



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E
BIOLÓGICA

Manutenção Preventiva e Otimização de um CMMS numa Indústria Alimentar

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia e Gestão de Ativos Físicos

Autor

João de Brito Garrido

Orientador

Ana Carla Vicente Vieira

Supervisor na empresa Dan Cake Portugal S.A.

Carlos Antunes

Coimbra, outubro 2023



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

RESUMO

Atualmente, a política de gestão da manutenção é um fator chave para o sucesso de uma organização que é potenciado pelo aumento da disponibilidade dos ativos físicos. Este incremento permite corresponder às necessidades exigidas pelo mercado, num mundo industrial altamente competitivo.

O presente relatório de estágio foi redigido com base nas atividades desenvolvidas na empresa Dan Cake Portugal, que opera na indústria da panificação. O estágio foi desenvolvido em contexto industrial, no departamento de manutenção da unidade fabril de Coimbra, sendo este responsável pelo bom funcionamento das linhas de produção, bem como de todos os equipamentos afetos à unidade fabril.

O objetivo principal do estágio centrou-se na elaboração de planos de manutenção preventiva e na melhoria contínua dos processos, como a emissão de ordens de trabalho e a gestão das peças de reserva, através de um software de apoio à gestão da manutenção, aumentando assim, a produtividade das tarefas inerentes à equipa. Deste modo, este relatório sintetiza todos os problemas encontrados e as respetivas soluções propostas.

Palavras-Chave: Manutenção Preventiva; Gestão de Ativos Físicos; Melhoria Contínua; CMMS.

ABSTRACT

Nowadays, the maintenance management policy is a key factor for the success of an organization that is boosted by the increase in the availability of physical assets. This increase makes it possible to answer to the needs demanded by the market, in a highly competitive industrial world.

This internship report was written based on the activities developed in the company Dan Cake Portugal, which operates in the bakery industry. The internship was developed in an industrial context, in the maintenance department of the factory in Coimbra. The latter is responsible for the proper functioning of the production lines, as well as all the equipment assigned to the manufacturing unit.

The main objective of the internship focused on the preparation of preventive maintenance plans and the continuous optimization of processes, such as issuing work orders and managing spare parts, using a computerized maintenance management system, thus, increasing the productivity of tasks inherent to the team. Thus, this report summarizes all the problems encountered and the respective proposed solutions.

Keywords: Preventive Maintenance; Physical Asset Management; Continuous Improvement; CMMS.

EPÍGRAFE

Progress cannot be generated when we are satisfied with existing situations.

Taichi Ohno

AGRADECIMENTOS

Quero expressar o meu agradecimento à Professora Doutora Ana Carla Vicente Vieira pela orientação e disponibilidade na realização deste relatório, bem como o apoio fundamental ao longo da realização do estágio, garantindo o sucesso na execução de todos os desafios propostos.

Agradeço também a todos os colegas da Dan Cake pelo acolhimento na fábrica, em especial à equipa de manutenção e ao seu responsável Carlos Antunes, que contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional, e me facultaram todas as informações que precisei para a execução deste relatório. Deixo ainda um especial agradecimento aos técnicos de manutenção pela prontidão com que me ajudaram a testar e a colocar em prática as minhas ideias ao longo de todo o estágio.

Agradeço a todos os meus amigos que sempre com o espírito de entreatajuda atingimos e iremos continuar a atingir os nossos objetivos.

À Mariana que me acompanha em todas as minhas aventuras e me dá sempre todo o apoio que preciso para as concretizar.

Por fim, agradeço à minha família que sempre me apoiou e proporcionou as melhores condições, para que pudesse alcançar as minhas ambições.

ÍNDICE

Resumo	i
Abstract.....	ii
Epígrafe.....	iii
Agradecimentos	iv
Índice.....	v
Índice de Figuras	viii
Índice de Tabelas	x
Lista de Siglas e Acrónimos.....	xi
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Motivação e Objetivo.....	1
1.3 Estrutura do Relatório	1
2 Estado da arte.....	3
2.1 Gestão de Ativos	3
2.1.1 Ciclo de Vida.....	3
2.1.2 Melhoria Contínua.....	6
2.2 Gestão da Manutenção	7
2.3 Tipos de Manutenção	8
2.3.1 Manutenção Corretiva	9
2.3.2 Manutenção Preventiva	9
2.3.3 Manutenção de Melhoria.....	10
2.4 Atividades de Manutenção	10
2.5 Planeamento da Manutenção.....	12
2.6 Circuitos de Informação na Manutenção	13
2.6.1 Ordem de Trabalho.....	15
2.7 Indicadores de Manutenção	17
2.7.1 Manutibilidade e Fiabilidade	18
2.7.2 Overall Equipment Effectiveness	19
2.8 Computerized Maintenance Management System	20
2.9 Qualidade e Segurança Alimentar.....	21

3	Dan Cake	24
3.1	História	24
3.2	Visão, Missão e Valores	25
3.3	Organização	25
3.4	Departamento de Manutenção	28
3.5	Linhas de Produção de <i>Butter Cookies</i>	29
4	Trabalho Desenvolvido.....	33
4.1	Análise do Estado Inicial do Departamento de Manutenção	34
4.1.1	ManWinWin.....	35
4.1.2	Análise do Histórico de Avarias	35
4.1.3	Análise de Custos de Manutenção	36
4.1.4	Análise de Dados de Produção.....	37
4.2	Atualização da informação do Parque de Equipamentos	40
4.3	Identificação de Equipamentos Críticos.....	42
4.4	Planos de Manutenção Preventiva	44
4.4.1	Elaboração das Fichas de Manutenção Planeada	45
4.4.2	Manutenção Anual de Preparação.....	49
4.5	Propostas de Melhoria Contínua de Processos	53
4.5.1	Modelo de Gestão de Ativos Proposto	53
4.5.2	Recursos Humanos	54
4.5.3	Alteração do Processo de Registos de Manutenção.....	57
4.5.4	Circuitos de Informação.....	59
4.5.5	Indicadores	61
5	Conclusões.....	64
	Referências Bibliográficas.....	65
	Anexos	68
	Anexo A – Folhas de Intervenção.....	69
	Anexo B – Valores Extremos Para os Parâmetros de Classificação	70
	Anexo C – Classificações Atribuídas a Equipamentos da Linha 1.....	71
	Anexo D - Classificações Atribuídas a Equipamentos da Linha 3.....	72
	Anexo E - Classificações Atribuídas a Equipamentos da Linha 6	73
	Anexo F – Ficha de Manutenção Planeada	74
	Anexo G – <i>Unified 2023 Acceptance Letter</i>	76

Manutenção Preventiva e Otimização de um CMMS numa Indústria Alimentar

Anexo H – Artigo Publicado em <i>Conference Proceedings by Springer</i>	77
Anexo I – Apresentação em Congresso Internacional	87
Anexo J – Resumo de Comunicação Submetido ao 17º CNM	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 – Oito etapas do ciclo de vida de um ativo (Farinha, 2018).....	4
Figura 2-2 - Modelo conceptual da EFNMS para a gestão de ativos (Vieira, 2013).....	7
Figura 2-3 - Tipos de Manutenção (NP EN 13306, 2021).....	8
Figura 2-4 – Modelo de sucesso para um sistema de informação, adaptado de (Kans, 2008).....	13
Figura 2-5 – Diagrama de fluxo da manutenção (NP EN 13460, 2009).....	14
Figura 2-6 - Circuito de controlo de uma intervenção através de uma OT (Farinha, 2018).....	15
Figura 3-1 – Alcance global da Dan Cake Portugal (Dan Cake, 2023).....	25
Figura 3-2 – Organograma geral: Dan Cake Coimbra.....	26
Figura 3-3 – Organograma dos departamentos inerentes à produção: Dan Cake Coimbra.....	26
Figura 3-4 – Vista aérea da Fábrica Dan Cake Coimbra.....	27
Figura 3-5 - Organograma do Departamento de Manutenção.....	28
Figura 3-6 – <i>Máquina Rotativa</i> (Linha 3).....	29
Figura 3-7 – Forno (Linha 3).....	30
Figura 3-8 – Máquina de Enformar (Linha 3).....	31
Figura 3-9 – Máquina de Enchimento de Latas (Linha 3).....	31
Figura 3-10 – Setores e equipamentos de uma linha de produção de <i>Butter Cookies</i>	32
Figura 4-1 – Lista de Ordens de Trabalho utilizadas para registo de artigos.....	37
Figura 4-2 – Exemplo de características técnicas de um Servomotor.....	41
Figura 4-3 – Exemplo de características técnicas de um Rolo.....	41
Figura 4-4 – Artigos aplicados na <i>Máquina da Vanilla</i>	42
Figura 4-5 – Exemplo de uma chumaceira com elevada corrosão devido às limpezas.....	45
Figura 4-6 – Entradas e saídas do circuito de informação na manutenção preventiva.....	46
Figura 4-7 – Resumo das FMP da Linha 3.....	47
Figura 4-8 – Pontos de lubrificação dos equipamentos da L3.....	48

Figura 4-9 – Calendário anual de manutenção preventiva definido para as L1, L3 e L6	49
Figura 4-10 – Tempo efetivo de produção no ano de 2022 (L1, L3 e L6).....	50
Figura 4-11 – Rolamento de um guia do tambor da tela do forno da L6	51
Figura 4-12 – Rolamento de chumaceira do tambor da tela do forno	52
Figura 4-13 – Manutenção à tração da tela do forno da L3.....	52
Figura 4-14 – Modelo de melhoria contínua para a manutenção baseado no ciclo PDCA, adaptado de (Conceição, Vieira, & Santos, 2018)	54
Figura 4-15 – Impacto das intervenções no sistema de informação, adaptado de (Kans, 2008).....	60
Figura 4-16 – Circuito de uma OT numa intervenção preventiva	61
Figura 4-17 – Melhoria no OEE da L3 em 2023 depois da manutenção anual	62
Figura 4-18 - Melhoria no Sobre peso da L3 em 2023 depois da manutenção anual	62
Figura 4-19 - Melhoria no Desperdício da L3 em 2023 depois da manutenção anual	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2-1 – Elementos de informação da ordem de trabalho, adaptado de (NP EN 13460, 2009).....	16
Tabela 3-1 – Linhas de produção da unidade fabril de Coimbra	27
Tabela 4-1 – Equipamentos com maior número de avarias.....	36
Tabela 4-2 – Resultados dos indicadores de produção 2022	38
Tabela 4-3 – Paragens de produção devido a avarias em 2022.....	39
Tabela 4-4 – Grupos e parâmetros de classificação com respetivo peso	43
Tabela 4-5 – Equipamentos críticos L1, L3 e L6	43
Tabela 4-6 – Causas de Avarias	44
Tabela 4-7 – Divisão de técnicos por turnos	54
Tabela 4-8 – Tempos de trabalho produtivo e não produtivo anuais	56
Tabela 4-9 – Número de horas planeadas por especialidade em 2022 (ManWinWin)	56

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

BRC	<i>British Retail Consortium</i>
CMMS	<i>Computerized Maintenance Management System</i>
EAM	<i>Enterprise Asset Management</i>
EFNMS	<i>European Federation of National Maintenance Societies</i>
EN	<i>European Norm</i>
FMP	Ficha de Manutenção Planeada
HH	Horas Homem
HST	Higiene e Segurança no Trabalho
IFS	<i>International Featured Standard</i>
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
L1	Linha 1
L3	Linha 3
L6	Linha 6
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
MEGAF	Mestrado em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
NFC	<i>Near Field Communication</i>
NP	Norma Portuguesa
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OT	Ordem de Trabalho
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
QR	<i>Quick Response</i>
RH	Recursos Humanos
SAMP	<i>Strategic Asset Management Plan</i>
SST	Segurança e Saúde no Trabalho
TBF	<i>Time Between Failures</i>
TM	Tempo de Manutenção

TTR *Time to Repair*

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O estágio curricular está inserido no plano curricular do 2º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos (MEGAF) do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). Este relatório resume as atividades desenvolvidas no estágio referido, que teve início no dia 7 de novembro de 2022 e término no dia 30 de junho de 2023, com 40 horas semanais num total de 1832 horas.

A orientação pedagógica esteve a cargo da Professora Ana Carla Vicente Vieira, Docente da área científica de Engenharia e Gestão Industrial. A orientação e supervisão na empresa esteve a cargo de Carlos Antunes, Responsável de Manutenção da fábrica da Dan Cake Coimbra.

1.2 Motivação e Objetivo

O trabalho descrito neste relatório resulta de um estágio curricular, realizado na unidade industrial de Coimbra da empresa Dan Cake Portugal S.A., com o objetivo de minimizar o número de ações corretivas numa linha de produção, reduzindo as paragens não previstas da produção, através da elaboração de um plano de manutenção preventiva, bem como da implementação de novos procedimentos no departamento de manutenção.

Perante os resultados do ano anterior e face às novas exigências do grupo em que a empresa está inserida, foi solicitada uma intervenção de melhoria, que se conseguiu através da realização deste estágio no departamento de manutenção. Durante cerca de oito meses, o trabalho desenvolvido esteve focalizado na manutenção preventiva e melhoria contínua de processos, recorrendo nomeadamente o software de gestão da manutenção *ManWinWin*. A linha de produção número 3 (L3), foi selecionada pelo diretor de fábrica como a linha inicial para análise e intervenção, sendo que, quando terminada a implementação e validados os procedimentos, poderia adaptar-se a mesma metodologia e procedimentos para as linhas 6 (L6) e 1 (L1), bastante idênticas, todas elas dedicadas à produção de *Butter Cookies*.

1.3 Estrutura do Relatório

O presente relatório encontra-se dividido em cinco capítulos:

- No primeiro capítulo encontra-se a introdução ao tema, através do enquadramento, motivação e objetivos;

- No segundo capítulo é apresentado o estado da arte, onde são abordados temas relacionados com a gestão de ativos físicos, gestão e planeamento da manutenção, indicadores e sistemas de apoio à gestão da manutenção. É ainda abordado o tema da qualidade e segurança alimentar, devido à sua relevância numa empresa deste setor.
- No terceiro capítulo é apresentada a empresa, através de um resumo da sua história e organização, da apresentação do departamento de manutenção e da descrição das linhas destinadas à produção de *Butter Cookies*.
- No quarto capítulo é apresentado todo o trabalho desenvolvido ao longo do estágio, desde a recolha e análise de informação até à implementação de alterações propostas para alcançar os objetivos definidos. Começa-se com uma abordagem ao estado em que se encontrava o departamento (estado inicial), passando pelas metodologias e abordagens utilizadas para definir os planos de manutenção preventiva, bem como a apresentação de algumas propostas de melhoria contínua de processos sugeridas, com foco nas que foram implementadas e testadas.
- No quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Gestão de Ativos

A gestão dos ativos de uma organização é fundamental para a maximização do valor dos serviços prestados à comunidade/clientes. Em 2014, surgiu a família de Normas ISO¹ 5500X - gestão de ativos, colocando à disposição das organizações uma ferramenta sistematizada que as suporta durante o processo de reestruturação dos seus modelos de gestão e manutenção de ativos, focando na excelência e competitividade.

Segundo a família de normas em questão, “a gestão de ativos traduz os objetivos da organização em decisões, em planos e em atividades relacionadas com os ativos, usando uma abordagem apoiada no risco”. Os benefícios da adoção de um sistema de gestão de ativos, apoiado na Norma, remetem para melhorias de desempenho ao nível: financeiro; de serviços e resultados; de eficiência e eficácia; da reputação; e ainda da sustentabilidade da organização (NP² ISO 55000, 2016).

O ativo, ainda de acordo com a Norma (NP ISO 55000, 2016), é classificado como “um bem, uma coisa ou uma entidade, que tem um valor potencial ou real para uma organização. O valor variará conforme as diferentes organizações e partes interessadas, e pode ser tangível ou intangível, financeiro ou não financeiro”.

2.1.1 Ciclo de Vida

De acordo com Farinha (2018), segundo as Normas, o ciclo de vida de um ativo divide-se em oito etapas, assinaladas na Figura 2-1 (Farinha, 2018):

¹ *International Organization for Standardization (ISO)*

² Norma Portuguesa (NP)

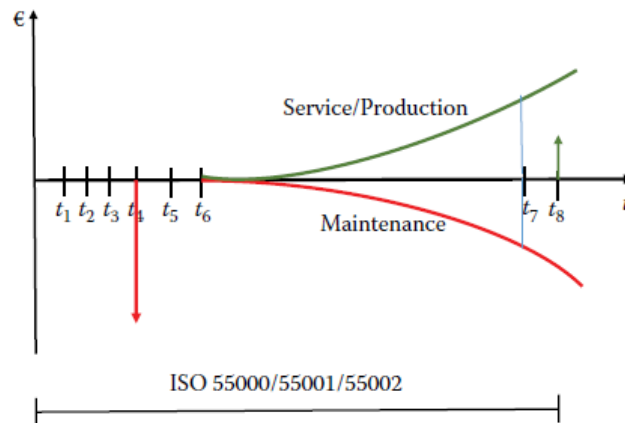


Figura 2-1 – Oito etapas do ciclo de vida de um ativo (Farinha, 2018)

- t1 - decisão sobre a aquisição: com base nos objetivos de funcionalidade do ativo e o planeamento para os atingir. Nesta fase deve ser elaborado um plano estratégico de gestão do ativo, conhecido como *Strategic Asset Management Plan* (SAMP).
- t2 - caderno de encargos: é um elemento crucial para o ciclo de vida do ativo e deve conter aspetos como: informação detalhada das especificações de funcionamento; indicadores de fiabilidade; planos de manutenção; garantia de fornecimento de peças de reserva; documentos necessários (manuais, lista de componentes, plano de lubrificação, certificados, ...); condições de comissionamento definidas; contratos de manutenção; e outros aspetos que possam ser relevantes para o ciclo de vida do ativo.
- t3 - estudo de mercado: consulta de fornecedores baseada no caderno de encargos anteriormente definido.
- t4 - aquisição: análise das propostas dos fornecedores, considerando modelos econométricos de análise de investimentos.
- t5 - comissionamento: verificação de conformidade com as Normas e regulamentos especificados no caderno de encargos. Testes de funcionamento para verificar que cumpre as Normas legais, ambientais, elétricas, de segurança e/ou outras.
- t6 - início de produção/manutenção: gestão e planeamento da produção, através de ferramentas de otimização de métodos e tempos. Gestão da manutenção do ativo.
- t7 - questões económicas/vida útil: análise de custo do ciclo de vida utilizando modelos econométricos de substituição.
- t8 - renovação/abate: análise e decisão, pelos mesmos modelos econométricos, de continuidade do ativo através de renovação, ou de alienação.

Todos os estágios presentes nesta abordagem, demonstram que tal como é referido na Norma (NP ISO 55000, 2016), “A gestão de ativos permite a uma organização examinar a necessidade e o desempenho dos ativos e sistemas de ativos a diferentes níveis. Adicionalmente permite a aplicação de abordagens analíticas de gestão de um ativo ao longo das diferentes fases do seu ciclo de vida (que pode começar com a perceção da necessidade do ativo e ir até à sua desativação e inclui a gestão de eventuais obrigações após desativação)”.

Durante estes momentos do ciclo de vida de um ativo, existem custos que devem ser considerados. Segundo a Norma, o *Life Cycle Cost* (LCC), é “o custo acumulado de um produto ao longo do seu ciclo de vida”. Este cálculo é um processo de análise económica que contabiliza e avalia os custos de aquisição, posse e alienação (IEC 60300-3-3, 2004) (NP EN 13306, 2021).

Segundo (Assis, 2014), o LCC é composto pela soma dos custos de propriedade com os custos de operação.

Os custos de propriedade, por sua vez, resultam do conjunto dos custos originados no início, no decurso e no fim do ciclo, respetivamente (Assis, 2014):

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

Os custos de operação compreendem os custos variáveis durante a utilização do ativo, tais como: energia; consumíveis; e mão de obra (Assis, 2014).

O cálculo do custo do ciclo de vida é essencial para a tomada de decisão, permitindo (Assis, 2014) (Farinha, 2018):

- comparar potenciais alternativas de investimento, não olhando só aos custos de aquisição;
- calcular a necessidade de recursos futuros;
- ter em conta o fim do ciclo de vida de um ativo, avaliando a melhor oportunidade de alienação ou renovação.

Segundo (Farinha, 2018), o principal objetivo do LCC na gestão de equipamentos é apoiar o momento da decisão, com base na análise de alternativas através da estimativa dos seus custos totais, durante o seu ciclo de vida, ajudando à seleção da melhor solução ou opção de investimento.

A gestão de ativos físicos de uma organização permite retirar o máximo valor destes seus ativos, equilibrando os custos financeiros, ambientais e sociais, bem como o risco, a qualidade do serviço e o desempenho associado. Assim, existe uma relação natural entre a gestão de ativos físicos e o custo do ciclo de vida, na medida em que este permite uma gestão eficiente dos ativos, retirando o máximo valor dos mesmos, considerando todos os custos.

2.1.2 Melhoria Contínua

A Norma ISO 55000 destaca a importância da melhoria ao incluí-la num dos principais elementos de um sistema de gestão de ativos. Segundo esta Norma, “A melhoria contínua é um conceito aplicável aos ativos, às atividades de gestão de ativos e ao sistema de gestão de ativos, incluindo as atividades ou processos que são subcontratados” (NP ISO 55000, 2016).

De acordo com (Parra, et al., 2021), os requisitos existentes nas Norma ISO 55001 mantêm uma ordem lógica de acordo com o ciclo PDCA³, de melhoria contínua. Segundo o requisito 10 referente à melhoria, esta divide-se em três situações distintas (NP ISO 55001, 2016):

- Não conformidade e ação corretiva: a organização deve reagir à não conformidade ou incidente e tomar medidas para a corrigir e/ou lidar com as consequências, implementando quaisquer ações que sejam necessárias, avaliando a necessidade de ações para eliminar as causas de modo que não se repita, e, se necessário, efetuar alterações no sistema de gestão de ativos;
- Ação preventiva: “a organização deve estabelecer processos para a identificação proativa de falhas potenciais de desempenho dos ativos e avaliar a necessidade de ações preventivas” (NP ISO 55001, 2016);
- Melhoria contínua: “A organização deve melhorar de forma contínua a pertinência, a adequação e a eficácia da sua gestão de ativos e do sistema de gestão de ativos” (NP ISO 55001, 2016).

Segundo a Norma (NP ISO 55002, 2016), “a melhoria contínua deverá ser vista como uma atividade iterativa permanente, com o objetivo último de atingir os objetivos organizacionais”.

De acordo com a Federação Europeia de Associações Nacionais de Manutenção (EFNMS – *European Federation of National Maintenance Societies*), a gestão de ativos engloba as várias etapas do ciclo de vida dos ativos, desde a aquisição ao abate, seguindo uma filosofia de melhoria contínua, apoiada no ciclo PDCA, tal como demonstra o modelo conceptual da Figura 2-2 (Vieira, 2013). A mesma abordagem de melhoria contínua foi posteriormente proposta pelo *Global Forum on Maintenance Asset Management* (GFMAM) no seu modelo para estrutura de manutenção.

³ *Plan-Do-Check-Act* (PDCA)

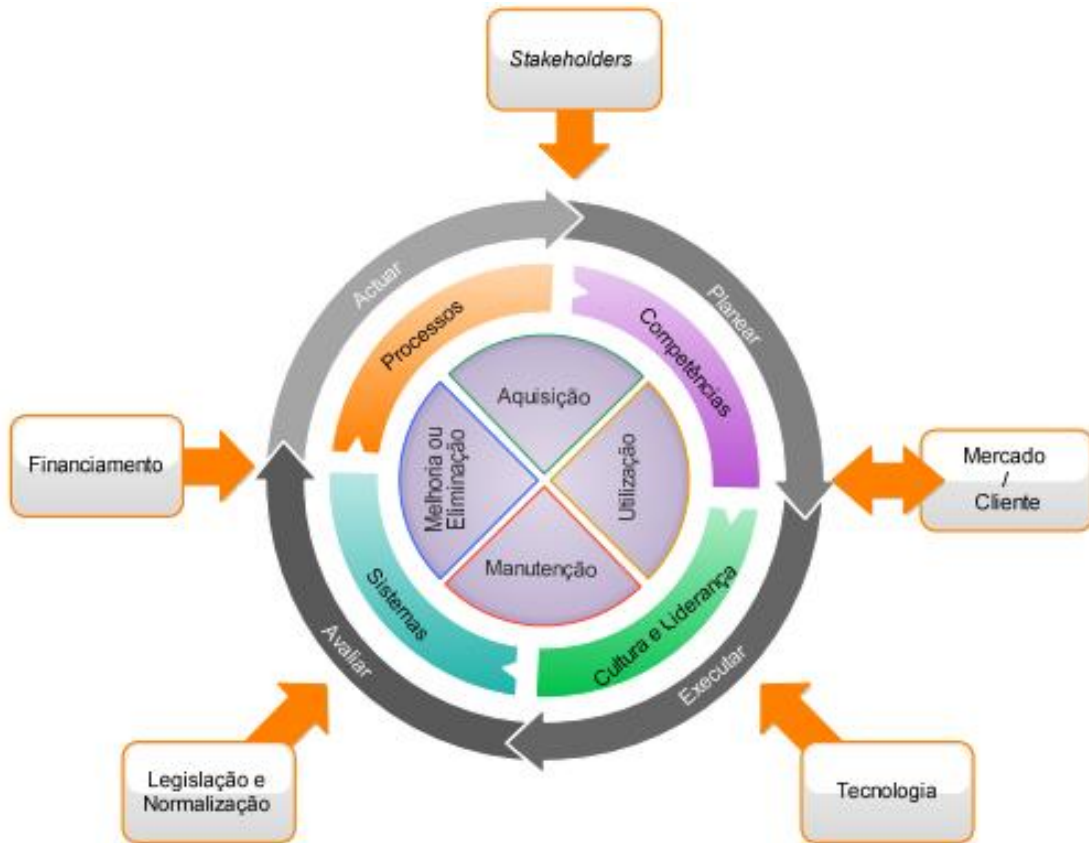


Figura 2-2 - Modelo conceptual da EFNMS para a gestão de ativos (Vieira, 2013)

2.2 Gestão da Manutenção

De acordo com a Norma (NP EN 13306, 2021), manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas, e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”. Esta atividade tem uma grande importância nas organizações, principalmente nas que possuem um grande portefólio de ativos, o que traz a necessidade de garantir uma boa gestão da mesma.

A gestão da manutenção, segundo a Norma, “são todas as atividades de gestão que determinam os requisitos de manutenção, objetivos, estratégias e responsabilidades e a implementação destas por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e a melhoria das atividades de manutenção e aspetos económicos”. Esta gestão leva a que sejam necessárias estratégias de manutenção para atingir os objetivos identificados (NP EN 13306, 2021).

Na perspetiva da gestão de um sistema produtivo, a manutenção é tão importante como a produção para garantir a qualidade. A manutenção assume um papel importante na disponibilidade e segurança do sistema, bem como na qualidade da produção. A produção preocupa-se com a sinergia entre a capacidade dos equipamentos e a entrega dos produtos (Li, Wang, & Lin, 2021).

Segundo a Norma NP 4483, “a direção de manutenção deve definir uma estratégia de manutenção e estabelecer, documentar, implementar e manter um sistema de gestão da manutenção e melhorar continuamente a sua eficácia”. Para isso, a organização deve, nomeadamente (NP 4483, 2009):

- Estabelecer os processos necessários para o sistema de gestão da manutenção e sua aplicação ao longo da organização;
- Estabelecer os critérios e métodos necessários para assegurar que tanto a execução como o controlo destes processos, seja eficaz;
- Assegurar a disponibilidade dos recursos e informação necessários à realização das atividades de manutenção, bem como à sua supervisão;
- Supervisionar, medir e analisar os processos;
- Implementar melhorias para obter os resultados planeados e permitir a melhoria contínua dos mesmos.

2.3 Tipos de Manutenção

Existem duas abordagens de manutenção, antes da deteção da falha, e depois da deteção da falha, designando-se respetivamente, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

De acordo com a Norma (NP EN 13306, 2021), os tipos de manutenção são classificados tal como demonstrado na Figura 2-3.

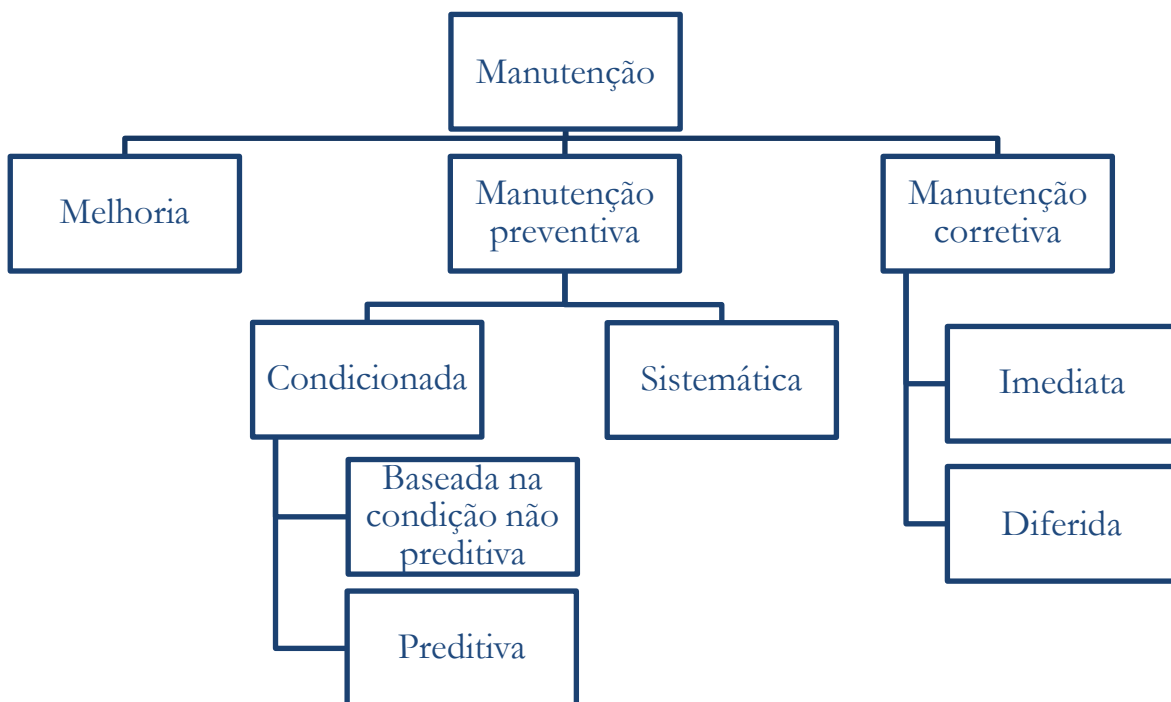


Figura 2-3 - Tipos de Manutenção (NP EN 13306, 2021)

2.3.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva, efetuada depois da deteção de uma avaria, destina-se a repor um bem num estado que lhe permita realizar a função requerida. Esta pode ser diferida ou imediata, no primeiro caso quando a sua execução é retardada de acordo com as regras de manutenção determinadas, e no segundo caso, quando é executada imediatamente após a falha, de forma a evitar consequências inaceitáveis (NP EN 13306, 2021).

2.3.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva, segundo a Norma NP EN 13306, é “efetuada com a finalidade de avaliar e/ou mitigar a degradação e reduzir a probabilidade de falha de um bem”. Esta pode ser (NP EN 13306, 2021):

- Sistemática, quando é “efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos, ou segundo um número definido de unidades de utilização mas sem controlo prévio da condição do bem”;
- Condicionada pelo estado do bem.

A avaliação da condição pode ser realizada com base em várias fontes como a observação dos operadores, inspeções, testes e/ou monitorização da condição de parâmetros do sistema, a pedido ou em contínuo, “inclui a avaliação das condições físicas, análise e possíveis ações de manutenção decorrentes” (NP EN 13306, 2021). De acordo com a mesma Norma, a manutenção preditiva é “baseada na condição efetuada de acordo com as previsões extrapoladas de análises repetidas ou características conhecidas e avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem”.

A manutenção preditiva, monitoriza as variáveis com relevância na “saúde” de um ativo. Algumas das tecnologias mais relevantes associadas a esta monitorização de condição são (Farinha, 2018) (Amaral, 2016) (Mobley, 2014):

- Medição e análise de vibrações;
- Termografia Infravermelha;
- Análise de óleos;
- Análise de ultrassons;
- Medição e análise de tensão e corrente de máquinas elétricas;
- Análise de efluentes térmicos;
- Monitorização da condição estrutural.

2.3.3 Manutenção de Melhoria

Segundo a Norma (NP EN 13306, 2021), a manutenção de melhoria é “a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, com o objetivo de melhorar a fiabilidade intrínseca e/ou manutibilidade e/ou segurança de um bem, sem alterar a sua função original”. Pode ainda ser executada com o intuito de prevenir uma utilização incorreta em contexto de operação e a fim de evitar falhas.

2.4 Atividades de Manutenção

A Norma NP EN 13306, define as atividades inerentes à manutenção, de forma a ajudar a descrever os trabalhos com precisão e consistência, tanto em ordens de trabalho como nos pedidos de manutenção (NP EN 13306, 2021) (Cabral, 2016):

- Inspeção: “Exame de conformidade através da medição, observação ou teste das características relevantes de um bem” (NP EN 13306, 2021). Alguns exemplos desta atividade são: a leitura e registo de parâmetros de funcionamento de um equipamento; verificação de níveis de óleo; inspeção visual; verificação do estado de limpeza; verificação de funcionamento no final de uma intervenção; etc.;
- Controlo de Condição: “Atividade, realizada manual ou automaticamente, destinada a medir em intervalos predeterminados as características e os parâmetros do estado físico real de um bem” (NP EN 13306, 2021). Esta atividade distingue-se da inspeção, na medida em que, para além da leitura e registo de parâmetros, “pressupõe a sua confrontação com leituras anteriores ou com parâmetros de referência para avaliar diferenças” (Cabral, 2016). Por este motivo, é uma atividade típica de manutenção preditiva;
- Ensaio de conformidade: “Ensaio destinado para mostrar se uma característica ou propriedade de um bem está em conformidade com os requisitos estabelecidos” (NP EN 13306, 2021). Normalmente efetua-se na fase de comissionamento do ciclo de vida, conforme foi referido em 2.1.1;
- Ensaio de funcionamento: “Ações executadas após a realização das ações de manutenção para verificar se o bem é capaz de cumprir a função requerida” (NP EN 13306, 2021). Geralmente efetua-se no fim de uma paragem do equipamento para manutenção;
- Manutenção de rotina: “Atividades de manutenção preventiva simples, regulares ou repetidas” (NP EN 13306, 2021). Operações normalmente sistemáticas de baixa periodicidade, como uma inspeção ou limpeza geral, verificação de apertos ou de níveis de fluídos;

- Revisão: “Conjunto completo de ações de manutenção preventiva realizadas para manter o nível de desempenho necessário de um bem” (NP EN 13306, 2021). Esta atividade pode requerer uma desmontagem total ou parcial do equipamento;
- Diagnóstico de avarias: “Ações realizadas para detetar a avaria, a sua localização e identificação das causas” (NP EN 13306, 2021);
- Localização da avaria: “Ações realizadas para identificar a que nível de arborescência⁴ do bem em avaria se situa a causa da avaria” (NP EN 13306, 2021);
- Restabelecimento: “Evento correspondente ao restabelecimento do estado de disponibilidade após uma falha”. (NP EN 13306, 2021) Associado ao tempo que um equipamento demora até ficar em plenas condições de desempenho, após uma reparação;
- Reparação: “Ação física executada para restabelecer a função requerida de um bem em avaria” (NP EN 13306, 2021). Termo a ser utilizado no contexto de uma intervenção de manutenção corretiva;
- Reparação temporária: “Ação física realizada num bem avariado para lhe permitir cumprir a sua função requerida durante um intervalo de tempo limitado, até que a reparação seja executada” (NP EN 13306, 2021);
- Reconstrução: “Ação que se segue à desmontagem de um bem e à reparação ou substituição dos componentes, que estão perto do seu limite de vida útil e/ou que devem ser substituídos regularmente para proporcionar ao bem uma extensão da vida útil” (NP EN 13306, 2021). Esta atividade pode incluir modificações e/ou melhorias e/ou modernizações, distinguindo-se assim da revisão;
- Manutenção excecional: “manutenção preventiva pouco frequente e com um impacto significativo em termos de custo total do ciclo de vida” (NP EN 13306, 2021). Pode incluir ações programadas ou inesperadas, resultantes de erros de projeto, fabrico, operação, manutenção ou situações acidentais;
- Preparação das tarefas de manutenção: “Fornecimento de todas as informações necessárias e identificação dos recursos requeridos para permitir a execução das tarefas de manutenção” (NP EN 13306, 2021). Esta atividade pode incluir a descrição de como executar o trabalho, referência a instruções e/ou documentações, peças sobresselentes, ferramentas, etc.;

⁴ Nível de arborescência entende-se como o nível de subdivisão de um bem dentro de uma hierarquia. Da perspetiva da manutenção, o nível de arborescência depende por exemplo da complexidade da construção do bem ou da acessibilidade a subsistemas (NP EN 13306, 2021).

- Planeamento da manutenção: “Plano elaborado com antecedência detalhando quando uma tarefa de manutenção específica deve ser executada” (NP EN 13306, 2021).

2.5 Planeamento da Manutenção

De acordo com a Norma (NP EN 13306, 2021), um plano de manutenção é “um conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção”.

Na literatura refere-se ainda a Ficha de Manutenção Planeada (FMP). Este documento contém as descrições das diversas atividades de um plano de manutenção, incluindo uma ou mais preparações de trabalhos de manutenção. Qualquer planeamento de manutenção envolve previsões, designadas na FMP, nomeadamente (Cabral, 2016):

- Previsão do tempo de manutenção;
- Previsão das especialidades dos técnicos necessários para realizar o trabalho de manutenção;
- Previsão do esforço horas Homem (HH), distribuído pelas especialidades intervenientes;
- Previsão das peças e consumíveis;
- Previsão das ferramentas/instrumentos necessários;
- Previsão de outros recursos;
- Previsão dos custos associados ao trabalho mediante todas as previsões referidas acima.

O planeamento da manutenção preventiva deve ser realizado tendo por base as recomendações do fabricante dos equipamentos, presentes na documentação e especificações técnicas, disponibilizadas na aquisição, mediante solicitação no caderno de encargos. O tempo de execução dos trabalhos de manutenção deve ser adequado à mão de obra e condições existentes, e deve ser agilizado para ser executado em tempos de paragem dos equipamentos, para que não afete a produção (Pereira & Sena, 2016). Por outro lado, quando não existem essas informações acerca dos equipamentos, devem utilizar-se tarefas genéricas baseadas no conhecimento de manutenção, e adaptar/enriquecer futuramente as FMP, através da descrição detalhada das tarefas e tempos de manutenção, a fim de serem incorporados nas próximas atividades de manutenção, melhorando assim continuamente o plano de manutenção (Cabral, 2016).

As tarefas associadas a uma FMP, podem ser descritas com níveis de profundidade diferentes consoante o público a que se dirigem. Devem ser considerados os técnicos que vão realizar o trabalho, e adaptar as descrições ao nível de conhecimento dos

ativos técnicos por parte dos mesmos. Por exemplo, uma equipa de manutenção de uma unidade industrial, conhece os equipamentos e de um modo geral consegue realizar os trabalhos apenas com indicações genéricas. Por outro lado, um técnico de manutenção externa que realize um trabalho num equipamento que não conhece, necessita de instruções passo a passo, para que possa desempenhar o mesmo trabalho.

O planeamento da manutenção, num contexto industrial, tem como principais objetivos (Cabral, 2016):

- Evitar avarias, diminuindo o tempo de paragem dos equipamentos de produção e conseqüentemente os custos associados;
- Garantir a eficiência dos equipamentos, obtendo rendimentos próximos dos nominais;
- Reduzir a quantidade de produtos defeituosos.

2.6 Circuitos de Informação na Manutenção

A gestão da manutenção, está dependente do acesso a informação detalhada, fidedigna e atualizada, assente em documentos importantes que suportam as tarefas de manutenção. Estes documentos podem surgir em diferentes formas como uma folha de papel, um ecrã de um sistema informático, um painel de afixação eletrónica, um quadro, etc., sendo de extrema importância garantir que “o conjunto dos elementos de informação esteja disponível no lugar certo, para a pessoa adequada, na altura desejada, independentemente dos meios utilizados pela empresa” (NP EN 13460, 2009).

De acordo com (Kans, 2008), um modelo de sucesso para um sistema de informação possui seis dimensões (Figura 2-4): qualidade do sistema; qualidade da informação; utilização do sistema; satisfação do utilizador; impactos individuais; e impactos na organização. Todas estas dimensões contribuem para o sucesso ou falha da implementação de sistemas de informação.



Figura 2-4 – Modelo de sucesso para um sistema de informação, adaptado de (Kans, 2008)

Na Figura 2-5, destaca-se a importância do circuito de informação nas atividades de manutenção, através do diagrama de fluxo de uma forma estruturada, garantindo que o conjunto dos elementos de informação esteja disponível no lugar certo, para a pessoa adequada, na altura desejada, tal como referido acima.

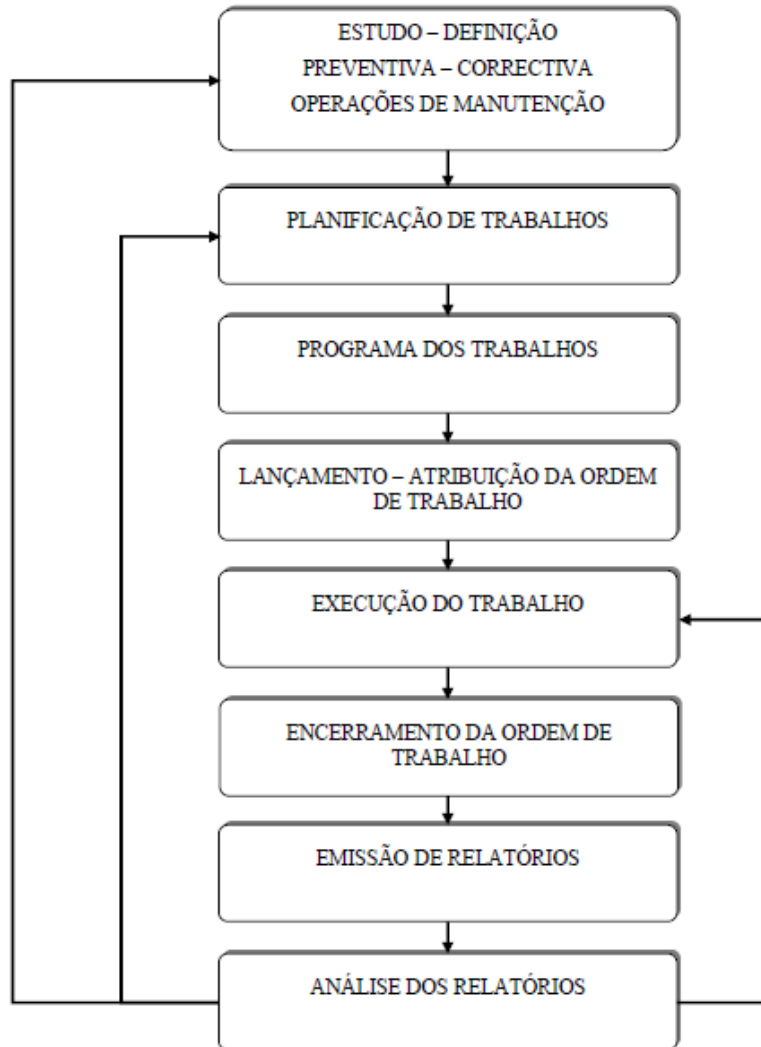


Figura 2-5 – Diagrama de fluxo da manutenção (NP EN 13460, 2009)

O fluxo de informação na manutenção segue diversas fases, iniciando-se no estudo e definição das atividades de manutenção e terminando na análise de relatórios. Esta análise permite entrar num ciclo de retroação, de forma a melhorar continuamente o conjunto dos elementos de informação, atuando diretamente na fase de estudo e definição, planificação de trabalhos e ainda execução de trabalhos, conforme demonstra a Figura 2-5.

O registo documentado de trabalhos de manutenção, tanto planeados como não planeados, é fulcral na gestão de uma organização, sendo a ordem de trabalho (OT) o suporte utilizado para agregar todos os trabalhos realizados. A gestão de trabalhos permite libertar informação necessária para aperfeiçoar a forma de gestão dos

equipamentos, melhorando os seus resultados de disponibilidade, segurança, economia e eficácia (Cabral, 2016).

Assim, a OT destaca-se dos demais documentos pela sua importância, sendo o documento descrito pela Norma (NP EN 13460, 2009) como “o documento principal destinado a emitir, seguir e gerir cada operação de manutenção”.

2.6.1 Ordem de Trabalho

Segundo a Norma (NP EN 13460, 2009), uma ordem de trabalho “é o documento que contém toda a informação relacionada com uma operação de manutenção e a referência a outros documentos necessários para realizar o trabalho de manutenção”.

A OT, é o documento que dinamiza a realização de um trabalho de manutenção, suportando o respetivo relatório e agregando os custos inerentes ao mesmo (Cabral, 2016).

O registo nas ordens de trabalho da informação recolhida durante a execução dos trabalhos de manutenção é essencial para garantir o histórico de falhas dos equipamentos, permitindo avaliar as necessidades de manutenção corretiva e preventiva bem como a otimização das suas periodicidades (Gulati & Smith, 2009).

Segundo (Farinha, 2018), as ordens de trabalho são elementos essenciais no suporte ao controlo da manutenção, sendo um dos momentos mais importantes o encerramento da OT. A Figura 2-6 demonstra o circuito de controlo de uma intervenção com recurso a uma OT.

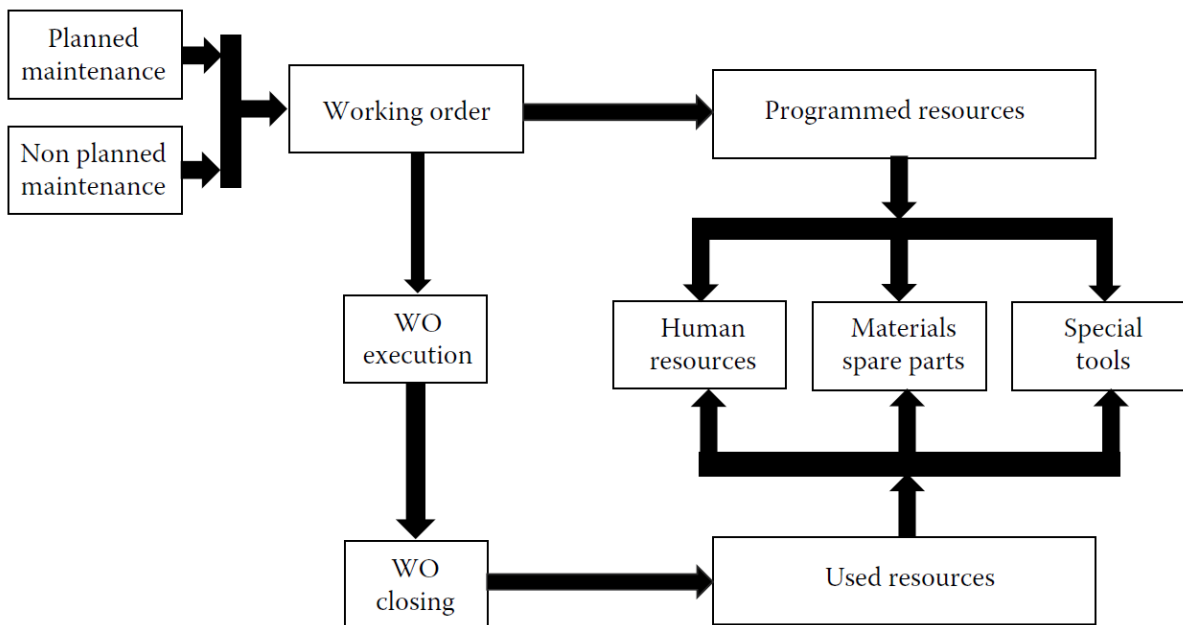


Figura 2-6 - Circuito de controlo de uma intervenção através de uma OT (Farinha, 2018)

Este documento, idealmente, deve conter previsões do tempo de manutenção (TM), a mobilização de mão de obra em horas-Homem, o planeamento e previsão dos recursos a utilizar, tais como os materiais, as ferramentas ou os serviços de terceiros,

sendo que a todos estes parâmetros deve estar associado o respetivo custo. Num sistema de gestão, a OT é que dinamiza a realização do trabalho, criando suporte para o registo de todos os recursos e custos inerentes ao mesmo (Cabral, 2016).

A Norma (NP EN 13460, 2009), especifica um conjunto de elementos de informação (Tabela 2-1) que a OT deve conter, devidamente preenchidos.

Tabela 2-1 – Elementos de informação da ordem de trabalho, adaptado de (NP EN 13460, 2009)

Informação da OT	Descrição da Informação
Número	Código atribuído à OT.
Solicitante	Nome da pessoa autorizada pelo pedido de manutenção.
Data de registo	Data de emissão da OT.
Data de fecho	Data de ativação da OT.
Código do bem	Data de fecho da OT.
Localização do bem	Código correspondente à localização geográfica do bem na fábrica.
Horas de funcionamento do bem	Parâmetro pelo qual é registada a utilização do bem.
Tipo de manutenção	Código referente à natureza da atividade.
Prioridade	Código informando que a ação correspondente é prioritária sobre as OT.
Regulamentação ambiental e de segurança	Ligação aos eventuais requisitos ambientais e de segurança para a execução do trabalho.
Justificação de retenção	Motivo pelo qual a OT aberta, não está a ser executada.
Frequência	Tempo entre as atividades de manutenção nas operações cíclicas.
Data da última operação	Última data de execução de uma determinada operação de manutenção cíclica.
Cálculo de recursos	Quantidade dos diferentes recursos necessários para completar uma OT numa operação cíclica.
Lista de verificação	Relação de pontos a inspecionar no âmbito de uma operação cíclica.
Reclamação	Motivo pelo qual uma OT é emitida.
Peça avariada	Componente avariado do bem.
Causa da avaria	Motivo que determina a avaria de uma peça.
Código do procedimento técnico	Ligação à documentação técnica que contém informação relativa ao modo de atuação correta.
Descrição da atuação	Explicação das operações levadas a cabo.
Quantidade de mão-de-obra	Horas de trabalho despendidas com uma OT.
Tipo de mão-de-obra	Categoria do pessoal ou competências dos que executaram a OT.

Pessoal	Lista de todos os colaboradores da manutenção, que participaram na execução da OT.
Referência de sobresselentes	Lista dos códigos de todos os sobresselentes utilizados no âmbito da OT.
Mão-de-obra externa	Lista de todos os trabalhadores externos que participaram na execução da OT.
Peças sobressalentes externas	No caso de um contrato com um fornecedor de serviços externo para a OT, será a lista de códigos de todos os sobressalentes utilizados.
Outros serviços externos	Descrição dos serviços para o caso de existir um contrato com um fornecedor de serviços externo para a OT.
Aceitação	Ficha de receção dos trabalhos de manutenção.

Uma ordem de trabalho, divide-se em quatro fases:

- *Programada*: OT planeada para uma determinada data, que incorpora uma ficha de manutenção planeada;
- *Emitida* ou *em curso*: trabalho que já foi emitido, ficando a cargo do responsável pela intervenção técnica;
- *Terminada*: fim da execução do trabalho, ainda com possibilidade de receber imputações e registos de informação. Início da contagem do novo período definido na FMP;
- *Encerrada*: já não pode receber nenhuma imputação ou registo de informação, serve como histórico e relatório do trabalho.

O histórico das atividades de manutenção, o histórico dos ativos físicos e outros, gerados com base nas informações registadas nas ordens de trabalho, são de extrema importância para a análise do comportamento do equipamento ao longo de um determinado período temporal, permitindo verificar se os objetivos estão a ser atingidos, ou se é necessário redefinir as estratégias de manutenção. A análise de relatórios (Figura 2-5), é realizada com recurso a dados quantitativos, tratados através do cálculo de indicadores.

2.7 Indicadores de Manutenção

Segundo a Norma (NP EN 15341, 2009), os indicadores medem o desempenho da manutenção, sob a influencia de diversos fatores: económicos, técnicos e organizacionais. Estes “servem para avaliação e melhoria da eficiência e eficácia de forma a se atingir a excelência da manutenção dos bens imobilizados”.

Os responsáveis pela gestão da manutenção necessitam de avaliar custos, tecnologias, acompanhar riscos inerentes aos equipamentos e otimizar as atividades de manutenção. Estas tarefas devem ser auxiliadas por indicadores que permitam ao

gestor avaliar e tomar decisões com base em dados quantitativos (Sullivan, Pugh, Melendez, & Hunt, 2010).

Os indicadores permitem não só quantificar e medir a qualidade do planeamento da manutenção, mas também podem ser utilizados para justificar investimentos num determinado equipamento, mudanças de planeamento e necessidades de recursos humanos (Sullivan, Pugh, Melendez, & Hunt, 2010).

O sistema de indicadores está estruturado em três grupos: indicadores económicos, técnicos e organizacionais (NP EN 15341, 2009). Dentro de cada grupo existem inúmeros indicadores e a seleção dos mesmos deve adequar-se à realidade da organização, tendo em conta os seus objetivos estratégicos. Segundo (Cabral, 2016), não devem ser utilizados demasiados indicadores, sendo que devem ser utilizados os indicadores certos e por períodos suficientemente longos que permitam tirar conclusões.

De acordo com a Norma (NP EN 15341, 2009), os objetivos de manutenção ao nível dos equipamentos, podem estar relacionados com:

- A fiabilidade;
- Os custos;
- A manutibilidade e a logística da manutenção;
- Etc.

Com os objetivos bem definidos, e os parâmetros identificados, é necessário encontrar os indicadores que permitam medir esses parâmetros. Na gestão de equipamentos, o sistema pode incluir os indicadores de manutibilidade e fiabilidade.

2.7.1 Manutibilidade e Fiabilidade

A diferença entre manutibilidade e fiabilidade está no objetivo. Manutibilidade refere-se à facilidade ou a rapidez com que um equipamento é reparado em caso de falha. Por outro lado, a fiabilidade refere-se à capacidade de o equipamento cumprir as suas funções durante um determinado intervalo de tempo, sem falhas. A combinação destes dois fatores resulta na disponibilidade do equipamento: níveis elevados de fiabilidade e manutibilidade traduzem-se numa alta disponibilidade (NP EN 13306, 2021) (Assis, 2014).

Em termos quantitativos, a fiabilidade pode ser medida através do indicador tempo médio entre falhas, *Mean Time Between Failures* (MTBF), a manutibilidade através do tempo médio de restabelecimento, *Mean Time To Repair* (MTTR) (Assis, 2014).

Conhecendo o número de reparações realizadas n , o tempo entre falhas, *Time Between Failures* (TBF), e o tempo de cada restabelecimento, *Time to Repair* (TTR), estes indicadores podem ser calculados através das expressões (1) e (2) (Assis, 2014):

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{n} \quad (1)$$

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{n} \quad (2)$$

A disponibilidade do equipamento pode ser quantificada através do indicador *A* (*Availability*), e calculada através da expressão (3) (Farinha, 2018):

$$A = \frac{MTBF + MTTR}{MTBF} \quad (3)$$

2.7.2 Overall Equipment Effectiveness

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), é um indicador que apesar de não constar na Norma, é importante e frequentemente utilizado. Este indicador mede a eficiência ou a disponibilidade operacional de um ativo físico, permitindo identificar os fatores que influenciam negativamente a eficiência do equipamento produtivo (Farinha, 2018).

Este pode ser calculado através de diferentes expressões como (4) e (5) (Farinha, 2018):

$$OEE = \frac{\text{Tempo de Produção Efetivo}}{\text{Tempo de Produção Planeado}} * 100 \quad (4)$$

$$OEE = \text{Disponibilidade} * \text{Desempenho} * \text{Qualidade} \quad (5)$$

As variáveis da equação (5) são definidas por:

- Disponibilidade (6) – medição da capacidade real de produção;
- Desempenho (7) – medição das perdas pela variação da taxa de produção;
- Qualidade (8) – medição das perdas por produtos não conformes.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de funcionamento}}{\text{Tempo de produção planeado}} \quad (6)$$

$$\text{Desempenho} = \frac{\frac{\text{N}^\circ \text{ total de unidades}}{\text{Tempo de funcionamento}}}{\text{Taxa de processamento ideal}} \quad (7)$$

$$Qualidade = \frac{Unidades\ conformes}{Total\ de\ nidades} \quad (8)$$

A análise dos indicadores de manutenção garante, como referido anteriormente, um aumento do controlo das atividades, custos, tempos, etc. Com a quantidade de informação necessária para realizar os cálculos de indicadores, o circuito de informação deve estar assente num *software* de controlo, de modo a salvaguardar os dados e garantir o mais rápido e melhor tratamento dos mesmos (Cabral, 2016).

2.8 Computerized Maintenance Management System

A gestão da manutenção, antes do aparecimento de sistemas informáticos, era apoiada por quadros que preenchiam paredes inteiras, com um calendário num dos eixos e a lista de equipamentos no outro, a informação relativa às características dos equipamentos era arquivada em pastas bem como os relatórios das operações realizadas, estudos e análises, resultando numa quantidade de papel que não era suportável nem viável para consulta. Na década de 1990, surgiram as primeiras aplicações informáticas para gerir a manutenção, inicialmente bastante complicadas e complexas para o utilizador. Entretanto o foco destes *softwares* passou para a facilidade de utilização e capacidade de personalização e adaptação a cada utilizador e/ou organização (Cabral, 2016).

Os *Computerized Maintenance Management System* (CMMS) são softwares utilizados pelas organizações para guardar, gerir e comunicar a informação sobre as operações diárias de manutenção. Estes podem ser implementados para gerir ativos físicos, controlar stocks, criar ordens de trabalho corretivas ou preventivas, e controlar todos os recursos, tempos e custos, inerentes a esta atividade (Chen et al., 2018).

Uma base de dados de um CMMS contém diversos dados que permitem otimizar a performance de uma organização ao nível das operações de manutenção (Yang et al., 2018).

Embora um CMMS seja essencial para otimizar os processos de gestão da manutenção, existem alguns problemas comuns que podem dificultar o processo de implementação (Sullivan et al., 2010):

- A escolha inadequada do fornecedor do software. Esta decisão deve ser avaliada considerando as necessidades da organização, consultando diversos fornecedores;
- Formação inadequada dos responsáveis, sobre o uso adequado do CMMS. Aqueles, necessitam de ter conhecimento e formação das potencialidades e funcionalidades do software;

- Falta de compromisso na implementação e utilização adequada do CMMS. Este deve ser mantido, com pelo menos um responsável em conduzir e encorajar o seu uso continuado.

Por outro lado, um CMMS bem otimizado e adequadamente utilizado, garante que a organização atinga um nível de planeamento que permite o uso mais eficiente dos recursos de manutenção (Sullivan et al., 2010). De entre as vantagens da utilização destes *softwares*, destacam-se (Labib, 2004):

- A eliminação do uso de papel e do controlo manual das atividades;
- A criação de um histórico relevante para a elaboração dos planos de manutenção preventiva;
- Melhoria da comunicação entre colaboradores e departamentos;
- Controlo de peças de reserva;
- Maior controlo das atividades por parte dos responsáveis;
- Melhor controlo de custos e, conseqüentemente, uma redução dos mesmos.

No âmbito da gestão de ativos, surgiram os sistemas *Enterprise Asset Management* (EAM), que se diferem dos CMMS permitindo gerir todo o ciclo de vida dos ativos. Estes englobam a manutenção, engenharia, operações, gestão de materiais, compras, e ferramentas financeiras que permitem calcular o custo do ciclo de vida dos ativos (Farinha, 2018).

2.9 Qualidade e Segurança Alimentar

Atualmente a qualidade e a segurança alimentar são aspetos fundamentais considerados pelos consumidores, no ato da compra de um produto alimentar. Para produzir alimentos é necessário um cuidado constante com estes aspetos, de modo a evitar a deterioração alimentar e o conseqüente perigo para a saúde humana. Assim, são necessárias medidas e sistemas de controlo alimentar ao longo da cadeia de produção, desde a receção de matérias-primas, passando pela manutenção dos equipamentos afetos às linhas de produção, até ao transporte para o consumidor final.

De forma a assegurar a qualidade e requisitos legais dos produtos, existem várias Normas orientadoras, tais como, a *British Retail Consortium (BRC) Global Standard for Food Safety*, e a *International Featured Standard (IFS) Food*. Ambas as Normas referidas são utilizadas internacionalmente e demonstram a conformidade com a segurança alimentar e padrões de qualidade através da certificação, estabelecendo relações de confiança entre fornecedores e clientes (Smith, 2019).

A principal diferença entre as duas Normas está no sistema de atribuição de certificação. A IFS tem um sistema de pontuação e classificação e não autoriza a

emissão de certificação perante qualquer desvio significativo. A BRC não tem um sistema de classificação e pontuação e permite que alguns requisitos não sejam cumpridos, desde que existam evidências de correção da situação em 28 dias.

O bom funcionamento dos equipamentos tem uma importância relevante na qualidade e segurança dos produtos. Assim, a manutenção dos ativos de uma indústria deste setor, certificada por estas Normas, também é sujeita a avaliação por parte das entidades certificadoras.

Em ambas as Normas constam parâmetros relacionados com a manutenção, bastante semelhantes. Na Norma IFS *Food*, estão presentes os seguintes requisitos sujeitos a auditoria (IFS Food, 2017):

- Existência de um plano de manutenção devidamente documentado e implementado, que abranja todos os equipamentos críticos e descreva as atividades de manutenção necessárias para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos, aplicável a atividades internas ou a serviços de manutenção externa;
- A segurança alimentar, a qualidade do produto, a legalidade e a autenticidade devem ser asseguradas durante e após a manutenção. Todos os trabalhos devem ser devidamente documentados;
- Todos os materiais utilizados para as reparações devem ser adequados para a utilização pretendida e não devem representar qualquer risco de contaminação;
- As falhas dos equipamentos devem ser identificadas, documentadas e revistas para permitir a melhoria do plano de manutenção;

Na Norma BRC, estão presentes os seguintes requisitos também sujeitos a auditoria (BRC Food, 2018):

- Obrigatoriedade de um plano de manutenção preventiva documentado, identificando as atividades de manutenção relativas aos equipamentos críticos para a segurança e qualidade dos alimentos;
- Competências dos técnicos de manutenção, garantindo formação, qualificações e experiência necessárias para a realização das tarefas;
- Existência de um sistema de controlo de peças sobresselentes utilizadas na manutenção, incluindo identificação, armazenamento adequado e disponibilidade;
- Registo de todas as atividades de manutenção efetuadas, incluindo manutenção preventiva, reparações corretivas e substituição de equipamentos. Estes registos devem conter detalhes sobre as atividades realizadas, datas e responsáveis;

Manutenção Preventiva e Otimização de um CMMS numa Indústria Alimentar

- Os riscos associados à manutenção que possam afetar a segurança dos alimentos, devem estar identificados numa avaliação de riscos. Com base nessa avaliação, medidas preventivas devem ser tomadas.

No que toca às atividades de lubrificação a Norma BRC, esclarece também alguns requisitos a ter em conta (BRC Food, 2018):

- Seleção de lubrificantes adequados, com o respetivo certificado de compatibilidade alimentar, não representando risco para a contaminação dos produtos alimentares;
- Garantia do armazenamento adequado dos lubrificantes, com a identificação clara das embalagens, num local limpo e protegido da contaminação;
- Implementação de procedimentos adequados de lubrificação, verificando regularmente a quantidade de lubrificante aplicado, para que não haja um excesso passível de causar gotejamento ou contaminação dos alimentos;
- Enfatização da importância da lubrificação adequada dos equipamentos, com a inclusão destas atividades no plano de manutenção preventiva.

A Norma BRC inclui ainda alguns procedimentos de higiene e limpeza relacionados com a manutenção (BRC Food, 2018):

- O local de trabalho tem de ser devidamente higienizado, incluindo áreas de manutenção como oficinas, salas de máquinas, armazém de peças sobresselentes, entre outras;
- Deve ser garantido o controlo de contaminação nas atividades de manutenção, incluindo a proteção adequada dos equipamentos, utilização de barreiras físicas e de ferramentas limpas;
- O procedimento após a manutenção deve ser incluído nas instruções de manutenção de forma a garantir a limpeza adequada da área intervencionada após a conclusão do trabalho e a remoção de todas as ferramentas e objetos utilizados durante a manutenção;
- Garantir a sensibilização dos colaboradores para este tema, para que sejam cumpridos todos os procedimentos de higiene e limpeza. Devem ser abordados temas como os riscos de contaminação, práticas de higiene adequadas, importância da limpeza após a manutenção e a adesão às políticas e procedimentos estabelecidos.

3 DAN CAKE

3.1 História

A Dan Cake Portugal, foi fundada em 1978, resultante da parceria entre a Dan Cake Dinamarca e a família Jamnadas, com uma linha de produção de tortas na primeira unidade fabril localizada em Santa Iria da Azóia. Em 1982, através da fábrica de Coimbra foi alargado o portefólio de produtos existentes: Queques, Madalenas, Biscoitos, Bolos, *Butter Cookies* e Biscoitos de Chocolate. Posteriormente, em 1986 a empresa torna-se exclusivamente Portuguesa, com a separação da Dan Cake Dinamarca. Em 1993 e 1994 foram inauguradas as novas fábricas da Póvoa de Santa Iria e de Coimbra, respetivamente. A fábrica de Coimbra, com uma maior capacidade de produção, continuou a produzir vários produtos, mas especializou-se na produção de *Butter Cookies*. Em 2003 a Dan Cake conquistou o reconhecimento como um dos maiores produtores de *Butter Cookies* no mundo, atingindo, neste ano, 60% das vendas totais na exportação para mais de 50 países (Dan Cake, 2023). Em 2008, a Dan Cake celebrou 30 anos e apresentou uma nova imagem, mais moderna e inovadora. A nível de produtos, a aposta na certificação de produtos orgânicos e numa oferta mais saudável, com redução de açúcares, gorduras e sal, foi uma opção estratégica, respondendo às necessidades do mercado. Em 2020, pelo quinto ano consecutivo, a Dan Cake garante o maior contrato de *Butter Cookies* com o maior retalhista do mundo, Walmart, exportando para os Estados Unidos da América e Canadá. Nesse mesmo ano, a Dan Cake atingiu uma faturação de 53.251 milhões de euros, obtendo um resultado após imposto de 1.629.899 euros (Simões, 2022).

Em 2021, decorreu a integração no grupo internacional Biscuit International. Atualmente a empresa encontra-se ainda a consolidar a integração no grupo, concretizando-se na fusão e consolidação dos processos operacionais diários e das interações contínuas com as várias equipas, para desenvolver os projetos em grupo (Dan Cake, 2022).

A nível internacional, a Dan Cake é a marca para países de língua oficial portuguesa (com exceção de Timor-Leste). Em 2014, com o relançamento do portfolio, a Dan Cake Portugal lança a marca Danesita, para todos os outros países. Além das suas marcas, a Dan Cake tem ainda uma parcela significativa de vendas para marcas de terceiros. Os principais mercados onde está inserida são os Estados Unidos da América, Espanha, França, Áustria e Itália. Recentemente tem conquistado novos mercados como a América Latina, Ásia, Médio Oriente, contribuindo para minorar o impacto de algumas vendas perdidas na Europa resultantes da recente conjuntura económica. Assim a Dan Cake está presente em cerca de 70 países, nos 5 continentes (Figura 3-1), em que a exportação representa aproximadamente 75% da produção (Dan Cake, 2022) (Dan Cake, 2023).



Figura 3-1 – Alcance global da Dan Cake Portugal (Dan Cake, 2023)

3.2 Visão, Missão e Valores

A visão da Dan Cake Portugal é ser “o parceiro global de pastelaria com receitas de amor para valorizar e celebrar a vida” (Dan Cake, 2022).

A sua missão passa por “continuar a garantir uma oferta de produtos de qualidade, seguros, autênticos, de acordo com a legislação, especificações e processos estabelecidos, promovendo a cultura de segurança alimentar. Respeitar as questões éticas, de responsabilidade pessoal e ambiental” (Dan Cake, 2022).

Os valores da Dan Cake Portugal traduzem-se em paixão, rigor e espírito de equipa.

3.3 Organização

A empresa divide-se em cinco áreas funcionais, das quais dependem os diversos departamentos. São elas:

- Administrativa e Financeira, da qual fazem parte os Departamentos de Planeamento e Controlo, Contabilidade, Tesouraria, Informática e Compras;
- Fabril, que inclui os Departamentos de Produção Póvoa de Santa Iria, Produção Coimbra, Higienização e Limpeza Póvoa de Santa Iria, Higienização e Limpeza Coimbra, Manutenção Póvoa de Santa Iria, Manutenção Coimbra, Planeamento de Produção e Segurança, Saúde no Trabalho (SST) e Ambiente;
- Comercial, da qual fazem parte as direcções de vendas para Exportação, Mercado Nacional e o Departamento de Serviço ao Cliente;

- Qualidade, Inovação e Marketing, que inclui o Departamento de Desenvolvimento, Rotulagem e embalagem; Departamento de Desenvolvimento e Inovação; Departamento de Marketing e Departamento de Gestão da Qualidade, subdividido em Laboratório e Avaliação de Fornecedores, Controlo de Processo, Requisitos Legais/Qualidade de clientes e Qualidade e Segurança Alimentar;
- Recursos Humanos (RH), que abrange Gestão RH e Serviços Gerais.

A empresa está inserida no grupo Biscuit International, que detém 30 fábricas em toda a Europa (Biscuit International, 2023). Assim conforme demonstra a Figura 3-2, no topo da hierarquia da empresa está a direção da Biscuit International, seguida do CEO da Dan Cake Portugal, e dos responsáveis pelas cinco áreas funcionais.

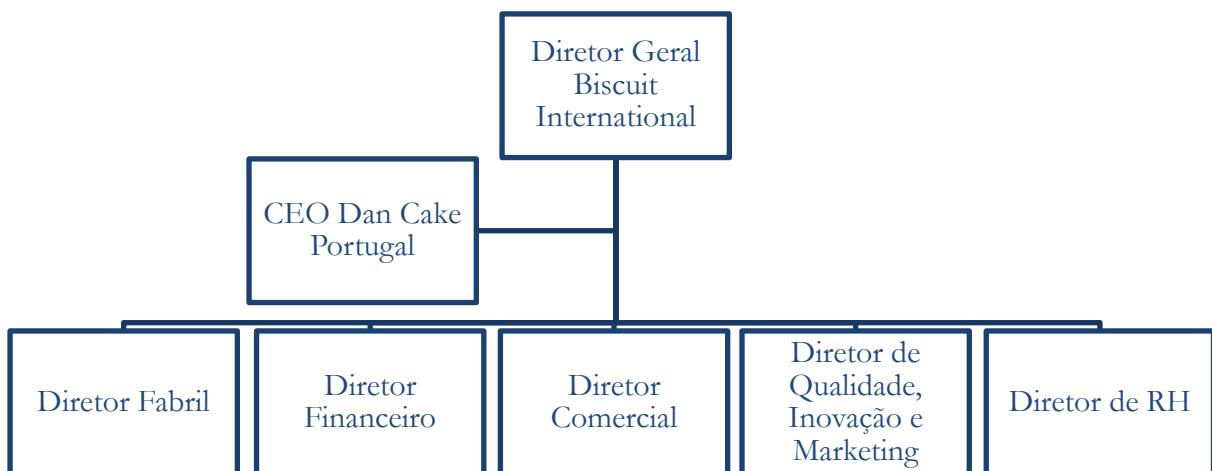


Figura 3-2 – Organograma geral: Dan Cake Coimbra

A manutenção encontra-se dependente do diretor fabril, no mesmo patamar hierárquico que os demais departamentos inerentes à produção (Figura 3-3).

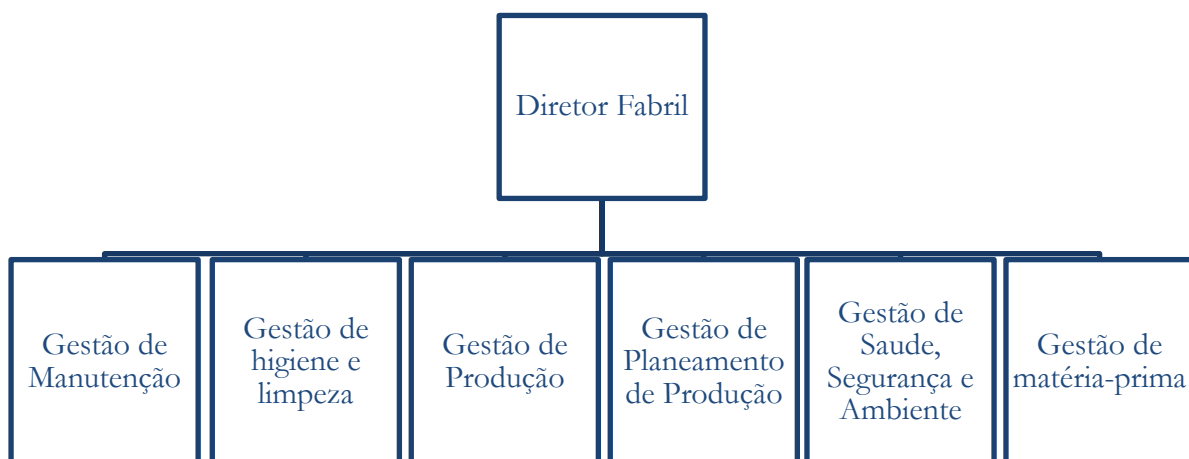


Figura 3-3 – Organograma dos departamentos inerentes à produção: Dan Cake Coimbra

A unidade fabril de Coimbra, da qual se mostra uma vista aérea na Figura 3-4, é composta por dois pisos principais, onde estão dispostas as linhas de produção, e

subdividida em quatro pisos no edifício de apoio, sendo que, o pé direito de cada um dos pisos principais perfaz dois pisos do edifício de apoio, onde se encontram os diversos gabinetes e laboratórios. No piso inferior encontra-se também o armazém de matéria-prima, da película de embalagem, e o armazém da manutenção.



Figura 3-4 – Vista aérea da Fábrica Dan Cake Coimbra⁵

O chão de fábrica dispõe de nove linhas de produção (Tabela 3-1). As linhas 1, 3, 4, 6, 7 e 8 encontram-se no primeiro andar, as restantes linhas encontram-se no rés do chão.

Tabela 3-1 – Linhas de produção da unidade fabril de Coimbra

Linha de Produção	Produto
Linha 1	<i>Butter Cookies</i>
Linha 3	<i>Butter Cookies</i>
Linha 4	Queques
Linha 6	<i>Butter Cookies</i>
Linha 7	Biscoitos
Linha 8	Palitos
Linha 9	Pipocas
Linha 10	<i>Croissants</i>
Linha 11	<i>Waffles</i>

A fábrica opera em três turnos, sendo o primeiro das 00h às 08h, o segundo das 08h às 16h e o terceiro das 16h às 00h. A produção é programada conforme o nível de entrega e ajustada diariamente, existindo por isso linhas paradas durante alguns turnos até serem solicitadas novamente.

⁵ Conforme Google Maps em 03/04/2023

3.4 Departamento de Manutenção

O estágio decorreu no departamento de manutenção da unidade fabril de Coimbra. O departamento de manutenção é composto por treze elementos e dividida em dois setores: eletricidade e mecânica.

A equipa é liderada pelo responsável de manutenção, que acumula funções de gestão e técnicas, de eletricidade e eletrónica. Cada setor tem um elemento técnico responsável, que também acumula funções de gestão do setor e reporta diretamente ao responsável de manutenção. Existe ainda um elemento responsável pelo secretariado e aprovisionamento, conforme demonstra a Figura 3-5. Estes treze elementos são divididos pelos três turnos, sendo que no segundo (08h às 16h), estão presentes: o responsável de manutenção; dois eletricistas (incluindo ou não o responsável de manutenção elétrica); o responsável de manutenção mecânica; três mecânicos; um técnico de manutenção do edifício; e a responsável de secretariado e aprovisionamento. Nos restantes turnos (1 e 3), os técnicos seguem um regime rotativo.

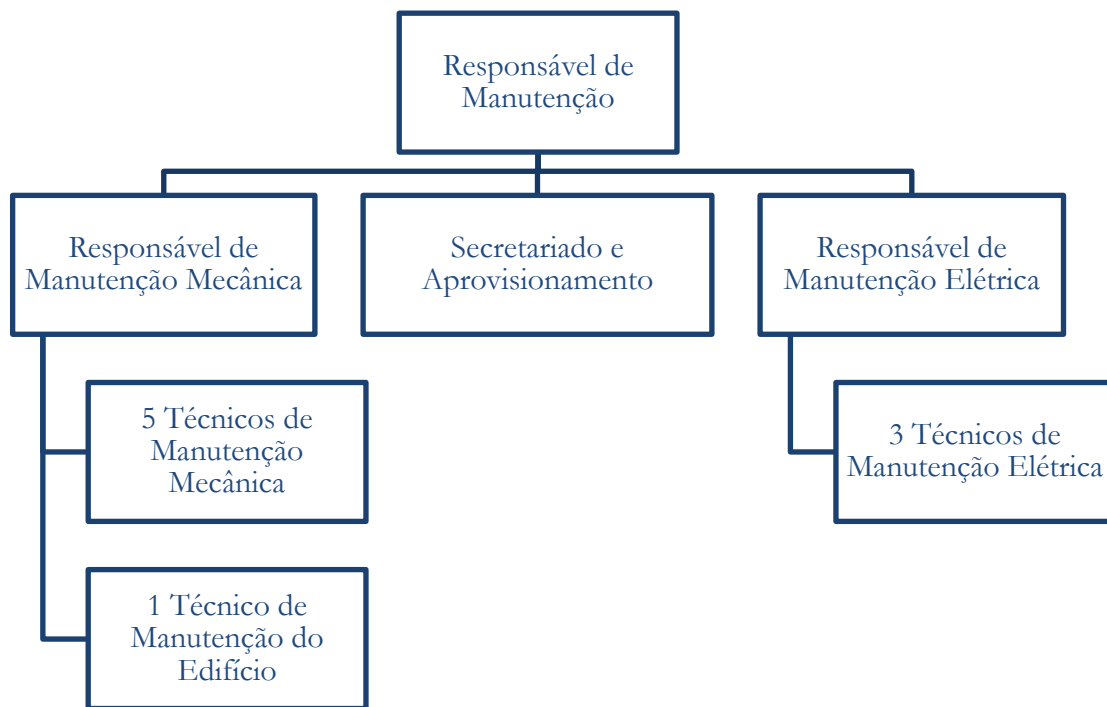


Figura 3-5 - Organograma do Departamento de Manutenção

O trabalho diário da equipa de manutenção passa por prestar apoio às linhas de produção, nomeadamente nas afinações necessárias para início de produção ou alteração de especificidade do produto; pela reparação de avarias e afinações, quando existem parâmetros não conformes; pela desmontagem dos equipamentos das linhas para os operadores efetuarem a limpeza das mesmas, processo que acontece aquando de uma mudança de produto a produzir ou como resultado de uma paragem de linha de um ou mais turnos, para que quando retome a produção, esta

cumpra todas as Normas de higiene e segurança; pelo apoio ao Departamento de SST e Ambiente, desenvolvendo os trabalhos que são solicitados neste âmbito.

3.5 Linhas de Produção de *Butter Cookies*

A Dan Cake Portugal, em particular a fábrica de Coimbra opera atualmente com três linhas destinadas à produção de *Butter Cookies*. Sendo bastante idênticas, mas com as suas particularidades, nomeadamente no setor da embalagem.

As linhas de *Butter Cookies* são divididas em quatro setores principais: a preparação de massas, a formação de produto, a cozedura e a embalagem. Dentro da preparação de massas existe ainda o subsector da ensilagem e moagem de matérias-primas, como a farinha e o açúcar, que abastecem as batedeiras, mas devido a ser comum a outras linhas de produção, este subsector não é considerado neste relatório.

Assim, no setor da preparação de massas, os principais equipamentos considerados neste estudo são: os carros de massa que efetuam o transporte até ao setor de formação de produto; o guincho móvel que efetua o transporte a um nível elevado; e as cubas da massa, que recebem os carros transportados pelo guincho.

O setor da formação de produto é composto pelas máquinas responsáveis por formar as bolachas no tapete rolante, que se dirige ao forno. Os principais equipamentos deste setor são: a máquina *Rotativa* (Figura 3-6); a máquina de pintura; a máquina da cobertura; a máquina da *Vanilla*; e as duas máquinas de formação por corte.



Figura 3-6 – *Máquina Rotativa* (Linha 3)

A cozedura é composta pelo forno (Figura 3-7), transferência de forno e arrefecimento. Os principais equipamentos deste setor são: o forno, composto por três queimadores a gás; a rede de transferência de produto do forno; e os ventiladores de arrefecimento.



Figura 3-7 – Forno (Linha 3)

O setor da embalagem possui diversos equipamentos entre os quais: a máquina de enformar (Figura 3-8), responsável por colocar as bolachas em formas de papel; a máquina de enchimento de latas (Figura 3-9), que coloca as formas nas latas metálicas; as máquinas de selar as latas com fita-cola; as máquinas de etiquetagem; as máquinas de marcação; e as máquinas de fechar conjuntos de latas em caixas.



Figura 3-8 – Máquina de Enformar (Linha 3)



Figura 3-9 – Máquina de Enchimento de Latas (Linha 3)

Na Figura 3-10 é resumido o processo de produção de *Butter Cookies* desde a matéria-prima até à paletização e os seus principais equipamentos.

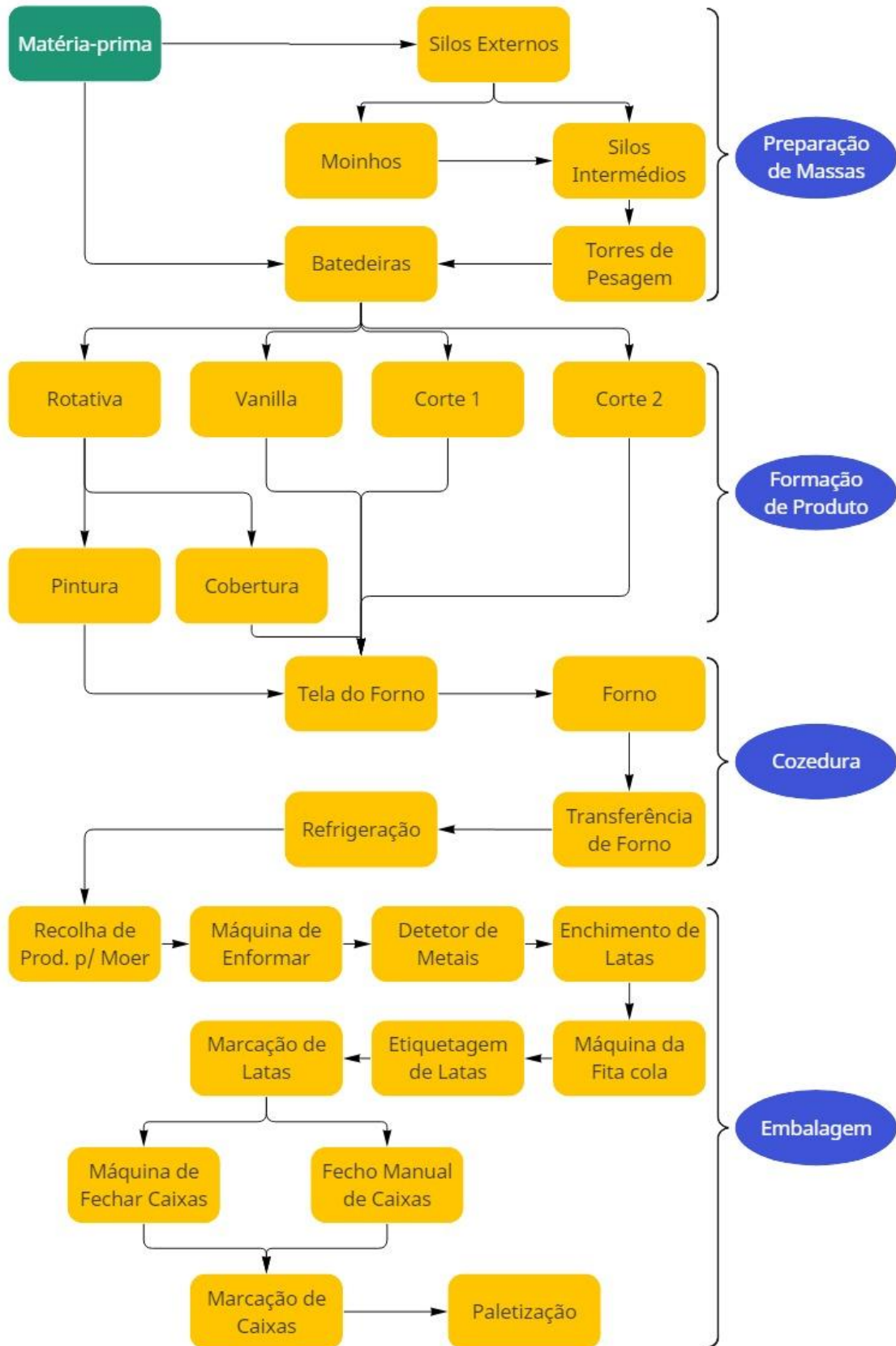


Figura 3-10 – Setores e equipamentos de uma linha de produção de *Butter Cookies*

4 TRABALHO DESENVOLVIDO

Ao longo do estágio foram desenvolvidas diversas tarefas que resultaram na elaboração deste relatório. As propostas de melhoria apresentadas no subcapítulo 4.5, foram resultando das necessidades e fragilidades nos processos encontradas ao longo de todo o estágio. Sendo apresentadas e discutidas durante esse período, não dispendo de ordem cronológica específica, de acordo com a ordem em que são apresentadas neste relatório.

Numa primeira etapa foi efetuada uma análise de literatura com foco na gestão de ativos, gestão da informação, manutenção e segurança alimentar, com o intuito de assimilar conhecimentos essenciais nas tarefas a serem desempenhadas.

Numa segunda fase foram analisados os procedimentos organizacionais, em particular os relativos ao departamento de manutenção, através do acompanhamento direto das atividades desenvolvidas pelos técnicos e responsável de manutenção. Paralelamente foi efetuada uma análise de toda a informação disponível no *software*, com foco nas linhas de *Butter Cookies*, bem como aos dados de produção.

Numa terceira fase foram recolhidas informações nas linhas de *Butter Cookies*, através dos equipamentos diretamente no terreno, e consulta de documentação associada, com o objetivo de atualizar a informação relativa às linhas em estudo, no CMMS.

Numa quarta fase, após analisar a informação disponível, foram estabelecidos procedimentos e periodicidades para os novos planos de manutenção preventiva. O final da quarta fase coincidiu com a preparação das linhas de *Butter Cookies*, para a época alta de produção, o que beneficiou este processo, através do acompanhamento dos trabalhos. Assim, foi possível recolher informações importantes para melhorar os planos efetuados, como os tempos de manutenção e os materiais utilizados.

Numa quinta fase procedeu-se à implementação e colocação em funcionamento dos procedimentos estabelecidos, em conjunto com o responsável de manutenção. Foram passadas as informações de apoio aos principais intervenientes de cada processo, através de formação, documentação e instruções necessárias, para a continuação do bom funcionamento do sistema e respetivo controlo. Assim, uma vez implementadas as alterações, torna-se importante manter o acompanhamento destes processos, identificando possíveis lacunas e contribuir para a melhoria contínua dos mesmos.

Nos subcapítulos seguintes são relatadas todas estas etapas de forma mais detalhada.

4.1 Análise do Estado Inicial do Departamento de Manutenção

A equipa de manutenção segue essencialmente uma ideologia corretiva, centrada na reparação de avarias ou afinações que surgem diariamente. Embora, sendo a Dan Cake certificada pelas Normas BRC e IFS *Food*, a maioria dos equipamentos possua um plano de manutenção preventiva, estes foram elaborados com o intuito de responder à exigência destas Normas. Este problema foi relatado pelo responsável de manutenção, justificando a dificuldade em realizar os planos com a falta de mão de obra, devido aos técnicos ocuparem o seu tempo total nas atividades diárias de apoio às linhas de produção, e também devido aos planos não estarem ajustados às necessidades dos equipamentos.

Os planos de manutenção preventiva, com algumas exceções, não são realizados pelos técnicos, assumindo assim uma política de manutenção corretiva diariamente e realizando por vezes ações de manutenção com base na condição dos equipamentos, como o ruído de um rolamento em fim de vida, agindo preventivamente nestes casos. Este método não é programado o que o torna numa análise de ocasião, sendo suscetível a bastantes falhas, principalmente em componentes que não permitem este tipo de análise, devido à sua especificidade ou mesmo pela falta de sensibilidade para essas análises, por parte de técnicos com menos experiência na fábrica.

Os registos de ações de manutenção corretiva são efetuados em folhas de intervenção, pelos próprios técnicos. Estas folhas são compostas pelos campos de preenchimento: data; assinatura; tarefas; linha; horas de início e fim; se parou a linha; se o problema passou para o turno seguinte ou não (Anexo A). Estes registos, muitas vezes, não são realizados com rigor sendo que ficam campos por preencher, nomeadamente as horas de início e fim ou até mesmo a linha ou o equipamento em que ocorreu a intervenção. A ausência de registos é um problema que acontece diariamente por razões como o esquecimento, a falta de tempo para preenchimento e a desvalorização da importância dos mesmos. Sendo que normalmente estes são preenchidos no fim do turno quando os técnicos já não se recordam ao certo das horas das intervenções, o que contribui para a ineficácia deste processo. Estes registos permanecem na sua maioria nas folhas de intervenção e são arquivados, com exceção daqueles que o responsável considera importante abrir uma ordem de trabalho, não sendo representativo da quantidade de intervenções real.

Estas folhas de intervenção são analisadas pelo responsável de manutenção no turno 2, referentes ao turno 3 do dia anterior e ao turno 1 do próprio dia. Análise que serve para acompanhar os problemas que aconteceram na sua ausência, mas também para responder a questões realizadas nas reuniões diárias em chão de fábrica. Nestas reuniões, com os responsáveis dos vários departamentos, surgem perguntas relacionadas com paragens de produção dos turnos anteriores, sendo solicitada a explicação das mesmas por parte do responsável da manutenção. Estas reuniões, intituladas de reuniões de nível 2, são realizadas no âmbito da nova cultura de melhoria contínua presente na empresa, introduzida pela *Biscuit International*. Devido

à constante ausência de registos existem muitas situações que não são devidamente justificadas na reunião, pelo desconhecimento das mesmas por parte do responsável.

4.1.1 ManWinWin

O *ManWinWin* é um software do tipo CMMS, desenvolvido pela empresa Portuguesa *Navaltik Management* que está no mercado desde 1981. Presente em mais de 120 países, aparece constantemente no *top* 20 melhores de sistemas de gestão da manutenção no mundo (ManWinWin, 2023). Este dispõe de diversas potencialidades que apoiam a gestão da manutenção, tais como:

- Gestão do parque de equipamentos;
- Gestão da manutenção preventiva;
- Gestão de ordens de trabalho;
- Gestão de pedidos de manutenção, armazém e compras;
- Gestão de encomendas;
- Gestão de armazéns com inventários, quantidade de encomenda e stocks mínimos e máximos;
- Gestão detalhada dos custos, com a possibilidade de criar orçamentos.

Este *software* é acedido diariamente pela responsável de secretariado e aprovisionamento, que utiliza o mesmo para atualizar os artigos em armazém, gerar ordens de trabalho preventivas e criar planos de manutenção. Os responsáveis de manutenção geral, mecânica e elétrica, não utilizam o software, sendo que todas as ordens de trabalho geradas, são solicitadas à responsável pelo secretariado e aprovisionamento.

De modo a realizar o tratamento de dados de manutenção, nomeadamente o histórico de avarias e custos de manutenção, todos os dados foram exportados do *ManWinWin* para o *Microsoft Excel*, utilizando a ferramenta *Exportar Relatório*, que permite fazer a exportação dos dados para diferentes formatos pretendidos.

4.1.2 Análise do Histórico de Avarias

O histórico de avarias é fornecido pelo *ManWinWin* na ferramenta *Relatórios*, da aba *Dashboard*. Através desta, é possível extrair dados de todos os equipamentos ou selecionar os mesmos por: sistema; linha; centro de custo; ou equipamento. Com a análise do histórico, obteve-se uma lista de ordens de trabalho por objeto de manutenção, no intervalo temporal de janeiro de 2006 (início de funcionamento do *software*) até dezembro de 2022. Esta análise foi realizada para as três linhas de *Butter Cookies*, e os resultados foram semelhantes, com equipamentos comuns a todas as linhas, com exceção da *Máquina da Fita-Cola* na linha 1 e da *Encartonadora Samsapack* na linha 6 (Tabela 4-1). Embora os dados vão de encontro ao esperado, o intervalo temporal pode ser considerado muito longo, no entanto devido à escassez de dados

registados no software, foi necessário considerar todo o tempo de atividade. Este intervalo pode levar a interpretações erradas, na medida em que um equipamento pode ter sido afetado por avarias apenas no início do mesmo, e tenham sido resolvidas, entretanto, através da eliminação da causa-raiz do problema. Assim, foi sugerido que sejam registados o maior número de avarias possível em ordens de trabalho, para que análises futuras sejam mais rigorosas.

Tabela 4-1 – Equipamentos com maior número de avarias

Linha	Equipamento	OT
L1	Máquina de Enchimento de Latas	63
	Máquina de Colocação da Fita-Cola	52
	Máquina de Enformar	46
	Máquina Rotativa	37
L3	Máquina de Enchimento de Latas	103
	Máquina da <i>Vanilla</i>	99
	Máquina de Enformar	85
	Máquina Rotativa	63
L6	<i>Samsapack</i> (Encartonadora)	74
	Máquina de Enformar	50
	Máquina de Enchimento de Latas	45
	Máquina da <i>Vanilla</i>	24

4.1.3 Análise de Custos de Manutenção

Através de uma análise aos custos de manutenção, com o objetivo de identificar os equipamentos com custos mais elevados, verificou-se que os mesmos não eram coerentes ao alterar alguns parâmetros de seleção, na ferramenta *Relatórios*.

Seguidamente, para aferir a veracidade dos mesmos, verificou-se que o custo total de manutenção no centro de custo da linha 3, não era semelhante ao custo total de manutenção no relatório do sistema, linha 3, gerado pelo *ManWinWin*. Este problema deve-se ao registo dos artigos de manutenção ser efetuado numa ordem de trabalho aberta em 2021: *Trabalhos de Manutenção Linha 3*, que continua em curso. Este registo afeta os resultados e análises efetuadas, pois acrescenta custos com origem errada, neste caso à manutenção preventiva condicional de melhoria. Assim, o custo total de manutenção da linha 3 em 2022 foi o dobro do valor que é apresentado e demonstrado através do relatório da linha, que apenas contabiliza os custos associados a ordens de trabalho realizadas em 2022. Esta diferença é confirmada no documento de custo gerado pelo *software: Registo Saídas de Material 2022*, que indica um valor total após correção, devido a conter registos de mão de obra por registos incorretos de ordens de trabalho, igual ao valor apresentado de custo total de materiais, pelo centro de custo da linha 3. Assim, verifica-se que mais de metade dos custos de manutenção, neste caso, relativos à linha 3, não são

atribuídos a nenhuma ordem de trabalho, o que torna impossível saber para que equipamento foram utilizados e com que finalidade.

Verificou-se que este problema se encontra em todas as linhas de produção, devido ao método de registo ser igual (Figura 4-1). Este método não permite conhecer o ciclo de vida da maioria dos componentes, devido aos mesmos não estarem aplicados a nenhum objeto em específico, o que torna impossível saber que componentes foram trocados numa determinada manutenção. Estes dados são importantes para a criação dos planos de manutenção preventiva, nomeadamente para estabelecer periodicidades e controlar peças de reserva, bem como no cálculo do LCC dos equipamentos. Assim, estes dados não foram considerados para as análises efetuadas.

Trabalhos		Lista Ordens Trabalho		Procurar					
Tipos Trabalho	OT	Descrição	Entidade	Interventor	Estado	Programada	Reg.	Início	Fim
<ul style="list-style-type: none"> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> A - Preventiva Sistemática <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> A - Revisão/Inspeção Sistemática <input type="checkbox"/> Q - Qualidade/Calibração <input type="checkbox"/> B - Preventiva Condicional <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> B - Reparação Preventiva <input checked="" type="checkbox"/> M - Melhoria <input type="checkbox"/> N - Montagem Equipamentos <input type="checkbox"/> C - Curativa <input type="checkbox"/> P - Projecto/Construção 	<ul style="list-style-type: none"> ⊙ 043552 ⊙ 043542 ⊙ 043543 ⊙ 043544 ⊙ 043545 ⊙ 043546 ⊙ 043547 ⊙ 043192 ⊙ 043548 ⊙ 043549 ⊙ 043550 ⊙ 043551 ⊙ 042754 ⊙ 043553 	<ul style="list-style-type: none"> Trabalhos Manutenção Geral Trabalhos Manutenção Linha 1 Trabalhos Manutenção Linha 3 Trabalhos Manutenção Linha 4 Trabalhos Manutenção Linha 6 Trabalhos Manutenção Linha 7 Trabalhos Manutenção Linha 8 Fazer Cavalete para as Painéis Novas - CL09 Trabalhos Manutenção Linha 9 Trabalhos Manutenção Linha 10 Trabalhos Manutenção Linha 11 Trabalhos Manutenção Silos Construção Suportes para Conversores Trabalhos Manutenção Edifício 	<ul style="list-style-type: none"> CGER - Coi... CL01 - Linha... CL03 - Linha... CL04 - Linha... CL06 - Linha... CL07 - Linha... CL08 - Linha... CL09 - Linha... CL09 - Linha... CL10 - Linha... CL11 - Linha... CS01 - Silos... CS06 - Edifi... CS06 - Edifi... 	<ul style="list-style-type: none"> MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.002 - M... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... MAN.001 - EL... 	<ul style="list-style-type: none"> Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso Em Curso 	<ul style="list-style-type: none"> 01/01/2021 01/01/2021 01/01/2021 01/01/2021 01/01/2021 01/01/2021 01/01/2021 06/11/2020 01/01/2021 01/01/2021 01/01/2021 01/01/2021 13/07/2020 01/01/2021 	<ul style="list-style-type: none"> 13/01/2021 13/01/2021 13/01/2021 13/01/2021 13/01/2021 13/01/2021 13/01/2021 06/11/2020 13/01/2021 13/01/2021 13/01/2021 13/01/2021 28/07/2020 13/01/2021 		

Figura 4-1 – Lista de Ordens de Trabalho utilizadas para registo de artigos

4.1.4 Análise de Dados de Produção

A produção na fábrica é monitorizada essencialmente através de três indicadores, o OEE, o Sobre peso e o Desperdício.

O OEE é o indicador que mede a eficiência da linha de produção, contabilizando todas as quebras, como por exemplo: avarias; mudanças de produto; afinações; falhas do operador; retificações de massa; arranque de linha; etc. Assim, é calculado relacionando o tempo de produção efetivo, com o tempo de produção planeado, como demonstra a expressão (9).

$$OEE (\%) = \frac{\text{Tempo de Produção Efetivo}}{\text{Tempo de Produção Planeado}} * 100 \quad (9)$$

O indicador de sobre peso vai de encontro à necessidade de os bens alimentares terem uma massa mínima superior à indicada na embalagem do produto, de forma a proteger o consumidor. Para garantir esse requisito, os técnicos de processo e qualidade, ajustam a quantidade de massa de maneira que o peso do produto seja sempre superior ao peso de referência. Deste modo, o sobre peso representa um custo adicional, e por isso deve ser otimizado para que seja o mínimo possível. Ao longo da linha de produção existem balanças que pesam o produto e rejeitam todos

os que não cumprem com o peso mínimo definido. Assim, a metrologia tem também um papel importante neste processo, pois as balanças têm de ser devidamente calibradas ao abrigo da metrologia legal. Este indicador é calculado relacionando o sobrepeso em quilogramas (kg), com a produção real em kg, como demonstra a expressão (10).

$$\text{Sobrepeso (\%)} = \frac{\text{Sobrepeso (kg)}}{\text{Produção Real (kg)}} * 100 \quad (10)$$

O desperdício é o indicador que contabiliza a quantidade de produto que se estragou. É um dos focos principais da fábrica, que está em constante otimização, através de planos de ação, devido aos custos associados. Este é calculado com base na quantidade de produto desperdiçado em kg, com a quantidade produzida em kg, tal como demonstra a expressão (11).

$$\text{Desperdício (\%)} = \frac{\text{Desperdício (kg)}}{\text{Quantidade Produzida (kg)}} * 100 \quad (11)$$

Os indicadores são analisados diariamente nas reuniões de nível 2, pelos responsáveis de produção, manutenção, processo e qualidade. Cada linha possui um objetivo anual para cada indicador e é verificado se foi cumprido ou não no dia anterior. Se os objetivos não foram atingidos, são discutidas as causas pelos responsáveis de cada setor, de forma a criar planos de ação que resolvam os problemas identificados. Se não forem identificadas as causas, ou não for possível resolver um problema, estas ações são transpostas para a reunião semanal de nível 3 que conta com a intervenção do diretor de fábrica.

Ao analisar os dados referentes a 2022, divulgados pelo departamento de produção, foi possível retirar dados importantes para a manutenção, tais como as avarias contabilizadas pela produção, no âmbito das paragens para o cálculo do OEE. Estas paragens de produção influenciam não só o OEE, mas também os indicadores de Desperdício e Sobrepeso, dado que por vezes é necessário parar uma linha de produção para afinar um componente ou reparar uma avaria, que está a causar desperdício ou a descontrolar o peso do produto.

Na Tabela 4-2, estão representados os resultados dos indicadores das linhas 1, 3 e 6, bem como os seus objetivos anuais, referentes ao ano de 2022.

Tabela 4-2 – Resultados dos indicadores de produção 2022

Resultados 2022 (%)	L1	Objetivo L1	L3	Objetivo L3	L6	Objetivo L6
OEE	85,1%	87,7%	87,0%	89,2%	91,6%	92,3%
Desperdício	5,4%	3,8%	4,6%	3,1%	2,8%	2,5%
Sobrepeso	2,8%	1,9%	2,0%	1,5%	1,1%	1,6%

No ano de 2022, a linha 1 apresentou um OEE de 85,1%, abaixo do objetivo de 87,7%. Através da análise de parâmetros de produção, verificou-se que 32% foram devido a avarias, evidenciando-se o setor da formação de produto e preparação de massas, como demonstra a Tabela 4-3.

A linha 3, tinha como objetivo de OEE, 89,2%, o qual não foi atingido, obtendo um OEE de 87%. Verificou-se que 33% foram devido a avarias, destacando-se o setor da formação de produto e preparação de massas (Tabela 4-3).

Na linha 6 os valores são semelhantes, apresentando um OEE mais elevado, ainda assim, fora do objetivo. A percentagem de parâmetros devido a avarias foi de 30%, sendo mais evidente a formação de produto como zona crítica (Tabela 4-3).

Tabela 4-3 – Parâmetros de produção devido a avarias em 2022

Avarias - 2022 (%)	L1 – 32%	L3 – 33%	L6 – 30%
Embalagem	27%	26%	20%
Forno	3%	2%	3%
Formação Produto	35%	37%	42%
Preparação Massas	35%	35%	35%

Através da comparação do número de horas de avaria contabilizado pela produção, com o número de horas registadas em ordens de trabalho, para as linhas 3 e 6, concluiu-se que cerca de 15% foram registadas no software, na linha 1 o cenário é ainda pior, com apenas 3,4%. Assim, é evidente a escassez de dados presentes no *software*, que prejudicam severamente a análise de dados de manutenção e a consequente dificuldade em otimizar os processos. Tornando os resultados irrealistas dado à discrepância entre o número de intervenções real e aquele que é fornecido pelas análises do software.

Por outro lado, os dados referentes ao setor mais crítico de ambas as linhas batem certo com os dados da manutenção, que evidenciam o setor da formação como o que detém a maior taxa de avarias.

Como foi referido anteriormente, uma das principais tarefas que ocupam o tempo dos colaboradores da manutenção, são as afinações das máquinas diariamente. Estas, podem ser mecânicas, alterando a posição de certos componentes, ou apenas de alteração de parâmetros das máquinas, como as velocidades das passadeiras ou tempos de fase nos cilindros pneumáticos.

Estas afinações surgem através da observação dos operadores que requisitam imediatamente os técnicos de manutenção, após se aperceberem que algo não está conforme, devido aos produtos serem frágeis e qualquer desafinação nas máquinas cause a quebra dos mesmos.

A desafinação das máquinas pode ser explicada por diversos motivos. A falta de manutenção preventiva que causa o aparecimento de folgas nos componentes, e consequente alteração de parâmetros é uma dessas causas. Outro motivo que dificulta, e segundo a opinião dos responsáveis de manutenção, qualidade e

produção, é a principal causa desta inconsistência de parâmetros, centra-se na instabilidade das massas dos produtos, que derivado a fatores como: erros dos operadores nas receitas; a temperatura e a humidade relativa do ar; a temperatura das matérias primas, afetam a consistência da massa, o que se traduz numa série de problemas desde a formação de produto até à embalagem, acabando por se estragar muito produto. Assim, todos os indicadores de produção são severamente afetados, pois este problema causa paragens de linha o que prejudica o OEE, causa desperdício, durante a afinação existe muito produto rejeitado, e também causa sobrepeso, devido à injeção de produto na formação ser diferente consoante a consistência da massa.

4.2 Atualização da informação do Parque de Equipamentos

O *ManWinWin*, dispõe de uma aba dedicada aos objetos de manutenção, que permite criar o parque de equipamentos de toda a fábrica. Neste caso, todas as linhas de produção já possuíam o seu parque de equipamentos, embora este tenha sido elaborado no ano de 2006. Devido ao software não ter uma utilização constante e correta, o parque de equipamentos não foi atualizado desde o ano da sua elaboração, o que leva a um cenário um pouco diferente do atual, resultante das mudanças que, entretanto, ocorreram. Assim, foi atualizado o parque de equipamentos, para as linhas de produção nas quais este relatório incide.

Este trabalho, permitiu um primeiro contacto com as linhas de produção de *Butter Cookies*, bem como com todos os seus equipamentos, o respetivo funcionamento e operação. Paralelamente foram adicionadas características relevantes aos equipamentos, como: as potências e velocidades de rotação de motores elétricos (Figura 4-2), presentes nas chapas identificativas dos mesmos; as relações de transmissão e o tipo de acoplamento de caixas reductoras; as dimensões de rolos de apoio às telas, os respetivos carretos e relações de transmissão (Figura 4-3).

Objecto

Estrutura: SM - 0006 ... **Tipo Objecto:** SM - SERVOMOTOR **DISPONÍVEL**

Código: SM-0006 **Descrição:** Servomotor mesa sobe/desce

Identificação | Características | **Dados Operacionais** | Info. Complementares | Notas

01..20 21..40

01	MARCA	OMRON	11		
02	MODELO	R88M-1M40030T-BS2	12		
03	NºSÉRIE		13		
04	ANO		14		
05	POTÊNCIA (KW)	0.4	15		
06	RPM	3000	16		
07	DRIVE	R88D-1SN04H-ECT	17		
08			18		
09			19		
10			20		

OK Cancelar Aplicar

Figura 4-2 – Exemplo de características técnicas de um Servomotor

Objecto

Estrutura: RO - 0045 ... **Tipo Objecto:** RO - ROLOS / ROLETES **DISPONÍVEL**

Código: RO-0045 **Descrição:** Rolo Passadeira Rede

Identificação | Características | **Dados Operacionais** | Info. Complementares | Notas

01..20 21..40

01	MARCA		11	Módulo e Z carreto 2	
02	MODELO		12		
03	Ref. Caixa	C-312 i=47.2	13		
04	Nº Dentes Caixa	18	14		
05	Veio Caixa	30 mm	15		
06	Ref. Carreto	5/8 simples	16		
07	Nº Dentes Rolo	27	17		
08	Veio Rolo	30 mm	18		
09	Corrente		19		
10	Dim. Rolo		20		

OK Cancelar Aplicar

Figura 4-3 – Exemplo de características técnicas de um Rolo

Além das características, alguns dos equipamentos foram também complementados com os respetivos componentes (Figura 4-4), através do acompanhamento de

intervenções de manutenção corretiva e reunião de informações soltas que estavam na posse dos responsáveis de cada setor, em folhas de papel e documentos digitais. Esta informação acrescenta bastante valor ao sistema pois permite que as peças de reserva fiquem associadas aos equipamentos e sejam verificadas antes das manutenções, e assim, seja controlado o seu *stock*.

Objecto	Código	Descrição	Local	Quantidade	UN
VM-0004	M.RO.010.004	Rolamentos 6003-2RSH	Régua	4,00	UN
VM-0004	M.RO.020.006	Rolamentos 6204-2RSH	Mancal (inclinação)	2,00	UN
VM-0004	M.RO.020.007	Rolamentos 6205-2RS	Rolo do Tapete	2,00	UN
VM-0004	M.RO.020.015	Rolamentos 6210-2RS1	Veio Principal	2,00	UN
VM-0004	M.RO.060.007	Chumaceiras SY 50 TF	Veio Principal	2,00	UN
VM-0004	M.RO.080.001	Rótulas SKF GE30	Tapete	3,00	UN
VM-0004	M.RO.080.003	Rótulas PB16	Lateral	4,00	UN
VM-0004	M.RO.080.004	Rótulas SIKAC 16M	Roda Bicos	1,00	UN
VM-0004	M.RO.080.012	Rotula DIN 71802 - 19 - M14F - CS	Roda Bicos	1,00	UN
VM-0004	M.RO.130.013	Rolamentos KR 62 PPA	Tapete	2,00	UN
VM-0004	M.RO.140.014	Rolamentos 51110	Veio Principal	3,00	UN
VM-0004	M.RO.150.007	Rolamentos YAR 210-2F	Veio Principal	2,00	UN
VM-0004	M.RO.190.010	Rolamentos 61910-2RS	Veio Principal	4,00	UN
VM-0004	M.VO.020.020	Retentores 25x52x8	Rolo do Tapete	2,00	UN
VM-0004	M.VO.030.105	Oringues 37,69x3.53 MVQ	Régua	8,00	UN

Figura 4-4 – Artigos aplicados na *Máquina da Vanilla*

4.3 Identificação de Equipamentos Críticos

Com o objetivo de identificar os equipamentos mais críticos das três linhas, realizou-se uma análise de criticidade. Para isso, foram selecionados nove parâmetros de classificação, que têm em consideração a segurança, a manutenção e a produção. Os critérios de classificação têm uma escala de 1 a 10 pontos. Para uma melhor compreensão da atribuição de classificações, foi elaborada uma tabela explicativa com os valores extremos para os parâmetros de classificação, apresentados no Anexo B.

O preenchimento da tabela de criticidade foi efetuado com a consulta de diversos dados referentes a cada equipamento, tais como: o histórico de avarias; o stock em armazém; os indicadores de produção. Para obter a avaliação de todos os parâmetros numa escala de 1 a 10 pontos, foram atribuídos diferentes pesos, representando a importância de cada parâmetro no cálculo, tal como demonstra a Tabela 4-4. Assim, o parâmetro Histórico, considerado mais relevante, tem um peso de 36%, os restantes parâmetros têm um peso de 8%.

Tabela 4-4 – Grupos e parâmetros de classificação com respetivo peso

Grupo	Parâmetro de classificação	Peso
HST ⁶	Segurança	8%
Manutenção	Fiabilidade	8%
	Deteção de Falha	8%
	Histórico	36%
	Custos	8%
	Peças de Reserva	8%
Produção	Paragens	8%
	Desperdício	8%
	Sobrepeso	8%

Através desta análise, foram identificados quatro equipamentos (20% do número total de equipamentos) para cada linha. Na Tabela 4-5 estão representados os equipamentos críticos e as respetivas classificações finais, resultantes da soma de todos os parâmetros. Nos anexos C, D e E encontram-se as classificações atribuídas a todos os equipamentos.

Tabela 4-5 – Equipamentos críticos L1, L3 e L6

Linha	Equipamento	Classificação (1 a 10)
L1	Máquina Rotativa	6,80
	Máquina da <i>Vanilla</i>	6,68
	Máquina de Enformar	6,44
	Máquina Enchimento de Latas	5,64
L3	Máquina da <i>Vanilla</i>	7,76
	Máquina Rotativa	6,52
	Máquina Enchimento de Latas	6,44
	Máquina de Enformar	6,16
L6	Máquina Rotativa	6,36
	Máquina da <i>Vanilla</i>	6,12
	Máquina de Enformar	6,08
	Máquina Enchimento de Latas	5,64

Estes equipamentos já estavam evidenciados como problemáticos pela equipa de manutenção, devido às afinações e reparações que têm de fazer regularmente. Assim, através deste suporte quantitativo, é válido afirmar que são os equipamentos mais críticos destas linhas, e tomar as devidas ações necessárias para minimizar os riscos e falhas associados, nomeadamente através dos novos planos de manutenção preventiva.

⁶ Higiene e Segurança no Trabalho (HST)

4.4 Planos de Manutenção Preventiva

Para a elaboração e otimização dos planos de manutenção preventiva, o primeiro passo foi analisar os planos de manutenção em vigor. Através desta análise, foram identificados alguns problemas e situações suscetíveis de melhoria, tais como:

- Planos de manutenção desajustados, na sua maioria não correspondiam às exigências dos equipamentos nem das condições de trabalho;
- Falta de informação nas FMP, não continham diversas informações como por exemplo os artigos de substituição necessários, pelo que não era previamente garantido o stock dos mesmos;
- Existia apenas uma FMP para a lubrificação de todos os equipamentos da linha, o que não correspondia à necessidade dos diferentes ativos presentes ao longo da linha de produção;
- Alguns equipamentos ainda não dispunham de plano de manutenção, o que não é compatível com os requisitos das normas certificadas.

Após esta análise, as periodicidades existentes e as tarefas de cada plano, foram relacionadas com a informação do histórico de avarias de cada equipamento, permitindo perceber se estas colmatavam as avarias mais recorrentes, ou se era necessário acrescentar ações, o que na sua maioria se verificou.

Na análise do histórico de avarias e manutenções recorrentes, foram identificadas algumas situações recorrentes, embora raras, na data da realização deste relatório, devido ao escasso histórico existente. Nestes casos, foram estabelecidos procedimentos no sentido de substituir os componentes responsáveis pelas falhas. As periodicidades destas substituições, foram estabelecidas em conjunto com os responsáveis de manutenção em reuniões agendadas, estabelecendo-se periodicidades algo conservadoras, de forma a serem otimizadas no futuro, através da análise dos componentes nas próximas substituições.

Cada equipamento tem a sua particularidade, no que toca a avarias e componentes suscetíveis de falha, mas existem componentes de desgaste que são comuns à sua maioria. Assim, verificou-se através do histórico, que os componentes responsáveis por grande parte das avarias ou produções defeituosas são: rolamentos, correias, correntes, cilindros e válvulas pneumáticas. De acordo com estes registos, a principal causa de avarias é o desgaste (cerca de 60%), pelo que, a sua minimização, contribui de forma significativa para a diminuição de paragens de produção (Tabela 4-6). Deste modo, dependendo da criticidade do equipamento, quer por substituição ou inspeção, estes componentes devem ser sempre alvo de intervenção ou verificação em qualquer equipamento.

Tabela 4-6 – Causas de Avarias

Causas Avarias	%
Desgaste	59,3%

Não Identificável	20,4%
Limpeza	9,3%
Má Operação	7,4%
Má Manutenção	3,7%

A localização dos equipamentos foi também considerada na escolha das tarefas e periodicidades, visto que no setor da formação de produto, existem muitas limpezas, com recurso a água e detergentes, provocando o rápido desgaste dos equipamentos desta área Figura 4-5. Ainda na Tabela 4-6, verifica-se que o fator limpeza é responsável por 9,3% das avarias. Deste modo, os ativos localizados no setor da formação de produto necessitam de um maior cuidado com os intervalos de manutenção e lubrificação.



Figura 4-5 – Exemplo de uma chumaceira com elevada corrosão devido às limpezas

4.4.1 Elaboração das Fichas de Manutenção Planeada

A preparação dos planos seguiu várias etapas até à colocação em funcionamento no *ManWinWin*. Primeiramente foram definidas FMP para cada ativo com base na informação recolhida e experiência da equipa de manutenção, e ao longo do estágio foram acrescentadas novas FMP à medida que surgiam novas informações relevantes.

Foi ainda definido um circuito de informação para que os planos de manutenção fossem continuamente atualizados. Na Figura 4-6 estão demonstradas as entradas e saídas desse mesmo circuito.

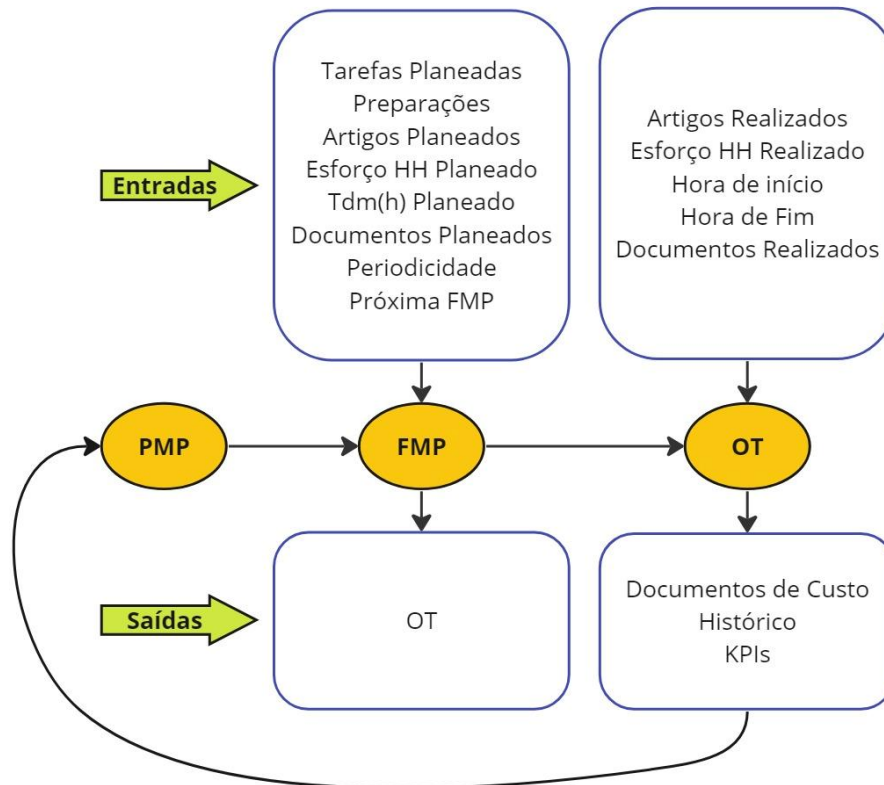


Figura 4-6 – Entradas e saídas do circuito de informação na manutenção preventiva

Nas FMP foi proposto que sejam definidos, dentro da informação disponível para cada equipamento, que sejam preenchidos os seguintes campos:

- Tarefas planeadas, com descrição genérica da tarefa a desempenhar, tendo em conta que os técnicos são internos e conhecem bem os equipamentos (segundo a fundamentação teórica anteriormente descrita em 2.5);
- Preparações, como a preparação adjacente a todos os trabalhos: *Limpeza após Manutenção, que vai ao encontro dos referenciais Normativos*;
- Artigos planeados, que correspondem às peças sobresselentes que iram ser substituídas;
- O esforço HH, correspondente à mão de obra prevista para a realização do trabalho;
- O tempo de manutenção planeado, que varia conforme o número de técnicos a realizar a tarefa;
- Documentos planeados, que podem conter informações necessárias à realização do trabalho;
- Periodicidade;
- A Próxima FMP do plano de manutenção, nos casos em que se pretende alternar entre várias FMP no mesmo plano.

Manutenção Preventiva e Otimização de um CMMS numa Indústria Alimentar

Tendo em conta a certificação da Dan Cake pelas Normas IFS e BRC *Food*, a atualização dos planos de manutenção e FMP, foi acordado com os responsáveis de Manutenção e Qualidade que fosse efetuada a realização da eliminação e troca dos planos de manutenção no *software*, apenas quando estes estivessem inteiramente definidos e prontos para a substituição, que também inclui a emissão das respetivas ordens de trabalho. Este planeamento, teve como ferramenta de apoio o *Microsoft Excel*, onde foram desenvolvidos e analisados todos os dados. Na Figura 4-7 é apresentado um resumo das FMP da L3 que permite facilitar o processo de inserção no *software* e visualizar todo o plano de manutenção.

Linha	Equipamento	FMP	Periodicidade	PDI (h)	TM (h)	HH	Téc.	Func.	Tarefa
3	Rotativa	Inspeção Mensal - Tela CL03	Mensal	1,00	1,00	1,00	1	Mec.	T301
		Revisão Anual - Rotativa CL03	Anual	6,00	6,00	6,00	1	Mec.	T302
3	Vanilla	Revisão Trimestral - Régua CL03	Trimestral	3,00	3,00	3,00	1	Mec.	T303
		Revisão Anual - Máquina da Vanilla CL03	Anual	80,00	24,00	48,00	2	Mec.	T304
3	Máquina 1 - Enformagem	Inspeção Semestral Elétrica - Mâq 1 CL03	Semestral	3,00	3,00	3,00	1	Eletric.	T305
		Revisão Bienal - Mâq. 1 (Aranha) CL03	2 anos	32,00	12,00	12,00	1	Mec.	T306
		Revisão Bienal - Mâq. 1 (Tapete de Vácuo) CL03	2 anos	32,00	12,00	24,00	2	Mec.	T307
3	Máquina 2 - Enchimento de Latas	Inspeção Semestral Elétrica - Mâq 2 CL03	Semestral	3,00	3,00	3,00	1	Eletric.	T308
		Revisão Anual - Transportadores Mâq 2 CL03	Anual	32,00	12,00	12,00	1	Mec.	T309
3	Sist. transp carros massa	Revisão Anual - Máquina 2 CL03	Anual	32,00	12,00	12,00	1	Mec.	T310
		Inspeção Anual - Carros de Massa CL03	Anual	1,00	1,00	1,00	1	Mec.	T311
3	Geral - Linha	Inspeção Anual - Quadro Eléctrico CL03	Anual	1,00	1,00	1,00	1	Eletric.	T313
		Insp. Plás. e Acrílicos CL03 - AR1	Anual	1,00	1,00	1,00	1	Mec.	T314
		Insp. Plás. e Acrílicos CL03 - AR2	Semestral	1,00	1,00	1,00	1	Mec.	T315
		Insp. Plás. e Acrílicos CL03 - AR3	Mensal	1,00	1,00	1,00	1	Mec.	T316
3	Corte 1	Revisão Anual - Corte 1 CL03	Anual	4,00	4,00	4,00	1	Mec.	T318
3	Corte 2	Revisão Anual - Corte 2 CL03	Anual	4,00	4,00	4,00	1	Mec.	T319
3	Pintura	Revisão Anual - Máquina da Pintura CL03	Anual	3,00	3,00	3,00	1	Mec.	T320
3	Cobertura - Açúcar	Revisão Anual - Mâq. Açúcar CL03	Anual	3,00	3,00	3,00	1	Mec.	T322
3	Forno	Inspeção - Queimador 1 CL03	2 Meses	2,00	0,00	0,00	1	Ext.	T323
		Inspeção - Queimador 2 CL03	2 Meses	2,00	0,00	0,00	1	Ext.	T323
		Inspeção - Queimador 3 CL03	Trimestral	2,00	0,00	0,00	1	Ext.	T324
		Revisão Anual - Forno CL03	Anual	51,00	15,00	30,00	2	Mec.	T325
		Inspeção Semestral - Tela do Forno CL03	Semestral	3,00	3,00	3,00	1	Mec.	T3251
		Inspeção - Circuito de Gás CL03	2 Meses	2,00	2,00	2,00	1	Eletric.	T326
3	Transf. Prod Forno	Revisão Anual - Rede de Transferência CL03	Anual	3,00	3,00	3,00	1	Mec.	T327
		Inspeção Rolo de Esponja - CL03	Mensal	0,10	0,10	0,10	1	Mec.	T328
3	Máquinas da Fita-cola	Inspeção Semestral Elétrica - Fita Cola CL03	Semestral	2,00	2,00	2,00	1	Eletric.	T341
		Inspeção Anual Mecânica - Fita Cola CL03	Anual	2,00	2,00	2,00	1	Mec.	T329
3	Grupo Ventilação	Inspeção Trimestral - Ventilação CL03	Trimestral	0,50	0,50	0,50	1	Eletric.	T330
3	Tapete transp. sob vent.	Revisão Anual Mecânica - Tela Refrigeração CL03	Anual	7,00	7,00	7,00	1	Mec.	T340
		Inspeção Anual Elétrica - Tela Refrigeração CL03	Anual	1,00	1,00	1,00	1	Eletric.	T331
3	Tapete transp. Formas	Revisão Anual Mecânica - Transp. Formas CL03	Anual	7,00	7,00	7,00	1	Mec.	T335
		Inspeção Anual Elétrica - Transp. Formas CL03	Anual	1,00	1,00	1,00	1	Eletric.	T334

Figura 4-7 – Resumo das FMP da Linha 3

Na definição do plano de lubrificações, crucial no desempenho e longevidade dos componentes, foi utilizado um trabalho realizado por uma entidade externa que se encontrava em base de dados há alguns anos e nunca chegou a ser colocado em prática. Este trabalho continha os pontos de lubrificação de cada linha, bem como o respetivo lubrificante a utilizar em cada componente e as respetivas periodicidades definidas. Visto que este trabalho acrescenta bastante valor e já estava realizado, todos os dados foram resgatados e modificados de modo a facilitar a sua compreensão e utilização.

As periodicidades foram alteradas, em conjunto com o responsável de manutenção mecânica, sendo apresentada uma proposta que tinha em conta uma periodicidade mensal para os equipamentos no setor da formação de produto, e trimestral para os restantes equipamentos, esta foi aceite também pelo responsável de manutenção. Ficou ainda acordado que estas periodicidades iriam sofrer as alterações necessárias após análise dos componentes, nas lubrificações seguintes. Na Figura 4-8 estão

representados os pontos de lubrificação dos equipamentos da linha 3 com os respetivos lubrificantes a utilizar, todos estes certificados para a indústria alimentar.

Nº	Objecto	Lubrificações L3			
		Qtd.	Cód. Comp.	Desc. Componente	Lubrificante
1	Sistema transporte carros massa (CL03.01)	1	4	Correntes (cargas elevadas)	JAX Pyro-Kote 220
2	Motor transmissão - rotativa (CL03.02.01)	2	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
3	Sistema pneumático compensação tela (CL03.02.08)	1	5	Copos lubrif. Rede Ar Comprimido	JAX Magna-Plate 74
4	Raspador corte (CL03.02.03)	1	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
5	Rolo Transmissão tela (CL03.02.04)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
6	Sistema ajuste tensão tela (CL03.02.07)	1	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
7	Transportador desperdícios massa (CL03.02.09)	1	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
8	Ajuste da altura do tapete (CL03.05.04)	17	6	Copo de Lubrificação	JAX Magna-Plate 74
9	Motor transmissão (CL03.05.01)	6	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
10	Grupo rolos Pintura Leite (CL03.03.02)	2	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
11	Motor transmissão (CL03.04.01)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Motor transmissão (CL03.04.01)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
12	Sistema sem fim recolha açúcar (CL03.04.04)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
13	Tapete rede da máquina (CL03.04.03)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Tapete rede da máquina (CL03.04.03)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
14	Passadeira aço (CL03.08.05)	4	1	Chumaceiras Grandes	JAX Halo-Guard FG2
	Passadeira aço (CL03.08.05)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
	Passadeira aço (CL03.08.05)	8	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
15	Unidades posici. passadeira aço (CL03.08.06)	4	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
16	Transm. movimento tapete rede (CL03.10.01)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
17	Aranha (CL03.13.03)	3	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Aranha (CL03.13.03)	2	6	Copo de Lubrificação	JAX Magna-Plate 74
18	Grupo desenformagem formas (CL03.13.06)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Grupo desenformagem formas (CL03.13.06)	2	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
	Grupo desenformagem formas (CL03.13.06)	8	6	Copo de Lubrificação	JAX Magna-Plate 74
19	Grupo tranf. biscoitos p/ formas (CL03.13.04)	6	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Grupo tranf. biscoitos p/ formas (CL03.13.04)	2	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
20	Mesa entrada biscoitos (CL03.13.01)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Mesa entrada biscoitos (CL03.13.01)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
21	Transportador intermédio (CL03.13.02)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Transportador intermédio (CL03.13.02)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
22	Grupo Passadeiras vacuo (CL03.13.07)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Grupo Passadeiras vacuo (CL03.13.07)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
23	Transportador saída formas (CL03.13.08)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Transportador saída formas (CL03.13.08)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
24	Máquina colocação fita-coola (CL03.17)		1	Chumaceiras Grandes	JAX Halo-Guard FG2
	Máquina colocação fita-coola (CL03.17)		5	Copos lubrif. Rede Ar Comprimido	JAX Magna-Plate 74
25	Máquina etiquetadora fundo latas (CL03.23)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
26	Grupo Transportador fornecimento latas (CL03.16)		1	Chumaceiras Grandes	JAX Halo-Guard FG2
27	Grupo agrupagem formas (CL03.15.02)	12	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Estrutura agrupar formas (CL03.15.04)	6	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Estrutura agrupar formas (CL03.15.04)	2	6	Copo de Lubrificação	JAX Magna-Plate 74
29	Estrutura apanhar col. formas latas (CL03.15.06)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
30	Gupos transportadores (canais) entrada (CL03.15.01)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
	Gupos transportadores (canais) entrada (CL03.15.01)	3	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
31	Passadeira rede (CL03.15.03)	2	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
	Passadeira rede (CL03.15.03)	4	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
32	Unidade transporte elevação latas (CL03.15.08)	10	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Unidade transporte elevação latas (CL03.15.08)	5	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
	Unidade transporte elevação latas (CL03.15.08)	8	6	Copo de Lubrificação	JAX Magna-Plate 74
33	Transportador saída latas ocheias (CL03.15.10)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
34	Motor Transmissão (CL03.14.02)	6	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Motor Transmissão (CL03.14.02)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
35	Vibrador p/ desviar biscoitos (CL03.14.04)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
36	Mesa acumuladora latas (CL03.16.01)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
	Mesa acumuladora latas (CL03.16.01)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
37	Transmissão movimento transportador (CL03.16.02)	3	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
38	Tapete Marcação (CL03.26)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
	Tapete Marcação (CL03.26)	4	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
39	Motor transmissão (CL03.11.02)	6	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Motor transmissão (CL03.11.02)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2
40	Unidade pneumática ajuste passadeira (CL03.11.03)	1	5	Copos lubrif. Rede Ar Comprimido	JAX Magna-Plate 74
41	Tela de rejeição de metais (CL03.14.05)	2	2	Chumaceiras Pequenas	JAX Halo-Guard FG2
	Tela de rejeição de metais (CL03.14.05)	1	7	Engrenagens Abertas	JAX Halo-Guard FG2

Figura 4-8 – Pontos de lubrificação dos equipamentos da L3

Por fim, foi ainda realizado um calendário anual que compilasse todas as tarefas a desempenhar, para que o responsável de manutenção possa organizar os trabalhos e gerir os recursos humanos, numa perspetiva semanal (Figura 4-9). Este calendário além de compilar as tarefas, soma e demonstra os recursos HH necessários à realização das mesmas por semana.

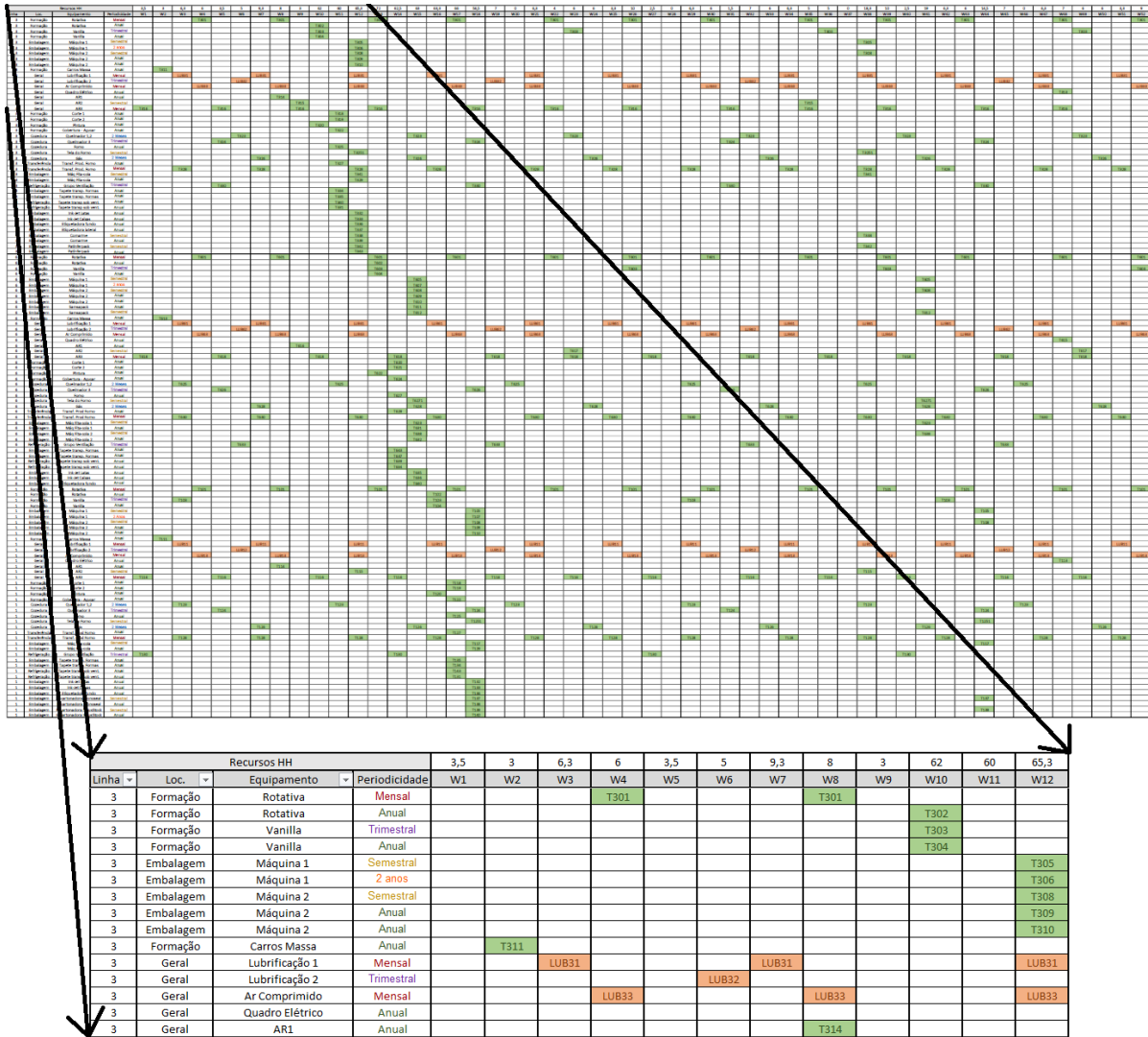


Figura 4-9 – Calendário anual de manutenção preventiva definido para as L1, L3 e L6

Após reunidas todas estas informações, foram elaboradas as fichas de manutenção planeada no *ManWinWin*. No Anexo F demonstra-se uma dessas fichas, correspondente ao equipamento: *Máquina de Enformar*.

4.4.2 Manutenção Anual de Preparação

A manutenção das linhas de *Butter Cookies* é essencial para o bom funcionamento da produção mais importante do ano, a produção para o cliente *Walmart*, que representa grande parte da produção anual, iniciando-se normalmente em maio e dependendo do volume da encomenda, acabando por volta do final de setembro. Na Figura 4-10, observa-se a existência de um acréscimo de produção entre as semanas 20 e 39, que representa essa encomenda.

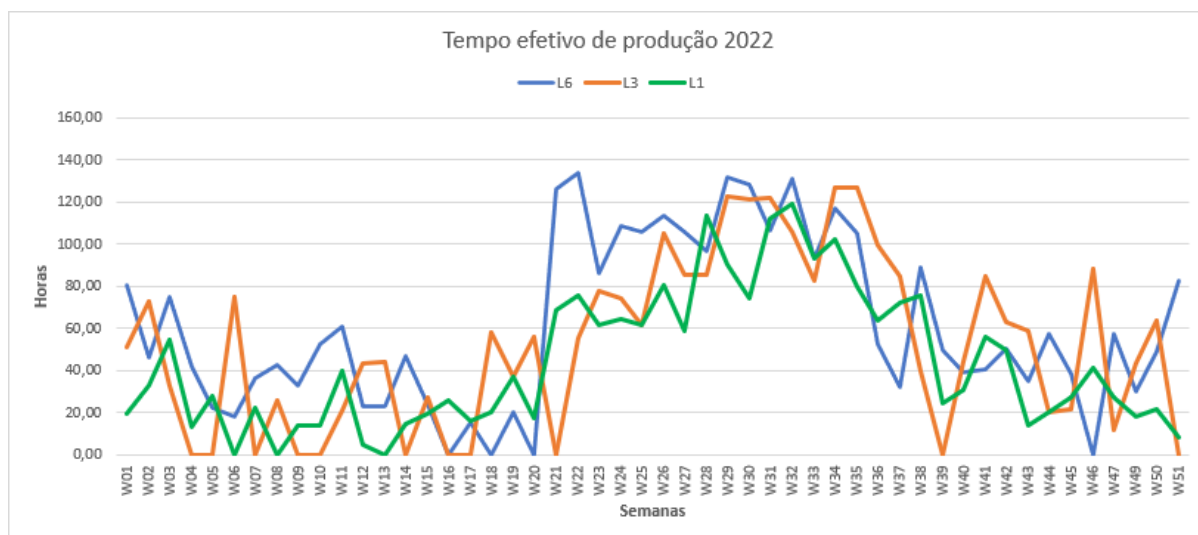


Figura 4-10 – Tempo efetivo de produção no ano de 2022 (L1, L3 e L6)

Devido à importância que esta encomenda representa, as linhas de *Butter Cookies* necessitam de ser preparadas para a exigência a que são solicitadas, nestes meses de produção contínua. Assim, produção é interrompida nas semanas que antecedem a produção *Walmart*, para que a equipa de manutenção possa efetuar os trabalhos considerados relevantes, numa ótica de preparar os equipamentos para esta produção. Contudo, nem todos os equipamentos são intervencionados, e não eram seguidas as FMP. Os trabalhos a desempenhar dependiam da análise prévia dos responsáveis de manutenção e estava condicionada pelo tempo que a produção e o nível de serviço planeado disponibilizam. Este método pode colmatar a existência de algumas falhas, mas não dispendo de um planeamento baseado nas necessidades reais dos ativos, pode ser a causa dos resultados obtidos nos anos anteriores e que não permite que sejam obtidos os resultados pretendidos.

A ausência de registos sobre os componentes de substituição, leva a que durante a realização dos trabalhos de manutenção preventiva, os técnicos se deparem com a falta de muitos componentes, os quais são encomendados conforme se vão desmontando os equipamentos. Nestas condições por vezes acontece que alguns componentes não são trocados por falta dos mesmos em armazém, e conseqüente prazo de entrega não compatível com a paragem programada. Além disso, os tempos de manutenção não são registados nem calculados, estando fortemente dependentes da disponibilidade da produção. Neste caso como são três linhas que produzem o mesmo tipo de produto, é possível produzir nas duas que estão operacionais enquanto uma está em manutenção, quando o volume de encomendas assim o permite. Contudo, se os tempos de manutenção fossem controlados, seria possível justificar o tempo despendido e otimizar os processos, de modo a reduzir o mesmo.

Nas semanas agendadas para efetuar manutenção às linhas em 2023, que coincidiram com a fase final do período do estágio foram acompanhados os trabalhos a decorrer neste âmbito, com o intuito de registar as ações efetuadas e os artigos substituídos, bem como verificar alguns dos procedimentos já estabelecidos.

Os sinais da falta de manutenção preventiva foram visíveis ao longo deste acompanhamento e salientam a importância de uma boa gestão dos ativos deste tipo, sujeitos a estas condições de operação.

Na Figura 4-11 demonstra-se um exemplo da falta de manutenção preventiva, neste caso o rolamento de um guia do tambor da tela do forno da L6, encontrava-se completamente destruído, impedindo o normal funcionamento da tela e prejudicando severamente o seu comportamento, que é bastante importante no alinhamento do produto, resultando em grandes desperdícios e baixas eficiências.



Figura 4-11 – Rolamento de um guia do tambor da tela do forno da L6

Na Figura 4-12 demonstra-se o estado de um rolamento de chumaceira do tambor da tela do forno da L1, que apresenta uma folga de grandes dimensões entre o veio e o rolamento, provavelmente agravada pela falta de lubrificação.



Figura 4-12 – Rolamento de chumaceira do tambor da tela do forno

Alguns dos maiores contributos destes trabalhos de preparação para a concretização dos planos de manutenção a serem desenvolvidos, foram a possibilidade de atribuir os artigos utilizados às respetivas ordens de trabalho, a contabilização do esforço HH em cada tarefa, bem como o registo dos procedimentos e tarefas realizadas. Na Figura 4-13 demonstra-se um exemplo de um dos trabalhos que foram acompanhados durante esta manutenção.

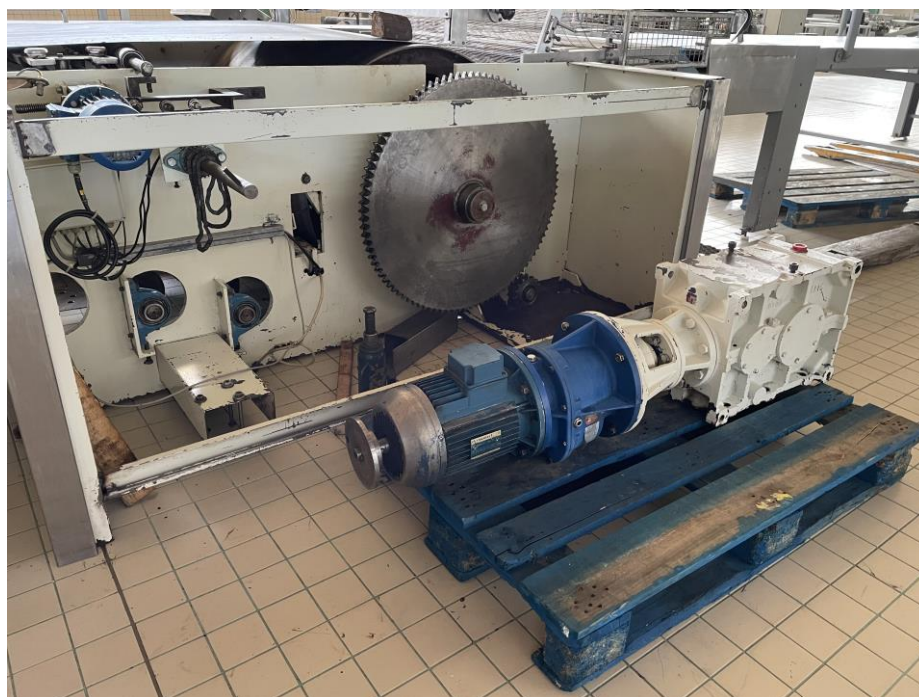


Figura 4-13 – Manutenção à tração da tela do forno da L3

Assim, conjugando:

- As características de operação;
- O histórico de avarias;
- A informação do manual do fabricante, nos escassos equipamentos que o possuem;
- O *know-how* dos colaboradores da manutenção, adquirido ao longo de anos de experiência nesta unidade fabril;
- Os registos efetuados nas semanas de manutenção anual de preparação.

As tarefas planeadas, as periodicidades e os tempos de manutenção esperados foram elaborados e aprovados pelo responsável de manutenção e diretor fabril. Resultando em 52 novas FMP e 70 atualizações de FMP já existentes.

4.5 Propostas de Melhoria Contínua de Processos

4.5.1 Modelo de Gestão de Ativos Proposto

Os procedimentos estabelecidos para suportar uma gestão eficiente dos ativos, descritos neste relatório, foram baseados na escassa informação e histórico que existia e que foi surgindo ao longo do estágio. Estes procedimentos enfatizam a importância do preenchimento completo das ordens de trabalho, incluindo a correta informação sobre os recursos utilizados, como os artigos utilizados (peças sobresselentes). Ao longo do tempo, as informações acumuladas de forma consistente, servirão de suporte para futuras análises. O sistema de gestão da manutenção proposto foca-se na otimização dos contínua dos processos estabelecidos neste relatório. Assim, seguindo uma metodologia baseada no modelo proposto na Figura 4-14, a organização da manutenção irá melhorar significativamente (Conceição, Vieira, & Santos, 2018).

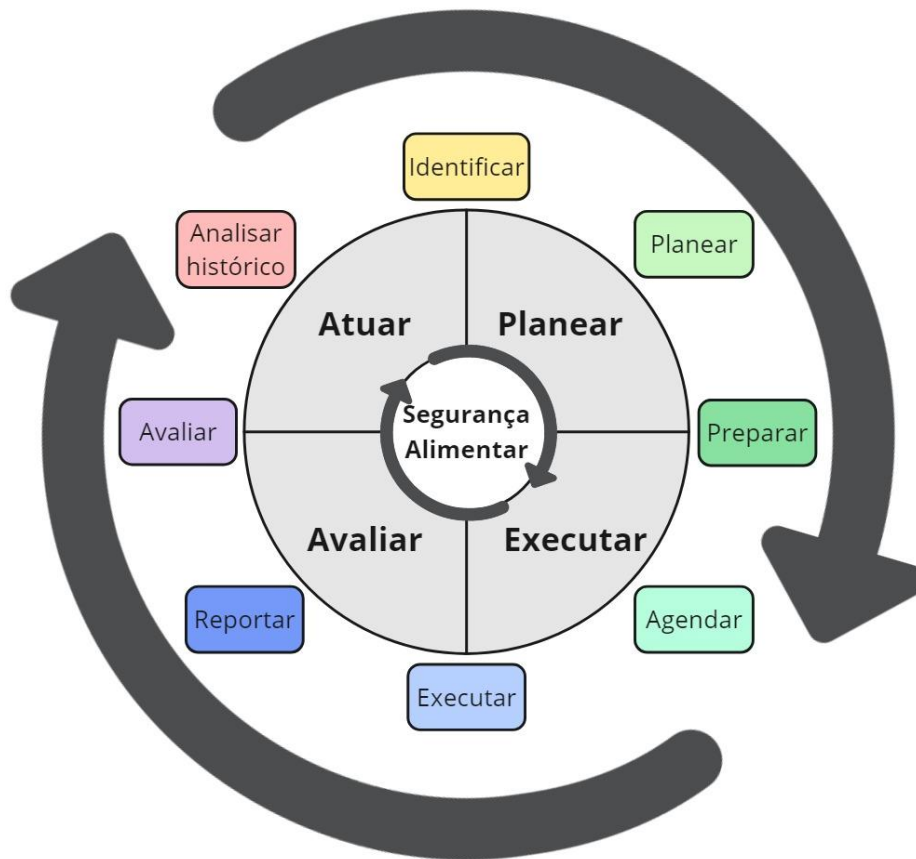


Figura 4-14 – Modelo de melhoria contínua para a manutenção baseado no ciclo PDCA, adaptado de (Conceição, Vieira, & Santos, 2018)

4.5.2 Recursos Humanos

Um dos problemas relatados pelo responsável de manutenção, para dificuldade em realizar os planos de manutenção preventiva, foi a falta de mão de obra. Considerando o atual número de técnicos de manutenção, e a divisão pelos três turnos, como demonstra a Tabela 4-7, apenas é possível realizar manutenção preventiva no turno 2, devido a nos restantes turnos apenas existir um elemento de cada especialidade, que ocupa o seu tempo a dar apoio às linhas de produção. Assim, a seguinte análise pressupõe que 2 técnicos (1 mecânico e 1 eletrícista) estarão disponíveis para realizar trabalhos de manutenção preventiva.

Tabela 4-7 – Divisão de técnicos por turnos

	Mecânicos	Eletricistas	Man. Edifício
Turno 1	1	1	0
Turno 2	2	2	1
Turno 3	1	1	0

Através dos dados de manutenção preventiva planeada no ano de 2022, foi calculada a mão de obra necessária para corresponder a 100% das horas de trabalho programadas em todas as linhas de produção. De acordo com (Farinha, 2018), uma forma simples, mas pragmática de calcular os recursos humanos necessários, é através do número de horas programadas, estimando e considerando todos os tempos não produtivos. Assim, como demonstra a equação (12):

$$\begin{aligned} \text{Tempo Total de Trabalho} &= 52 \frac{\text{semanas}}{\text{ano}} * 40 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} \\ &= 2080 \frac{\text{horas}}{\text{ano}} \end{aligned} \quad (12)$$

Considerando 30 minutos para pausa de almoço e 15 minutos de lanche da manhã, existem 45 minutos (0,75 horas) de tempo não produtivo por dia devido a pausas de refeição (13):

$$\begin{aligned} \text{Refeições/ano} &= 0,75 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} * 5 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} * 52 \frac{\text{semanas}}{\text{ano}} \\ &= 195 \frac{\text{horas}}{\text{ano}} \end{aligned} \quad (13)$$

Assim, o tempo de refeições por ano, em percentagem, é dado por (14):

$$\text{Refeições por Ano (\%)} = \frac{195 \frac{\text{horas}}{\text{ano}}}{2080 \frac{\text{horas}}{\text{ano}}} = 9,4 \% \quad (14)$$

Considerando, em média, 22 dias de férias, 10 dias de feriados e 4 dias de faltas, por ano, o tempo não produtivo por ausência é dado por (15):

$$\begin{aligned} \text{Ausências por Ano} &= \left(22 \frac{\text{dias}}{\text{ano}} + 10 \frac{\text{dias}}{\text{ano}} + 4 \frac{\text{dias}}{\text{ano}} \right) * 8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \\ &= 288 \frac{\text{horas}}{\text{ano}} \end{aligned} \quad (15)$$

Assim, o tempo de ausências por ano, em percentagem, é dado por (16):

$$\text{Ausências por Ano (\%)} = \frac{288 \frac{\text{horas}}{\text{ano}}}{2080 \frac{\text{horas}}{\text{ano}}} = 13,8 \%/ano \quad (16)$$

Por fim, os cálculos anteriores não consideram todos os tempos não produtivos, como as pequenas paragens (tempo pessoal, deslocações, reuniões, preenchimento de OTs, chamadas telefónicas, ...). Assim, segundo (Farinha, 2018), estas paragens

somam uma percentagem entre 14 e 15%. Então o tempo total produtivo (Tabela 4-8), é dado por (17):

$$\begin{aligned} \text{Tempo Total Produtivo (\%)} &= 100\% - 9,4\% - 13,8\% - 15\% \\ &= 61,8\% \end{aligned} \quad (17)$$

Tabela 4-8 – Tempos de trabalho produtivo e não produtivo anuais

Tempo total trabalho	2080 horas	100%
Férias	22 dias	13,8%
Faltas	4 dias	
Ferriados	10 dias	
15% tempo não produtivo	14 a 15 %	15,0%
Pausas refeição	30+15 min	9,4%
Tempo total produtivo	1285 horas	61,8%

Considerando as horas planeadas de manutenção preventiva em 2022, para cada especialidade (Tabela 4-9), o número de técnicos necessários é dado por (18) e (19):

Tabela 4-9 – Número de horas planeadas por especialidade em 2022 (ManWinWin)

2022 (h)	Manutenção Preventiva
1341,75	Eletricidade
2301,2	Mecânica

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ técnicos necessários (Mecânica)} &= \frac{1285 \frac{\text{horas}}{\text{técnico}}}{2301,2 \text{ horas}} \\ &= 1,79 \text{ técnicos} \Rightarrow 2 \text{ técnicos} \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ técnicos necessários (Eletricidade)} &= \frac{1285 \frac{\text{horas}}{\text{técnico}}}{1341,75 \text{ horas}} \\ &= 1,04 \text{ técnicos} \Rightarrow 1 \text{ técnico} \end{aligned} \quad (19)$$

A análise dos dados sustenta o problema de falta de mão de obra relatada pelo responsável de manutenção no ano de 2022. Para garantir a execução de todos os trabalhos de manutenção programados seria necessário aumentar a equipa.

No entanto, de modo a ser possível calcular o número exato de técnicos necessários para realizar todas as OT programadas para os anos seguintes, seria necessário atualizar os planos de manutenção preventiva de todos os equipamentos da fábrica tal como feito para as linhas 1, 3 e 6, e previamente apresentado neste relatório. Só assim é possível garantir uma análise rigorosa capaz de suportar uma decisão ao nível

da gestão dos recursos humanos na manutenção. Após esta análise e com uma gestão mais eficiente das necessidades de manutenção, seria possível concluir sobre as reais necessidades de recursos humanos. Nomeadamente deveria equacionar-se a possibilidade de:

- Otimizar os processos inerentes aos trabalhos de manutenção de modo a reduzir o número de horas;
- Priorizar trabalhos, assumindo as falhas mediante análise de risco.

Caso o número de técnicos atual não fosse capaz de satisfazer todas as HH necessárias, algumas soluções a equacionar seriam:

- Contratar mais pessoal;
- Contratar empresas externas de manutenção que se encarreguem de certos equipamentos pré-definidos;
- Trabalhar aos sábados assumindo os custos de mão de obra extra.

4.5.3 Alteração do Processo de Registos de Manutenção

A situação atual de gestão de intervenções de manutenção corretiva, tal como foi referido acima, assenta no registo de ações em papel, com posterior registo de algumas intervenções consideradas relevantes no *ManWinWin*.

Atualmente o *ManWinWin* encontra-se na versão 7, que conta com algumas novidades em relação à versão disponível na Dan Cake (*ManWinWin* 6). Alguns dos benefícios em realizar o *update* para a nova versão são (*ManWinWin*, 2023):

- Aplicação móvel, disponível através de um dispositivo como um *tablet* ou *smartphone*;
- Versão web para aceder em qualquer dispositivo e realizar pequenas tarefas, como pedidos de manutenção;
- Melhorias de desempenho e design com o objetivo de simplificar a sua utilização;
- Um assistente inteligente baseado em algoritmos de inteligência artificial.

Assim, foi proposta a aquisição da licença do *ManWinWin* 7, com o objetivo de melhorar os processos de informação das atividades de manutenção, principalmente através da utilização da aplicação móvel.

A aplicação móvel permite um registo e consulta rápida por parte dos técnicos diretamente no terreno, sem que existam perdas de informação. O *software* não permite que seja encerrada a ordem de trabalho se, por exemplo, não for introduzida a data e hora de intervenção e respetivo término, bem como a seleção do objeto de manutenção ao qual corresponde a intervenção.

Este método tem como seguintes vantagens:

- A criação de uma base de dados sólida, com histórico atualizado ao dia, permitindo a otimização contínua dos planos de manutenção;
- A consulta diretamente no software com acesso a todas as informações necessárias pelos responsáveis, que permite responder a todas as questões com acesso a dados atualizados, nas reuniões de nível 2;
- O registo de artigos utilizados e encomendados efetuadas diretamente na ordem de trabalho correspondente, permitindo não só conhecer quando é que os componentes foram substituídos, mas também fazer uma correta análise de custos de manutenção por equipamento/linha/centro de custo.

Assim, este sistema permite que a responsável de secretariado e aprovisionamento consiga introduzir os artigos que dão saída de armazém, nas respetivas ordens de trabalho.

Todos os dados gerados a partir destes registos são de extrema importância para a gestão da manutenção. Através destes é possível calcular indicadores de manutenção, que permitem tomar decisões com base em dados reais e melhorar continuamente os processos, o que vai de encontro à ideologia presente na empresa e no grupo. Assim, foi proposta a seguinte metodologia:

- Situações com técnico presente no terreno:
 1. Técnico cria a OT, através da aplicação móvel diretamente no terreno e preenche todos os campos necessários para a emitir, nomeadamente: objeto de manutenção (manualmente ou via QR⁷ Codes ou NFC⁸ Tags); responsável pela intervenção; descrição; hora de início; sintoma e causa;
 2. Acaba o trabalho e deixa a OT, com os campos preenchidos: hora de fim; material utilizado; tarefas realizadas; outros, no estado terminada;
 3. Os responsáveis de manutenção e aprovisionamento recebem alertas sobre as OT terminadas e verificam: a mão de obra; tempos de intervenção; trabalho realizado; custos; e stocks;
 4. Após todas as verificações encerram a OT.
- Situações em que o técnico não se encontra no terreno ou pedidos de manutenção não urgentes. Exemplo: problemas identificados pelos operadores de produção, qualidade ou segurança, que carecem de intervenção pela equipa de manutenção:
 1. Através da página web é realizado um pedido de manutenção, este pedido aparece no *ManWinWin* e o gestor de manutenção é notificado;
 2. O responsável de manutenção dá seguimento ao pedido, identificando o técnico responsável pela execução da OT, e o utilizador vai sendo

⁷ *Quick Response* (QR)

⁸ *Near Field Communication* (NFC)

notificado da evolução do estado do seu pedido: pendente; em avaliação; execução; ou terminado;

3. É aberta uma OT relativa ao pedido, com preenchimento de todos os campos necessários pelo responsável de manutenção e posteriormente pelo técnico que executar o trabalho, seguindo os mesmos procedimentos da situação acima descrita para o caso do técnico presente no terreno.

Através desta proposta de melhoria, pretende-se otimizar os processos inerentes ao registo e gestão de intervenções de manutenção corretiva, bem como facilitar o processo de gestão de ordens de trabalho preventivas, com os técnicos a receberem no seu dispositivo móvel as OT que lhes estão atribuídas. Esta proposta tem impacto direto:

- na comunicação entre colaboradores e departamentos;
- no controlo, por parte dos responsáveis, das atividades desenvolvidas pela equipa de manutenção, com possibilidade de análise de indicadores de manutenção;
- na criação de histórico de avarias dos equipamentos;
- na facilidade de consulta de informações sobre intervenções;
- na promoção da sustentabilidade ambiental, eliminando o consumo e arquivo de papel.

4.5.4 Circuitos de Informação

Tal como foi referido no subcapítulo 2.6, de acordo com (Kans, 2008), um modelo de sucesso para um sistema de informação possui seis dimensões: qualidade do sistema; qualidade da informação; utilização do sistema; satisfação do utilizador; impactos individuais; e impactos na organização. Contribuindo todos para o sucesso ou falha da implementação. Na Figura 4-15, são demonstrados os impactos das intervenções efetuadas no sistema de informação.

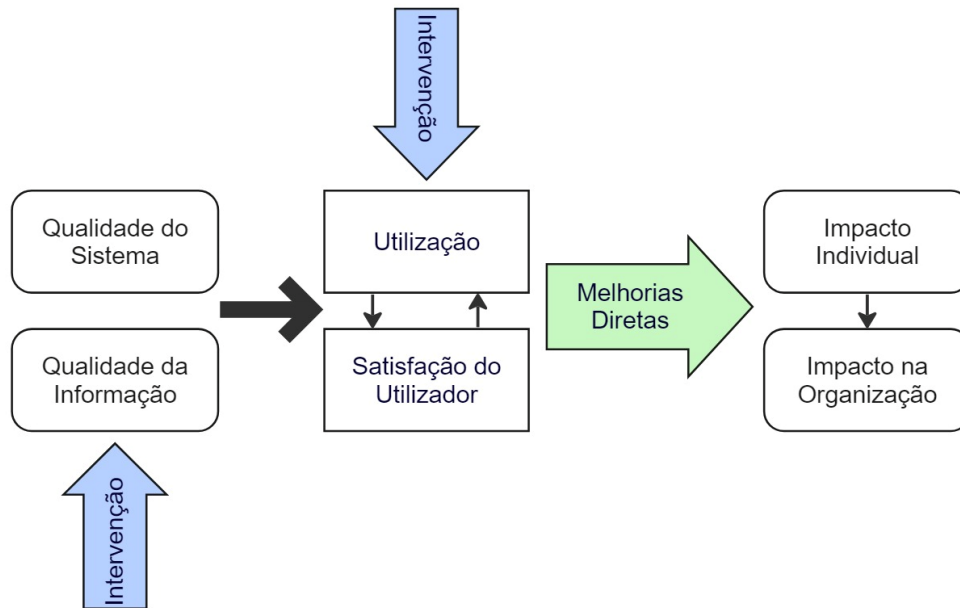


Figura 4-15 – Impacto das intervenções no sistema de informação, adaptado de (Kans, 2008)

A qualidade do sistema, não foi sujeita a melhoria durante a realização deste estágio, o CMMS já estava selecionado pela empresa, inclusive já se encontrava em utilização. No entanto, tal como referido no subcapítulo 4.5.3, foi efetuada uma proposta de melhoria que tem impacto na qualidade do sistema, não através da seleção de outro sistema, mas através da sua atualização para uma versão mais recente. Esta proposta não teve efeitos imediatos, mas ficou registada nos planos de ação dos responsáveis da fábrica, para uma futura implementação, dado à sua relevância para alimentar o sistema de informação de forma mais eficiente.

A maior intervenção efetuada foi na qualidade da informação, através da parametrização/reparametrização do sistema com dados relevantes para a sua utilização, tais como os planos de manutenção preventiva, peças de reserva e características dos equipamentos, evidenciados nos subcapítulos 4.2 e 4.4.

A utilização do sistema foi também alvo de intervenção, ao estabelecer novos procedimentos de utilização, através do envolvimento de todos os intervenientes no circuito de uma Ordem de Trabalho em intervenções preventivas (Figura 4-16). Este processo surgiu da necessidade de arranjar uma alternativa ao modelo proposto com recurso à atualização do *software*, referida em 4.5.3, onde todos os intervenientes registam e consultam as OT através do *ManWinWin*, devido a este não ter efeitos imediatos. Esta intervenção tem também influência na satisfação do utilizador, visto estar diretamente relacionada com a utilização, tal como demonstrado através da Figura 4-15.

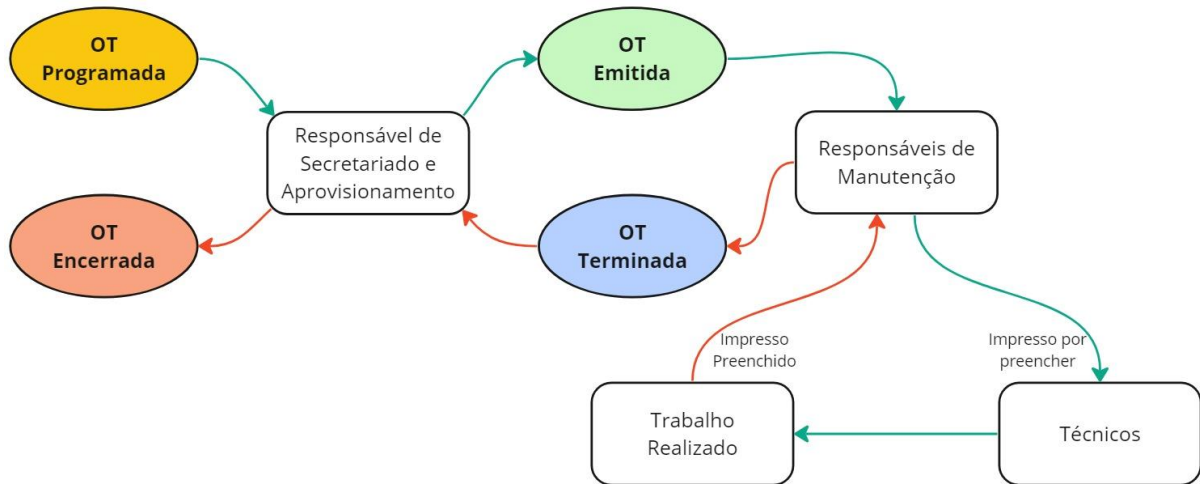


Figura 4-16 – Circuito de uma OT numa intervenção preventiva

As melhorias efetuadas surtiram efeitos positivos, com impacto direto nos utilizadores, que tal como é demonstrado através da Figura 4-15 têm repercussões em toda a organização.

4.5.5 Indicadores

A utilização de indicadores, tal como foi referido em 2.7, serve para avaliação e melhoria da eficiência e eficácia de forma que seja atingida a excelência. Pelo que, tal como já são utilizados no departamento de produção da empresa, foi proposto que sejam utilizados também no departamento de manutenção.

Durante a realização do estágio não houve oportunidade para obter dados suficientes e relevantes para a determinação de indicadores, tais como o MTTR ou o MTBF, entre outros. No entanto realça-se a importância do preenchimento e registo das atividades de manutenção de modo que no futuro seja possível a realização deste trabalho.

Apesar de não terem sido desenvolvidos indicadores, foi possível utilizar os indicadores de produção para avaliar as atividades de manutenção anuais, durante a preparação das linhas para a produção *Walmart*. Tal como referido em 4.1.4 a produção utiliza três indicadores para avaliar o desempenho das linhas de produção, o OEE, o Sobrepena e o Desperdício. Estes indicadores apesar de não serem indicadores técnicos de manutenção, podem espelhar diretamente a eficiência dos equipamentos e por isso verificar se ocorreram melhorias após um determinado acontecimento. Nesse sentido, foram avaliados os três indicadores antes e após a manutenção anual efetuada para preparação das linhas, no ano de 2023.

A manutenção anual efetuada, permitiu testar cerca de 60% do plano de manutenção anual definido para cada linha ao longo deste relatório, obtendo uma boa indicação do valor acrescentado da manutenção preventiva e dos novos procedimentos. Na Figura 4-17, Figura 4-18 e Figura 4-19 observam-se as melhorias obtidas nos KPIs após a realização destes trabalhos na Linha 3.



Figura 4-17 – Melhoria no OEE da L3 em 2023 depois da manutenção anual

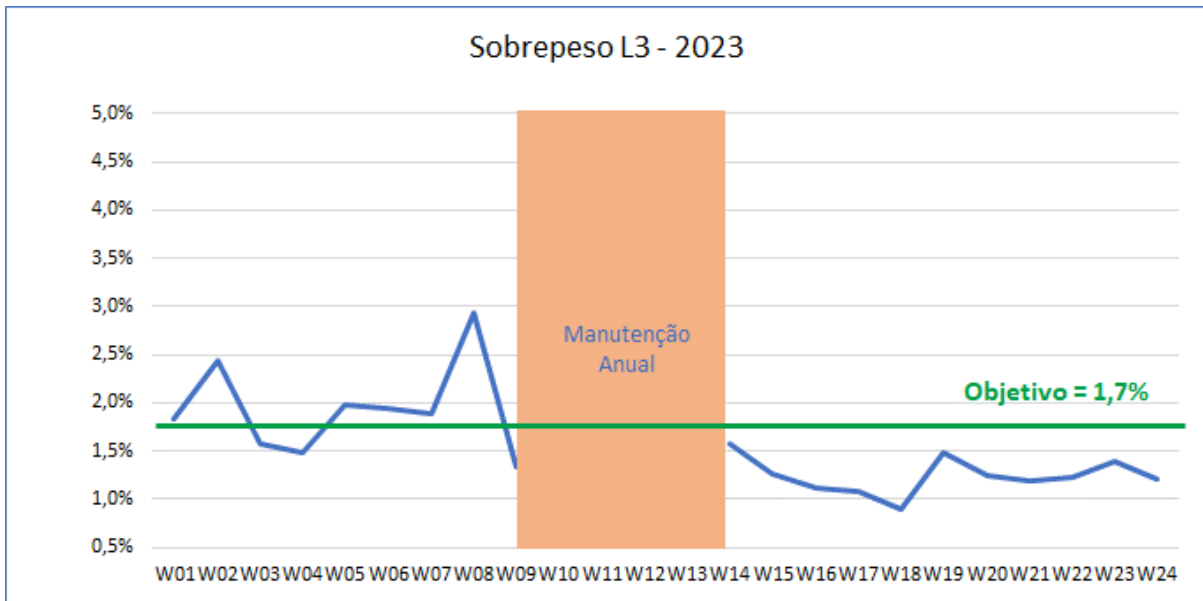


Figura 4-18 - Melhoria no Sobrepeso da L3 em 2023 depois da manutenção anual



Figura 4-19 - Melhoria no Desperdício da L3 em 2023 depois da manutenção anual

5 CONCLUSÕES

A oportunidade da realização deste estágio curricular nas instalações da Dan Cake Portugal, permitiu explorar e aplicar os conceitos teóricos lecionados ao longo do MEGAF, numa empresa histórica de renome nacional, mas também, com grande destaque no competitivo mercado internacional.

Neste relatório foram apresentados temas relacionados com a gestão de ativos físicos, gestão da manutenção, qualidade e segurança alimentar, passíveis de serem aplicados na melhoria da organização do departamento de manutenção, através da manutenção preventiva. O trabalho realizado permitiu introduzir dados que acrescentam bastante valor ao sistema de informação, utilizado pelo departamento de manutenção.

Através desta otimização do CMMS, foi ainda possível reorganizar o circuito de informação, bem como elaborar propostas para que, no futuro a sua utilização possa ser desenvolvida de uma forma mais eficiente, nomeadamente através da utilização de dispositivos móveis. O esforço inicial para que este sistema seja colocado em pleno funcionamento foi efetuado, apesar de futuramente seja necessário dar formação contínua a todos os utilizadores, contribuindo para a otimização deste processo tão importante na gestão de ativos físicos, tal como demonstrado através do modelo proposto.

Assumindo um mercado cada vez mais competitivo, com as recentes dificuldades económicas, o aumento do custo das matérias-primas e dos custos energéticos, torna-se fundamental que as empresas assumam uma postura de atualização constante, na forma como fazem a gestão dos seus recursos. Pelo que, a adoção de estratégias e ferramentas que simplifiquem essa mesma gestão, são muitas vezes, a chave para o sucesso. De acordo com os tópicos abordados neste relatório, a gestão de ativos físicos tem um papel fundamental na eficiência dos equipamentos produtivos, que se traduz na segurança alimentar, na qualidade do produto e no aumento da disponibilidade de produção. Assim, futuramente recomenda-se, seguindo a metodologia de melhoria contínua apresentada, realizar a atualização dos planos de manutenção preventiva das restantes linhas de produção, bem como alargar os procedimentos estabelecidos na sua aplicação, utilizando sempre o CMMS. Garantindo assim, uma gestão eficiente de todos os ativos físicos da unidade fabril.

Futuramente, recomenda-se ainda que seja implementado um sistema de indicadores que permitam medir e analisar a performance da manutenção. Tal como foi referido neste relatório, a adoção de indicadores garante que se atinga a excelência na gestão de ativos, permitindo ao gestor avaliar e tomar decisões com base em dados quantitativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, F. D. (2016). *Gestão da Manutenção na Indústria*. Lidel.
- Assis, R. (2014). *Apoio à Decisão em Manutenção e Gestão de Ativos Físicos*. (2ª ed.). Lidel.
- Biscuit International*. (8 de Abril de 2023). Obtido de <https://www.biscuitinternational.com/>
- BRC Food. (2018). *Global standard food safety. Issue 8*. London, UK: British Retail Consortium.
- Cabral, J. P. (2016). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios* (4ª ed.). Lisboa: Lidel.
- Chen, W., Chen, K., Cheng, J., Wang, Q., & Gan, V. (2018). BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. *Automation in Construction*, 15-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.007>
- Conceição, J. L., Vieira, A. C., & Santos, R. M. (2018). Maintenance Management Challenges for the region of Médio Tejo. Em J. T. Farinha, & D. Galar (Ed.), *Proceedings of Maintenance, Performance, Measurement and Management (MPMM 2018) - The Future of Maintenance* (pp. 45-50). Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Mecânica. - Coimbra : Imprensa da Universidade de Coimbra. Obtido de <http://id.bnportugal.gov.pt/bib/bibnacional/1889269>
- Dan Cake. (2022). *Manual da Qualidade e Segurança Alimentar*. Coimbra.
- Dan Cake*. (16 de Julho de 2023). Obtido de <https://dancake.pt>
- Farinha, J. (2018). *Asset Maintenance Engineering Methodologies (1st ed)*. Coimbra: CRC Press. doi:<https://doi.org/10.1201/9781315232867>
- Gulati, R., & Smith, R. (2009). Maintenance and Reliability Best Practices. *New York: Industrial Press Inc*.
- IEC 60300-3-3. (2004). *Dependability management - Part 3-3: Application guide - Life cycle costing*. International Electrotechnical Commission .
- IFS Food. (2017). *Food standard for auditing quality and food safety products. Version 6.1*. International Featured Standards.
- Kans, M. (2008). An approach for determining the requirements of computerised maintenance management systems. *Computers in Industry*, 59(1), 32-40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.06.003>.
- Labib, A. (2004). A decision analysis model for maintenance policy selection using a CMMS. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 10(3). doi:10.1108/13552510410553244

- Li, L., Wang, Y., & Lin, K. (2021). Preventive maintenance scheduling optimization based on opportunistic production-maintenance synchronization. *Journal of Intelligence Manufacturing*, 32, 545-558. doi:<https://doi.org/10.1007/s10845-020-01588-9>
- ManWinWin*. (8 de Abril de 2023). Obtido de <https://www.manwinwin.com/pt/pagina-principal/>
- Mobley, R. K. (2014). *Maintenance Engineering Handbook* (8ª ed.). New York.
- NP 4483. (2009). *Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção*. Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 13306. (2021). *Terminologia da Manutenção*. Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 13460. (2009). *Documentação para a manutenção*. Instituto Português da Qualidade.
- NP EN 15341. (2009). *Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)*. Instituto Português da Qualidade.
- NP ISO 55000. (2016). *Gestão de ativos. Visão geral, princípios e terminologia*. Instituto Português da Qualidade.
- NP ISO 55001. (2016). *Gestão de ativos. Sistemas de gestão. Requisitos*. Instituto Português da Qualidade.
- NP ISO 55002. (2016). *Gestão de ativos. Sistemas de gestão. Linha de orientação para a aplicação da ISO 55001*. Instituto Português da Qualidade.
- Parra, C., González-Prida, V., Candón, E., De la Fuente, A., Martínez-Galán, P., & Crespo, A. (2021). Integration of Asset Management Standard ISO55000 with a Maintenance Management Model. Em A. C. Márquez, D. Komljenovic, & J. Amadi-Echendu (Ed.), *14th WCEAM Proceedings* (pp. 189-200). Springer Cham. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-64228-0_17
- Pereira, F. J., & Sena, F. M. (2016). *Manutenção de Instalações Técnicas*. Porto: Publindústria, Edições Técnicas.
- Simões, G. P. (2022). *Indicadores de Desempenho na Indústria Alimentar - o Caso Dan Cake*. [Master's Thesis, Universidade de Coimbra].
- Smith, D. (2019). Global Food Safety Initiative scheme audit requirements regarding cleaning tool and utensil selection and maintenance – a review. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11(7), 603-611. doi:<https://doi.org/10.3920/QAS2018.1409>
- Sullivan, G. P., Pugh, R., Melendez, A. P., & Hunt, W. D. (2010). *Operations & Maintenance Best Practices – A Guide to Achieving Operational Efficiency (Release 3)*. United States. doi:<https://doi.org/10.2172/1034595>
- Vieira, A. C. (2013). *Organização e Gestão da Manutenção em Estabelecimentos de Ensino*. [Doctoral Thesis, Universidade de Coimbra].


Yang, L., Ye, Z., Lee, C., Yang, S., & Peng, R. (2018). A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement. *European Journal of Operational Research*, 274(3), 966-977. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.049>

ANEXOS

Anexo A – Folhas de Intervenção

Turno ① ② ③
 Mec Elec

Nome _____ Data _____



				Manutenção	
				Intervenções no período de trabalho	
Nº	Linha	Horário da Intervenção			
1				Descrição da Ocorrência/Atividade	
Material Utilizado:				Anomalia:	Parou a linha
				Causa:	<input type="checkbox"/> Sim
				Acção:	Continua para o turno seguinte
				Foi feita a limpeza correta da zona de forma a eliminar potenciais perigos? _____ Foram retirados todos os materiais usados? _____	<input type="checkbox"/> Sim
2				Anomalia:	
Material Utilizado:				Causa:	<input type="checkbox"/> Sim
				Acção:	Continua para o turno seguinte
				Foi feita a limpeza correta da zona de forma a eliminar potenciais perigos? _____ Foram retirados todos os materiais usados? _____	<input type="checkbox"/> Sim
				Anomalia:	
3				Anomalia:	
Material Utilizado:				Causa:	<input type="checkbox"/> Sim
				Acção:	Continua para o turno seguinte
				Foi feita a limpeza correta da zona de forma a eliminar potenciais perigos? _____ Foram retirados todos os materiais usados? _____	<input type="checkbox"/> Sim
				Anomalia:	
4				Anomalia:	
Material Utilizado:				Causa:	<input type="checkbox"/> Sim
				Acção:	Continua para o turno seguinte
				Foi feita a limpeza correta da zona de forma a eliminar potenciais perigos? _____ Foram retirados todos os materiais usados? _____	<input type="checkbox"/> Sim
				Anomalia:	
5				Anomalia:	
Material Utilizado:				Causa:	<input type="checkbox"/> Sim
				Acção:	Continua para o turno seguinte
				Foi feita a limpeza correta da zona de forma a eliminar potenciais perigos? _____ Foram retirados todos os materiais usados? _____	<input type="checkbox"/> Sim
				Anomalia:	
6				Anomalia:	
Material Utilizado:				Causa:	<input type="checkbox"/> Sim
				Acção:	Continua para o turno seguinte
				Foi feita a limpeza correta da zona de forma a eliminar potenciais perigos? _____ Foram retirados todos os materiais usados? _____	<input type="checkbox"/> Sim
				Anomalia:	
7				Anomalia:	
Material Utilizado:				Causa:	<input type="checkbox"/> Sim
				Acção:	Continua para o turno seguinte
				Foi feita a limpeza correta da zona de forma a eliminar potenciais perigos? _____ Foram retirados todos os materiais usados? _____	<input type="checkbox"/> Sim
				Anomalia:	

Revisão: 01
Data: 18/10/18

Anexo B – Valores Extremos Para os Parâmetros de Classificação

HST	Segurança	10 se equipamento representa alto risco e está a colocar em causa a segurança das pessoas e/ou dos equipamentos.
		1 se equipamento não representa qualquer risco.
Manutenção	Fiabilidade	10 se equipamento tem fiabilidade muito reduzida.
		1 se equipamento tem uma fiabilidade muito elevada.
	Deteção de Falha	10 se apenas é detetada a falha quando o equipamento já está danificado e afeta a produção.
		1 se é possível detetar uma falha automaticamente permitindo intervir antes de prejudicar a produção e/ou o equipamento.
	Histórico	10 se apresenta histórico consistente de avarias repetidas e em grande número.
		1 se não há registo de avarias.
	Custos	10 se apresenta um custo de substituição muito elevado.
		1 se apresenta um baixo custo de substituição.
	Peças de Reserva	10 se o equipamento não tem qualquer stock de componentes e/ou tem prazos de entrega longos.
		1 se o equipamento tem os componentes suscetíveis de serem substituídos em stock e/ou com um prazo de entrega muito curto.
Produção	Paragens	10 se o equipamento causa paragens em todas as produções devido a falhas/avarias/afinações.
		1 se o equipamento não causa paragens devido a falhas/avarias/afinações.
	Desperdício	10 se o equipamento causa desperdício todas as produções.
		1 se o equipamento não tem influência no desperdício.
	Sobrepeso	10 se o equipamento prejudica o sobrepeso todas as produções.
		1 se o equipamento não tem influência no sobrepeso.

Anexo C – Classificações Atribuídas a Equipamentos da Linha 1

Cod.	Descrição	HST			Manutenção					Produção			1 a 10
		Segurança	Fiabilidade	Deteção de Falha	Histórico	Custos	Peças de Reserva	Paragens	Desperdício	Sobrepeso	Total		
CL01.02	Rotativa	5	6	7	8	7	4	6	7	7	6,80		
CL01.05	Máquina da Vanilla	5	7	6	7	6	4	8	8	8	6,68		
CL01.12	Máquina 1 - Enformagem	3	7	5	9	8	4	7	5	1	6,44		
CL01.15	Máquina 2 - Enchimento Latas	3	7	5	7	8	4	6	5	1	5,64		
CL01.17	Máquinas Fita-cola	6	6	7	6	4	5	4	1	1	4,88		
CL01.08	Forno	6	5	4	5	9	6	3	4	1	4,84		
CL01.10	Tapete Rede transf. Saída do forno	6	4	7	5	4	5	3	6	1	4,68		
CL01.06	Máquina Corte 1	4	4	6	3	4	5	6	6	8	4,52		
CL01.07	Máquina Corte 2	4	4	6	3	4	5	6	6	8	4,52		
CL01.04	Máquina Cobertura Açúcar	2	5	6	4	4	5	5	5	1	4,08		
CL01.03	Máquina Pintura de Biscoito	2	5	6	3	4	5	5	5	1	3,72		
CL01.11	Transporte Bolacha sob ventilação	5	2	7	3	5	6	3	2	1	3,56		
CL01.13	Tapete transporte bolacha nas formas	2	2	7	4	4	5	3	2	1	3,52		
CL01.42	Encartonadora IndusStock	4	4	6	3	3	5	2	3	1	3,32		
CL01.37	Encartonadora Econoseal	4	4	6	3	3	5	2	3	1	3,32		
CL01.24	Máquina Etiquetadora Fundo das latas	3	3	6	3	4	5	3	1	1	3,16		
CL01.01	Sistema de transporte carros de massa	9	3	9	1	4	7	1	1	1	3,16		
CL01.23	Ink-Jet Latas	3	2	4	4	4	3	3	1	1	3,12		
CL01.26	Ink-Jet Caixas	3	2	4	4	4	3	3	1	1	3,12		
CL01.21	Circuito distribuição ar comprimido	6	5	5	2	4	5	2	1	1	3,04		

Anexo D - Classificações Atribuídas a Equipamentos da Linha 3

Cod.	Descrição	HST	Manutenção					Produção			Total
			Segurança	Fiabilidade	Deteção de Falha	Histórico	Custos	Peças de Reserva	Paragens	Desperdício	
CL03.05	Máquina da Vanilla	5	7	6	10	6	4	8	8	8	7,76
CL03.02	Rotativa	5	6	7	7	7	4	7	7	7	6,52
CL03.15	Máquina 2 - Enchimento Latas	3	7	5	9	8	4	7	5	1	6,44
CL03.13	Máquina 1 - Enformagem	3	7	5	8	8	4	7	6	1	6,16
CL03.08	Forno	6	5	4	6	9	6	3	4	1	5,20
CL03.17	Máquinas Fita-cola	6	6	7	6	4	5	6	1	1	5,04
CL03.10	Tapete Rede transf. Saída do forno	6	6	7	5	4	5	5	6	1	5,00
CL03.06	Máquina Corte 1	4	4	6	4	4	5	5	6	8	4,80
CL03.07	Máquina Corte 2	4	4	6	4	4	5	5	6	8	4,80
CL03.03	Máquina Pintura de Biscoito	3	5	6	5	4	5	5	5	1	4,52
CL03.04	Máquina Cobertura Açúcar	3	5	6	4	4	5	5	5	1	4,16
CL03.40	Máquina fechar caixas - Comarme	4	3	7	4	6	6	5	1	1	4,08
CL03.14	Tapete transporte bolacha nas formas	2	3	6	4	4	4	4	3	1	3,60
CL03.11	Transporte Bolacha sob ventilação	5	2	7	3	5	6	3	2	1	3,56
CL03.19	Máquina colocar etiquetas lateral	3	3	7	3	4	6	3	1	1	3,32
CL03.23	Máquina Etiquetadora Fundo das latas	3	3	6	3	4	5	3	1	1	3,16
CL03.01	Sistema de transporte carros de massa	9	3	9	1	4	7	1	1	1	3,16
CL03.22	Ink-Jet Latas	3	2	4	4	4	3	3	1	1	3,12
CL03.25	Ink-Jet Caixas	3	2	4	4	4	3	3	1	1	3,12
CL03.21	Circuito distribuição ar comprimido	6	5	5	2	4	5	2	1	1	3,04

Anexo E - Classificações Atribuídas a Equipamentos da Linha 6

Cod.	Descrição	HST		Manutenção						Produção			1 a 10
		Segurança	Fiabilidade	Deteção de Falha	Histórico	Custos	Peças de Reserva	Paragens	Desperdício	Sobrepeso	Total		
CL06.02	Máquina Rotativa	5	7	6	7	6	4	7	7	6	6,36		
CL06.05	Máquina da Vanilla	5	5	6	7	7	4	7	6	5	6,12		
CL06.12	Máquina de Enformar	3	7	5	8	8	4	6	6	1	6,08		
CL06.15	Máquina Enchimento de Latas	3	6	5	7	8	4	6	6	1	5,64		
CL06.30	Samsapack	3	6	6	8	7	5	5	1	1	5,60		
CL06.08	Forno	6	5	3	5	8	6	5	2	1	4,68		
CL06.10	Transf. Produto do Forno	6	6	6	4	5	5	4	6	1	4,56		
CL06.17	Máquinas da Fita-Cola	6	6	6	5	4	5	5	1	1	4,52		
CL06.06	Máquina Corte 1	5	4	6	4	4	5	4	4	2	4,16		
CL06.07	Máquina Corte 2	5	4	6	4	4	5	4	4	2	4,16		
CL06.04	Máquina Cobertura Açucar	2	4	6	4	5	5	5	2	1	3,84		
CL06.03	Máquina da Pintura	2	4	6	4	4	5	5	2	1	3,76		
CL06.13	Tapete Transp. Bolacha nas Formas	2	2	7	4	4	5	3	2	1	3,52		
CL06.11	Tapete Transp. Bolacha sob Ventilação	5	3	6	3	4	5	2	1	1	3,24		
CL06.23	Máquina de Fechar Caixas	4	4	6	3	3	5	2	1	1	3,16		
CL06.01	Sistema de Transporte carros massa	9	3	9	1	4	7	1	1	1	3,16		
CL06.22	Máq. Etiquetadora fundo latas	3	3	6	3	4	5	3	1	1	3,16		
CL06.21	Ink Jet Latas	3	2	4	4	4	3	3	1	1	3,12		
CL06.24	Ink Jet Caixas	3	2	4	4	4	3	3	1	1	3,12		
CL06.20	Circuito Ar-Comprimido	6	5	5	2	4	5	2	1	1	3,04		

Anexo F – Ficha de Manutenção Planeada

Ficha Manutenção Planeada			DAN CAKE - COIMBRA	
Critério:				
Planos Manutenção do Objecto: EB-0006 - MAQUINA ENFORMAR BUTTER COOKIES (CL03.13)				
A-02 - Revisão Bienal - Máq. 1 (Tapete Vácuo) CL03				
Objecto:		Tipo Trabalho:		Prev. TOM (H):
EB-0006 - Máquina enformar butter cookies (CL03.13)		A - Revisão/Inspeção Sistemática		32,00
Periodicidade				
Calendário:	Registo (H):	Próxima FMP:		
12 Meses		A-03 - Revisão Bienal - Máq. 1 (Aranha) CL03		
Tarefas				
Preparações				
Número	Biblioteca	Tipo Preparação	Ligação Biblioteca	
001	MAQ1_TAPETE - Tapete de Vácuo Rev_Bienal	-	Não	
Substituir correntes de transmissão dos transportadores. Trocar correias e rolamentos do tapete de vácuo. Limpar e lubrificar aranha. Substituir correias. Verificar rótulas e rolamentos, trocar se necessário. Substituir tubos da sucção da bolacha, braço das formas e tapete de vácuo. Inspeção e limpeza do sistema de sucção. Testar movimento da máquina e ajustar alturas de sucção e entrega. Garantir que foi feita a limpeza correta da zona, por forma a eliminar potenciais perigos, após a intervenção? Foram retirados todos os materiais usados na intervenção?				
Previsões Mão de Obra				
Origem	Função	Rubrica	HH	Custo
MAQ1_TAPETE	MAN.002 - Mecânica	1.01 - Pessoal Interno	24,00	144,96
			Total:	24,00 144,96
Previsões Artigos				
Origem	Artigo	Rubrica	Quant.	Custo
	M.TR.110.078 - Correla Dentada 450 L 100	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	20,00	179,70
	M.TR.010.027 - Corrente Renold Synergy Simples 1/2	2.01 - Saldas amazém - mater. consumo	2,80	115,09
	M.TR.010.028 - Corrente Renold Synergy Dupla 3/8	2.01 - Saldas amazém - mater. consumo	1,30	61,54
	M.TR.010.031 - Corrente Renold Synergy Dupla 1/2	2.01 - Saldas amazém - mater. consumo	1,45	115,35
	M.TR.040.058 - Eio Renold Synergy Duplo 1/2	2.01 - Saldas amazém - mater. consumo	2,00	17,20
	M.TR.040.059 - Eio Renold Synergy Simples 1/2	2.01 - Saldas amazém - mater. consumo	2,00	9,08
	M.TR.040.062 - Eios Engate Duplos 3/8" RENOLD SYNERGY	2.01 - Saldas amazém - mater. consumo	1,00	7,40
	M.TR.110.135 - Correla Dentada 360 H 300	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	1,00	33,70
	M.TR.110.142 - Correla Dentada 570 H 200	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	2,00	51,34
	M.R.O.010.006 - Rolamentos 6005-2RS	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	4,00	12,32
	M.R.O.100.027 - Rolamentos 2202 E-2RS 1TN9	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	1,00	17,75
	M.R.O.100.008 - Rolamentos 2203-2RS 1TN9	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	1,00	19,91
	N.MA.010.029 - Tubo Alimentar Superflex Transparente 100	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	3,20	46,84
	N.MA.010.021 - Tubo Superflex 50	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	8,40	71,86
	M.R.O.160.011 - Rolamentos HK 2016	2.02 - Saldia amazém - sobressalentes	11,00	39,52
20060223 09:00:56			1 / 4	
ManWinWin				

Manutenção Preventiva e Otimização de um CMMS numa Indústria Alimentar

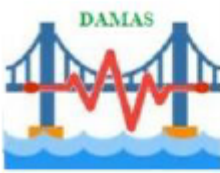
Ficha Manutenção Planeada

DAN CAKE - COIMBRA

M.R.O.160.009 - Rolamentos HK 1616	2.02 - Salda amazém - sobressalentes	9,00	26,01
M.FM.090.003 - Varão INA Red. 16mm	2.02 - Salda amazém - sobressalentes	1,10	20,24
M.FM.090.004 - Varão INA Red. 20mm	2.02 - Salda amazém - sobressalentes	1,70	47,60
		Total:	882,46
		Total:	1 037,41

Anexo G – Unified 2023 Acceptance Letter

The Unified Conference of DAMAS, IncoME and TEPEN Conferences (UNified 2023),
29 Aug - 1 Sep, 2023, University of Huddersfield, Huddersfield, UK



Paper ID 7154
04 Aug 2023

PAPER ACCEPTANCE LETTER

Dear Authors

We are pleased to inform that your paper is now accepted for the presentation in the conference. We sincerely invite you to join the Unified Conference of **DAMAS**, **IncoME** and **TEPEN** conferences (UNified 2023), which will take place from **29th Aug to 1st Sep 2023** at the **University of Huddersfield**, Huddersfield, UK.

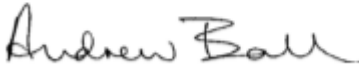
Title: A case study regarding asset management at a bakery processing industry and the constraints presented for the maintenance of its industrial equipment

Authors: João Garrido, Ana C V Vieira and José T. Farinha

Please make sure you will book your hotel well before attending the conference. For the directions, accommodation, the conference programme and other relevant information, please visit the conference website at <https://unified2023.org/>

We are thankful for your sincere contribution and kind support and looking forward to meeting you at this conference.

Kind regards



Andrew D Ball

Conference Chair of UNified 2023

Pro-Vice-Chancellor (Research, Innovation & Knowledge Exchange) and Professor of Diagnostic Engineering, University of Huddersfield

Local organising committee

Conference email: unified2023@hud.ac.uk

Conference web: <https://unified2023.org/>

Anexo H – Artigo Publicado em *Conference Proceedings by Springer*

A case study regarding asset management at a bakery processing industry and the challenges presented for the maintenance of its industrial equipment

João Garrido^{1*}, Ana C V Vieira¹²³⁴, and José T Farinha¹²

¹ Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra Institute of Engineering, Rua Pedro Nunes - Quinta da Nora, 3030-199 Coimbra, Portugal

² RCM2+ Research Centre for Asset Management and Systems Engineering, Polytechnic Institute of Coimbra, Coimbra Institute of Engineering, Rua Pedro Nunes - Quinta da Nora, 3030-199 Coimbra, Portugal

³ CISE - Electromechatronic Systems Research Centre, Universidade da Beira Interior, Calçada Fonte do Lameiro, P – 6201-001 Covilhã, Portugal

⁴ Ci2 - Smart Cities Research Center, Polytechnic Institute of Tomar, Portugal
joaobg.7@gmail.com (FA)(CA); avieira@isec.pt; tfarinha@isec.pt

Abstract. The strict normative and regulatory requirements to which the food industry is subject, present challenges to its assets management. For these companies, proper maintenance management and organization of their industrial equipment is essential. It is important to guarantee the necessary safety and security conditions, supported in detailed and updated information regarding assets, aiming to manage its life cycle, namely the operation phase. The preceding permits to increase the competitiveness, because the production is directly related to the equipment's Availability.

In this context, this paper presents activities carried out at a bakery company at Portugal, with the main objective of introducing an asset management policy supported by preventive maintenance and continuous improvement of processes, such as issuing work orders and managing of spare parts, through a Computerized Maintenance Management System (CMMS), thus increasing the productivity of tasks inherent to the team. In the preparation of the preventive maintenance plan, the well-known and most common failures in the equipment, the criticality of the assets as well as the knowledge of maintenance technicians who worked with this equipment from the beginning of its life cycle were considered, based on the historical information available in the system. Connecting these plans with a perspective of continuous improvement growing within the organization, it was possible to set goals and strategically plan the management of these assets, focusing on maximizing their availability, adjusting tasks and periodicity preventing possible breakdowns.

Keywords: Physical Asset Management, Preventive Maintenance, Continuous Improvement, Information Systems.

1 Introduction

1.1 Asset Management Challenges for Food Industry

Managing organization's assets is critical to maximizing the value of services provided to costumers or the community. According to the ISO 55000 Standard “Asset management translates the organization’s objectives into asset-related decisions, plans and activities, using a risk-based approach”. Asset management allows the application of analytical approaches to managing an asset throughout its entire life cycle [1-3].

The literature in this field of knowledge, including the specific Standards, namely ISO 55000 Standard family, highlights the importance of improvement by including it as a main element of an asset management system. According to these Standards, “Continuous improvement is a concept applicable to assets, asset management activities and asset management system, including activities or processes that are sub-contracted”. The same idea is mentioned by several authors [1-5].

Currently, quality and food safety are fundamental aspects considered by consumers when purchasing a food product. So, it is necessary to be constantly careful with these aspects when producing food goods, to avoid food deterioration and the consequent danger to human health. Thus, measures and systems for food control are necessary throughout the chain, from the reception of raw materials, through the maintenance of equipment allocated to the production lines, up to the transportation to the final consumer.

In the food industry, asset management plays a very important role, as all assets are in direct contact with or can contaminate food, which can have very severe consequences for human health with subsequent impact on organizations.

1.2 Normative Restrictions and Regulations for Food Industry

In this industry, companies that want to maintain good quality models and give confidence to their customers must have standardized procedures. Quality standards are an important factor in the European Union (EU) market. EU food legislation concerns food, raw materials, description of food products, chemical safety, sanitary and hygienic conditions, and a few other product specific regulations. EU laws are coordinated by the European Food Safety Authority (EFSA), but each country has its own national regulatory bodies [6].

The Global Food Safety Initiative (GFSI) integrates various national food safety standards and systems to create a common set of criteria and requirements. So, the coordination and harmonization of systems and standards join different national regulations and appeal to consumer confidence [6,7,8]. Thus, many external food safety and quality audits follow one of the four main food safety schemes approved by GFSI, which are [8]:

- The British Retail Consortium (BRC) Global Standard for Food Safety;

- International Standards Organization's Food Safety System Certification (ISO, FSSC 22000);
- Safe Quality Foods (SQF) Program;
- International Featured Standards (IFS) Food.

The proper operation of equipment is of great importance in the quality and safety of the final product. Thus, the assets maintenance activity in this sector, regardless of the industry specificity, is also subject to assessment by the certifying entities, providing that they are certified by these standards. Some of the parameters evaluated in the field of maintenance are [9,10]:

- Existence of a properly documented and implemented maintenance plan, which covers all critical equipment and describes the maintenance activities necessary to ensure the safety and quality of food, applicable to internal activities or external maintenance services;
- All materials used for repairs must be suitable for the intended use and must not pose any risk of contamination;
- All maintenance activities performed must be documented, including preventive maintenance, repairs, and equipment replacement. These documents must contain detailed information regarding the activities carried out, dates and those responsible for its execution;
- Selection of suitable lubricants, with the respective certificate of food compatibility, attesting they don't represent a risk for contamination of food products.

1.3 Significance of Information Systems for Asset Management

The asset management process requires substantial information to be collected from many parts of the organization. This information should be stored so, that long-term trends can be identified. The asset management process uses this information to plan and schedule asset maintenance activities, renewal, and replacement. These information systems facilitate the processes of obtaining, storing, processing, and maintaining large volumes of data related to assets [11].

The most common information systems for asset management are the Computerized Maintenance Management System (CMMS), focused on maintenance, and the Enterprise Asset Management (EAM), which allow managing the entire life cycle of assets [3].

2 Case Study

This paper is the result of a project focused on preventive maintenance and continuous improvement of processes, using a CMMS, carried out in the maintenance department of Dan Cake Portugal S.A., with the main objective of minimizing the

number of corrective actions in Butter Cookies production lines, reducing production stoppages.

2.1 Overview of the Bakery Processing Industry

Dan Cake Portugal, founded in 1978, is a specialized bakery company. Since 2003, Dan Cake has gained recognition as one of the largest Butter Cookies producers in the world, reaching 60% of total sales in exports to over 50 countries. The main markets where it operates are the United States of America, Spain, France, Austria, and Italy. Since 2021, it belongs to the international group Biscuit International, which owns 30 factories across Europe.

Dan Cake Portugal currently operates three lines dedicated to produce Butter Cookies. The production lines are divided into four main sectors: dough preparation, product formation, baking and packaging.

2.2 Maintenance Management Structure

The maintenance team is led by the maintenance manager, who manages the team and has technical functions in electricity and electronics. The team is also composed of an element responsible for the secretariat and procurement and of eleven elements divided into two sectors: electricity and mechanics. It was found that the maintenance team essentially follows a corrective maintenance approach, centred on repairing faults or daily adjustments. The main problems identified were: ineffective information circuits; inefficient team management; and lack of records and documentation.

2.3 Information Backlog and Management

Documentation of corrective maintenance actions are carried out on paper intervention sheets, by the technicians themselves. These records are often not accurately carried out. In addition, the lack of records is a problem that happens daily for reasons, such as forgetting, lack of time to fill in the intervention sheets and undervaluing their importance. This information mostly remains on the intervention sheets and is archived.

The maintenance department works with the support of a Portuguese developed CMMS with a strong international recognition, founded in 1981. Present in over 120 countries, this software, that we designate by software X, has consistently appeared in the world's top 20 for maintenance management systems. This CMMS has several capabilities to support maintenance management activities, such as the management of: equipment fleet; preventive maintenance; Working Orders; warehouse and shopping orders; and detailed management of costs, with the possibility of creating and managing budgets.

Although the X software has all these capabilities, they are not being fully exploited, as the software is only used by the person responsible for the secretariat and

procurement. Until the beginning of the project presented in this article, it had been used to manage the spare parts warehouse and, eventually to generate preventive work orders if convenient in the framework of quality certification. Occasionally, it is also used to create corrective Working Orders when requested by the maintenance manager. This random usage of the software naturally is not representative of the number of real interventions. However, it is important to improve the gathering of significant information since it is mandatory to keep the certification of this bakery, namely BRC and International Featured Standards (IFS) previously referred.

3 Asset Maintenance Management Model Proposal

Based on the scarce historical information available at the beginning of this project, aiming to support an efficient asset management, some procedures were established. These procedures emphasize the importance of the complete registration of Working Orders including information about resources, such as unknown spare parts. Along time, the information consistently gathered will support adequate history analysis and future reports. The proposed maintenance management system organization is focused on the continuous optimization of the processes established in this project. Thus, following a methodology based on the maintenance model proposed in Figure 1, the maintenance organization will improve significantly [4,5].



Fig. 1. Maintenance model for continuous improvement based on PDCA Cycle [1,2,4,5].

3.1 Equipment and Most Common Failures

For the preparation and optimization of preventive maintenance plans, the first step was analysing the plans in force. Through this analysis, some problems and possible improvements were identified, such as: poorly adjusted plans; lack of important information; inadequate lubrication plans; incomplete or missing maintenance procedures.

Most of the preventive maintenance plans did not correspond to equipment requirements or working conditions. The existing plans did not contain important information such as spare parts needed for planned maintenance; so, their stock was not guaranteed in advance. There was only one maintenance plan for the lubrication of all line components, clearly insufficient given the diversity of assets installed in the facilities. Some equipment did not yet have a maintenance plan and some existing procedures were incomplete.

After this analysis, existing periodicities, and the tasks of each plan were related to the information of fault history for each equipment, allowing to understand if it was necessary to add actions or adjusts. Each piece of equipment has its own particularity, in terms of faults and components that are susceptible to failure; however, there are wear components that are common to most of them. Thus, it was verified through the history that the components responsible for most of the breakdowns or defective productions are bearings, belts, chains, cylinders, and pneumatic valves.

Equipment location was also considered when choosing tasks and periodicities, since in the product formation sector, there are many cleaning operations, using water and detergents, causing rapid wear and tear of the equipment in this area. Therefore, they need greater care with maintenance and lubrication intervals.

3.2 Preventive Maintenance Procedures

One of the problems reported by the maintenance manager, for the difficulty in carrying out preventive maintenance plans, was the lack of manpower. Considering the current number of maintenance technicians, divided by three shifts, it is only possible to carry out preventive maintenance in the second shift. During the remaining shifts, only one element of each specialty is present, who spend their time providing support to the lines in production.

To the annual planning proposed in this project, it was established to follow the restriction that preventive maintenance would take place only in the second shift. The maintenance manager has a fundamental role in managing the work on a weekly basis, articulating with production, considering the availability, quality, and the resources available. Thus, the importance of a proper communication channel between production and maintenance departments and the managers capability of exchanging relevant information (both during the planning and execution phases) is recognized in the model proposed in Figure 2.

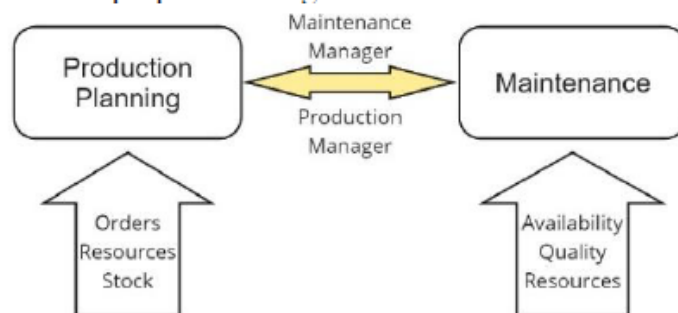


Fig. 2. Information exchange with relevance for maintenance planning.

3.3 Information Management

The current management situation of corrective maintenance interventions, as mentioned above, is based on paper registrations, even though Dan Cake has installed a CMMS. The version of this software at Dan Cake (version 6) is not the last one available. Currently, software X is in version 7, which has some new features, such as mobile application, available through a device such as a tablet or smartphone. This feature allows technicians to register and quickly consult information directly in the field.

Aiming to improve the processes for gathering information regarding maintenance activities, reducing losses of relevant information, the acquisition of the version 7 license was proposed.

This approach has the following advantages: creation of a solid database, with updated history, facilitating continuous optimization of maintenance plans; access to all the information needed by the maintenance manager, directly in the software, with reporting capabilities. The registration of used and ordered items carried out directly in the corresponding work order, allows not only to know when the components were replaced, but also to carry out a correct analysis of maintenance costs by equipment, line, or cost center.

All data generated from these records is extremely important for maintenance management. Through them, it is possible to calculate maintenance Key Performance Indicators (KPIs), which allow decisions based on real data and to continuously improve processes, which is in line with the policy present in the company and in the group.

4 Main Implementation Results

Several improvements mentioned throughout this article were implemented in the Butter Cookies production lines at Dan Cake. Prior to that it was necessary to carry out an exhaustive collection of data, and respective analysis to support the preparation of proposals such as procedures and maintenance plans. Combining the characteristics of equipment operation with the history of failures, risk-based analysis, and information from the manufacturer's manual when available, the referred proposals considered the know-how of the maintenance staff, acquired over years of experience in this manufacturing unit. The proposals were submitted for consideration to the maintenance manager who approved them.

4.1 Information system parameterization

According to Kans (2008), an Information Technology (IT) model has six dimensions of success: system quality; information quality; system use; user satisfaction; individual impacts; and organizational impacts; all contributing to the success or failure of their implementation [12].

As mentioned above, the maintenance department at Dan Cake has available the software X, an information system with quality and potential to effectively manage the asset portfolio. This project, through the parameterization of the software, introducing information such as preventive maintenance plans, spare parts, and characteristics of the assets, allowing to add value in the quality of the information. In addition, it allowed the improvement of the processes inherent to its use, having an impact on user satisfaction, reflecting on their productivity and, consequently impacting the organization. Figure 3 summarizes the dimensions of the IT model and the project impact on them.

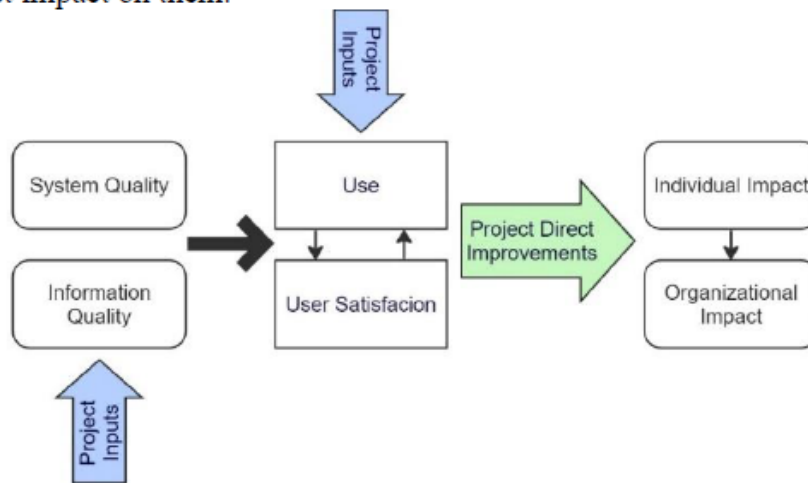


Fig. 3. Project Impacts on Information System (adapted from [12]).

4.2 KPIs Improvement

During this study, there was an opportunity to observe the annual preventive maintenance, in preparation for the peak production season of the Butter Cookies production lines. These works were essential to establish and consolidate some defined procedures, as well as to obtain essential information to optimize the planning of maintenance work, such as maintenance intervention time, spare parts, tasks performed during work, need for human resources, and food safety procedures.

The annual preventive maintenance allowed testing around 60% of the maintenance plan prepared in this project, giving a good indicator of the added value of preventive maintenance and procedures. Figures 4, 5 and 6 illustrate the improvements achieved by carrying out these works, through the follow up of weekly production KPIs (Overall Equipment Efficiency (OEE), Overweight and Waste) before and after the Annual Maintenance.

The OEE, is used in a standard way, as in Eq. (1). Overweight in Eq. (2), refers to the amount of surplus mass. This surplus guarantees that the weight of the final product is always greater than the reference weight, for the protection of customers. Waste in Eq. (3), accounts for the amount of rejected product. It is calculated based on the amount of product wasted in kilograms, using the quantity produced in kilograms as a reference.

$$OEE (\%) = (Actual\ Production\ Time / Planned\ Production\ Time) * 100 \quad (1)$$

$$\text{Overweight (\%)} = (\text{Overweight (kg)} / \text{Production (kg)}) * 100 \quad (2)$$

$$\text{Waste (\%)} = (\text{Waste (kg)} / \text{Production (kg)}) * 100 \quad (3)$$

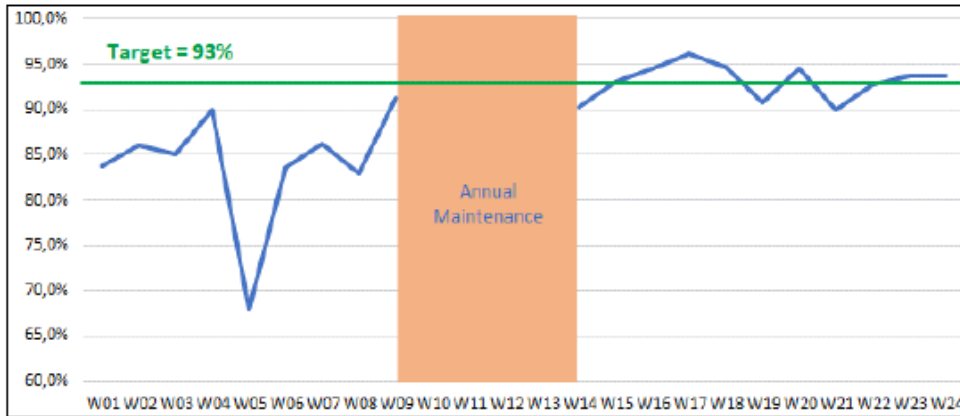


Fig. 4. OEE improvement in 2023 after annual maintenance.

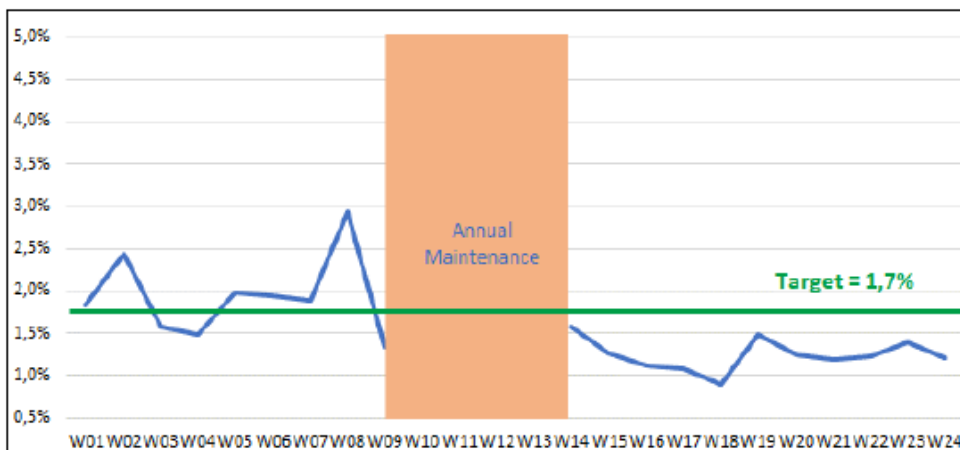


Fig. 5. Overweight improvement in 2023 after annual maintenance.

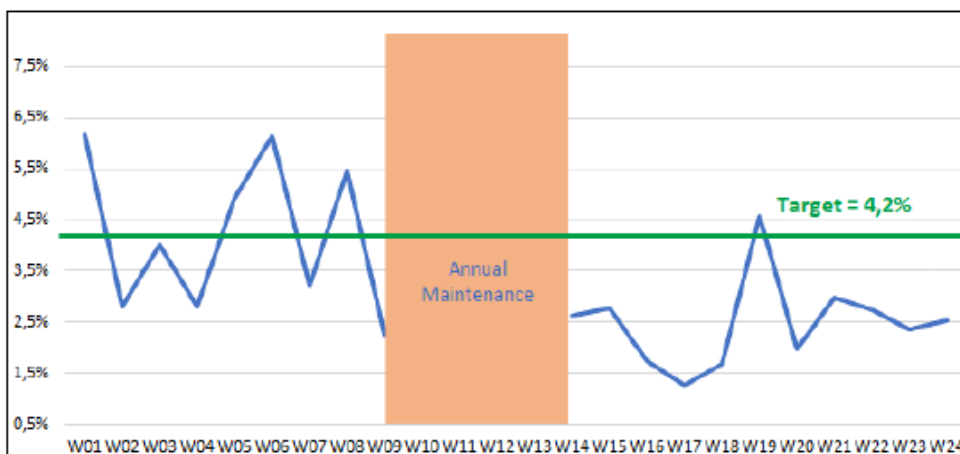


Fig. 6. Waste improvement in 2023 after annual maintenance.

5 Conclusions

According to the topics mentioned in this article, the management of physical assets plays a fundamental role in the performance of production equipment, which translates into food safety, product quality and increased production availability. This project allowed the implementation of an asset maintenance management model, procedures development and the parameterization of a CMMS for three production lines. The implementation of the proposals was tested during an annual maintenance, with positive results. Following the continuous improvement methodology present in this project, there is room to improve this work, namely extending the same system to all the factory's production lines.

References

1. ISO 55000. (2014). Asset management — Overview, principles and terminology.
2. Parra, C., González-Prida, V., Candón, E., De la Fuente, A., Martínez-Galán, P., & Crespo, A. (2021). Integration of Asset Management Standard ISO55000 with a Maintenance Management Model. A. C. Márquez, D. Komljenovic, & J. Amadi-Echendu (Ed.), In 14th WCEAM Proceedings (pp. 189-200). Springer Cham. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-030-64228-0_17.
3. Farinha, J. (2018). Asset Maintenance Engineering Methodologies (1st ed). Coimbra: CRC Press. doi:<https://doi.org/10.1201/9781315232867>.
4. EN 16646. (2014). Maintenance - Maintenance within physical asset management.
5. Conceição, J. L., Vieira, A. C., & Santos, R. M. (2018). Maintenance Management Challenges for the region of Médio Tejo. J. T. Farinha, & D. Galar (Ed.), In Proceedings of Maintenance, Performance, Measurement and Management (MPMM 2018) - The Future of Maintenance (pp. 45-50). Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Mecânica. - Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
6. Savov, A., & Kouzmanov, G. (2009). Food Quality and Safety Standards at a Glance. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23(4), 1462-1468. doi:<https://doi.org/10.2478/V10133-009-0012-8>.
7. Condrea, E., Constatinescu, G., Stanciu, A., & Constandache, M. (2015). Particularities of FSSC 22000 - Food Safety Management System. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 16(1), 274-279.
8. Smith, D. (2019). Global Food Safety Initiative scheme audit requirements regarding cleaning tool and utensil selection and maintenance – a review. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 11(7), 603-611. doi:<https://doi.org/10.3920/QAS2018.1409>.
9. IFS Food. (2017). Food standard for auditing quality and food safety products. Version 6.1. International Featured Standards.
10. BRC Food. (2018). Global standard food safety. Issue 8. London, UK: British Retail Consortium.
11. Koronios, A., Lin, S., & Gao, J. (2005). A Data Quality Model for Asset Management in Engineering Organisations. International Conference on Information Quality (MIT IQ Conference).
12. Kans, M. (2008). An approach for determining the requirements of computerised maintenance management systems. *Computers in Industry*, 59(1), 32-40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.06.003>.

Anexo I – Apresentação em Congresso Internacional







Unified Conference 2023
DAMAS, IncoME and TEPEN Conferences

29th August - 1st September 2023

Huddersfield - UK





1



FOOD PROCESSING INDUSTRY
IMPORTANCE OF ASSET MANAGEMENT

- assets are in direct contact with or can contaminate food
- quality and food safety
- avoid food deterioration and the consequent danger to human health



2



FOOD PROCESSING INDUSTRY
CHALLENGES PRESENTED

- systems for food control are necessary throughout the chain
- food legislation - standards
 - raw materials, description of food products, chemical safety, sanitary and hygienic conditions...



3



FOOD PROCESSING INDUSTRY
RESTRICTIONS

- common set of criteria and requirements
 - European Food Safety Authority (EFSA)
 - Global Food Safety Initiative (GFSI)
- main food safety schemes approved by GFSI:
 - British Retail Consortium (BRC) Global Standard for Food Safety;
 - International Standards Organization's Food Safety System Certification (ISO, FSSC 22000);
 - Safe Quality Foods (SQF) Program;
 - International Featured Standards (IFS) Food.




4



FOOD PROCESSING INDUSTRY
OPPORTUNITIES PRESENTED TO ASSET MANAGEMENT

- proper operation of equipment is of great importance in the quality and safety of the final product
- continuous improvement
 - Assets
 - Assets management activities
 - Asset management system
- asset management allows the application of analytical approaches to managing an asset throughout its entire life cycle

5



FOOD PROCESSING INDUSTRY
CERTIFICATION

- assets maintenance activity subject to assessment by certifying entities
- some of the parameters evaluated:
 - maintenance plan (properly documented and implemented)
 - materials used for repairs must be suitable for the intended use
 - materials must not pose any risk of contamination
 - maintenance activities must be documented
 - suitable lubricants must be selected
 - with the respective certificate of food compatibility



6



7

ID 7154 31.08.2023

A CASE STUDY REGARDING ASSET MANAGEMENT AT A BAKERY PROCESSING INDUSTRY AND THE CHALLENGES PRESENTED FOR THE MAINTENANCE OF ITS INDUSTRIAL EQUIPMENT

João Garrido, Ana C V Vieira and José T Farinha

Politécnico de Coimbra isec Engenharia cise Biochemediotecnia Servicos e Inovação em Ciência e Tecnologia orcm

8

A BAKERY PROCESSING INDUSTRY DAN CAKE PORTUGAL

- founded in 1978
- export to over 50 countries
- 11 production lines
- since 2003 as one of the largest Butter Cookies producers

9

A BAKERY PROCESSING INDUSTRY DAN CAKE PORTUGAL

- 3 lines dedicated to Butter Cookies
- 4 main sectors
 - dough preparation
 - product formation
 - baking
 - packaging

10

Starting Point

- maintenance team
 - 1 maintenance manager
 - 1 secretariat and procurement
 - 11 collaborators in 2 sector (electricians and mechanics)
- corrective maintenance approach
 - repairing faults
 - daily adjustments
- main problems
 - ineffective information circuits
 - inefficient team management
 - lack of records and documentation

11

Starting Point

- scarce historical information available
 - paper intervention sheets
 - inaccurate or missing records
 - undervalue data importance
- Software X
 - capabilities not explored

12

PROPOSAL ASSET MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL

- emphasize the importance of
 - Working Orders information
 - information consistently gathered
 - adequate history analysis
 - continuous optimization of the processes established in this project

13

PROPOSAL EQUIPMENT AND MOST COMMON FAILURES

- Problems identified based on the plans in force
 - poorly adjusted plans
 - lack of important information
 - Stock of spare parts
 - inadequate lubrication plans (only 1!)
 - incomplete and/or missing maintenance procedures

14

PROPOSAL EQUIPMENT AND MOST COMMON FAILURES

Analyze history → Periodicities and tasks vs fault history for each equipment

- most of the breakdowns or defective productions are due to:
 - bearings
 - belts
 - chains
 - cylinders
 - pneumatic valves

15

PROPOSAL EQUIPMENT AND MOST COMMON FAILURES

Analyze history → product formation sector

- many cleaning operations, using water and detergents
 - rapid wear and tear of the equipment in this area
- review maintenance periodicity
- review lubrication intervals

16

PROPOSAL ASSET MAINTENANCE MANAGEMENT MODEL

- preventive maintenance would take place only in the second shift
- maintenance manager manage work on a weekly basis

17

PROPOSAL INFORMATION CIRCUIT

- information management
- Software X
- improve processes for gathering information
- know-how of the maintenance staff

18

PROPOSAL
MAIN RESULTS - INFORMATION

- parameterization of Software X
 - Preventive plan
 - Spare parts
 - Assets characteristics
 - procedures for its use

```

    graph TD
        InfoQ[Information Quality] --> Use[Use]
        SysQ[System Quality] --> Use
        Use --> PDI[Project Direct Improvements]
        PDI --> IndImp[Individual Impact]
        PDI --> OrgImp[Organizational Impact]
        Use --> UserSat[User Satisfaction]
        UserSat --> Use
    
```

19

PROPOSAL
MAIN RESULTS - KPI

- 2023 annual maintenance
 - Tested over 60% of the proposals
- OEE improvement
- Overweight control
- Waste reduction

20

PROPOSAL
SOME CONCLUSIONS

- exhaustive collection of data
- data analysis to support the preparation of proposals (procedures and plans)
- failure history analysis
- improvements suggested

21

PROPOSAL
SOME CONCLUSIONS

- several improvements suggested were implemented in 3 production lines
 - asset maintenance management model
 - procedures development and documented
 - parameterization of an ERP
- positive results
- continuous improvement

22

ID 7154

A CASE STUDY REGARDING ASSET MANAGEMENT AT A BAKERY PROCESSING INDUSTRY AND THE CHALLENGES PRESENTED FOR THE MAINTENANCE OF ITS INDUSTRIAL EQUIPMENT

João Garrido, Ana C V Vieira and José T Farinha

João G. 7@gmail.com
avieira@isec.pt
jfarinha@isec.pt

Coimbra Institute of Engineering
Portugal

23

rcm²⁺
RESEARCH CENTRE IN ASSET MANAGEMENT AND SYSTEMS MAINTENANCE

UNIVERSIDADE LUSÓFONA
UNIVERSIDADE POLITÉCNICA DE COIMBRA

ISEC
POLITÉCNICO DE COIMBRA

http://www.rcm2plus.pt

24

Anexo J – Resumo de Comunicação Submetido ao 17º CNM



A Manutenção Preventiva e a Gestão de Ativos Físicos numa Indústria Alimentar

João Garrido^{1*}, Ana C V Vieira¹²³⁴, e José T Farinha¹²

¹ Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Rua Pedro Nunes - Quinta da Nora, 3030-199 Coimbra, Portugal

² RCM2+ Research Centre for Asset Management and Systems Engineering, Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Rua Pedro Nunes - Quinta da Nora, 3030-199 Coimbra, Portugal

³ CISE - Electromechatronic Systems Research Centre, Universidade da Beira Interior, Calçada Fonte do Lameiro, P – 6201-001 Covilhã, Portugal

⁴ Ci2 - Smart Cities Research Center, Polytechnic Institute of Tomar, Portugal
joaobg.7@gmail.com (FA)(CA); avieira@isec.pt; tfarinha@isec.pt

Assumindo um mercado cada vez mais competitivo, com as recentes dificuldades económicas, o aumento do custo das matérias-primas e dos custos energéticos, torna-se fundamental que as empresas assumam uma postura de atualização e melhoria constantes, na forma como fazem a gestão dos seus recursos. Assim, a adoção de estratégias e ferramentas que simplifiquem essa mesma gestão são, muitas vezes, a chave para o sucesso. De acordo com os tópicos abordados neste artigo, verificou-se que a gestão dos ativos físicos, numa indústria alimentar, tem um papel fundamental na eficiência dos equipamentos produtivos, que se traduz na segurança alimentar, na qualidade do produto e no aumento da disponibilidade de produção.

Este artigo tem por base as atividades desenvolvidas no departamento de manutenção da empresa *Dan Cake* Portugal, que opera na indústria da panificação. O trabalho apresentado neste artigo teve como principal objetivo introduzir uma política de gestão de ativos suportada pela manutenção preventiva e a melhoria contínua dos processos, através da parametrização de um *software* de apoio à gestão da manutenção, com foco na emissão de ordens de trabalho e na gestão das peças de reserva. A elaboração do plano de manutenção preventiva proposto e testado teve como base as falhas mais comuns dos equipamentos, baseadas no histórico disponível. Foram também considerados a criticidade dos equipamentos, o conhecimento e a experiência dos técnicos de manutenção e as restrições normativas na área da gestão de ativos e segurança alimentar.

Palavras-Chave: Manutenção Preventiva; Gestão de Ativos Físicos; Melhoria Contínua; CMMS.



**Instituto Superior
de Engenharia**

Politécnico de Coimbra