



**Aplicação da metodologia Kaizen para a
melhoria da secção de manutenção:
O caso Fucoli-Somepal, S.A.**

Mestrado em Controlo de Gestão

Sara Manuela Santos Sarraipo

Leiria, setembro de 2023



Aplicação da metodologia Kaizen para a melhoria da secção de manutenção:

O caso Fucoli-Somepal, S.A.

Mestrado em Controlo de Gestão

Sara Manuela Santos Sarraipo

Estágio realizado sob a orientação da Professora Doutora Sandra Alves e sob supervisão
do Dr. Paulo Marques

Leiria, julho de 2023

Originalidade e Direitos de Autor

O presente relatório de estágio é original, elaborado unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para o elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionada a Autora e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual o mesmo foi realizado, a saber, Mestrado em Controlo de Gestão, no ano letivo 2022/2023 da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação destes trabalhos (se aplicável).

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à minha orientadora, a Professora Doutora Sandra Alves, pelo apoio, ajuda e conselhos dados para a escrita deste relatório.

À Fucoli-Somepal, pela oportunidade de realizar o estágio.

Ao Engº José Brandão, pelo acolhimento e integração na equipa de manutenção, pela orientação, acompanhamento, ajuda e transmissão de conhecimentos.

Ao Dr. Paulo Marques, pelo apoio, ajuda, conselhos dados e conhecimentos que me transmitiu ao longo da realização do estágio curricular.

Aos engenheiros do Kaizen, Diogo Lopes e João Gonçalves, pela transmissão de conhecimentos, aprendizagens e ensinamentos.

Por fim, agradeço ainda aos meus pais, ao meu namorado e aos meus amigos que me motivaram e apoiaram ao longo destes meses.

Resumo

O presente relatório foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular realizado na Fucoli-Somepal, S.A., uma empresa de fundição de ferro. O estágio teve a duração de 1040 horas e teve como objetivo a obtenção do grau de Mestre em Controlo de Gestão, pelo Politécnico de Leiria, assim como o ganho de experiência profissional.

As tarefas desenvolvidas durante o estágio curricular tiveram como foco o apoio da reestruturação e organização da secção de manutenção da empresa, envolvendo tarefas como apoio administrativo, cálculo de custos e tempos de manutenção, desenvolvimento de indicadores de performance, imputação de custos e fecho de OT, etiquetagem de kanbans, classificação de sobressalentes, acompanhando-se simultaneamente a implementação da filosofia Kaizen, focada na melhoria de processos da manutenção.

Este relatório além de descrever as tarefas desenvolvidas e a entidade onde o estágio foi realizado, aborda e explica a importância da filosofia Kaizen, a implementação de uma cultura de melhoria contínua, as ferramentas de gestão associadas, e ainda, aspetos sobre a gestão da manutenção.

Os principais objetivos do estágio passaram pela reestruturação e organização da manutenção com vista à implementação de melhorias, aumento de intervenções preventivas nos ativos, diminuição de intervenções corretivas, monitorização de dados e indicadores de manutenção para proceder a diversas análises, de forma a auxiliar a tomada de decisões eficazes e aumentar a eficiência da gestão da manutenção.

Através da implementação da filosofia Kaizen, foram realizadas melhorias que beneficiaram a empresa, fortalecendo as práticas de melhoria contínua no ambiente de trabalho. Essas ações culminaram na diminuição de interrupções na produção devido a falhas, redução de custos com intervenções, diminuição de tempos médios de reparação e aumento do tempo dedicado a atividades preventivas em detrimento das corretivas, contribuindo para prolongar a vida útil dos ativos.

Palavras-chave: Kaizen, Melhoria contínua, Manutenção, Custos

Abstract

This report was developed as part of the curricular internship carried out at Fucoli-Somepal, S.A., an iron coating company. The internship lasted for 1040 hours and aimed to obtain the Master's degree in Management Control from the Polytechnic Institute of Leiria, as well as gain professional experience.

The tasks performed during the internship focused on providing support for the restructuring and organizing of the maintenance department of the company. These tasks included cost and time calculations for maintenance, development of performance indicators, cost allocation, work order closure, kanban labelling, and simultaneous implementation of the Kaizen philosophy, aimed at improving maintenance process.

In addition to describing the tasks performed and the company where the internship took place, this report addresses and explains the importance of the Kaizen philosophy, the implementation of a culture of continuous improvement, associated management tools, and aspects of maintenance management.

The main objectives of the internship were to restructure and organize the maintenance department to implement improvements, increase preventive interventions on assets, reduce corrective interventions, monitor maintenance data and indicators for various analyses, to assist in effective decision-making and increase the efficiency of maintenance management.

Through the implementation of the Kaizen philosophy, improvements were made that benefited the company, strengthening the practices of continuous improvement in the workplace. These actions resulted in a decrease in production interruptions due to failures, reduction of intervention costs, decrease in average repair times, and an increase in time dedicated to preventive activities rather than correctives ones, contributing to the extension of the useful life of the assets.

Keywords: *Kaizen, Continuous improvement, Maintenance, Costs*

Índice

Originalidade e Direitos de Autor	iii
Agradecimentos.....	iv
Resumo	v
Abstract.....	vi
Lista de Figuras.....	x
Lista de Tabelas.....	xi
Lista de Siglas e Acrónimos	xii
1. Introdução	1
2. Revisão da literatura	3
2.1. Melhoria contínua.....	3
2.2. Metodologia Kaizen.....	5
2.2.1. História e conceito	5
2.2.2. Fatores críticos de sucesso na implementação	7
2.3. Manutenção.....	9
2.3.1. Conceito, importância e objetivos	9
2.3.2. Tipos de Manutenção.....	11
2.4. Custos de manutenção.....	14
2.5. Planeamento e controlo de manutenção	17
2.6. Total Productive Maintenance (TPM)	20
2.6.1. História e conceito	20
2.6.2. Importância para a indústria	21
2.6.3. Pilares do TPM	23
3. Caracterização da entidade de acolhimento	25
3.1. Apresentação e História da empresa	25

3.2.	Visão, Missão e Valores.....	26
3.3.	Produto/Mercado.....	27
3.4.	Processo produtivo	28
3.5.	Estrutura Organizacional.....	29
4.	Estágio.....	31
4.1.	Programa de estágio.....	31
4.2.	Tarefas desenvolvidas.....	31
4.2.1.	Classificação dos equipamentos	31
4.2.2.	Office TPM.....	32
4.2.3.	Etiquetagem de kanbans	33
4.2.4.	<i>Software</i> ManWinWin.....	35
4.2.5.	Desenvolvimento e cálculo de KPI's para a secção de manutenção	38
4.2.6.	Gestão e classificação de sobressalentes	43
4.3.	Aplicação do Kaizen	53
4.3.1.	<i>Kaizen Kobetsu</i> : A3 problem solving.....	53
4.3.2.	Manutenção Autónoma: OPL (<i>One Point Lesson</i>).....	57
5.	Análise crítica e propostas de melhoria.....	61
6.	Conclusão	65
	Referências bibliográficas	67
	Anexos	72

Lista de Figuras

Figura 1 - Significado da palavra "Kaizen"	5
Figura 2 - Iceberg dos custos de manutenção	15
Figura 3 - Gráfico custo versus nível de manutenção.....	16
Figura 4 - Relação das perdas do sistema produtivo com o OEE	23
Figura 5 - Processo produtivo Fucoli-Somepal, S.A.	28
Figura 6 - Organograma Fucoli-Somepal, S.A.	30
Figura 7 - Kanban's de indentificação de material.....	34
Figura 8 - Registo de mão de obra.....	35
Figura 9 - Registo de artigos	36
Figura 10 - Criação de inventário	37
Figura 11 - Criação de transferência de armazém.....	38
Figura 12 - Lista de indicadores existentes no <i>software</i> ManWinWin na Fucoli-Somepal, S.A.....	39
Figura 13 - Mapa estratégico secção Manutenção	40
Figura 14 - Dashboard da secção Manutenção	43
Figura 15 - Template A3 problem solving.....	53
Figura 16 - Matriz esforço-impacto	54
Figura 17 - Aplicação A3 problem solving na Fucoli-Somepal, S.A.	55
Figura 18 - Resultados da aplicação do <i>Kobetsu Kaizen</i>	57
Figura 19 - Registo de manutenção preventiva.....	58
Figura 20 - OPL de Manutenção de Autónoma.....	59

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Os oito pilares do TPM.....	24
Tabela 2 - <i>Balanced Scorecard</i> sugestivo para a secção Manutenção.....	41
Tabela 3 - Critérios de classificação de sobressalentes.....	44
Tabela 4 - Categorização subcritério "criticidade do equipamento".....	45
Tabela 5 - Categorização subcritério "risco de paragem do equipamento"	45
Tabela 6 - Combinação dos subcritérios "criticidade" x "risco de paragem"	46
Tabela 7 - Categorização critério "Aspetos do equipamento"	46
Tabela 8 - Categorização subcritério "variabilidade do consumo".....	47
Tabela 9 - Categorização subcritério "frequência do consumo".....	47
Tabela 10 - Categorização subcritério "capacidade de reação durante LT"	48
Tabela 11 – Combinação dos subcritérios “frequência do consumo” x “variabilidade do consumo”	48
Tabela 12 - Combinação subcritérios “capacidade de reação durante o lead time” com a “combinação da frequência do consumo com a variabilidade do consumo”.....	49
Tabela 13 - Categorização critério "Aspetos logísticos"	49
Tabela 14 - Categorização critério "Custo unitário"	49
Tabela 15 - Classes obtidas e sua criticidade.....	50
Tabela 16 - Política de gestão de stock sugestiva.....	52

Lista de Siglas e Acrónimos

5W2H – (*What, Why, Where, When, Who, How, How much*)

BSC – *Balanced Scorecard*

CE – *Conformité Européenne*

CNC – *Computer Numeric Control*

EN NP – *Norma Portuguesa*

IoT – *Internet of Things*

ISO – *International Standards Organization*

JIPM – *Japanese Institute of Plant Maintenance*

JIT – *Just in Time*

KMT – *Kanban, Manutenção, Tamanho*

KPI – *Key Performance Indicator*

LT – *Lead Time*

MTBF – *Mean Time Between Failures*

MTTR – *Mean Time Between Failures*

MWW – *ManWinWin*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OPL – *One Point Lesson*

OT – *Ordem de Trabalho*

PDCA – *Plan, Do, Check, Action*

QCC – *Quality Control Circle*

SIPOC – *Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers*

SMART – Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound

TPM – Total Productive Maintenance

TQC – Total Quality Control

TQM - Total Quality Management

ZD – Zero Defects

1. Introdução

O presente relatório enquadra-se no âmbito do estágio curricular realizado, inserido no plano curricular do 2º ano do Mestrado em Controlo de Gestão da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, no ano letivo 2022/2023. O estágio decorreu na Fucoli-Somepal, S.A., tendo início dia 26 de setembro de 2022 e término no dia 13 de abril de 2023, tendo perfazido um total de, 1040 horas.

Com a crescente competitividade do mercado, as empresas necessitam de buscar meios para reduzir os seus custos de fabrico e obter vantagens competitivas. A manutenção é uma das áreas mais significativas numa empresa industrial, tendo influência direta em todas as fases do processo produtivo. O capital investido de uma empresa industrial concentra-se em ativos físicos como equipamentos, maquinaria e veículos de alta qualidade, motivo pelo qual devem ser geridos e preservados de forma eficiente.

O contínuo fluxo do processo de produção é assegurado através de uma manutenção eficiente, alcançando-se assim excelentes resultados operacionais, tanto em termos de diminuição de custos como de aumento de produtividade. É neste contexto que a manutenção emerge como uma estratégia a ser adotada pelas organizações.

Algumas estratégias adotadas por algumas empresas envolvem ferramentas de melhoria contínua, sendo uma delas a filosofia Kaizen. Esta filosofia baseia-se na eliminação de desperdícios com base no bom senso, no uso de soluções económicas apoiadas pela motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a execução dos seus processos.

O presente relatório tem como objetivo geral relatar as diferentes tarefas executadas ao longo do estágio, descrever algumas ações realizadas no âmbito da implementação do Kaizen na secção de manutenção da Fucoli-Somepal, S.A., bem como abordar teoricamente os temas relacionados com a temática da melhoria contínua, da filosofia Kaizen e da gestão da manutenção.

Inicialmente, foi delineado um conjunto de tarefas a realizar durante o estágio curricular:

- Cálculo de custos de manutenção por máquina;
- Cálculo do tempo de indisponibilidade das máquinas;

- Desenvolvimento e cálculo de indicadores de desempenho da secção de manutenção;
- Ligação dos pedidos de intervenção, à criação de Ordens de Trabalho (OT), utilização de sobressalentes em armazém ou pedidos de compra ao departamento de compras;
- Gestão e classificação dos sobressalentes a adquirir em função da sua importância face ao risco de paragem da máquina e respetivas quantidades a armazenar;
- Critérios de fecho das OT e classificação da intervenção efetuada;
- Atualização da base de dados existente, incluindo definição de estrutura de máquina e atribuição de máquinas às diferentes secções;
- Imputação de custos de materiais e mão de obra às OT;

Neste sentido, pretendeu-se ao longo do estágio acompanhar a implementação da filosofia Kaizen na secção de manutenção pelo Kaizen Institute, auxiliando nas tarefas de reestruturação, organização e gestão da manutenção. Procurou-se ao longo das diversas sessões de formação dadas pelo Kaizen Institute adquirir conhecimentos e conhecer técnicas e metodologias, aplicando-as na prática para melhorar diversos processos de gestão da manutenção, com o objetivo de ajudar a empresa a reduzir as suas paragens de produção e gastos com intervenções corretivas.

Este relatório contém 6 Capítulos, sendo que no primeiro são feitas introduções aos temas abordados. O Capítulo 2 contém uma revisão bibliográfica dos temas relacionados com as filosofias de melhoria contínua e gestão da manutenção. O Capítulo 3 é composto por uma caracterização da empresa onde decorreu o estágio, referindo a sua história, a sua missão, visão e valores, a sua estrutura e outros pontos relevantes para uma perceção geral da organização. O Capítulo 4 apresenta os aspetos relacionados com o estágio, nomeadamente o programa de estágio, as tarefas desenvolvidas e algumas atividades de aplicação da filosofia *Kaizen*. O Capítulo 5 expõe uma análise crítica de alguns pontos identificados ao longo do estágio e respetivas sugestões de melhoria. Por último, o Capítulo 6 são apresentadas as conclusões finais.

2. Revisão da literatura

2.1. Melhoria contínua

Segundo Slack *et al.* (2009), a globalização e a crescente competitividade dos mercados, exige que as empresas estejam empenhadas e comprometidas com o contínuo e completo aprimoramento dos seus produtos, colaboradores e processos.

No contexto atual, é de extrema importância que as organizações concentrem esforços na melhoria contínua, com vista à redução de desperdícios, custos, prazos com o objetivo de aumentar a sua margem de lucro e proporcionar melhorias nos seus processos produtivos (Della, 2020).

De acordo com Pinto (2008), o conceito de melhoria contínua tem sido uma das formas mais eficazes para melhorar o desempenho e a qualidade das organizações.

A melhoria contínua envolve a realização de melhorias nos produtos, processos ou serviços com os objetivos de reduzir tempo de produção, melhorar a funcionalidade do local de trabalho, melhorar o atendimento a clientes ou o desempenho de um produto (Gaino, 2007).

A melhoria contínua, pode então, ser definida como sendo um processo em que toda a empresa deve ter como foco a procura permanente por melhorias, de forma progressiva e constante, desenvolvendo soluções para os problemas que são significativos para o desempenho da organização.

Guimarães *et al.* (2013) afirmam que a grande diferença entre a inovação e a melhoria contínua está na procura da perfeição, porque a melhoria contínua preocupa-se com o completo e contínuo aperfeiçoamento dos produtos, serviços e processos e a inovação foca-se nos grandes progressos e no seu rápido crescimento.

Associado à melhoria contínua, está a filosofia *Lean*, que tem como principal fundamento a melhoria da qualidade e a redução de tempos e custos de produção através da eliminação de tudo o que for considerado desperdício, ou seja, tudo o que absorve recursos, mas não cria valor, baseando-se numa cultura de aperfeiçoamento constante (Silva, 2013).

A busca da melhoria contínua nas organizações baseia-se na evolução constante dos processos, podendo assumir um carácter reativo, mas desejavelmente preventivo (Mouta, 2011).

Para tal, a melhoria contínua exige o envolvimento de todas as pessoas da empresa para se obter, de forma sistemática e constante o aperfeiçoamento dos produtos e dos processos, a mudança na cultura da empresa e no planeamento da mesma (Scotelano, 2007). Desta forma, as empresas devem dar liberdade aos seus colaboradores para que manifestem as suas sugestões, ideias e criatividade para identificar problemas e, simultaneamente, dar liberdade para estudar e solucionar os problemas identificados (Motta, 1999). Também é essencial criar uma equipa e nomear o seu líder, que terá como princípio envolver e informar toda a equipa dos objetivos a alcançar, sendo esse apoio fundamental para o sucesso na procura da melhoria contínua.

Além disso, terá de existir o cuidado na escolha do melhor método a ser aplicado em cada situação ou problema. Será importante fazer um levantamento dos problemas, procurar as causas dos mesmos e definir soluções. A adoção de técnicas e ferramentas de melhoria contínua adequadas, é a solução para a produção com eficácia e eficiência, mas requer o conhecimento das mesmas e perceber o porquê das suas utilizações (Scotelano, 2007).

Adicionalmente, De Jager *et al.* (2004) destacam a importância em desenvolver estruturas internas para promover a prática de melhoria contínua. Do ponto de vista dos autores, ao invés de enfatizar apenas os métodos e técnicas para a solução de problemas, deve-se valorizar os aspetos comportamentais na gestão de projetos de melhoria e garantir o comprometimento de todos os envolvidos.

A melhoria contínua deve ser praticada todos os dias, em todas as áreas e por todos os colaboradores, desde o nível operacional até à alta administração. A sua transversalidade e universalidade apontam para o facto de poder ser aplicada em qualquer setor de atividade (Mouta, 2011).

2.2. Metodologia Kaizen

2.2.1. História e conceito

A palavra Kaizen deriva de duas palavras japonesas, “Kai” que significa mudança e “zen” que significa para melhor, ou seja, mudar para melhor. É uma filosofia que se baseia na eliminação do desperdício a partir do uso de soluções a baixo custo (Singh e Singh, 2009). No contexto empresarial, apresenta-se como uma metodologia que possibilita baixar os custos, melhorando, desta forma, a produtividade, eficiência, rentabilidade e qualidade, dia após dia (Trancho, 2021).

Figura 1 - Significado da palavra "Kaizen"

改	KAI	Mudar
善	ZEN	Para melhor
改善	KAIZEN = Melhoria Contínua	

Fonte: Trancho (2021)

O Kaizen surgiu como uma resposta aos problemas enfrentados pela indústria japonesa, após a Segunda Guerra Mundial, como recursos limitados e dificuldades para obter matéria-prima. Desta forma, as empresas japonesas começaram a pesquisar como melhorar os seus processos de produção, minimizando o desperdício e otimizando a sua eficiência (Maarof e Mahmud, 2016).

Inicialmente, as iniciativas Kaizen foram lideradas pela Toyota Motor Company no seu esforço para se tornar um líder no mercado automóvel mundial, tentou enfatizar mudanças incrementais, soluções de baixo custo, capacitação dos funcionários e o desenvolvimento de uma organização que mantém a melhoria contínua com ênfase na melhoria do processo e não no resultado (Imai, 1986).

Como resultado dessas ações, a Toyota tornou-se líder mundial no mercado automóvel e é até hoje usada como referência não apenas na indústria automóvel, pois os seus conceitos são amplamente utilizados em muitas empresas de outros segmentos (Ribeiro, 2016).

A melhoria pode ser dividida em dois conceitos, sendo eles o Kaizen e a inovação. O Kaizen diz respeito a pequenas mudanças que são resultado de esforços contínuos, enquanto que a inovação pressupõe uma melhoria radical, proveniente de um investimento, quer seja ao nível da tecnologia, quer seja ao nível equipamento (Imai, 1994).

A filosofia Kaizen baseia-se na eliminação de desperdícios com base no bom senso, no uso de soluções baratas que se apoiem na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática dos seus processos de trabalho, com foco na busca pela melhoria contínua (Briales e Ferraz, 2006). O Kaizen baseia-se em ações, onde as equipas desenvolvem e implementam soluções, criam ou inovam processos já existentes na empresa, não sendo necessário altos investimentos (Oliani *et al.*, 2016).

A melhoria pode abranger equipamentos, métodos, processos, materiais e pessoas. Durante a aplicação do Kaizen todas as pessoas devem buscar sistematicamente a redução de desperdícios, como transporte desnecessário, espera do material ou mão de obra, processamento impróprio, movimentação de pessoas, produzir mais do que o necessário, retrabalho e, por fim, *stocks* (Bhasin, 2015).

Por vezes a melhoria é pequena e de difícil mensuração, mas os efeitos e resultados são significativos (Della, 2020).

Essas pequenas melhorias envolvem a participação de todos na organização, desde a alta administração até os funcionários de nível inferior. A melhoria a longo prazo é alcançada fazendo com que os funcionários trabalhem progressivamente em direção a padrões de trabalho mais elevados (Maarof e Mahmud, 2016).

As ferramentas de melhoria contínua utilizadas para implementar o Kaizen, também conhecido como Kaizen guarda-chuva, são Controle de Qualidade Total (TQC), Manutenção Produtiva Total (TPM), *Total Quality Management* (TQM), Melhoria da Qualidade, Automação, Defeito Zero (ZD), Kanban, *Just-in-time* (JIT), o *Quality Control Circle* (QCC), sistema de sugestões, entre outros (Imai, 1986).

Em resumo, o Kaizen assenta em 10 mandamentos (Oliani *et al.*, 2016):

1. O desperdício é o inimigo nº1. Para eliminá-lo é preciso sujar as mãos;
2. Melhorias graduais feitas continuamente; não é ruptura pontual;
3. Todos na empresa têm de estar envolvidos, desde os gestores do topo e intermédios, até o pessoal de base; a metodologia não é elitista;
4. A estratégia deve ser barata. O aumento da produtividade deve ser feito sem investimentos significativos. Não se deve aplicar somas astronômicas em tecnologia e consultorias;
5. Aplicar-se em qualquer lugar; não serve só para os japoneses;
6. Apoiar-se numa gestão visual, numa total transparência de procedimentos, processos e valores; torna os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos;
7. Focaliza a atenção no local onde se cria realmente o valor (“*gemba*”, em japonês);
8. Orienta-se para os processos;
9. Dá prioridade às pessoas, ao *humanware*; acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de uma nova mentalidade e estilo de trabalho das pessoas (orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, elevação da moral, autodisciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo);
10. O lema essencial da aprendizagem organizacional é aprender fazendo.

2.2.2. Fatores críticos de sucesso na implementação

Neste ponto serão abordados alguns fatores identificados em estudos anteriores como críticos para o sucesso da implementação do Kaizen.

Hiam (2003) destaca que uma cultura de trabalho medíocre numa empresa, pode levar à falta de entendimento entre a gestão de topo e os colaboradores sobre a necessidade de se elaborar ideias e sugestões construtivas.

Deste modo, é essencial ter um bom sistema de sugestões de melhoria que estimule a comunicação efetiva entre a alta administração e os funcionários de nível de chão de fábrica. Tal porque o sistema de sugestões de melhoria incentivará os funcionários a colaborar com as suas sugestões de melhoria com base na experiência que adquiriram ao longo de sua vida diária de trabalho (Womack *et al.*, 2007). Diante disso, conforme os funcionários continuam a fazer sua rotina diária de trabalho, é provável que desenvolvam uma maneira de o tornar mais fácil ou rápido (Maroof e Mahmud, 2016).

Num estudo feito por Bateman e Rich (2003) em 21 fabricantes de componentes de automóveis, entendeu-se que um dos principais fatores que contribuem consideravelmente para sustentar atividades de melhoria de processo é a disponibilidade de recursos, por exemplo, a facilidade de alocar o recurso humano para conduzir atividades de melhoria.

O mesmo autor identificou ainda que o comportamento de gestão que tem “cultura de mente aberta” e “entusiasmo” para mudanças, tende a desenvolver uma cultura Kaizen positiva na organização. Além disso, essa abordagem de gestão tende a normalizar a implantação atribuição de recursos, principalmente quando são necessários esforços multifuncionais.

Adicionalmente, outro fator que contribui para o sucesso do Kaizen é certificar que a alta administração possui uma estratégia corporativa, políticas e metas claras que possam incentivar a cultura de melhoria contínua na organização (Imai, 1986).

A estratégia Kaizen, mediante o comprometimento da alta administração guiada pelo ciclo de Deming, também conhecido como ciclo Plan-Do-Check-Action (PDCA), pode ser um método usado para resolver problemas multifuncionais que abrangem várias funções na organização (Maroof e Mahmud, 2016).

A existência de um campeão Kaizen de destaque numa organização é também um fator que contribui para uma implementação Kaizen bem-sucedida. Um campeão Kaizen que tenha conhecimentos na condução do Kaizen e um alto interesse e comprometimento pessoal para liderar as atividades de melhoria contínua, e ainda uma comunicação eficaz pode tornar-se um agente de mudança crítico numa organização (Bateman e Rich, 2003). Deste modo, os gestores de operação que possuem essas competências são mais propícios a serem os campeões Kaizen adequados para liderar as mudanças no nível do chão de fábrica (Hill, 1991). Tal acontece, pois, o papel de um campeão Kaizen de ligação entre a alta administração e os funcionários é muito importante, especialmente durante processos de mudança. O campeão Kaizen deve atuar como um condutor e um motivador para as pessoas sob sua supervisão (Maroof e Mahmud, 2016).

A estrutura da organização é outro fator relevante que afetará o resultado da implementação do Kaizen. Segundo Watanabe (2011), verifica-se que organizações com estrutura horizontal que utilizam relacionamento *ad hoc* e adesão coletiva com alto grau

de abertura, autonomia e autodisciplina tendem a ser bem-sucedidas em comparação com uma organização burocrática. A existência de equipas de resolução de problemas, como círculos de qualidade e grupos multifuncionais trabalhando juntos para implementar o Kaizen, também é um fator facilitador para a implementação do Kaizen (Marin-Garcia *et al.*, 2008). Estudos anteriores mostram que o *empowerment* dos funcionários é muito importante para o sucesso da implementação do Kaizen, isto porque, através do empoderamento dos funcionários, estes estarão mais dispostos a envolverem-se ativamente no processo de solução de problemas e também a aumentar o seu senso de responsabilidade para encontrar a solução certa (Bessant, 2000).

Posto isto, o envolvimento da gerência, o estabelecimento e medição de objetivos claros, a presença de um líder de melhoria contínua, o envolvimento ativo dos trabalhadores, a disponibilidade de recursos, a existência de equipas multifuncionais e a estrutura organizacional estão entre os fatores que contribuem para o sucesso da implementação do Kaizen.

2.3. Manutenção

2.3.1. Conceito, importância e objetivos

Segundo a norma, NP EN 13306:2010, a manutenção é definida como, a “combinação de todas as ações, técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”.

A manutenção consiste, em termos práticos, na realização das reparações e recondiçionamentos necessários para compensar a deterioração e os desgastes causados pelo movimento relativo das peças, pela oxidação ou perda de função dos equipamentos, materiais ou seus elementos protetores. Abrange também a tomada de decisões relativas aos investimentos necessários, seja para a sua restauração, seja para a sua condenação ou substituição por novo (Cabral, 2006).

É a combinação de ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens, para manter ou reparar um equipamento ou sistema, de modo a restaurar a sua condição inicial

de funcionamento (Nina, 2016), maximizando o seu tempo de vida útil e, idealmente, prevenindo potenciais falhas.

A manutenção deve ser vista como uma função estratégica na obtenção de resultados da organização, apresentando-se como fator determinante do sucesso da produção e, por conseguinte, da produtividade do processo. Logo, deve ir ao encontro dos objetivos da empresa e ser gerida de modo a garantir um elevado nível de funcionalidade com um custo global reduzido (Wireman, 1998).

Cabral (2006) afirma que após um longo período em que era considerada o “mal necessário” da função produtiva, atualmente admite-se que a manutenção é uma das áreas mais importantes e atuantes da atividade industrial através do seu contributo para o desempenho produtivo, a segurança, a qualidade do produto, as boas relações interpessoais, a imagem da empresa, a rentabilidade económica do processo produtivo e a preservação dos investimentos.

Portanto, a manutenção deverá ser encarada como um fator económico, uma vez que, se for planeada e especializada, elimina a improvisação com base nas “reparações de urgência”, garantindo a qualidade e eficácia (Pereira, 2019).

A definição dos objetivos da gestão da manutenção implica ter em consideração o tipo de organização, as suas características, o seu enquadramento e o patamar organizacional atual. Além disso, os objetivos devem ser direcionados ao desempenho global da organização, sem se direcionar exclusivamente à manutenção (Pinto, 2002).

De acordo com Pinto (2016), a manutenção permite alcançar os seguintes objetivos:

- Aumentar a fiabilidade das máquinas, equipamentos e instalações, pois diminui o número de paragens por avaria;
- Melhorar a qualidade, porque as máquinas e equipamentos mal ajustados têm pior desempenho e aumentam o risco de causar problemas de qualidade;
- Diminuir os custos, uma vez que, máquinas, equipamentos e instalações bem mantidas funcionam com maior eficiência e evitam perdas de produção e de matérias-primas;
- Aumentar a vida útil das máquinas, equipamentos e instalações, porque os trabalhos de manutenção diminuem o desgaste e a deterioração;

- Melhorar a segurança dos operadores e de terceiros, visto que as máquinas, equipamentos e instalações bem mantidos têm menor probabilidade de funcionar de forma irregular;
- Preservar o meio ambiente, prevenindo a poluição causada por fugas e derrames de substâncias e preparações perigosas (como, por exemplo, os lubrificantes) ou a emissão de agentes nocivos (como, por exemplo, gases e ruído).
- Permitir melhorar a especificação e o projeto de futuras instalações através dos dados obtidos das inspeções.

2.3.2. Tipos de Manutenção

2.3.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é, segundo a NP EN 13306:2010, a reposição de um bem num estado que em que pode desempenhar a função requerida, após a deteção de uma avaria.

Caracteriza-se pela atuação no fato já ocorrido, onde não existe tempo para a preparação do serviço o que implica elevados custos desta manutenção (Bolgenhagen *et al*, 2011). Ocasiona a paralisação do processo produtivo. Devido a isso, é bastante onerosa do ponto de vista económico, em virtude da quebra de produção (Gaino, 2007).

O problema dessa política não está em fazer intervenções corretivas, mas em que sua aplicação isolada requer enormes estoques de peças para suportar as sucessivas quebras, tornando o trabalho imprevisível e, portanto, sem um plano capaz de equacionar os custos. Além disso, quebras inesperadas podem desencadear novas quebras. A manutenção corretiva é a melhor opção quando os custos da indisponibilidade são menores do que os custos necessários para evitar a falha, condição tipicamente encontrada em equipamentos sem influência no processo produtivo (Marcorin e Lima, 2003).

Dentro da manutenção corretiva podemos ter manutenção não planeada e planeada (Gaino, 2007):

- Manutenção corretiva não planeada: correção da falha de maneira aleatória. A manutenção ocorre no fato já ocorrido ou no momento seguinte à identificação do defeito. Implica na paralisação do processo perdas de produção, perdas de

qualidade e elevação de custos indiretos de produção. A manutenção objetiva colocar o equipamento nas condições de voltar a exercer sua função;

- Manutenção corretiva planeada: correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão da gerência. A manutenção é efetuada em um período programado com intervenção e acompanhamento do equipamento, desde que o defeito não implique necessariamente na ocorrência de uma falha. Caso a decisão seja deixar o equipamento funcionando até quebrar, recomenda-se compartilhar com outros defeitos já relatados e tomar ação preventiva e naturalmente económica. O planeamento é fundamental e deve considerar fatores diversos para o não comprometimento do processo produtivo.

2.3.2.2 Manutenção Preventiva

Segundo a NP EN 13306:2010, a manutenção preventiva é “efetuada em intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de degradação do funcionamento ou avaria”.

A manutenção preventiva é a capacidade de se anteciparem possíveis problemas que possam surgir, sendo este o objetivo da política de gestão da manutenção.

De uma forma geral, os trabalhos de manutenção preventiva destinam-se a evitar tempos de paragem não programados e avarias nos equipamentos, que poderiam resultar em ações corretivas (Mobley, 2004). Este tipo de manutenção é adequado a equipamentos que apresentam comportamento regular e que permitam prever com rigor os modos de falha e as respetivas necessidades de manutenção (Pinto, 2013).

A manutenção preventiva inclui inspeções no equipamento, revisões parciais ou gerais em prazos determinados, trocas de óleo, lubrificação, entre outros. Além disso, os colaboradores podem acompanhar o desgaste dos equipamentos para determinar a necessidade de trocar uma peça desgastada, antes que esta cause uma falha maior no equipamento (Bolgenhagen *et al.*, 2011).

A manutenção preventiva converte a manutenção reativa (manutenção corretiva) em manutenção pró-ativa. Esta mudança promove a redução nos custos de manutenção e o aumento da eficiência dos equipamentos, visto que estes tendem a parar apenas em momentos programados, evitando paragens inesperadas (Gaino, 2007).

As vantagens da execução de manutenção preventiva são a diminuição da probabilidade da falha e o aumento do ciclo de vida do equipamento. A desvantagem é que na grande maioria das vezes implica uma paragem do equipamento para realizar a manutenção. (Swanson, 2001).

2.3.2.3 Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma tem como objetivo evitar a degradação das máquinas através de uma mudança de paradigma, incutindo no operador a responsabilidade e o brio de cuidar do equipamento que opera (Amorim, 2011).

Segundo Willmott e McCarthy (2000) os sete passos da manutenção autónoma são:

- Limpeza inicial;
- Eliminação de fontes de contaminação e impurezas;
- Elaboração de normas de limpeza, inspeção e lubrificação;
- Inspeção geral;
- Inspeção autónoma;
- Reorganização e Padronização;
- Manutenção completamente autónoma.

Se a equipa de gestão implementar com sucesso este sistema de manutenção arriscar-se-á por um lado a conseguir familiarizar o operador com os equipamentos e, por outro lado, diminuirá a carga de trabalho da equipa de manutenção, libertando-os de tarefas de baixo valor e promovendo a realização de tarefas de maior valor acrescentado. Assim, a equipa de manutenção poderá ocupar-se mais eficazmente no cumprimento de tarefas de manutenção realmente especializadas, manutenções preventivas complexas e desenvolver projetos de melhoria (Amorim, 2011).

2.3.2.4 Melhoria

Uma melhoria corresponde ao estudo, projeto e realização de alterações nos equipamentos e sistemas, com o objetivo de eliminar intervenções de manutenção, graças ao aumento da fiabilidade (Silva, 2013).

Segundo a NP EN 13306:2010, as atividades de melhoria têm o objetivo de otimizar a segurança de funcionamento de um equipamento, sem que seja modificada a função requerida.

Cabral (2006) desenvolve esta definição, referindo que o objetivo deste tipo de manutenção é também melhorar o desempenho do equipamento, adequabilidade a funções específicas e incorporação de novas características.

A melhoria é um bom exemplo de engenharia da manutenção pois visa adaptar ou corrigir erros na conceção ou instalação dos equipamentos. Os investimentos realizados neste modelo de manutenção podem resultar em ganhos significativos para a organização que o implementa (Pinto, 2013).

2.4. Custos de manutenção

A redução de custos de manutenção tem sido permanentemente procurada pelas empresas, e para tal, têm adotado uma série de ações.

A análise dos custos envolvidos nas atividades de manutenção é fundamental na decisão de realizá-la ou não. O custo é o principal fator a considerar para a tomada de decisão sobre qual o programa de manutenção que deve ser executado.

Uma das condições que irá reduzir o número de paragens de um equipamento é o nível de investimento realizado na manutenção (Bolgenhagen *et al.*, 2011).

A manutenção dos equipamentos deve ser vista como uma atividade de apoio para a produção e não apenas como um custo em si (Bolgenhagen *et al.*, 2011). Quando a manutenção é bem realizada ela melhora a produtividade e qualidade dos produtos, tornando a empresa mais competitiva no mercado. Se a manutenção fosse considerada apenas como um custo seria fácil resolver o problema, bastaria eliminá-la para aumentar os lucros (Xenos, 2014).

Ainda assim, a importância da função manutenção e a seleção do seu modelo nem sempre são claras e levadas em consideração na análise das estratégias das organizações – e quando o são, acabam por ser descartadas devido a uma análise incorreta dos custos envolvidos. Quando o fator custo de manutenção é analisado isoladamente, acaba inibindo as empresas de considerar na sua estratégia essa manutenção, relegando-a a uma posição secundária ou, até, a ser vista como um mal necessário (Marcorin e Lima, 2003).

Geralmente, as empresas tendem a deixar o plano de manutenção preventiva de lado devido aos custos envolvidos, tendo como consequência paragens dos equipamentos causadas por avarias não planeadas. Tudo isso gera atraso e diminuição de produção dos produtos da empresa (Bolgenhagen *et al.*, 2011).

Segundo Mirshawka e Olmedo (1993), os custos gerados pela função manutenção são apenas a ponta de um iceberg. Essa ponta visível corresponde aos custos com mão-de-obra, ferramentas, material aplicado nas reparações, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipa de manutenção.

Abaixo dessa parte visível do iceberg, estão os maiores custos, invisíveis, que são o resultado da indisponibilidade do equipamento (Marcorin e Lima, 2003).

Figura 2 - Iceberg dos custos de manutenção



Fonte: Santos (2009)

O custo da indisponibilidade concentra-se naqueles que decorrem da perda de produção, da não-qualidade dos produtos, da recomposição da produção e das penalidades comerciais, com possíveis consequências sobre a imagem da empresa (Mirshawka e Olmedo, 1993).

A relação entre custo de manutenção, custo da indisponibilidade e produtividade foi estudada num modelo matemático desenvolvido por Chiu e Huang (1996), cuja conclusão assenta numa melhor relação custo-benefício quando se tem como prioridade a

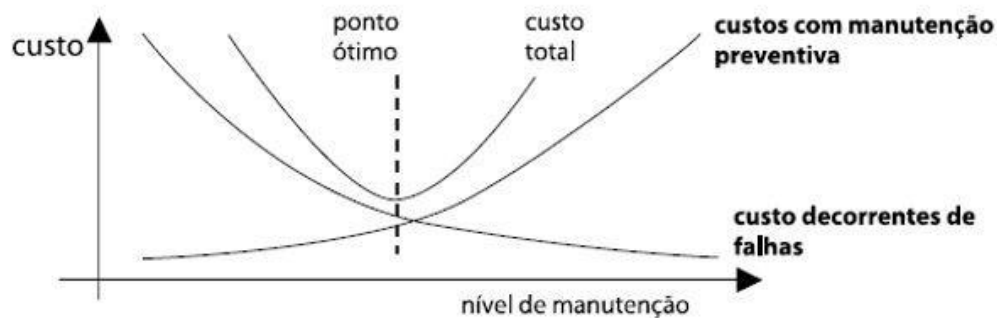
manutenção preventiva, em vez de situações de descontrolo e de imprevisibilidade do processo produtivo, pela falta de manutenção.

Considerando a manutenção como premissa para a redução dos custos da produção, deve-se definir a melhor política a ser aplicada para a otimização dos custos. Essa análise pode ser observada no gráfico da figura 3, que ilustra a relação entre o custo com manutenção preventiva e o custo da falha (Marcorin e Lima, 2003).

O gráfico mostra que investimentos crescentes em manutenção preventiva reduzem os custos decorrentes das falhas (ou seja, custos de manutenção corretiva) e, desse modo, diminuem o custo total da manutenção, em que se somam os custos de manutenção preventiva com os custos de falha. Entretanto, o gráfico mostra ainda que, a partir do ponto ótimo em investimento com manutenção preventiva, mais investimentos geram poucos benefícios para a redução dos custos da falha e acabam elevando o custo total (Marcorin e Lima, 2003).

O desafio das equipas de manutenção consiste em definir esse ponto ótimo, em conjunto com os restantes departamentos.

Figura 3 - Gráfico custo versus nível de manutenção



Fonte: Mirshawka e Olmedo (1993)

Ou seja, ainda que a manutenção seja o alvo preferido na aplicação de medidas com vista à redução de custos, algumas dessas medidas podem ter uma abrangência excessiva e acabam por comprometer a produção da empresa (Xenos, 2014).

A manutenção preventiva envolve a realização de serviços talvez desnecessários de manutenção no equipamento ou em parte do mesmo, independentemente das condições reais das partes. Embora esse método seja melhor do que deixar a máquina funcionar até

quebrar, a manutenção preventiva pode-se tornar cara devido às interrupções excessivas da produção para a realização de manutenção. Essa atividade acaba por elevar o custo com reposição de peças ainda em condições de uso (Bolgenhagen *et al.*, 2011).

Por outro lado, a realização de manutenção corretiva envolve uma paragem não planeada o que aumenta, em grande medida, os custos associados à manutenção e à produção, devido à sua imprevisibilidade.

É importante realçar que, na busca do ponto ótimo, a política de manutenção a ser aplicada deve ter em conta aspetos como a importância do equipamento para o processo, o custo do equipamento e de sua reposição, as consequências da falha do equipamento no processo, o ritmo de produção e outros fatores que indicam que a política de manutenção não pode ser a mesma para todos os equipamentos, mas deve ser diferenciada para cada um deles, na busca do ponto ótimo entre disponibilidade e custo (Marcorin e Lima, 2003).

2.5.Planeamento e controlo de manutenção

Contador (2004) reforça que a função de manutenção dentro de uma empresa mostra um alto potencial de contribuição para o aumento do desempenho, por meio da sua integração com a função produção.

Bamber *et al.* (2004) explica que se pode generalizar que a manutenção atualmente não tem um papel separado da produção, que está comprometida em contribuir com os lucros da organização e que deve adequar o seu planeamento a estas responsabilidades.

A manutenção deve traçar os seus objetivos e as suas metas, interligando-os ao planeamento estratégico da organização. Esta interligação é de grande relevância, pois o sucesso da organização depende muito de uma gestão eficaz da manutenção.

Inclusivamente, é importante o envolvimento da administração e dos colaboradores da manutenção e produção na colaboração da definição dos objetivos e metas da área de manutenção em sintonia com as metas organizacionais da produção (Souza, 2008).

O conhecimento dos objetivos estratégicos de manutenção dentro de uma empresa é fundamental para o planeamento da gestão da mesma, nomeadamente no que diz respeito à disponibilidade e credibilidade dos processos e/ou recursos (Pereira, 2019).

A definição de objetivos estratégicos da manutenção auxilia no atendimento da disponibilidade dos equipamentos e máquinas.

Logicamente, é necessário que haja uma relação entre a disponibilidade destes equipamentos com os indicadores de criticidade dos processos utilizados pela empresa. Isto porque, todos os objetivos e metas que a manutenção venha a ter devem ser elaborados visando atender os processos de acordo com sua criticidade. Neste sentido, é primordial que se definam os elementos influenciadores da criticidade dos processos (Souza, 2008).

Segundo Bloch e Carrol (1990), a definição de prioridades num plano de manutenção que seja implementado gradualmente com vista à manutenção preventiva, muitas vezes traz mais resultados economicamente relevantes que a adoção de uma política de manutenção corretiva, sendo que a atuação prioritária deve ser feita aos componentes críticos para o processo ou ter-se-á uma manutenção dispendiosa.

Ou seja, pode existir maior flexibilidade para as falhas ou defeitos em componentes que não interrompem a operação, por outro lado, os componentes que podem comprometer a operação, deve-se dedicar maior atenção.

Do ponto de vista de Cotti (1989), a base da boa gestão da manutenção são informações confiáveis sobre os aspetos mais críticos da manutenção, ou seja, sobre os elementos que poderão impactar consideravelmente as despesas ou o rendimento.

A dependência da produção (paragens na fabricação), problemas de segurança, o acompanhamento dos trabalhos contratados a subempregados, o aprovisionamento de peças de reserva, a disponibilidade e/ou existência de meios de elevação, acondicionamento e transporte especiais e o diagnóstico e priorização das intervenções a realizar são alguns dos problemas específicos que o planeamento da manutenção visa resolver (Pereira, 2019).

O planeamento e controlo de manutenção numa organização consolidam o ciclo de gestão de manutenção, pela implementação das seguintes atividades (Pereira, 2019):

- Definir e manter os indicadores de desempenho com os respetivos requisitos de referência, atualizar a documentação técnica dos equipamentos e máquinas e formar a relação de peças sobressalentes;
- Atualizar os planos de manutenção;
- Rever o registo de ordens de trabalho preventivas relacionadas aos planos de manutenção dos equipamentos e máquinas e respetivas periodicidades;
- Manter o sistema em regime de normalidade operacional com objetivo de preparar e consciencializar os colaboradores envolvidos com as atividades de manutenção, para apontamento e registo das tarefas realizadas, incluindo também, o registo das horas de equipamentos e máquinas paradas e causas das avarias;
- Fiscalizar os planos de manutenção planeada provenientes de inspeções ou check-list com toda a informação necessária para as áreas solicitantes da organização;
- Verificar a organização do armazém, bem como preparar os materiais sobressalentes e as ferramentas necessárias à execução dos serviços;
- Fazer criteriosa análise de serviços planeados e *backlog*;
- Fazer ajustes da mão-de-obra e estabelecer novas periodicidades para os serviços em função das verificações e análises de causas e desvios de planeamento;
- Criar histórico técnico estruturado dos equipamentos, máquinas e instalações, com registos de ocorrências planeadas e imprevistas;
- Organizar e analisar dentro de uma periodicidade adequada os relatórios de gestão da manutenção;
- Proporcionar a orientação aos gestores e chefes para obtenção de melhores resultados associados à disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos equipamentos, máquinas e das equipas de manutenção;
- Acompanhar e prestar suporte a instalação de novas versões de *softwares* de gestão e manter as rotinas de integração com os outros sistemas;
- Realizar reuniões de conscientização com a participação dos colaboradores para a organização da manutenção e o total comprometimento com os resultados, para os níveis: estratégico, tático e operacional.

As empresas que implementam esta sistemática de planeamento e programação de manutenção obtêm vantagem competitiva e resultados objetivos que podem ser medidos e acompanhados a médio prazo (Pereira, 2019).

Sinteticamente, e de acordo com Rosa (2006), o planeamento e controlo da manutenção deve considerar as seguintes premissas básicas para a sua gestão:

- Determinação de um plano de trabalho de manutenção preventiva ao longo do ano e com periodicidade adequada às necessidades;
- Atendimento aos pedidos de modificação e melhoria dos equipamentos;
- Mecanismos de atendimento às paralisações e serviços de emergência.

Posto isto, com a realização de um bom planeamento e controlo da manutenção, as tarefas são mais bem-sucedidas e realizadas em menos tempo, desgastando menos a equipa de manutenção, permitindo que os equipamentos fiquem mais tempo disponíveis para a produção (Souza, 2008).

2.6.Total Productive Maintenance (TPM)

2.6.1. História e conceito

Total Productive Maintenance (TPM) é uma marca registada do *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM) e por definição, é uma metodologia que tem como propósito melhorar a produtividade e a qualidade, através do aumento da eficiência do equipamento ao seu mais alto nível, definindo os seguintes objetivos: zero avarias, zero defeitos e zero acidentes (Cruz, 2009).

O TPM apresenta três gerações: Na primeira geração, com início em 1971, o TPM focalizava-se nas linhas de produção industrial com o objetivo de chegar à quebra zero dos equipamentos envolvidos no processo. A segunda geração foi desenvolvida em 1989, resultou num aprimoramento da ideia anterior, passando a ter como foco também o desperdício zero, aplicando esta visão a toda a empresa. A terceira e atual geração, iniciada em 1997, o TPM foca-se na redução de custos em toda a empresa, com a manutenção dos equipamentos baseada em estudos estatísticos e métricas, buscando atingir zero quebras, zero defeitos e zero acidentes (Cruz, 2009).

Pallerosi (2007) alega que a TPM é projetada para maximizar a efetividade total do equipamento através do estabelecimento de um sistema produção-manutenção que abrange o ciclo de vida dos equipamentos.

Esta conceção de manutenção tem como principal prioridade a realização da manutenção dos equipamentos e máquinas com a participação dos operadores da produção, dentro de um processo de melhoria contínua e uma gestão de qualidade total (Souza, 2008).

Kodali (2001) destaca a promoção da manutenção através da manutenção autónoma e do incentivo de um pequeno conjunto de atividades.

Nesta filosofia, todos os operários da produção executam um pequeno grupo de atividades de manutenção.

Como tal, a implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM) é uma responsabilidade não só do departamento de manutenção, como também dos departamentos de produção e de engenharia, quebrando a tradicional "rivalidade" entre os setores de uma mesma empresa (Tavares, 2005).

2.6.2. Importância para a indústria

Ao implementar o TPM, uma indústria consegue alcançar um uso efetivamente eficiente de equipamentos e instalações de forma a funcionarem sem anomalias e produzirem artigos com qualidade. Para tal, o TPM recorre às competências dos operadores aumentando o seu envolvimento e participação na decisão, e aumentando a sua responsabilidade pelo equipamento, na correção de deficiências e implementação de melhorias (Cruz, 2009).

A TPM foca-se na eliminação das seis grandes perdas que diminuem o desempenho global do sistema produtivo, que são as seguintes (Kodali, 2001):

- Paragens do equipamento: perdas de tempo devido a falhas do equipamento e peças defeituosas. Estas perdas são as mais difíceis de eliminar.
- Setup e ajustes do equipamento: perdas de tempo desde o final da produção de uma peça, limpeza, mudança de ferramentas e ajustes do equipamento, até à produção de nova peça;

- “Marcha lenta” e micro paragens: ocorre quando a produção é interrompida por uma avaria temporária ou o equipamento está a operar em velocidade reduzida.
- Redução de velocidade: refere-se à diferença entre a velocidade indicada nos parâmetros do equipamento e a velocidade real operativa. Esta diferença poderá advir da qualidade ou de problemas mecânicos.
- Peças defeituosas e retrabalho: devido ao mau funcionamento do equipamento.
- Perdas de arranque de produção: depois de um período de inatividade o arranque da produção é sempre problemático, visto que o tempo necessário para o equipamento se encontrar nas condições ideais para produção é sempre uma incógnita.

Estas seis principais perdas podem agrupar-se em três tipos de perdas, segundo o mesmo autor. As duas primeiras são claramente perdas de tempo, as duas seguintes são perdas de velocidade e as duas últimas definem-se como perdas de qualidade, sendo que estas influenciam diretamente o rácio de qualidade do equipamento (Cruz, 2009).

Atuando nestas principais perdas, o TPM torna-se uma importante para a melhoria contínua da empresa, já que irá contribuir para reduções em três campos distintos (Cruz, 2009):

- Qualidade (Redução de sucata; Redução de retrabalho; Redução de falhas);
- Fornecimento (Redução do tempo de tramitação);
- Custos (Investimentos; Custos da qualidade; Custos de serviços).

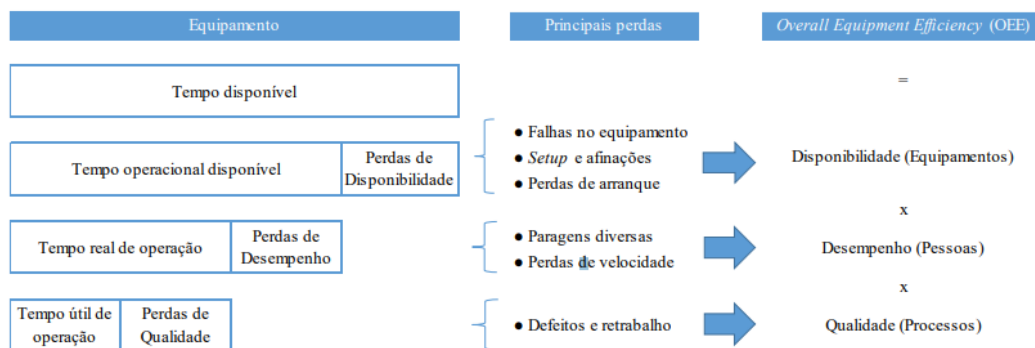
Ainda assim, segundo Eti *et al.* (2006) a implementação do TPM requer que se coloquem em prática alguns procedimentos, tais como:

- Cultivar no operador o sentido de propriedade do equipamento, introduzindo a manutenção autónoma, ficando os cuidados primários do equipamento à responsabilidade do operador;
- Elevar as capacidades e conhecimentos do operador para maximizar a eficiência do equipamento;
- Otimizar o desempenho de todo o parque de equipamentos, usando equipas multifuncionais, constituídas por operários, responsáveis de manutenção, engenheiros e gestores;
- Estipular um calendário para manutenção preventiva.

Um dos indicadores mais importantes é a Efetividade Global do Equipamento (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*) - que é composta por três parâmetros que têm um papel relevante na filosofia da Manutenção Produtiva Total (TPM): disponibilidade do equipamento, a taxa de produção ou eficiência e a qualidade do produto ou serviço. A multiplicação dos três corresponde à OEE (Fuentes, 2006).

Este índice mostra aos gestores e encarregados da manutenção quais das seis grandes perdas necessitam dedicar mais atenção para melhorar o desempenho do equipamento.

Figura 4 - Relação das perdas do sistema produtivo com o OEE



Fonte: Nina (2016)

Também se espera que a implementação desta metodologia contribua para o aumento do MTBF (*Mean Time Between Failures* - tempo médio entre avarias) e a diminuição do MTTR (*Mean Time to Repair* - tempo médio de reparação). Ambos os indicadores são frequentemente analisados na indústria para medir a disponibilidade dos equipamentos (Amorim, 2011).

2.6.3. Pilares do TPM

Os oito pilares básicos, apresentados na tabela 1, orientam a metodologia da Manutenção Produtiva Total e definem atividades concretas que visam alcançar as metas que retratam esses pilares para o contexto da empresa, tendo como prioridade principal a "Falha Zero" (Souza, 2008).

Tabela 1 - Os oito pilares do TPM

Manutenção Autónoma	Atribui ao operador a responsabilidade de realizar tarefas básicas de manutenção (limpeza, lubrificação, inspeção). Aumenta o seu conhecimento do equipamento e permite identificar problemas antes de se tornarem falhas;
Melhoria Contínua	Condições ótimas, redução das seis grandes perdas, estabelecimento de metas, esclarecimentos de metas, esclarecimento dos pontos conflitantes e definição de procedimentos;
Manutenção Planeada	Programa trabalhos de manutenção tendo em conta possibilidades de falha previstas. Reduz tempos de paragem imprevistos, reduz stock de peças e permite planear trabalhos para quando a máquina não estiver a ser utilizada na produção;
Manutenção da Qualidade	Aplica no processo produtivo métodos de deteção e à prova de erro, incluindo definição dos parâmetros de controlo e monitorização. Permite reduzir taxas de não qualidade e custos de retrabalho.
Formação	É destinada a operadores, responsáveis de manutenção ou gestores e tem como objetivo preencher as lacunas que dificultam a implementação dos pilares TPM. Inclui a determinação e planeamento das atividades de melhoria, avaliação do avanço e aplicação;
Gestão inicial dos equipamentos	Tem como finalidade, o planeamento e desenvolvimento de atividades de melhoria, após um levantamento de inconveniências e imperfeições, logo na fase de projeto de novos equipamentos ou durante a remodelação de equipamentos já existentes, de modo a obter equipamentos livres de falhas, livres de manutenção, a laborarem na melhor condição possível.
TPM no escritório	Aplicação da metodologia 5S às funções administrativas, estendendo os benefícios TPM para além do chão de fábrica. Aborda problemas administrativos, otimizando as áreas de planeamento, compras, matérias primas, peças e ferramentas;
Segurança, Saúde e Ambiente	Pretende manter o ambiente de trabalho seguro e saudável. Elimina possíveis riscos de saúde e segurança.

Fonte: Adaptado de Nina (2016) e Souza (2008)

3. Caracterização da entidade de acolhimento

3.1. Apresentação e História da empresa

O nascimento da empresa Fucoli dá-se em 29 julho de 1946, com a criação da Fucoli-Fundição Conimbricense, Lda. na cidade de Coimbra, com 10 trabalhadores, tendo iniciado em 1949, o fabrico de material para o setor de abastecimento de água e saneamento.

Em 2 de Março de 1957 é fundada a Somepal-Sociedade Metalúrgica da Pampilhosa, Lda. na vila da Pampilhosa, dedicando-se à fabricação e comercialização de diversos tipos de válvulas.

Em 1990 a Fucoli-Somepal, S.A. adquire o capital social da Somepal, iniciando-se, a partir dessa data, uma série de investimentos importantes e alterações nas fábricas, já que existia a necessidade de apresentar aos seus clientes produtos e serviços que satisfizessem a relação Qualidade/Preço. Deste modo iniciou-se a modernização do sistema produtivo e implementação do Sistema da Qualidade na Fucoli-Somepal, S.A. e na Somepal, apoiado nas normas NP EN ISO 9002, certificação que obteve em 1996 e 1994, respetivamente.

Em dezembro de 1998, procedeu-se à fusão da Fucoli – Fundição Conimbricense, S.A. com a Somepal – Sociedade Metalúrgica da Pampilhosa, S.A., ficando, deste modo, à disposição dos fornecedores e clientes uma grande unidade produtiva com maiores garantias de continuidade e crescimento, oferecidas pela fusão dos patrimónios e pela dinâmica projetada.

Devido ao seu sólido know-how e décadas de experiência, hoje a Fucoli-Somepal é um dos únicos fabricantes a produzir exclusivamente na Europa, assegurando o controlo total do processo produtivo: desde a sua idealização e conceção, até ao ensaio final.

Os produtos Fucoli-Somepal são produzidos de acordo com os mais altos padrões, cumprindo as mais exigentes normas e certificações.

Os seus valores e diretrizes, apoiados numa tradição de bem servir o cliente e no cumprimento dos prazos de entrega, com espírito de modernização constante e recorrendo à metodologia *Lean*, permite-lhes garantir aos seus clientes um elevado padrão de qualidade, inovação, confiança, sustentabilidade e apoio pós-venda.

3.2. Visão, Missão e Valores

Segundo a política de gestão apresentada no manual de acolhimento da Fucoli-Somepal S.A., a empresa tem como visão “ser uma empresa de excelência no seu ramo de atividade, harmonizando o seu desempenho técnico, económico e financeiro com os princípios de sustentabilidade”.

Como missão, “pretendem ser parceiros de referência para todas as Entidades, na produção e fornecimento de produtos em ferro fundido, onde a Qualidade, a Inovação, o Ambiente, a Segurança e Saúde no Trabalho e a Responsabilidade Social, conjugadas com a aplicação das melhores técnicas disponíveis, asseguram a garantia da qualidade do que fazem, um desenvolvimento sustentável e uma atitude pró-ativa e responsável perante a sociedade em que nos inserimos”.

Os princípios da sua política são:

1. Satisfação do cliente nas suas necessidades e expectativas;
2. Proteção do ambiente, através da prevenção da poluição, com a minimização dos impactes ambientais, e uso sustentável de recursos;
3. Prevenção das lesões e afeções da saúde, eliminando os perigos e minimizando os riscos no local de trabalho;
4. Criação de valor acrescentado para todas as partes interessadas;
5. Cumprimento dos requisitos legais e regulamentares, normas e práticas, nacionais e internacionais, procurando ir sempre mais além do mero cumprimento;
6. Melhoria contínua do que fazemos, com objetivos determinados;
7. Motivação e formação dos recursos humanos, por forma a fomentar uma cultura de envolvimento e criatividade promovendo a geração de ideias;

8. Assegurar a igualdade de oportunidades e de tratamento, procurando evitar todas as formas de discriminação não relacionada com os requisitos para a execução do trabalho;
9. Prática de salários condignos de acordo com o custo de vida da região;
10. Assegurar continuamente práticas facilitadoras de conciliação entre a vida profissional e pessoal;
11. Assegurar a existência de um ambiente de trabalho atrativo, assegurando horas de trabalho razoáveis, condenando todas as práticas de trabalho infantil ou forçado;
12. Promover a consulta e participação dos trabalhadores e seus representantes.

3.3. Produto/Mercado

A sua gama de produtos vai desde valvularia, tais como válvulas de cunha elástica, borboleta, retenção, flutuadoras, hidrantes, acessórios e soluções de acesso para redes de água, tratamento de águas residuais, distribuição de gás, proteção contra incêndio e telecomunicações.

A marcação CE é aplicada nos produtos cuja legislação em vigor assim o determina, estando ainda alguns dos produtos fabricados certificados pela Certif.

Cerca de 50% dos produtos comercializados são encaminhados para o mercado interno, cujos principais clientes são armazenistas, Câmaras Municipais e Serviços Municipalizados, empresas de construção civil e obras públicas e outras empresas industriais.

Os restantes 50% são encaminhados para o mercado externo, nomeadamente:

- Europa: Alemanha, Bélgica, Chipre, Croácia, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Irlanda, Itália, Lituânia, Luxemburgo, Moldávia, Polónia, Reino Unido, Roménia, Rússia, República Checa, Sérvia, Suécia, Suíça e Ucrânia.
- África: Angola, Argélia, Burkina Faso, Burundi, Cabo Verde, Chade, Costa do Marfim, Egípto, Guiné-Bissau, Líbia, Mali Marrocos, Moçambique, Níger,

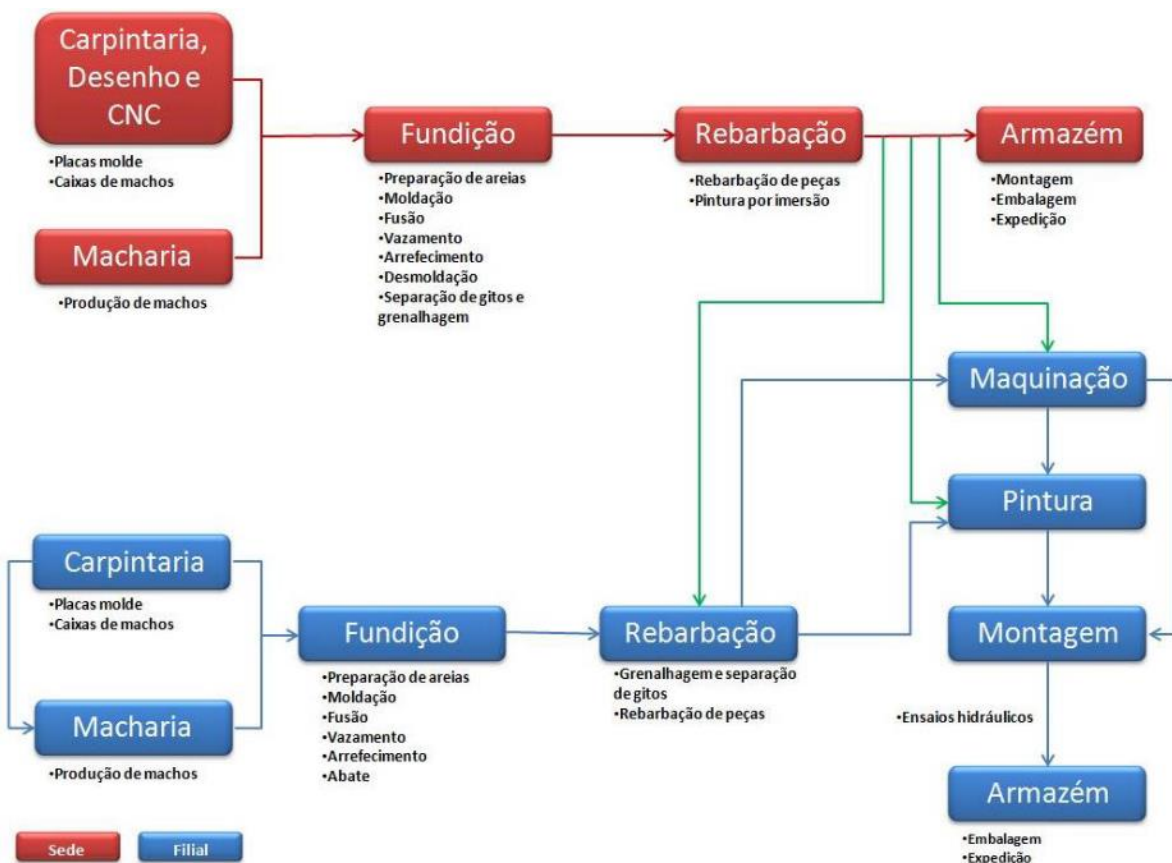
Nigéria, Quênia, República Centro-Africana, República Democrática do Congo, Senegal, Tanzânia, Tunísia e Uganda.

- América: Argentina, Bolívia, Brasil, Canadá, Chile, Cuba, Equador, Jamaica, Uruguai e Venezuela.
- Ásia: Afeganistão, Arábia Saudita, Azerbaijão, Cazaquistão, Emirados Árabes Unidos, Iraque, Israel, Jordânia, Kuwait, Macau, Omã, Qatar, Sri Lanka, Vietname, Iémen, Filipinas.
- Oceânia: Austrália.

3.4. Processo produtivo

Na Figura 5 é apresentado um esquema do processo produtivo da organização:

Figura 5 - Processo produtivo Fucoli-Somepal, S.A.



Fonte: Manual de acolhimento do colaborador Fucoli-Somepal, S.A.

O estágio decorreu unicamente no setor da manutenção da filial. Porém as diversas análises a efetuar da manutenção incidem sobre as secções mais críticas do processo produtivo, nomeadamente a fundição, rebarbação, maquinação, pintura e montagem.

A manutenção é uma secção auxiliar que tem como missão aplicar uma estratégia de manutenção eficiente para o parque de máquinas existente e realizar ações de manutenção de forma a garantir a disponibilidade dos equipamentos fabris. Procura contribuir para o sucesso do processo produtivo criando soluções de manutenção mais rápidas e eficientes, aumentando assim a disponibilidade dos equipamentos e sistemas produtivos minimizando as perdas.

3.5.Estrutura Organizacional

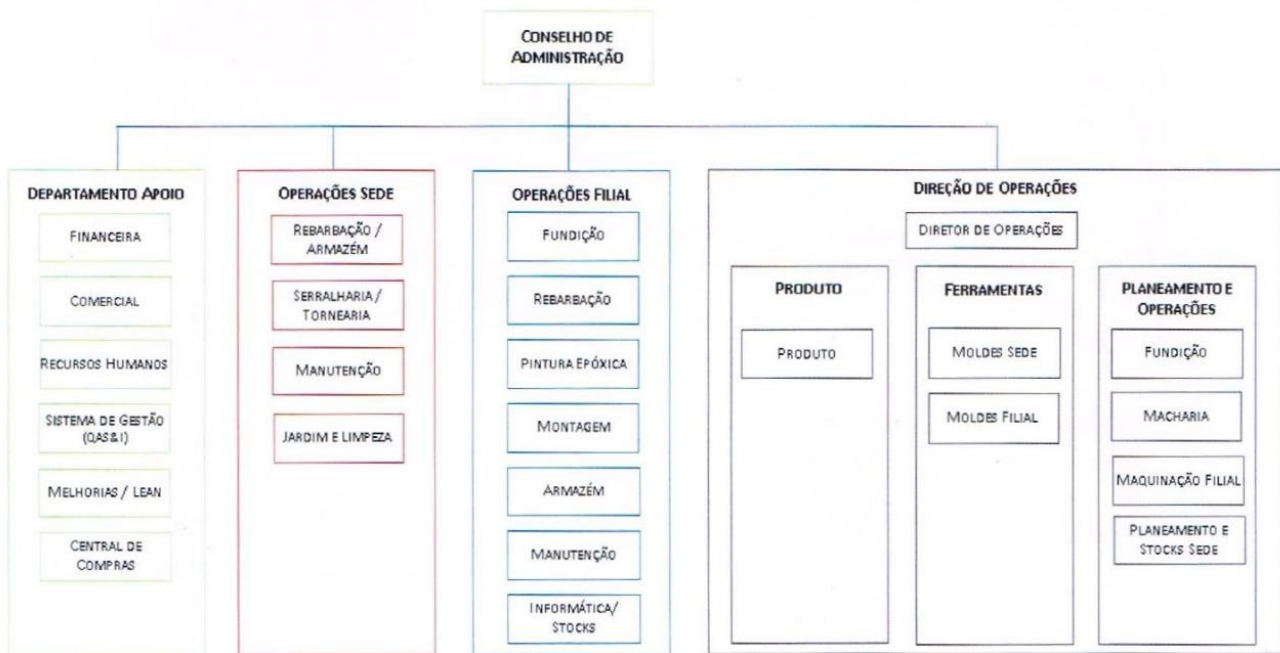
A Fucoli-Somepal, S.A. encontra-se internamente subdividida em setores/departamentos que em conjunto colaboram de forma bastante próxima com o intuito de obter o produto final.

Na Filial os setores/departamentos são:

- Fundação / Macharia
- Carpintaria
- Rebarbação
- CNC (Maquinação)
- Pintura
- Montagem
- Armazém
- Recursos Humanos
- Qualidade, Ambiente, Segurança e Inovação
- Comercial
- Compras
- Informático / Controlo de Stocks

De forma a conhecer melhor a organização dos diversos setores, abaixo é apresentado o organograma da filial:

Figura 6 - Organograma Fucoli-Somepal, S.A.



Fonte: Manual de acolhimento do colaborador Fucoli-Somepal, S.A.

4. Estágio

4.1. Programa de estágio

O estágio curricular proposto consistiu em acompanhar a reestruturação do setor da manutenção e a implementação da filosofia Kaizen, na filial da Fucoli-Somepal, S.A. Como tal, o estágio decorreu no setor da manutenção, em ligação com o departamento financeiro, onde foram apresentadas *a priori* as seguintes atividades a desenvolver na área de manutenção:

- Cálculo de custos de manutenção por máquina;
- Cálculo do tempo de indisponibilidade das máquinas;
- Desenvolvimento e cálculo de indicadores de desempenho da secção de manutenção;
- Ligação dos pedidos de intervenção, à criação de Ordens de Trabalho (OT), utilização de sobressalentes em armazém ou pedidos de compra ao departamento de compras;
- Gestão e classificação dos sobressalentes a adquirir em função da sua importância face ao risco de paragem da máquina e respetivas quantidades a armazenar;
- Critérios de fecho das OT e classificação da intervenção efetuada;
- Atualização da base de dados existente, incluindo definição de estrutura de máquina e atribuição de máquinas às diferentes secções;
- Imputação de custos de materiais e mão de obra às OT;

4.2. Tarefas desenvolvidas

4.2.1. Classificação dos equipamentos

Um dos pontos importantes na gestão da manutenção é a classificação dos equipamentos quanto à sua criticidade. Esta criticidade está ligada essencialmente com o impacto da avaria na disponibilidade do equipamento para a produção, na entrega ou também se são alvo de requisitos legais de manutenção preventiva. Ou seja, tem em conta o efeito das avarias nos custos indiretos de manutenção.

Esta classificação é subdividida em 3 tipos, A, B e C, sendo o A indicativo de equipamento mais crítico e C indicativo de equipamento pouco crítico. A classificação é

importante para ficar mais perceptível a prioridade das manutenções, por exemplo, quando surge a situação de ocorrerem duas avarias, ambas de grau urgente.

Alguns dos equipamentos já estavam classificados no software ManWinWin (MWW), o restante perguntou-se a cada um dos chefes de secção da produção, quais os equipamentos que consideravam ser mais críticos para posteriormente atualizar no software nas informações complementares dos equipamentos.

4.2.2. Office TPM

Como referido anteriormente na revisão bibliográfica, um dos pilares da filosofia TPM é o Office TPM, que está ligado à organização das áreas administrativas. Este pilar pressupõe que o escritório é um local de processamento de informações, já que existem dados a ser recolhidos, processados e fornecidos. Associada a esta tarefa está a metodologia 5S, que visa a redução de desperdício a partir da organização do local de trabalho, estimulando a organização e disciplinando as pessoas que trabalham na área a manter apenas o indispensável, através dos conceitos de utilidade, organização, limpeza, padronização e autodisciplina, sendo que a sua implementação requer somente bom senso.

Neste sentido, a primeira fase do estágio passou por auxiliar na organização do gabinete da manutenção, descartando todos os documentos e dossiers obsoletos e desnecessários, assim como organizando e criando arquivos para:

- Arquivo de OT's realizadas de todas as secções de produção;
- Arquivo de Verificações do DL 50/2005;
- Assistências;
- Registos;
- Ficha de resíduos;

A maioria destes documentos estava desatualizada, desorganizada ou mal identificada, o que dificultava quer o arquivo como a eventual consulta de documentos.

Foram também criadas etiquetas para indicar o local de arrumação de cada tipo de documentação, tendo o cuidado de ficar visualmente explícito que cada item tinha o seu lugar específico. O processo de organização do escritório estende os benefícios do TPM para além do chão de fábrica, resolvendo problemas administrativos, que permitem o processamento de informações de maneira rápida, com qualidade e confiabilidade.

4.2.3. Etiquetagem de kanbans

Baseado na filosofia *Lean*, a Fucoli-Somepal tem implementado o sistema Kanban para a gestão de stock da manutenção, que consiste num cartão plastificado que contém a descrição do produto, a quantidade mínima em stock (ponto de reaprovisionamento), a quantidade a comprar, o código de barras e um código que fica automaticamente associado ao produto para facilitar a sua introdução no sistema interno da empresa, permitindo saber mais informação sobre o mesmo.

De acordo com as necessidades das empresas a ferramenta Kanban foi evoluindo, ajustando-se para outras formas de utilização, tendo como foco principal manter as organizações em um padrão adequado de organização (Faustino e Higashi, 2020).

Os colaboradores do setor da manutenção têm um papel fundamental para este sistema funcionar corretamente: são eles que fazem a gestão visual dos stocks dos materiais. Ou seja, quando vão buscar um material que precisam, verificam visualmente se a quantidade existente é igual ou superior à que está indicada no Kanban. No caso de ser inferior, retiram o Kanban da caixa e colocam no lugar destinado à requisição de material. O chefe da equipa de manutenção faz a recolha diária dos Kanban e verifica o stock. Confirmada a necessidade de um novo pedido, assim que essa mercadoria chegar, o chefe da manutenção, armazena os produtos e coloca novamente o cartão Kanban na respetiva caixa para novo controle visual da quantidade de itens. Este método de gestão de materiais em armazém é bastante simples e eficaz, mas requer o cumprimento por parte de todos os colaboradores.

De forma a aprimorar este processo, iniciou-se uma atualização dos Kanban para facilitar a receção do material encomendado. Procedeu-se à identificação e criação de um novo Kanban para o material já existente em armazém que não tinha identificação. Ao longo do tempo foram feitas melhorias ao nível da adequação do tamanho do Kanban ao tamanho da caixa dos respetivos Kanbans. Para tal foi introduzido o KMT (Kanban, Manutenção, Tamanho), já implementado na sede, com um número que varia entre 1 e 30, em que cada um deles indica as dimensões do Kanban, devido a existirem diferentes tamanhos de caixas e o encaixe onde é inserido o Kanban ser diferente. É um pormenor importante nos Kanban, pois no caso de se estragar e ser necessário fazer um novo, após

ter o número, rapidamente o programa cria o Kanban com as medidas pré-definidas. Na figura 7 são apresentados alguns exemplos de Kanban que foram atualizados.

Figura 7 - Kanban's de indentificação de material



Fonte: Elaboração própria

O Kanban também possui um código de barras, contudo atualmente não está a ser utilizado. No futuro, a empresa poderá investir em leitores de código de barras para melhorar o processo de gestão de stock. Uma das vantagens que os e-Kanban (Kanbans digitais) trariam, reside no facto dos colaboradores da manutenção, ao retirarem o material que precisam, poderem ler o código de barras e, automaticamente, o sistema descontar na contagem do stock. À semelhança disso, poderia criar-se no sistema um alerta automático de nível de stock baixo para ser feita a requisição de material.

Atualmente, o sistema não dá nenhum sinal de alerta quando o nível de stock de uma peça atinge o seu ponto de reaprovisionamento. Assim, sempre que há uma saída de material do armazém de uma peça, o funcionário necessita de verificar visualmente o nível de stock atual para que no caso de ser inferior, colocar o Kanban no lugar destinado à requisição de material. Embora, se trate de uma tarefa simples, esta nem sempre é cumprida por parte dos técnicos de manutenção, o que pode provocar em situações de rutura de stock.

4.2.4. Software ManWinWin

O ManWinWin é o *software* utilizado na Fucoli-Somepal, especializado no domínio técnico da Organização e Gestão da Manutenção Industrial, que visa alcançar a organização funcional do parque de equipamentos, o planeamento e gestão de trabalhos de Manutenção, a quantificação dos custos relacionados com horas de mão de obra, materiais, serviços entre outros.

Possui diversas outras funcionalidades tais como: gestão do parque de equipamentos, fichas técnicas e documentos, receber e gerir pedidos de manutenção feitos pelos utilizadores da organização, histórico completo da manutenção (por equipamentos, por colaborador, por secção, entre outros), análises, relatórios e indicadores de Manutenção customizados pelo utilizador, acesso mobile para registos rápidos (Cardoso, 2019).

Ao longo do estágio, teve-se contacto com o *software* ManWinWin, ficando-se encarregue de realizar tarefas como:

Fechar as OT de dois técnicos de manutenção, imputando os custos de mão de obra e de materiais às mesmas.

Figura 8 - Registo de mão de obra

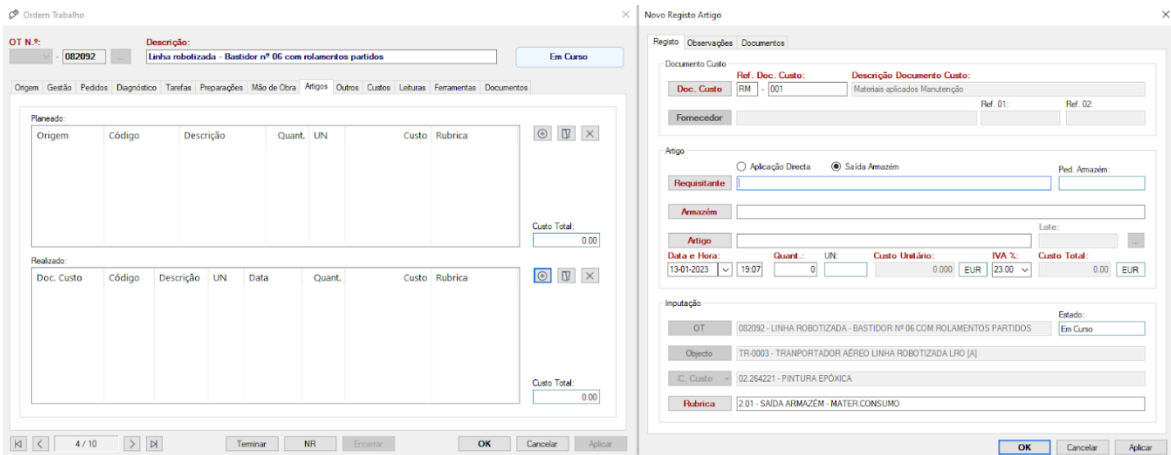
The screenshot displays the ManWinWin software interface for recording work. It features two main windows: 'Ordem Trabalho' (Work Order) and 'Novo Registo Mão de Obra' (New Work Record).

The 'Ordem Trabalho' window shows the work order details, including the OT N.º (082092) and a description: 'Linha robotizada - Bastidor nº 06 com rolamentos partidos'. It has tabs for 'Origem', 'Gestão', 'Pedidos', 'Diagnóstico', 'Tarefas', 'Preparação', 'Mão de Obra', 'Ativos', 'Outros', 'Custos', 'Lecturas', 'Ferramentas', and 'Documentos'. The 'Planeado' section contains a table with columns: Origem, Função, HH, Custo, Rubrica. The 'Realizado' section contains a table with columns: Doc. Custo, Funcionário, Data, HH, Factor, Custo, Rubrica. Both sections have 'Mob. HH' and 'Custo Total' fields set to 0.00.

The 'Novo Registo Mão de Obra' window is for entering work record details. It includes fields for 'Documento Custo', 'Ref. Doc. Custo', 'Descrição Documento Custo', and 'Fornecedor'. The 'Mão de Obra' section has a 'Funcionário' dropdown set to 'EST03 - ESTAGIÁRIO - MANUTENÇÃO FILIAL', a 'Data' dropdown set to '13-01-2023', and fields for 'Inicio' (19.07), 'Fim' (18.00), 'Mob. HH' (22.88), 'Factor' (0), 'Custo HH' (0.00 EUR), and 'Custo' (0.00 EUR). The 'Imputação' section shows the work order details: OT: 082092 - LINHA ROBOTIZADA - BASTIDOR Nº 06 COM ROLAMENTOS PARTIDOS (Estado: Em Curso), Objecto: TR.0003 - TRANSPORTADOR AÉREO LINHA ROBOTIZADA LRO [A], C. Custo: 02.264221 - PINTURA EPÓXICA, and Rubrica: 1.03 - PESSOAL EXTERIOR.

Fonte: Software ManWinWin

Figura 9 - Registo de artigos



Fonte: *Software ManWinWin*

Os registos de Manutenção são de extrema importância, pois são as fontes para a monitorização dos dados e para o cálculo de indicadores, que se aborda no subtópico seguinte. O registo de horas e materiais idealmente deve ser feito por cada um dos técnicos de manutenção, contudo, nem todos tinham prática em interagir com o *software*, uma vez que não era suficientemente intuitivo. Devem ser encontrados mecanismos para garantir que este registo é feito refletindo o máximo possível a realidade, para que se possam ter dados fiáveis relativos à manutenção.

Realizou-se também a inventariação do material do armazém da manutenção, fazendo o correspondente registo e consolidação no *software*.

Figura 10 - Criação de inventário

The screenshot shows a software window titled 'Inventário'. At the top, there are input fields for 'Armazém' (A2 - ARMAZÉM FILIAL), 'Data e Hora' (02-12-2022 10:35), 'Código' (INV-2022), and 'Descrição' (Inventário Manutenção 2022). Below these is a 'Rubrica' field and a 'Realizado (%)' field set to 100.00. The main area is a table of 'Artigos' with columns for 'Data', 'Artigo', 'Lote', 'Localização', 'Existência', 'UN', and 'C. Unitário'. The table contains 15 rows of data. At the bottom, there are navigation buttons and 'OK', 'Cancelar', and 'Aplicar' buttons.

Data	Artigo	Lote	Localização	Existência	UN	C. Unitário
02-12-2022 08:07	MMS8908 - ABRACAD...			27.00	UN	0.302
02-12-2022 08:08	MMS8912 - PORCA R...			1.00	UN	0.720
02-12-2022 08:08	MMS8917 - ELECTRO...			1.00	UN	0.000
02-12-2022 08:08	MMS8919 - SCHNEID...			2.00	UN	0.000
02-12-2022 08:08	MMS8920 - SCHNEID...			1.00	UN	0.000
02-12-2022 08:09	MMS8926 - CORREIA ...			2.00	UN	0.000
02-12-2022 08:09	MMS900 - CORREIA T...			3.00	UN	0.000
02-12-2022 08:09	MMS9004 - RELE OM...			3.00	UN	7.800
02-12-2022 08:10	MMS9011 - CORREIA ...			4.00	UN	0.000
02-12-2022 08:10	MMS9056 - BOTONEI...			1.00	UN	0.000
02-12-2022 08:11	MMS907 - BICO LUBRI...			7.00	UN	0.211
02-12-2022 08:11	MMS9166 - MADAUL...			1.00	UN	243.000
02-12-2022 08:12	MMS9167 - MADAUL...			1.00	UN	5.380
02-12-2022 08:12	MMS9168 - MADAUL...			1.00	UN	3.500

Fonte: Software ManWinWin

A partir da diferença entre a contagem feita e as existências à data da realização do inventário, foi possível imputar alguns materiais “esquecidos” às máquinas, efetuar acertos de desvios entre existências físicas e do sistema informático e identificar alguns artigos obsoletos ou usados, que foram posteriormente transferidos do armazém para o armazém de usados.

Figura 11 - Criação de transferência de armazém

Nova Transferência Armazém

Amazéns

Origem: A2 - ARMAZÉM FILIAL

Destino:

Ref. Documento: - Data e Hora: 11-04-2023 12:39 Ref. 01: Ref. 02:

Tipo Doc. Descrição:

Responsável:

Artigos

Item	Artigo	Lote Orig...	Lote Desti...	Quant.	UN	C. Unitário	Custo Total
------	--------	--------------	---------------	--------	----	-------------	-------------

OK Cancelar Aplicar

Fonte: *Software ManWinWin*

4.2.5. Desenvolvimento e cálculo de KPI's para a secção de manutenção

Para a análise da *performance* da manutenção, procedeu-se ao desenvolvimento e cálculo de indicadores de *performance* para a secção de manutenção.

O acompanhamento destes indicadores permite mensurar o estado da manutenção, comparar desempenhos, identificar pontos fortes e fracos, definir objetivos e metas, auxiliar no planeamento de ações de melhoria e controlar o progresso ou alterações ocorridas ao longo do tempo.

No *software* ManWinWin, já existiam indicadores criados, como se pode observar na figura 12, contudo nem todos eram relevantes, eram inconsistentes e desorganizados. Logo, não existia nenhuma ferramenta de controlo nem o hábito de analisar os indicadores por parte do chefe da secção de manutenção.

Figura 12 - Lista de indicadores existentes no *software* ManWinWin na Fucoli-Somepal, S.A.

Indicadores Técnicos		
Código	Descrição	Período Análise
01	Avarias	Ano: 2020
02	Nº Avarias p/ Sistema	Últimos 12 Meses
03	Nº Avarias Geral	Ano: 2014
04	Nº Avarias Sistemas Auxiliares	Ano: 2014
05	Nº Avarias Carpintaria	Ano: 2014
06	Nº Avarias Macharia	Ano: 2022
07	Nº Avarias Fundição	Últimos 12 Meses
08	Nº Avarias Rebarbação	Ano: 2020
09	Nº Avarias Serralharia/Tornearia	Ano: 2014
40	% Avarias Macharia	Ano: 2017
41	% Avarias Máq. Moldar	Ano: 2017
42	Tempo Avarias	Ano: 2022
43	Mapa de manutenções programadas	Ano: 2020
44	MTTR	Ano: 2018
45	Horas Manutenção Programada	Ano: 2013
46	Loramendi	Últimos 12 Meses
47	Omega	Ano: 2013
48	Bicor 3200/04	Ano: 2016
49	Bicor 3200/99	Ano: 2018
50	Bicor 3300	Ano: 2017
500	Numero de OT's abertas Filial	Ano: 2022
501	Custo Total Manuencao Filial	Ano: 2021
51	Materiais	Ano: 2013
52	Materiais por Sistema	Ano: 2013
53	Materiais Fundição	Ano: 2013
54	Maq. Moldar - Materiais de Consumo	Ano: 2013
55	Maq. Moldar - Sobressalente	Ano: 2013
56	Maq. Moldar - Lubrificantes	Ano: 2013
57	Geral - Material de Consumo	Ano: 2018
58	Geral - Material Sobressalente	Últimos 5 Anos
59	Geral - Lubrificantes	Últimos 12 Meses
60	Nº Horas Ações Corretivas	Últimos 12 Meses
61	Horas de manutenção corretiva (SEDE) 2022	Ano: 2022
62	Horas de manutenção preventiva (SEDE) 2022	Ano: 2021
63	Nº Horas Preventivo	Ano: 2020
64	Nº ots corretivas	Ano: 2020
65	Custo manutenção corretiva	Ano: 2020
FILIAL_01	Horas de Manutenção Correctiva (FILIAL)	Ano: 2022
FILIAL_02	Horas de Manutenção Preventiva (FILIAL)	Ano: 2022

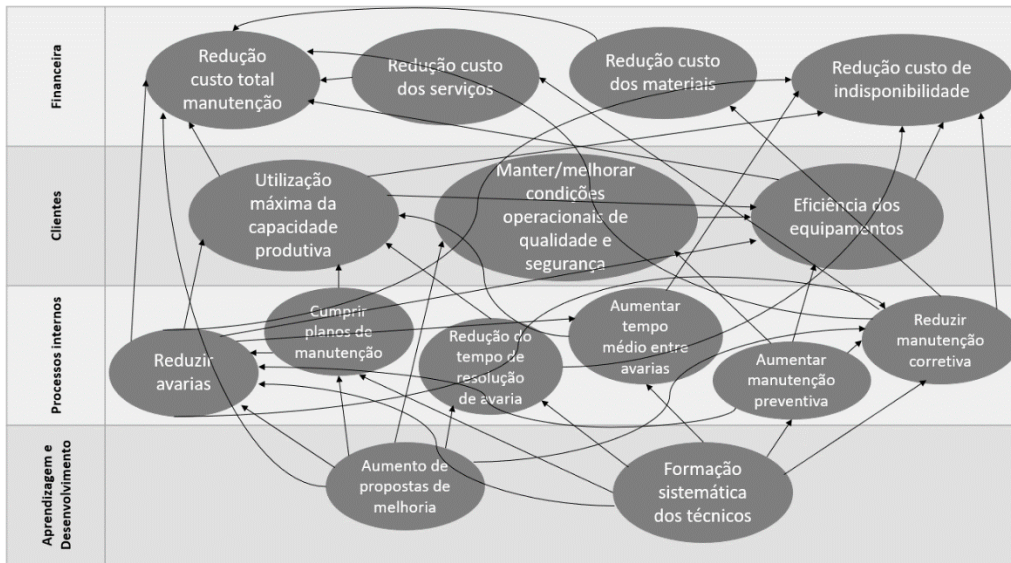
Fonte: *Software* ManWinWin

Para a seleção dos indicadores a serem analisados, realizou-se uma pesquisa de indicadores relevantes para a área da manutenção, nomeadamente em bibliotecas online de KPI's assim como em alguma literatura.

Para auxiliar esta seleção, decidiu-se criar um *Balanced Scorecard* (BSC) associado a um Mapa Estratégico não só para facilitar a seleção de indicadores a analisar, como para ficar mais claro que os indicadores têm relações de causa-efeito entre si.

O BSC, como se pode observar na figura 13, indica o objetivo, o indicador associado ao objetivo, a fórmula de cálculo do indicador, os valores nos 3 últimos anos, a meta de curto prazo e de longo prazo, o número de relações causais associado ao objetivo (que clarifica quais são os objetivos que têm mais impacto na estratégia), o projeto ou ação prevista associada ao objetivo para auxiliar a implementação da estratégia, e por fim, o responsável pelo objetivo.

Figura 13 - Mapa estratégico secção Manutenção



Fonte: Elaboração Própria

Tabela 2 - Balanced Scorecard sugestivo para a secção Manutenção

	OBJETIVO	INDICADOR	FÓRMULA DE CÁLCULO	2020	2021	2022	META ANUAL - cp	META ANUAL- mp	RELAÇÕES CAUSAIS	PROJETOS / AÇÕES	RESPONSÁVEL
Financeiro	Redução custo total de manutenção	Custo total de manutenção	Σ Custos manutenção x (1 - tx redução)	56 437,39 €	101 550,45 €	273 366,85 €	Δ - 15%	Δ - 18%	7	-	
	Redução custo dos serviços	Custo dos serviços	Σ Custo dos serviços x (1 - tx redução)	-	7 578,97 €	57 561,83 €	Δ - 12%	Δ - 17%	2	-	
	Redução custo de materiais	Custo dos materiais	Σ Custo dos materiais x (1 - tx redução)	46 076,80 €	49 661,46 €	181 860,54 €	Δ - 15%	Δ - 18%	2	-	
	Redução custo/tempo de indisponibilidade								6	-	
Clientes	Manter / melhorar condições operacionais de qualidade e segurança	Qualidade	Nº de produtos c/ defeito				0	0	3		Manutenção e Produção
		Segurança	Nº de acidentes				0	0			
	Eficiência dos equipamentos	% OEE (eficiência equipamentos críticos)	Disponibilidade x Qualidade x Performance				\geq 65%	\geq 70%	6		
Processos internos	Reduzir avarias	Nº avarias	Σ avarias x (1 - tx redução)	448	772	788	Δ - 6%	Δ - 9%	10		Manutenção
	Redução tempo médio de resolução de avaria	MTTR (tempo de resolução de avaria)	Tempo Total Manutenção Corretiva / Nº de Reparções	0,27h	1,9h	2,74h	Δ - 15%	Δ - 17%	3		
	Aumentar manutenção preventiva	Horas manutenção preventiva	Σ Horas Manutenção Preventiva	379,33h	2655,02h	2072,22h	Δ - 5%	Δ - 6%	5		
	Reduzir manutenção corretiva	Horas manutenção corretiva	Σ Horas Manutenção Corretiva	826,92h	2429,42h	1812,08h	Δ - 8%	Δ - 10%	8		
Aprendizagem e Desenvolvimento	Formação sistemática dos técnicos da manutenção	Nº horas de formação por colaborador	Σ Horas de formação				Δ +8h	Δ +12h	6		RH
	Aumento de propostas de melhoria	Nº sugestões de melhoria	Σ Propostas implementadas	-	-	-	10	15	6		Manutenção

Fonte: Elaboração Própria

Infelizmente, não foi possível incluir alguns indicadores que seriam proveitosos analisar. Foi o caso do tempo médio entre falhas, ou *Mean Time Between Failures* (MTBF), a Disponibilidade dos Equipamentos e a Taxa de Cumprimento dos Planos de Manutenção. O MTBF abrange na sua fórmula de cálculo o tempo operacional, que consiste na diferença entre o tempo total disponível para funcionamento e o tempo indisponível por avaria. O MTBF não foi possível calcular pois o tempo total disponível para funcionamento não era possível calcular pois os parâmetros existentes relativos ao tempo de funcionamento não tinham dados registados; outra opção seria calcular utilizando um valor numérico estimado do funcionamento, o que também não serviu para calcular o indicador pois o *software* gerava erro.

Como a Disponibilidade do Equipamento inclui na sua fórmula o MTBF, também não foi possível analisá-lo.

Por último, a Taxa de Cumprimento dos Planos de Manutenção não foi possível calcular pois os parâmetros existentes no *software* não discriminam as OT programadas, em curso, terminadas, não realizadas e encerradas, apenas separam as OT preventivas, planeadas e corretivas.

Embora o BSC tenha sido feito de modo sugestivo, este serviu de base para a criação de um *dashboard* com recurso ao programa *Power BI*, por parte da equipa do Kaizen, ilustrado na figura 14.

A criação do *dashboard* foi feita através deste programa uma vez que o *dashboard* apresentado no *software* ManWinWin não era possível personalizar. Como tal, o *dashboard* do *Power BI* foi criado para poder visualizar rapidamente os indicadores selecionados para análise da manutenção, servindo como um complemento ao *dashboard* já existente no *software*.

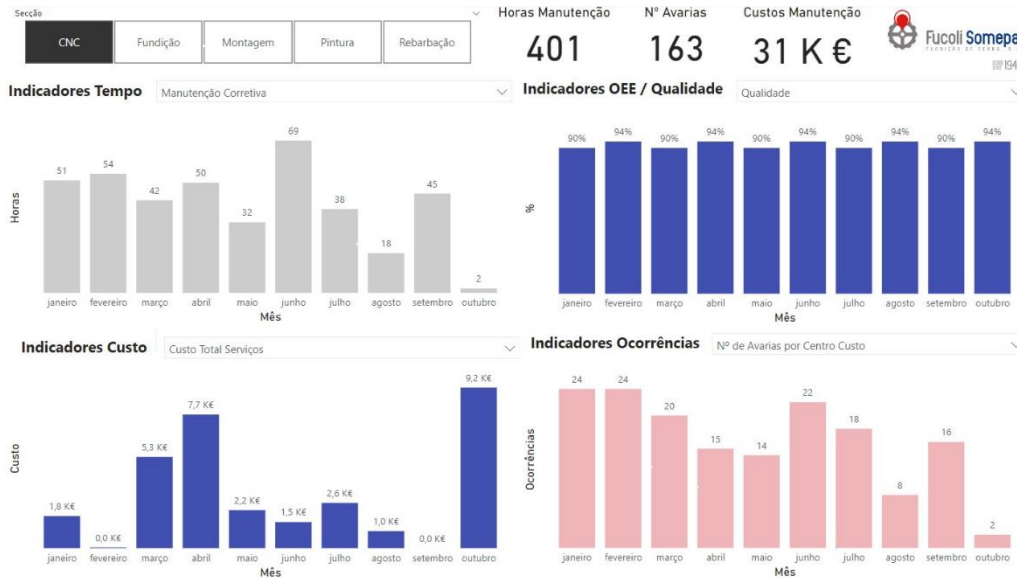
Fiquei responsável por alimentar mensalmente o ficheiro *Excel* associado ao *dashboard*.

Decidiu-se então incluir no *dashboard* nove indicadores, analisados para as 5 secções mais importantes da produção, com os valores dos últimos 12 meses, divididos em quatro categorias:

- Percentagem: OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) e a Qualidade (% de Sucata);
- Número: Número de Avarias;
- Custo: Custo Total de Manutenção, de Serviços e de Materiais;

- Tempo: Horas de Manutenção Corretiva, Preventiva, e Tempo médio entre reparações ou *Mean Time To Repair* (MTTR)

Figura 14 - Dashboard da secção Manutenção



Fonte: Software Power BI

Importa referir que, os valores são calculados apenas para as 5 secções, ou seja, os valores totais não correspondem à totalidade de custos, horas nem avarias da filial como um todo, pois nem todos os serviços de manutenção se destinam a estas secções.

4.2.6. Gestão e classificação de sobressalentes

Atualmente, o armazém da manutenção de peças consumíveis e sobressalentes apresenta um investimento em stock relativamente elevado e manifesta dificuldades devido a ruturas de stock. A empresa segue uma política de gestão de stock de revisão contínua, isto é, o nível de stock é analisado continuamente e, assim que atinge determinado ponto de reaprovisionamento é realizada uma encomenda.

O ponto de reaprovisionamento e quantidade a encomendar tendem a ser fixos, sendo ajustados esporadicamente.

A definição do ponto de reaprovisionamento e da quantidade de encomenda é feita pelo chefe da manutenção, baseando-se em julgamento sobre o consumo estimado para esse material. Logo, são definidos sem recurso a qualquer modelo de gestão de stock nem a consideração de critérios relevantes sobre a peça, provocando excessivos valores em stock.

A situação atual de excessiva/elevada quantidade em stocks, deve-se principalmente ao elevado número de peças obsoletas e possivelmente devido à desadequada definição dos pontos de reaprovisionamento e quantidades a encomendar.

Como tal, optou-se por seguir a metodologia utilizada por Ferreira (2019), realizando-se uma classificação multicritério para os sobressalentes com o objetivo de facilitar a compreensão e análise da criticidade das peças relativamente a aspetos do equipamento, logístico e ao custo da peça. O objetivo passa também por perceber as vantagens e desvantagens em manter a peça em stock, para se definirem políticas de stock ajustadas às suas características.

A classificação foi feita apenas aos sobressalentes, uma vez que os consumíveis, por norma, têm um consumo regular e o stock é ajustado a esse consumo.

Para a classificação multicritério utilizou-se os dados referentes ao período de 2017 a 2023. Foram analisados 264 sobressalentes no total, que correspondem às peças utilizadas nas 15 máquinas com mais avarias, segundo os dados de 2022.

Primeiramente, foram selecionados os critérios para a classificação, tendo em conta as características mais relevantes para a empresa. Assim, para a análise multicritério da criticidade dos sobressalentes, foram selecionados os seguintes critérios e subcritérios:

Tabela 3 - Critérios de classificação de sobressalentes

Critérios	Subcritérios
Aspetos equipamento	<ul style="list-style-type: none">• Risco de paragem• Criticidade do equipamento
Aspetos logísticos	<ul style="list-style-type: none">• Variabilidade do consumo• Frequência do consumo• Capacidade de reação ao lead-time
Custo unitário	

Fonte: Elaboração própria

No primeiro grupo, como critério dos aspetos do equipamento, selecionaram-se dois subcritérios, o risco de paragem e a criticidade do equipamento, de modo a avaliar a criticidade da peça para a atividade operacional da produção, tendo em conta o

equipamento a que se destina a peça. Com a combinação destes subcritérios categorizou-se os aspetos do equipamento nas três categorias seguintes:

- X: a peça destina-se a um equipamento muito crítico;
- Y: a peça destina-se a um equipamento crítico;
- Z: a peça destina-se a um equipamento normal;

Os subcritérios foram categorizados da seguinte forma tal como se pode observar nas tabelas 4, 5 e 6. No subcritério criticidade do equipamento, tal como se pode observar na tabela 4, a criticidade atribuída à peça corresponde à criticidade do equipamento a que se destina a peça. No subcritério do risco de paragem, tal como demonstra a tabela 5, atribuiu-se uma baixa criticidade quando o equipamento a que se destina a peça teve até 4 avarias anuais, criticidade média quando teve 5 a 10 avarias, e alta criticidade quando teve mais de 10 avarias. Estes valores foram definidos sem recurso a qualquer estudo aprofundado e, portanto, poderão ser ajustados de forma a proporcionar melhorias na categorização dos sobressalentes

Tabela 4 - Categorização subcritério "criticidade do equipamento"

	Baixa	Média	Alta
Criticidade	Normal	Crítico	Muito crítico
Categoria	1	2	3

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 5 - Categorização subcritério "risco de paragem do equipamento"

	Baixo	Médio	Alto
Risco de paragem	Até 4	5 a 10	Mais de 10
Categoria	1	2	3

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 6 - Combinação dos subcritérios "criticidade" x "risco de paragem"

		Criticidade do equipamento (0,3)		
		1	2	3
Risco de paragem do equipamento (0,7)	1	1	1	2
	2	2	2	2
	3	2	3	3

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 7 - Categorização critério "Aspetos do equipamento"

ASPETOS DO EQUIPAMENTO	1	Z	Menos importante
	2	Y	Moderadamente importante
	3	X	Importante

Fonte: Elaboração Própria

No segundo grupo, os aspetos logísticos integram como subcritérios a variabilidade do consumo, a frequência do consumo, e a capacidade de reação ao lead-time. Estes subcritérios permitem caracterizar os riscos logísticos associados a cada sobressalente.

A variabilidade do consumo representa o desvio-padrão do consumo da peça mostrando-se uma variável relevante visto que, quando a variabilidade do consumo da peça é extremamente alta, o stock disponível em armazém pode não ser suficiente para satisfazer a procura, tendo um risco de rutura associado elevado.

A frequência do consumo destina-se a caracterizar a regularidade de consumo da peça pois representa, em termos percentuais, o número de meses com consumo dentro do prazo analisado.

Como subcritério mais influente deste grupo destaca-se a capacidade de reação durante o lead time que visa analisar a capacidade da empresa em repor stock sem correr riscos de rutura de stocks sempre que a peça atinja o seu ponto de reaprovisionamento. Este subcritério foi calculado da seguinte maneira: intervalo mínimo entre consumos/(lead time + desvio do lead time). O desvio lead time representa o desvio entre o lead time real

(diferença entre a data do pedido de compra e a data de receção) e o lead time previsto das várias encomendas de cada peça. Deste modo, caso o intervalo mínimo entre consumos seja bastante superior à soma do lead time com o desvio lead time, a empresa não corre riscos de rutura de stocks durante o lead time não sendo, portanto, necessária a existência de stock de segurança.

Os subcritérios referidos foram categorizados e são apresentados nas tabelas 8 e 9. Para cada subcritério definiu-se assim valores de criticidade, em termos logísticos, baixa, média e elevada.

Assim sendo, para a variabilidade de consumo, tal como se pode observar na tabela 8, assumiu-se uma baixa criticidade quando a variabilidade do consumo é inferior ou igual a 2 unidades, criticidade média quando a variabilidade é superior a 2 e inferior ou igual a 4 unidades, se estiver acima de 4 unidades considerou-se criticidade elevada. No subcritério da frequência do consumo, a categorização foi idêntica.

Já na capacidade de reação do lead time, a categorização é feita ao contrário, isto é, atribuiu-se maior criticidade quanto menor for o valor da capacidade de reação.

Contudo, estes valores foram definidos sem recurso a qualquer estudo aprofundado e, por isso, necessitam de melhorias.

Tabela 8 - Categorização subcritério "variabilidade do consumo"

	Baixa	Média	Elevada
Variabilidade do consumo	≤ 2	$2 < VC \leq 4$	> 4
Categoria	1	2	3

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 9 - Categorização subcritério "frequência do consumo"

	Baixa	Média	Elevada
Frequência do consumo	$\leq 0,1$	$0,1 < FC \leq 0,5$	$> 0,5$
Categoria	1	2	3

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 10 - Categorização subcritério "capacidade de reação durante LT"

	Baixa	Média	Elevada
Capacidade de reação durante LT	≤ 1	$1 \leq CR < 1,15$	$\geq 1,15$
Categoria	3	2	1

Fonte: Elaboração Própria

Posteriormente, foi feita uma matriz que combina a frequência do consumo com a variabilidade do consumo, como se pode ver na tabela 11, atribuindo um peso de 70% à frequência e 30% à variabilidade, por se ter considerado mais importante.

Seguidamente, elaborou-se a matriz combinação do subcritério capacidade de reação ao lead-time com a combinação dos dois subcritérios referidos anteriormente. Atribuiu-se o mesmo peso, resultando, neste caso, à soma das categorias, tal como se pode observar na tabela 12. Por último, como resultado categorizou-se o critério logístico, nas três categorias seguintes:

- Vital: Itens muito críticos em termos logísticos;
- Essencial: Itens críticos em termos logísticos;
- Desejável: Itens pouco críticos em termos logísticos.

Tabela 11 – Combinação dos subcritérios “frequência do consumo” x “variabilidade do consumo”

		Variabilidade do consumo (0,3)		
		1	2	3
Frequência do consumo (0,7)	1	1	1	2
	2	2	2	2
	3	2	3	3

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 12 - Combinação subcritérios “capacidade de reação durante o lead time” com a “combinação da frequência do consumo com a variabilidade do consumo”

		Combinação frequência do consumo com variabilidade do consumo		
		1	2	3
Capacidade reação LT: Intervalo mín. consumo / (LT + desvio LT)	1	1	1	2
	2	2	2	2
	3	2	3	3

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 13 - Categorização critério "Aspetos logísticos"

ASPETOS LOGÍSTICOS	5 e 6	Vital
	4	Essencial
	2 e 3	Desejável

Fonte: Elaboração Própria

O último critério selecionado foi o custo unitário do sobressalente, sem subcritérios associados. Os limites das categorias foram criados através de uma análise ABC do custo unitário, com recurso ao *software* ManWinWin. Atribuiu-se maior criticidade à classe A, para as peças com custo unitário superior ou igual a 1191€, criticidade baixa à classe C, onde se inserem sobressalentes com custo unitário menor ou igual a 350€. A classe B, atribuiu-se criticidade média, onde se inserem os sobressalentes com custo unitário nos valores intermédios das duas classes anteriormente referidas.

Tabela 14 - Categorização critério "Custo unitário"

CUSTO UNITÁRIO	A	≥ 1191€
	B	[351€ a 1190€]
	C	[0€ a 350€]

Fonte: Elaboração Própria

O resultado que se pretendeu alcançar foi um esquema de classificação que combine os 3 parâmetros de avaliação, de forma a criar classes de itens homogéneos.

Foram escolhidos 3 critérios, pois daí poderão resultar 27 combinações possíveis de classes. Quanto mais critérios, mais complexa se torna a análise.





A tabela apresentada no anexo 1, mostra a análise efetuada de todos os critérios para alguns dos sobressalentes.

Infelizmente, muitos dos itens foram excluídos, pois não apresentavam nenhum registo de consumo ou apenas um registo, não sendo possível calcular os subcritérios variabilidade do consumo, frequência do consumo e capacidade de reação ao lead-time, tendo sido uma das dificuldades sentidas ao longo do trabalho realizado.

Tabela 15 - Classes obtidas e sua criticidade

CLASSES OBTIDAS	Nº de referências	% de sobressalentes
XVA		
XEA		
XDA	2	2%
XVB		
XEB	1	1%
XDB	3	2%
XVC	13	10%
XEC	15	12%
XDC	68	52%
YVA		
YEA		
YDA		
YVB		
YEB		
YDB	1	1%
YVC	2	2%
YEC	2	2%
YDC	22	17%
ZVA		
ZEA		
ZDA		
ZVB		
ZEB		
ZDB		
ZVC		
ZEC		
ZDC	1	1%
Total	130	100%

Legenda:

	Itens muito críticos
	Itens críticos
	Itens criticidade moderada
	Itens criticidade reduzida

Fonte: Elaboração Própria

Da conjugação dos três critérios atribuiu-se uma nova classificação de maneira a clarificar a criticidade das diferentes classes obtidas, para que ficasse objetivo e não à livre interpretação do utilizador. Optou-se por classificar da seguinte forma:

- Muito Crítico (quando os três critérios estão no nível máximo);
- Crítico (quando dois dos três critérios estão no nível máximo ou quando a paragem de nível 3);
- Moderado (3 critérios de nível médio ou 1 de nível elevado desde que não seja a paragem);
- Reduzido (Restantes casos).

Em seguida, analisou-se o número e percentagem de sobressalentes pertencentes às diferentes classes obtidas, definindo políticas de stock para as classes onde se inserem mais artigos.

Como se pode observar pela tabela 15 as classes que apresentam mais artigos são XDC, YDC, XEC, XVC. Observa-se também que 52% das referências pertencem à categoria XDC, ou seja, a maioria das peças destinam-se a equipamentos de criticidade elevada, têm baixa criticidade logística e são de baixo custo.

As classes que requerem maior prioridade são XVC, XEC e XDC. Embora possuam características diferentes, atribuiu-se a mesma criticidade pois, neste caso todas se destinam a equipamentos com um elevado nível de paragens e criticidade. Desta forma, as políticas deverão ser ajustadas às suas características, mas o nível de serviço deve ser o mesmo para as três.

A classe YDC é a segunda classe com mais peças, no entanto é a classe com o menor nível de criticidade.

Para a definição sugestiva de políticas de stock, analisou-se as características específicas de cada classe para o estabelecimento de estratégias e ações.

A política é demonstrada na tabela 16, em que se procurou definir ações para evitar a rotura de stock de peças críticas e diminuir o valor de stock para as peças menos críticas.

Tabela 16 - Política de gestão de stock sugestiva

Classes com mais referências	Nº de referências	Nível de criticidade	Características			Estratégia	Ação
XVC	13	Crítico	Equipamento muito crítico	Custo da peça baixo	Criticidade logística alta	Disponibilidade de armazenamento obrigatório, assegurar que não existe rutura de stock	Rever pontos de reaprovisionamento e/ou quantidades a encomendar (eventualmente aumentar); Supervisão sobre a disponibilidade da peça, controlo visual
XEC	15		Equipamento muito crítico	Custo da peça baixo	Criticidade logística média	Disponibilidade de armazenamento obrigatório, assegurar que não existe rutura de stock	Rever pontos de reaprovisionamento e/ou quantidade a encomendar
XDC	68		Equipamento muito crítico	Custo da peça baixo	Criticidade logística baixa	Disponibilidade de armazenamento recomendada; Garantir a existência de stock no momento da falha; Stock segundo risco tolerável	Rever pontos de reaprovisionamento e/ou quantidade a encomendar (eventualmente diminuir, uma vez que possuem uma boa capacidade de reação ao lead time)
YDC	22	Reduzido	Equipamento crítico	Custo da peça baixo	Criticidade logística baixa	Não é necessária disponibilidade de armazenamento. Armazenamento decidido pela empresa	Manter nível stock igual à unidade mínima de consumo, exceto quando a variabilidade do consumo é elevada

Fonte: Elaboração Própria

Uma das dificuldades sentidas ao longo da classificação de sobressalentes residiu no facto de que as informações sobre as encomendas, consumos, pedidos, e prazos de entrega não estarem integrados no mesmo sistema, dificultando a análise eficaz e eficiente de informações.

Ainda assim, a metodologia apresentada permite uma análise de diversos riscos associados à gestão de stock de sobressalentes, assim como o conhecimento onde o investimento nos mesmos é desnecessário ou crítico para a atividade operacional da empresa sem afetar os prazos de entrega. Acima de tudo, é uma metodologia de fácil manipulação das categorizações permitindo a melhoria contínua da mesma, necessitando também de uma atualização dos dados periódica.

4.3. Aplicação do Kaizen

4.3.1. *Kaizen Kobetsu*: A3 problem solving

Uma das ferramentas abordadas no projeto Kaizen foi o *Kaizen Kobetsu*, que consiste numa metodologia de resolução de problemas estruturada utilizando a ferramenta *A3 problem solving*.

A ferramenta é ilustrada na figura 15 e integra vários passos para organizar e planear projetos de melhoria:

Figura 15 - Template A3 problem solving

Evento KAIZEN™:		
DATA DE ARRANQUE / /	DATA DE CONCLUSÃO / /	ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO / /
1. DEFINIR O DESAFIO	4. INVESTIGAR AS CAUSAS RAIZ	7. ATUALIZAR O PLANO DE AÇÕES
2. VERIFICAR A SITUAÇÃO ATUAL	5. DESENHAR SOLUÇÕES	8. CONFIRMAR RESULTADOS E NORMAS
3. DEFINIR SITUAÇÃO ALVO	6. TESTAR SOLUÇÕES	9. AVALIAR, DESDOBRAR E PRESERVAR
Líder do projeto:	Equipa:	Sponsors:

Fonte: Kaizen Institute

No primeiro passo pretende-se definir o âmbito do trabalho a ser desenvolvido pela equipa.

O passo 2 consiste em verificar a situação atual que pode incluir a recolha de dados, análise de dados e elaboração de mapas de fluxo. Consiste também em recolher inputs das equipas, recolher dados reais e ao vivo da máquina ou processo e descrever e analisar as relações entre as etapas do processo.

Existem várias ferramentas que auxiliam este passo:

- Recolha de dados: Diagrama de Spaghetti, a Folha de verificação, o Caça aos Muda, *Shadowing*, entre outros;

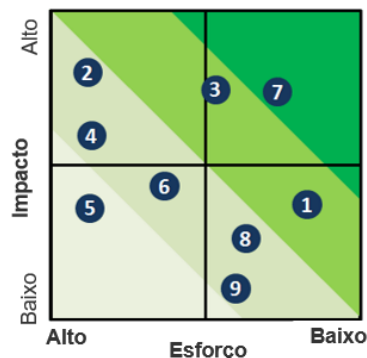
- Análise de dados: Histograma, Diagrama de Pareto, Gráfico de Dispersão, 5W2H, entre outros;
- Mapas de fluxo: SIPOC, Fluxograma, Diagrama de influência, entre outros.

No passo 3 define-se a situação alvo, que pode ser um objetivo SMART ou uma situação desejada. A descrição do objetivo deve incluir uma métrica (o quê?), um prazo (quando?) e um valor (quanto?).

No quarto passo investigam-se as todas as causas raiz do problema, priorizando as mais fortes.

O passo 5 consiste em desenhar as soluções de acordo com as causas raiz identificadas. Neste passo devem-se considerar as soluções com maior probabilidade de prevenir a recorrência do problema. A prioridade é baseada no impacto da solução, podendo-se recorrer à matriz esforço-impacto, para auxiliar essa definição.

Figura 16 - Matriz esforço-impacto



Fonte: Kaizen Institute

No passo 6 define-se um plano de testes, decide-se que soluções necessitam ser testadas e valida-se o sucesso de cada ação.

De seguida, no passo 7 atualiza-se o plano de ações, definindo um responsável para cada ação e uma data de conclusão e monitoriza-se a evolução do plano de ação frequentemente.

O passo 8 consiste em avaliar os resultados de melhoria com dados, comparando a situação antes e depois, descrevendo os benefícios de atingir os objetivos. Caso os objetivos não tenham sido atingidos, deve-se voltar ao passo 2. Este passo passa também por desenvolver normas para sustentar os novos procedimentos e listar os membros da equipa que vão estar diretamente envolvidos na realização das tarefas de melhoria.

Por fim, o passo 9 consiste em avaliar, desdobrar e preservar, ou seja, pretende-se refletir sobre o que correu bem e o que correu mal, desenvolver um manual de desdobramento para futuras implementações caso seja possível aplicar a melhoria a máquinas ou processos semelhantes na empresa, e pretende-se ainda resumir a melhoria realizada, através de templates normalizados de preservação do conhecimento das melhorias implementadas.

O quadro *Kobetsu Kaizen* permite mostrar visualmente todos os passos de uma dinâmica de resolução de problema, envolver todos os colaboradores na resolução de problemas, aumentar o interesse na gestão de problemas e também facilita a comunicação dentro da equipa.

Para a sua aplicação num contexto real da empresa, primeiramente foi apresentada esta metodologia em contexto de formação, posteriormente, foi pedido à equipa da manutenção que nomeasse um problema que fosse oportuno ser resolvido, como por exemplo uma avaria recorrente.

Figura 17 - Aplicação A3 problem solving na Fucoli-Somepal, S.A.

Evento KAIZEN™
 DATA DE ARRANQUE 25/10/22 DATA DE CONCLUSÃO / / ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO / /

1. DEFINIR O DESAFIO
 VIDRO PROTEÇÃO QUEBRA
 - REDUZIR AS QUEBRAS

2. MAPEAR A SITUAÇÃO ATUAL
 2-3 VÍZES POR ANO
 - MODELO CLX450

3. DEFINIR O ESTADO OBJETIVO
 SEM QUEBRAS ANUAIS
 FINAL ANO 2022

4. INVESTIGAR CAUSAS RAIZ
 Falha na montagem / Falha de parâmetros de avanço macho / Falha de proteção em zonas de suporte / Falha de refrigeração / Material de corte de vidro / Temperatura da peça

5. DESENHAR SOLUÇÕES
 1 - PLACA PROTETORA DO VIDRO
 2 - TAVOLA LONGARIM DE FERRAMENTA (DEFINIR TEMPO DE "VIDA")
 3 - REVISÃO DE STANDARD DE PARÂMETROS
 4 - REVISÃO DE COTAS DE FURACÃO

2	1
3	4

6. TESTAR SOLUÇÕES
 - COLAR CHAPA ACRILICO
 - APLICAR PELICULA (PEL)
 - CONTINER EM BORDALCHA

7. ATUALIZAR PLANO DE AÇÕES
 - COLAR CHAPA (FRANCO - ATÉ 28/10/2022)
 - Pesquisar sobre películas de gel

8. CONFIRMAR RESULTADOS E NORMAS

9. CONSOLIDAR E MELHORAR

Líder de Projeto: Equipa: Responsáveis:

Fonte: Fucoli-Somepal, S.A.

Como mostra a figura 17, o problema tratado referia-se a várias máquinas CNC de modelos semelhantes que continham um vidro para ter visibilidade para dentro da máquina, que se estilhaçava com muita frequência, devido a um macho que no decorrer da maquinação, quebrava e atingia o vidro de proteção. A situação atual assinalada era que existiam aproximadamente 8 quebras por ano. O objetivo estipulado foi não haver quebras até ao final de 2022, mantendo um registo de zero quebras para o futuro.

Tentou-se então perceber as causas raiz do problema, onde foram nomeados fatores como o vidro temperado, fraca qualidade, desgaste, ou má colocação do macho, falha na montagem da ferramenta, cotas de furação, parâmetros de avanço do macho e dimensões do vidro sem proteção em zonas de impacto.

Percebeu-se que o problema não era necessariamente da má qualidade, má colocação ou desgaste pois um macho tanto poderia fazer 200 roscas sem partir como também poderia fazer apenas 10, ou seja, a máquina poderia ter feito muitos fusos antes de partir.

Além disso, já se tinham partido vários machos no passado que não danificavam o vidro, ou seja, percebeu-se que tinha tudo a ver com a zona onde este batia quando estilhaçava. O elevado número de vidros partidos devia-se também ao facto de os vidros das máquinas mais recentes serem de vidro temperado e de maiores dimensões, estilhaçando com um pequeno impacto de algum objeto aguçado, como por exemplo, de uma pastilha, broca ou macho.

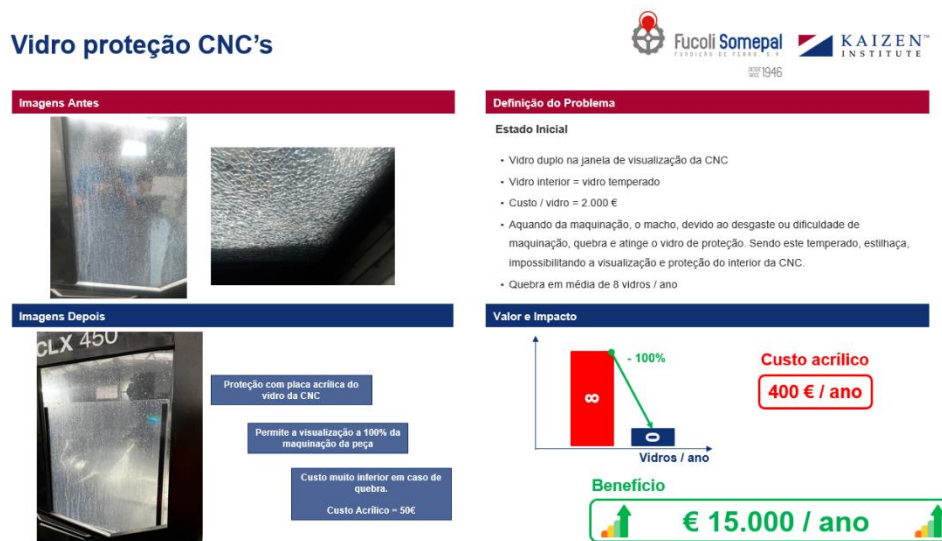
Desta forma, definiram-se soluções para as causas mais prováveis, entre elas estavam: aplicar placa protetora do vidro, troca constante de ferramenta, revisão *standard* de parâmetros e revisão de cotas de furação.

Entendeu-se que a única forma de prevenir este tipo de situação era protegendo o vidro, por isso, definiu-se que a solução que iria ser implementada seria a aplicação de uma placa em acrílico para proteger, permitindo visualizar a maquinação da peça.

Foram então nomeados responsáveis para a compra do acrílico e para a sua aplicação.

Finalmente foi criado um template com o resumo da melhoria, como se pode observar na figura 18, que engloba um resumo do problema, qual o passo a passo para o entregável, indicações visuais da situação antes e depois da melhoria. Contém ainda o benefício/impacto da melhoria, que consiste numa poupança de aproximadamente 15.000€ ao ano, já que o vidro em acrílico tem um custo muito inferior em caso de quebra (400€/ano) comparando com o vidro temperado (16.000€/ano).

Figura 18 - Resultados da aplicação do *Kobetsu Kaizen*



Fonte: Kaizen Institute

Após a implementação da melhoria é fundamental verificar a possibilidade de aplicar a melhoria em máquinas ou processos semelhantes na empresa.

4.3.2. Manutenção Autónoma: OPL (*One Point Lesson*)

A manutenção autónoma é um dos pilares do TPM e consiste num tipo de intervenção de manutenção que pretende aproveitar a mão de obra do operador para realizar tarefas simples de manutenção e pequenas reparações sem a ajuda da equipa de manutenção.

Tem como objetivo responsabilizar a produção para esse tipo de manutenção, evitando sobrecarregar a equipa de manutenção com pequenas intervenções que podem ser realizadas pelos operadores de produção.

Todas as máquinas sujeitas a este tipo de manutenção têm uma OPL de Manutenção Autónoma associada. Uma OPL consiste numa lição de reparação que permite visualizar e esquematizar pragmaticamente, em apenas uma ou duas páginas, a tarefa que se pretende que o colaborador execute. Tem como objetivo ser uma forma fácil e rápida de aprender sobre um processo.

A gestão visual é um aspeto importante nesta questão para a transmissão de conhecimentos. Ou seja, é essencial que a informação esteja simplificada, que as instruções sejam curtas e descritas com recurso a desenhos ou imagens esclarecedoras, e

também que as indicações dos locais onde atuar estejam visíveis e devidamente identificadas tanto na OPL como na própria máquina.

No âmbito da Manutenção Autónoma, aconselha-se a realização de verificações com uma determinada periodicidade, ou até esporadicamente, para certificar que as manutenções estão a ser feitas. Estas verificações podem ser denominadas por *Gemba Walk*. Para tal também se pode dar uso a um documento de registo de manutenção preventiva que o operador assina sempre que realiza a manutenção autónoma.

Figura 19 - Registo de manutenção preventiva

DESCRITIVO		DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO																										
		Registo de Manutenção Preventiva																										
REALIZADO CONFORME PLANEADO		SEMANAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
		MENSAL																										
NÃO REALIZADO CONFORME PLANEADO COM PEDIDO DE INTERVENÇÃO Nº		SEMANAL																										
		MENSAL																										
REALIZADO CONFORME PLANEADO		SEMANAL	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
		MENSAL																										
NÃO REALIZADO CONFORME PLANEADO COM PEDIDO DE INTERVENÇÃO Nº		SEMANAL																										
		MENSAL																										

Fonte: Fucoli-Somepal, S.A.

No caso da Fucoli-Somepal S.A., ao verificar a situação das OPL de algumas máquinas, observou-se a necessidade de ajustes nalguns aspetos. Verificou-se por exemplo que a periodicidade da manutenção autónoma de algumas máquinas era desadequada, pois não se justificava a elevada frequência das manutenções; a manutenção autónoma de certas máquinas continha passos desnecessários e alguns deles não estavam explícitos o suficiente para o operador os poder executar corretamente; algumas máquinas não tinham a indicação do nível mínimo de óleo na própria máquina, o que dificultava a fácil e correta execução das verificações. Todos estes fatores poderiam fazer com que existisse alguma













negligência na realização da manutenção autónoma, por isso, entendeu-se a necessidade de atualizar e ajustar diversos aspetos.





A figura 20 mostra um exemplo de uma OPL que foi atualizada. Como se pode observar, a primeira página contém uma fotografia da máquina a que se destina a OPL com indicações dos locais onde atuar para facilitar a sua identificação. Nas próprias máquinas encontram-se também etiquetas numeradas desses locais onde agir.

A página seguinte da OPL contém a ordem delineada das tarefas, qual o tipo de tarefa, ou seja, se se trata de lubrificação, inspeção visual, limpeza ou uma intervenção com indicação do componente onde intervir. Ilustra ainda através de uma fotografia os locais específicos onde agir, e por último, indica a frequência de cada uma das tarefas.

Figura 20 - OPL de Manutenção de Autónoma



 Fucoli - Somepal <small>INDÚSTRIA DE FERRAMENTAS</small> SEDE – Coimbra FILIAL – Pampilhosa		Manutenção Autónoma (OPL – One Point Lesson)	
		Título: IBARMIA ZV 48	
Tarefa	Tipo	Pontos	Frequência
Verificar nível óleo lubrificação centralizada ①	 INSPEÇÃO  LUBRIFICAÇÃO Óleo Magnalide HLP 68		Semanal
Verificar nível óleo hidráulica ②	 INSPEÇÃO  LUBRIFICAÇÃO Óleo Hidráulico HLP 46		Semanal
Verificar nível óleo corte ③	 INSPEÇÃO  LUBRIFICAÇÃO Emulsão Água/Óleo ALMAREDEGE 5%		Semanal
Verificar nível fluido arrefecimento ④	 INSPEÇÃO		Semanal

Tarefa	Tipo	Pontos	Frequência
Verificar temperatura da máquina ⑤	 INSPEÇÃO Entre 18°C - 30°C		Semanal
Limpeza geral	 LIMPEZA		Semanal

Fonte: Fucoli-Somepal, S.A.

5. Análise crítica e propostas de melhoria

Como é evidente, a implementação do Kaizen na secção de manutenção das Fucoli-Somepal, S.A. proporcionou resultados positivos, tendo permitido desenvolver alguns projetos de interesse para a empresa e contribuído para a consolidação de técnicas e conhecimentos para a prática de melhoria contínua.

Entretanto, ao longo do estágio foram identificados alguns aspetos, os quais são neste capítulo alvo de uma análise crítica, pois poderão ser focos de melhoria.

Relativamente aos indicadores de *performance*, vale a pena referir que a análise dos mesmos deve ser feita tanto numa perspetiva geral de todas as secções como para cada uma das secções individualmente. Isto porque, ainda que um indicador geral esteja a seguir na direção desejada, pode existir uma secção em sentido contrário, pelo que se torna mais fácil a identificação de secções e máquinas problemáticas se se fizer uma análise por secção. Assim poder-se-á identificar eventuais avarias recorrentes e definir ações de melhoria, utilizando ferramentas transmitidas pelo Kaizen.

Outro aspeto ainda relacionado com os indicadores a ser melhorado, prende-se com a questão da fiabilidade dos dados e da necessidade de registo correto e consistente dos mesmos, para a alimentação dos dados no software. Por exemplo, os registos de consumo de materiais de manutenção não são feitos com rigor, dificultando a análise de aspetos sobre as peças de reposição que também têm muita importância para garantir a disponibilidade do equipamento. Uma vez que estes registos começaram há pouco tempo a ser realizados com maior rigor, não foi possível realizar uma deteção massiva de *slow movers* com exatidão, assim como se tiveram de excluir inúmeros sobressalentes da análise da criticidade, já que muitos apresentavam um só registo de consumo ou até mesmo nenhum registo, não sendo possível calcular subcritérios como variabilidade, frequência e intervalo mínimo entre consumos.

Outro exemplo, por vezes eram criadas OT sem a indicação concreta do objeto, ou seja, a máquina ou equipamento alvo do serviço de manutenção, sendo apenas indicado o sistema, ou seja, a secção a que pertence o objeto, o que interfere posteriormente numa eventual análise de dados por máquinas. Apesar de esta questão estar mais avançada comparativamente ao início do estágio, permanece a necessidade de sensibilização.

Ainda associado a este ponto, vale a pena destacar que algumas funcionalidades do ManWinWin, não eram habitualmente utilizadas e que iriam beneficiar bastante nesta questão. É o caso do registo de diagnóstico de avaria e de tempos de indisponibilidade. Estes registos são de extrema importância para a coleta de dados, sobre as causas, sintomas e componentes das avarias, e sobre os tempos de indisponibilidade para que se obtenha um registo histórico de avarias dos equipamentos, de padrões de avaria, para que se obtenha uma base de dados para futuras análises sobre a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos e também análises sobre a relação custo-benefício.

Note-se que no final do estágio o diagnóstico de avaria começou a ser registado, ao contrário dos tempos de indisponibilidade. É fundamental que se encontrem mecanismos para assegurar este registo.

Deste modo, sugere-se que se proporcione a orientação e conscientização dos gestores e chefes de manutenção de que a obtenção de resultados relacionados à disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos equipamentos, é tão importante como o registo correto e consistente de dados sobre a atividade, para fins de controlo e análise periódica dos resultados, analisando a existência de desvios significativos ou inconsistências, investigando as possíveis causas e definindo ações de melhoria. Deve-se também transmitir a noção de que o registo de informações da atividade de manutenção irá apoiar a tomada de decisão em vários aspetos da manutenção.

Sugere-se também que esta orientação e sensibilização seja transmitida pelo líder da equipa de manutenção à sua equipa, para o total comprometimento destes objetivos, por meio de reuniões de equipa, pois são eles que são maioritariamente responsáveis pelo registo de dados no software. Estas reuniões podem também servir para criar uma dinâmica de discussão e sugestão de melhorias por parte de todos os elementos da equipa de manutenção.

A área da manutenção poderá inclusivamente incorporar novas tecnologias e sistemas de informação, soluções com base em *Internet of Things* (IoT), que fornecem dados adquiridos através de sensores ou monitorizados regularmente através de equipamento específico, que têm vindo a ganhar relevância na forma como se gere a manutenção. Embora o uso desta tecnologia requeira investimentos avultados, as suas aplicações

poderão proporcionar efeitos positivos em diferentes aspetos no âmbito da manutenção (Cabral, 2009):

- Utilização de equipamentos ligados à Internet, utilizando técnicas de manutenção preventiva inteligente baseadas em sensores de medição permanente pode alertar para a necessidade real de trocar determinado componente ou lançar uma OT quando determinado nível de alarme é atingido, sendo designada como manutenção preventiva condicionada;
- Indicadores fiáveis e em tempo real, podendo ser automaticamente comparados entre fabricantes (*benchmarking*) para identificação das melhores práticas de manutenção a nível global;
- Análise dos modos de avaria e sugestão de reparações (*troubleshooting*), podendo ser feitas diretamente pelos equipamentos que encontrarão na nuvem (*cloud*) a informação necessária, desde avarias semelhantes em equipamentos similares, condições de operação na qual a falha ocorreu, procedimentos e peças necessárias;
- Melhorias na gestão de stocks de manutenção, com armazéns inteligentes ligados à Internet, monitorizando em tempo real as existências físicas e os movimentos para otimizar níveis de stock e quantidades de encomenda adequados.

Por último, vale mencionar as tarefas propostas que não foram realizadas durante o estágio. Em primeiro lugar, o cálculo do tempo de indisponibilidade, pois não existia um registo de dados, nem foram registados os dados durante o período de estágio.

A ligação dos pedidos de intervenção à criação de OT, utilização de sobressalentes em armazém ou pedidos de compra ao departamento de compras não foi realizada por mim, uma vez que não possuía conhecimentos suficientes para realizar a tarefa. O chefe de manutenção foi o responsável pela função, para também poder ter uma maior perceção da lista de pedidos por atender, da urgência de cada pedido, da utilização de sobressalentes ou necessidade de compra de material, ou até mesmo, da necessidade de contratação de serviço externo de manutenção.

A definição de critérios de fecho das OT e classificação da intervenção efetuada, assim como a abertura de pedido de intervenção, foram pontos que tinham como objetivo padronizar o processo de pedido de serviço de manutenção e de fecho de OT. Estes aspetos foram trabalhados em diversas formações do Kaizen, em conjunto com a equipa

de manutenção e chefes de cada secção de produção, não tendo sido feitas profundas reformulações, apenas alguns ajustes considerados necessários.

Por último, a definição de estrutura de máquina e atribuição de máquinas às diferentes secções foi feita por um técnico de manutenção, pois o mesmo tinha um conhecimento mais aprofundado do parque de equipamentos da empresa, para além de saber os equipamentos que já não existiam na fábrica, mas que ainda constavam no *software*.

6. Conclusão

O presente relatório teve como objetivo principal apresentar as tarefas realizadas durante o estágio, bem como relatar algumas ações realizadas no âmbito da aplicação do Kaizen para a reestruturação e organização da secção de manutenção da Fucoli-Somepal, S.A. Além disso, procurou-se expor as temáticas relacionadas com o Kaizen, a melhoria contínua, a manutenção e a sua gestão, assim como apresentar uma visão geral da empresa na qual o estágio foi realizado.

No âmbito do estágio foi possível assistir e apoiar, sempre que possível, na aplicação da filosofia Kaizen, pelo próprio Kaizen Institute, que se manifestou uma ferramenta fundamental na redução de custos da empresa por meio de implementação de melhorias nos processos, através da eliminação das perdas e no uso de soluções económicas.

Ao longo da implementação do Kaizen para a reestruturação e organização da manutenção foi possível melhorar diversos processos de manutenção. Alguns exemplos incluem a classificação da criticidade de alguns equipamentos, a melhoria do fluxo de comunicação entre a produção e a manutenção, a utilização eficaz do software, aproveitando algumas funcionalidade não utilizadas, aplicação de conhecimentos adquiridos nas formações sobre ferramentas de melhoria contínua, nomeadamente para a resolução estruturada de problemas, a redefinição de periodicidades de manutenção preventiva desnecessárias, encarregar os operadores de produção a realizar manutenção básica, e também a criação de KPI's para a análise da performance da secção de manutenção.

Todas estas ações resultaram na redução de paragens de produção por avaria, redução dos custos com as intervenções, redução dos tempos médios de reparação, aumento das horas em serviços preventivos ao invés de corretivos.

Com o projeto Kaizen, foi possível desenvolver diversas melhorias de interesse da empresa, contribuindo para a consolidação das práticas de melhoria contínua no espaço de trabalho. Os avanços alcançados e a mentalidade da organização para evitar as perdas são êxitos que motivam os técnicos a querer e fazer mais. Neste sentido, é essencial reter que um estabelecer um compromisso entre os operadores e os demais responsáveis favorece uma mudança positiva.

O estágio evidenciou a importância de as empresas incorporarem rotinas de melhoria contínua e a análise de perdas nos seus processos. Tal permitirá direcionar esforços para projetos com ganhos significativos e otimizar a linha de produção, obtendo vantagens competitivas.

Vale a pena ainda destacar alguns pontos positivos do estágio. O estágio foi muito enriquecedor, quer a nível pedagógico quer a nível profissional, pela possibilidade e oportunidade que me foi concedida de assistir à aplicação da filosofia Kaizen num contexto real e pela própria instituição. Possibilitou um melhor entendimento da filosofia em relação às suas vantagens, os seus princípios, as ferramentas e metodologias associadas, os desafios associados, e também alguns fatores críticos para o sucesso da implementação. Contribuiu para a obtenção de conhecimentos sobre manutenção e a sua gestão, alguns desafios sentidos na área e consequente necessidade de constantes melhorias, gestão, planeamento e controlo. Permitiu ainda aplicar alguns conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico num contexto empresarial.

Quanto a aspetos menos positivos destaca-se a comunicação pouco ativa entre os diferentes elementos da empresa que poderiam contribuir positivamente para o projeto Kaizen. Considera-se que a realização de reuniões de controlo da evolução do projeto Kaizen, com a participação de elementos que se considerem necessários, como a equipa do Kaizen, gestores, chefes de manutenção, técnicos de manutenção, financeiros, pessoal das compras, informáticos, entre outros, poderiam contribuir positivamente para a definição e clarificação de objetivos, ações prioritárias, discussão de ideias, elaboração de planos de ação e definição de responsáveis pelas ações. O facto de o estágio ter sido focado apenas na secção de manutenção, foi também um ponto menos positivo, pois limitou-me ligeiramente nas tarefas que poderia desempenhar.

Referências bibliográficas

- Amorim, G. R. N. (2011). *Lean na manutenção: Optimização do TPM* [Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório Aberto Universidade do Porto.
- Bamber, C. J., Sharp, J. M., & Castka, P. (2004). Third party assessment: the role of the maintenance function in an integrated management system. *Journal of Quality in maintenance Engineering*, 10(1), 26-36.
- Bateman, N., & Rich, N. (2003). Companies perceptions of inhibitors and enablers for process improvement activities. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(2), 185-199.
- Bessant, J. (2000). Creating and maintaining high involvement innovation. Paper presented at Seminar on Kaizen from Understanding to Action, Institute of Electrical Engineers, London.
- Bhasin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing: a holistic approach*. Springer.
- Bloch, H. P., & Carroll, J. R. (1990). Preventive maintenance can be more effective than predictive programs. *Oil and Gas Journal;(USA)*, 88(31).
- Bolgenhagen, A., da Silva, A. C. T., Neves, L. A. P., & de Paula Dias, A. (2011). Gestão da manutenção de equipamentos em micro e pequenas empresas via web. *Revista Qualidade Emergente*, 2(1), 30-45.
- Briales, J. A., & Ferraz, F. T. (2006). *Melhoria contínua através do Kaizen*. *Revista eletrônica de economia*, (7).
- Cabral, J. P. S. (2006). *Organização e gestão da manutenção: dos conceitos à prática*. (6ª ed.). Lidel.
- Cabral, J. P. S. (2009). *Gestão da manutenção de equipamentos, instalações e edifícios*. (4ª ed.). Lidel.
- Cardoso, R. M. C. (2019). *Organização e Gestão da Manutenção* [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra]. Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP).
- Chiu, H. N. & Huang, B.S. (1996). The economic design of x control charts under a preventive maintenance policy. *International Journal of Quality & Reliability Management, Cambridge*, 13(1), 61-71.

- Contador, J.C. (2004). *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Cotti, L. (1989). *Formulários para administração racional da frota*. Síntese, São Paulo.
- Cruz, L. G. (2009). *Manutenção produtiva total: implementação numa fundição de alumínio*. [Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro.
- De Jager, B., Minnie, C., De Jager, J., Welgemoed, M., Bessant, J., & Francis, D. L. (2004). Enabling continuous improvement: a case study of implementation. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(4), 315-324.
- Della, L. P. (2020). *Aplicação da metodologia Kaizen para reduzir o refugo inerente ao processo no corte de barras em uma seção de usinagem*. [Monografia de Especialização, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Eti, M. C., Ogaji, S. O. T., & Probert, S. D. (2006). Development and implementation of preventive-maintenance practices in Nigerian industries. *Applied energy*, 83(10), 1163-1179.
- Faustino, A. G. M., & Higashi, R. (2020). Otimização de estoque utilizando o sistema Kanban. *South American Development Society Journal*, 6(17), 321.
- Ferreira, J. M. D. C. (2019). *Melhoria da gestão de stocks de peças sobresselentes*. [Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho]. RepositóriUM.
- Fuentes, F. F. E. (2006). *Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial*. [Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina] Repositório Institucional UFSC.
- Gaino, D. Z. (2007). *Redução de perdas OEE e número de quebras em máquinas através de planeamento em engenharia de manutenção*. [Trabalho de conclusão de curso, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital Universidade de São Paulo.
- Guimarães, J. C. F. de, Severo, E. A., Pereira, A. A., Dorion, E. C. H., & Olea, P. M. (2013). Inovação no Processo e Melhoria Contínua em uma Indústria de Plásticos do Polo Moveleiro da Serra Gaúcha. *Sistemas & Gestão*, 8(1), 34-43.
- Hiam, A. (2003). *Motivational Management: Inspiring your people for maximum performance*. New York: American Management Association.
- Hill, T. (1991). *Manufacturing Strategy*. 2nd ed. Basingstoke: Macmillan.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill.

- Imai, M. A. (1994). *Estratégia para o Sucesso Competitivo*. 5ª Edição, Instituto IMAM.
- Kodali, R., & Chandra, S. (2001). Analytical hierarchy process for justification of total productive maintenance. *Production Planning & Control*, 12(7), 695-705.
- Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A review of contributing factors and challenges in implementing kaizen in small and medium enterprises. *Procedia economics and Finance*, 35, 522-531.
- Marcorin, W. R., & Lima, C. R. C. (2003). Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. *Revista de Ciência & Tecnologia*, 11(22), 35-42.
- Marin-Garcia, J.A., Pardo del Val, M. & Bonavia, T. (2008). Longitudinal study of the results of continuous improvement in an industrial company. *Team Performance Management*, 14(½), 56-69.
- Mirshawka, V., & Olmedo, N. L. (1993). *Manutenção-combate aos custos da não eficácia: a vez do Brasil*. In *Manutenção-combate aos custos da não eficácia: a vez do Brasil*.
- Mobley, R. K. (2004). *Maintenance Fundamentals*. (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Motta, P. R. (1999) *Transformação organizacional: a teoria e prática de inovar*. Qualitymark.
- Mouta, C. S. P. (2011). *Gestão da manutenção* [Dissertação de mestrado, Universidade da Beira Interior]. uBibliorum - Repositório Digital da UBI.
- Nina, J. L. (2016). *Melhoria da gestão da Manutenção* [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto]. Repositório Científico do Instituto Politécnico do Porto.
- NP EN 13306:2010 (Ed.2) Maintenance. Maintenance terminology. Julho 2010, ICS 01.040.03; 03.080.10.
- Oliani, L., Paschoalino, W. J., & Oliveira, W. (2016). Ferramenta de melhoria contínua Kaizen. *Revista Científica UNAR*, 12(1), 57-67.
- Pallerosi, C. A. (2007). *Confiabilidade, A quarta dimensão da qualidade*. Vol. I Manutenibilidade e Disponibilidade. ReliaSoft Brasil.
- Pereira, M. J. M. (2019). *Manutenção e Segurança, duas vertentes indissociáveis – Casos de Estudo*. [Trabalho de Projeto, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra]. Repositório Comum.
- Pinto, A. (2016). *Manual de Segurança na Manutenção*. (1ª ed.). Edições Sílabo.
- Pinto, C. V. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção*. (2ª ed.) Monitor.

- Pinto, J. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Pinto, J. P. O. (2013). *Manutenção Lean*. Lidel.
- Ribeiro, R. B. (2016). *Aplicação de conceitos Lean e da Gestão de Stocks numa empresa de embelezamento automotivo* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho]. RepositóriUM.
- Rosa, E. B. (2006). *Indicadores de desempenho e sistema ABC: o uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção*. [Tese de doutoramento, Escola Politécnica Universidade de São Paulo].
- Santos, M. J. M. F. D. (2009). *Gestão da manutenção do equipamento*. [Relatório de Projeto, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. Repositório Aberto UP.
- Scotelano, S. L. (2007). Implementation of the Kaizen Philosophy and a Research about its Dissimination in an Automobilitic Industry. *Revista da FAE*, Curitiba, 10(2), 165-177.
- Silva, A. J. I. S. (2013). *Aplicação da Six Sigma Maintenance Scorecard a uma Unidade Fabril do Sector Agroalimentar*. [Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior]. uBibliorum - Repositório Digital da UBI.
- Singh, J., & Singh, H. (2009). Kaizen philosophy: a review of literature. *IUP journal of operations management*, 8(2), 51.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2009). *Administração da produção*. (2ª ed.). Atlas.
- Souza, J. B. D. (2008). *Alinhamento das estratégias do Planeamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e funções do Planeamento e Controle da Produção (PCP): uma abordagem analítica*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. *International Journal of Productions Economics*. 70(3), 237-244.
- Tavares, L. A., Calixto, M., & Poydo, P. R. (2005). *Manutenção centrada no negócio*. Rio de Janeiro: Novo Polo.
- Trancho, E. M. D. M. (2021). *Metodologia Kaizen e a melhoria contínua no chão de fábrica da Tridec*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra]. Repositório Comum.

- Watanabe, R.M. (2011). Getting ready for Kaizen: organization and knowledge management enablers. *The Journal of Information and Knowledge Management System*, 41(4), 428-445.
- Willmott, P., & McCarthy, D. (2000). *TPM - A Route to World Class Performance*. (2^aed.). Newness.
- Wireman, T. (1998). *Developing Performance Indicators For Managing Maintenance*. Industrial Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The machine that changed the world: The story of lean production -Toyota's secret weapon in the global car wars that is NOW revolutionizing world industry*. Simon & Schuster.
- Xenos, H. G. (2014). *Gerenciando a manutenção produtiva: Melhores práticas para eliminar falhas nos equipamentos e maximizar a produtividade*. Falconi Editora.

Anexos

Anexo 1:

ASPETOS EQUIPAMENTO				ASPETOS LOGÍSTICOS													CUSTO UNITÁRIO				
Risco de paragem do equipamento (0,7)	Críticidade do equipamento (0,3)	PONTUAÇÃO	CATEGORIA ASPETOS EQUIPAMENTO	Variabilidade dos consumos		Frequência do consumo			Combinação (Variabilidade e dos consumos X Frequência dos consumos)	Capacidade de reação durante o lead-time					Combinação (Combinação variabilidade-frequência X Capacidade de reação)	CATEGORIA ASPETOS LOGÍSTICOS	Custo unitário	CATEGORIA CUSTO UNITÁRIO	CLASSE FINAL		
				Valor (desvio-padrão)	Categoria	Nº de meses com consumo sobre nº meses do prazo em análise	Categoria	Intervalo mínimo entre consumos		Lead time	Desvio Lead Time	Intervalo mínimo entre consumos / (lead time + desvio do lead time)	Categoria								
MMS9488	PRESSOSTATO / PRESSURE SWITCH 1-10	3	3	3	X	0,500	1	3%	1	1	1	385	15,5	-7	45,29	1	2	D	139,32	C	XDC
MMS11545	KIT REPARACAO BOMBA ALTA PRESSAO	3	3	3	X	0,000	1	3%	1	1	1	13	21,7	-7,33	0,91	2	3	D	57,45	C	XDC
MMS10861	RELAY OUTPUT CARD HITACHI EH-YR16	3	3	3	X	0,000	1	3%	1	1	1	145	15,3	-7,5	18,71	1	2	D	592,00	B	XDB
MMS5836	VENTIL VEDANTE ENSAIO VULKOLAN 90	3	3	3	X	0,000	1	2%	1	1	1	0	24,5	-13	0,00	3	4	E	37,17	C	XEC
MMS4865	ONDARMIX-10 PALETTE RECUO 01-0100C	3	3	3	X	6,000	3	2%	1	2	2	1756	10	-8,5	1170,67	1	3	D	14,55	C	XDC
MMS4690	LIGADOR WAGO FIO FLEXIV. 5X2,5	3	3	3	X	10,991	3	12%	1	2	4	12,9	-7,5	0,74	2	4	E	0,30	C	XEC	
MMS5156	CORRENTE 35B-1 DISA 10049155	3	3	3	X	0,000	1	5%	1	1	1	5	47	-6	0,12	3	4	E	543,31	B	XEB
MMS10404	COAX TUBO OPERADOR MCF08 NO	3	3	3	X	2,487	2	15%	2	2	1	57	-8	0,02	3	5	V	76,45	C	XVC	
MMS4879	COAX VALVULA MCF 08 NO Nº 541533	3	3	3	X	0,918	1	22%	2	2	1	82	-8,5	0,01	3	5	V	172,07	C	XVC	
MMS3763	DISA PLACA PROTECCAO - 104053	3	3	3	X	1,687	1	30%	2	2	6	44	-5,25	0,15	3	5	V	66,85	C	XVC	
MMS5136	SENSOR IFM DIA2010-ZROA/5-300	3	3	3	X	0,000	1	3%	1	1	148	12	-10	74,00	1	2	D	121,28	C	XDC	
MMS5372	RELE PHOENIX 24DC - 2961105	3	3	3	X	2,426	2	10%	1	1	13	57	-1	0,23	3	4	E	3,10	C	XEC	
MMS5447	DISA DISCO PROTECCAO DO GANCHO 10	3	3	3	X	0,000	1	3%	1	1	19	51	-19	0,59	2	3	D	210,10	C	XDC	
MMS5865	DISA RODA CORRENTE 35B 141362-060	3	3	3	X	0,000	1	2%	1	1	2233	85	-24	36,61	1	2	D	312,80	C	XDC	
MMS4682	DMG MOTOR HUSILLO 12000 HSK63FD	3	3	3	X	0,000	1	3%	1	1	85	0	1	85,00	1	2	D	32001,32	A	XDA	
MMS5622	KIT REPARACAO VENTIL REF. 101539	3	3	3	X	2,390	1	37%	2	2	1	10	-3,333	0,15	3	5	V	13,50	C	XVC	
MMS2565	LIGADOR WAGO 5X2,5 (100)	3	3	3	X	5,691	3	17%	2	2	1	14	-4,75	0,04	3	5	V	0,32	C	XVC	
MMS4076	BLOCO CONTACTO TELEMEC XEN-G1191	3	3	3	X	0,500	1	3%	1	1	1949	15	-7,5	259,87	1	2	D	9,46	C	XDC	
MMS4124	BLOCO CONTACTO TELEMEC LAD-N22	3	3	3	X	0,000	1	3%	1	1	2036	11	-5	339,33	1	2	D	8,79	C	XDC	
MMS5314	BOTAO TELEMEC ZB5-AS834	3	3	3	X	2,200	2	12%	1	1	21	19	-6	1,62	1	2	D	14,11	C	XDC	
MMS6086	TELEMEC XVBC2B3 VERDE	3	3	3	X	0,000	1	5%	1	1	50	13	-5,4	6,58	1	2	D	42,87	C	XDC	
MMS6087	TELEMEC XVBC2B4 VERMELHO	3	3	3	X	0,000	1	3%	1	1	343	19	-10	38,11	1	2	D	29,67	C	XDC	
MMS6088	TELEMEC XVBC2B5 LARANJA	3	3	3	X	0,000	1	2%	1	1	1	18	4	0,05	3	4	E	39,03	C	XEC	
MMS7172	SENSOR FIM CURSO SIEMENS 3SE5112-0	3	3	3	X	0,400	1	3%	1	1	177	24	-17,5	27,23	1	2	D	27,85	C	XDC	
MMS724	DISA PALHETA 104112-6.1239/A4447	3	3	3	X	4,097	3	32%	2	2	3	25	-0,43	0,12	3	5	V	15,03	C	XVC	
MMS9395	KIT ENGRENA. ATLAS COPCO G2510-115	3	3	3	X	0,000	1	7%	1	1	29	17	-11,5	5,27	1	2	D	155,00	C	XDC	
MMS10316	FILTRO ATLAS COALESCENTE NAUTILUS 1	3	3	3	X	1,000	1	5%	1	1	376	22	-18	94,00	1	2	D	329,81	C	XDC	
MMS9662	LR - GEMA - KIT MANUTENCAO BOMBA P	3	3	3	X	0,000	1	3%	1	1	1910	4,5	-2,75	1091,43	1	2	D	920,27	B	XDB	
MMS1008	CORREIA TRAP. B42 17x1060 LI	3	3	3	X	0,500	1	3%	1	1	161	6	4,33	15,59	1	2	D	3,90	C	XDC	
MMS10306	LR - GEMA - MEMBRANA BOMBA PO PPC	3	3	3	X	1,886	1	5%	1	1	17	4	-3,67	51,52	1	2	D	101,22	C	XDC	
MMS4967	BOTAO TELEMEC PRETO XACA9412	3	3	3	X	0,500	1	3%	1	1	1177	14	-3,25	109,49	1	2	D	1,81	C	XDC	