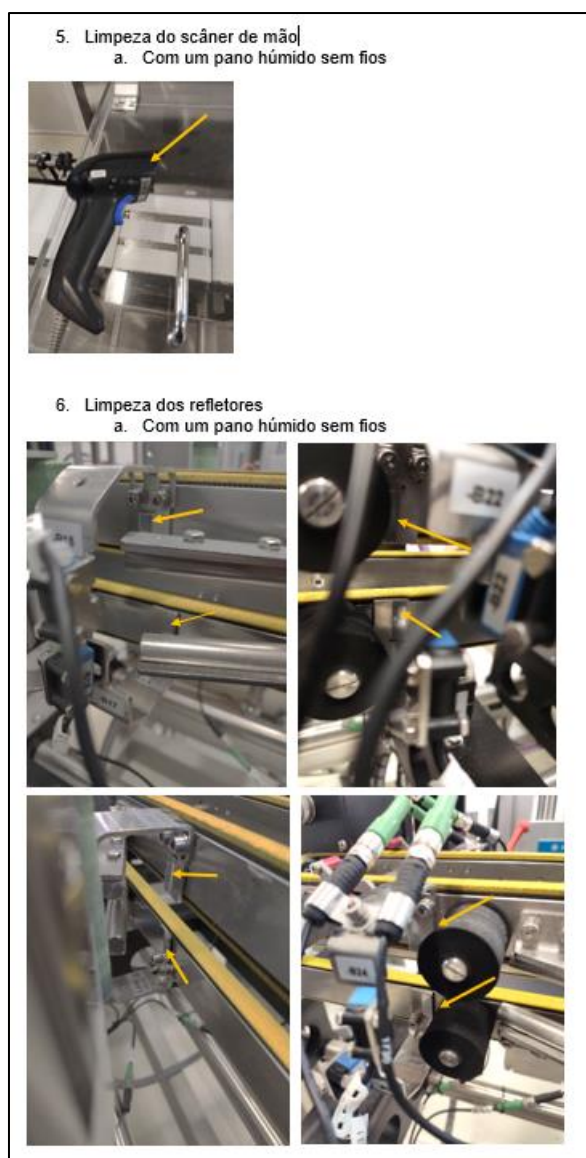
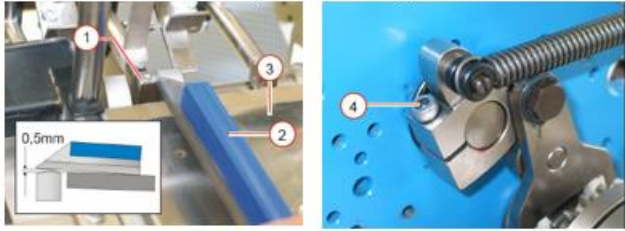


Figura 6.1. 1º exemplo de instruções das tarefas de manutenção autónoma.

GUK

1. Limpeza geral do pó da máquina.
2. Limpeza dos anéis vulcanizados dos rolos de entrada e dos rolos de dobra
  - a. Utilizar produto de limpeza Special Clean.
3. Verificar a posição dos pontos de sucção
  - a. Rodar o volante até que os pontos de sucção (1) se encontrem na posição mais elevada.
  - b. Posicionar uma régua de luz (2) na mesa de alimentação (3).
  - c. A aresta superior do ponto de sucção deve estar 0,5 [mm] acima da mesa de alimentação.
  - d. Caso seja necessário ajustar:
    - i. Desapertar o parafuso de allen (4);
    - ii. Girar o ponto de sucção para cima ou para baixo;
    - iii. Apertar o parafuso de allen (4).



4. Verificar a posição e força dos pontos de sopro
  - a. Rodar o volante até que os pontos de sopro (1) se encontrem na posição mais frontal.
  - b. Colocar uma régua de luz na mesa de alimentação (2).
  - c. Os pontos de sopro estão posicionados corretamente se as arestas frontais dos pontos de sopro (3) se encontrem 0,5 a 1 [mm] acima da superfície da mesa (4).
  - d. A força dos pontos de sopro está ajustada corretamente se conseguir sentir uma leve corrente de ar na mão por trás da pilha de papel.
  - e. Caso seja necessário ajustar:
    - i. Desapertar o parafuso de allen (5);
    - ii. Girar os pontos de sopro para a frente ou para trás;
    - iii. Voltar a apertar o parafuso (5).

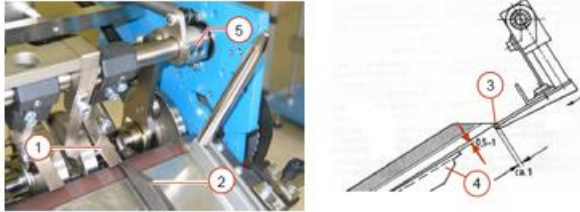


Figura 6.2. 2º exemplo de instruções das tarefas de manutenção autónoma.



## 7. CONCLUSÕES

A crescente competitividade no setor industrial incute nas empresas a necessidade de uma melhoria contínua que permita oferecer ao cliente produtos e/ou serviços de melhor qualidade e com o menor custo possível. Neste sentido, a procura por elevados índices de disponibilidade das linhas de produção e dos sistemas de apoio é hoje uma obrigatoriedade, pois representam uma enorme vantagem competitiva. Assim, o objetivo deste estudo centra-se na otimização de planos de manutenção preventiva das linhas de produção, na identificação de ineficiências e desperdícios, e apresentação de propostas de melhoria que visem a sua redução ou extinção. A realização deste trabalho teve na sua base os princípios *lean* de redução de desperdícios e criação de valor acrescentado aplicados ao departamento de manutenção da Farmalabor.

Após uma fase inicial de familiarização com os procedimentos e com os planos de manutenção preventiva em vigor, foi possível identificar diversas ineficiências e conseqüentemente oportunidades de melhoria, como os dados não normalizados e pouco credíveis, variabilidade dentro das operações de manutenção, falta de limpeza e organização dos espaços de trabalho, falta de acesso a documentação técnica ou o *workflow* das ordens de serviço.

As alterações levadas a cabo nos planos de manutenção preventiva foram baseadas numa política *lean* que visa a otimização do funcionamento das intervenções preventivas e com a sua implementação prevê-se um aumento do OEE dos equipamentos a médio e longo prazo. Com o intuito de agilizar os procedimentos de manutenção recorreu-se a ferramentas como o 5S, circuito kamishibai e ciclo PDCA, quadro 3C, tabela de criticidade e matrizes de competências.

Tendo em conta que a melhoria contínua acompanha o pensamento *lean*, seria ingenuidade pensar que as alterações implementadas tanto a nível dos planos de manutenção como a nível dos procedimentos são definitivas. Existe, portanto, perfeita consciência de que a qualquer instante novas alterações podem e devem ser introduzidas se for detetada tal necessidade. Adicionalmente, é vivamente recomendado a implementação de um sistema de leitura das OEE das máquinas em tempo real, uma vez que é fundamental para tornar mais eficiente a deteção de oportunidades de melhoria. Atualmente esta prática não é de possível

implementação, uma vez que a grande maioria das máquinas não tem a capacidade de leitura e emissão destes dados em tempo real.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dzulkifli, N., Sarbini, N. N., Ibrahim, I. S., Abidin, N. I., Yahaya, F. M., & Nik Azizan, N. Z. (2021). Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. *Journal of Building Engineering*, *44*, 102985.  
<https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2021.102985>
- Gulati, R., & Smith, R. (2008). *Maintenance and Reliability Best Practices* (Vol. 2009).  
<https://books.google.com/books?id=fwuDBgAAQBAJ&pgis=1>
- Kaizen Institute. (n.d.). *Glossário*. Kaizen.Com. <https://pt.kaizen.com/recursos.html#livros>
- Kiran, D. R. (2020a). Kaizen and continuous improvement. In *Work Organization and Methods Engineering for Productivity* (pp. 155–161). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819956-5.00011-x>
- Kiran, D. R. (2020b). Terminology used in Japanese management practices. In *Work Organization and Methods Engineering for Productivity* (pp. 163–179). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819956-5.00012-1>
- Kister, T. C., & Hawkins, B. (2006). Maintenance Planning and Scheduling: Streamline Your Organization for a Lean Environment. In *Maintenance Planning and Scheduling*. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7832-2.X5000-9>
- Knechtges, P., & Decker, M. C. (2014). Application of kaizen methodology to foster departmental engagement in quality improvement. *Journal of the American College of Radiology*, *11*(12), 1126–1130. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2014.08.027>
- Moore, R. (2007). Kaizen. In *Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools* (pp. 159–172). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-075067916-9/50009-6>
- Murça, V. A. de A. (2012). *Aplicação da filosofia Lean na área da Manutenção*. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- NP EN 13306 Terminologia da Manutenção*. (2007). Instituto Português da Qualidade.
- Pascal, V., Toufik, A., Manuel, A., Florent, D., & Frédéric, K. (2019). Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy. *Control Engineering Practice*, *82*, 86–96. <https://doi.org/10.1016/J.CONENGPRAC.2018.09.019>
- Passath, T., & Mertens, K. (2019). Decision Making in Lean Smart Maintenance:

- Criticality Analysis as a Support Tool. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 364–369.  
<https://doi.org/10.1016/J.IFACOL.2019.10.058>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Baptista, A., Fernandes, N. O., Casais, R., & Carvalho, C. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 1423–1430. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.10.198>
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean* (1st ed.). Lidel.
- Pinto, J. P. (2021). *Modelos de Manutenção*. CLT Valuebased Services.
- Pinto, J. P., & Tscharf, C. (2021). *Melhoria Contínua - Lean Maintenance*. CLT Services.
- Silva, J. A. A. (2014). *A Indústria Farmacêutica em Portugal* (1<sup>a</sup>). Apifarma - Associação Portuguesa da Indústria Farmacêutica.
- Soltanali, H., Khojastehpour, M., & Torres Farinha, J. (2021). Measuring the production performance indicators for food processing industry. *Measurement*, 173, 108394.  
<https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2020.108394>
- Sousa, J. P. A. (2021). *Optimização e parametrização do Software Enterprise Asset Management numa Indústria Farmacêutica*. Instituto Politécnico de Coimbra.
- Varandas, F. (2021). *Implementação de Metodologias Kaizen Lean na Indústria Farmacêutica*. Universidade de Coimbra.



## APÊNDICE A

**Tabela A.1.** Critérios e pontuação da tabela de criticidade.

Nº do critério	Critério	Opção	Pontuação
1	Efeito na produção	Pára	4
		Reduz	2
		Não afeta	0
2	Valor técnico-económico do equipamento	Alto	4
		Médio	2
		Baixo	1
3 a)	Prejuízo em caso de avaria: à máquina em si	Sim	2
		Não	0
3 b)	Prejuízo em caso de avaria: ao processo	Sim	3
		Não	0
3 c)	Prejuízo em caso de avaria: ao pessoal	Risco	3
		Sem risco	0
4	Dependência de logística	Estrangeiro	2
		Local	0
5	Dependência de mão de obra	Terceiros	2
		Própria	0
6	Probabilidade de avaria	Alta	1
		Baixa	0
7	Facilidade de reparação	Alta	1
		Baixa	0

8	Flexibilidade e redundâncias	Simple	2
		By-Pass	1
		Dupla	0
9	Peças em stock recomendadas pelo fabricante	Não	3
		Parcial	2
		Sim	0

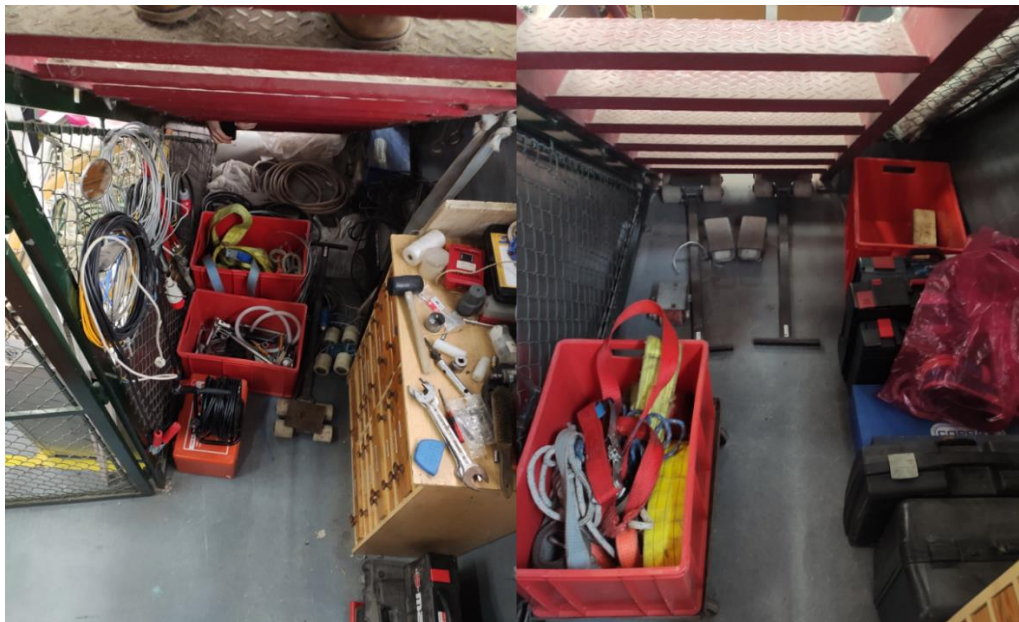
**Tabela A.2.** Criticidade com base na pontuação.

<b>Pontuação</b>	<b>Índice de criticidade</b>	<b>A aplicação de Manutenção Preventiva é:</b>
21 a 27	Crítico	Crítica
14 a 20	Importante	Importante
7 a 13	Médio	Conveniente
0 a 6	Baixo	Opcional

## APÊNDICE B



**Figura B.1.** 1º exemplo do antes (esquerda) e depois (direita) do ferramental.



**Figura B.2.** 2º exemplo do antes (esquerda) e depois (direita) do ferramental.



**Figura B.3.** Delimitação de espaços e utilização de etiquetas de identificação dos mesmos.



**Figura B.4.** Utilização de etiquetas de identificação dos espaços.



## APÊNDICE D

**Tabela D.1.** Antes e depois do plano de tarefas de manutenção preventiva da blisteradora “IMA TR135E”.

<b>Plano de tarefas manutenção preventiva mensal (antes)</b>	<b>Plano de tarefas manutenção preventiva mensal (depois)</b>
Limpar e lubrificar cortantes. (LBM.MIAL.0002)	Lubrificar a roda do cortante e do picotado. (LBM.MIAL.0002)
Limpar e lubrificar colunas de picotados. (LBM.MIAL.0002)	Limpar e lubrificar os 3 copos de lubrificação na parte inferior estação de formação. (LBM.MIAL.0002)
Lubrificar a roda do cortante e do picotado. (LBM.MIAL.0002)	Lubrificar CAM e rolamento do passo sob estação de formação (LBM.MIAL.0002)
Lubrificar 3 copos lubrificação parte inferior estação formação. (LBM.MIAL.0002)	Verificar nível e estado do óleo no reservatório sob a estação de formação (excêntrico submerso 1-2[mm]). (LBO.SIAL.0001)
Purgar copo de ar comprimido.	Verificar eficiência das escovas do rolo de soldadura (molas e superfície das escovas).
Nível óleo reservatório estação formação (excêntrico submerso 1-2mm). LBO.SIAL.0011)	Verificar estado e tensão da correia (65Hz).
Verificar eficiência dos contactos das escovas do rolo de soldadura.	Medir consumo do rolo de selagem (no aquecimento) (aprox 36 amp).
Medir o consumo do rolo de selagem (aprox. 36 amp)	Purgar copo de ar comprimido.
Testar as botoneiras de emergência e seguranças da máquina	Verificar e limpar ou substituir se necessário o filtro desumidificador.
Limpar aspirador	Verificar e limpar ou substituir se necessário o filtro de aspiração picotado.
	Testar botoneiras de emergência e segurança da máquina.
	Lubrificar guia de encosto pinças lentas. (LBM.MIAL.0002)

	Limpar e lubrificar todas as cames, guias e excêntricos da zona técnica (LBM.MIAL.0002)
	Limpar aspirador e substituir filtro se necessário.
<b>Plano de tarefas manutenção preventiva bimestral (antes)</b>	<b>Plano de tarefas manutenção preventiva bimestral (depois)</b>
Verificar travão de aperto do veio de formação.	Verificar tensão da corrente de tração e lubrificar. (LBS.MINE.0001)
Verificar fase do cortante e de paragem da máquina.	Verificar eficiência travão de aperto do veio de formação.
Regular a folga das placas de pré-aquecimento.	Lubrificar guias de encosto PVC (Massa de silicone – Castrol Optisil Leb-2)
Verificar aperto dos parafusos M6 que de fixação no rolo de soldadura.	Verificar fase do cortante e de paragem da máquina.
	Regular a folga das placas de pré-aquecimento (a quente).
	Verificar aperto dos parafusos M6 que de fixação no rolo de soldadura.
	Verificar funcionamento do amortecedor de gás de suporte das proteções.
<b>Plano de tarefas manutenção preventiva semestral (antes)</b>	<b>Plano de tarefas manutenção preventiva semestral (depois)</b>
Medir fase U, motor principal.	Medir fase U, motor principal 100 blisters por min (1,1 Amp aprox.).
Medir fase V, motor principal.	Medir fase V, motor principal 100 blisters por min (1,1 Amp aprox.).
Medir fase W, motor principal.	Medir fase W, motor principal 100 blisters por min (1,1 Amp aprox.).
Medir fase U, tapete do transportador de blisters.	Medir fase U, tapete do transportador de blisters (0,33 Amp aprox.) 100 blt/min.
Medir fase V, tapete do transportador de blisters.	Medir fase V, tapete do transportador de blisters (0,33 Amp aprox.) 100 blt/min.

Medir fase W, tapete do transportador de blisters.	Medir fase W, tapete do transportador de blisters (0,33 Amp aprox.) 100 blt/min.
Medir consumo da placa de formação superior (resistência esquerda).	Medir consumo da placa de formação superior (resistência direita) (2,9 Amp aprox.).
Medir consumo da placa de formação superior (resistência direita).	Medir consumo da placa de formação superior (resistência esquerda) (2,4 Amp aprox.).
Medir consumo da placa de formação inferior (resistência esquerda).	Medir consumo da placa de formação inferior (resistência direita) (2,9 Amp aprox.).
Medir consumo da placa de formação inferior (resistência direita).	Medir consumo da placa de formação inferior (resistência esquerda) (2,4 Amp aprox.).
Verificar estado componentes quadro elétrico. Substituir se necessário.	Verificar estado componentes quadro elétrico e substituir se necessário.
	Verificar aperto dos terminais do transformador do rolo de selagem.



## APÊNDICE E

**Tabela E.1.** Antes e depois do plano de tarefas de manutenção preventiva da compressora “Fette P1200 i”.

<b>Plano de tarefas manutenção preventiva bimestral (antes)</b>	<b>Plano de tarefas manutenção preventiva bimestral (depois)</b>
Limpar filtro do aspirador.	Verificar desgaste das cames superiores.
Verificar danos ou desgaste das cames superiores.	Verificar desgaste das cames inferiores
Verificar danos ou desgaste das cames inferiores.	Verificar rolos de compressão quanto a danos e desgaste.
Retirar, limpar e lubrificar feltros lubrificantes dos punções superiores.	Verificar e atestar se necessário o nível do óleo do circuito de lubrificação. (Óleo Sintético Alimentar Castrol Optileb GT 460 – LBO.SIAL.0001)
Verificar danos de desgaste dos rolos de compressão.	Verificar se o acionamento do separador de comprimidos está livre
Lubrificar os 4 rolos de compressão.	Verificar existência espaçadores silicone, lado de fora das cames e estações de compressão
Verificar e atestar níveis de óleo.	Substituir filtros de ventilação do quadro elétrico da máquina.
Verificar se o solenoide de descarga de comprimidos está livre.	Limpar quadro elétrico sem recurso a ar comprimido.
Verificar existência espaçadores de silicone, lado fora cames e estações compressão.	Verificar correia de transmissão quanto a desgaste.
Substituir filtro de ventilação do quadro elétrico da máquina.	Trocar da bateria do Piltz se existir erro SO4.
Ajustar amplificadores.	Efetuar ajuste zero dos amplificadores.
	Verificar se os punções inferiores ficam seguros, caso contrário apertar anel metálico.

	Limpar e verificar cinta guia quanto a desgaste e colocar noutra ponto se necessário.
	Verificar integridade do sistema de lubrificação, 4 pontos de lubrificação.
	Limpar separador de comprimidos (slow gate) e verificar integridade dos seus componentes.
	Verificar integridade do retentor de lubrificação da came de enchimento e substituir se necessário.
	Verificar folga da came de enchimento (+/- 0,3 mm).
	Verificar e ajustar se necessário o encoder do rotor.
	Retirar tampa superior, limpar compartimento e verificar integridade dos órgãos mecânicos.
	Verificar quanto a desgaste, danos e tensão a correia de acionamento do FOM.
	Verificar as portas de acesso à área de compressão e vedação das mesmas.
	Verificar o correto funcionamento dos dispositivos de segurança.
	Limpeza geral da máquina.
<b>Plano de tarefas manutenção preventiva semestral (antes)</b>	<b>Plano de tarefas manutenção preventiva semestral (depois)</b>
Verificar nível de óleo da caixa redutora.	Verificar o alimentador da mesa com prato rotativo.
Verificar aperto dos punções inferiores (apertar correia).	Verificar altura do punção na zona de ejeção
Verificar e ajustar tensão correia de transmissão.	Verificar estado dos contadores e substituir se necessário.

Verificar desgaste correias e engrenagens Fill-O-Matic.	Verificar todos os tubos de lubrificação e substituir se necessário
Verificar rolamentos e engrenagens alimentador de pó Fill-O-Matic.	Ajustar as marcas de referência
Verificar o alinhamento da mesa com o prato.	Medir consumo fase U (85000 comprimidos/hora – Aprox. 0,44 Amp)
Limpar o topo da máquina.	Medir consumo fase V (85000 comprimidos/hora – Aprox. 0,44 Amp)
Verificar funcionamento dos dispositivos de segurança.	Medir consumo fase W (85000 comprimidos/hora – Aprox. 0,44 Amp)
Medir consumo fase U Motor Principal.	Verificar nível de óleo da caixa redutora
Medir consumo fase V Motor Principal.	
Medir consumo fase W Motor Principal.	
Verificar e substituir se necessários contadores.	
Limpar quadro elétrico.	
Substituir retentores de punções.	
Verificar e substituir tubos de lubrificação se necessário.	

## APÊNDICE F

Tabela F.1. Duração planeada por equipamento.

Linha	Equipamento	MP Mensal	MP Bimestral	MP Trimestral	MP Semestral	MP Anual
Linha 4	TR135E	01:10 h	01:45 h	-	02:15 h	-
Linha 4	A83E	00:45 h	02:15 h	-	02:30 h	-
Linha 4	WipotecE	00:30 h	-	-	-	00:45 h
Linha 4	MultipackE	00:45 h	-	00:45 h	-	-
Linha 4	ChillerE	-	00:30 h	-	-	-
Linha 4	GUKE	00:20 h	-	-	01:00 h	-
Linha 5	TR135	01:10 h	01:45 h	-	02:15 h	-
Linha 5	A83	00:45 h	02:15 h	-	02:30 h	-
Linha 5	Wipotec	00:30 h	-	-	-	00:45 h
Linha 5	Multipack	00:45 h	-	00:45 h	-	-
Linha 5	Chiller	-	00:30 h	-	-	-
Linha 5	GUK	00:20 h	-	-	01:00 h	-
Sala 12	Fette P1200 c	-	03:00 h	-	06:00 h	-
Sala 12	Despoeirador	-	00:30 h	-	-	01:00 h
Sala 12	Detetor Metais	-	00:15 h	-	-	-
Sala 12	Servolift	-	00:35 h	-	01:00 h	-
Sala 12	CheckMaster	-	00:30 h	-	-	00:45 h
Sala 13	Fette P1200 i	-	03:00 h	-	06:00 h	-
Sala 13	Despoeirador	-	00:30 h	-	-	01:00 h
Sala 13	Detetor Metais	-	00:15 h	-	-	-
Sala 13	Servolift	-	00:35 h	-	01:00 h	-

---

Sala 13	CheckMaster	-	00:30 h	-	-	00:45 h
Sala 14	Fette P1200 c	-	03:00 h	-	06:00 h	-
Sala 14	Despoeirador	-	00:30 h	-	-	01:00 h
Sala 14	Detetor Metais	-	00:15 h	-	-	-
Sala 14	Servolift	-	00:35 h	-	01:00 h	-
Sala 14	CheckMaster	-	00:30 h	-	-	00:45 h
Sala 17	Bosch GKF 1400	03:30 h	-	-	04:30 h	10:00 h
Sala 17	Bosch KKE 1700	01:10 h	-	-	02:00 h	04:00 h
Sala 17	Despoeirador	00:30 h	-	-	01:00 h	-
Sala 17	Detetor Metais	00:15 h	-	-	-	-
Sala 17	Servolift	-	00:35 h	-	01:00 h	-