

isec

Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA
ELETROTÉCNICA

**Manutenção em Indústria Alimentar – Estágio na
empresa Frutorra Pimenta**

Autor

Frederico Correia Botelho

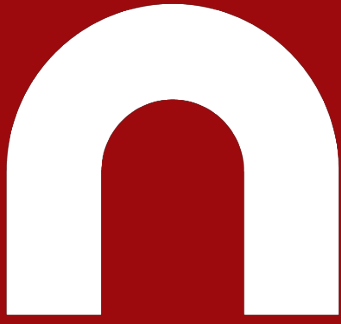
Orientador

**Prof. Doutor Frederico Miguel do Céu Marques dos
Santos**

Coimbra, abril, 2024

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELETROTÉCNICA

Manutenção em Indústria Alimentar – Estágio na empresa Frutorra Pimenta

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica área de especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais

Autor

Frederico Correia Botelho

Orientador

Prof. Doutor Frederico Miguel do Céu Marques dos Santos

Supervisores na empresa Frutorra Pimenta

Engenheiro Nélio Lopes

Engenheira Joana Ferreira

AGRADECIMENTOS

O presente relatório, resultou de um trajeto longo e com várias etapas, impulsionado por pessoas que me ajudaram, motivando-me de certa forma.

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Frederico Miguel do Céu Marques dos Santos pela orientação prestada no decorrer do estágio.

A toda a equipa que me recebeu, inicialmente o Engenheiro Ricardo Rodrigues e Diretor Industrial Nuno Ribeiro, e na maior parte do estágio à Diretora Industrial Joana Ferreira e o Engenheiro Nélio Lopes pelo tempo despendido para me auxiliar na realização das minhas tarefas e de todos os ensinamentos.

À Frutorra Pimenta, pela excelente receção nas suas instalações e pela oportunidade de trabalhar nas variadas vertentes, contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus colegas, que partilharam os bons momentos, mas também os menos bons no decorrer do meu percurso académico e que me ajudaram e motivaram para o concluir.

Quero agradecer à minha família, especialmente aos meus pais, por acreditarem nas minhas capacidades e me proporcionarem as condições para terminar esta etapa importante, que é o Mestrado em Engenharia Eletrotécnica.

RESUMO

O presente relatório tem como objetivo enumerar e descrever as tarefas efetuadas durante o estágio curricular do curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, na área da Automação E Comunicações em Sistemas Industriais, lecionado pelo Instituto Superior de engenharia de Coimbra, pertencente ao Instituto Politécnico de Coimbra.

O estágio teve como empresa de acolhimento a Frutorra Pimenta, sendo que uma parte desta empresa é pertencente à empresa espanhola Grefusa. O estágio permitiu a aplicação de conceitos e conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico na área da manutenção e instalações elétricas e um contato direto com a realidade do mercado de trabalho nesta área.

Durante o estágio o autor participou em inúmeras intervenções, sendo elas de cariz preventivo, corretivo ou administrativa, na maioria delas existindo um apoio por parte da equipa na qual foi inserido. Estas intervenções abrangeram a maioria dos equipamentos da empresa, desde as máquinas de embalar a máquinas de colar sacos. A procura por fornecedores e a angariação de orçamentos mais acessíveis também foi umas das funções. Numa última fase, foram adquiridas as noções básicas na soldadura a TIG, que com a ajuda da equipa, permitiu aprender e melhorar os processos de soldadura.

Este estágio proporcionou uma experiência bastante enriquecedora, visto que se traduziu numa boa integração, numa equipa experiente, disposta a ajudar em tarefas a desenvolver e a ensinar novas técnicas/conceitos de trabalho.

Palavras-Chave: Automação; Estágio; Engenharia eletrotécnica; Frutorra Pimenta; Manutenção.

ABSTRACT

This report aims to enumerate and describe the tasks performed during the curricular internship of the master's degree in electrical engineering, in the area of Automation and Communications in Industrial Systems, taught by the Coimbra Institute of Engineering, belonging to the Polytechnic Institute of Coimbra.

The internship was hosted by Frutorra Pimenta, part of which belongs to the Spanish company Grefusa, which allowed the application of concepts and knowledge acquired along the academic career in the areas of maintenance and electrical installations and direct contact with the reality of the labor market in this area.

During the internship the author participated in numerous interventions, whether preventive, corrective or administrative, in most of them there was support from the team. These interventions covered most of the company's equipment, from packaging machines to bag gluing machines. The search for suppliers and the raising of more accessible quotes was also one of the functions. In the last phase, the basic notions in TIG welding were acquired, which with the help of the team, allowed better learning and improvement in the welding processes.

This internship provided a very enriching experience, as it resulted in good integration, in an experienced team, willing to help with tasks to be developed and to teach new techniques/work concepts.

Keywords: Automation; Internship; Electrical Engineering; Frutorra Pimenta; Maintenance.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	1
1.2	Plano de Estágio	1
1.3	Estrutura do relatório	2
2	FRUTORRA PIMENTA.....	3
2.1	Principais Processos	4
3	MANUTENÇÃO/MANUTENÇÃO ALIMENTAR.....	7
3.1	Evolução da Manutenção	7
3.2	Tipos de Manutenção	9
3.2.1	Manutenção Preventiva	10
3.2.2	Manutenção Corretiva	18
3.2.3	Total Productive Maintenance (TPM).....	21
3.2.4	Comparação dos Tipos de Manutenção	22
3.3	Metodologias de Gestão Aplicadas à Manutenção.....	23
3.3.1	Metodologia 5S	23
3.3.2	Metodologia A3.....	25
3.3.3	Metodologia Matriz Gravidade, Urgência e Tendência	27
3.3.4	Metodologia Planear, Fazer, Verificar, Agir (PDCA).....	28
3.3.5	Metodologia SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças).....	29
3.4	Normas e Padrões de Qualidade em Indústria Alimentar	31
3.4.1	Boas Práticas de Fabricação (BPF)	31
3.4.2	Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) ou Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos	32
3.4.3	British Retail Consortium (BRC)	34
3.4.4	International Organization for Standardization (ISO 22000)/ Food Safety System Certification (FSSC 22000).....	36
3.4.5	International Featured Standard (IFS)	38
3.4.6	Leitura de Normas	38
3.4.7	Inspeções/auditorias	40
3.5	Conclusão	41
4	TRABALHO DESENVOLVIDO.....	43
4.1	Processo de Embalamento.....	43
4.2	Processo de Torrefação	55

4.3	Intervenções	62
4.3.1	Intervenções Preventivas	62
4.3.2	Intervenções Corretivas	65
4.3.3	Intervenções Administrativas	69
4.3.4	Outras Intervenções	74
4.4	Conclusão.....	76
5	CONCLUSÕES.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Diagrama de Gantt relativo às fases do estágio	1
Figura 2.1 – Instalações da Frutorra Pimenta	3
Figura 2.2 – Fluxograma de Embalamento e Torrefação	5
Figura 3.1 – Tipos de Manutenção [8]	9
Figura 3.2 – Curva da Banheira [15]	12
Figura 3.3 – Efeito da Intervenção Preventiva (Curva Banheira) [16].....	13
Figura 3.4 – Adash America A4900 Vibrio [20].....	15
Figura 3.5 – Câmara Térmica BOSCH GTC 400 C [21]	15
Figura 3.6 – Kit de amostra de óleo [22].....	16
Figura 3.7 – Curva P-F [23]	16
Figura 3.8 – Fluxograma Deferred Maintenance [29].....	19
Figura 3.9 – Fluxograma Manutenção de Emergência [32]	20
Figura 3.10 – Pilares da TPM [36]	21
Figura 3.11 – Comparação dos tipos de manutenção [8]	23
Figura 3.12 – Metodologia 5S [38]	24
Figura 3.13 – Resolução de Problemas A3 [40].....	27
Figura 3.14 – Exemplo de Matriz GUT [41].....	28
Figura 3.15 – Exemplo de Ciclo PDCA [44]	28
Figura 3.16 – Diagrama SWOT [45]	30
Figura 3.17 – Princípios da HACCP [53].....	33
Figura 3.18 – BRCGS Standards [56]	34
Figura 3.19 – Norma Exemplificativa [1]	39
Figura 3.20 – Avaliação do Risco [1].....	41
Figura 4.1 – Zona de descarga da matéria-prima	43
Figura 4.2 – Armazém de Matéria-prima	44
Figura 4.3 – Linha de escolha.....	45
Figura 4.4 – Boca de alimentação do silo.....	45
Figura 4.5 – Silo da Máquina 4	46
Figura 4.6 – Alimentação da Multicabeçal.....	46
Figura 4.7 – Multicabeçal da Máquina 4	47
Figura 4.8 – Tela de controlo da Multicabeçal [1]	47
Figura 4.9 – Detetor de Metais da Linha 4.....	48
Figura 4.10 – Painel de Controlo do Detetor de Metais	48
Figura 4.11 – Bobine de Filme	49
Figura 4.12 – Sensor de Detecção de Fim de Filme.....	49
Figura 4.13 – Marcador SmartDate X40	50
Figura 4.14 – Sensor de Detecção de Marcação dos Pacotes.....	50
Figura 4.15 – Sensor de Detecção de Presença de Filme.....	51

Figura 4.16 – Componente que Movimenta Manualmente o Quadro da Máquina.....	51
Figura 4.17 – Colarinho do Tubo formador.....	52
Figura 4.18 – Formato do Colarinho e Solda Vertical [1]	52
Figura 4.19 – Solda Vertical	52
Figura 4.20 – Correia de Tração	53
Figura 4.21 – Soldadura Horizontal e Corte	53
Figura 4.22 – Painel de Controlo da Bizerba.....	54
Figura 4.23 – Máquina de Fechar Caixas	55
Figura 4.24 – Paletizadora	55
Figura 4.25 – Armazenamento de Amendoim com Casca.....	56
Figura 4.26 – Alimentação das Bolas de Torrar	56
Figura 4.27 – Quadro de Controlo Bola de Torrar 2.....	57
Figura 4.28 – Representação do Funcionamento das Chamas da Bola de Torrar	57
Figura 4.29 – Enchimento da Bola de Torrar.....	58
Figura 4.30 – Alimentação do Limpador de Amendoim	59
Figura 4.31 – Limpador de Amendoim.....	59
Figura 4.32 – Carro de Armazenamento de amendoim Limpo.....	60
Figura 4.33 – Desenho Ilustrativo do Carro Pequeno de Amendoim	60
Figura 4.34 – Desenho Ilustrativo do Carro Grande de Amendoim	61
Figura 4.35 – Molde Inferior da Termosseladora antes da ação de Limpeza	64
Figura 4.36 – Molde Inferior da Termosseladora após a Limpeza	64
Figura 4.37 – Fluxograma de Ensaio à Central Bombagem.....	65
Figura 4.38 – Ventilador da sala das torras antes de intervenção	66
Figura 4.39 – Ventoinha desacoplada	66
Figura 4.40 – Ventilador da sala das torras após intervenção.....	66
Figura 4.41 – Rolo do tapete com Veio Partido.....	67
Figura 4.42 – Local onde o restante veio foi retirado	67
Figura 4.43 – Retirada do veio do motor	68
Figura 4.44 – Vibradores da multicabeçal	68
Figura 4.45 – Locais de afinação dos vibradores.....	69
Figura 4.46 – Folha de dados de equipamentos	70
Figura 4.47 – Arquivo de manuais e certificados de equipamentos	71
Figura 4.48 – Página inicial do software de manutenção	71
Figura 4.49 – Página de registo e edição de equipamentos	72
Figura 4.50 – Página de introdução de ordens de serviço.....	72
Figura 4.51 – Preenchimento de uma ordem de serviço	73
Figura 4.52 – Página de pesquisa de ordens de serviço	73
Figura 4.53 – Soldadura TIG realizada pelo autor.....	75
Figura 4.54 – Soldadura TIG após limpeza	75
Figura 4.55 – Oficina antes de Organização e Limpeza	75
Figura 4.56 – Oficina após a Organização e Limpeza	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Registo de Temperaturas	60
Tabela 4.2 – Termografia de Quadros Elétricos.....	62
Tabela 4.3 – Termografia de Quadros das Máquinas.....	63
Tabela 4.4 – Termografia de Motores	63
Tabela 4.5 – Lista de contactos/fornecedores.....	70
Tabela 4.6 – Dados de equipamentos e inspeções/manutenções.....	71
Tabela 4.7 – Dados organizados e prontos a ser consultados.....	74

ABREVIATURAS

BPF – Boas Práticas de Fabricação

BRC – British Retail Consortium

BRCGS – Brand Reputation through Compliance with Global Standards

CBM – Condition Based Maintenance

CM – Corrective Maintenance

CMMS – Computerized Maintenance Management System

DM – Deferred Maintenance

EM – Emergency Maintenance

FAO – Food and Agriculture Organization

FFM – Failure Finding Maintenance

FSSC – Food Safety System Certification

GFSI – Global Food Safety Initiative

GUT – Gravity, Urgency, Tendency

HACCP – Hazard Analysis and Control Point

IFS – International Featured Standards

ISO – International Organization for Standardization

IoT – Internet of Things

JIPM – Japanese Institute of Plant Maintenance

KPI – Key Performance Indicator

LED – Light Emitting Diode

MCC – Manutenção Centrada na Confiabilidade

NASA – National Aeronautics and Space Administration

OMS – Organização Mundial de Saúde

PDCA – Plan, Do, Check, Act

PDM – Predictive Maintenance

PM – Preventive Maintenance

POP – Procedimento Operacional Padrão

RBM – Risk Based Maintenance

SMAW – Shielded Metal Arc Welding

SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

TBM – Time Based Maintenance

TIG – Tungsten Inert Gas

TPM – Total Productive Maintenance

VFFS – Vertical Form Fill Sealing

WCM – World Class Maintenance

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório surge no âmbito da unidade curricular de Estágio do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica na área de especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais. O estágio foi realizado na empresa Frutorra Pimenta, e decorreu entre os meses de abril de 2021 e dezembro de 2021.

1.1 Objetivos

Os objetivos deste estágio foram os seguintes:

- Projetar uma linha de arrefecimento para o produto proveniente dos fornos, que saíam a elevadas temperaturas. Existia o problema de que o produto que era torrado no dia, nunca poderia ser embalado nesse mesmo dia, uma vez que o tempo disponível não era suficiente para o produto chegar a uma temperatura aceitável de embalamento;
- Integração na equipa de manutenção e acompanhamento de turno de trabalho e apoio a trabalhos práticos em linha e/ou oficina;
- Gestão de ordens de serviço e equipamentos no Software de manutenção;
- Revisão documental a nível de procedimentos, certificados, normas, fichas técnicas e manutenção de equipamentos;
- Acompanhamento da instalação de uma linha de embalamento;
- Reorganização da oficina e armazém de peças de manutenção e respetiva gestão.

1.2 Plano de Estágio

O estágio dividiu-se em seis fases diferentes, estando elas apresentadas na Figura 1.1.



Figura 1.1 – Diagrama de Gantt relativo às fases do estágio

A primeira fase consistiu na integração na equipa e na compreensão das atividades e equipamentos presentes nas instalações, tendo durado aproximadamente dois meses. A fase seguinte, consistiu na implementação de uma nova máquina de embalar e de todos os equipamentos necessários à criação de uma linha de embalamento. A fase relativa ao estudo

teórico está representada com uma duração fixa de 45 dias, uma vez que todas as sextas-feiras, a empresa prescindia do dia para que o relatório de estágio fosse elaborado. As duas fases seguintes foram as mais longas do estágio, pois após a integração na equipa e conhecimento das instalações, a gestão das peças de reposição (*spare-parts*) e auxílio da equipa de manutenção, começou imediatamente, terminando apenas na última semana do estágio. Uma última fase, que foi realizada juntamente com as 2 fases mais longas, foi a de revisão documental a nível de processos, certificados, normas, fichas técnicas e manutenções de equipamentos. A aprendizagem de soldadura a TIG, não está mencionada no diagrama, porque não estava planeada. Esta aprendizagem decorreu na medida em que este tipo de soldadura foi necessário na resolução de alguns trabalhos de manutenção.

1.3 Estrutura do relatório

Este relatório está dividido em 5 capítulos, com o objetivo de apresentar os conhecimentos adquiridos e aplicados no decorrer do estágio.

O capítulo 1 apresenta um breve enquadramento do estágio bem como os objetivos do mesmo. São também apresentadas, as diferentes fases em que o estágio se dividiu.

No capítulo 2 é feita uma apresentação da empresa de acolhimento, o seu alcance a nível mundial e quais as atividades que esta desenvolve. São ainda apresentados 2 processos bastante importantes: a torrefação e o embalamento. A análise pormenorizada destes processos será abordada no capítulo 4.

O capítulo 3 pretende fazer uma revisão do estado da arte no que respeita à manutenção. São descritos os vários tipos de manutenção existentes, as diferentes metodologias aplicadas à manutenção que podem ser adotadas e ainda a evolução da manutenção. A manutenção associada à indústria alimentar é abordada, bem como a certificação e a sua importância numa indústria como a da empresa de acolhimento. O capítulo 3 apresenta ainda o estado da arte relativamente a normas e padrões de qualidade na indústria alimentar, benefícios e como aplicar as mesmas normas, bem como a pontuação de uma auditoria e a forma como se lê/analisa uma norma.

No capítulo 4, será abordado o trabalho realizado no decorrer do estágio. O processo de embalamento e torrefação são explorados em maior detalhe na medida em que uma linha de embalamento foi montada aquando da realização do estágio. Serão abordadas as medições efetuadas para o projeto da linha de arrefecimento, as intervenções realizadas de cariz corretivo, preventivo e administrativo e outros trabalhos menos relevantes.

O capítulo 5 apresenta as conclusões/considerações finais do estágio.

2 FRUTORRA PIMENTA

Neste capítulo, será feita a apresentação da empresa de acolhimento, bem como a apresentação e descrição de dois processos bastante relevantes na subsistência e crescimento da empresa, são eles o processo de embalagem e torrefação.

A Frutorra Pimenta é uma empresa com sede em Degracias como mostra a Figura 2.1, concelho de Soure, fundada em 1988. A empresa opera no setor da importação, exportação, transformação e distribuição de aperitivos, mais concretamente frutos e legumes secos. O posicionamento da empresa centrou-se na qualidade e processo de transformação dos seus produtos, levando a uma mudança das instalações em 1997. Até à atualidade, a empresa permanece nessas mesmas instalações.



Figura 2.1 – Instalações da Frutorra Pimenta

Até 2018, a empresa era exclusivamente nacional, sendo que 70% desta foi adquirida por uma empresa do mesmo ramo, líder na comercialização de frutos secos em Espanha, a Grefusa. A Grefusa é agora uma multinacional, detentora de duas instalações em território espanhol (Alzira e Valladolid) e as instalações da Frutorra (Soure) em território português. Pode afirmar-se que possui a fábrica em Soure uma vez que é detentora de mais de 50% das ações da empresa.

A Frutorra Pimenta é uma empresa com bastante fama, sendo que os produtos que são distribuídos são provenientes de diferentes países. Por exemplo, de África do Sul são importadas passas de uva e sultana dourada. O caju é importado do Vietname, o ananás e a papaia desidratada da Tailândia, a banana desidratada das Filipinas e a sultana orange da Turquia. Dos E.U.A é importado o amendoim com casca, os arandos e a amêndoa com pele. O miolo de noz e o amendoim, são adquiridos respetivamente do Chile e da Argentina. Por fim, o coco é proveniente da Holanda e a amêndoa crua com pele é comprada a Espanha [1].

Relativamente ao produto nacional, este é bastante escasso. A Frutorra tem uma linha de produtos especificamente produzidos em território nacional, os produtos premium, sendo eles o miolo de amêndoa com pele, miolo de noz e miolo de pinhão. O miolo de amêndoa com pele é proveniente de Trás-os-Montes e Alentejo.

Devido ao exponencial crescimento da empresa, e da grande qualidade dos seus produtos, marcas como o Pingo Doce, Recheio, Auchan, Continente e Dia têm hoje nas suas marcas próprias, produtos Frutorra.

A empresa Frutorra é sazonal, isto é, o volume de trabalho não é constante durante todo o ano, sendo necessário recorrer a trabalho temporário para satisfazer os momentos em que o número de encomendas é superior. As épocas de mais trabalho situam-se normalmente, nos meses de novembro e dezembro devido à época de Natal, e no início do verão, meses de junho, julho e agosto.

O número de colaboradores fixos situa-se na meia centena, incluindo os motoristas, comerciais e administrativos. Adicionam-se a estes, os colaboradores temporários, sendo sensivelmente vinte.

A empresa trabalha apenas em dois turnos, sendo o horário realizado pelo primeiro turno das 6h até às 14h e o segundo turno das 14h até 22h, contudo existe a hipótese de adicionar um terceiro turno. A introdução deste turno obrigaria à modificação dos horários dos dois turnos existentes, uma vez que a ideia de organização de turnos seria a seguinte: primeiro turno, da 0h às 8h, seguindo o segundo turno das 8h às 16h e o terceiro turno seria das 16h às 0h. A introdução do terceiro turno possibilitaria o incremento de colaboradores.

2.1 Principais Processos

Após a apresentação da empresa, é necessário dar a conhecer o percurso que a matéria-prima realiza até ser denominada de produto final. Para o efeito, serão introduzidos os dois principais processos. A Figura 2.2 mostra um fluxograma que exemplifica os dois percursos principais realizados na empresa: o embalamento e a torrefação.

Os produtos chegam à empresa por transporte rodoviário, tipicamente em grandes sacos, onde são rececionados e encaminhados para os armazéns de matéria-prima, de acordo com o tipo de produto, onde ficam depositados.

Quando é despoletado o processo de torrefação, os produtos seguem para a torrefação (processo de torra que pode durar 3 horas) seguido de uma limpeza automatizada e arrefecimento em repouso (que pode durar até 24 horas, uma vez que o produto torrado necessita de um intervalo de repouso de forma a arrefecer para não criar condensação no interior dos pacotes aquando do seu embalamento).

No caso de o produto não necessitar de passar pelo processo de torragem, por exemplo amendoim sem casca, passas e caju, então é realizada uma escolha manual com vista a eliminar elementos estranhos que possam contaminar a matéria-prima.

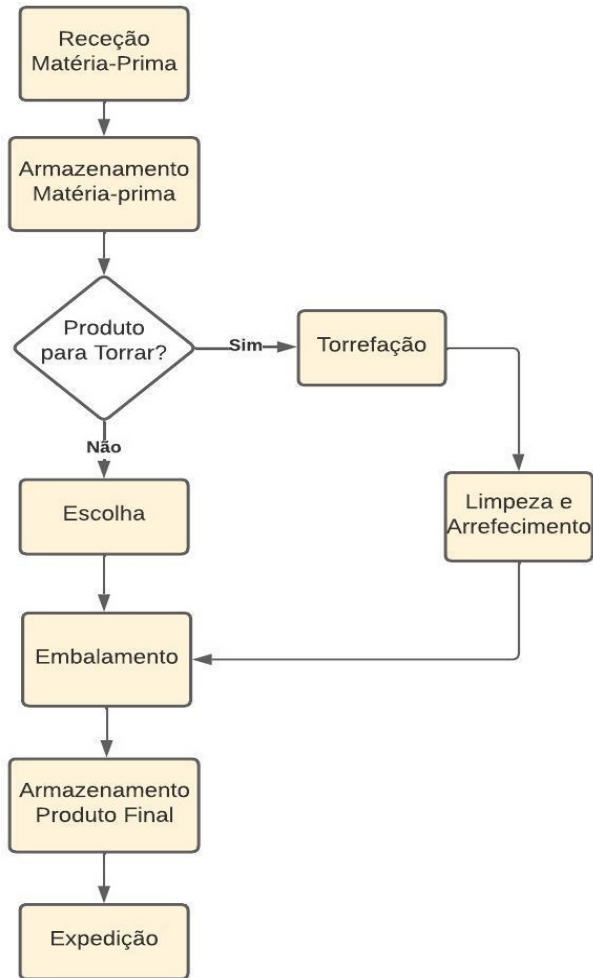


Figura 2.2 – Fluxograma de Embalamento e Torrefação

De seguida, o produto segue para a zona de embalamento que inclui calibração, pesagem e impressão da data de validade nos pacotes individuais. Estes pacotes individuais são manualmente colocados em caixotes de cartão que depois de rotulados seguem para o armazenamento de produto final onde fica a aguardar até ser expedido, por transporte rodoviário.

3 MANUTENÇÃO/MANUTENÇÃO ALIMENTAR

Manutenção é uma palavra de origem latina de MANUS TENERE, que significa ter em mãos, ou seja, manter o que se tem. Representa todas as atividades necessárias para que o equipamento/bem possa manter-se de acordo com uma determinada situação [2].

Segundo a norma europeia EN 13306 [3], “manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão aplicadas durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida”.

De acordo com Monchy [4] a manutenção caracteriza-se pelo ato de sustentar, conservar, manter ou consertar um tipo de sistema na medida em que este necessita de estar sempre no estado ótimo de operação. O autor afirma que a manutenção teve início na época das guerras mundiais, sendo a sua função principal preservar todos os materiais utilizados nos combates, mantendo-os sempre em estado aceitável de funcionamento.

Pela definição de “manutenção”, entende-se que é uma atividade complexa envolvendo diversos aspetos, uma vez que tenta garantir a disponibilidade e fiabilidade de um determinado bem de forma que as suas funções sejam mantidas num desempenho mínimo aceitável. A manutenção desempenha assim um papel fundamental na melhoria de resultados financeiros e operacionais.

3.1 Evolução da Manutenção

Ao longo do último século, a manutenção tem sofrido bastantes mudanças no que toca à sua forma de atuar devido aos diversos acontecimentos na economia industrial, sendo os diferentes intervalos temporais associados às diferentes formas de atuação os seguintes [5]:

- Após a 1ª Guerra Mundial, até 1930, devido à guerra as empresas foram obrigadas a desenvolver equipas de manutenção para arranjar os equipamentos aquando da sua avaria (manutenção corretiva);
- De 1930 a 1947 surgiu a necessidade de existir uma produção mais ágil, tentando assim evitar a falha (manutenção preventiva);
- De 1947 a 1960, após o fim da 2ª Guerra Mundial surge uma necessidade crescente de lucro, necessitando de um planeamento e controlo das atividades de manutenção, análise de avarias e quais as suas causas. Nasce assim a engenharia de manutenção;
- De 1960 a 1968 apareceu a necessidade de uma evolução na manutenção, justificada na performance e desempenho dos equipamentos. Surgiu a manutenção preditiva;
- De 1968 a 1978 a manutenção passou a adotar métodos modernos de controlo, em virtude do aparecimento/aperfeiçoamento do computador e a expansão

internacional das empresas. A *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM) com Nippondenso cria a *Total Productive Maintenance* (TPM);

- De 1978 a 1999 é lançado a *Reliability-Centered Maintenance* (RCM);
- De 1999 a 2004 é emitida a norma SAE JA1011 onde definem a manutenção centrada na confiabilidade (MCC) como um processo para identificar políticas e estratégias que devem ser implementadas para controlar as causas e modos das falhas dum ativo fixo num dado contexto operacional. Foi criada a *World Class Maintenance* (WCM) impulsionando a metodologia TPM;
- De 2004 a 2014 é lançado o PAS 55 para tentar formalizar regras para a gestão de ativos. Em 2008 estas regras foram revistas;
- Em 2014 é lançada a norma ISO 55000 padronizando a gestão de ativos.

O mercado tem-se tornado cada vez mais competitivo e com isso existe a necessidade de:

- Produzir produtos e serviços cada vez com mais qualidade;
- Produzir mais rapidamente;
- Produzir com menores custos e com maior aceitação no mercado.

Existe uma reestruturação no nível e na organização da manutenção devido a [5]:

- Projetos mais complexos;
- Novas metodologias de manutenção;
- Mudanças bruscas de tecnologia;
- Exigências cada vez maiores ao nível da saúde, segurança e meio-ambiente.

As Quatro Gerações da Manutenção

1ª Geração (Período da 1ª Guerra Mundial-1940): Nesta fase os equipamentos eram bastante simples. A produção não era prioridade para a empresa, não existindo a necessidade iminente de aquando da sua paragem, este ter de voltar o mais rápido possível a funcionar. A manutenção não era sistemática, sendo nesta fase as estratégias de manutenção basicamente limpeza e lubrificação [2]. As competências técnicas exigidas eram mínimas, sendo a manutenção apenas corretiva [6].

2ª Geração (1940-1970): Após a 2ª Guerra Mundial surgiu a necessidade de produzir mais itens industrializados. Devido ao pós-guerra, a mão-de-obra nessa altura era reduzida. Com isto, a indústria viu-se obrigada a melhorar as condições dos seus equipamentos de forma a funcionarem de forma contínua durante o maior intervalo de tempo possível, podendo dizer-se que existiu uma maior disponibilidade e confiabilidade dos ativos. Para que as máquinas conseguissem produzir mais e maior tempo sem parar, surgiu um forte apelo para uma maior mecanização dos equipamentos e maior complexidade das instalações [2]. O custo da manutenção era elevado, mas também os custos operacionais o eram devido ao aumento da procura à produtividade [6]. No Japão, alguns engenheiros repararam que alguns equipamentos falhavam em intervalos de tempo semelhantes, nascendo assim a manutenção preventiva [7].

3ª Geração (1970-2000): Devido ao crescente processo produtivo, a paragem deste processo, aumenta bastante os custos produtivos. O aumento desta exigência de disponibilidade dos equipamentos exigiu um papel bastante mais presente por parte da engenharia [6]. As paragens das máquinas tornam-se cada vez mais graves, aumentando o risco de falha de contratos para com os clientes, afetando assim a sua reputação e as suas finanças negativamente. Com toda a necessidade de produção, surgiu o conceito de manutenção preditiva. Com esta manutenção era possível monitorizar os equipamentos e prever com alguma precisão quando estes poderiam falhar [2].

4ª Geração a partir de 2000: Na quarta fase surge um aumento considerável na utilização de registo de dados e do controlo computacional. Na consequência da necessidade de trabalhar toda a informação surgem os KPI's (*Key Performance Indicator*) e *benchmarking*. O objetivo destas ferramentas é criar indicadores que permitam avaliar a situação da empresa e comparar com as restantes. A manutenção passou a ser centrada na confiabilidade e houve um aumento na manutenção preditiva. Houve um aumento da participação ativa nos projetos da empresa, desde a conceção até à entrega. Surge o conceito de manutenção prescritiva [2].

3.2 Tipos de Manutenção

A Figura 3.1 demonstra a existência de nove tipos de manutenção que estão divididas entre manutenção preventiva e manutenção corretiva.

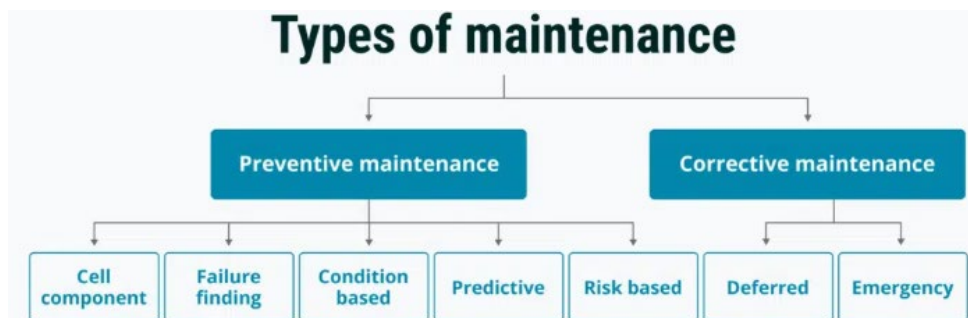


Figura 3.1 – Tipos de Manutenção [8]

A manutenção preventiva é realizada antes da falha ocorrer e engloba os seguintes tipos de manutenção:

- Time-Based Maintenance (TBM);
- Failure Finding Maintenance (FFM);
- Risk Based Maintenance (RBM);
- Condition Based Maintenance (CBM);
- Predictive Maintenance (PDM).

A manutenção corretiva é realizada após a falha ocorrer e engloba os seguintes tipos de manutenção:

- Deferred Maintenance (DM);
- Emergency Maintenance (EM).

3.2.1 Manutenção Preventiva

Este tipo de manutenção é bastante conhecido e tem como objetivo evitar paragens e o aparecimento de falhas em equipamentos. Todos os processos preventivos são programados e devem ser feitos de forma periódica. Por ser uma manutenção controlada, os supervisores não são surpreendidos evitando assim diminuições de rendimento, paragens para reparações e também diminui os custos da manutenção [9].

Existem vários exemplos de manutenções preventivas, como por exemplo limpezas periódicas, ajustes regulares, a troca de componentes com base no seu envelhecimento, lubrificações e trocas de óleo periódicas. A estratégia de execução tem como base o tempo, seja qual for a unidade, por exemplo, limpezas realizadas quinzenalmente.

3.2.1.1 Time-Based Maintenance (TBM)

A TBM também conhecida como manutenção periódica, consiste em rotinas de manutenção em espaços de tempo fixos, independentemente da sua condição [9]. Sendo um tipo de manutenção preventiva, a TBM tem como objetivo prevenir falhas antes de acontecerem e melhorar a performance dos equipamentos. Mas como a TBM, por vezes não é necessária, poderá existir um custo desnecessário. Por exemplo, sendo a troca de óleo mineral de uma central hidráulica efetuado a cada ano de uso, esta troca pode ser efetuada de 6 em 6 meses. Este ajuste pode resultar em menos problemas, mas daí vem um custo adicional que pode não justificar [10].

Vantagens da TBM:

- Treino Mínimo: As tarefas deste tipo de manutenção são relativamente simples e não necessitam de muita aprendizagem;
- Custo a longo termo inferior: Quando comparada com a manutenção corretiva ou com a paragem de um equipamento, esta manutenção é mais barata;
- Fácil de implementar: Ao contrário da manutenção preditiva, a TBM não necessita de sensores ou equipamentos adicionais;
- Horário previsível: Como segue intervalos de tempo específicos, os calendários de manutenção são previsíveis.

Desvantagens da TBM:

- Ignora outras causas de falha: Assume que as falhas estão relacionadas com a idade, não tendo em conta a condição do equipamento;
- Horário frequente introduz risco: A manutenção pode introduzir erros no sistema, por exemplo cabos mal ligados ou peças mal encaixadas. Quando a manutenção é bastante regular, essa probabilidade de erros aumenta;
- Não é efetivo em ativos que trabalham ocasionalmente: Componentes que são utilizados ocasionalmente não se deterioram como os que são usados continuamente;

- Custos excessivos com manutenção exagerada: Realizar manutenção em componentes que não necessitam, conduz a tempos de paragem, horas de trabalho e consumos de consumíveis desnecessários.

3.2.1.2 Failure Finding Maintenance (FFM)

As tarefas de FFM têm como objetivo detetar falhas que não são visíveis, estando normalmente associadas a funções de proteção, como por exemplo válvulas de segurança. Isto significa que no normal funcionamento da máquina não será possível saber se este equipamento está funcional, apenas quando um componente interveniente na normal operação do equipamento falha e depende da atuação do equipamento com funções de proteção [9].

Por exemplo, uma avaria de um gerador elétrico que é utilizado como reserva num hospital ou hotel nunca será detetada durante a normal operação do edifício. Se o gerador estiver avariado e a procura por defeitos/avarias não existir, só será visível quando a energia elétrica faltar. O mesmo acontece com alarmes de incêndio e detetores de fumo, sendo equipamentos que apenas entram em funcionamento em situações específicas [11].

As tarefas de FFM são efetuadas em sistemas de proteção ao longo de um circuito de um equipamento constituído por vários componentes. Avarias deste tipo podem estar escondidas/camufladas, podendo ser encontradas em [12]:

- Sistemas de alerta ou alarme: Estes sistemas são dimensionados para emitir um som ou uma luz de aviso quando ocorre um problema algures no sistema;
- Sistemas de alívio: Estas válvulas ou equipamentos para o efeito têm o objetivo de prevenir um problema maior numa máquina aliviando a pressão antes de a pressão ser demasiada ou ocorrer uma explosão;
- Sistemas de encerramento: Estes componentes param o sistema quando determinada sobrecarga acontece para prevenir a destruição dos componentes mais valiosos de uma máquina, por exemplo o motor;
- Sistemas de mitigação: Estes sistemas têm a função de responder à falha de outro sistema, por exemplo, os extintores podem ser colocados nesta categoria;
- Sistemas de backup: Estes equipamentos devem manter uma linha de produção ou um componente operacional caso o componente primário ou a máquina falhar;
- Sistemas de guarda: Estes componentes são desenhados para prevenir um acidente em caso de mau funcionamento da máquina. Podem desencadear uma paragem automática ou um mecanismo de guarda.

3.2.1.3 Risk-Based Maintenance (RBM)

A RBM define prioridades consoante o risco e as consequências que possam acontecer com uma dada falha. Os equipamentos que têm maior risco de falhar recebem os recursos primeiro do que os equipamentos não críticos [13]. Quando implementada de forma eficiente, o risco de falha total deverá ser mais reduzido em toda a instalação da forma mais económica. A RBM é uma manutenção preventiva onde a frequência e alcance das atividades de

manutenção são continuamente otimizadas com base em testes, inspeções e avaliações de risco [9].

Relativamente às avaliações de risco, existe um conceito, denominado por curva da banheira, que é visível na Figura 3.2. Ter conhecimento da curva de taxa de falha de um componente auxilia o controlo da manutenção a determinar a vida útil, o tempo de garantia, confiabilidade e na adoção de medidas para aumentar a disponibilidade [14].

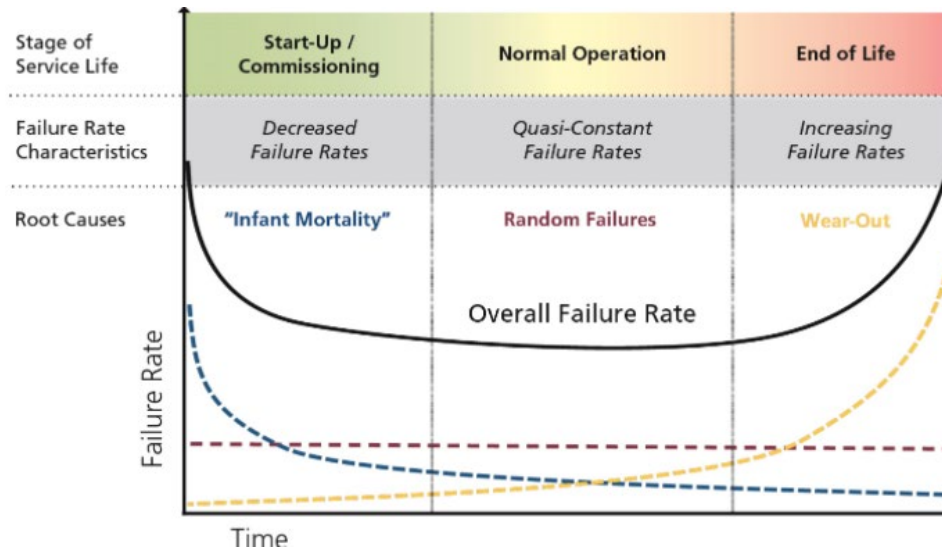


Figura 3.2 – Curva da Banheira [15]

A Figura 3.2 mostra 3 zonas distintas: infância, falhas aleatórias e período de desgaste.

Durante a fase da infância podem existir algumas falhas devido a falhas de instalação, falhas no projeto, sendo estas aleatórias. Existe uma taxa de falha elevada nesta fase. Para combater esta mortalidade, existem várias estratégias, como por exemplo a depuração, que consiste em testes preliminares com tecnologias automáticas e sensores de forma a descartar equipamentos defeituosos ou a serem reparados antes de saírem da fábrica. Podem ser realizados testes de aceitação e confiabilidade, sendo estes, reavaliações do equipamento sempre que há trocas de peças, alterações de projeto, entre outras mudanças. Podem ser efetuados ensaios acelerados e testes de *burn-in*, que consistem em submeter o equipamento a condições iguais ou mais exigentes que o normal, de forma a observar o seu comportamento em esforço [15].

Na fase de vida adulta, as falhas da fase anterior são corrigidas, entrando-se assim num nível estável, com um índice de erros estável e quando ocorrem são aleatórios. O número de falhas nesta fase é inferior à da fase de infância. Durante a vida adulta/útil, é recomendável seguir as recomendações do fabricante no que toca a revisões periódicas. A estratégia mais adequada é uma manutenção preventiva, ou caso seja possível, manutenção preditiva de forma a prever quando o ativo entrará na fase de desgaste.

No período de desgaste o sistema e os seus componentes falham devido ao uso recorrente. A taxa de falha aumenta consideravelmente [14]. Nesta fase, o ideal é adotar novas medidas de manutenção preventiva assim que a taxa de avarias aumentar para evitar um aumento

acentuado. As ações adequadas nesta fase da vida do componente, passam por fazer um plano detalhado com todas as revisões e ações a fazer durante um ano. É necessário substituir componentes antes de estes avariarem e haver a possibilidade de não ter solução. É aconselhável utilizar componentes de qualidade, compatíveis com a máquina, uma vez que a tendência é utilizar componentes de outras marcas de forma a poupar. Por último, dentro do possível, é necessário tentar manter o equipamento em condições adequadas, por exemplo temperatura e nível de humidade de ar recomendados [15].

Quando o equipamento está em fase adulta, uma intervenção quando este funciona bem, para além de prolongar a sua vida útil, expõe-o a um pico de taxa de falhas mais elevado [14]. Este efeito é observável na Figura 3.3.

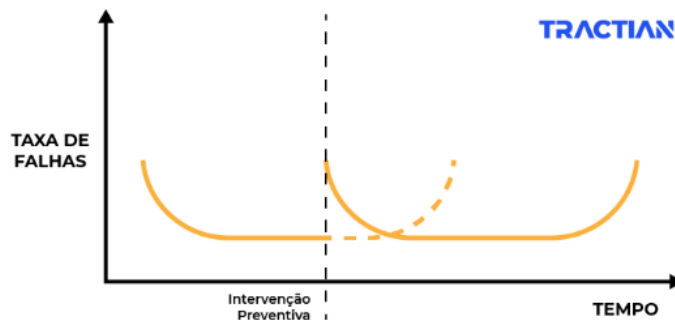


Figura 3.3 – Efeito da Intervenção Preventiva (Curva Banheira) [16]

Outro aspeto importante é o de como funciona a gestão da RBM. Como é que a empresa avalia quais os equipamentos/componentes que têm uma maior taxa de risco e quais têm consequências mais gravosas com a sua avaria? Existem uma série de passos a ter em conta [17]:

- Recolher dados das máquinas e sistemas: O primeiro passo é recolher uma quantidade suficiente de dados das máquinas e sistemas em uso. Isto pode ser alcançado através do uso de softwares de gestão de manutenção, denominados por *Computerized Maintenance Management System (CMMS)*.
- Avaliar os riscos de uma falha: Qual é a probabilidade da máquina X ou equipamento Y falharem? Com que regularidade poderá falhar? O que pode levar à falha deste equipamento? Todas estas questões avaliam o risco e conduzem para o terceiro passo.
- Avaliar as consequências de uma falha: Se a máquina parar, o atraso será de um dia ou dois meses? Será possível existir estes atrasos? Qual o custo do tempo de paragem caso o sistema falhe? Todas estas questões devem ser respondidas no processo de avaliação.
- Classificar os riscos e consequências avaliados: O próximo passo é classificar os riscos avaliados e as suas consequências consoante uma ordem. Qual a máquina ou sistema que representa o maior perigo quando falhar? Qual teria menor impacto?

- Criar planos: É necessário criar um plano RBM. O primeiro passo é criar um plano com base no tempo para realizar inspeções. De seguida, outro plano de como é que os riscos serão atenuados é criado, sendo depois este implementado.
- Repetir o ciclo regularmente: Quando aplicada a RBM, é necessário verificar os componentes regularmente. Dependendo da necessidade, poderá ser mensal, semestral ou anual.

3.2.1.4 Condition-Based Maintenance (CBM)

A CBM é um tipo de manutenção que monitoriza a condição atual de um componente de forma a decidir que tipo de manutenção tem de ser efetuada. A CBM declara que a manutenção só deve ser efetuada quando certos indicadores demonstram uma diminuição de performance ou se uma falha pode estar para acontecer. Os testes destes indicadores devem incluir medidas não invasivas, inspeção visual e testes agendados. O objetivo da CBM é monitorizar e prever falhas que vão existir para que a manutenção seja agendada para quando seja necessária e não antes. A condição dos componentes precisa de desencadear uma manutenção algum tempo antes de ocorrer a falha, de forma a dar tempo para os trabalhos estarem prontos antes da performance diminuir ou existir a dita falha [18].

Vantagens da CBM [19]:

- Tempo otimizado em manutenção: CBM é realizada quando necessária, permitindo às equipas de manutenção otimização do tempo;
- Menor interrupção da produção: Alguns problemas identificados pela CBM podem ser corrigidos sem desligar o equipamento, garantindo maior disponibilidade a produzir;
- Probabilidade inferior de falhas catastróficas: Sensores de monitorização detetam os problemas quando acontecem, permitindo que os técnicos respondam rapidamente;
- Tempo de inatividade do ativo inferior: A CBM pode ser associada com modos de falha específicos. Permite assim à equipa de manutenção diagnosticar rapidamente as causas possíveis, aumentando assim a rapidez de resposta.

Desvantagens da CBM [19]:

- Custo de sensores elevado: O custo de compra, instalação e manutenção destes sensores e software relacionado pode exceder o benefício total de redução de falhas;
- Horários de pico imprevisíveis: Eventos de CBM não são planeados e podem resultar em períodos onde múltiplos ativos podem precisar de atenção;
- Dificuldade de escolha de sensores: Os sensores existem de todos os tipos, formas e tamanhos, sendo difícil a sua escolha;
- Confiabilidade de sensores: Sensores instalados e usados em ambientes severos podem ser danificados, funcionar incorretamente e registar valores errados. Os

sensores por wireless confiam na fiabilidade de rede wireless para enviar dados continuamente;

- Experiência necessária: É necessário um nível de conhecimento técnico elevado para instalar e manter os sensores, usar software e interpretar dados.

Na CBM, mais especificamente no que toca a medições de condições variáveis num dado equipamento, existem alguns parâmetros que são mais relevantes, tais como análise de vibrações, variações de temperaturas e análise de óleo.

Relativamente à análise de vibração, esta é feita através de sensores, normalmente acelerómetros, que são colocados em sítios específicos do equipamento, como rolamentos ou sítios onde a vibração é adquirida facilmente. Estes sensores estão conectados com o equipamento e armazenam os dados, permitindo comparação de valores recentes com os mais antigos. A Figura 3.4 demonstra um equipamento utilizado para a análise de vibração.



Figura 3.4 – Adash America A4900 Vibrio [20]

Outra técnica para monitorização das condições do equipamento é através da variação da temperatura, utilizando uma câmara térmica que consoante a temperatura, as imagens apresentadas no dispositivo contêm diferentes gamas/tons dependendo da temperatura observada em tempo real. A Figura 3.5 mostra um equipamento para esse efeito.



Figura 3.5 – Câmara Térmica BOSCH GTC 400 C [21]

A última técnica para monitorização das condições do equipamento é através da análise de óleo. Esta é uma das técnicas mais importantes na monitorização da condição de um ativo. Devido a equipamentos especiais, é possível recolher o óleo e fazer a sua análise mais tarde. O equipamento que permite que isso seja feito está representado na Figura 3.6.



Figura 3.6 – Kit de amostra de óleo [22]

Existe um conceito bastante importante dentro da CBM que é a curva P-F, como mostra a Figura 3.7.

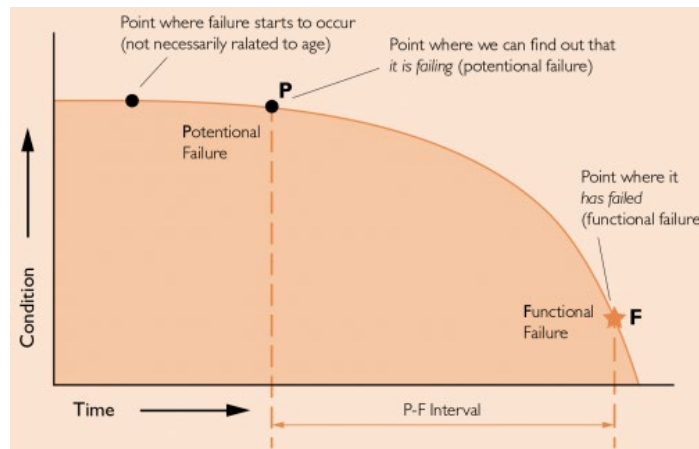


Figura 3.7 – Curva P-F [23]

O eixo horizontal da curva P-F, representa o tempo em serviço de um determinado ativo. O eixo vertical representa uma medida de performance ou condição. A curva mostra que a performance ou condição do ativo diminui com o passar do tempo, resultando numa falha funcional [23]. A curva pode ter várias formas, linear ou exponencial, mas geralmente é representada como está na Figura 3.7.

A curva mostra que uma falha começa a manifestar-se, o equipamento deteriora-se até ao ponto em que essa mesma falha pode ser detetada (ponto P). Se a falha não é detetada nem combatida, esta continua até ocorrer uma falha funcional (ponto F). O intervalo de tempo entre o ponto P e F é a janela de oportunidade durante a qual uma inspeção pode detetar uma falha e conceder tempo para que esta seja tratada [24].

3.2.1.5 Predictive Maintenance (PDM)

A PDM, segundo a NBR 5462, é a “Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se meios de supervisão para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva” [7].

Recentemente, a PDM era essencialmente um sinónimo da CBM. Com a evolução da inteligência artificial e diminuição de custos de sensores (IoT) aparece uma diferença entre estes dois tipos de manutenção [9]. Enquanto a PDM programa as tarefas com base em dados recolhidos e analisados, a CBM apenas age quando determinados parâmetros atingem níveis alarmantes [25].

Tal como a CBM, a PDM utiliza sensores e testes de forma a avaliar o desempenho e condição do componente. As tecnologias de monitorização mais comuns são análise de corrente, monitorização acústica, análise de óleo, análise de vibrações, etc.

Assim que os sensores recolherem os dados relativos ao desempenho e condição do componente, estes têm de ser armazenados e analisados. Atualmente, com a tecnologia *Internet of Things* (IoT), os sensores partilham a informação através de wireless ou cabo de rede para a internet. Esta partilha é enviada e armazenada numa base de dados, ficando a aguardar a sua análise.

Este tipo de manutenção é baseado em suposições acerca do momento em que o ativo vai falhar. Os dados recolhidos são analisados para identificar padrões e tentar prever o momento de falha. Os algoritmos usam regras predefinidas para comparar o desempenho atual com o desempenho esperado, determinar o nível de deterioração e estimar quando é necessária a manutenção. Os softwares (CMMS) têm um papel relevante neste tipo de manutenção porque permitem criar um histórico como também criar e gerar ordens de serviço com base na análise preditiva realizada.

Vantagens da PDM [26]:

- Facilidade de horário de manutenção: Uma vez que a necessidade de serviço é sabida antes de existir a necessidade da intervenção, as atividades podem ser organizadas e realizadas quando o equipamento se encontrar disponível;
- Aumento do tempo de atividade do ativo: Os componentes podem continuar em funcionamento até que a manutenção esteja garantida. Com outros tipos de manutenção, o tempo de paragem é excessivo devido ao excesso, falta ou manutenção não agendada;
- Preço de inventário inferior: Um programa de PDM eficaz ajuda as equipas de manutenção a planear com antecedência, reduzindo a necessidade de compras de último minuto de peças em escassez no stock, reduzindo os custos de aceleração do transporte das peças.

Desvantagens da PDM [26]:

- Elevado custo inicial: Um programa PDM requer um grande investimento em equipamentos de monitorização de condição, software analítico avançado, treinamento dos colaboradores e investimento em tempo de compra e instalação;
- Experiência Necessária: Os colaboradores devem ser treinados para usar equipamento de monitorização, interpretar os dados recolhidos pelos sensores e analisar os relatórios gerados pelo software PDM.

3.2.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é aquela que é efetuada após a deteção de uma falha sendo destinada a restaurar um ativo para um estado no qual consegue efetuar a função que lhe é pedida [3].

As ordens de manutenção corretiva são, normalmente, iniciadas quando um problema adicional é descoberto aquando da resolução de outra ordem de serviço. Por exemplo, se o técnico descobre um problema durante uma reparação de emergência, esse problema pode transformar-se numa ordem de manutenção corretiva. Essa tarefa é depois planeada e agendada [27].

Benefícios/Vantagens da CM [28]:

- Menor Planeamento: Embora algumas atividades ainda precisem de ser planeadas, comparado com a manutenção preventiva, tem menos planeamento;
- Processo simplificado: A CM é baseada na necessidade, permitindo à equipa de manutenção concentrar-se em manutenções preventivas, até a falha ocorrer;
- Mais apropriada em alguns casos: CM consegue poupar dinheiro porque não é preciso reparar ou trocar um ativo até a manutenção ser mesmo precisa. Por exemplo, é mais barato trocar uma lâmpada quando se queima, do que gastar tempo, dinheiro e energia a criar um plano de manutenção preventiva;
- Planeamento de recursos otimizado: Uma vez que os pedidos CM são enviados para o sistema, podem ser revistos, definidos como prioridade e organizados de forma apropriada. Isto permite que os recursos de custos e mão-de-obra podem ser otimizados;
- Aumento da segurança dos operadores: Em alguns casos, os problemas identificados como CM podem ter repercussões de segurança para os colaboradores que trabalham no local.

Desvantagens da CM [28]:

- Maior tempo de inatividade: Quando problemas graves ocorrem, a manutenção pode ser lenta e dispendiosa. Estes tempos de paragem afetam a produção, custando assim dinheiro à organização;
- Maior custo de manutenção: Sem a PM, a condição dos ativos pode deteriorar-se mais facilmente antes dos problemas serem descobertos, necessitando assim de reparação ou substituição;

- Problemas de segurança para técnicos de manutenção: Quando realizada em resposta a uma paragem onde o dinheiro está a ser perdido, a manutenção pode ser apressada, levando a um maior risco de trabalho impróprio ou inseguro;
- Imprevisibilidade: Quando ocorrem emergências, todas as outras manutenções são postas em espera até o problema ser resolvido, levando à acumulação de ordens de serviço.

3.2.2.1 Deferred Maintenance (DM)

Este tipo de manutenção consiste num tipo de manutenção corretiva, mas esta não é efetuada de imediato após a deteção da causa [3]. Esta é adiada de acordo com certas regras de manutenção, como é demonstrado na Figura 3.8.

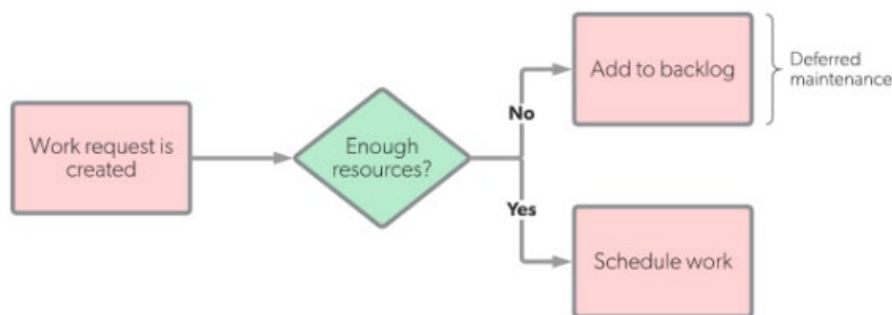


Figura 3.8 – Fluxograma Deferred Maintenance [29]

Existem estudos que demonstram que adiar a manutenção pode aumentar custos futuros em cerca de 600%. Apesar das grandes consequências de adiar reparações importantes, esta prática é muito comum.

Reparações adiadas são, normalmente, postas numa acumulação de manutenções criando um ciclo vicioso. Como melhoramentos necessários são adiados, as falhas de sistema aumentam em grande volume e frequência. Neste cenário, as equipas de manutenção não dão atenção à PM [29].

O maior problema de um gerente de uma instalação é ter uma acumulação de manutenções adiadas. Este efeito de bola de neve de atraso de produtividade acontece por algumas razões [33]:

- Estratégias de PM inadequadas: Companhias que não têm estratégias sólidas de PM e contam a maior parte das vezes com manutenção corretiva, normalmente encontram-se em situações onde as manutenções têm de ser adiadas;
- Limitações de orçamento: Os orçamentos de manutenção são normalmente apertados e não têm em atenção reparações dispendiosas. Se o financiamento é baixo, é normal outros custos operativos serem priorizados. Isto significa que grande parte das vezes, a manutenção fica em segundo plano;
- Falta de mão-de-obra ou experiência: Por vezes não existem técnicos suficientes para solucionar alguns problemas, quanto mais no caso de uma paragem/destruição de equipamento imprevista. Ainda assim, para reparações

mais complexas, é necessário contratar pessoas de outras empresas com as capacidades e experiência necessárias.

- Equipamento de manutenção inadequado: A companhia pode não ter as ferramentas necessárias para solucionar alguma avaria, podendo ser necessário encomendar tais ferramentas. Esta situação irá colocar a manutenção em espera.

3.2.2.2 Emergency Maintenance (EM)

Este tipo de manutenção está englobado na manutenção corretiva. Esta manutenção é realizada imediatamente após a sua deteção de forma a evitar consequências trágicas [30], como mostra a Figura 3.9. A EM é o tipo de manutenção que se deve evitar ao máximo. Algumas organizações a nível mundial garantem que menos de 2% da totalidade da sua manutenção é EM [31].

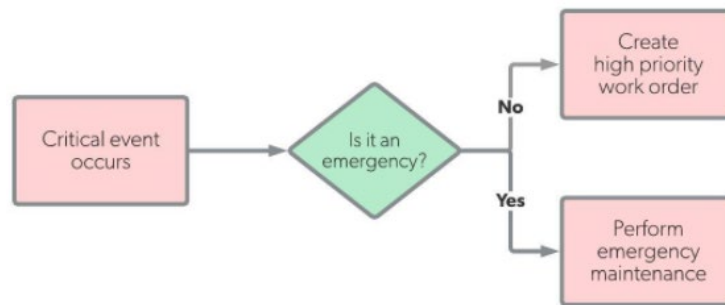


Figura 3.9 – Fluxograma Manutenção de Emergência [32]

Benefícios/Vantagens da EM [33]:

- Número de técnicos reduzido: Como o planeamento não existe, o número de técnicos necessários para resolver o problema é menor;
- Estimula manutenção preventiva: Normalmente, a EM guia os técnicos a adotar medidas preventivas, para prevenir o sistema de danos maiores;
- Minimiza Perdas: Esta manutenção ajuda a identificar imediatamente a causa de avaria e restaurar o equipamento ou componente para a sua condição normal de trabalho, minimizando perdas.

Desvantagens da EM [33]:

- Imprevisibilidade: Esta é uma das maiores desvantagens da EM, visto que não é possível saber quando vai ocorrer a falha. Isto pode resultar em atrasos da produção, diminuição da qualidade de produto e aumento de custos laborais;
- Falta de planeamento/preparação: Não existe planeamento e não existe levantamento de ferramentas ou recursos necessários para resolver o problema;
- Custo elevado: Esta manutenção pode ser mais dispendiosa do que a aplicação de uma manutenção preventiva.

3.2.3 Total Productive Maintenance (TPM)

O conceito de TPM é atribuído à Nippondenso, uma empresa produtora de peças para a Toyota. No entanto, Seiichi Nakajima é considerado o pai da TPM devido aos seus inúmeros contributos.

TPM é uma estratégia que funciona de acordo com a ideia de que todos numa fábrica devem participar na manutenção, invés da ideia de apenas ser ocupação da equipa de manutenção. Esta abordagem utiliza as habilidades de todos os colaboradores e procura incluir a manutenção em todas as ações diárias [34].

TPM pode ser considerado um sistema para manutenção e melhoramento da integridade da produção e qualidade dos sistemas nos equipamentos, processos e colaboradores, que adicionam valor à organização. Esta manutenção foca em todos os equipamentos estarem na sua melhor condição de trabalho para evitar paragens e atrasos no processo de manutenção [3].

TPM assenta em 8 pilares, estando eles evidenciados na Figura 3.10, e cada um deles será abordado separadamente [35].



Figura 3.10 – Pilares da TPM [36]

- **Manutenção autónoma:** Este pilar garante que todos os operadores são treinados para realizar rotinas de manutenção tais como, limpeza, lubrificação e inspeção, bem como colocar essa responsabilidade nas suas mãos. Este facto, oferece um sentimento de posse do equipamento e aumenta o seu conhecimento em certos equipamentos. Assim, garante que a máquina está sempre limpa e lubrificada, ajuda a identificar problemas antes de se transformarem em falhas e liberta a equipa de manutenção.
- **Foco em melhoramento/aperfeiçoamento:** Em ambiente de fabrico, as funções e processos necessitam de melhoramentos contínuos. Este pilar, olha para o processo como um todo e recolhem o maior número de ideias que possam contribuir para o seu melhoramento. Depois, são criadas equipas para trabalharem em conjunto para implementar esses melhoramentos de processo.

- **Manutenção planejada:** A manutenção planejada envolve o estudo de métricas como taxas de falha e tempos de paragem e depois planejar tarefas de manutenção baseadas nesse estudo. Como irá existir um momento para a manutenção, esse momento pode ser escolhido de forma a coincidir com um momento de paragem ou de baixa produtividade para minimizar custos. Esta manutenção planejada, permite a construção de um inventário para aquando da realização desta.
- **Gestão inicial do equipamento:** Este pilar utiliza o conhecimento prático e a compreensão geral dos equipamentos e utiliza-o para melhorar o design de um equipamento novo. A criação de um equipamento com as ideias de quem o mais usa, permite aos fabricantes melhorar a capacidade de manutenção e a maneira como a máquina operará no futuro.
- **Formação e treino:** A falta de conhecimento das máquinas pode atrapalhar a implementação de um programa TPM. Esta formação/treino deve ser aplicada a operadores, gerentes e técnicos de manutenção. É neste pilar que os operadores aprendem as habilidades para manter ativamente um equipamento e identificar precocemente um problema. A equipa de manutenção aprende a implementar uma estratégia preventiva.
- **Manutenção de qualidade:** Todo o planeamento e estratégias de manutenção não valem a pena se a manutenção realizada for inadequada. Este pilar concentra-se na deteção e prevenção de erros de projeto no processo de produção. Ao detetar proactivamente a fonte de erros ou defeitos, os processos tornam-se mais confiáveis, produzindo os bens corretamente.
- **TPM administrativa:** A TPM deve olhar para além da planta da fábrica, isto é, abordar e eliminar desperdícios em áreas administrativas. Este ponto significa melhorar aspetos como processamento, compras e programação. Se o processamento for mais rápido, o material chega ao chão de fábrica mais rapidamente e com menos erros, eliminando assim tempo de inatividade.
- **Ambiente de trabalho seguro e higiénico:** Manter um local de trabalho seguro significa que os empregados conseguem realizar as suas tarefas sem colocar em risco a sua saúde. É importante produzir um ambiente que torna a produção mais eficiente. Para alcançar isto, todas as soluções introduzidas na TPM devem sempre considerar a segurança e o ambiente. Quando os empregados trabalham num ambiente seguro, a sua atitude tende a ser melhor, uma vez que não têm de se preocupar com este aspeto da segurança.

3.2.4 Comparação dos Tipos de Manutenção

A Figura 3.11 mostra um breve resumo dos diferentes tipos de manutenção, quais os tipos de tarefas que estão envolvidos, o objetivo dessas tarefas e como é que o intervalo de tempo entre tarefas é determinado.

É importante realçar que um programa de manutenção preventiva eficiente e efetivo deve ter uma mistura de todos os tipos de manutenção.

Comparison of Maintenance Types							
Maintenance Type	Preventive Maintenance					Corrective Maintenance	
	Time Based Maintenance	Failure Finding Maintenance	Condition Based Maintenance	Predictive Maintenance	Risk Based Maintenance	Deferred Maintenance	Emergency Maintenance
Task Type	Scheduled Overhaul / Replacement	Functional Test	Measurement of condition	Calculation and extrapolation of	Inspection or Test	Repair / Replace	Repair / Replace
Objective	Restore or replace regardless of condition	Determine if hidden failure has occurred	Restore or replace based on a measured condition compared to a defined standard		Determine condition and conduct risk assessment to determine when next inspection, test or intervention is required.	Restore or replace following failure. Result of a Run to Failure Strategy or an unplanned failure.	Restore or replace following unplanned failure.
Interval	Fixed time or usage interval e.g. 1 month, 1,000hrs or 10,000 km	Fixed time interval (can be set based on risk assessment e.g. SIL)	Fixed time interval for condition measurements / inspections		Time based interval between tasks and scope of task is based on risk assessment	Not applicable, but intervention is deferred to allow for proper planning & scheduling.	Immediate intervention required.

Figura 3.11 – Comparação dos tipos de manutenção [8]

Quando se aborda a comparação de tipos de manutenção, existe um fator que deve ser abordado: o custo. O tipo de manutenção mais caro é a manutenção de emergência uma vez que sendo este tipo de manutenção tão urgente, todas as outras tarefas são abandonadas para socorrer esta. Conclui-se assim que manutenção de emergência não é planeada (preparada) por isso não é eficiente e é dispendiosa (normalmente 3 a 5 vezes mais cara do que uma manutenção preventiva bem planeada) [8].

3.3 Metodologias de Gestão Aplicadas à Manutenção

Com a evolução de vários conceitos de manutenção e desenvolvimento de novas abordagens e metodologias aplicadas à gestão, nomeadamente na área da qualidade e produção, a manutenção adicionou e adaptou muitos conceitos, tais como 5S, análise SWOT, ciclo PDCA, etc [3].

3.3.1 Metodologia 5S

A metodologia 5S é um método de organização do local de trabalho que utiliza uma lista de 5 palavras japonesas, como ilustrado na Figura 3.12: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*. Esta lista descreve como organizar o local de trabalho para eficiência e eficácia, identificando e separando os itens utilizados, mantendo a área e os itens, e sustentar o novo sistema organizacional [37]. Os principais benefícios desta abordagem passam por: aumentar a produtividade através da redução do tempo de procura dos objetos, custos reduzidos e melhor uso dos materiais, aumentar a qualidade dos produtos e serviços, menos acidentes de trabalho e maior satisfação dos trabalhadores [3].



Figura 3.12 – Metodologia 5S [38]

Seiri – Sentido de Uso

O senso de uso pode ser interpretado como armazenamento e organização. Com a implementação do primeiro S, o espaço e métodos de trabalho começam por colocar em ordem o que é realmente necessário. Portanto, é essencial ter apenas o necessário e em quantidades adequadas de forma a otimizar as intervenções.

Algumas das vantagens da implementação do *seiri*:

- Reduz a necessidade de espaço e custos, minimiza o stock e otimiza o transporte;
- Facilita a organização, controlo de produção e otimiza a manutenção;
- Otimiza a compra de materiais e perdas em materiais armazenados;
- Aumenta a produtividade do equipamento e das pessoas envolvidas;
- Diminui a probabilidade de acidentes.

Seiton – Sentido de Ordem

O senso de ordem pode ser definido como sistematização, classificação e limpeza. O objetivo é identificar e arranjar tudo de forma que qualquer pessoa consiga encontrar facilmente o que precisa. Para a implementação deste ponto, é importante normalizar nomenclaturas, usar rótulos e cores para identificar objetos, armazenar objetos diferentes em espaços diferentes e nunca deixar objetos em passagens, interrompendo o movimento de pessoas e equipamentos.

Algumas das vantagens da implementação do *seiton*:

- Reduzir a necessidade de controlo de stock e produção;
- Prevenir compras desnecessárias de componentes e danos a itens armazenados;
- Permitir uma melhor organização de equipamentos;
- Facilitar a limpeza do local de trabalho;
- Facilitar logística interna, controlo de documentação, e gestão de ficheiros, facilitando a execução do trabalho dentro do intervalo de tempo planeado.

Seiso – Sentido de Limpeza

O sentido de limpeza significa que cada pessoa deve estar ciente da importância de trabalhar num ambiente limpo. Um ambiente limpo significa qualidade e segurança.

Algumas das vantagens da implementação do *seiso*:

- Aumentar a produtividade das pessoas, equipamentos e materiais;
- Minimizar perdas e danos em objetos;
- Aprender a não criar um ambiente desarrumado, eliminando as causas de sujidade;
- Definir responsáveis por cada área e as suas funções;
- Colocar o lixo em sítios próprios, de acordo com a sua natureza.

Seiketsu – Sentido de saúde

O sentido de saúde também inclui higiene. Significa a manutenção da limpeza e ordem no local de trabalho. Este fator está na base do aumento de qualidade dos produtos e serviços. As pessoas devem estar cientes da importância da implementação desta fase, adotando algumas medidas, sendo uma delas, por exemplo, eliminar condições de trabalho perigosas para evitar acidentes.

Algumas das vantagens da implementação do *seiketsu*:

- Melhor segurança e desempenho da equipa;
- Melhor prevenção de danos na saúde das pessoas no local de trabalho;
- Melhor imagem da organização, interna e externamente;
- Maior satisfação e motivação da equipa.

Shitsuke – Sentido de Auto-disciplina

O sentido de autodisciplina significa utilizar criatividade construtiva no trabalho, melhorar a comunicação entre pessoas no local de trabalho e treinar a equipa alertando-os para a importância da implementação dos 5S.

Algumas das vantagens da implementação do *shitsuke*:

- Reduz a necessidade de monitorização constante;
- Facilita a implementação de todas as operações;
- Previne a perda de eficiência de trabalho e tempo;
- Traz previsibilidade para o resultado das operações.

3.3.2 Metodologia A3

O processo A3 é uma ferramenta para a resolução de problemas que a Toyota desenvolveu para fomentar a aprendizagem, colaboração e crescimento pessoal dos empregados. O termo “A3” é devido ao tamanho do papel utilizado para delinear ideias, planos e objetivos segundo esta metodologia. A Toyota utiliza relatórios A3 para diferentes tipos de trabalho: resolver problemas, reportar o estado de um projeto ou propor mudanças de política [39].

Quando este método é implementado corretamente, permite à organização suportar uma visão sistemática e holística, invés de pontual, porque a pessoa responsável pela resolução de problemas busca o consenso de todas as partes afetadas por ele [3].

A metodologia A3 é composta por vários passos [39]:

0. Identificar o problema

Uma vez que o objetivo é resolver problemas ou atender a necessidades, primeiramente é necessário identificar o problema ou necessidade.

1. Registrar o estado atual da situação

Depois de saber o problema ou necessidade que tem de ser abordada, é altura de analisar e registrar o estado atual da situação. Para isto pode-se observar o trabalho em primeira mão e documentar, utilizar um quadro e analisar cada etapa do processo e se possível quantificar o tamanho do problema.

2. Conduzir uma análise de raiz da causa

Agora que o processo é observável, é necessário tentar descobrir a raiz do problema da falta de eficiência. É necessário fazer questões como que informação é necessária para colaborar de forma mais eficiente.

3. Elaborar contramedidas para abordar as causas da raiz

As contramedidas são as ideias para enfrentar a situação; as mudanças a serem feitas aos processos que levarão a organização mais perto do ideal. As contramedidas devem ter como objetivo especificar o resultado pretendido e o plano para alcançá-lo.

4. Definir o estado alvo

Uma vez elaboradas as contramedidas, é possível definir o estado alvo. No processo A3, o estado alvo é comunicado através de um mapa de processo. É necessário apontar onde as mudanças no processo vão ocorrer de forma a serem observadas.

5. Desenvolver um plano para implementação

Agora que o estado alvo está definido, é possível desenvolver um plano de como o alcançar. Os planos de implementação devem incluir datas-limite e quem é responsável pelo quê.

6. Desenvolver um plano de acompanhamento com resultados previstos

Um plano de acompanhamento é um passo crítico no melhoramento de processo porque ajuda as equipas a garantir que o plano de implementação é executado e os resultados esperados foram alcançados.

7. Convencer todas as partes a integrar o plano

O objetivo para qualquer melhoramento sistemático é que todas as partes do sistema sejam melhoradas. Por esta razão é necessário incluir toda a gente que possa ser afetada pela implementação.

8. Implementar

Agora é necessário colocar em prática o planeado. É necessário seguir o plano de implementação, observando oportunidades de melhoria no caminho da implementação.

9. Avaliar resultados

O processo A3 acaba com a implementação. É crítico medir os resultados alcançados e comparar com os resultados pressupostos de forma a aprender.

A Figura 3.13 ilustra um exemplo de uma folha de trabalho para resolução de estruturada e melhoria contínua de problemas.

Process Description	Date	Process holder
Step 1 Subject/Background/History	Step 5 Countermeasures/Suggested Actions/Changes	
Step 2 Current Condition	Step 6 Implementation	
	What	When (date)
		Whom
Step 3 Root Cause Analysis	Step 7 Evaluation	
Step 4 Target Condition/Future State/Desired outcome	Step 8 Follow-up	

Figura 3.13 – Resolução de Problemas A3 [40]

3.3.3 Metodologia Matriz Gravidade, Urgência e Tendência

A matriz GUT é outra ferramenta com aplicações em muitas situações devido à sua simplicidade.

A matriz GUT é uma ferramenta para sequenciar rapidamente problemas, tendo em atenção a sua urgência, gravidade e tendência [3]:

- Gravidade (G) - Define o impacto do problema em coisas, pessoas, resultados, processos ou organizações e os efeitos que podem surgir a longo prazo se o problema não for resolvido;
- Urgência (U) – Define o tempo necessário ou disponível para resolver o problema;
- Tendência (T) – Define a potencial evolução do problema, avaliando as tendências de crescimento e a possível redução ou desaparecimento do problema.

Após definida a metodologia da matriz GUT, é necessário saber como implementar essa matriz. A Figura 3.14 mostra como se organiza a matriz.

GUT Priority Matrix					
Problem	Gravity	Urgency	Tendency	G*U*T	Rank
Project delay	3	3	4	36	4
Time banking issue	2	3	3	18	5
Infrastructure problem	4	4	4	64	3
Slow internet	4	5	4	80	2
Breach in svstem	5	5	5	125	1

Figura 3.14 – Exemplo de Matriz GUT [41]

Primeiramente é necessário listar os problemas existentes, bem como as atividades relacionadas que serão analisadas. Deve ser tida em consideração a gravidade, a urgência e a tendência. Existem duas formas eficientes de criar esta lista, sendo elas: através da conversa com a equipa ou através de um inquérito entre os clientes.

De seguida, após a lista ter sido criada, é necessário especificar os problemas. Isto significa classificá-los de acordo com o seu nível de gravidade, urgência e tendência. Esta escala de avaliação vai de 1 a 5 valores. Ao analisar um problema e chegar à conclusão que é grave, este tem de ser resolvido o mais rápido possível, antes de se tornar incontrollável e afetar negativamente o negócio. Mas é necessário lembrar que podem existir outros problemas com a mesma gravidade, sendo preciso multiplicar pela classificação nos outros segmentos para saber qual deve ser solucionado primeiro.

Por último, é preciso classificar os problemas de acordo com a ordem de prioridade. Após a multiplicação de $G \times U \times T$, irá resultar um valor entre 1 e 125. A prioridade maior deve ser dada ao problema cuja pontuação é a maior e assim sucessivamente. Com esta classificação, terá a ideia do que é preciso fazer e por que ordem. É necessário depois criar um plano e especificar quem fica responsável por cada etapa e definir uma data-limite de resolução [41].

Em suma, a matriz GUT é um método simples de utilizar que pode ser utilizado em qualquer altura numa organização. É importante ter atenção ao desenvolvimento de cada passo para que existam resultados positivos no processo [42].

3.3.4 Metodologia Planear, Fazer, Verificar, Agir (PDCA)

O ciclo PDCA é outra ferramenta interessante na gestão industrial. É um método de análise e melhoramento criado por Walter Shewhart em meados de 1920 e difundido pelo mundo por Deming. A Figura 3.15 mostra o ciclo PDCA [43].

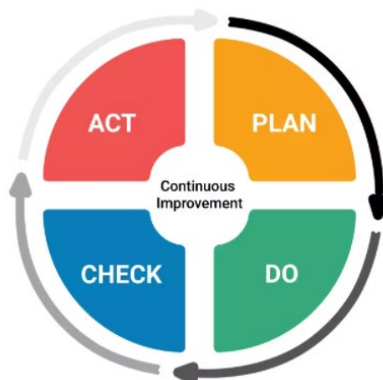


Figura 3.15 – Exemplo de Ciclo PDCA [44]

É uma ferramenta bastante útil para analisar e melhorar processos e eficiência do trabalho de equipa. É crítica como suporte de gestão e tomadas de decisões, tanto para o departamento de manutenção como para a organização [3].

PLAN – Planear

Em primeiro lugar, é necessário identificar e compreender o problema. Talvez o padrão de um produto acabado não seja suficientemente alto, ou um aspeto do processo de marketing deveria ter melhores resultados.

Toda a informação disponível deve ser explorada. É necessário gerar ideias, filtrar e delinear um plano robusto de implementação.

DO – Fazer

Uma vez que foi identificada a potencial solução, é necessário testar num projeto piloto de pequena escala. Este teste irá demonstrar se as alterações propostas alcançaram o resultado pretendido.

Aquando da realização do projeto piloto, deve-se reunir os dados para mostrar se a mudança funcionou ou não. Estes dados serão precisos na próxima etapa.

CHECK – Verificar

De seguida, será feita uma análise dos resultados do projeto piloto em comparação com as expectativas apresentadas na primeira etapa, para saber se a ideia obteve sucesso. Se as expectativas não forem alcançadas, deve voltar à etapa 1, se forem alcançadas, deve avançar para a etapa 4.

Outras alterações podem ser testadas, mas é preciso repetir as etapas 1 e 2. Se o plano original não funcionar de todo, é necessário voltar ao passo 1.

ACT – Agir

Esta é a etapa onde se implementa a solução. É necessário lembrar que esta metodologia é um ciclo, e não um processo com princípio e fim. O processo melhorado, torna-se na nova base, mas é expectável tentar sempre melhorar.

Em suma, o ciclo PDCA é um modelo simples, mas que consegue auxiliar na resolução de problemas na área. A sua abordagem repetitiva, ajuda a equipa a encontrar e testar soluções com o objetivo de melhorar. Este modelo exige alguma quantidade de tempo e não pode ser implementado na solução de problemas urgentes [44].

3.3.5 Metodologia SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças)

O termo SWOT é um acrónimo para as palavras em inglês de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. As ameaças e as oportunidades estão ligadas ao ambiente externo da organização, enquanto as fraquezas e as forças estão ligadas ao ambiente interno da mesma.

A análise SWOT é uma ferramenta bastante versátil para a análise de muitas situações, tal como um departamento de uma empresa ou o setor da manutenção.

A Figura 3.16 mostra um cenário que divide o ambiente em análise entre interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças).

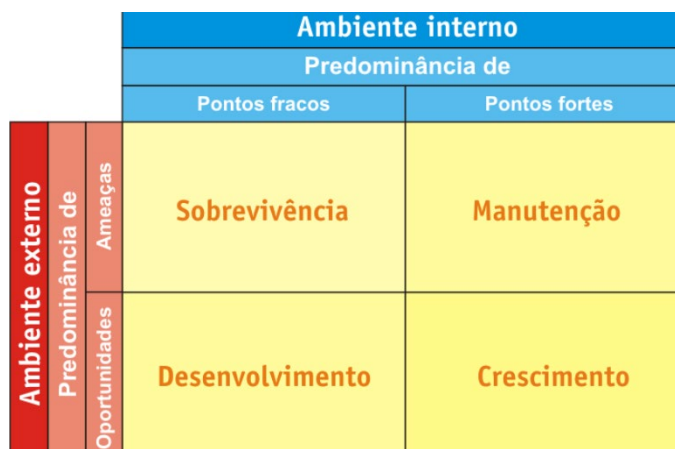


Figura 3.16 – Diagrama SWOT [45]

O ambiente interno pode ser controlado pela administração, uma vez que é o resultado das estratégias do conselho administrativo. Portanto, durante a análise, sempre que um ponto forte for identificado deve ser realçado. Quando uma fraqueza é identificada, a organização deve tentar controlá-la, ou pelo menos minimizar os efeitos.

Algumas questões para listar os fatores internos são [3]:

- Qual o nosso componente mais forte? (Forças)
- Qual a linha de produção com pior desempenho? (Fraquezas)

O ambiente externo está totalmente fora do controle da organização. Para além disto, deve ser bem sabido e monitorizado sistematicamente de forma a tirar proveito das vantagens e evitar ameaças.

Algumas questões para listar os fatores externos são [3]:

- Quais as tendências no mercado (Oportunidades)
- Quantos concorrentes existem e qual a sua participação no mercado? (Ameaças)

Agora que a diferença dos ambientes está abordada, é necessário perceber a diferença/ no que consistem as oportunidades, ameaças, forças e fraquezas [46]:

- Forças – Descreve em que é que a organização se sobressai e o que a separa da concorrência: marca forte, base de clientes leais, tecnologia única, etc.
- Fraquezas – Este parâmetro é o que impede a organização de trabalhar num nível ótimo. São áreas onde o negócio necessita de melhoria para continuar competitiva.
- Oportunidades – Refere-se a fatores externos favoráveis que podem fornecer à empresa vantagem competitiva.
- Ameaças – Refere-se a fatores que têm o potencial de prejudicar a organização.

Em suma, a análise SWOT é uma estrutura simples, mas bastante útil para analisar os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças da organização. Pode ser utilizado para iniciar a formulação de estratégias informalmente ou de uma forma mais sofisticada. Pode ser usada para

analisar a concorrência e descobrir o que precisa de fazer para criar uma competição mais coerente e bem-sucedida [47].

3.4 Normas e Padrões de Qualidade em Indústria Alimentar

Quando o tema está relacionado com produtos alimentares e similares, o cuidado necessário em termos de manutenção, processos, normas, padrões e principalmente higiene aumenta exponencialmente quando comparando com, por exemplo, a produção de travões de automóveis. Existem práticas/certificações que são essenciais para o controlo de qualidade dos alimentos, sendo assim importante controlar as marcas de forma a garantir a segurança e padrão de qualidade do produto final.

Com a finalidade de agilizar e fortalecer as relações comerciais, e ainda assim garantir o atendimento às normas de segurança de alimentos, as indústrias de alimentos de todos os segmentos têm optado por obter certificações reconhecidas pela *Global Food Safety Initiative* (GFSI). A GFSI é uma organização privada, que define os padrões de segurança alimentar aceites internacionalmente [48].

As principais normas e padrões da qualidade que devem ser seguidos pelas indústrias são:

- Boas Práticas de Fabricação (BPF);
- Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP);
- British Retail Consortium (BRC);
- ISO 22000/FSSC 22000;
- International Food Standard (IFS).

3.4.1 Boas Práticas de Fabricação (BPF)

As BPF englobam um conjunto de medidas que devem ser aplicadas em toda a cadeia produtiva de alimentos, com o objetivo de garantir a segurança sob o ponto de vista das condições de higiene e manipulação dos produtos. Fazem parte das BPFs, checklists de verificação periódica, instruções de trabalho, Procedimentos Operacionais Padrão (POP) e inspeções de qualidade. A sua implementação tem como objetivo prevenir, ou deixar em níveis aceitáveis, os perigos biológicos, químicos e físicos nos alimentos [49].

O POP é indispensável para o planeamento e padronização das atividades, uma vez que descreve as tarefas minuciosamente sob a ótica operacional. Este documento, contem os seguintes aspetos de forma detalhada [50]:

- Equipamentos e matérias-primas;
- Descrição de procedimentos;
- Proibições;
- Padrões de qualidade e higiene;
- Métodos de controlo e aferições;
- Medidas de segurança;
- Equipamentos de proteção individual;

- Equipamentos de proteção coletiva;
- Responsáveis diretos pelos processos em questão.

A melhor forma de incorporar requisitos de higiene e qualidade nos processos industriais é documentando todas as orientações a serem seguidas. Portanto, elaborar um manual é muito comum, sendo as 11 diretrizes básicas de um manual das BPF as seguintes [49]:

- Responsabilidades: Indicar os deveres da equipa dedicada para a gestão da qualidade e o cumprimento dos itens descritos no manual;
- Instalações e equipamentos: Estabelecer padrões seguros de higiene e frequência de limpeza de acordo com o seu segmento;
- Manutenção preventiva e calibração das máquinas: Descrever as práticas de manutenção com o intuito de evitar falhas;
- Manuseamento dos resíduos: Definir a separação entre resíduos recicláveis e orgânicos de acordo com a legislação aplicável à sua empresa;
- Controlo de pragas: Estabelecer medidas preventivas e corretivas para prevenir a atração, acesso e abrigo de pragas;
- Controlo de água e energia: Implementar medidas para evitar a contaminação de produtos, incluindo análises de potabilidade da água, higienização da caixa d'água e instalação de luminárias com proteção contra quedas e explosões;
- Operação: Ter procedimentos detalhados para cada operação que possa interferir direta ou indiretamente na qualidade do produto final;
- Seleção de matérias-primas, ingredientes e embalagens: Saber a procedência dos alimentos comercializados e avaliar a sua qualidade;
- Controlo de qualidade: Investir em métodos de produção e controlo dos padrões de qualidade;
- Higiene pessoal e saúde dos colaboradores: Instruir os colaboradores sobre frequência de higienização das mãos, uniformes e exames necessários;
- Rastreabilidade: Controlar todas as etapas da sua cadeia de suprimentos, fornecendo informações fundamentais para análise e gestão de riscos.

Ao aplicar o manual de BPF, existem alguns pontos positivos que advêm dessa implementação. Esses pontos positivos passam por [51]:

- Padronização e qualidade dos produtos;
- Diminuição dos desperdícios;
- Facilidade da adaptação de colaboradores;
- Otimização do layout;
- Higiene e segurança do consumidor.

3.4.2 Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) ou Análise de Perigos e Controlo de Pontos Críticos

O sistema HACCP tem na sua base uma metodologia preventiva, com o objetivo de evitar potenciais riscos que podem causar danos aos consumidores, através da eliminação ou redução

de perigos, de forma a garantir que não sejam apresentados aos consumidores alimentos não seguros.

No seguimento de uma teoria de microbiologistas dos anos 30, o HACCP foi desenvolvido no final da década de 60, pela companhia americana Pillsbury, em conjunto com a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e o U.S. Army Laboratories em Natick, para um projeto espacial da NASA, o projeto APOLO, de forma a desenvolver técnicas seguras para o fornecimento de alimentos para os astronautas. Nos anos 70, o HACCP foi aplicado à indústria conserveira americana e em 1980 a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a *Food and Agriculture Organization* (FAO) recomendam a sua aplicação a pequenas e médias empresas.

Em 1993, através da Diretiva 93/43/CEE, o HACCP começa a fazer parte da regulamentação europeia e em 2006, o Regulamento (CE) nº852/2004 revogou a Diretiva 93/43/CEE, e estipulou no seu artigo 5º que todos os operadores do sector alimentar devem criar, aplicar e manter processos baseados nos 7 princípios do HACCP [52]. Os 7 princípios do HACCP estão apresentados na Figura 3.17.



Figura 3.17 – Princípios da HACCP [53]

Os princípios do HACCP são [54]:

1. Identificar quaisquer perigos a que os alimentos possam vir a estar expostos e determinar todas as medidas preventivas para evitar ou reduzir o seu impacto. Os perigos podem ser de origem biológica (bactérias, vírus ou parasitas), química (pesticidas, antibióticos, aditivos tóxicos) ou ainda física (espinhas, cascas, fragmentos de vidro, metal, madeira e plástico);
2. Identificar os pontos críticos de controlo, ou seja, fases do processo produtivo onde uma análise seja possível, com o objetivo de prever, eliminar ou reduzir um perigo para níveis aceitáveis;
3. Definir limites mínimos ou máximos para cada ponto crítico de controlo de forma a garantir a aceitabilidade do alimento, tendo como objetivo a prevenção, eliminação ou redução de riscos identificados;
4. Definir e aplicar processos de monitorização, com o objetivo de garantir que todos os sistemas de vigilância, para cada ponto crítico de controlo estão a funcionar corretamente;

5. Definir todas as medidas corretivas, no caso de serem detetados casos de desvio, indicando um potencial perigo para o produto final. Estas medidas nunca deverão apresentar um risco para a saúde humana;
6. Definir processos de validação, a efetuar com regularidade, para garantir que a unidade está a produzir produtos seguros. Esta fase do plano deve permitir assegurar que todo o sistema está a funcionar como planeado;
7. Criar e manter atualizado um sistema documental e de registo adequado à natureza e dimensão da empresa, no qual conste o plano HACCP, análises de riscos e documentos de monitorização dos pontos de controlo críticos, de forma a demonstrar que os princípios de 1 a 6 são eficazes.

Todas as empresas do sector alimentar que se dediquem a qualquer fase da produção, transformação, armazenamento e/ou distribuição devem desenvolver/seguir o sistema HACCP [52]. A certificação HACCP é fundamental no sector, de forma a demonstrar aos consumidores o compromisso da empresa na produção e comercialização de alimentos seguros. O compromisso com este sistema pode ser vantajoso para a sua marca, pois esta certificação, pode representar um ponto de diferenciação e uma vantagem comparando com os competidores internacionais [54].

3.4.3 British Retail Consortium (BRC)

O BRC publicou pela primeira vez a sua Norma Global para Segurança Alimentar em 1998. Desenvolvido para ajudar a indústria alimentar a cumprir as leis de segurança alimentar do Reino Unido e da União Europeia, tornou-se uma referência internacionalmente reconhecida para as melhores práticas em segurança, qualidade e responsabilidade alimentar, com mais de 17.000 locais certificados pelo BRC em todo o mundo [55]. Os padrões globais BRC estão entre os principais programas de certificação de segurança e qualidade em todo o mundo.

Este *benchmarking* do BRC começou com o Padrão Global de Segurança Alimentar do BRC em 1998 e expandiu-se para outras áreas, como produtos de consumo, materiais de embalagem e muito mais. Em fevereiro de 2019, rebatizou-se como *Brand Reputation through Compliance with Global Standards* (BRCGS) [56]. A Figura 3.18 mostra os 9 BRCGS.



Figura 3.18 – BRCGS Standards [56]

- Norma Global para Segurança Alimentar: Foi desenvolvido pela primeira vez por especialistas da indústria alimentar no BRC. Oferece um conjunto abrangente de padrões de segurança alimentar, integridade do produto, qualidade e legalidade.
- Norma Global para Materiais de Embalagem: É uma referência internacional da indústria para produtos de embalagem seguros, de qualidade e legais. Avalia a qualidade, autenticidade e conformidade de um produto com as leis e regulamentos existentes para atender às necessidades do consumidor. Esta norma é ideal para todos os produtores e fornecedores de materiais de embalagem.
- Norma Global para Produtos de Consumo: Tem como objetivo promover as melhores práticas e mitigar riscos na produção de produtos de consumo.
- Norma Global para Armazenamento e Distribuição: Esta norma foca o transporte e armazenamento, estabelecendo uma referência para o transporte seguro de produtos e a gestão de riscos ao longo do caminho. Enfatiza boas práticas operacionais e de manuseio na distribuição de produtos alimentares e não alimentares nas cadeias de abastecimento.
- Norma Global para Agentes e Corretores: Tem como alvo os setores não manufatureiros em sistemas de gestão de produtos. Estabelece medidas de transparência e cadeias de rastreabilidade para empresas envolvidas no comércio de produtos.
- Norma Global para Revenda: Fornece uma estrutura de gestão de qualidade especificamente para revendedores. Garante produtos seguros e de qualidade para os consumidores, estabelecendo padrões de referência relevantes para a prestação de serviços e bens ao público. Esta norma inclui métricas para sistemas de controlo de gestão em prestadores de serviços de revenda.
- Norma Global para Comércio Ético e Fornecimento Responsável: Estabelece critérios para promover sistemas sustentáveis de operação e gestão. Promove a transparência nas cadeias de abastecimento e defende os direitos dos trabalhadores através de protocolos de segurança, práticas de trabalho justas, ambientes de trabalho seguros e outras iniciativas. As obrigações legais, morais e de segurança enquadram-se nesta norma.
- Programa de Certificação Baseado em Plantas: Fornece um padrão para produtos à base de plantas. Garante que os produtos sejam livres de materiais de origem animal por meio de critérios de sistemas operacionais e de gestão. Estabelece transparência no processo de produção de alimentos, garante que apenas produtos vegetais seguros, de qualidade e não contaminados chegam ao consumidor.
- Programa de certificação sem Glúten: Estabelece o padrão para a produção de produtos alimentares sem glúten. É necessária uma abordagem científica na gestão dos controlos de glúten nos sistemas de produção para evitar a contaminação cruzada do glúten desde a matéria-prima até ao produto final.

O padrão global BRC para Segurança Alimentar foi o primeiro padrão a atender ao *benchmark* da GFSI, o que significa que é aceite por muitos dos maiores revendedores do

mundo, como por exemplo Tesco e Walmart. Os benefícios da certificação BRC passam por [55]:

- Proteger a marca e os consumidores;
- Permite o negócio com revendedores, fabricantes, empresas de ingredientes e organizações de serviços de alimentação que especificam a certificação como parte do seu processo de aprovação;
- Ajuda a reduzir o número de reclamações de clientes e produtos rejeitados;
- Incorpora sistemas de gestão de segurança alimentar e melhores práticas aceites internacionalmente para garantir a segurança e a qualidade dos produtos;
- As auditorias são realizadas por organismos de certificação treinados e experientes que trabalham de acordo com os Padrões Globais do BRC.

3.4.4 International Organization for Standardization (ISO 22000)/ Food Safety System Certification (FSSC 22000)

A norma ISO 22000 tem como foco a segurança alimentar em todas as etapas da cadeia de fornecimento. Apesar de serem abordados unicamente aspetos de segurança alimentar, esta norma propõe que a metodologia utilizada seja adotada também para tratar de questões éticas e de consciencialização dos consumidores. Uma organização certificada por esta norma demonstra ao mercado que tem um sistema de gestão da segurança alimentar com capacidade de fornecer produtos seguros, ou que resultem em produtos seguros, para o consumidor quando usados segundo a utilização prevista, em conformidade com requisitos legais e regulamentares, bem como os dos clientes, relacionados com a segurança alimentar [57].

Esta norma é aplicável às organizações dos tipos: fabricantes de alimentos, produtores de rações, operadores de transporte logístico e armazenamento de alimentos, produtores de equipamentos e material de embalagem para alimentos, agentes de limpeza e revendedores de ingredientes e matéria-prima. Uma empresa ao alinhar-se com a norma/padrão ISO 22000, é capaz de garantir os seguintes benefícios [58]:

- Melhora a saúde e segurança alimentar da população: Minimizar os riscos dos alimentos leva a melhores resultados de saúde e segurança para clientes, colaboradores e outras pessoas que possam entrar em contacto com os produtos alimentares;
- Maior satisfação do cliente: Ter um sistema de gestão de segurança de alimentos ajuda na entrega de produtos que atendam às expectativas do cliente de forma confiável;
- Ajuda a atender aos requisitos regulamentares: A conformidade com os requisitos regulamentares é necessária para qualquer empresa, o mesmo aplicando-se à ISO 22000;
- Ajuda no cumprimento de outros padrões e diretrizes: A ISO 22000 está vinculada a vários outros padrões e diretrizes internacionais. Isso pode ajudar as organizações a atenderem aos requisitos desses sistemas;

- Aumenta a transparência da operação: A norma ajuda as organizações a melhorar a rastreabilidade dos produtos e obter maior transparência em relação às operações;
- Melhor resposta aos riscos: Seguir o direcionamento da norma pode ajudar a responder de forma mais rápida e eficiente as questões que podem comprometer a segurança dos alimentos. Na prática, a empresa conseguirá impedir a contaminação potencial antes que ela ocorra;
- Tempo de investigação reduzido: Se ocorrer algum problema, a ISO 22000 ajuda as organizações a reduzir o tempo que leva para investigar qualquer violação da segurança, resolvendo o problema mais rapidamente.

O motivo pelo qual a norma ISO 22000 e a norma FSSC 22000 se encontram especificadas no mesmo capítulo é porque são bastante idênticas. De uma forma sucinta, a FSSC 22000 aprofunda a ISO 22000 com outras normas e requisitos sectoriais, e é reconhecida pela GFSI, que não reconhece a ISO, de âmbito mais geral. Devido a este facto, é muito comum as empresas do sector procurarem certificação na ISO, num primeiro momento, e depois darem o passo para a FSSC. Em suma, a FSSC vem enriquecer um certificado ISO, de espectro mais alargado e capaz de abranger qualquer organização do sector alimentar, com controlos específicos e definidos por tipo de unidade e/ou produtos manuseados às unidades de produção [59].

Os passos a tomar caso o pretendido fosse implementar a ISO 22000 [58]:

1. Descrever quais pré-requisitos de segurança de alimentos já existem, como os exames de saúde dos colaboradores, limpeza de superfícies, lavagem dos espaços de trabalho, entre outros;
2. Estabelecer instruções, procedimentos e formulários de controlo para as atividades a serem documentadas e controladas;
3. Desenvolver especificações para todas as matérias-primas, incluindo água, embalagens e equipamentos;
4. Estabelecer especificações para os produtos. incluir os usos esperados dos produtos para entender se há um padrão de qualidade no final dos processos de produção ou de logística;
5. Produzir um fluxograma, para cada linha de produção ou processo de trabalho, mostrando todas as entradas e saídas esperadas;
6. Identificar todos os perigos potenciais à segurança de alimentos para cada processo. Assim, os profissionais terão agora uma lista de todos os perigos potenciais;
7. Enquadrar cada perigo dentro de um nível de risco para ajudar a identificar o que tem um alto risco ou o que representa um risco menor;
8. Eliminar todos os perigos que estão acima do nível de risco aceitável;
9. Criar as medidas de controlo para confirmar que irá reduzir os principais riscos;
10. Verificar medidas implementadas periodicamente.

3.4.5 International Featured Standard (IFS)

Foi desenvolvida originalmente pela associação de retalheiros alemães para servir como alternativa à norma BRC (ferramenta operacional mais exigida quando se trata de segurança alimentar). Atualmente, todos os maiores retalheiros da Alemanha, França, Itália e muitos outros países da União Europeia exigem que seus fornecedores estejam em conformidade com a IFS. Desse modo, ela cobre todas as variedades de produtos, oferecendo certificação em toda a extensão do processamento de alimentos, exceto produção agrícola primária.

Esta certificação standard revê os produtos e os processos de produção para avaliar a capacidade de uma produção segura e autêntica, bem como a qualidade dos produtos e o seu alinhamento para com os requisitos legais e especificações do cliente. Apoia as empresas no atendimento às crescentes demandas de transparência e rastreabilidade do mercado e contribui para melhorar a qualidade dos produtos, integridade e aumentar a eficiência. Auditores IFS qualificados que trabalham para organismos de certificação independentes e credenciados realizam as auditorias e as normas IFS são alvo de avaliações por organizações governamentais ou privadas. Alguns dos benefícios inerentes às normas IFS são os seguintes [60]:

- Aumenta as vendas;
- Os requisitos reduzem os custos operacionais e aumentam a eficiência;
- O sistema de pontuação impulsiona a melhoria contínua;
- A abordagem baseada em risco da IFS permite avaliações de risco individuais;
- A abordagem não prescritiva permite soluções personalizadas.

3.4.6 Leitura de Normas

As normas de referência (normas consolidadas da AIB International) possuem declarações que representam os requisitos chave que uma empresa deve cumprir para manter os seus produtos alimentares seguros. As normas possuem 5 categorias diferentes:

- Métodos Operacionais e Práticas Pessoais: As normas nesta categoria estão relacionadas com o manuseamento e processo do alimento. As empresas devem estar confiantes de que as pessoas, processos não introduzam um problema de segurança nos alimentos. Esta categoria mostra como uma empresa pode prevenir as pessoas/processos de contaminarem um produto.
- Manutenção para a Segurança dos Alimentos: As normas nesta categoria estão relacionadas com os equipamentos, áreas externas e partes estruturais. O desenho, a construção e a manutenção dos equipamentos e edifícios são críticos para oferecer/conservar um ambiente seguro para os alimentos. Esta categoria fornece as melhores práticas para melhorar o desenho e o cuidado das instalações e equipamentos para que sejam de fácil gestão.
- Práticas de limpeza: As normas nesta categoria estão relacionadas com a limpeza e sanitização. Os métodos de limpeza e sanitização, os tipos de produtos químicos a utilizar e frequência de limpeza devem ser feitos para proteger os alimentos. Esta categoria fornece pautas de limpeza para prevenir contaminação.

- **Controlo Integrado de Pragas:** As normas nesta categoria estão relacionadas com o controlo de pragas. Sendo a remoção das pragas uma tarefa importante, é ainda mais importante prevenir o seu aparecimento. Esta categoria fornece estratégias de diferentes objetivos para assegurar que os alimentos não são alterados por pragas.
- **Adequação de Programas de Segurança de alimentos e Pré-Requisitos:** As normas nesta categoria estão relacionadas com a gestão e trabalho de equipa. É importante existirem programas formalizados por esquemas, planeados, bem documentados e revistos, caso contrário dependerão apenas de quem desenvolveu a tarefa/atividade. Esta categoria assegura que estes programas são desenvolvidos e implementados para assegurar a consistência da empresa.

A Figura 3.19 exemplifica a forma como as normas são apresentadas.

1. Métodos Operacionais e Práticas Pessoais

A recepção, armazenamento, monitoramento, manipulação e processamento de matérias-primas para elaborar e distribuir um produto acabado seguro.

1.1 Rejeição de Cargas/Recebimento de Mercadorias Secas

A empresa pode salvaguardar seus produtos alimentícios através da identificação e proibição da entrada de matérias-primas potencialmente contaminadas. Tais materiais podem incluir, entre outros, matérias-primas, ingredientes, auxiliares de processo, produtos acabados, mercadorias devolvidas, bem como equipamentos e/ou recipientes, bandejas, plataformas e carrinhos devolvidos.

Requisitos Críticos

- 1.1.1.1 Veículos/contêineres ou materiais sujos, danificados ou infestados são rejeitados.
- 1.1.1.2 Materiais enviados em **veículos sujos**, danificados ou infestados são rejeitados.
- 1.1.1.3 A empresa mantém **documentos da rejeição de cargas** que inclui as razões para a rejeição.
- 1.1.1.4 Os veículos de transporte estão em **boas condições, são limpos e livres de furos e infestação.**

Figura 3.19 – Norma Exemplificativa [1]

A norma começa pelo nome da categoria, neste exemplo é “Métodos Operacionais e Práticas Pessoais”, existindo de seguida uma descrição que explica como as normas se relacionam entre si dentro da categoria. Após a descrição, existe o nome da norma em questão, “Rejeição de Cargas/Recebimento de Mercadorias Secas” sendo depois acompanhada por outra descrição explicando o motivo pelo qual a empresa quer implementar esta norma.

Relativamente aos requisitos críticos, estes são os pontos pelos quais a empresa vai ser avaliada. Em bastantes regulamentos, os requisitos críticos são descritos como “deve”. As observações de requisitos críticos são classificadas em melhoria necessária, sério ou insatisfatório. Existem palavras a negrito nos requisitos críticos e/ou secundários, denominados por pontos chave, que servem para realçar e facilitar a procura dos requisitos.

Relativamente aos requisitos secundários, estes são os pontos pelos quais a empresa vai ser avaliada. Em bastantes regulamentos, os requisitos secundários são descritos como “deveria”. As observações de requisitos críticos são classificadas em melhoria menor.

3.4.7 Inspeções/auditorias

As inspeções e auditorias são os processos que comprovam que as instalações e processos estão de acordo com as normas, podendo ser assim atribuída uma pontuação consoante o alinhamento dos processos para com a norma a ser seguida/respeitada. Uma inspeção é uma meticolosa revisão física de uma empresa do ramo alimentar, com o objetivo de avaliar o que está a acontecer na empresa a determinado momento. Esse retrato dá uma avaliação real do processo dos alimentos, que pode ser positiva ou negativa. Uma auditoria é uma avaliação sistemática da documentação de uma empresa do ramo alimentar, com o objetivo de saber se os programas/atividades atingem as expectativas. O auditor examina dados ao longo do tempo para saber se existe um desenvolvimento com tendência positiva ou negativa.

Com a diferenciação feita entre auditoria e inspeção, a escolha da realização de uma inspeção ou auditoria depende do objetivo desejado. Uma inspeção deve ser escolhida quando:

- Revelar práticas ou problemas que podem não estar evidentes na documentação;
- Concentrar-se na raiz do problema invés de apenas nos sintomas;
- Instruir/formar os colaboradores através da interação com um inspetor;
- Identificar, reduzir, eliminar e prevenir riscos alimentares numa instalação;
- Cumprir normas governamentais e expectativas do setor para alimentos seguros;
- Aperfeiçoar e manter um ambiente sanitário saudável para o manuseamento de alimentos e produzir alimentos seguros.

Em vez de uma inspeção, a auditoria deve ser realizada quando o objetivo é:

- Cumprir normas de referência;
- Alcançar um melhor desempenho através de uma melhor gestão de documentação;
- Obter certificações;
- Visualizar tendências ao longo do tempo.

O inspetor determinará o nível de risco e a pontuação da categoria, para as cinco categorias. A Figura 3.20 mostra a influência da avaliação de risco no intervalo de pontuação da categoria.

De forma a avaliar o risco, o inspetor determina as observações significativas dentro da categoria para definir o intervalo de pontuação, determina a severidade das observações mais significativas para decidir se a pontuação inicial deve ser o limite superior ou o limite inferior, definido anteriormente e por fim, por cada observação adicional, caso a pontuação definida tenha sido o limite superior, são retirados 5 pontos da pontuação inicial.

A pontuação total é obtida através da soma dos pontos determinados para cada categoria. O reconhecimento é baseado na pontuação total alcançado pela empresa e será emitido um documento afirmando que a inspeção se baseou nas normas consolidadas da AIB International, que não existe nenhuma categoria com uma pontuação igual ou inferior a 135 e que não existem resultados insatisfatórios. Este documento de reconhecimento, reconhece que no dia da inspeção a empresa alcançou determinada pontuação, não é um certificado de conformidade,

não tem uma data de validade específica e define quais as áreas da instalação foram incluídas na inspeção.

Avaliação de Risco	Descrição	Intervalo de Pontuação da Categoria
Nenhum Problema Observado	Nenhum risco identificado	200
Melhora Menor	Não há potencial de contaminação	180-195
Melhora Necessária	Um perigo em potencial, omissão de parte de um programa ou uma observação de segurança dos alimentos que é inconsistente com as Normas. Se este perigo, omissão ou observação não forem corrigidos, poderia ter-se a falha de um programa.	160-175
Sério	Um risco significativo para a segurança dos alimentos ou um risco de falha de um programa	140-155
Insatisfatório	Um perigo iminente para a segurança dos alimentos, a falha de um programa ou um desvio das Boas Práticas de Fabricação (BPFs)	≤135

Figura 3.20 – Avaliação do Risco [1]

Existe uma lista pré-definida e incompleta de exemplos de situações comuns encontradas na inspeção que exigem ser classificadas como insatisfatórias. Se situações similares forem encontradas, cabe ao inspetor avaliar. Entre alguns pontos, os que são relacionados com o trabalho de manutenção são os seguintes:

- Manutenção para a Segurança dos Alimentos: A pintura, ferrugem ou outros materiais descascando em zonas de produto onde é possível a contaminação do mesmo. Atividades de manutenção ou a condição do equipamento que resulte em óleo, metal ou outros a contaminar o produto.
- Práticas de Limpeza: A presença excessiva de mofo/bolor perto ou na zona dos produtos. Infestação generalizada em produtos expostos, sensíveis ou dentro/zonas de equipamentos.

Quando a inspeção é realizada existem alguns documentos que devem ser apresentados caso o inspetor necessite. As fichas técnicas e fichas de segurança dos produtos utilizados, registos de calibração e monitorização e registos de inspeções e substituição de filtros de gases que entrem em contacto com o produto, bem como todas as ordens de serviço entre qualquer espaço temporal que o inspetor necessite.

3.5 Conclusão

Este capítulo aborda a evolução da manutenção industrial, destacando a transição da manutenção corretiva, comum após a primeira guerra mundial, para a manutenção preventiva, enfatizada entre 1930 e 1947, visando uma produção mais ágil e a prevenção de falhas. Apresenta-se uma distinção entre manutenção preventiva, planeada para evitar paragens e falhas, e manutenção corretiva, realizada após a deteção de falhas para restaurar o funcionamento dos equipamentos. Cada tipo possui vantagens e desvantagens, sendo escolhido conforme a necessidade.

No contexto das indústrias alimentares, ressalta-se a relevância das normas e padrões de qualidade, que facilitam relações comerciais e garantem a segurança dos processos de fabricação. A obtenção de certificações, através de inspeções e auditorias, é fundamental para validar a conformidade com tais normas e transmitir confiança a parceiros e clientes, evidenciando a importância de não negligenciar os padrões de qualidade, inclusive durante intervenções de manutenção.

4 TRABALHO DESENVOLVIDO

Neste capítulo será feita a análise em detalhe dos processos de embalagem e torrefação apresentados na secção 2.1 e a descrição das principais tarefas que foram realizadas durante o estágio.

4.1 Processo de Embalamento

Estando o processo de embalamento e as suas principais etapas enumeradas no fluxograma da Figura 2.2, essas mesmas etapas serão discriminadas e analisadas em pormenor, começando pela descarga de matéria-prima.

Descarga de Matéria-prima

A matéria-prima chega em contentores, transportada por camiões. Existem duas formas de o produto chegar: a primeira forma em caixas compactas a segunda forma em paletes. Quando o produto chega em paletes, é utilizada uma rampa nivelada ao contentor, como evidenciado na Figura 4.1, permitindo aos empilhadores descarregar diretamente e levar para os armazéns de matéria-prima.



Figura 4.1 – Zona de descarga da matéria-prima

A primeira forma da matéria-prima chegar, exige mais mão de obra. Neste caso é utilizado um tapete motorizado de borracha, próprio para introduzir uma parte dele dentro do contentor e 2 colaboradores carregam o tapete manualmente. Outros 2 colaboradores, encontram-se no terminal do tapete, onde existe a consola que permite o controlo deste.

Os colaboradores que se encontram no terminal do tapete transportador têm de colocar as caixas alinhadas na paleta recetora de produto para posteriormente serem carregadas e armazenadas. Este processo é demorado e prejudicial à saúde dos trabalhadores, uma vez que o peso das caixas de produto é variável, podendo ter 10 quilograma e o movimento de

deslocação e ajuste das caixas na paleta recetora, sendo da responsabilidade do colaborador, poderá ser desconfortável após algum tempo de trabalho.

Armazenamento da Matéria-prima

Existem 3 armazéns exteriores dedicados ao armazenamento de matéria-prima, sendo que um deles tem uma particularidade: um robô que ajuda no armazenamento e no manuseio de matéria-prima.

A Figura 4.2 mostra o interior do armazém. O círculo preto desenhado na figura assinala o robô mencionado anteriormente. Este robô anda em calhas próprias para o efeito, que se encontram por baixo das paletes armazenadas. O operador, necessita de saber as coordenadas do local onde a paleta foi armazenada, nomeadamente qual o nível e linha de paletes, pois é preciso utilizar um empilhador para o mover para o nível desejado.



Figura 4.2 – Armazém de Matéria-prima

Quando o robô se encontra no nível pretendido, é lhe pedido através de uma consola a paleta desejada. A máquina vai até à localização da paleta, coloca-se por baixo dela, levanta-a ligeiramente e traz consigo até à ponta das *racks*. A deslocação do robô, quando perto do final da *rack*, tende a abrandar.

Até existir requisição da paleta/matéria-prima, o produto permanece no armazém.

Sala de escolha

Quando existe a requisição da matéria-prima, esta é transportada até ao local onde se realiza uma escolha. O produto que vem empacotado é aberto e colocado num silo de alimentação, alimentando um tapete onde existem colaboradores que através de uma inspeção visual, retiram o produto não conforme. A Figura 4.3 mostra a linha da escolha.



Figura 4.3 – Linha de escolha

O produto que reúna as condições necessárias para embalar, é armazenado num vagão em inox, que irá descarregar o seu conteúdo num silo, que por sua vez alimentará a máquina de embalar. A Figura 4.4 mostra a boca de alimentação do silo onde o carro/vagão de inox, equipamento utilizado no acondicionamento e transporte, com produto irá acoplar.



Figura 4.4 – Boca de alimentação do silo

Multicabeçal

Esta é uma das partes mais importantes do circuito do produto. A multicabeçal é o equipamento responsável pela pesagem do produto.

A Figura 4.5 mostra o silo, que está ligado diretamente a um tubo que se encontra no piso superior onde os carros com produto estão acoplados. Na saída do silo existe uma tremonha de abertura regulável de forma a ajustar a quantidade do produto que sai para o tapete alimentador. O equipamento responsável por alimentar o tapete alimentador é um vibrador, o equipamento

branco que se encontra localizado na parte inferior do silo, sendo a sua atuação comandada pela falta de peso no prato principal da multicabeçal.

O tubo assinalado na Figura 4.5 com um bocal na sua extremidade tem a função de recolher o lixo/poeira que vem com o produto. A calha que liga o silo ao tapete alimentador é furada num ponto estratégico, de forma a estes detritos caírem no tubo e serem colocados num saco para ser tratado.



Figura 4.5 – Silo da Máquina 4

A Figura 4.6 mostra o caminho do produto desde o momento em que entra no silo até chegar à multicabeçal. Este tapete é controlado pela máquina de embalar, sendo possível a sua atuação sem a presença de produto para realizar testes ou reparações.



Figura 4.6 – Alimentação da Multicabeçal

A Figura 4.7 mostra a multicabeçal que possui 14 copos de pesagem e possui um prato central. O prato central é o local onde o produto cai proveniente do tapete alimentador. O prato

central é regulado através do peso, sendo atribuído um valor para o peso mínimo e o peso máximo.



Figura 4.7 – Multicabeçal da Máquina 4

Existem 2 formas de controlar a quantidade de produto no prato principal: por peso ou através de sensor. A máquina em questão foi programada para funcionar através do controlo de peso. Quando o peso chegar ao peso mínimo programado, a saída de alimentação é atuada, fazendo com que o vibrador comece a trabalhar e o tapete de alimentação descarrega o produto. Quando o peso chegar ao peso máximo programado a saída é desconectada. A Figura 4.8 evidencia uma das diferentes telas de controlo da multicabeçal.



Figura 4.8 – Tela de controlo da Multicabeçal [1]

Detetor de Metais

Existem vários tipos de detetores de metais nas instalações, nomeadamente alguns estão localizados no tapete de saída do produto após o produto ser embalado e outros estão instalados no tubo onde passa o produto proveniente da multicabeçal sendo o seu destino a máquina de embalar. O detetor de metais em análise é tubular, ou seja, está instalado no tubo de descarga. A Figura 4.9 mostra o detetor de metais tubular utilizado na linha em análise.



Figura 4.9 – Detetor de Metais da Linha 4

Sendo o detetor de metais um equipamento que garante a segurança do produto final que chega ao consumidor, este tem de ser verificado e calibrado anualmente, de forma ao menor metal possível ser detetado. Esta calibração é realizada simulando as condições normais de produção, mas com a introdução de padrões de diferentes tipos de material (metais ferrosos, metais não-ferrosos e aço inoxidável).

A Figura 4.10 mostra a caixa de comando do detetor de metais. No display, é observável uma barra com uma marcação a meio.



Figura 4.10 – Painel de Controlo do Detetor de Metais

Essa marcação é o que faz a diferenciação de ser um produto conforme ou contaminado. Na passagem de produto conforme, a barra deverá estar como ilustra a figura, em equilíbrio na posição inicial. Quando é detetado um material que é suposto ser expulso, a barra fica preenchida em direção lado direito da marcação.

Quando é feita a calibração, o objetivo é deixar o detetor de metais ajustado de forma a detetar o produto estranho com algum espaço de manobra, diminuindo assim a taxa de erros.

A máquina de embalar em questão, tem uma resposta específica quando o detetor de metais entra em alarme. Nesta situação de alarme, a máquina de embalar faz uma série de 3

pacotes aglomerados. Ao avistarem os 3 pacotes aglomerados, os operadores e embaladores sabem que se tratou da deteção de um metal e será feita a sua rejeição.

Máquina de Embalar

A máquina de embalar IRTA VX 390 STB DOY foi adquirida pela empresa em abril de 2021. A instalação da máquina coincidiu com o início do estágio, tendo sido realizado o acompanhamento.

De uma forma geral, o funcionamento da máquina é o seguinte: no início a bobina com a manga (pacote na horizontal, antes de sofrer a formação do pacote) encontra-se num tubo, que por sua vez vai desbobinando o filme conforme o pacote avança no ciclo da sua formação. A bobina de filme está demonstrada na Figura 4.11.



Figura 4.11 – Bobine de Filme

A Figura 4.12 mostra o sensor indutivo responsável pelo controlo da presença de filme. Existem máquinas, nomeadamente Bosch, que conseguem controlar se a bobina está perto de acabar, lançando um pré-aviso para que o operador esteja atento. Esta máquina em análise apenas avisa quando o filme acaba, pois, o sensor deixa de estar em contacto com o filme, passando a estar em contacto com o material metálico da máquina. Esta mudança de material, faz com que o sensor detete essa diferença, enviando um sinal para a máquina de embalar, fazendo com que um aviso seja emitido e o funcionamento da máquina seja interrompido.



Figura 4.12 – Sensor de Deteção de Fim de Filme

Neste caminho, existem inúmeros rolos com o objetivo de manter o filme com uma tensão uniforme. No quadro da máquina existem 2 marcadores, que são os equipamentos responsáveis por colocar a impressão, ou seja, colocar o título do produto (parte frontal do pacote) e os ingredientes e lote (parte traseira do pacote).

Na Figura 4.13 é observável o marcador responsável pela impressão do título do produto na parte frontal do pacote. A luz verde indica que o marcador se encontra operacional, a luz azul é intermitente, sendo que está acesa quando o marcador está a imprimir. Nesta máquina, o marcador atua quando o filme para, pois esta máquina não trabalha de forma contínua. Caso a análise do funcionamento dos marcadores fosse relativa aos marcadores aplicados na máquina Bosch, o comportamento era diferente. Esta diferença reside no facto da máquina Bosch funcionar em regime contínuo, isto é, o movimento do filme não é interrompido. O facto de o movimento ser contínuo, obriga a que a impressão seja efetuada em movimento.



Figura 4.13 – Marcador SmartDate X40

A Figura 4.14 mostra o sensor responsável por ler a marcação dos pacotes. Esta marcação tem como objetivo orientar a máquina de forma a saber quando é preciso parar a alimentação de filme para que os marcadores entrem em ação e para as mordças saberem quando e onde têm de cortar e soldar.

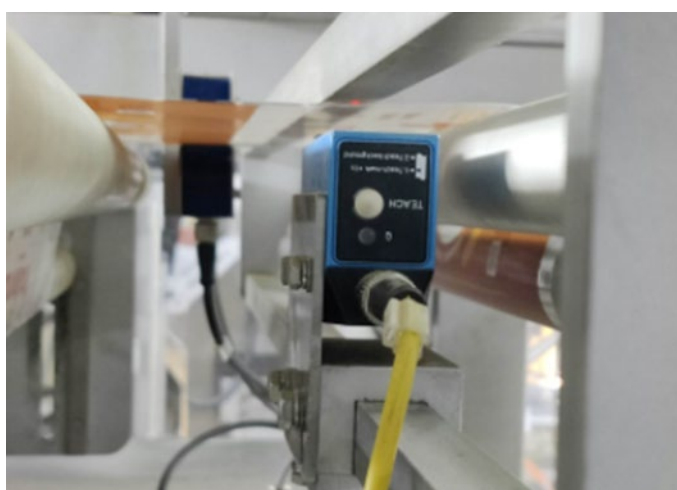


Figura 4.14 – Sensor de Detecção de Marcação dos Pacotes

O quadro da máquina IRTA (conjunto de rolos que encaminham o filme) está separado do corpo da máquina. Ou seja, caso o filme esteja descentrado, esta máquina consegue ajustar de forma automática através do movimento do quadro. A Figura 4.15 mostra o sensor responsável pela deteção de filme. Se o sensor não detetar filme no seu interior, quer dizer que o filme está afastado de si, sendo necessário mexer o quadro da máquina no sentido interior-exterior. Se existir um excesso de filme, o movimento terá de ser o oposto, no sentido exterior-interior.

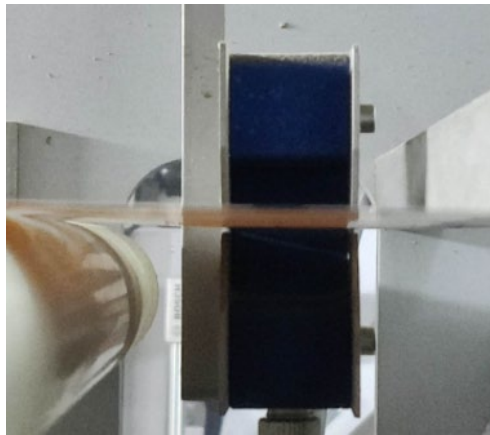


Figura 4.15 – Sensor de Deteção de Presença de Filme

Existe uma forma de mover o quadro da máquina de forma manual. Se por algum motivo se achar que o filme não está centrado ou se o sensor não estiver operacional basta rodar o manómetro indicador de posição de forma a realizar o movimento manualmente. A Figura 4.16 mostra o equipamento em questão que permite fazer esta deslocação.



Figura 4.16 – Componente que Movimenta Manualmente o Quadro da Máquina

Neste momento, o filme encontra-se perto do tubo formador, passando primeiramente no colarinho, que é a primeira parte constituinte do tubo formador. O colarinho tem como função dobrar o filme com o diâmetro desejado (diâmetro do tubo) e convergir as extremidades do filme para que a soldadura vertical possa atuar. O colarinho é responsável por dobrar o filme de forma à soldadura atuar, existindo várias maneiras de fazer esta dobra. A Figura 4.17 mostra o colarinho do tubo da máquina em questão.



Figura 4.17 – Colarinho do Tubo formador

O formato da dobra utilizado nesta máquina, está representado na Figura 4.18. No tipo de dobra presente na figura, os interiores de cada lado do filme são soldados diretamente. Este tipo de soldadura apresenta uma melhor segurança.

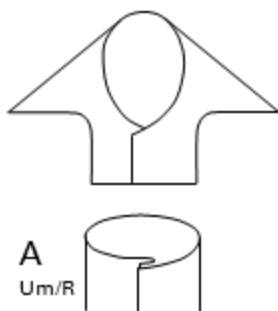


Figura 4.18 – Formato do Colarinho e Solda Vertical [1]

Imediatamente após o colarinho, estando as dobras dos pacotes feitas e as extremidades coincidentes, é realizada a soldadura vertical. Após a soldadura vertical, o tubo formador fica todo coberto pelo filme, como se fosse um pacote de grandes dimensões. A Figura 4.19 mostra a soldadura vertical e os vários pacotes já fechados, mas ainda aguardando o corte.



Figura 4.19 – Solda Vertical

Neste momento as correias terão de fazer com que o filme desça. As correias são constituídas por ranhuras, local onde o filme é agarrado às correias por ação de vácuo, com o objetivo de diminuir o atrito entre o tubo formador e o filme. Na Figura 4.20, é observável uma correia de tração, estando visíveis os orifícios responsáveis pelo efeito mencionado anteriormente.



Figura 4.20 – Correia de Tração

Por fim, é efetuada a soldadura horizontal e o corte do pacote. Esta soldadura horizontal acontece aquando da descarga de produto da multicabeçal, ficando a soldadura pressionada no lado superior pelo produto do próximo pacote. Ao mesmo tempo que a soldadura é realizada, a lâmina de corte é acionada, separando assim um pacote do restante filme. Neste momento foi concluído o processo de embalagem do produto. A Figura 4.21 mostra a última fase da máquina de embalar, a soldadura horizontal.



Figura 4.21 – Soldadura Horizontal e Corte

Bizerba

A bizerba é um equipamento responsável por garantir a qualidade do produto. Este equipamento é composto por 3 plataformas, cada uma com tapetes rotativos. O tapete central tem uma balança que permite saber o peso que está no pacote. Este equipamento é dotado de um sistema de expulsão de pacotes quando o peso destes está bastante longe do valor previsto de peso do pacote. Os pacotes rejeitados, serão posteriormente abertos, inspecionados e voltarão a ser embalados.

A Figura 4.22 mostra o painel de controlo e visor da bizerba. Relativamente ao visor, é apresentado um gráfico que vai atualizando consoante as pesagens, e à sua esquerda existem

umas barras, cujo objetivo é facilitar a compreensão por parte da equipa, de forma a saber quais os intervalos de peso que têm uma maior distribuição.



Figura 4.22 – Painel de Controlo da Bizerba

É observável um valor negativo no visor de -4,4g (gramas) que corresponde à tara. A tara é o peso do recipiente vazio sem o produto, neste caso diz respeito ao peso do pacote. Como a bizerba foi calibrada para, por exemplo, pesar 150g de produto, sendo que o pacote pesa 4,4g, o peso total terá de rondar os 154,4g, de forma a compensar o peso do pacote vazio. Por esta razão, não existindo pacote na máquina, aparece o valor negativo da tara.

Máquina de Fechar Caixas

Após os pacotes serem verificados e selados, um operador insere manualmente os pacotes dentro de caixas. Quando a caixa está completa, o operador coloca a caixa nos rolos da máquina de fechar as caixas. As abas da caixa são dobradas de forma a dar uma ajuda na máquina, sendo que em primeiro lugar a aba frontal é fechada, depois é acionada uma alavanca que fechará a aba traseira. Posteriormente, as abas laterais são fechadas e no final da máquina está outra máquina de fita-cola que fecha a caixa. A caixa fechada então é transportada por um tapete e fica a aguardar que o operador a coloque na palete. Na Figura 4.23 é possível ver uma zona de segurança amarela e preta, correspondente ao local onde o machado/alavanca que fecha a aba traseira da caixa realiza o movimento.

Paletizadora

Uma vez a palete completa, esta é transportada para um equipamento responsável por colocar filme em torno da palete de forma a proteger o conteúdo. A Figura 4.24 mostra a paletizadora.

É possível controlar a tensão no filme, bem como o número de voltas. Enquanto o sensor existente detetar produto, ou seja, a presença de palete, o motor faz subir o filme e a palete continua a rodar em cima da plataforma.



Figura 4.23 – Máquina de Fechar Caixas



Figura 4.24 – Paletizadora

Armazenamento do Produto Acabado

Após todo este processo, o produto segue para o armazém de produto acabado. Quando chega a encomenda, o produto é de novo transportado para os camiões para ser expedido.

Existe atualmente um problema de armazenamento, pois o espaço existente, torna-se bastante reduzido, para satisfazer a necessidade de armazenamento de produto acabado.

4.2 Processo de Torrefação

Estando o processo de torrefação e as suas principais etapas enumeradas no fluxograma da Figura 2.2, essas mesmas etapas serão discriminadas e analisadas em pormenor, começando pela receção de matéria-prima.

Receção de Matéria-prima

A parte da receção da matéria-prima é muito idêntica à do processo de embalamento, a diferença é que o produto vem armazenado em *big bags*, próprios para o transporte de amendoim.

Após ser feito o controlo de qualidade do produto, este é armazenado na sala imediatamente acima da sala onde o produto sofre a transformação. A Figura 4.25 mostra o local onde é armazenado a matéria-prima.



Figura 4.25 – Armazenamento de Amendoim com Casca

Quando existe a requisição de produto para alimentar as bolas de torrar no piso inferior, um operador tem como função, elevar o produto para cima de um carro que se encontra centrado com o tubo de alimentação das bolas de torrar, como mostrado na Figura 4.26. Assim que o *big bag* se encontre em posição, basta abri-lo e dispensar a matéria-prima.



Figura 4.26 – Alimentação das Bolas de Torrar

Bola de Torrar

A parte mais importante deste processo é a torragem da matéria-prima, sendo este realizado pela bola de torrar. Este equipamento é composto pela bola, que é oca por dentro que permanece em movimento giratório, estando o amendoim no seu interior. A Figura 4.27 mostra o quadro de comandos que controlam a bola de torrar, estando nele embutidas botoneiras referentes a acionamentos das chamas, o display de temperatura e *Light Emitting Diodes* (LEDs) para facilmente perceber o funcionamento.



Figura 4.27 – Quadro de Controlo Bola de Torrar 2

A sonda de temperatura é fulcral, uma vez que é o equipamento responsável pela leitura da temperatura. Caso a leitura seja errada, todo o sistema está comprometido. Existiram alguns momentos em que a leitura efetuada da sonda estava incorreta, e tudo o resto parecia estar funcional, no entanto o amendoim era torrado em excesso. Uma vez que o intervalo de funcionamento das chamas é efetuado com base na temperatura, é necessário garantir o correto funcionamento do equipamento de leitura de temperatura.

A Figura 4.28 mostra de forma simples o funcionamento das chamas utilizadas nas bolas de torrar.



Figura 4.28 – Representação do Funcionamento das Chamas da Bola de Torrar

O funcionamento das chamas pode ser descrito em 3 zonas: a zona A, diz respeito à temperatura para a qual a chama mais forte está programada para deixar de atuar, a zona C corresponde à temperatura para a qual a chama mais fraca está programada para deixar de atuar e a zona B diz respeito à temperatura ideal para a torrefação, por exemplo 145°C.

O que acontece é que enquanto a temperatura estiver abaixo da temperatura da chama mais forte, e como o limite da temperatura 1 é superior, ambas estão em funcionamento até aos 130°C, permanecendo depois apenas a chama 1 ligada. Se por algum motivo, a chama 1 ainda conseguir aumentar a temperatura e se ultrapassar os 160°C nesse momento ambas as chamas estão apagadas.

Estando os intervalos de funcionamento das 2 chamas existentes discriminados, é necessário perceber que componente é responsável pela ignição. Estes tipos de queimadores, utilizam 2 tipos de elétrodos: os elétrodos de ignição e os elétrodos de ionização.

Os elétrodos de ignição têm uma função simples. O seu objetivo é criar uma faísca para estabelecer a chama de partida. Quando a chama de partida for criada e existir gás, a combustão ocorre e a chama fica continuamente acesa até o combustível se esgotar.

Os elétrodos de ionização é a componente responsável pelo controlo da válvula de abertura do gás. Por exemplo, se o controlador ordenar a abertura da válvula do gás e disparar a ignição, se num determinado tempo não existir chama, o elétrodo de ionização informa o controlador que não há chama e ordena que a válvula do gás seja fechada. Perante este exemplo, no quadro de controlo, o LED correspondente ao sinal de avaria acenderia.

O processo de torrefação resume-se ao seguinte: A bola de torrar é retirada da carcaça do forno, é preenchida de produto (amendoim em casca) e volta a ser introduzida na carcaça do forno. Em média o processo de torrefação demora 3 horas e durante este intervalo de tempo a bola permanece em constante rotação de forma a todo o conteúdo na bola seja torrado uniformemente.

Passadas sensivelmente 3 horas, o produto está pronto a ser retirado das bolas de torrar. Na retirada do produto, o equipamento é aberto, fazendo deslizar a bola para fora da carcaça. Quando esta se encontra fora, a tampa é retirada e é feita a descarga do produto torrado para os carros de transporte de pequenas dimensões. Após a descarga, a boca da bola é colocada alinhada com os tubos de alimentação, abre-se uma tremonha e o produto cai para o interior da bola. Quando cheia, é tapada, colocada dentro da carcaça, fecha-se o equipamento e está pronta a iniciar a torrefação novamente. A Figura 4.29 mostra a bola fora do equipamento.



Figura 4.29 – Enchimento da Bola de Torrar

Após uma espera de 5/10 minutos, o carro de pequenas dimensões lotado com o produto é colocado num monta-cargas e é levado para o piso superior. Nesse local, o carro é acoplado a uma boca de alimentação onde o produto descerá para a próxima etapa, a limpeza do produto. A Figura 4.30 mostra o carro pequeno de amendoim cheio de produto a descarregar para o limpador.



Figura 4.30 – Alimentação do Limpador de Amendoim

A Figura 4.31 mostra a etapa de limpeza do amendoim. Neste local, o produto cai para um silo de alimentação, onde por ação de um vibrador, o produto vai descendo. Na proximidade do silo, existe uma grelha de calibre específico para que resíduos existentes misturados com o produto desejável caiam para o local específico de resíduos. Após passar a grelha, existe uma abertura que leva para um outro tubo que transportará o produto limpo para o local temporário de armazenamento.



Figura 4.31 – Limpador de Amendoim

A Figura 4.32 ilustra o carro de transporte/armazenamento do amendoim. A saída do tubo proveniente do limpador encontra-se neste piso, imediatamente acima da abertura do carro.

Estando o carro cheio de produto limpo, é necessário o seu arrefecimento antes de ser embalado. Para arrefecer, o carro é novamente enviado para o piso superior (local mais fresco) onde aguarda até ao dia seguinte.



Figura 4.32 – Carro de Armazenamento de amendoim Limpo

Foi feito um estudo das temperaturas do amendoim, de forma a tentar resolver o problema existente: o amendoim tem de ficar de um dia para o outro nos carros de transporte, de forma a conseguir ser embalado.

A Tabela 4.1 mostra o que foi elaborado para registar os valores obtidos. Foram feitas medições de temperatura imediatamente a seguir à saída do produto da bola. A existência de medições com diferenças temporais entre 5 e 10 minutos residiu no facto de ser utilizado um termómetro com termopar calibrado, sendo necessário esperar o seu aquecimento e arrefecimento por forma a ter valores mais corretos.

	Dia	Hora	Temperatura	Carro Amendoim Pequeno			Carro Amendoim Grande (LIMPO)				AntigoRecenteAnte:	
				T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
saída torra	23/09/2021	10h50min	Graus (°C)	143.0°C	144.0°C	147.0°C	-	-	-	-	-	-
5/10mins depois	23/09/2021	11h00min	Graus (°C)	131.0°C	136.0°C	139.0°C	-	-	-	-	-	-
	23/09/2021	11h55min	Graus (°C)	-	-	-	64.7°C	58.5°C	74.3°C	66.0°C	-	-
	23/09/2021	10h05min	Graus (°C)	-	-	-	-	-	-	-	30.6°C	30.6°C
											Ready Embalar	

Tabela 4.1 – Registo de Temperaturas

O carro de amendoim pequeno, é para onde o produto sai imediatamente após a torrefação, sendo os T1, T2 e T3 da Tabela 4.1, o correspondente ao local onde se fizeram as medições na Figura 4.33 (Temp1, Temp2 e Temp3).

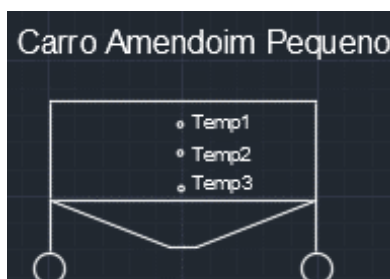


Figura 4.33 – Desenho Ilustrativo do Carro Pequeno de Amendoim

O carro de amendoim grande é o local onde o amendoim é armazenado após passar pelo limpador e é onde fica a arrefecer para que no dia seguinte possa ser embalado. A Figura 4.34 ilustra o carro de amendoim grande. As temperaturas T4, T5, T6 e T7 da Tabela 4.1 foram medidas em Temp4, Temp5, Temp6 e Temp7. As temperaturas T8 e T9 foram feitas na mesma

posição das temperaturas T6 e T7, mas num carro onde o seu produto estava pronto a ser embalado.

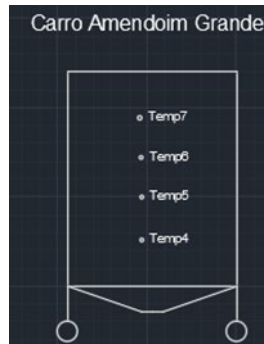


Figura 4.34 – Desenho Ilustrativo do Carro Grande de Amendoim

Existe um problema, consistindo na falta de um mecanismo ou equipamento capaz de arrefecer o produto a partir do momento em que sai da bola de torrar (temperatura a rondar 150°C) para que este possa ser embalado (temperatura a rondar os 30°C).

Inicialmente, apenas por questões de teste, foi utilizada uma ventoinha que foi instalada no topo do carro de grandes dimensões, imediatamente após a limpeza do produto. Este teste não teve sucesso, pois o local onde se realizou era bastante quente, sendo que o ar que circulava fora do carro e dentro do carro estava a elevadas temperaturas.

Outro teste foi alterar o local de instalação da ventoinha. Desta vez, a ventoinha foi colocada perto do carro de amendoim, mas agora no piso superior, onde o produto normalmente arrefece. A ventoinha teve três posições diferentes de teste: em cima do carro a apontar para a parte mais superior do produto, ao lado do carro a apontar para a parte superior do produto e um pouco afastada a apontar para a generalidade do carro.

Em todos os casos mencionados acima, sendo o intervalo de tempo de 1h-1h30min, a temperatura final do produto era inferior à temperatura máxima de embalagem, mas apenas nos locais que estavam a ser arrefecidos. Todos estes testes falharam.

Uma possível solução passaria por implementar um tapete que recebia o produto e que a ele tinha acoplado um ventilador, que sugava o ar quente e possíveis resíduos. O entrave a esta solução residia na falta de espaço nas instalações (sendo as instalações um pouco antigas e o negócio estando em crescimento, não existia um local apropriado para esta linha de arrefecimento) e no facto de este ventilador ser bastante potente e influenciar negativamente as chamas das bolas de torrar.

A última hipótese, estando a ser negociada, seria adquirir uma linha nova de torragem de amendoim. Nesta hipótese, as bolas de torrar deixariam de funcionar, e dariam lugar a um forno contínuo. Este forno contínuo teria no seu final, um arrefecedor dedicado, tal como está presente numa fritadeira da empresa, que é capaz de reduzir a temperatura até ao valor desejado, possibilitando assim a utilização deste produto, não sendo necessário esperar até ao dia seguinte.

4.3 Intervenções

As manutenções foram ações que estiveram bastante presentes no decorrer do estágio. Foram realizadas variadas manutenções, sendo de cariz preventivo e corretivo. O número de manutenções corretivas representa a maioria das manutenções, uma vez que os equipamentos raramente param, sendo assim pouco provável algum trabalho preventivo.

Em termos de números, desde o dia 4 de janeiro até ao dia 10 de novembro, foram realizadas 1171 intervenções, sendo que nestas intervenções estão incluídas manutenções externas, que consistem em contactos estabelecidos com fornecedores e assistência técnica, inclui apoio à produção, que consiste em ajudar a linha de embalagem nas mais variadas tarefas e ainda englobam as manutenções de infraestrutura e de melhorias.

Referente às manutenções preventivas e corretivas, existiram 717 intervenções de cariz corretivo e 256 de cariz preventivo. Sendo a soma destas intervenções 973 no total, podemos concluir que as manutenções corretivas representam 73,6% enquanto as preventivas, representam 26,4%. Esta diferença de percentagens é bastante grave, na medida em que, primeiramente, os valores deveriam ser invertidos, e depois a diferença entre eles deveria ser maior (preventivas muito superior a corretivas).

A relação ideal seria 90% de manutenção preventiva e 10% de manutenção corretiva. A relação de 80% para 20% ainda é exequível, mas estes cenários ideais estão bastante longe dos reais [61].

4.3.1 Intervenções Preventivas

No que toca a intervenções preventivas, estas são bastante importantes de forma a manter os equipamentos funcionais e para garantir que não existe uma avaria grave que comprometa a produção e que não sejam necessários custos excessivos na sua resolução.

Uma das intervenções preventivas que mais tempo e trabalho deu, foi a realização de um documento com fotografias térmicas de motores, quadros elétricos e quadros das máquinas de embalar (termografia). O objetivo deste procedimento é registar mensalmente as temperaturas dos vários componentes de forma a perceber se existe uma diferença grande nesse espaço de tempo, podendo querer dizer que existe uma falha térmica ou um desgaste.

A Tabela 4.2 apresenta o documento realizado em Excel relativo à termografia feita a quadros elétricos. Foi introduzida a etiqueta de identificação do quadro, a localização deste, instruções consoante a localização dos equipamentos dentro do quadro e as fotografias reais e térmicas.

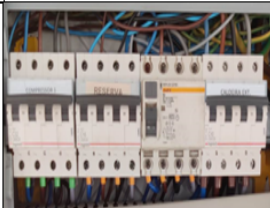
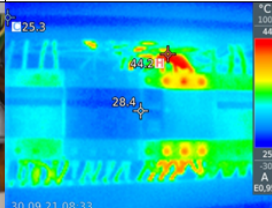
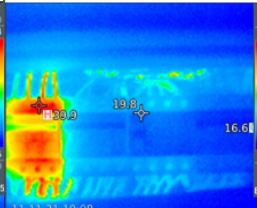
TAG QUADRO	LOCALIZAÇÃO	ORIENTAÇÃO	FOTOGRAFIA REAL	TERMOGRAFIA DIA 30-09-2021	TERMOGRAFIA DIA 11-11-2021
Q.COMPRESSORES	EXTERIOR COMPRESSORES	TOP ESQUERDA			

Tabela 4.2 – Termografia de Quadros Elétricos

A Tabela 4.3, por sua vez, demonstra um documento idêntico ao anterior, mas desta vez invés de ser relativo ao quadro elétrico, é relativo ao quadro elétrico das máquinas de embalar.



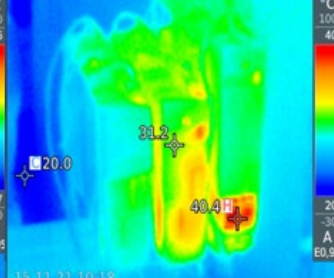
ORIENTAÇÃO	FOTO REAL QUADRO	TERMOGRAFIA QUADRO (28/09/2021)	TERMOGRAFIA QUADRO (15/11/2021)
TOP DIREITA			

Tabela 4.3 – Termografia de Quadros das Máquinas

Neste caso, não foram utilizadas etiquetas de identificação, nem a sua localização, pois sendo máquinas de embalar, estas encontram-se todas na zona de embalamento. A orientação mencionada nas tabelas das imagens térmicas, tem como objetivo ter imagens mais parecidas e facilitar a comparação.

Por fim, a Tabela 4.4, apresenta a termografia realizada aos motores. No que toca a motores, foram inspecionados os motores de todos os tapetes existentes nas instalações, motores de acumuladores de bolsas e motores da fritadeira automática.


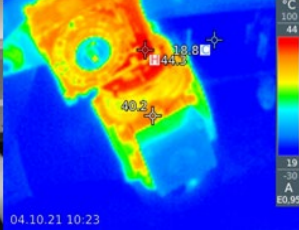
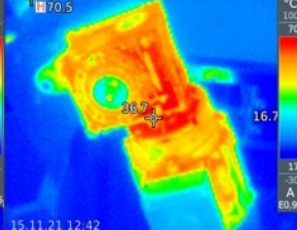
LOCALIZAÇÃO	EQUIPAMENTO	FOTOGRAFIA REAL	TERMOGRAFIA DIA 04/10/2021	TERMOGRAFIA DIA 15/11/2021
EMBALAMENT O1	TAPETE SAÍDA MÁQUINA 1			

Tabela 4.4 – Termografia de Motores

Na imagem térmica do motor do tapete de saída, conseguimos observar um ponto com 70.5°C. Este ponto corresponde a um pacote acabado de ser soldado e que está a ser transportado pelo tapete de saída. No decorrer das inspeções termográficas, não existiu nenhum valor diferente do especificado pelo fabricante.

Esta técnica da termografia, é bastante importante e vantajosa porque não existe a interrupção da produção, isto é, não é necessário desmontar o motor, as imagens obtidas são transmitidas em tempo real, evita as manutenções corretivas e os seus custos mais avultados e garante uma maior vida útil ao motor. É possível identificar falhas térmicas e desgastes em certos pontos, que resultarão num aumento de temperatura. Nos quadros elétricos, ao observar uma diferença de temperatura, é possível substituir o componente ou fazer um reaperto (o aperto deve ser realizado pelo menos uma vez por ano).

Outro exemplo de manutenção preventiva realizada, é a limpeza do molde inferior da termosseladora que se encontra na zona das cuvetes, máquina responsável pelo fechamento de taças. Como é observável na Figura 4.35, o espaço de tempo de uma semana é o suficiente para o molde ficar cheio de resíduos.



Figura 4.35 – Molde Inferior da Termosseladora antes da ação de Limpeza

A Figura 4.36 por sua vez, já mostra o molde totalmente limpo e montado, pronto a ser transportado e aplicado no equipamento.



Figura 4.36 – Molde Inferior da Termosseladora após a Limpeza

Na máquina da termosselagem, existem 2 moldes: um molde superior e um molde inferior. O molde superior é totalmente diferente do molde da Figura 4.36, sendo este liso, uniforme e contendo resistências de forma a aumentar a temperatura e conseguir colar o filme à taça. Em seu redor existem umas lâminas para cortar o excedente de filme. Relativamente ao molde inferior como está na figura acima, este possui 3 cavidades, que correspondem ao local onde as taças com produto param. Depois de estarem no local, este molde sobe, fazendo com que as taças fiquem no interior. Estando o molde superior a elevadas temperaturas, e estando o filme entre os moldes, a zona de selagem assenta na zona verde e é feita a selagem. Quando a termosselagem é feita, o molde volta à posição de repouso e as taças são encaminhadas por tapetes.

Existiu ainda uma intervenção que era realizada quinzenalmente, que consistia na testagem de uma central de bombagem, equipamento responsável pela alimentação das mangueiras de incêndio de forma a não faltar água para o combate ao incêndio. Em caso de

fugas, uma bomba auxiliar arranca, devido à diferença de pressão. Caso a pressão seja reposta, a bomba para de funcionar. Se a pressão continuar a baixar, a bomba principal arranca por forma a garantir níveis de pressão suficientes. Existe ainda uma terceira bomba, que funciona como uma reserva da bomba principal. A Figura 4.37 demonstra o processo de ensaio de teste que era realizado à central de bombagem.

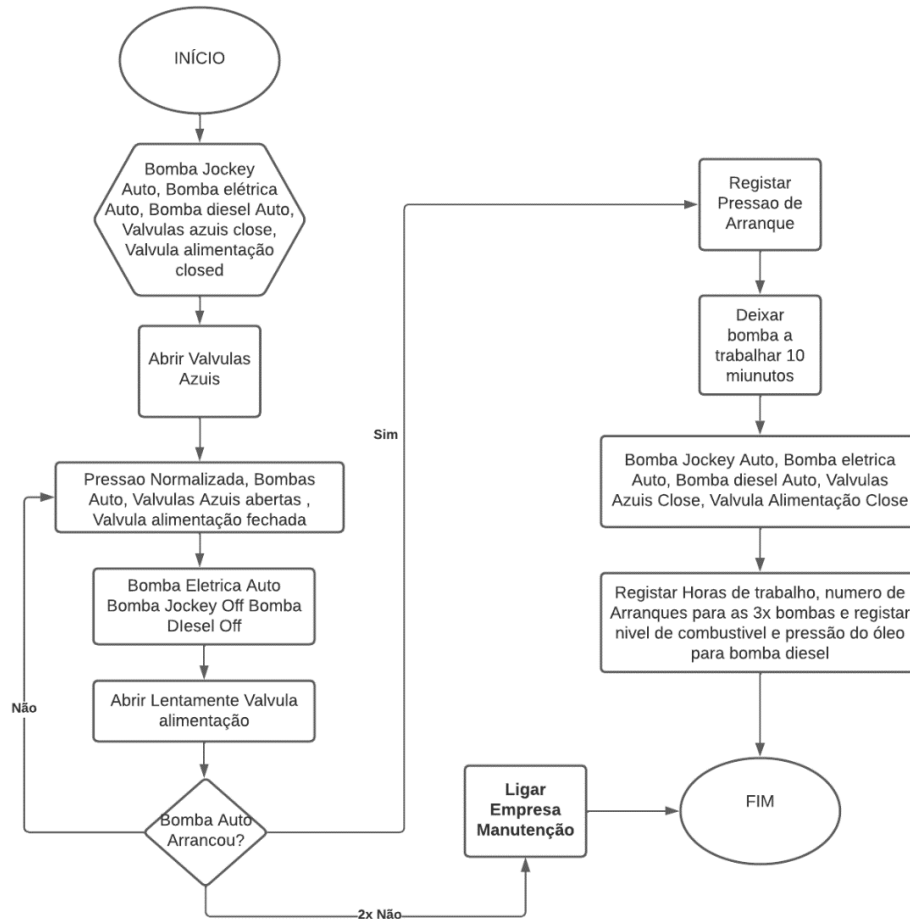


Figura 4.37 – Fluxograma de Ensaio à Central Bombagem

É importante realçar que a alimentação das bombas elétricas é feita a partir de um quadro próprio, sendo este de baixa tensão. Quando estes ensaios são efetuados, as autoridades competentes são informadas, pois sem aviso prévio, a baixa de pressão efetuada propositadamente pode induzir em erro.

4.3.2 Intervenções Corretivas

Como foi observado no início das intervenções, o número de intervenções corretivas ultrapassa largamente as intervenções preventivas.

A Figura 4.38 é um exemplo de uma intervenção corretiva. Este ventilador tem como função retirar partículas e arrefecer a sala em questão. A sala em questão é a zona mais quente da fábrica, corresponde à sala de torrefação, onde existem dois fornos e três bolas de torrar.



Figura 4.38 – Ventilador da sala das torrões antes de intervenção

A ventoinha em questão estava funcional, mas a proteção que tinha, a rede que servia de filtro caiu, sendo que em termos visuais transmitia um mau aspeto e sem esta rede, a segurança era menor.

Inicialmente, a rede estava desapertada, a caixa foi aberta, a rede foi esticada e passada com água e ar para secar. Depois disso, a ventoinha foi desacoplada do local como pode ser visto na Figura 4.39. Foi limpa com um compressor e com uma escova. Alguns dos parafusos que fixavam a ventoinha estavam soltos, foram então soldados e a ventoinha foi reposta no local.



Figura 4.39 – Ventoinha desacoplada

A Figura 4.40 mostra a conclusão do trabalho. Existiam duas ventoinhas na mesma situação, sendo que os procedimentos e o resultado foram idênticos.



Figura 4.40 – Ventilador da sala das torrões após intervenção

Outro exemplo de uma manutenção corretiva realizada, foi relativa a um rolo com veio ligado a um motor, que era responsável pelo movimento de um tapete. Este tapete situa-se na sala das cuvetes, e é o tapete que está entre a termosseladora e a multicabeçal, ou seja, este tapete é responsável pelo transporte das taças com produto, até à máquina, onde as taças são seladas.

Quando a ocorrência aconteceu, numa primeira análise, era possível observar que o tapete estava bastante chegado para o lado oposto ao motor. Para tentar centrar o tapete, o rolo que se encontra no início do tapete foi apertado, de forma a dar folga para conseguir mover-se o tapete para o centro. Esta ação foi realizada com sucesso, mas quando o tapete foi centrado, o veio ficou descoberto, sendo possível observar a sua quebra. Esta avaria necessitava que o tapete fosse desmontado, que o rolo fosse retirado e substituído. A Figura 4.41 é correspondente ao final, onde o rolo e veio foram retirados, evidenciado o local de rutura do veio.



Figura 4.41 – Rolo do tapete com Veio Partido

Primeiramente, o tapete foi retirado, ficando com acesso ao rolo e veio. De seguida a chumaceira foi desapertada, ficando o rolo preso pelo veio no lado do motor. A Figura 4.42 mostra o motor e o veio do rolo.



Figura 4.42 – Local onde o restante veio foi retirado

Após a remoção do motor, foi necessário tirar o veio do motor de forma a depois colocar outro veio. Este processo foi realizado com um parafuso enroscado na ponta do veio e com um martelo, dando pancadas até o veio sair. A Figura 4.43 mostra o veio já desacoplado do motor.



Figura 4.43 – Retirada do veio do motor

Como não existia nenhum rolo novo em stock, o rolo antigo foi lixado e rebarbado de forma a entrar no motor e na chumaceira. Após a limpeza, o acoplamento do veio com o motor e fixação, o tapete foi montado novamente. Depois da montagem total, foi efetuada uma limpeza do equipamento e do local para que não existissem contaminações, procedendo-se depois a uma testagem. Esta avaria resultou na paragem da máquina de 2h/2h30min.

Outro exemplo de uma intervenção corretiva foi a afinação dos vibradores dos pratos de uma multicabeçal, como evidenciado na Figura 4.44. Existiam vibradores que estavam desafinados ao ponto de não desempenharem a sua função. Pode-se afirmar que consistiu num trabalho preventivo também pois alguns vibradores ainda estavam funcionais, com a sua vibração num nível aceitável.

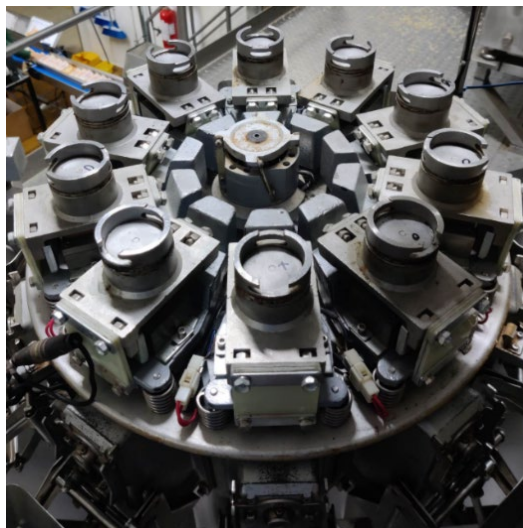


Figura 4.44 – Vibradores da multicabeçal

Quando a carcaça é retirada, bem como os pratos que ligam o prato central aos recipientes onde o produto é armazenado, pesado e depois largado para ser embalado, são observáveis 11 vibradores, 1 central e 10 laterais. O vibrador central não foi mexido, mas alguns laterais estavam desregulados, inclusive 2 pareciam não estar a vibrar. A Figura 4.45 mostra um vibrador que neste caso aparentava não estar funcional.

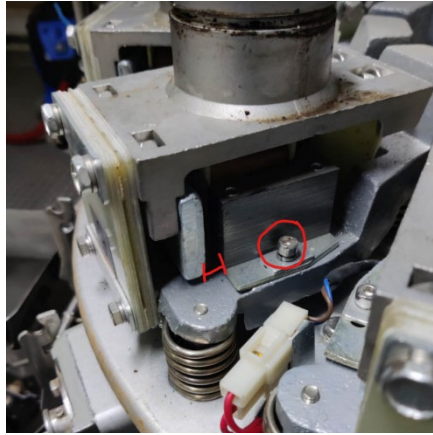


Figura 4.45 – Locais de afinação dos vibradores

Como é observável na figura, existe uma reta vermelha desenhada. Esta reta corresponde a uma distância, que remete para o nível de vibração que está programada naquele vibrador. Quanto maior for a distância, menor será a vibração. O círculo vermelho corresponde ao parafuso que era necessário desapertar, para ser possível o ajuste do vibrador.

O teste e ajuste uniforme de todos os vibradores foi feita da seguinte forma: todos os pratos foram colocados no respetivo local e foram feitas marcações. Estas marcações correspondiam à posição inicial onde se colocaria um objeto de pequenas dimensões, neste caso uma porca. Depois deste passo, todos os vibradores foram ensaiados e a posição final da porca foi registada. Se a posição final fosse bastante díspar da posição inicial, queria dizer que era necessário aumentar a distância do vibrador, como é observável na Figura 4.45 a vermelho. Se a posição final fosse bastante próxima da posição inicial, era necessário aumentar a força do vibrador, ou seja, diminuir a distância.

Existe um fator que influencia bastante este ajuste: o facto de os pratos não serem uniformes. Devido ao uso e alguma falta de cuidado, alguns pratos não estavam nivelados, sendo necessário compensar este desnível com o aumento de potência do vibrador. Esta manutenção teve uma duração de 1 hora e 30 minutos.

4.3.3 Intervenções Administrativas

Aquando do início do estágio, o responsável de manutenção estava a abandonar o cargo, então uma das tarefas que tinha de ser feita, era a de entrar em contacto com fornecedores de forma a encomendar peças e /ou consumíveis que possam eventualmente estar a terminar. Para isso, uma organização de fornecedores era necessária. A Tabela 4.5 exemplifica o trabalho que foi feito, mas com nomes e contactos fictícios para proteger os contactos reais.

Lista de Contactos						
Empresa	Pessoa de Contacto	Cargo	Telefone	Email	Localização	Observações
YxD	Alberto Reis	Técnico Comercial	(+351) 919 191 919	alberto123@yxd.com	Antanhol, 3040-111	Maquinaria
ZZ1	João Fonseca	<----->	(+351) 920 202 020	joaofonseca@zz1.pt	Albergaria, 3040-222	Óleos, lubrificantes
Code23	Rui Martins	Dono	<----->	rui.martins@code23.es	Valongo, 3040 123	marcadores

Tabela 4.5 – Lista de contactos/fornecedores

Foi feita uma pesquisa na caixa de entrada do correio eletrónico do antigo responsável bem como nos cartões de visita/contacto existentes. Para além dos parâmetros base, ainda foi adicionado o campo das observações de forma a compreender mais facilmente o que cada empresa representava. Foram reunidos cerca de 200 contactos.

Tal como o documento de fornecedores, foi realizado o levantamento da marca, modelo, número de série e ano de fabrico dos equipamentos mais importantes para depois completar o documento com a informação em falta. O objetivo seria ter uma lista dos equipamentos, devidamente identificada, para facilitar a sua identificação em futuros contactos com fornecedores. A Figura 4.46 apresenta o documento de listagem de equipamentos.

TAG	LOCALIZAÇÃO	DESCRIÇÃO EQUIPAMENTO	MARCA	MODELO	Nº SÉRIE	ANO DE FABRICO
F1P-01.01	TORRAS	FORNO JOPER 1 (VELHO)	JOPER	C-30		
F1P-02.01	TORRAS	FORNO JOPER 2 (NOVO)	JOPER	C-40		
ARR-01.01	TORRAS	ARREFECCOR DO FORNO JOPER 1	Joper	80		1996
ARR-02.01	TORRAS	ARREFECCOR DO FORNO JOPER 2	Joper			
B7R-01.01	TORRAS	BOLA DE TORRA 1	JOPER			
B7R-02.01	TORRAS	BOLA DE TORRA 2	JOPER			
B7R-03.01	TORRAS	BOLA DE TORRA 3	JOPER			
PLT-01.01	TORRAS	PALETIZADORA DAS TORRAS		Elv. S. Nvi		1993
LPA-01.01	TORRAS	LIMPADOR DE AMENDOIM				
MEA-01.01	TORRAS	MÁQUINA DE EMBALAR AMENDOIM GRANEL	SI SANTOS			
TTP-01.01	TORRAS	TAPETE TRANSPORTADOR DE PRODUTO	SI SANTOS	Modelo FT 23 700-2000	10.038 KCB001	2010
TTP-02.01	FRITOS	TAPETE TRANSPORTADOR DE PRODUTO				
ELV-01.01	TORRAS	ELEVADOR TORRAS	LIFTCARGA			
DTM-01.01	TORRAS	DETECTOR DE METAL TORRAS	CEIA	TH 1216	21700206126	

Figura 4.46 – Folha de dados de equipamentos

Este documento foi utilizado no decorrer da volta à fábrica para anotar os dados que depois serão registados no excel.

Uma questão bastante importante no que toca a auditorias, é ter os manuais dos equipamentos, bem como os certificados organizados. Se forem pedidos, devem estar acessíveis. É importante realçar que antes desta organização, os manuais estavam misturados e espalhados.

A Figura 4.47 ilustra um protótipo de organização no que toca a manuais de equipamentos. As folhas amarelas representam a zona/tema dos manuais que se encontram perto de si, nomeadamente estando divididos por linha de embalagem e local. Existem quadrados de cartão a separar cada zona, que por sua vez serão substituídos por separadores e serão elaboradas etiquetas apropriadas para identificação dos manuais.

Foi ainda elaborado um documento relativo a todos os equipamentos que necessitam de certificação por parte das autoridades competentes. Este documento foi trabalhoso porque foi necessária a consulta do Diário da República, para saber quais as normas/diretivas são aplicadas a determinado equipamento. Para além destas normas, o documento tinha os dados técnicos do equipamento, uma fotografia da chapa característica, datas das manutenções e datas de expiração de licenças, sendo necessária a sua renovação. A Tabela 4.6 ilustra como é que o documento foi elaborado, mas apenas com um equipamento exemplificativo.



Figura 4.47 – Arquivo de manuais e certificados de equipamentos

Dados Equipamento	TAG	Placas Identificativas	Normas/Diretivas/Decretos	Proxima Inspeção OCA	Datas de Inspeção	Empresa	Comentários	2020	2021	2022
Gerador de azoto GEN90 Modelo: XYZ N°Serie:202020 Fabricante: ZZ Ano Fabrico:2015 P.maxima: 10 bar	GAS.0 1.12		Equipamentos de pressão: 2014/68/EU Máquinas: 2006/42/EC Baixa Tensão: 2014/35/EU	09/2022- Manutenção:	17-09-2021	Manutenção: ZZ	Equipamento instalado em 2020, sendo que a primeira manutenção será realizada em 2021, sendo ela anual.	Manutenção - NIVEL A	Manutenção - NIVEL A	Manutenção - NIVEL A

Tabela 4.6 – Dados de equipamentos e inspeções/manutenções

Por fim, no que toca a trabalho administrativo, a parte relativa ao software de manutenção existente, uma parte do software tinha de ser gerida. A Figura 4.48 mostra a página principal do software, que foi elaborado em Excel.



Figura 4.48 – Página inicial do software de manutenção

Este software tem como objetivo inserir as ordens de serviço que são realizadas no decorrer do dia. É possível também planejar manutenções preventivas, que irão ser lançadas automaticamente quando o seu período passar. Sendo que este software começou a ser utilizado recentemente na empresa, e com o passar do tempo, equipamentos vão sendo adquiridos e descontinuados, portanto é necessário adicionar equipamentos. A Figura 4.49 mostra uma parte do software que foi utilizado regularmente.

IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO
ADB.01.03	ACUMULADOR DE BOLSAS 1	03 - EMBALAMENTO
ADB.01.04	ACUMULADOR DE BOLSAS	04 - CUVETES
ADB.02.03	ACUMULADOR DE BOLSAS 2	03 - EMBALAMENTO
ADB.03.03	ACUMULADOR DE BOLSAS 3	03 - EMBALAMENTO
ADB.04.03	ACUMULADOR DE BOLSAS 4	03 - EMBALAMENTO
ARC.01.04	AR CONDICIONADO	04 - CUVETES
ARR.01.01	ARREFECEDOR DO FORNO JOPER 1	01 - TORRAS
ARR.01.02	ARREFECEDOR DA FRITADEIRA	02 - FRITOS

Figura 4.49 – Página de registo e edição de equipamentos

Quando a ordem de serviço chegava (formato papel) por vezes o equipamento em causa não estava no inventário de equipamentos. Era necessário criar um registo, sendo constituído por 3 letras alusivas ao equipamento, separado por pontos, sendo que os dois algarismos seguintes correspondem ao número do equipamento e os últimos dois algarismos remetem para a zona onde este está instalado.

A Figura 4.50 corresponde ao local onde as ordens de serviço são inseridas na base de dados.

Nº ORDEM	EQUIPAMENTO	LOCALIZAÇÃO
0	MAR.01.03 - MARCADOR FRENTE MÁQUINA 1	
0	BTR.01.01 - Bola de Torra 1	
0	MAR.01.03 - MARCADOR FRENTE MÁQUINA 1	
0	BTR.01.01 - Bola de Torra 1	
0	MAR.01.03 - MARCADOR FRENTE MÁQUINA 1	
0	BTR.01.01 - Bola de Torra 1	
0	MAR.01.03 - MARCADOR FRENTE MÁQUINA 1	
0	BTR.01.01 - Bola de Torra 1	

Figura 4.50 – Página de introdução de ordens de serviço

Na primeira página é necessário introduzir a etiqueta do equipamento, sendo que a localização é registada automaticamente. Após estes campos, o tipo de manutenção deve ser

escolhido e o solicitante da manutenção deve ser preenchido. A data /hora é bastante importante e saber se a máquina esteve parada, de forma a calcular os KPI's. É feita uma breve descrição do problema e o estado é inserido consoante o feedback da equipa de manutenção.

No separador de homem/hora observável na Figura 4.51, é necessário seleccionar qual o membro da equipa de manutenção que foi responsável pelo trabalho, o tempo que foi necessário para realizar o trabalho e é feita uma descrição do que foi efetuado.

Figura 4.51 – Preenchimento de uma ordem de serviço

Esta descrição tem o conveniente de, se alguma avaria parecida ocorrer, este registo pode ser consultado para servir de auxílio.

Existe um menu também bastante utilizado, que é o da pesquisa de ordens de serviço. No menu presente na Figura 4.52 é possível pesquisar pelo número da ordem de serviço, equipamento ou zona. Esta ferramenta é bastante útil, pois quando existe a dúvida acerca de uma determinada intervenção, se foi realizada ou não, esta encontra-se aqui registada.

Figura 4.52 – Página de pesquisa de ordens de serviço

Esta organização/pesquisa tem como objetivo, primeiramente ter uma noção do estado de produtividade de cada máquina, e ter uma noção dos trabalhos que são realizados em cada máquina. Serve também para mostrar se a equipa de manutenção existente é suficiente para a quantidade de trabalhos que são requisitados. Caso não seja suficiente, existe este formato palpável que torna mais fácil a decisão de recrutamento de colaboradores.

Nesta empresa, todas as ordens de serviço da semana anterior, são inseridas num documento online até à quarta-feira da semana atual, para que possam ser analisados pela chefia nas reuniões de discussão do ponto de situação. A Tabela 4.7 mostra uma parte do que é inserido para ser analisado.

Nº ORDE	EQUIPAMENTO	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE MANUTENÇÃO	MANTENEDOR	DATA INICIO	DATA TERMINO	TEMPO F
	MAR.01.03 - MARCADOR FRENTE MÁQUINA 1	03 - EMBALAMENTO	Manutenção Corretiva				
2583				Frederico Botelho	23-11-2021 10:00	23-11-2021 12:00	2.00
2584	OFI.01.13 - OFICINA DE MANUTENÇÃO	13 - OFICINA DE MANUTENÇÃO	Manutenção Melhoría	Frederico Botelho	23-11-2021 09:00	23-11-2021 10:00	1.00
2585	TSL.01.04 - TERMOSELADORA	04 - CUVETES	Manutenção Preventiva	Frederico Botelho	23-11-2021 14:45	23-11-2021 16:30	1.75
2592	GRL.01.03 - GERAL EMBALAMENTO	03 - EMBALAMENTO	Apoio à Produção	Frederico Botelho	25-11-2021 09:00	25-11-2021 10:00	1.00
2593	GRL.01.03 - GERAL EMBALAMENTO	03 - EMBALAMENTO	Manutenção Externa	Frederico Botelho	25-11-2021 14:25	25-11-2021 16:30	2.05

Tabela 4.7 – Dados organizados e prontos a ser consultados

4.3.4 Outras Intervenções

Existiram outras intervenções de maior relevo, sendo uma delas a soldadura. Inicialmente apenas existia uma máquina de soldadura *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Durante o estágio, foi adquirida uma máquina de soldar *Tungsten Inert Gas* (TIG).

A SMAW é um processo manual de soldadura que é realizado com o calor de um arco elétrico [62]. O arco elétrico é o resultado de uma rutura dielétrica de um gás a qual produz uma descarga, resultante de um fluxo de corrente num meio normalmente isolante. Este arco ocorre num espaço preenchido de gás entre dois eléttodos resultando numa temperatura bastante elevada capaz de fundir e vaporizar qualquer coisa [63].

A soldadura TIG é um processo de soldadura a arco elétrico, criado entre um eléttodo não consumível de tungstênio e o material a soldar, envolvido numa proteção gasosa. Esta proteção pode ser constituída por Hélio ou Argón. É um processo que surgiu da necessidade de soldar materiais difíceis, como por exemplo o alumínio [64].

Na soldadura a TIG, é necessário ter em atenção vários fatores. Em primeiro lugar, a forma como o eléttodo é aguçado deve ser axial invés de radial, com o objetivo de obter um arco elétrico estável. De seguida, é necessário ter em atenção o diâmetro do eléttodo, pois um maior diâmetro necessitará de um maior copo de cerâmica e conseqüentemente a quantidade de gás proveniente da botija também aumentará.

Em termos práticos, a Figura 4.53 e Figura 4.54 representam uma soldadura efetuada pelo autor, sendo que têm alguns problemas. Devido à falta de prática, as soldas não são uniformes, sendo observáveis zonas de sobreaquecimento. Este sobreaquecimento foi causado pela diminuição de velocidade de soldadura, mantendo sempre a corrente. A Figura 4.54 é a mesma soldadura do que a Figura 4.53, mas a solda foi limpa. Normalmente depois da solda, de forma a ficar mais limpa, é utilizada uma escova de aço ou ácido próprio para o efeito.

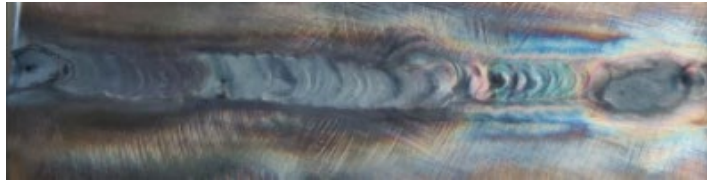


Figura 4.53 – Soldadura TIG realizada pelo autor



Figura 4.54 – Soldadura TIG após limpeza

A outra intervenção de grande importância foi a limpeza e organização da oficina. Sendo a oficina o local de trabalho da equipa de manutenção, e existindo sempre bastante ocorrências é normal que a limpeza da oficina fique negligenciada. É bastante importante ter um local de trabalho limpo e organizado de forma a facilitar as tarefas minimizando o tempo perdido.

A Figura 4.55 mostra o estado da oficina antes de existir algum tempo dedicado a tarefas de limpeza. Extintores com obstáculos à sua frente, muita desorganização. A Figura 4.56 mostra o estado normal da oficina após existir algum tempo dedicado a tarefas de limpeza.



Figura 4.55 – Oficina antes de Organização e Limpeza



Figura 4.56 – Oficina após a Organização e Limpeza

Sendo normal existirem auditorias às instalações (visto que se trata de indústria alimentar), existem mínimos de limpeza e arrumação a serem cumpridos. Ainda existem algumas melhorias a serem feitas, como por exemplo a atualização do stock de peças de reposição (*spare-parts*), testagem de equipamentos antiquados e usados, para saber se estão funcionais, caso contrário devem ser encaminhados para o local devido e tentar criar um plano de limpeza e arrumação semanal. Uma vez que o ambiente onde se efetuam as reparações está limpo e organizado, a probabilidade de existirem acidentes diminui. Com o ambiente mais organizado, o tempo perdido na procura de peças diminui, aumentando assim a produtividade. Todos estes fatores contribuem para uma maior motivação da equipa de manutenção.

4.4 Conclusão

O capítulo detalha a complexidade e a importância da manutenção (preventiva e corretiva) e da otimização dos processos na indústria alimentar, nomeadamente na torrefação, focando-se em estudos para melhoria da eficiência, como a análise de arrefecimento do amendoim torrado para a projeção de uma linha de arrefecimento, com o intuito de reduzir o tempo de espera até ao embalamento.

Aborda o elevado número de intervenções realizadas durante um estágio, com uma proporção inesperadamente alta de intervenções corretivas em relação às preventivas, ressaltando a importância de estabelecer rotinas de manutenção preventiva para aumentar a produtividade e reduzir custos. Além disso, menciona a relevância das intervenções a nível administrativo e de organização para otimizar o tempo e a segurança no ambiente de trabalho. Por fim, critica a gestão autónoma e isolada de algumas práticas de manutenção preventiva, sugerindo a necessidade de seguir os manuais dos equipamentos e as recomendações dos fabricantes.

5 CONCLUSÕES

O presente relatório de estágio curricular teve como objetivo descrever as diferentes etapas/tarefas que o autor teve a oportunidade de participar, desde manutenção e melhoramento de alguns equipamentos na empresa Frutorra Pimenta. A importância da utilização de manutenções preventivas ao invés de corretivas foi aprendida.

Este estágio ajudou a compreender melhor o funcionamento de máquinas elétricas, mais especificamente máquinas ligadas à indústria alimentar e todos os cuidados necessários devido ao tipo de indústria. Foi permitido o aperfeiçoamento a nível de organização pessoal, com toda a gestão de inventário da oficina de manutenção, contacto de fornecedores para aquisição de peças e/ou agendamento de intervenções, realizações de inventários, acompanhamento de auditorias, catalogação de equipamentos e peças bem como gestão de ordens de serviço. Foi possível perceber todo o processo efetuado pelo produto até este estar acabado e todo o esforço/etapas necessárias para este feito.

Relativamente aos objetivos iniciais deste estágio, nem todos foram alcançados. O primeiro e grande objetivo, a projeção da linha de arrefecimento de amendoim torrado, não foi atingido por diversos fatores, apesar de um estudo inicial ter sido feito, as condicionantes de falta de espaço na sala de torras e a mudança das instalações da Frutorra num curto espaço de tempo fizeram com que este objetivo não fosse alcançado.

Todos os outros objetivos foram alcançados, sendo que por exemplo, a gestão de ordens de serviço e equipamentos no programa de manutenção ficou inteiramente da responsabilidade do autor, e os dados preenchidos e atualizados seriam posteriormente utilizados em reuniões de gestão. A introdução na equipa foi faseada uma vez que os engenheiros presentes à data do início do estágio acabaram por sair, sendo posteriormente feita uma nova equipa.

O estágio contribuiu bastante para o crescimento pessoal do autor, de forma a ganhar responsabilidade, foi inserido numa equipa com grande conhecimento técnico com a qual aprendeu bastante e todos estes fatores contribuíram para facilitar/suavizar a entrada do autor no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Frutorra Pimenta, Documentação Interna.
- [2] “Melvin,” 2019. [Online]. Available: <https://oimelvin.com/o-que-e-manutencao/>. [Acedido em Junho 2021].
- [3] J. M. T. Farinha, Asset Maintenance Engineering Methodologies, TAYLOR & FRANCIS LTD, 2018.
- [4] “SCRIBD,” 2021. [Online]. Available: <https://pt.scribd.com/document/359135223/LIVRO-A-Funcao-Manutencao-Francois-Monchy>. [Acedido em Outubro 2021].
- [5] “LinkedIn,” 2019. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/evolu%C3%A7%C3%A3o-da-manuten%C3%A7%C3%A3o-jeferson-figueiredo/>. [Acedido em Outubro 2021].
- [6] “ITSS Tecnologia,” 2022. [Online]. Available: <https://itsstecnologia.com.br/blogs/evolucao-da-manutencao-conheca-mais-dessa-trajetoria-revolucionaria/>. [Acedido em Fevereiro 2023].
- [7] “Engeteles,” 2018. [Online]. Available: <https://engeteles.com.br/manutencao-centrada-na-confiabilidade/>. [Acedido em Agosto 2021].
- [8] “Reliability Academy,” 2017-2023. [Online]. Available: <https://reliabilityacademy.com/types-of-maintenance/#h-what-are-the-types-of-maintenance>. [Acedido em Outubro 2023].
- [9] “INFRASPEAKBlog,” 2022. [Online]. Available: <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/manutencao-preventiva/>. [Acedido em Março 2022].
- [10] “FTMaintenance,” 2020. [Online]. Available: <https://ftmaintenance.com/maintenance-management/what-is-time-based-maintenance/>. [Acedido em Outubro 2021].
- [11] “INFRASPEAKBlog,” 2022. [Online]. Available: <https://blog.infraspeak.com/failure-finding-maintenance/>. [Acedido em Março 2022].
- [12] “UpKeep,” 2022. [Online]. Available: <https://www.upkeep.com/learning/failure-finding-task>. [Acedido em Março 2022].
- [13] “INFRASPEAKBlog,” 2022. [Online]. Available: <https://blog.infraspeak.com/risk-based-maintenance/>. [Acedido em Abril 2022].
- [14] “TRACTIAN,” [Online]. Available: <https://tractian.com/blog/curva-da-banheira-entenda-o-comportamento-tipico-de-uma-maquina>. [Acedido em Outubro 2021].

- [15] “INFRASPEAKBlog,” 2022. [Online]. Available: <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/curva-da-banheira/>. [Acedido em Março 2022].
- [16] “Revista Manutenção,” 2023. [Online]. Available: <https://revistamanutencao.com.br/literatura/tecnica/manutencao/entenda-o-que-e-curva-da-banheira.html>. [Acedido em Janeiro 2023].
- [17] “UpKeep,” 2021. [Online]. Available: <https://www.upkeep.com/learning/what-is-risk-based-maintenance>. [Acedido em Novembro 2021].
- [18] “Fiixsoftware,” 2021. [Online]. Available: <https://www.fiixsoftware.com/maintenance-strategies/condition-based-maintenance/>. [Acedido em Agosto 2021].
- [19] “FTMaintenance,” 2020. [Online]. Available: <https://ftmaintenance.com/maintenance-management/what-is-condition-based-maintenance/>. [Acedido em Outubro 2021].
- [20] “TEquipment,” 2021. [Online]. Available: <https://www.tequipment.net/Adash-America/A4900-Vibrio/Vibration-Meter/>. [Acedido em Novembro 2021].
- [21] “Ferramentarotativa,” 2021. [Online]. Available: https://www.ferramentarotativa.com/camara-termica-bosch-gtc-400-c-bosch?gclid=CjwKCAjwi9-HBhACEiwAPzUhHNLqDnQCnp1j1e9T3cEfKQIObjMJeBp8Ikz2VhytUpEHZSbLEE EflxoC39IQAvD_BwE. [Acedido em Outubro 2021].
- [22] “webpackaging,” 2015. [Online]. Available: <https://www.webpackaging.com/en/portals/allipak/assets/11016457/allipak-presents-the-rheen-1-oil-sampling-pump/>. [Acedido em Dezembro 2021].
- [23] “maintworld,” 2013. [Online]. Available: <https://www.maintworld.com/Applications/Maximizing-the-P-F-Interval-Through-Condition-Based-Maintenance>. [Acedido em Outubro 2021].
- [24] “reliabilityweb,” 2021. [Online]. Available: <https://reliabilityweb.com/en/articles/the-reliability-impact-within-the-p-f-curve?rebelltitem=17#rebelltitem17>. [Acedido em Abril 2022].
- [25] “INFRASPEAKBlog,” 2021. [Online]. Available: <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/o-que-e-manutencao-preditiva/>. [Acedido em Outubro 2021].
- [26] “FTMaintenance,” 2020. [Online]. Available: <https://ftmaintenance.com/maintenance-management/what-is-predictive-maintenance/>. [Acedido em Outubro 2021].
- [27] “UpKeep,” 2021. [Online]. Available: <https://www.upkeep.com/learning/corrective-maintenance>. [Acedido em Novembro 2021].
- [28] “FTMaintenance,” 2019. [Online]. Available: <https://ftmaintenance.com/maintenance-management/what-is-corrective-maintenance/>. [Acedido em Outubro 2021].

- [29] “UpKeep,” 2021. [Online]. Available: <https://www.upkeep.com/learning/deferred-maintenance>. [Acedido em Novembro 2021].
- [30] “UpKeep,” 2021. [Online]. Available: <https://www.upkeep.com/learning/deferred-maintenance>. [Acedido em Novembro 2021].
- [31] “MaintainX,” 2022. [Online]. Available: <https://www.getmaintainx.com/learning-center/deferred-maintenance/>. [Acedido em Março 2022].
- [32] “UpKeep,” 2021. [Online]. Available: <https://www.onupkeep.com/learning/maintenance-types/emergency-maintenance>. [Acedido em Novembro 2021].
- [33] “GeeksforGeeks,” 2020. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/advantages-and-disadvantages-of-emergency-maintenance-em/>. [Acedido em Outubro 2021].
- [34] “Fixsoftware,” rockwell automation, 2021. [Online]. Available: <https://www.fixsoftware.com/maintenance-strategies/total-productive-maintenance/>. [Acedido em Agosto 2021].
- [35] “RELIABLEPLANT,” Noria Corporation, 2021. [Online]. Available: <https://www.reliableplant.com/Read/26210/tpm-lean-implement>. [Acedido em Junho 2021].
- [36] “Atlantis-Engineering,” 2021. [Online]. Available: <https://atlantis-engineering.com/total-productive-maintenance/>. [Acedido em Agosto 2021].
- [37] “Wikipedia,” 2022. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/5S_\(methodology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/5S_(methodology)). [Acedido em Março 2022].
- [38] “5SToday,” 2021. [Online]. Available: <https://www.5stoday.com/what-is-5s/>. [Acedido em Agosto 2021].
- [39] “planview,” 2021. [Online]. Available: <https://www.planview.com/resources/guide/business-process-improvement/a3-process-problem-solving/>. [Acedido em Janeiro 2022].
- [40] “Flevy,” 2020. [Online]. Available: <https://flevy.com/browse/marketplace/a3-problem-solving-sheet-5137>. [Acedido em Janeiro 2023].
- [41] “hotmartBlog,” 2019. [Online]. Available: <https://blog.hotmart.com/en/gut-matrix/>. [Acedido em Novembro 2021].
- [42] “siteware,” 2022. [Online]. Available: <https://www.siteware.com.br/metodologias/matriz-gut/>. [Acedido em Março 2022].

- [43] “MindTools,” 2021. [Online]. Available: https://www.mindtools.com/pages/article/newPPM_89.htm. [Acedido em Outubro 2021].
- [44] “Kanbanize,” 2021. [Online]. Available: <https://kanbanize.com/pt/gestao-lean/melhoria/o-que-e-o-ciclo-pdca>. [Acedido em Novembro 2021].
- [45] “Wikipedia,” 2021. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lise_SWOT. [Acedido em Novembro 2021].
- [46] “Investopedia,” 2021. [Online]. Available: <https://www.investopedia.com/terms/s/swot.asp>. [Acedido em Outubro 2021].
- [47] “MindTools,” 2021. [Online]. Available: https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_05.htm. [Acedido em Outubro 2021].
- [48] “Sanity,” 2021. [Online]. Available: <https://sanityconsultoria.com/certificacoes-para-a-industria-alimenticia-principais-normas-certificaveis/>. [Acedido em Janeiro 2024].
- [49] “paripassu,” 2022. [Online]. Available: <https://www.paripassu.com.br/blog/boas-praticas-de-fabricacao>. [Acedido em Março 2024].
- [50] “SIG,” 2023. [Online]. Available: <https://www.sig.biz/signals/pt/artigos/boas-praticas-de-fabricacao-de-alimentos>. [Acedido em Outubro 2023].
- [51] “EJEQ,” 2024. [Online]. Available: <https://www.ejeq.com.br/implementar-bpf/>. [Acedido em Janeiro 2024].
- [52] “ASAE,” 2024. [Online]. Available: <https://www.asae.gov.pt/seguranca-alimentar/haccp.aspx>. [Acedido em Fevereiro 2024].
- [53] “Inecta,” 2024. [Online]. Available: <https://www.inecta.com/blog/what-is-haccp>. [Acedido em Janeiro 2024].
- [54] “SGS,” 2021. [Online]. Available: <https://www.sgs.com/pt-pt/noticias/2021/09/os-7-principios-do-sistema-haccp>. [Acedido em Outubro 2023].
- [55] “Ideagen,” 2024. [Online]. Available: <https://www.ideagen.com/thought-leadership/blog/what-is-brcgs-global-food-safety-standard-explained>. [Acedido em Janeiro 2024].
- [56] “Safety Culture,” 2024. [Online]. Available: <https://safetyculture.com/topics/british-retail-consortium/>. [Acedido em Janeiro 2024].
- [57] “APCERGroup,” 2024. [Online]. Available: <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/191/iso-22000>. [Acedido em Janeiro 2024].

- [58] “Blog-PT,” 2024. [Online]. Available: https://blog-pt.checklistfacil.com/iso-22000/#Qual_a_importancia_da_ISO_22000_na_gestao_da_seguranca_de_alimentos. [Acedido em Fevereiro 2024].
- [59] “SGS,” 2021. [Online]. Available: <https://www.sgs.com/pt-pt/noticias/2021/09/qual-e-a-diferenca-entre-a-iso-22000-e-a-fssc-22000>. [Acedido em Outubro 2023].
- [60] “IFS,” 2024. [Online]. Available: <https://www.ifs-certification.com/en/food-standard>. [Acedido em Janeiro 2024].
- [61] “INFRASPEAKBlog,” 2023. [Online]. Available: <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/o-que-e-a-taxa-de-cumprimento-de-manutencao-preventiva/>. [Acedido em Janeiro 2023].
- [62] “Wikipedia,” 2020. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Soldagem_a_arco_el%C3%A9trico_com_eletrodo_revestido#cite_note-1. [Acedido em Novembro 2021].
- [63] “Wikipedia,” 2020. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Arco_el%C3%A9trico. [Acedido em Novembro 2021].
- [64] “Wikipedia,” 2019. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Soldagem_TIG#Opera%C3%A7%C3%A3o. [Acedido em Novembro 2021].