



Universidades Lusíada

Rodrigues, Ana Sofia da Silva

Melhoria contínua no sistema de gestão da qualidade na empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda

<http://hdl.handle.net/11067/5693>

Metadados

Data de Publicação

2020

Resumo

As grandes indústrias buscam a competitividade do mercado, e com isso surge a necessidade da implementação de ferramentas específicas para as ajudar a obter melhores resultados e prosperar ao longo dos anos. Uma dessas ferramentas é o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), que sendo uma ferramenta estratégica para a empresa se manter saudável no mercado, permite obter uma grande vantagem competitiva e também a satisfação do cliente. O SGQ traz benefícios como: melhoria dos processos, produtos e ...

Large industries seek market competitiveness, and with that comes the need to implement specific tools to help them achieve better results and thrive over the years. One of these tools is the Quality Management System (QMS), which serves as a strategic tool for the company to prosper in the market, allowing it to gain a great competitive advantage and also the customer satisfaction (the customer is increasingly demanding and with knowledge of the product, due to a great evolution in new technol...

Palavras Chave

Gestão de Operações, Engenharia, Sistema de gestão da qualidade

Tipo

masterThesis

Revisão de Pares

no

Coleções

[ULF-FET] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2024-04-24T17:08:17Z com informação proveniente do Repositório



FACULDADE DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS
Universidade Lusíada – Norte, Campus de Vila Nova de Famalicão

Melhoria contínua no sistema de Gestão da Qualidade
na empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda.

Ana Sofia da Silva Rodrigues

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Gestão de Operações

Junho 2020



FACULDADE DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS
Universidade Lusíada – Norte, Campus de Vila Nova de Famalicão

Melhoria contínua no sistema de Gestão da Qualidade
na empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda.

Ana Sofia da Silva Rodrigues

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Gestão de Operações

Orientador: Professora Doutora Ana Dias

Junho 2020

Agradecimentos

Sendo o espaço reservado para os agradecimentos limitado, seguramente não me permite agradecer, como devia, a todas as pessoas que ao longo do Mestrado em Gestão Operações, me ajudaram, direta ou indiretamente, a cumprir os meus objetivos.

Agradeço à Empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda. pela oportunidade de formação e ajuda facultada no desenvolvimento e evolução deste projeto.

Agradeço à Engenheira Ana Pereira, à qual estive afeta às suas atividades num período de estágio, sendo também a minha orientadora do trabalho desenvolvido na empresa.

Agradeço à Professora Ana Dias, agradeço a oportunidade e o privilégio em tê-la como minha orientadora interna. Agradeço também a sua simpatia, disponibilidade, assim como o apoio que muito elevaram os meus conhecimentos, e, sem dúvida, estimularam o meu desejo de querer saber mais e querer fazer melhor.

A todos os Professores e colegas que me acompanharam no decorrer da formação, um grande obrigado!

Agradeço também à minha família e amigos pela amizade, companheirismo e ajuda, fatores extremamente importantes para a realização deste projeto.

Esta página foi deixada em branco propositadamente.

Resumo

As grandes indústrias buscam a competitividade do mercado, e com isso surge a necessidade da implementação de ferramentas específicas para as ajudar a obter melhores resultados e prosperar ao longo dos anos.

Uma dessas ferramentas é o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), que sendo uma ferramenta estratégica para a empresa se manter saudável no mercado, permite obter uma grande vantagem competitiva e também a satisfação do cliente. O SGQ traz benefícios como: melhoria dos processos, produtos e serviços; melhoria da imagem da empresa (*marketing*) e acima de tudo satisfação dos clientes.

As organizações cada vez mais adotam novos processos de gestão da informação, ou otimização dos existentes, para aumentarem a capacidade de resposta aos clientes e, possibilitar um acompanhamento mais específico das necessidades de cada um.

A empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda. (MCM), que atua no setor metalúrgico, é a empresa base para o desenvolvimento deste projeto. Esta empresa faz questão de acompanhar a evolução dos mercados onde está presente, respondendo assim de forma positiva a exigência dos clientes.

Tendo em conta que o grande objetivo deste trabalho é a melhoria da empresa em estudo em termos de organização, com direta influência na produção, analisou-se então a estrutura e organização da empresa MCM, sendo dado mais ênfase ao departamento de gestão de qualidade. Identificaram-se os pontos fracos da empresa, e tendo em conta a filosofia *Lean Thinking*, implementaram-se melhorias para aumentar o rendimento, a qualidade e a quantidade de produção da empresa.

As melhorias passaram por uma organização dos processos, reorganização armazém de peças de amostra e peças a mostrar ao cliente, desenvolver uma metodologia para o processamento de uma nova peça que permita acompanhar todo o seu processo de fabrico e a criação de software para avaliar e prever o desempenho das máquinas. Muitas das medidas implementadas permitiram uma melhoria significativa dos processos envolvidos. Porém, atendendo ao facto desta implementação ser recente, ainda não é possível quantificar os resultados/melhoria obtidos.

Palavras-Chave: Sistema Gestão de Qualidade, Implementação de Melhorias na Empresa, Lean Thinking

Esta página foi deixada em branco propositadamente.

Abstract

Large industries seek market competitiveness, and with that comes the need to implement specific tools to help them achieve better results and thrive over the years.

One of these tools is the Quality Management System (QMS), which serves as a strategic tool for the company to prosper in the market, allowing it to gain a great competitive advantage and also the customer satisfaction (the customer is increasingly demanding and with knowledge of the product, due to a great evolution in new technologies that allow the fast and easy flow of information). QMS then brings benefits such as: improvement of processes, products and services; improving the company image (marketing) and above all, customer satisfaction.

Analysing the current market, which is increasingly competitive, we conclude that companies have a great need to evolve positively. Consequently, organizations adopt new processes of information management (or optimization of the existing ones) in order to increase the responsiveness to customers and also enable a more specific monitoring of their needs.

The company Mário da Costa Martins & Filhos, Lda. (MCM), which operates in the metallurgical sector, is the base company for the development of this project. This company is no exception and therefore, it follows the evolution of the markets, thus responding positively to customer demand.

Improvements have included a process organization, warehouse reorganization, development of a new part processing methodology to track the entire manufacturing process, and the creation of software to evaluate and predict the performance of the machines used in the production process. Many of the measures were fully implemented and allowed a significant improvement of the processes involved. However, given that this implementation is recent, it is not yet possible to quantify the results / improvements obtained.

Keywords: System Quality Management, Company Improvement, Lean Thinking

Esta página foi deixada em branco propositadamente.

Índice

1 Introdução	1
1.1 Enquadramento do projeto	1
1.2 Objetivos do projeto	3
1.3 Metodologias de investigação	4
1.4 Estrutura do relatório	5
2 Revisão da literatura	6
2.1 Indústria metalomecânica	6
2.2 Ferramentas Lean para implementação da melhoria contínua em empresas	9
2.3 Ferramentas Lean	13
2.4 Análise de modo e efeito de falha – FMEA	19
2.5 Manutenção Produtiva Total (TPM)	22
2.6 Benefícios e limitações da aplicação da filosofia Lean	28
3 Apresentação da Empresa	29
3.1 Identificação e localização da empresa	29
3.2 Estrutura organizacional	31
3.3 Visão, missão e valores da empresa	32
3.4 Objetivos da empresa	33
3.5 Identificação dos Departamentos	34
3.6 Departamento da Qualidade	35
4 Descrição e análise crítica da situação atual	40
4.1 Descrição do processo	40
4.1.1 Funcionamento do armazém da qualidade	40
4.2 Processo de não conformidades	40
4.3 Análise Crítica e identificação de problemas	41
4.4 Problemas encontrados	44
5. Melhorias implementadas	50
5.1 Descrição do processo de melhoria	50
6 Discussão crítica dos resultados e conclusão	68
6.1 Discussão crítica	68
6.2 Conclusões	70
7 Trabalho Futuro	72
Bibliografia	76
Anexo I (modelo de FMEA)	78

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Ciclo de metodologia de Investigação.	5
Figura 2.1 - Análise SWOT da Indústria de Metalúrgica e Metalomecânica.	7
Figura 2.2 - Multiplicadores da produção na União Europeia.	8
Figura 2.3 - Setor Metalomecânico.	8
Figura 2.4 - Princípios da Filosofia <i>Lean Thinking</i> .	10
Figura 2.5 - Diagrama de implementação de 5S.	16
Figura 2.6 - Exemplos de aplicação de ferramentas para melhoria da gestão visual.	18
Figura 2.7 - Pilares da filosofia TPM.	23
Figura 3.1 - Logotipo da Mário da Costa Martins & Filhos, Lda.	29
Figura 3.2 - Fachada da Organização, Mário da Costa Martins & Filho, Lda.	30
Figura 3.3 - Layout da Organização.	30
Figura 3.4 - O Nível Hierárquico da Organização da empresa MCM.	31
Figura 3.5 - Principais clientes da MCM.	32
Figura 3.6 - Missão, Visão e Valores da Organização	33
Figura 3.7 - Organização funcional da empresa MCM.	34
Figura 3.8 - Industrialização do produto.	37
Figura 4.1 - Causas dos principais problemas (desperdícios). Diagrama causa-efeito.	42
Figura 4.2 – Armazém semi-acabados (antes das melhorias implementadas).	44
Figura 4.3 – Organização de processos (sem melhoria).	45
Figura 4.4 –Arquivo (sem melhoria).	45
Figura 4.5 –Carrinhos de ferramentas (sem melhoria).	46
Figura 4.6 –Informação sobre a peça a ser produzida (sem melhoria).	47
Figura 4.7 –Armazém de peças de amostra (sem melhoria).	47
Figura 5.1 – Layout para a organização do armazém de semi-acabados.	50
Figura 5.2 – Nova organização dos processos.	51
Figura 5.3 – Nova organização do arquivo.	52
Figura 5.4 – Novo alerta de qualidade.	53
Figura 5.5 – Folhas de referência.	54
Figura 5.6 – Arrumação nos carrinhos de ferramentas.	54
Figura 5.7 –Informação sobre a peça a ser produzida.	55
Figura 5.8 –Nova organização do armazém de peças de amostra.	56
Figura 5.9 –Nova organização do armazém de peças de amostra (ficheiro Excel de suporte).	57
Figura 5.10 - Registo a fazer para o levantamento de uma peça.	58
Figura 5.11 –Nova organização do gabari.	59
Figura 5.12 –Modelo de Excel desenvolvido para catalogar e acompanhar o desgaste de todas as máquinas da empresa.	60
Figura 5.13 –Modelo de Excel desenvolvido para catalogar e acompanhar o desgaste de todas as máquinas da empresa (menu 1).	61
Figura 5.14 –Modelo de Excel desenvolvido para catalogar e acompanhar o desgaste de todas as máquinas da empresa (menu 2).	62
Figura 5.15 – Software OEE.	63
Figura 5.16 – Cálculo OEE.	64
Figura 5.17 – Gráficos sobre a produção total para os diferentes turnos.	64
Figura 5.18 – Menu Ajuda (parte I).	65
Figura 5.19 – Menu Ajuda (parte II).	65
Figura 5.20 – Cálculo do OEE.	66
Figura 5.21 - Disponibilidade, performance e qualidade.	66

Figura 5.22 - Gráficos referentes a cada um dos aos indicadores.	67
Figura 7.1 – Orçamento do material necessário para adaptar os carrinhos de ferramentas.	72
Figura 7.2 – Exemplo de organização de um carrinho de ferramentas (imagem a título ilustrativo).	73
Figura 7.3 - Fatura de compra portátil/tablet.	74
Figura A.1 – Modelo de FMEA.	78

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Metas para eliminar perdas.	25
Tabela 2.2 - Estratégia a adotar para as consequências do OEE	27
Tabela 3.1 - Vários níveis do PPAP.	38
Tabela 3.2 – Documento associados aos vários níveis do PPAP.	39
Tabela 4.1 - Quadro-análise dos principais problemas concretos que foram identificados.	43

Lista de Abreviaturas

EOP - End of Production

FMEA - Failure Mode and Effects Analysis

FOT - First of Trial

JIT - Just in Time

MCM - Mário da Costa Martins & Filhos, Lda.

OEE - Overall Equipment Effectiveness

PPAP - Production Parts Approval Process

PSW - Part Submission Warrant / Certificado de Submissão de Peça.

SAP - Systems Applications and Products

SOP - Start of Production

SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats

TPM - Total Productive Maintenance

1 Introdução

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Gestão de Operações na Faculdade de Engenharias e Tecnologias da Universidade Lusíada – Norte, campus de Vila Nova de Famalicão.

O projeto aqui apresentado foi desenvolvido em parceria com a empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda. tendo como principal objetivo a “Melhoria Contínua no Sistema de Gestão da Qualidade na empresa MCM”.

1.1 Enquadramento do projeto

Devido à crise económica que abalou as grandes potências a nível mundial, atualmente surge por parte das empresas, uma necessidade de adaptação à nova realidade através de um processo de reestruturação geral.

Cada vez mais os clientes querem comprar com mais qualidade e ao menor preço. Devido ao aumento da concorrência, para se conseguir sobreviver num mercado tão competitivo torna-se por sua vez necessário oferecer aos clientes produtos com características diferentes /inovadoras (Mariotto, 1991).

Contudo as empresas consideraram que a qualidade é um desafio no atendimento às necessidades do cliente. No entanto para obtenção da plena satisfação dos consumidores, e para alavancar a vantagem competitiva de forma sustentável, as empresas devem instaurar num conjunto de programas, ferramentas e métodos, para se promover a melhoria contínua e para interagir de forma mais dinâmica com o mercado. Esse tipo de gestão multidisciplinar é uma técnica aplicada no controlo do processo de produção, e permite obter bens e serviços que atendam às exigências e a satisfação dos clientes (Coutinho & Aquino, 2015).

A gestão da qualidade total possui como princípio o envolvimento de todos os elementos da organização, no esforço contínuo de adequar o produto às especificações de cada cliente, assim como as atividades de cada um no processo produtivo ou em qualquer área funcional da organização são essenciais. Nesse sentido, para o estabelecimento das diretrizes da qualidade, existe um conjunto de elementos que se correlacionam e têm impacto nos hábitos organizacionais de forma ampla, e por isso

devem ser analisados pelas diferentes áreas (por exemplo: qualidade, produção, etc). Apesar de decorrer mais de 20 anos desde a sua preocupação inicial, a *qualidade* ainda se revela como um elemento chave e persuasivo nos processos organizacionais, sendo capaz de envolver diversos agentes e fatores que possuem ligação direta ou indireta com o objetivo de agregar valor à empresa (Coutinho & Aquino, 2015).

Nas empresas de hoje várias ferramentas e metodologias são utilizadas, tendo como objetivo comum: a otimização dos processos no qual a organização soma esforço para minimizar os custos e para reduzir os defeitos e onde procura eliminar toda a ação que não acrescenta valor ao produto acabado. Essas ferramentas são essenciais não apenas para manter os consumidores atuais, mas também para a prospeção de novos em contextos futuros (Carpinetti L. C., 2012).

A partir do momento que se tem uma definição clara do que é a qualidade para uma determinada empresa, os gestores terão melhores condições para estabelecer as diretrizes e ferramentas para a gestão da qualidade em toda a sua potencialidade, identificando falhas, gerindo a rotina, estabelecendo padrões, além de vários benefícios de ordem quantitativa e qualitativa.

Atendendo a (Amaral R. A. 2011): *“O facto de os clientes exigirem cada vez mais produtos de boa qualidade e a concorrência que cada vez mais procura produzir produtos de melhor qualidade, tem obrigado as empresas a programarem sistemas de qualidade visando atender essas exigências. Porém, muitas delas nem sequer sabem quais os procedimentos a adotar e muito menos têm o conhecimento dos impactos (positivos e negativos) que as implementações desses sistemas causam na gestão e no resultado”* este projeto enquadra-se então nas necessidades atuais e futuras da empresa, contribuindo para o seu crescimento e para o seu desenvolvimento.

1.2 Objetivos do projeto

A grande competitividade e a concorrência do mercado atual obrigam as empresas a ultrapassar desafios para permanecerem ativas, exigindo uma contínua adaptação às exigências dos clientes, nomeadamente: um aumento de capacidade produtiva sem aumento dos recursos, uma redução dos custos, um desenvolvimento de produtos com melhor qualidade, e uma elevada flexibilidade que permita alterações do projeto ao longo do processo.

A função de planeamento apresenta-se como um fator de extrema importância, para o qual é necessário adotar soluções que permitam a sua melhoria contínua. Torna-se assim imprescindível o estudo dos melhores métodos de planeamento e controlo.

O objetivo principal deste projeto baseia-se na necessidade de melhoria contínua na organização da empresa em estudo, procurando identificar soluções que promovam a melhoria da estratégia operacional atual. Para atingir esse objetivo na empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda. definiram-se algumas metas a alcançar:

- Aumento do Controlo da Qualidade;
- Redução de tempo desperdiçado em processos que não acrescentam valor;
- Satisfação do cliente;
- Redução de custos da qualidade;
- Maior flexibilidade em caso de intervenção;
- Maior ligação entre todos os departamentos;
- Redução de material desperdiçado;
- Ligação/Intervenção com os fornecedores.

1.3 Metodologia de investigação

Para o desenvolvimento deste projeto, realizou-se uma pesquisa e um estudo cuidadoso das fontes literárias relacionadas com o tema da dissertação e a metodologia utilizada foi “investigação-ação”, dando uma especial atenção aos fundamentos do *Lean Thinking* e às suas ferramentas, ao controlo e custos da qualidade. Em seguida, realizou-se uma revisão crítica da literatura a fim de sintetizar o conhecimento relacionado com o tema. A metodologia deste trabalho consistiu, de forma cíclica, nos seguintes pontos: 1) diagnóstico; 2) planeamento das ações; 3) aplicação das ações; 4) avaliação dos resultados das ações; 5) especificação da aprendizagem.

Numa primeira fase foi feito um levantamento extensivo dos dados e informação acerca da empresa e da indústria em questão, seguido de uma análise detalhada sobre a situação atual da empresa.

Posteriormente foi criada uma proposta de melhoria das metodologias usadas na empresa, cuja implementação pretende beneficiar a capacidade de produção da MCM.

Mais concretamente efetuou-se:

- O levantamento e recolha de conhecimento crítico sobre a indústria de produção.
- Uma análise da situação atual da empresa, por observação direta das operações nos postos, que, juntamente com informação dada pelos colaboradores, permitiu compreender o funcionamento dos processos produtivos.
- Propostas de ações que visam a melhoria do funcionamento do sistema atual, direcionando os problemas identificados para estratégias de melhoria.
- Medição do impacto das ações definidas.
- Desenvolvimento das propostas de melhoria ao processo com a finalidade de dar continuidade ao projeto em causa.
- Sistematização do conhecimento aprendido e a especificação das conclusões retiradas.

Este procedimento pode ser traduzido pela Figura 1.1, a qual evidencia a característica cíclica deste processo, como uma peça fundamental da melhoria contínua, com vista à maximização do aproveitamento dos recursos, da produtividade e simultaneamente a melhoria das condições de trabalho dos diferentes setores da empresa.

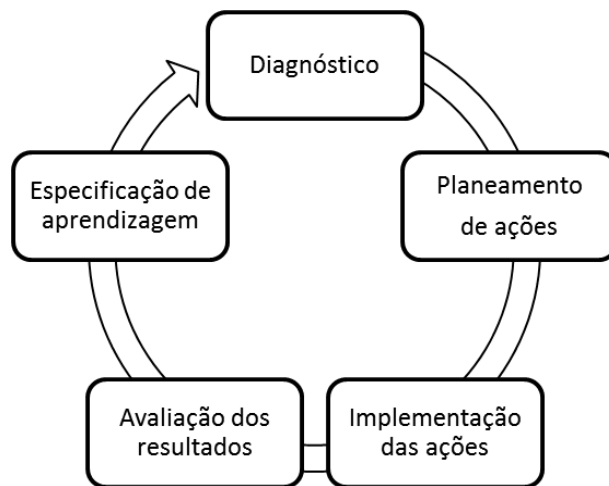


Figura 1.1 - Ciclo de metodologia de Investigação.

1.4 Estrutura do relatório

Este relatório encontra-se dividido em 7 capítulos, inicia-se com uma introdução que, envolve o enquadramento do projeto, os seus objetivos, a metodologia de investigação utilizada e a organização da estrutura do relatório.

No segundo capítulo é feita uma revisão da literatura da indústria metalomecânica em Portugal, e ainda uma apresentação da filosofia e princípios do *Lean Thinking* (pensamento *Lean*), onde o foco passa a ser o cliente e não o produto (caso da produção em massa).

No terceiro capítulo apresenta-se a empresa onde se implementou o estudo, a Mário da Costa Martins & filhos, Lda., onde se identifica a sua área de negócio, se faz uma breve descrição da localização, da missão, visão e valores da empresa, assim como a estrutura organizacional da mesma e o processo produtivo.

O quarto capítulo descreve as ineficiências encontradas na empresa e o quinto capítulo debruça-se sobre as estratégias de melhoria implementadas na empresa ao longo do desenvolvimento desta dissertação na empresa.

No sexto capítulo elabora-se a discussão e análise crítica dos resultados obtidos. No sétimo capítulo registaram-se as conclusões e trabalho futuro.

2 Revisão da Literatura

Neste capítulo apresenta-se uma revisão dos conceitos inerentes aos temas abordados no projeto. Inicialmente faz-se uma introdução ao setor metalomecânica e de seguida apresentam-se as ferramentas de diagnóstico que contribuíram para o desenvolvimento do projeto (implementação de medidas para aumentar a produtividade da empresa).

2.1 Indústria metalomecânica

O setor da metalomecânica é um dos principais setores de atividades da economia portuguesa. A sua importância deve-se ao facto de ser um setor que cria emprego, gere investimento e contribui com uma parte fundamental para as exportações portuguesas. Em 2011, este setor, que exportava mais de 40% da sua produção, foi diretamente responsável por cerca de um terço das exportações da indústria transformadora (Carvalho, 2011).

Este setor caracteriza-se pela grande diversidade de esferas produtivas que abarca, e, naturalmente, pela multiplicidade de bens produzidos. Desde bens intermédios e acabados destinados a atividades industriais incluídas noutros setores, até um conjunto diverso de bens destinados ao mercado de bens de consumo (Carvalho, 2007).

O início dos anos 90 foi marcado por uma crise económica geral, mas com uma incidência acentuada na indústria, em particular na produção de bens de investimento, ou seja, com impacto nas indústrias metalúrgicas e metalomecânica. Esta fase foi ultrapassada na segunda metade da década em que o setor se desenvolveu, devido a investimento direto estrangeiro (caso da indústria automóvel), à realização de projetos públicos de infraestruturas e ao crescimento da indústria de construção, que tiveram impacto positivo na produção da indústria metalomecânica (Mateus, 2011).

Apesar das dificuldades sentidas, existem hoje em dia pontos fortes e oportunidades para a indústria metalomecânica portuguesa. Com base na informação disponibilizada pela Associação Nacional das Empresas Metalúrgicas e Metalomecânicas (ANEMM) é possível sistematizar uma análise SWOT (Figura 2.1), onde constam os pontos fortes, pontos fracos as oportunidades e as ameaças (Mateus, 2011).

<p style="text-align: center;">Pontos Fortes (S)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Domínio das tecnologias básicas e utilização das tecnologias avançadas em alguns setores; - Alianças com parceiros externos; - Potencial e Custos de mão de obra; <p>Segmentos com bom posicionamento nos mercados externos</p>	<p style="text-align: center;">Pontos Fracos (W)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dependência externa em relação a matéria-prima e preço e qualidade destas; - Baixa produtividade; - Insuficiente desenvolvimento tecnológico, utilização de tecnologias ultrapassadas e baixo investimento em I&D.
<p style="text-align: center;">Oportunidades (O)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apostas na internacionalização por algumas empresas; - Modernização tecnológica e flexibilidade produtiva no setor automóvel; -Redes de subcontratação de crescente valor acrescentado. 	<p style="text-align: center;">Ameaças (T)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Promoção do investimento direto estrangeiro com base no baixo custo da mão-de-obra;

Figura 2.1 - Análise SWOT da Indústria de Metalúrgica e Metalomecânica (Mateus A., 2011).

A indústria metalomecânica é um setor que engloba um vasto conjunto de atividades ligadas à indústria abarcando um grande número de diferentes produtos. No que diz respeito à cadeia de valor dos bens manufaturados, ou seja, esta indústria está presente em todos os bens, através da metalurgia de base, material de transporte, equipamentos elétricos e não elétricos, todos os produtos metálicos e grande parte dos bens de equipamento.

Esta indústria funciona como suporte dos diversos setores (Mateus, 2011), sendo considerada fundamental em quase todos os ramos de produção para consumos final. O seu papel é central e fundamental para o bom desenvolvimento e crescimento económico das diversas economias mundiais.

Este mercado é caracterizado por uma grande procura de bens duradouros, como por exemplo: carros e maquinaria. Este tipo de indústria, embora se encontre mais desenvolvida em países de primeira linha, começa a ganhar terreno em países menos

desenvolvidos, estando também em grande desenvolvimento na China e Índia (Mateus, 2011). A inovação tem um papel preponderante no setor da metalomecânica, uma vez que a competição é forte.

A Figura 2.2 mostra os multiplicadores de produção (valor total da produção em todos os setores da economia necessário para satisfazer uma unidade monetária adicional da procura final pela produção do setor em estudo) na União Europeia. Estes multiplicadores de produção medem o impacto que determinada indústria tem na economia final do país, ou conjunto de países em estudo. Os setores ligados à indústria metalúrgica são aqueles que apresentam multiplicadores mais elevados (resultado que já seria de esperar).

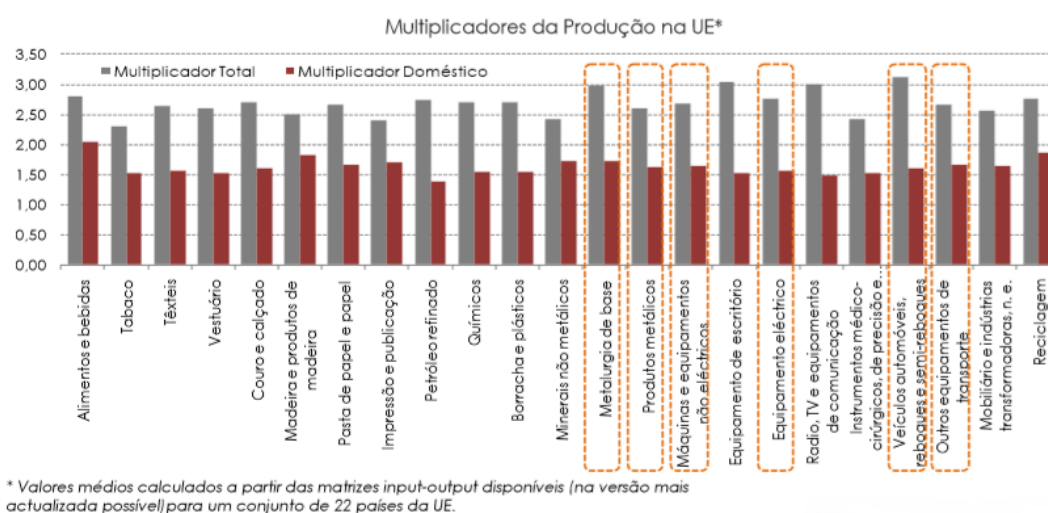


Figura 2.2 – Multiplicadores da produção na União Europeia (European Commission, 2009).

A maior parte da produção mostrada na Figura 2.2 refere-se a produtos do setor metalomecânica que é responsável por parte importante da fabricação de bens duradouros de alguns bens intermédios de base (Figura 2.3).

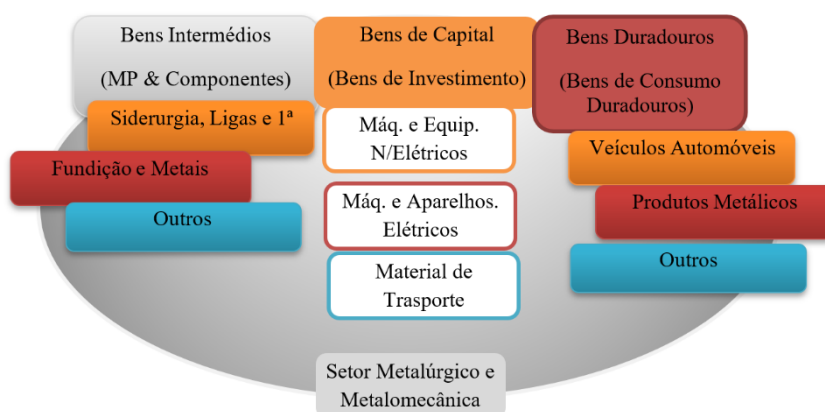


Figura 2.3 – Setor Metalomecânico.

2.2 Ferramentas *Lean* para implementação da melhoria contínua em empresas

Filosofia *Lean Thinking*

O *Lean Thinking* (ou pensamento *Lean*) apoia-se em práticas e conceitos inspirados no Sistema Toyota de Produção, que tem como princípio a eliminação dos desperdícios. Várias organizações em todo o mundo utilizam ferramentas *Lean* para se tornarem mais competitivas, produtivas e eficientes.

O interesse é crescente, novas técnicas e experiências continuam a ser fortalecidas e isso permite que a aprendizagem seja cada vez mais rápida e efetiva.

É através do envolvimento dos colaboradores que se consegue descortinar oportunidades de melhoria e ganhos sustentáveis. Toda a iniciativa *Lean* precisa estar direcionada em propósitos, estabelecer uma relação com as mudanças requeridas nos processos e na maneira como o trabalho está organizado. Para sustentar o esforço de transformação, alguns mecanismos precisam de ser criados ou modificados, assim como o comportamento das lideranças deve ser coerente com os novos princípios fundamentais.

Princípios *Lean*

Womack & Jones (1996), apresenta uma filosofia designada de *Lean Thinking*, para as empresas desenvolverem novas abordagens que permitam a produção livre de desperdícios. Esta filosofia tem cinco princípios que os autores definem como: Valor; Cadeia de Valor; Fluxo; Produção Puxada; e Busca da perfeição (Figura 2.4).

Com o propósito de criar valor, tem sido sugerida a adoção de mais dois princípios, ***conhecer*** e ***inovar***, tendo como objetivo o de colocar a empresa no caminho certo rumo à excelência e a altos níveis de desempenho.

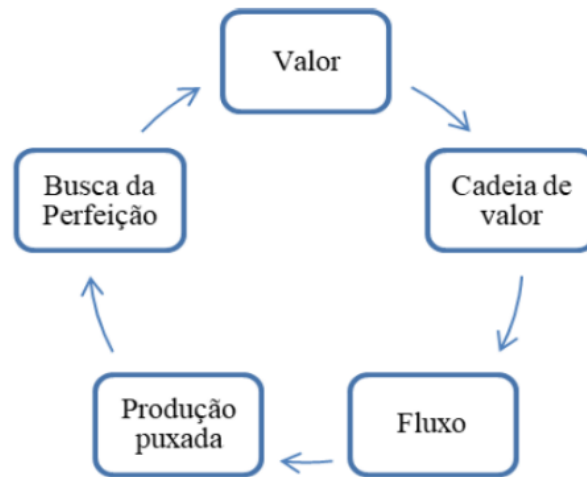


Figura 2.4 – Princípios da Filosofia Lean Thinking (adaptado de (Womack & Jones, 1996)).

- **Valor:** características que o cliente quer que integrem no produto ou serviço, pelos quais está disposto a pagar um preço específico num determinado momento. Apesar de ser desafiante adotar o ponto de vista do cliente, é importante ter este conceito bem definido dentro da empresa e desta forma identificar o que não é valor acrescentado (desperdício) e eliminar.

- **Cadeia de Valor:** identificar as atividades estritamente necessárias, desde a conceção até ao lançamento de um protótipo, desde a encomenda até à entrega de um produto ou serviço, ou desde a chegada da matéria-prima até à obtenção de um produto final. Após esta análise devem ser eliminadas as atividades desnecessárias.

- **Fluxo:** da cadeia de valor identifica e elimina ou reduz as paragens, defeitos e fluxos inversos ao longo do processo, tornando este mais “fluído”.

- **Produção puxada:** criar uma relação sequencial, do tipo cliente-fornecedor, entre as atividades do fluxo produtivo. Deste modo, uma atividade só é iniciada após um pedido da atividade a jusante. Esta relação replica-se sucessivamente ao longo do processo produtivo, sendo que a produção é “puxada” ao ritmo do cliente final. Desta forma evita-se a produção desnecessária e elimina-se desperdícios, como os inventários.

- **Busca da Perfeição:** a aplicação dos outros quatro princípios é um processo iterativo, este quinto princípio enfatiza a sua aplicação cíclica e a sucessiva remoção de desperdício, de forma a ir de encontro à perfeição.

Tipos de Desperdícios

O pensamento *Lean* considera **desperdício** todas as atividades que não acrescentam valor, isto é, atividades em que são despendidos recursos e tempo desnecessariamente tornando um bem e/ou serviço mais caro e não justo para o cliente. Uma atividade que não acrescenta valor é denominada muda no Japão. Segundo Pinto (2014), em média, numa organização 95% do tempo total de atividades alocadas ao produto geram desperdícios e apenas os restantes 5% representam valor acrescentado para o cliente.

Existem 7 tipos de desperdício:

1) Esperas: esperas numa atividade, caso os processos que estejam a jusante ou a montante se atrasem. Estes atrasos podem ser provenientes de operadores, máquinas, materiais, informação, transportes, etc. (Bhansin, 2015).

Resumidamente as esperas referem-se a: esperas de que a máquina acabe a operação, esperas por material, paragens de equipamento, inspeções de qualidade, setups para o arranque/mudança de ferramenta de máquinas, arranques de turnos ou turnos, etc.;

2) Inventário: matéria-prima, produtos acabados ou semiacabados, armazenados dentro ou fora do espaço fabril, durante um período desnecessário. Estes representam um grande investimento de capital para a sua gestão, assim como custos de materiais que se podem tornar obsoletos. Isto deve-se, principalmente, à antecipação da produção, elevados tempos de preparação (*setup*) e estrangulamentos ou gargalos na produção (Amaro & Pinto, 2007; Melton, 2005).

Resumidamente o inventário refere-se a: ocupação de espaço, capital investido, deterioração produtos/materiais, problemas ocultos ou ineficiências devido a excesso de stock.

3) Movimentos: Melton (2005) considera que os movimentos dos operadores que não acrescentem valor ao produto, aquando uma atividade de um processo, são dispensáveis. O autor também considera o excesso de movimentação de dados, decisões ou informação durante um processo leva a desperdício.

Resumidamente os movimentos referem-se a: sequência de trabalho incorreta, layout desajustado, procura de ferramentas fora do seu local, falta de ergonomia.

4) Transportes: transportes desnecessários de matéria-prima, produtos acabados ou semiacabados, ferramentas ou informação. A importância de diminuir, e até, eliminar este desperdício, deve-se ao facto de os sistemas de transporte, além de apresentarem um custo por si só, também acarretam perdas relacionadas com o espaço que ocupam, danificação de produtos e o aumento do tempo de produção (Amaro & Pinto, 2007; Bhansin, 2015).

Resumidamente os transportes referem-se a: percorrer distâncias superiores ao menor trajeto possível, capacidade de carga não utilizada ou pouco eficiente, o único transporte que acrescenta valor é o que é utilizado em direção ao cliente, custo de movimentação, tempo perdido, área ocupada, investimento em meios de movimentação, risco de acidente.

5) Excesso de Processamento: tarefas de um processo que não acrescentam valor ao produto. Neste tipo de desperdício destacam-se tarefas desnecessárias como as de segurar ou testar os produtos, adicionar qualidade superior àquela que é pedida pelo cliente, ou repetição de tarefas (Bhansin, 2015; Melton, 2005).

Resumidamente o excesso de processamento refere-se a: reparar/retrabalhar, inspeção, tempos excessivos de aquecimento, refrigeração e secagem; eliminação de excessos de material (rebarbagem), arrumar, limpar e desengordurar.

6) Sobreprodução: produção de artigos ou quantidades de artigos desnecessárias, de acordo com a necessidade. Nestes casos, a produção é feita antes do tempo estipulado ou em quantidades que excedem o pedido do cliente. Isto acontece, pois, as empresas apostam na produção em lotes bastante elevados, de modo a evitarem incumprimentos nos prazos de entrega, compensar o número de peças defeituosas ou compensar

elevados tempos de trocas de ferramentas. Este é o pior tipo de desperdício pois agrava todos os outros (Amaro & Pinto, 2007).

Resumidamente a sobreprodução refere-se a: produção de artigos em quantidades não necessárias.

7) Defeitos: produtos que não estão de acordo com as especificações do cliente, ou que apresentem documentação incompleta devido a erros durante o processo (Melton, 2005). Estes produtos requerem normalmente que haja retrabalho/reparação e acréscimo de processos de inspeção, que acarretam custos. (Amaro & Pinto, 2007).

Resumidamente os defeitos referem-se a: desclassificação, rejeição, reparação ou sucata (mediante o tipo de defeito).

2.3 Ferramentas *Lean*

A aplicação do *Lean Thinking* é conseguida e suportada por várias ferramentas e metodologias que permitem a sua implementação e manutenção, nomeadamente neste projeto: Just-in-time, ferramenta 5S, Gestão visual e a análise modal de falhas e seus efeitos.

Just-in-time

O conceito de *Just-in-Time* (JIT) surgiu da ideia de Kiichiro Toyoda no contexto da indústria automóvel, onde, segundo este, o ideal seria ter todas as peças ao lado das linhas de montagem no momento exato da sua utilização (Vokurka, R. J., & Davis, R. A., 1996).

Em Japonês as palavras “*just-in-time*” significam “oportuno”, “no momento certo” ou “no tempo preciso”, isto é, exatamente no tempo determinado. O termo representa muito mais do que “oportunamente”, porque a empresa ao concentrar-se apenas no prazo de entrega, pode ser estimulada a criar excesso de produção (*over production*) o que origina atrasos desnecessários. Deste modo, o *just-in-time* deve ser enquadrado dentro da filosofia Toyota de stock zero. Em suma, *just-in-time* significa que cada processo deve ser realizado com os itens certos e na qualidade exigida, no momento

certo, na qualidade certa e no local certo. Assim a aplicação do *just-in-time* passa por identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo da produção.

De acordo com Association for Supply Chain Management (ASCM) 2019 JIT é definido como: “Uma filosofia de produção baseada na eliminação de desperdícios e na melhoria contínua da produtividade. Abrange a execução de todas as atividades para produzir o produto acabado, desde o *design* até a entrega e inclui todas as fases a montante, referente às matérias-primas necessárias. Os principais elementos do *Just-in-Time* são: ter *stock* apenas quando necessário; melhorar a qualidade para “zeros defeitos”; reduzir os prazos de entrega através da redução do tempo de instalação/configuração, redução das filas de espera e do tamanho dos lotes: revisão contante de todas as operações, para que possam ser realizadas ao menos custo possível”.

Implementação dos 5S

Os 5S correspondem a uma ferramenta de gestão desenvolvida no Japão, por volta da década de 50 pela Toyota. É muito utilizada na área da qualidade, e tem como principal objetivo organizar os postos de trabalho, de forma a aumentar a sua produtividade e diminuir os desperdícios associados aos processos de uma empresa. Pelas suas características e objetivos, constitui um dos primeiros passos para a implementação de um processo de gestão total de qualidade (Coutinho & Aquino, 2015).

Com o passar do tempo há a acumulação de stock intermédio, inventário defeituoso, materiais de auxílio, ferramentas, instrumentos de medida e equipamentos que não são necessários nos postos de trabalho. O recurso a este processo permite então a eliminação de tudo o que é desnecessário, dando lugar apenas ao necessário no momento e quantidade exata. Assenta em cinco práticas (sensos), designadas por palavras iniciadas pela letra S.

– **Seiri – Arrumação:** Fazer uma triagem e remover o que não tem utilidade no posto de trabalho. Separar e identificar o que é menos utilizado e guardar fora do local de trabalho. São normalmente usadas etiquetas vermelhas (*Red Tags*), para sinalizar o que é desnecessário. Estes materiais são normalmente colocados em “quarentena” para mais tarde serem alocados a outro posto, reaproveitados ou eliminados. Pode utilizar-

se, por exemplo, um sistema de classificação ABC, ou seja, A (de uso diário), B (de uso semanal ou mensal) ou C (de uso muito raro).

– **Seiton – Ordenar:** Organizar o local de trabalho de forma a torná-lo funcional. Todos os materiais, ferramentas e utensílios devem ter as suas localizações definidas e devidamente identificadas, para que a procura seja mais rápida e simplificada. É comum o recurso a caixas, ou outros compartimentos, com o nome do item e a sua quantidade ou até uma imagem ou desenho da forma do objeto, para sinalizar onde o guardar/pousar.

A acessibilidade de cada material deve estar de acordo com a sua frequência de utilização e todos os materiais e utensílios de limpeza devem ser guardados em locais apropriados e cada posto de trabalho deve ter os seus.

– **Seisou – Limpeza:** Limpar as áreas de trabalho, equipamentos e todas as zonas envolventes, mesmo que não sejam locais de trabalho.

Devem se analisados cuidadosamente todos os focos de sujidade e eliminá-los, uma vez que a limpeza não é só o ato de limpar, mas também evitar sujidade, que permite, por exemplo, reduzir avarias nos equipamentos devido ao óleo, pó, limalhas, etc., e prevenir acidentes de trabalho.

– **Seiketsu – Normalização:** Criar normas e procedimentos escritos de modo a manter a ordem e a limpeza, envolvendo todo o pessoal, de modo a não permitir regressar “aos velhos hábitos”. A participação de todos os colaboradores responsabiliza e facilita o cumprimento das regras de limpeza, tornando o local mais agradável e motivador.

– **Shitsuke – Respeitar e disciplinar:** Manter e respeitar as normas através do treino e disciplina, inculcar o hábito e a prática dos 3 primeiros S's a todos os membros da organização, de modo a promover a autodisciplina e a manutenção deste método no dia-a-dia. Esta etapa pode ser vista também como um controlo da aplicação de todas as regras e decisões dos quatro sentidos anteriores.

Deve ser um processo dinâmico, possível a ser modificado e desenvolvido com vista a promover a melhoria contínua. Assim, a implementação dos 5S procura através de uma abordagem simples, a redução de desperdícios e o aumento do desempenho das pessoas e dos processos. Com aplicação dos 5S obtêm-se ganhos a todos os níveis

produtivos. Os processos tornam-se mais fluidos e reduz-se tempos de preparação destes, uma vez que se reduz o tempo gasto na procura e obtenção de ferramentas e materiais necessários às operações. Além disso, num ambiente limpo e organizado torna-se mais fácil identificar e rastrear defeitos, aumentar o nível de segurança dos operadores e reduzir a probabilidade de danificar matéria prima, aumentando a segurança e as condições de saúde e higiene. Liberta espaço nos locais de trabalho e permite que a empresa esteja sempre preparada para as visitas de clientes e outros visitantes, apoiando a promoção do negócio (Figura 2.5).

A implementação dos 5S deve traduzir-se no envolvimento de todos os membros do grupo. Por isso, não é possível sem um trabalho de grupo. Em geral, a sua implementação passa pelo seguinte processo:

1. Motivar os quadros
2. Dar formação ao pessoal sobre o método.
3. Fazer o ponto da situação das instalações.
4. Definir uma zona piloto.
5. Criar uma comissão de gestão.
6. Formar o grupo de trabalho piloto.
7. Criar um “painel dos 5S”.
8. Arrancar com o trabalho de grupo.
9. Implementar as cinco etapas.
10. Generalizar às outras secções.



Figura 2.5-Diagrama de implementação de 5S.

Gestão Visual

Tal como o nome indica, gestão visual ou controlo visual, surge como uma forma simples de encontrar problemas, sejam estes de que tipo for. A ideia baseia-se no uso de sinais sonoros ou visuais que permitam o trabalhador saber o que fazer quando algo de diferente ou errado acontece, ou mesmo, quando o trabalhador começa a fazer um tipo de trabalho que é novo. Este método surgiu no Japão, onde se desenvolveu uma ideia centrada em processos simples que ajudam a pessoa, não sendo necessário o exagero tecnológico (Simas, 2016).

Os resultados esperados de um tipo de gestão visual são:

- Fornecer indicações simples, mas completas, sobre como efetuar uma determinada tarefa ou trabalho;
- Fornecer indicações básicas sobre como manusear determinada ferramenta ou máquina;
- Fornecer orientação sobre armazenamento de material ou peças;
- Fornecer informação acerca do inventário de modo a permitir uma fácil análise por parte dos trabalhadores;
- Detetar situações em que os trabalhadores necessitem de ajuda;

As grandes vantagens da gestão visual são dadas por (Simas, 2016):

- uma rápida e fácil forma de agir quando algo não expectável acontece;
- um melhoramento da comunicação entre os diferentes sectores, trabalhadores ou equipas que fazem parte da empresa;
- aumentar a capacidade da empresa em fornecer um bom ambiente de trabalho, um local com a capacidade de cativar os colaboradores e dessa forma aumentar a produtividades.

Resumindo, os processos simples (Figura 2.6) vão permitir uma melhor gestão do tempo, recursos, processos, diminuindo os erros associados às diferentes atividades.



Figura 2.6 – Exemplos de aplicação de ferramentas para melhoria da gestão visual.

2.4 Análise de modo e efeito de falha - FMEA

Contextualização histórica

O nome FMEA vem do inglês *Failure Mode and Effects Analysis* que, traduzido para português resulta em: método semi-quantitativo de Análise de Modo e Efeitos de Falha. Quando surgiu pela primeira vez em 1949, foi usado para encontrar falhas nos procedimentos e equipamentos dos militares americanos (Cruz, 2009). Mais tarde, nos anos 60, o método foi adotado pela engenharia aeroespacial. Com o evoluir do tempo, e dada a fama crescente deste método, ele passou a fazer parte das mais diversas organizações.

O método ficou tão popular que se criaram normas (ISO 9000, QS 9000) para que as empresas fossem “obrigadas” a melhorar o seu sistema de gestão e qualidade, tendo como objetivo agradar o consumidor, através de uma sondagem sobre as suas exigências, necessidades, desejos e expectativas.

A ideia é simples, o controlo de qualidade deve ter um papel fundamental em todas as empresas de produção em massa, e, tudo deve ser feito para que essa qualidade seja exacerbada, usando todas as técnicas disponíveis no mercado, entre elas, o FMEA.

Objetivos e Métodos

O FMEA tem como objetivo principal a deteção de falhas na produção de um determinado produto. Essas falhas podem ocorrer no próprio produto, nas máquinas usadas na produção, nos operadores das máquinas, ou, ser causadas por terceiros. Depois de detetada a falha, ou causa dessa falha, o erro pode ser total ou parcialmente corrigido. Com a informação obtida sobre os erros cometidos, o processo sofre uma melhoria podendo ser corrigido e equipado com formas de prever a ocorrência de novas falhas. Desta forma, o produto final é mais fiável e chegará ao consumidor final sem defeitos (Stamatis, 2003), aumentando dessa forma a credibilidade da empresa e a satisfação do cliente (Santos, 2011).

A metodologia FMEA tem como objetivos (Moura, 2000):

- Dar a devida atenção ao produto a produzir e ao processo usado, de modo a detetar falhas e a prever quais os efeitos dessas falhas;

- De entre um leque variado de ações, escolher aquela que permite obter um processo e produto sem falhas;
- Fazer um registo de todos os processos assim como uma análise detalhada da produção.

De acordo com Santos et al. (2008) o FMEA deve ter o seu foco principal na minimização dos seguintes problemas:

- Elevado número de defeitos que surgem em toda a produção do sistema;
- A produção de peças com defeitos que levam o consumidor final a fazer reclamações.
- Para uma rápida e eficaz fabricação do produto, a produção em linha é uma metodologia muito eficaz. Porém, falhas neste tipo de produção levam a grandes paragens e atrasos, que, devem ser evitados a todo o custo;
- As peças produzidas têm garantia. Deve ter-se o cuidado de reduzir o número de problemas a ter durante este período.

Aplicações do FMEA

O FMEA pode ser aplicado em diversas áreas e diferentes indústrias. Pode ser aplicado aquando do desenvolvimento dos produtos, durante o seu fabrico, durante a sua manutenção, verificação e teste.

As principais indústrias que fazem uso do FMEA são a indústria automóvel, nuclear e a aeroespacial. Muitas outras indústrias fazem uso do FMEA, o que enaltece o seu poder como ferramenta essencial para o bom desenvolvimento de uma empresa.

O FMEA deve ser utilizado nas seguintes situações:

- Todo o estudo que envolve o desenvolvimento do produto. O facto de poder detetar possíveis falhas permite antecipar o tipo de processo de desenvolvimento a usar;
- Todos os sectores precisam de manutenção, e, o FMEA é a solução ideal;
- O FMEA pode ser usado como uma base para ferramentas mais específicas numa determinada indústria, mas com o mesmo objetivo do FMEA;
- O FMEA permite aumentar os níveis de qualidade e segurança do produto final, levando desse modo a uma satisfação do consumidor, que, por sua vez se traduz

numa mais valia para a empresa, que, aumenta o seu rating no mercado competitivo.

Modelos de FMEA

O FMEA, tal como a sua sigla indica “método semi-quantitativo de Análise de Modo e Efeitos de Falha” pode ter diferentes aplicações mediante o tipo de indústria onde é aplicado, ou, melhor dizendo, mediante o objetivo que leva ao seu uso. Embora na literatura se possa encontrar uma divisão do FMEA em 4 tipos (Sistema; Produto ou Projeto, Processo, Serviço) ou 3 tipos (Sistema; Produto, Processo), com o passar do tempo esta divisão ficou mais restrita, englobando apenas dois tipos: o de produto e o de Processo (Silveira, 2019).

FMEA Produto:

A sua principal preocupação é olhar para produção do produto antes de este começar a ser fabricado. Pretende identificar possíveis falhas que poderão ocorrer, fragilidades no sistema de produção, fragilidades da própria peça a ser produzida e erros que poderão ser cometidos ao longo da sua produção.

Desta forma, o produtor pode procurar a melhor metodologia e as melhores ferramentas que lhe darão garantia de um bom produto, sem falhas, e que agrade ao consumidor final.

FMEA de Processo:

Tem como objetivo olhar para o processo de produção como um todo, mas também fazer um procura de falhas mais refinada, olhando para as diferentes fases do processo. Pode por exemplo ter em conta a montagem das peças, e ao mesmo tempo analisar a produção de uma peça única.

Implementação do FMEA

Atendendo a que a existência de falhas ao longo do processo de produção é algo de esperar, e, sabendo de antemão que uma falha detetada no final da produção conduz a mais custos e perda de tempo, que uma falha detetada logo no início, conclui-se que a implementação do FMEA deve ser feita logo no início de produção do produto. Deste

modo poderão ser evitadas falhas, paragens de produção e deformações no produto final. A prevenção passa assim a ter um papel fundamental na forma de produzir.

A implementação do FMEA deve ter em conta as exigências do produto e do cliente, assim como os objetivos a alcançar. Este tipo de ação irá permitir uma avaliação melhor do produto, avaliação da máquina que vai efetuar a produção e prever possíveis falhas. Deste modo, o processo de corrigir possíveis erros será mais rápido e eficaz (Martins, 2014).

2.5 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Na indústria, grande parte das perdas/desperdícios ocorrem no chão de fábrica. Estes desperdícios resultam essencialmente dos operadores, manutenção, processos produtivos, problemas com ferramentas e atrasos. Outras formas de desperdício incluem as avarias de equipamentos, performance baixa dos equipamentos e defeitos do processo, dando origem a rejeição de peças.

Em resposta aos problemas de manutenção e suporte encontrados num ambiente produtivo, os japoneses desenvolveram e introduziram o conceito de Manutenção Produtiva Total (TPM).

TPM é definida como um sistema de manutenção que cobre toda a vida útil dos equipamentos desde a fase de planeamento, de produção e de manutenção. Descreve a existência de uma relação sinérgica entre todas as funções operacionais, mais particularmente entre a produção e manutenção, visando a melhoria contínua, a qualidade do produto, a eficiência operacional, a garantia de capacidade e a segurança (Voitto, 2019). Os objetivos da Manutenção Preventiva Total, são (Voitto, 2019):

- Evitar a produção de peças com defeitos ou quebra da peça a ser produzida;
- Alcançar um valor ótimo de eficiência;
- Encontrar um valor ótimo para custo do ciclo de vida de um equipamento;
- Ter precauções com o ambiente de trabalho. Este deve ser seguro e limpo.

Os pilares pelos quais a filosofia TPM se rege encontra-se representado na seguinte figura:

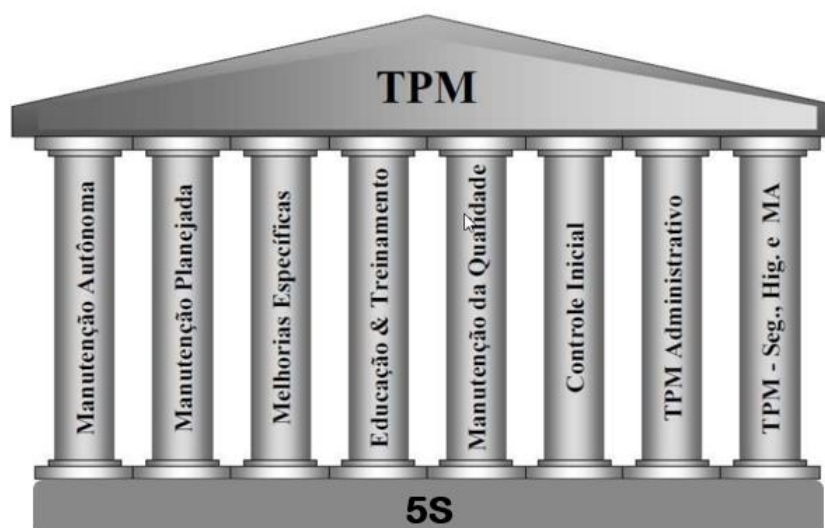


Figura 2.7 – Pilares da filosofia TPM (Nicholas, J., 1998).

O programa TPM pode ser desdobrado em indicadores que irão permitir uma melhor produção fabril. Um desses indicadores é a eficiência global de um equipamento (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*). O OEE é uma métrica usada no TPM como indicador de eficiência dos equipamentos que se encontram em funcionamento.

O equipamento ideal, totalmente eficaz, funcionaria durante a totalidade do tempo (ou sempre que necessário) à velocidade máxima, ou padrão, sem originar problemas de qualidade. Contudo a maioria dos equipamentos está sujeita à ocorrência de afetações mínimas como pequenas paragens, existindo também a possibilidade de originarem peças defeituosas provocando uma redução da eficiência do equipamento. Este método é utilizado no TPM e no *lean manufacturing*. É uma quantificação do grau de eficiência do desempenho de uma empresa em relação à sua capacidade planeada, durante o tempo de execução.

Atualmente, o OEE é considerado um indicador de desempenho chave (*Key Performance Indicator -KPI*) amplamente utilizado na indústria moderna, o qual permite medir a eficiência de uma máquina, de uma linha de produção ou de uma unidade industrial (Lima, 2009).

A definição original de OEE desenvolvida por Nakajimi (1988) compreende as denominadas “Seis Grandes Perdas” divididas em três categorias, disponibilidade,

performance e qualidade, bem como o grau de afetação das mesmas sobre o tempo disponível para produção. As perdas classificam-se em:

1. **Falha do equipamento:** ou seja, quando surge um problema no equipamento, este fica indisponível por um determinado período de tempo;
2. **Setups e afinação:** quando é produzida uma nova peça, a maquinaria vai ter que sofrer uma nova programação e afinação;
3. **Pequenas paragens:** pequenos problemas que surgem inesperadamente na linha de produção levam a uma interrupção do ciclo, e a uma latência na produção;
4. **Redução de velocidade relativamente ao definido:** quando uma peça é produzida, é feita de antemão uma estimativa do tempo necessário para terminar essa produção. Por vezes, esse tempo teórico não corresponde à realidade pois surgem problemas durante a produção que podem levar a uma redução da velocidade, mascarando de certa forma o verdadeiro problema que levou a essa redução;
5. **Defeitos de qualidade e retrabalho:** o produto final não tem as dimensões ou características esperadas. Isto pode acontecer por falhas no fabrico ou falhas por parte do operador;
6. **Perdas no arranque (start-up):** no arranque, há perda de material e tempo até que a produção atinja o nível de funcionamento estacionário. Ou seja, a peça ainda não sai perfeita e têm que ser feitos ajustes até que o produto desejado possa ser produzido em série.

Com a eliminação de cada uma das perdas é possível atingir determinadas metas, como se apresenta na seguinte tabela (Tabela 2.1):

Tabela 2.1 – Metas para eliminar perdas (Silva, J. P. 2009).

Perdas	Metas	Explicação
Falhas/avarias	0	Reduzir para zero
Setup e afinações	Minimizar	Reduzir tempos de <i>setup</i> para menos de 10 min.
Pequenas paragens	0	Reduzir para zero
Redução de velocidade	0	
Defeitos de qualidade e retrabalho	0	
Perdas de arranque	Minimizar	Reduzir para zero

As principais vantagens do OEE é que este método pode ser dividido em três medidas, que podem ser determinadas: a disponibilidade, o desempenho e a qualidade. O OEE resulta assim da multiplicação desses três fatores, como se pode ver na seguinte equação:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$$

A disponibilidade é definida pelo tempo planeado em que o equipamento está pronto para a produção, o desempenho mede a velocidade com que o equipamento é operado durante o tempo de produção planeadas em relação à sua capacidade nominal e a qualidade mede a percentagem que atendam a qualidade mínima requerida. (Cardoso, 2013)

Uma das funções que afeta todas as medidas do OEE é a manutenção.

O *desempenho*: quando surge uma paragem não planeada, devem ser ativados os meios que permitem obter uma taxa de produção normal. O tempo que leva a ativar estes meios traduz-se numa diminuição do desempenho.

Em relação à *qualidade*, os equipamentos defeituosos e as falhas criaram imperfeições no produto final, levando a desperdícios.

A *disponibilidade*: Quando alguma das máquinas necessita de manutenção, a disponibilidade é obrigatoriamente afetada. Isto acontece quando a manutenção está prevista ou quando surge uma avaria.

De seguida estão representadas as equações do OEE:

$$\text{Disponibilidade (D)} = \frac{\text{Tempo de Funcionamento}}{\text{Tempo Planeado de Produção}}$$

$$\text{Desempenho (D)} = \frac{\text{Tempo Líquido de Funcionamento}}{\text{Tempo de Funcionamento}}$$

$$\text{Qualidade (Q)} = \frac{\text{Tempo Produtivo}}{\text{Tempo Líquido de Funcionamento}}$$

De acordo com (Silva, 2009), o OEE deve ser aproximadamente 85% como objetivo de meta ideal a atingir para os equipamentos.

Assim, de forma a atingir esse valor as empresas tendem a seguir os seguintes indicadores:

- Disponibilidade > 90%
- Desempenho > 95%
- Qualidade > 99%

Tabela 2.2: Estratégia a adotar para as consequências do OEE (Adaptado de (Silva, 2009)).

Perdas	Ocorrências	Consequências	Estratégias de eliminação	Estratégias de prevenção
Falhas/Avarias	-Falhas ferramentas; -Avaria mecânica, elétrica ou de outro sistema; -Manutenção não planeada; Falha geral de equipamento;	Perda de disponibilidade (Reduzem o tempo disponível para o equipamento produzir ou operar)	-Reparação rápida e eficaz; -Detetar e corrigir as causas das avarias	Manutenção preventiva;
Mudança de Ferramentas	-Mudança de ferramentas; -Preparação de máquinas; -Falta de material; -Falta de operador; -Afinação e ajuste do equipamento; -Arranque do equipamento;		-Reduzir tempo de mudança;	Conceber ou alterar equipamento;
Pequenas Interrupções	-Obstrução do fluxo do produto; -Limpeza e pequenos ajustes; - Sensores bloqueados;	Perdas de velocidade/performance	-Eliminação das pequenas paragens;	Autonomação; -Modificar equipamentos para alimentação contínua;
Velocidade Reduzida	-Produzir de forma grosseira; -Funcionamento abaixo da velocidade especificada; -Funcionamento irregular; -Equipamento com desgaste;		-Balanceamento das linhas de produção;	Engenharia de fiabilidade
Defeitos do Processo	-Sucata -Produto fora de especificações;	-Perdas de qualidade	-Detetar e corrigir as causas dos problemas de qualidade	-Manutenção de qualidade; -Ações preventivas;
Rejeição Durante o Arranque	-Defeitos recuperáveis; -Montagem incorreta;		-Detetar e corrigir as causas das perdas	-Estudar e implementar as condições ideais de arranque;

2.6 Benefícios e limitações da aplicação da Filosofia *Lean*

No ambiente de crescente competição existente nos dias de hoje, existe a necessidade de ficar mais próximo dos clientes de forma a compreender melhor as suas necessidades. A filosofia *Lean* com vista à redução de desperdícios possui benefícios a nível de qualidade (menor ocorrência de erros) e ainda a nível da compreensão de toda a cadeia de abastecimento.

O seguimento da filosofia *Lean* numa organização apresenta, assim, um vasto conjunto de benefícios como o decréscimo do prazo de entrega (*lead time*), baixos níveis de inventário, ou seja, tentar manter o processo com o mínimo de stock possível, melhor compreensão dos processos tornando-os, assim, mais eficientes e conseqüentemente, menores gastos para a empresa.

Implementar uma nova filosofia não é um procedimento fácil pois implica a mudança de mentalidades, competências e responsabilidades de todos os envolvidos no processo. Assim sendo, verifica-se a existência de algumas limitações na implementação da filosofia *Lean* e algumas barreiras que devem ser ultrapassadas.

Como exemplos de entraves à implementação da filosofia *Lean* evidenciam-se a resistência à mudança e o ceticismo das pessoas em relação à veracidade da filosofia *Lean*, a falta de disciplina dos envolvidos, alegando estarem demasiado ocupados com o trabalho diário, bem como preocupação acerca do impacto da mudança e a própria cultura da organização.

Myerson, citado em Pires (2016), defende que cerca de 50% das tentativas de aplicação da filosofia *Lean* resultam em fracassos e que principal razão desta pouca taxa de sucesso se pretende com a existência de uma cultura de organização desadequada que é incapaz de suportar as mudanças que, muitas vezes, são requeridas. Em muitos casos, a administração não está recetível ao gasto de tempo e recursos monetários em formação e aplicação de melhorias.

Segundo *Franklin*, citado por Pires (2016), não é possível alterar diretamente a cultura de uma organização, sendo, no entanto, possível alterar de forma indireta e gradual através da criação de um ambiente de trabalho eficaz.

3 Apresentação da Empresa

3.1 Identificação e localização da empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda.

A empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda assume-se como uma empresa destacada na área da metalomecânica. Na Figura 3.1 pode-se ver o símbolo que representa atualmente esta organização.



Figura 3.1 - Logotipo da Mário da Costa Martins & Filhos, Lda.

A empresa Mário da Costa Martins & Filhos, Lda. foi fundada no ano 1897 pelo Mário da Costa Martins, tendo como atividades iniciais a fabricação de instrumentos cirúrgicos, pernas e braços artificiais, aparelhos ortopédicos, reparação de armas de defesa e de caça, artigos fundidos em latão, e mecânica em geral.

O sócio gerente e maioritário, Francisco da Costa Martins, abriu a sociedade ao Daniel da Costa Martins, tendo este integrado a gestão e administração da empresa. Atualmente a sua atividade está centrada na produção de componentes obtidos por estampagem para a indústria eletrónica, elétrica, automóvel e de auto-rádios, e conceção e produção de ferramentas para produção de peças em chapa, para aplicação em diversas indústrias. A MCM está sediada numa zona semi-industrial localizada em Maximinos, Braga, ocupando dois pavilhões indústrias. Está dividida por áreas, um dos pavilhões é área médica onde é feito toda a fabricação de instrumentos cirúrgicos e o outro pavilhão é dedicado à área de metalomecânica (Figuras 3.2 e 3.3).



Figura 3.2 - Fachada da Organização, Mário da Costa Martins & Filho, Lda.

Com já 121 anos de existência, esta empresa tem o seu mercado globalizado,. O seu sucesso tem sido assegurado através da modernização e satisfação dos clientes, motivada por uma relação qualidade/preço/prazos de fornecimento competitivos, qualidade, preservação do meio ambiente.

É uma empresa constituída por 150 colaboradores, distribuídos pelas áreas de gestão, área projeto, área de administração, área da qualidade, área de recursos humanos, área da logística e área produtiva, correspondente ao chão de fábrica, que inclui todos os operadores da empresa (Figura 3.3).



Figura 3.3 - Layout da Organização

Os equipamentos de fabrico estão agrupados por conjuntos de tecnologia e processos semelhantes, o que permite uma maior flexibilidade do planeamento de produção.

Existem em cada um dos pavilhões um ponto de acesso distribuídos pelo setor produtivo que funcionam como locais de apoio a cada posto de trabalho no qual está toda a informação necessária para a execução do mesmo. As cargas elevadas são movimentadas com recurso a uma grua móvel que tem a capacidade de circular pela área serralharia. Nas restantes áreas são movimentadas com porta paletes e empilhadores.

3.2 Estrutura organizacional

A empresa MCM, possui uma organização funcional hierarquizada. Na Figura 3.4 está representada a organização funcional da empresa.

O nível hierárquico mais elevado corresponde à atividade administrativa, sobre a qual incidem: todas as tomadas de decisão estratégicas para a empresa, assim como todo o suporte no desenvolvimento dos diferentes projetos, relativamente à capacidades e processos e contratação de empresas para prestação de serviços.

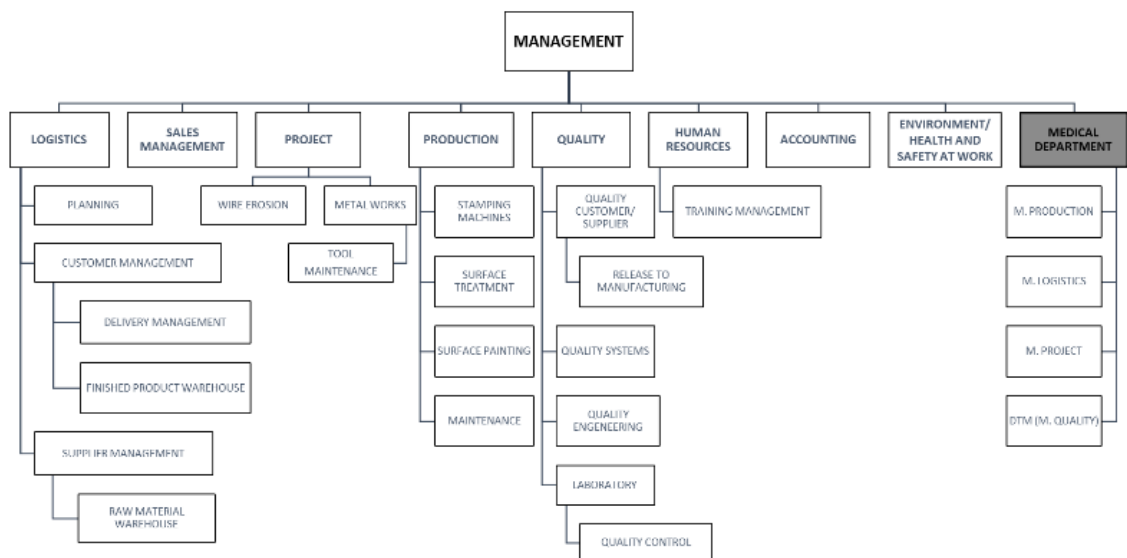


Figura 3.4 - O Nível Hierárquico da Organização da empresa MCM.

Considerando os principais fatores do mercado atual, é notório que a competitividade das empresas nos dias de hoje, já não só vive da produtividade, nem tão pouco da

qualidade, ou do preço, ou do prazo de entrega, mas todos estes fatores como um conjunto. Todos esses requisitos são hoje determinados pelo “Cliente”, sobre o qual a empresa deve concentrar a sua visão e adequar a sua organização.

Os principais clientes da empresa MCM são: *Bosch, Aptiv, Novares, Katehrein, Leica, Preh, Visteon* (Figura 3.5). Não obstante, é fundamental implicar toda a organização na descrição do seu modelo de funcionamento, o que inclui a identificação de todos as *partes interessadas (stakeholders)* que representam soluções estratégicas cruciais para a empresa, tais como: os principais fornecedores e a subcontratação de empresas para a concretização de processos que não podem ser executados em linha produtiva.



Figura 3.5 - Principais clientes da MCM.

3.3 Visão, missão e valores da empresa

A empresa MCM tem como visão aumentar a qualidade de vida dos seus produtos inteirados em soluções inovadoras e benéficos. Está focada nas competências chave na indústria automóvel e da tecnologia bem como nos produtos e serviços para uso privado ou profissional. A missão não é só a satisfação das necessidades e expectativas dos seus clientes, colaboradores, fornecedores e empresários, mas também participar no progresso da região em que está envolvida assegurando uma adequada prevenção do meio ambiente (Figura 3.6).

Por fim, os valores da empresa são:

- Ética, Confiança e Respeito;
- Fazer mais, melhor e mais rápido;
- Identificar oportunidades de negócio;
- Orientação para o cliente e necessidades de mercado;
- Qualidade, Ambiente e Segurança;
- Criar parcerias com empresas;
- Estratégia organizacional;
- Qualidade e cumprimento do prazo;
- Promover a melhoria contínua.



Figura 3.6 - Missão, Visão e Valores da Organização.

3.4 Objetivos da empresa

A MCM tem os seguintes princípios orientadores das suas atividades:

- A otimização dos Recursos Técnicos e Humanos, de forma a consolidar os resultados da empresa;
- A Melhoria da Eficiência Energética, através da utilização de fontes de energia renováveis;
- A Satisfação Plena dos seus Clientes, através da superação sistemática das suas necessidades e expectativas;
- O Desenvolvimento de Competências dos seus colaboradores, de forma a propiciar a sua participação ativa na melhoria da qualidade;
- A Melhoria Contínua de eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade, assente na norma ISO 9001, ISO 13485 e ISO 14001.

É uma organização inovadora e próxima dos seus clientes desenvolvida de forma sustentada. Tem como objetivos da empresa os seguintes fatores:

- **Clientes:** Ultrapassar as expectativas dos clientes através da Melhoria Contínua nos domínios da Qualidade, de Serviços, da Produtividade, da Flexibilidade e da Inovação em Produtos, Processos e Ambiente.
- **Empresa:** Garantir elevados níveis de produtividade no intuito de tornar a empresa mais competitiva e assegurar o cumprimento da regulamentação e requisitos em vigor aplicáveis à sua atividade, bem

como de outros aos quais adira voluntariamente. Assegurar elevados padrão desempenho ambiental minimizando impactos decorrentes das suas atividades que geram resíduos e promovendo a utilização racional dos recursos naturais.

- **Pessoas:** Valorização dos colaboradores de forma a garantir a adequação das suas competências às suas funções.
- **Integridade:** Fabrico de produtos seguros, respeitando o meio ambiente, prevenindo a poluição e promovendo a responsabilidade social.
- **Fornecedores:** Manter os fornecedores parceiros no sentido de obtenção mútua de benefícios nos princípios e responsabilidades subscritas pela MCM.
- **Compromisso:** Participação de todos os colaboradores e Gerência. Cada colaborador da empresa é responsável pôr em prática a Política Integrada. Elaboram o Sistema de Gestão em coerência com a referencial IATF 16949, ISO 9001, ISO 13485, ISO 14001.

3.5 Identificação dos Departamentos

Na Figura 3.7 está representada a organização funcional da empresa. O desenvolvimento do presente projeto foi inserido no âmbito do Departamento da Qualidade.

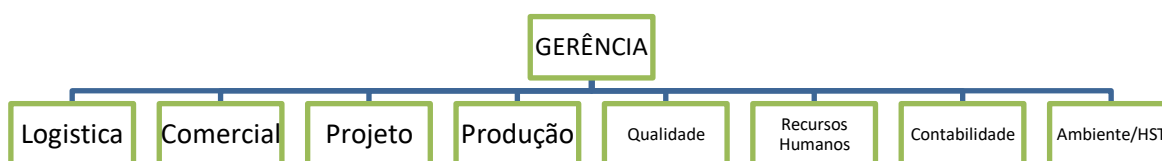


Figura 3.7 - Organização funcional da empresa MCM.

As principais atividades/responsabilidades dos departamentos são:

- **Logística:**
 - Receber e analisar informação relativa a encomenda de cliente;
- **Comercial:**

- Conectar as necessidades dos consumidores aos produtos e serviços.
- **Projeto:**
 - Desenvolver projetos de equipamentos industriais, ferramentas e produto, análise de medidas, definição de matéria prima e detalhar o desenho.
- **Produção:**
 - Discutir necessidades de otimizar e propor possíveis melhorias;
 - Analisar propostas de melhorias de processo produtivo;
 - Fornecer informações e termos de eficiência, produtividade e pessoas;
 - Fornecer informações resultantes dos estudos sobre os processos produtivos;
 - Fornecer e discutir o planeamento da produção.
- **Qualidade:**
 - Garantir a qualidade do produto, de acordo com o que o cliente pediu.
- **Recursos Humanos:**
 - Gerir colaboradores da empresa.
- **Contabilidade:**
 - Gerir todas as operações financeiras.
- **Ambiente/HST:**
 - Garantir condições de saúde, higiene e segurança no trabalho a todos os colaboradores.

3.6 Departamento da Qualidade

Este subcapítulo é dedicado ao departamento da qualidade, que está envolvido em todas as fases da conceção/desenvolvimento do produto.

O departamento de qualidade está dividido em dois setores:

- Qualidade Projeto
- Qualidade Série

A *Qualidade Projeto* é responsável pela industrialização do produto (introdução em fase inicial para dar origem ao projeto para posteriormente se proceder à produção em série). A *Qualidade Série* deve assegurar que a produção contínua atendendo todos os requisitos do cliente, desde do início da produção (SOP - *Start of production*), até ao final de vida do produto (EOP - *End of Production*).

Assim, antes da conceção/desenvolvimento de um produto, o processo inicia-se com o pedido de orçamentação desse produto. Após adjudicação do projeto, o processo envolve a qualidade. Aquando da adjudicação do projeto a qualidade do projeto dá apoio na industrialização do produto. Após a aprovação do produto, a qualidade assegura que a produção futura continua a atender todos os requisitos do cliente, desde do início SOP (*Start of production*), até ao final de vida do produto que denominado por EOP (*End of production*).

Numa primeira fase após o recebimento do desenho 2D e 3D, é feito um estudo dos requisitos do cliente. Esta análise é realizada por uma equipa multidisciplinar, englobando vários departamentos: o departamento qualidade, o departamento de desenvolvimento, Engenheiros de Processo e departamento de Metrologia.

Nesta fase o departamento da qualidade foca-se na análise da viabilidade do caderno de encargos do cliente, no que diz respeito aos ensaios de validação, à escolha da matéria-prima (existe uma série de requisitos que devem cumprir determinadas normas) e à escolha da gama de embalagem (para garantir que material chega conforme ao cliente).

A após a análise de factibilidade ser aceite por ambas partes (cliente e empresa), é realizado um *timing plan* onde são discriminadas todas as atividades necessárias para a industrialização do produto.

A industrialização do produto consiste em 4 fases (Figura 3.8):

Fase 1 - Planeamento e definição das ações que irão levar ao desenvolvimento do produto.

Fase 2 -Conceção e desenvolvimento do produto

Fase 3 - Conceção e desenvolvimento do processo

Fase 4 - Validação do produto / processo



Figura 3.8 - Industrialização do produto.

Após a Fase 2 estar finalizada, realiza-se um primeiro ensaio, designado na empresa por FOT (*First of trial*) onde se analisa a conformidade do produto (designado na empresa por “aparência do produto”) tais como os limites aceitáveis das suas dimensões. Faz-se um segundo ensaio designado por T1 (Trial 1) onde se analisa a ferramenta bem como os requisitos do FOT. Nesta fase (3), é elaborado a gama de controlo, as instruções de trabalho e o fluxograma de produção.

Nesta fase (4), envia-se um lote de 10 peças ao cliente para as validar e verificar se as dimensões são as especificadas inicialmente. Este lote é designado por primeiras amostras. Ao receber o *ok* do cliente, procede-se ao processo de aprovação do produto. Este processo de aprovação do produto é definido logo de início pelo cliente na fase de orçamentação, ou seja, o cliente solicita que nível de submissão do produto pretende, ou seja, PPAP de nível 1, nível 2, nível 3, nível 4 ou nível 5.

Na tabela 3.1 estão os vários níveis do processo de aprovação da peça de produção - PPAP (*Production Parts Approval Process*).

Tabela 3.1 - Vários níveis do PPAP (PSW significa Certificado de submissão de peça).

Níveis	Descrição
1	Apenas PSW (+Relatório de Aprovação de Aparência para peças de aspeto) submetido ao cliente
2	PSW + Amostra e alguns dados de suporte submetidos ao cliente
3	PSW + Amostras + dados completos de suporte submetidos ao cliente
4	PSW + outros requisitos , conforme pedido pelo cliente
5	PSW + Amostras + dados completos de suporte revistos pelo cliente nas instalações fabris da organização

Caso o cliente não mencione o nível de PPAP que pretende, por defeito a empresa considera o PPAP nível 3.

Na Tabela 3.2, lista-se os documentos associados aos vários níveis. Independentemente do nível de submissão requerido pelo cliente, internamente é necessário ter toda a documentação disponível.

De uma forma geral o departamento da qualidade possui os seguintes objetivos:

- Garantir que se cumprem as políticas da empresa;
- Compreender as necessidades do cliente e tentar exceder as suas expectativas;
- Compromisso da equipa com o projeto;
- Melhoria contínua, procurar processos a melhorar e implementar ações para atingir os resultados planeados;
- Assegurar o cumprimento da norma IATF 16.949, uma vez que reúne os requisitos para um Sistema de Gestão da Qualidade para as organizações da cadeia de automóveis;
- Assegurar o correto funcionamento de todos os processos que contribuem na redução de custos;
- Determinar a sequência e interação dos processos;
- Melhorar o controlo dos processos;
- Monitorizar, medir e analisar os processos;
- Gerir as não conformidades, procurando numa primeira fase, soluções imediatas para evitar/impedir a produção e expedição de produtos não conformes.

Além destes objetivos o departamento da qualidade define a estrutura da documentação usada no sistema da qualidade e em todas as atividades associadas. Esta estrutura tem de ser lógica e assegurar a coerência do conjunto da documentação. Todos os documentos são codificados de forma a serem identificados inequivocamente e permitir saber quantos documentos existem e de cada tipo.

Tabela 3.2 – Documentos associados aos vários níveis do PPAP.

PAPP-Requisitos					
Requisitos	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
1.Registos de Projeto de um Produto para Venda	R	S	S		R
- Para componentes/detalhes próprios	R	R	R	-	R
- Para todos os componentes /detalhes	R	S	S		R
2.Documentos de mudança de engenharia, se houver	R	S	S	-	R
3.Aprovação de engenharia do cliente, se requerido	R	R	S	-	R
4.FMEA de projeto	R	R	S	-	R
5.Diagramas de Fluxo de Processo	R	R	S	-	R
6. FMEA do Processo	R	R	S	-	R
7.Resultados Dimensionais	R	S	S	-	R
8. Resultados de Teste de Materiais e Performance	R	S	S	-	R
9. Estudo Inicial do Processo	R	R	S	-	R
10.Estudos da Análise dos Sistemas de Medição	R	R	S	-	R
11.Documentação do Laboratório Qualificado	R	S	S	-	R
12.Plano de Controle	R	R	S	-	R
13.Certificado de Submissão de Peças (PSW)	S	S	S	S	R
14.Relatorio de Aprovação de Aparência (RAA), se aplicável	S	S	S	-	R
15.Check-list de Requisitos de Material a Granel (somente para PAPP de Material a Granel)	R	R	R	-	R
16.Amostras de Produto	R	S	S	-	R
17.Amostra Padrão	R	R	R	-	R
18.Auxílio de Checagem	R	R	R	-	R
19.Registos de Conformidade com os Requisitos Especificos de cliente	R	R	S	-	R

S=Submeter para a aprovação do produto do cliente e reter uma copia dos registos ou itens de documentação em locais apropriados.

R=Reter em locais apropriados, e deixar prontamente disponível para o representante do cliente quando pedido

- = O deve reter em locais apropriados, e submeter sob pedido do cliente

4 Descrição e análise crítica da situação atual

Neste capítulo são apresentados os pontos críticos encontrados, para no capítulo seguinte serem apresentadas as novas implementações efetuadas ou a efetuar.

4.1 Descrição do processo

4.1.1 Armazém da qualidade

Na organização existe um armazém da qualidade, onde são guardados:

- Todas as amostras aprovadas e assinadas pelo cliente na fase de projeto. Qualquer dúvida que haja durante a fase/série, tem-se sempre uma referência para se poder analisar/comparar esclarecer a dúvida;
- Todos os defeitos já ocorridos. Todos os defeitos aceitáveis/aceitados pelo cliente, bem como limites para os defeitos aprovados pelo mesmo.
- Todas as reclamações recebidas o que permite a criação de histórico de defeitos por cliente. De notar que nenhuma destas informações está informatizada ou devidamente organizada.

O objetivo principal deste armazém é orientar os funcionários na execução das suas tarefas. Toda a documentação pode ser consultada em qualquer momento e por qualquer trabalhador da organização permitindo uma gestão rápida dos processos de forma a minimizar a ocorrência de erros.

4.2 Processo de não conformidades

A *organização* define uma não conformidade como o não cumprimento de algum requisito inicialmente estabelecido com o cliente.

Perante uma não conformidade:

O primeiro passo é analisar a causa. Esta análise tem como objetivo identificar a razão principal do problema. Para tal são usadas as seguintes ferramentas:

- *Brainstorming* – Uma reunião feita com todos os *stakeholders*, onde se discute as possíveis causas do problema.

- 5 porquês –Questiona-se o *porquê* de determinado problema ter ocorrido. Geralmente no 3º porquê já se descobriu a causa principal.

O segundo passo é a ação corretiva, onde se elabora um plano de ações. O terceiro passo, consiste na análise de eficácia. Este passo permite eliminar a causa do processo para futuramente não haver o risco de acontecer de novo o mesmo problema.

Nesta resolução das não conformidades (processo de identificação e correção) é muito importante a comunicação, não só com os envolvidos diretamente numa não conformidade, mas também é necessário comunicar a toda organização o ocorrido, e, como a organização lidou com a situação, se houver alguma mudança importante no processo produtivo como consequência da não conformidade. Este processo descreve o ciclo de melhoria contínua da organização.

4.3 Análise Crítica e identificação de problemas

Nesta secção pretende-se descrever de forma pormenorizada da situação da empresa antes das melhorias implementadas.

Numa primeira fase deste trabalho, realizou-se uma recolha de dados para posterior comparação.

Antes de identificar os desperdícios e propor melhorias, realizaram-se visitas ao *shopfloor* e elaborou-se *layouts* da organização; posteriormente procurou-se identificar as causas raiz dos principais problemas (desperdícios). Esta análise foi traduzida através de um diagrama causa-efeito, como esta representado na Figura 4.1.

Realizaram-se vários *Gemba Walks* (*Gemba walk* é uma parte essencial da filosofia de gestão Lean. O seu propósito inicial é permitir que os gerentes observem o processo de trabalho real, entrem em contato com os funcionários, obtenham conhecimento sobre o processo de trabalho e explorem oportunidades para melhoria contínua), na companhia do diretor de produção, contactando com os colaboradores com o intuito de conhecer o espaço de trabalho e a sua organização.

Na identificação dos principais problemas, detetou-se, de uma forma geral, lacunas associadas á gestão, aos métodos produtivos e aos colaboradores Em relação a gestão a desorganização dos postos de trabalho o que influencia a eficiência dos colaboradores

e a ausência de indicadores de desempenho: equipamentos desnecessários nos postos de trabalho, ferramentas não identificadas nem arrumadas nos devidos locais e os registos das peças conformes e não conformes não eram representativos das peças físicas. A resistência à mudança é ainda um problema que se manifesta de forma acentuada.

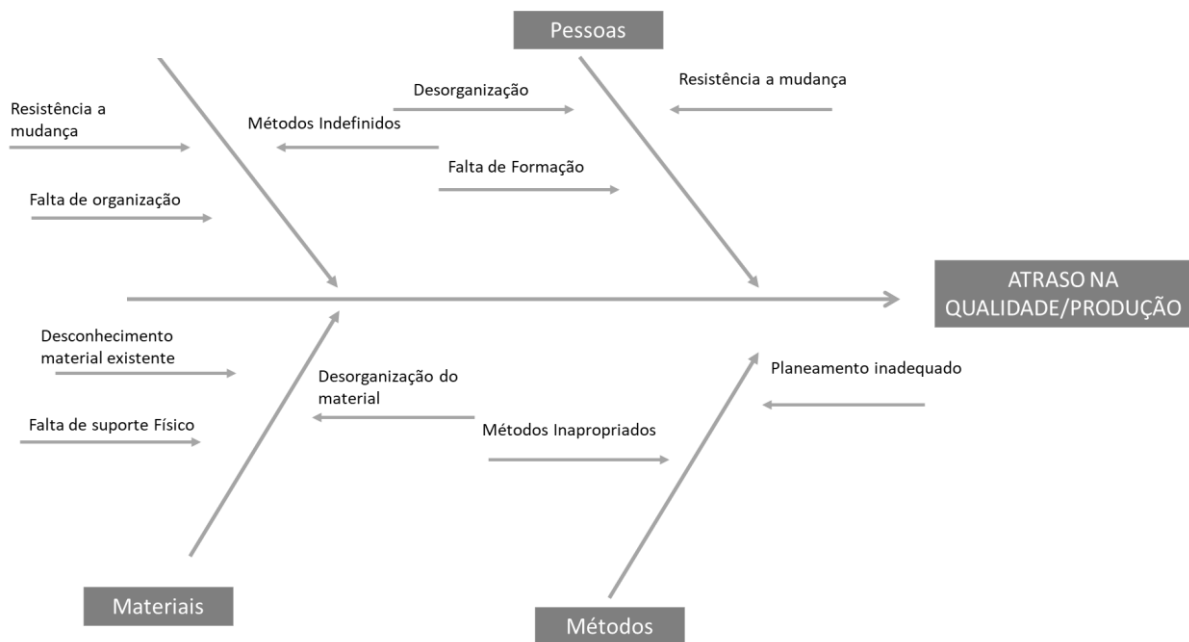


Figura 4.1 - Causas dos principais problemas (desperdícios). Diagrama causa-efeito.

Por tudo isto, concluiu-se que um dos principais problemas falta de organização. A identificação dos principais problemas organizacionais advém de diferentes fragilidades identificadas no diagrama causa-efeito. Na Tabela 4.1 é apresentado um quadro-análise dos principais problemas concretos que foram identificados. Estes problemas foram divididos entre problemas decorrentes:

- Métodos e organização;
- Materiais e Equipamentos;
- Condições Ambientais;

Tabela 4.1 - Quadro-análise dos principais problemas concretos que foram identificados.

	Problemas Identificados
Métodos e Organização	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de organizar e planeamento; • Focalização de conhecimentos especializados num único colaborador. A realização de alguns dos processos de valor acrescentado está dependente do conhecimento de um único trabalhador. Este aspeto pode ser crítico para a empresa, dada a dependência criada pelo seu conhecimento; • Falta de organização administrativa, ou seja, todo o tipo de informação e suporte existentes na empresa está apenas disponível em formato papel, isto, quando existente; • Resistência à mudança em relação a novos procedimentos de trabalho ou necessidade de registo. • Falta de organização dos processos; • Organização das peças de amostras e dos gabaris;
Materiais e Equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Organização das ferramentas existente na empresa devido a falta de dispositivos para uma melhor organização do material
Condições Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminação insuficiente e/ou desajustada; • Falta de ventilação adequada na zona produtiva. Nos períodos mais quentes, as elevadas temperaturas combinadas com o calor produzido pelos equipamentos de maquinaria afeta termicamente o conforto dos trabalhadores;

4.4 Problemas encontrados.

Armazém semi-acabados:

O problema detetado neste armazém é a desorganização do material e consequentemente dificuldade de aceder e encontrar aos materiais (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Armazém semi-acabados (antes das melhorias implementadas).

Não existe uma ordenação das caixas, nem, uma criação de corredores de acesso aos diferentes produtos (Figura 4.2). Não existe um sistema de coordenadas que permita saber qual o caminho a seguir para se encontrar determinada peça.

As caixas possuem uma etiqueta que facilmente pode ser removida. Essa etiqueta, poderia funcionar como *picking* para informatizar todo o material, porém, a empresa não faz uso desse potencial.

Organização dos processos:

A empresa não possui uma organização dos processos informatizada, organizando tudo em capas.

Para além do acesso a informações de qualquer processo ficar muito demorado a organização da mesma não segue nenhuma sequência lógica. O formato dos arquivos é em papel e são apenas agrupados fisicamente pelo nome do cliente e pela referência do projeto, mas no maior conjunto de arquivos apenas se escreve o nome do cliente não permitindo qualquer ordenação (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Organização de processos (sem melhoria).

Capas de arquivos indistintas exteriormente:



Figura 4.4 –Arquivo (sem melhoria).

Muita da documentação de projetos (em particular, dos que se encontram em execução) são guardas em pastas todas idênticas, o que dificulta o acesso a toda a informação, resultando em perda de tempo na procura de documentos (Figura 4.4).

Alertas da qualidade:

Não existe nenhum alerta de qualidade para o controlador não voltar a cometer os mesmos erros. Isto acarreta custos elevados e repetição de erros desnecessários, que, podem facilmente ser prevenidos.

Material nos carrinhos de ferramentas:

Os funcionários/operadores têm por hábito guardar as ferramentas nas gavetas de forma aleatória, não havendo uma organização padrão, resultando em perdas de tempo (Figura 4.5).

A agravar a desarrumação, a ferramenta pretendida pode localizar-se no carrinho de outro operador, levando a um aumento de perda de tempo na sua procura.



Figura 4.5 –Carrinhos de ferramentas (sem melhoria).

Procedimentos na produção de peças:

O procedimento para iniciar a produção de uma peça implica o conhecimento sobre qual a máquina que a vai produzir, qual o desenho da peça e quais as ferramentas a usar. O normal procedimento seria ter essa informação ilustrada num quadro branco (ou algum local amplo onde toda a informação pudesse ser vista por mais que um operador). No entanto não são aplicados esses procedimentos com nenhuma informação presente nos quadros (Figura 4.6).



Figura 4.6 – Informação sobre a peça a ser produzida (sem melhoria).

Armazém das peças de amostra:

Existe um armazém onde são guardadas as peças de amostra de cliente, peças em fim de vida ou mesmo peças de projetos que não avançou.

É um local que o cliente pode visitar quando necessita de alguma peça específica.

Este armazém também tem o objetivo de guardar amostras para serem feitas avaliações, se necessitarem de peças para verificar as revisões anteriores ou mesmo amostras de peças que estão em corte e que foram aceites pelo cliente, com o propósito de fazer uma análise dimensional da peça para compararem valores. (Figura 4.7).

Um local desarrumado, com peças e respetivo cliente não identificados.



Figura 4.7 – Armazém de peças de amostra (sem melhoria).

A “organização” existente neste armazém é apenas reconhecida pela pessoa que a construiu. Assim, fica condicionado o bom funcionamento da empresa, uma vez que a informação que deveria ser acessível a todos, está limitada apenas ao responsável do armazém.

Gabari:

O gabari é um molde feito em metal e no qual a peça deve “encaixar” servindo para verificar/testar a peça produzida. Por exemplo, verifica se os furos efetuados na peça estão à distância pretendida, e cumprem os requisitos de qualidade estipulados pelo cliente. Para cada projeto/peça é feito um gabari diferente.

Na empresa não existe nenhum local específico para se colocarem os gabaris que não estejam a ser utilizados. Estes encontram-se distribuídos aleatoriamente pelos diferentes armazéns/locais da empresa (isto acontece, pois, os operadores pegam no gabari para testar a peça, ao contrário de levar a peça ao local onde se encontra o gabari). Quando um dos operadores precisa de um determinado gabari, tem que andar pela empresa à sua procura.

Manutenção das máquinas de produção:

A manutenção das máquinas de produção que existe na empresa é apenas corretiva, ou seja, quando ocorre alguma avaria, o funcionário reporta ao superior que posteriormente chama alguém para reparar o problema. Este processo leva a que a manutenção da maquinaria seja anárquica e sem um modelo de prevenção e/ou previsão.

Folhas de referência:

As folhas de referência de uma determinada peça ou tipo de peças, possuem informação valiosa sobre a peça, e, essa informação não está a ser devidamente aproveitada

Os principais problemas detetados e abordados neste capítulo podem ser resumidos da seguinte forma:

- Desorganização do armazém da qualidade: Material não identificado, não organizado;
- Documentação em formato papel – dificulta a pesquisa do histórico;
- Ausência de alertas de qualidade;
- Falta de comunicação entre os diferentes departamentos. Não existe uma rotina ou um guia para se estabelecer a ordem de prioridades e comunicação entre os diferentes departamentos, aquando da produção de uma nova peça;
- 5S – mal implementado;
- Inexistência de um armazém matéria-prima (material distribuído por vários pavilhões);
- Armazéns de peças de amostra totalmente desorganizados;
- Armazém de semi-acabados sem uma organização ou sistema de coordenadas que permita a fácil identificação do objeto;
- Carrinhos de ferramentas desorganizados;
- Gabari não se encontra num local próprio;
- Colaboradores sem formação analisam peças para identificar defeitos.

5. Melhorias implementadas

Neste capítulo são apresentadas as melhorias implementadas na empresa. Essas melhorias vão desde a organização, catalogação de produtos, divisão de todos os processos em categorias até à implementação de um sistema de coordenadas onde se pode identificar facilmente qualquer produto, ficheiro, máquina ou ferramenta.

5.1 Descrição do processo de melhoria

Armazém semi-acabados:

Como se verificou no capítulo 4, não existe uma ordenação das caixas, nem, uma criação de corredores de acesso aos diferentes produtos de semi-acabados.

Para solucionar este problema, foi desenhado um *layout a escala* para a organização do armazém (Figura 5.1), neste layout foi proposto estantes. Esta organização teve em conta o maior aproveitamento possível do espaço disponível e uma organização simples que permita seguir facilmente o rasto de uma peça. O projeto foi feito por recurso a software CAD.

Desta forma, todos os contentores/paletes ficam visíveis e existe espaço/corredores para poder aceder à informação de cada contentor/paleta.

Posteriormente como cada paleta tem uma etiqueta com código de barras, através do *Picking* vai ser possível em tempo real saber o stock disponível e utilizar sempre o material com a data mais antiga, ou seja, FIFO (first in first out).

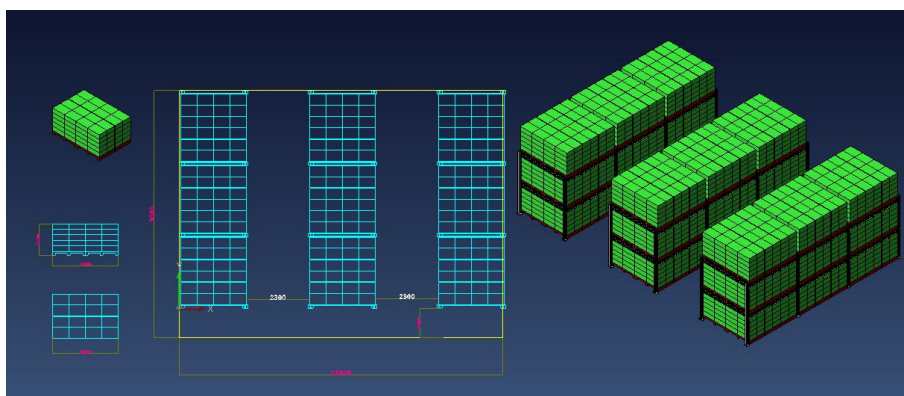


Figura 5.1 – Layout para a organização do armazém de semi-acabados.

Organização dos processos:

Neste projeto por falta de tempo não foi possível a informatização de todo o processo, no entanto foi efetuada uma distinção dos processos em: desenho técnico, ficha de ferramenta, instrução de trabalho e catálogo de defeitos.

Em cada arquivo colocou-se de forma visível todas as referências, permitindo assim qualquer funcionário consultar o processo e a sua referência.



Figura 5.2 – Nova organização dos processos.

Capas de arquivo:

A nova organização sugerida para o arquivo consistia na arrumação dos arquivos em papel em armários catalogados e identificados por cliente e por projeto, cada gaveta do armário tem visivelmente todos os projetos que se pode encontrar no interior.

(Figura 5.3).



Figura 5.3 – Nova organização do arquivo.

Os arquivos guardaram-se em gavetas de fácil acesso, em vez de ficarem empilhados em secretárias. Cada gaveta destina-se a um cliente, e dentro da gaveta estão catalogados os vários processos de projetos realizados. Aplicou-se a técnica dos 5S. Com este tipo de organização reduz-se o tempo de procura dos processos e elimina alguns erros.

Alertas da qualidade:

Foi criado um alerta da qualidade para evitar que o operador repita erros (Figura 5.4).



Figura 5.4 – Novo alerta de qualidade.

Ao consultar os registos identificados pelo alerta de qualidade, o funcionário reduzirá a probabilidade de cometer o mesmo erro. Assim, reduzem-se os custos e os desperdícios, aumentando a competitividade da empresa.

Folhas de referência:

Criaram-se “folhas de referência” para se obter a informação sobre o produto que se encontra no armazém de semi-acabados (Figura 5.5)



Figura 5.5 – Exemplo de uma folha de referência.

Este documento disponibiliza a informação sobre a data, o lote, o número da paleta, o cliente e referência. O facto de existir código de barras permite o uso de *Picking* por leitura ótica, no entanto a empresa ainda não adotou este tipo de sistema.

Material nos carrinhos de ferramentas:

Recorrendo mais uma vez à técnica dos 5S, efetuou-se uma organização padrão (Figura 5.6).



Figura 5.6 – Arrumação nos carrinhos de ferramentas.

Procedimento na produção de peças:

O quadro que inicialmente não era utilizado com as informações das peças a serem produzidas, foi dividido em seis setores específicos de fácil acesso aos trabalhadores e que poderiam inclusive levar com eles até ao posto de trabalho. Nessas capas divide-se a informação em (Figura 5.7):

- **Desenho**, que contém a informação detalhada sobre dimensões da peça a ser produzida, assim como o desenho técnico da peça.
- **Instruções de trabalho**, que contém informações sobre como a peça vai ser produzida.
- **Ficha ferramenta**, que contém informações sobre as ferramentas e máquinas a usar para a produção da peça.
- **Catálogo de defeitos**, que contém informações sobre os defeitos encontrados ao produzir peça, e o que foi feito para os contornar.
- **Gama de controlo**, que contém informações sobre o controlo efetuado sobre um determinado número de peças.
- **Ficha acompanhamento**, que contém informação detalhada de todos os estágios pelos quais a peça passa. Registo de tudo o que aconteceu com a peça desde o seu desenho até à produção da peça final.



Figura 5.7 – Informação sobre a peça a ser produzida.

Com a organização realizou-se uma melhoria na produção, havendo acesso a todos detalhes durante a produção da peça, diminuindo o número de defeitos/erros.

Armazém das peças de amostra:

Organizou-se o armazém das peças de amostra com prateleiras onde estão identificados os clientes e os projetos com etiquetas. Criou-se um sistema de coordenadas permitindo a identificação do local, por exemplo: coordenadas 5A para determinado projeto do cliente APTIV (Figura 5.8).



Figura 5.8–Nova organização do armazém de peças de amostra.

Catalogaram-se todas as peças com uma referência. Essa informação foi organizada num ficheiro Excel (Figura 5.9). Assim, sabe-se onde determinada peça se localiza através do sistema de coordenadas Linha e Coluna, identificando o projeto, obtendo a referência e a quantidade de peças.

	A	B	C	D	E	F	G
1	APTIV						
2	Linha	Coluna	Projecto	Referência	Quantidade		
3	3	D	Cayenne	28498800	4		
4				28546960	4		
5				28538088	7		
6				28538081	3		
7	2	D	Macan	28433121	25		
8				28433140	25		
9				28507610	10		
10				28440374	6		
11				28507611	2		
12				28507609	3		
13	4	D	Ford	28437503	1		
14				512000050500	5		
15				512000050110	7		
16				28605602	2		
17	1	D	Scania	28498380	12		
18				28557647	10		
19	1	C	Porsche	28561009	5		
20				28481032	6		
21				28398711	2		
22				28398586	6		
23				28453484	5		
24				28486560	5		
25	28481033	10					
26				28488074	2		

Figura 5.9 –Nova organização do armazém de peças de amostra (ficheiro Excel de suporte).

Para fazer o levantamento da peça é necessário preencher o seguinte registo da Figura 5.10, para poder atualizar a tabela das amostras e saber quem

Mário da Costa Martins & Fihos, Lda			Registos de Levantamento de material				
Localização	Colaborador	Projeto	Referência	Quantidade	Data Levantamento	Data Entrega	Assinatura

Figura 5.10 – Registo a fazer para o levantamento de uma peça.

Gabari:

Como referido no capítulo 4, não existia nenhum local específico para os gabaris, estando estes distribuídos aleatoriamente pelos armazéns.

A proposta foi a criação de um local próprio (no armazém de semi-acabados) constituído por prateleiras identificadas, as peças, a empresa/cliente e a referência (Figura 5.11).



Figura 5.11 –Nova organização do gabari.

Manutenção máquinas de produção:

Uma máquina parada representa perda de dinheiro para a empresa. Se a máquina estiver avariada, a empresa tem de a reparar e simultaneamente está a perder produção pois a máquina não está a trabalhar. É essencial fazer um acompanhamento de cada uma das máquinas da empresa e registar o historial de avarias ou problemas de cada máquina para se definir um plano de manutenções preventivas.

As manutenções preventivas reduzem a probabilidade de ocorrência de avarias e na sua ocorrência a reparação é mais rápida, permite também que as manutenções sejam mais

rápidas e programadas organizando a sua produção para perder o mínimo de produção possível.

Desenvolveu-se um programa em Excel que identifica todas as máquinas existentes na empresa (Figura 5.12):

A	B	C	D	E
Nº	DESIGNAÇÃO	Nº	DESIGNAÇÃO	
001	Prensa 12T	059	Prensa 63T	
002	Prensa 6T	060	Prensa Bihler	
003	Prensa 12T	061	Prensa 160T	
004	Prensa 6T	062	Desenrolador H.	
005	Prensa 6T	063	Desenrolador H.	
006	Prensa BURGER 10T	064	Desenrolador V.	
007	Prensa 12T	065	Endireitador Electrónico (M017)	
008	Prensa 0.8T	066	Alimentador Electrónico (M017)	
009	Prensa 0.8T	067	Desenrolador Endireitador	
014	Máq. Furar	068	Endireitador	
015	Prensa 35T	069	Desenrolador 1000kg	
016	Prensa 50T	070	Desenrolador 1000kg Vert.	
017	Prensa 63T	071	Alim./Endir./Desenr. 3000kg (M061)	
018	Prensa 80T	072	Alimentador Electrónico (M059)	
025	Prensa 20T	073	Desenrolador (M060)	
026	Prensa 120T	074	Alim./Endir./Desenr. 3000kg (M061)	
029	Máq. Roscar M12	075	Desenrolador 1500kg	
030	Máq. Roscar M16	076	Fresadora DMU 50 M	
031	Gulhotina	077	Carrocel I	
033	Furadora	078	Carrocel II	
034	Máq. Soldar 6bar	079	Maq. Electroerosão Fio	
035	Prensa 20T	082	Refrigerador (M040 e M041)	
036	Máq. Soldar	083	Refrigerador (M079)	
037	Prensa 12T	084	Refrigerador (Desengorduramento)	
038	Prensa 3T	085	Desmineralizador de Águas	
040	Maq. Electroerosão Fio	087	Vibrador (polimento com abrasivo)	
041	Maq. Electroerosão Fio	091	Centrifugadora	
042	Maq. Electroerosão Furação	092	Tanque (Zincagem por Tambor)	
043	Fresadora	094	Tanque (Latonagem por Tambor)	
044	Fresadora	095	Esmeril	
045	Fresadora	096	Centrifugadora 50kg	
046	Torno Mec.	097	Tina de Desengorduramento	
047	Rectificadora	098	Tanque (Niquelagem por Tambor)	
048	Rectificadora	100	Tanque (Niquelagem por Tambor)	
049	Rectificadora			

Índice 001 | 002 | 003 | 004 | 005 | 006 | 007 | 008 | 009 | 014 | 015 | 016 | 017 | 018 | 025

Figura 5.12 –Modelo de Excel desenvolvido para catalogar e acompanhar o desgaste de todas as máquinas da empresa.

Ao seleccionar uma máquina surge um menu (Figura 5.12) com um plano específico e personalizado para o plano de manutenções (Figuras 5.13 e 5.14). São apresentados dois menus: No menu 1 (Figura 5.12) acede a todas as condições de manutenção da máquina em questão. Por exemplo, para a máquina que limpa a lente laser de 15 em 15 dias. Todos os funcionários que utilizarem esta máquina devem verificar se chegou a hora de fazer alguma manutenção. Se for o caso, devem preencher os campos “Quem”, “O Quê”,

“Material” e “Registo”, ou seja, o funcionário deve ser identificado, assim como o tipo de reparação detalhada, o material usado, e deve ser feito um registo dos problemas encontrados (permitindo assim prever problemas futuros.)

The image shows an Excel spreadsheet with a form for equipment maintenance. The form includes fields for company name, equipment number, and various technical specifications. Below the form is a table titled 'PLANO DE MANUTENÇÃO' (Maintenance Plan) with columns for operation number, operation description, frequency, who, what, material, and record.

Mário da Costa Martins & Filho, Lda.		FICHA DE EQUIPAMENTO		Revisão: 00		
		Nº072		Data:		
DESIGNAÇÃO : Alimentador Electronico (M059)						
FORNECEDOR/MARCA :		MODELO :				
Nº DE MATRÍCULA :		ANO DE FABRICO :				
CAPACIDADE :		LOCALIZAÇÃO HABITUAL :				
OUTRAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS :						
PLANO DE MANUTENÇÃO						
Nº OP.	OPERAÇÃO	FREQUÊNCIA	QUEM	O QUÊ	MATERIAL	REGISTO
01	- Repor nível óleo Ar comprimido - Verificar pressão ar 6 bar	Mensal				
02	- Limpeza Filtro aspirador - Limpeza Lente Laser	Quinzenal				
03	-Verificar distancia focal	Mensal				
04	- Rever história de reparação; restruturação manutenção preventiva	Anual				
05	- Correção fugas de óleo e Ar	Anual				
06	- Verificação da lubrificação	Anual				
07	- Verificação do estado do Óleo	Anual				
08	- Funcionamento das bombas lubrificação, válvulas e motores	Anual				
09	- Verificação e redefinição da frequência de lubrificação	Anual				
10	- Verificação e limpeza dos sistemas de ventilação	Anual				
11	- Verificação contadores das peças	Anual				
12	- Verificação e correção de folgas	Anual				
11	- Verificação de sensores, componentes eletricos e segurança(botão de emergencia),	Anual				

Figura 5.13 –Modelo de Excel desenvolvido para catalogar e acompanhar o desgaste de todas as máquinas da empresa (menu 1).

O menu 2 (Figura 5.14), permite um acompanhamento anual da máquina em questão. Funciona como um barómetro do menu 1.

MÁRIO DA COSTA MARTINS & FILHO, LDA.		REGISTO DE MANUTENÇÃO E ANOMALIAS	Nº DO EQUIPAMENTO
Designação do Equipamento		Alimentador Electronico (M059)	
Nº da Oper.	Operação e/ou Orgãos	Data e Rúbrica	Data e Rúbrica
1	Rever história de reparação; reestruturação manutenção preventiva		
2	Correção fugas de óleo e Ar		
3	Verificação da lubrificação		
4	Verificação do estado do Óleo		
5	Funcionamento das bombas lubrificação, válvulas e motores		
6	Verificação e redefinição da frequência de lubrificação		
7	Verificação e correção de folgas		
8	Verificação contadores das peças		
9	Verificação e limpeza dos sistemas de ventilação		
10	Verificação de sensores, componentes eletricos e segurança(botão de emergencia), leitores 2D		
11	Limpeza dos rolos de Indireitamento/Alimentação		
Anomalia/Avaria:		Assinatura/	Data

Figura 5.14 –Modelo de Excel desenvolvido para catalogar e acompanhar o desgaste de todas as máquinas da empresa (menu 2). Este menu permite um acompanhamento anual da máquina em questão.

Após a utilização da máquina têm de contribuir com a informação resultante da atuação sobre a máquina. Desta forma existe um acompanhamento detalhado do estado de conservação do aparelho, disponível a qualquer funcionário e como está em formato digital o acesso pode ser em qualquer lugar da empresa.

Esta ferramenta permite um maior controlo sobre os custos em reparações e aumentar a sua produtividade.

Este modelo permite uma melhor gestão das máquinas, prever avarias e organizar a produção por forma a atender a todas as encomendas dos clientes sem comprometer prazos de entrega.

OEE para a produção/qualidade:

O OEE é direcionado para a produção, mas, a sua importância está inerente à qualidade. A ferramenta a ser apresentada de seguida foi desenvolvida em Excel (Figura 5.15 a 5.19). Este *software* é composto por vários menus e permitem de uma forma rápida avaliar a qualidade da produção. Ao mesmo tempo permite fazer correções melhorando a efetividade do processo produtivo como um todo.

Os menus são simples e atrativos, e, permitem a rápida perceção de toda a informação por parte dos operadores e direção. Toda a informação usada neste software é recolhida pelo departamento de qualidade.

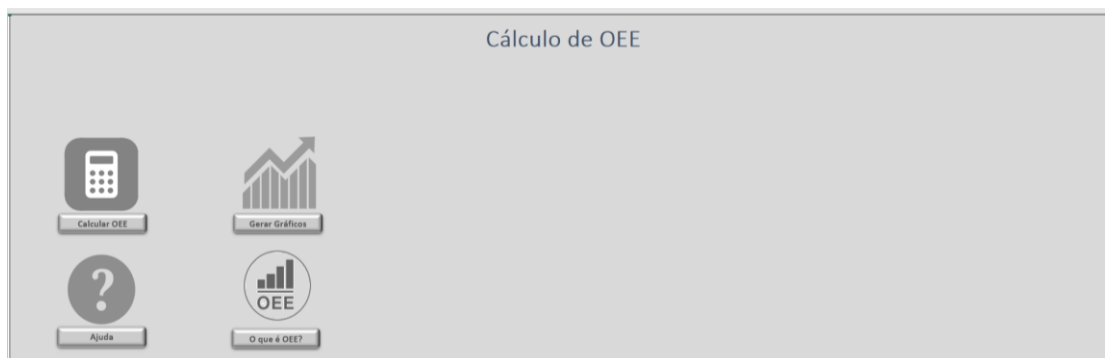


Figura 5.15 – Software OEE.

O menu inicial oferece quatro opções: “Calcular OEE”, “Gerar Gráficos”, “Ajuda” e “O que é OEE?”. Os nomes das opções são bastantes descritivas para se poder perceber qual a sua aplicação.

Na Figura 5.16 visualiza-se o menu “Calcular OEE” para um determinado equipamento. Vê-se a informação detalhada sobre a Disponibilidade, Performance, Qualidade e Produtividade. A existência de gráficos para o OEE e a Produtividade permite de uma

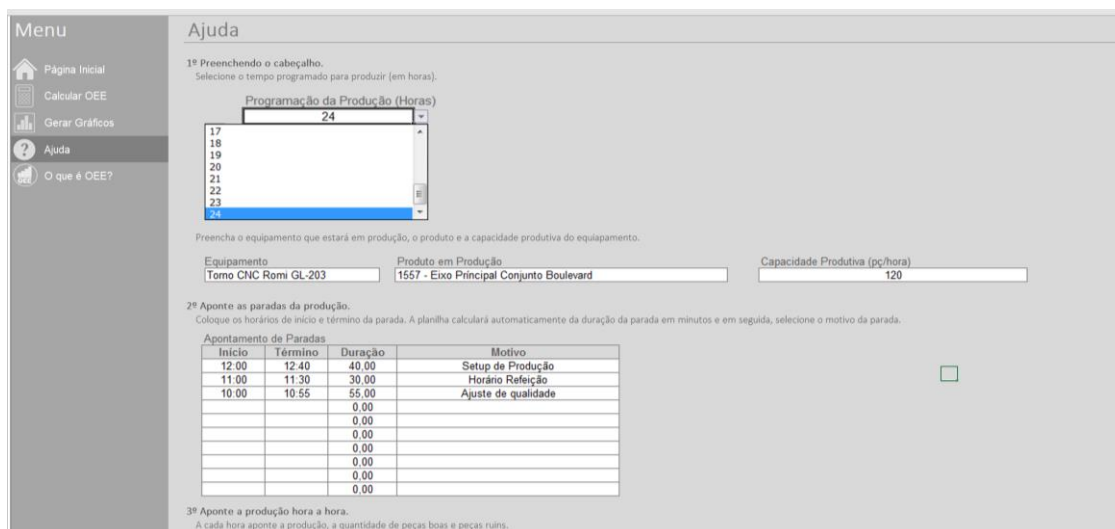


Figura 5.18 – Menu Ajuda (parte I).

Apontamento de Produção			
1º Turno			
Horário	Produção	Peças Boas	Peças Ruins
6:00	120	120	0
7:00	110	100	10
8:00	120	120	0
9:00	120	120	0
10:00	120	120	0
11:00	120	110	10
12:00	120	120	0
13:00	120	120	0
14:00	120	120	0

Figura 5.19 – Menu Ajuda (parte II).

Exemplo do OEE para a produção/qualidade:

Inicialmente foi escolhida uma peça que estava em produção, para posteriormente fazer o devido cálculo. Posteriormente foi preenchido o seguinte:

- Horas de produção: 12 horas (6 horas cada turno);
- Máquina (onde estava cortada a peça): Máquina 196
- A referência da peça: 28428143
- Capacidade Produtiva(peças/hora): 1200
- Tempo Padrão(min/pc): 25
- Paragens planeadas/Paragens não planeadas: Setup da máquina e horário da refeição
- Registos de produção: preenchimento do 1º e 2º Turno e a produção que foi feito de hora em hora nomeadamente as peças boas/peças más

Cálculo de OEE - Overall Equipment Effectiveness

Horas de Produção (Horas): 12 Máquina: Máquina 196 Referência do Produto: #143 Capacidade Produtiva (peças/hora): 1200 Tempo Padrão (min/pç): 25

Paragens planeadas/Paragens não planeadas				Registos de Produção			
Início	Término	Duração	Motivo	Horário	Produção	Peças Boas	Peças Más
6:00	6:30	30,00	Setup de Produção	6:30	1190	1190	2
12:30	13:30	60,00	Horário Refeição	7:30	1000	998	2
		0,00		8:30	1200	1200	0
		0,00		9:30	1192	1192	0
		0,00		10:30	1195	1190	500
		0,00		11:30	1200	1200	1
		0,00		12:30	1000	1000	0
		0,00					
		0,00					

Figura 5.20 – Cálculo do OEE.

Através destes dados é calculado o OEE (Eficiência Global do equipamento) – Figura 5.20, que tem como objetivo monitorizar o desempenho de linhas de produção, com métricas bem definidas e que permite facilmente comparar diferentes linhas, verificando das mesmas ao longo do tempo. Para tal é necessário o cálculo de 3 parâmetros que são (Figura 5.21):

- Disponibilidade,
- Performance,
- Qualidade

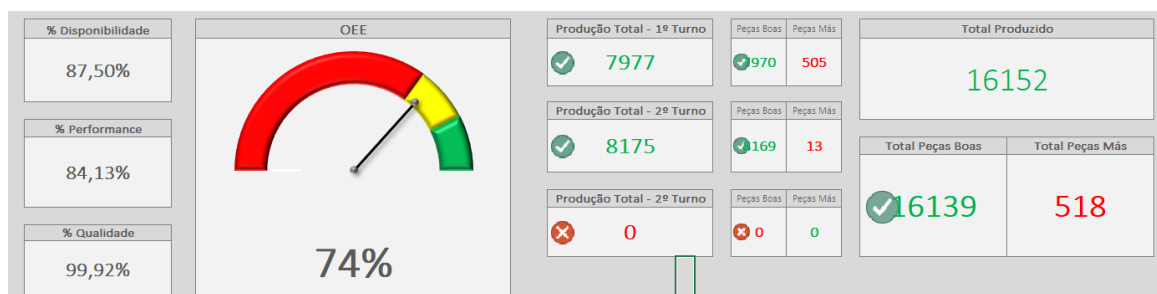


Figura 5.21 – Disponibilidade, performance e qualidade.

Após o cálculo destes 3 parâmetros obtemos o OEE (Índice da eficiência dos equipamentos)

OEE= Disponibilidade x Desempenho x Qualidade

$$= 87.50 \times 84.13 \times 99.92 = 74\%$$

Podemos concluir que este indicador é uma ferramenta muito importante para acompanhar o desempenho das linhas de produção. É possível perceber quais as linhas que estão a trabalhar abaixo dos objetivos e agir mais rapidamente para evitar quebras.

Como meta ideal mundial o OEE deve atingir aproximadamente 85%, no entanto o resultado obtido, 74%, é considerado o OEE típico na indústria. Isto significa dizer que uma linha produtiva trabalhando com o OEE de 74% tem possibilidade de ser melhorada em cada um dos indicadores, podendo atingir um OEE de 85%, levando a um ganho considerável de eficiência. Depois do cálculo ser executado é possível obter os resultados em gráficos referentes a cada um dos indicadores (Figura 5.22).

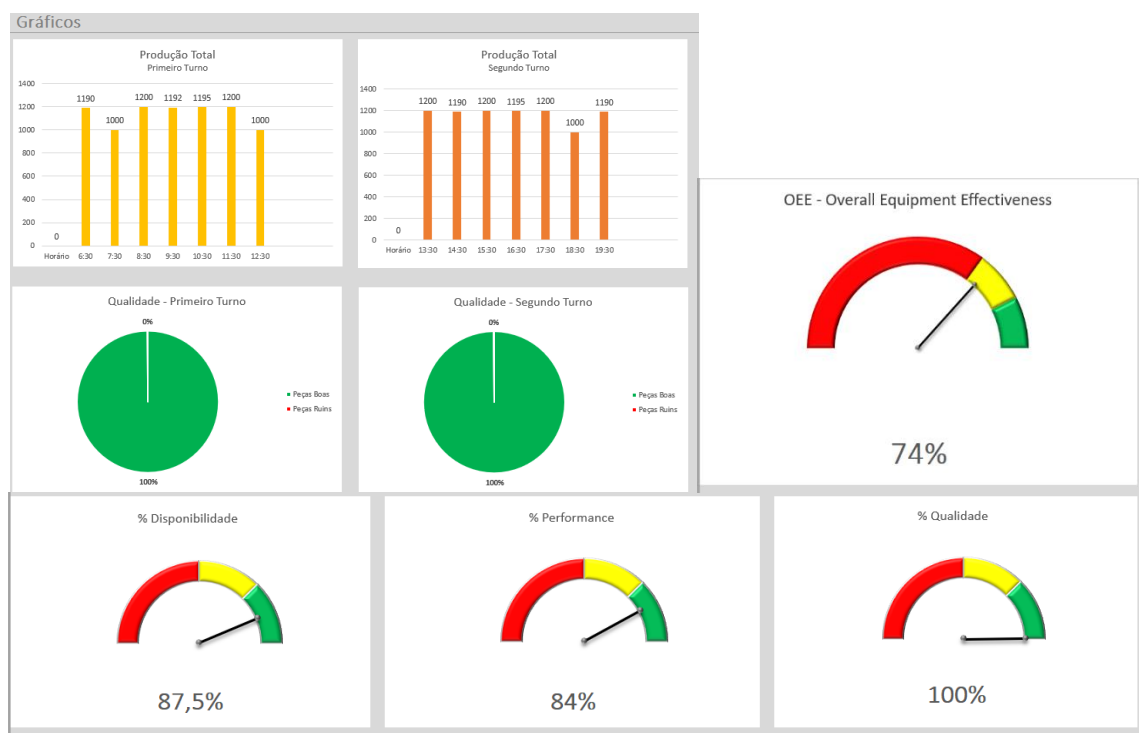


Figura 5.22 – Gráficos referentes a cada um dos indicadores.

É possível concluir que a utilização destes indicadores é possível perceber como a eficiência de uma máquina influencia diretamente no processo produtivo. Com o OEE é possível otimizar a produção, reduzindo custos e perdas de produção com equipamentos e assim aumentar a eficiência da produção.

6 Discussão crítica dos resultados e conclusões

Neste capítulo é apresentada uma análise crítica dos resultados obtidos com as melhorias implementadas na empresa. Atendendo ao pouco tempo entre a implementação das melhorias e a escrita desta dissertação, não é possível observar resultados significativos ao nível de faturação.

6.1 Discussão crítica

Melhoraram-se os arquivos das informações dos projetos para cada cliente e organizados permitindo um acesso à informação mais fácil e rápido, no entanto essas informações dos processos que se encontram em papel deveriam ser substituídas por formato digital. Mas, com esta alteração para formato digital podem surgir alguns problemas, pois, há funcionários não têm conhecimentos informáticos nem se mostraram interessados em lidar com novas tecnologias. Particularmente são funcionários valiosos para a empresa, pela sua antiguidade e excelente *know-how* no manuseamento da maquinaria.

O alerta da qualidade foi elaborado para evitar repetição de erros. A vantagem dos alertas de qualidade é evitar reclamações dos clientes. O erro ou não conformidade pode ser interna ou externa. Se for interna todo o material que se encontra na empresa vai ser selecionado e verificado a 100% para entregar ao cliente material com qualidade. Se for externo, pode gerar uma reclamação do cliente e a partir de um número de reclamações por mês existe um custo associado. Por isso é que foram elaborados alertas de qualidade para várias peças, tendo sido elas já reclamadas ou não, para evitar qualquer erro desnecessário.

A nova organização dos carrinhos de ferramentas, como o quadro de ajuda no procedimento de produção de peças e o novo armazém de peças de amostra e locais próprios para os gabaris permitiu ganhos de tempo e diminuição de erros. O que antes levava 30 minutos a ser encontrado (ou nem se encontrava), implicando comprar novas ferramentas, impressão da nova documentação, o que levava a custos desnecessários e perda de tempo do operador, agora é encontrado em poucos minutos.

Atualmente estão a ser usados tablets por parte controladores, para facilitar todos os registos necessários no momento do controlo da peça, que antes não era executado por falta de tempo, e por não conseguirem andar com todas as capas de todos os projetos em corte.

O ficheiro excel, que permite acompanhar o processo de avaria e manutenção dos equipamentos, está a ser usado e é esperado que no futuro se consiga prever avarias e antecipar problemas de produção. Quando verificadas demasiadas avarias, dependendo da avaria em questão, pode ser necessário fazer uma nova ferramenta.

No entanto tem de ser feito um estudo com os projetistas tendo em conta a duração do projeto. Se for um projeto a longa duração será feita uma nova ferramenta, se for um projeto em fim de vida não será necessária uma nova ferramenta.

Com a implementação destas melhorias prevê-se uma redução de custos, redução de tempo de produção e uma grande melhoria do processo.

6.2 Conclusões

Neste capítulo são reunidas as conclusões do estudo realizado na Mário da Costa Martins & Filho, bem como os resultados e desafios envolvidos na realização deste projeto.

O objetivo principal proposto para este trabalho que era a melhoria no departamento de qualidade da empresa MCM que foi alcançado com sucesso, a vários níveis:

Criação de um novo *layout* para a organização do armazém de semi-acabados (os contentores/paletes ficam visíveis e há espaço/corredores para poder aceder à informação de cada contentor/palete.)

Efetuiu-se uma distinção dos processos em: desenho técnico, ficha de ferramenta, instrução de trabalho e catálogo de defeitos. Em cada arquivo colocou-se de forma visível todas as referências, permitindo assim a qualquer funcionário consultar o processo e a sua referência.

Guardaram-se os arquivos em gavetas de fácil acesso, em vez de ficarem empilhados em secretárias. Cada gaveta destina-se a um cliente, catalogados os vários processos de projetos realizados.

Criou-se um alerta da qualidade para evitar que o operador repita erros, e, criaram-se “folhas de referência” para se obter a informação sobre o produto que se encontra no armazém de semi-acabados.

Organizou-se os carrinhos de ferramentas de forma a identificar rapidamente onde está cada ferramenta.

Criou-se um quadro com seis setores específicos de fácil acesso aos trabalhadores para ajudar no procedimento de produção de peças. Com esta organização é possível uma melhoria na produção, havendo acesso a todos detalhes durante a produção da peça, diminuindo o número de defeitos/erros.

Organizou-se o armazém de peças de amostra por prateleiras onde estão identificados os clientes e os projetos com etiquetas. Criou-se um sistema de coordenadas que permite a identificação do local. Catalogaram-se todas as peças com uma referência. Criou-se um local próprio para o gabari (no armazém de semi-acabados) constituído por prateleiras identificadas.

Desenvolveu-se um programa em Excel que identifica todas as máquinas existentes na empresa e permite acompanhar o processo de avaria e manutenção.

Finalmente, desenvolveu-se um *software* de OEE composto por vários menus que permitem de uma forma rápida avaliar a qualidade da produção. Ao mesmo tempo permite fazer correções melhorando a efetividade do processo produtivo como um todo.

Concluiu-se, com a análise efetuada, que as questões de planeamento de produção neste tipo de indústria customizada são muito complexas e de difícil resolução. Existe uma grande resistência à mudança por parte dos colaboradores.

Nesse sentido, podem ainda ser identificadas sugestões a implementar no futuro para solucionar alguns dos problemas da empresa ainda não solucionados:

- Implementação dos 5S noutras áreas da empresa e implementar novos métodos de organização
- Adquirir claraboias, os portáteis e as estruturas para os carinhos de ferramentas
- Implementar o OEE em todas as máquinas e fazer um plano geral

Esta última medida poderá assim melhorar as previsões e o planeamento dos processos. Este trabalho representou assim um primeiro passo na concretização de ferramentas que possam efetivamente determinar o melhoramento da organização da empresa.

De uma forma geral, o trabalho desenvolvido que deu origem a esta dissertação contribui para a otimização do setor da qualidade da empresa e sua modernização, sendo a MCM mais capaz de lutar num mercado competitivo como o que existe nos dias de hoje.

7. Trabalho Futuro

Como trabalho futuro há algumas melhorias a serem efetuadas na empresa. Tendo em conta as limitações desta dissertação, apenas se mencionam as alterações mais imediatas.

Carrinhos de ferramenta:

Para dotar os carrinhos de ferramenta dos funcionários com todo o seu potencial, devem ser adquiridas novas divisões que permitam dar uma estrutura e organização ao conjunto de ferramentas usadas pelo operador. A lista de orçamento de algumas dessas peças é exibida na Figura 7.1. e na Figura 7.2 visualiza-se o aspeto pretendido para a arrumação das ferramentas nas novas divisórias dos carrinhos.

Cod.	Artigo	Pág. Cat.	P. U. Liq.
80.088.000	Divisória ranhurada 36E 50 NCS 4502-B	730	3,85 €
80.089.000	Divisória ranhurada 27E 75 NCS 4502-B	730	3,94 €
80.091.000	Divisória ranhurada 36E 75 NCS 4502-B	730	4,12 €
80.095.000	Divisória ranhurada 27E 100 NCS 4502-B	730	5,37 €
80.097.000	Divisória ranhurada 36E 100 NCS 4502-B	730	5,55 €
80.101.000	Divisória ranhurada 27E 150 NCS 4502-B	730	6,35 €
80.103.000	Divisória ranhurada 36E 150 NCS 4502-B	730	6,98 €
80.107.000	Divisória ranhurada 27E 200 NCS 4502-B	730	8,14 €
80.108.000	Divisória ranhurada 36E 200 NCS 4502-B	730	8,14 €
100.836.000	Separador 2E 50	731	0,63 €
100.837.000	Separador 3E 50	731	0,63 €
100.838.000	Separador 4E 50	731	0,72 €
100.839.000	Separador 5E 50	731	0,72 €
100.840.000	Separador 6E 50	731	0,81 €
100.841.000	Separador 7E 50	731	0,81 €
100.842.000	Separador 8E 50	731	0,89 €
100.843.000	Separador 9E 50	731	0,89 €
100.844.000	Separador 10E 50	731	0,98 €
100.845.000	Separador 12E 50	731	1,07 €
100.846.000	Separador 15E 50	731	1,25 €
100.847.000	Separador 18E 50	731	1,25 €
100.848.000	Separador 3E 75	731	0,72 €
100.849.000	Separador 4E 75	731	0,81 €
100.850.000	Separador 5E 75	731	0,81 €
100.851.000	Separador 6E 75	731	0,89 €
100.852.000	Separador 7E 75	731	0,89 €
100.853.000	Separador 8E 75	731	0,98 €
100.854.000	Separador 9E 75	731	1,07 €
100.855.000	Separador 10E 75	731	1,07 €
100.856.000	Separador 12E 75	731	1,25 €
100.857.000	Separador 15E 75	731	1,25 €
100.858.000	Separador 18E 75	731	1,34 €
100.859.000	Separador 3E 100	731	0,81 €
100.860.000	Separador 4E 100	731	0,89 €
100.861.000	Separador 5E 100	731	0,98 €
100.862.000	Separador 6E 100	731	0,98 €
100.863.000	Separador 7E 100	731	1,07 €
100.864.000	Separador 8E 100	731	1,07 €
100.865.000	Separador 9E 100	731	1,25 €
100.866.000	Separador 10E 100	731	1,25 €

Figura 7.1 – Orçamento do material necessário para adaptar os carrinhos de ferramentas.



Figura 7.2 – Exemplo de organização de um carrinho de ferramentas (imagem a título ilustrativo).

Claraboias - Layouts

O espaço da empresa tem uma falta de luz natural. Essa luz é essencial para o estímulo dos funcionários e é fundamental para a poupança de energia elétrica.

Por este motivo elaborou-se um projeto para a implementação de claraboias ao longo do edifício da empresa.

Como trabalho futuro existe a tarefa de medir o efeito das novas implementações na qualidade e quantidade de produção. Deve-se avaliar a verdadeira implementação destes novos métodos.

Portáteis/tablet

Para uma melhor organização e controlo de registos a compra de portáteis/tablet (Figura 7.3) vai facilitar uma resposta mais rápida ao problema, uma melhor organização de trabalho de todos os colaboradores da empresa e a facilidade da procura da documentação. Contribuindo ainda para o meio ambiente.

inCentea
TECNOLOGIA DE GESTÃO

À atenção de	Nuno Dias	Exmo.(s) Sr.(s)	15471
Gestor do Cliente	Eva Mendes	Mário da Costa Martins & Filho, Lda	
Modo Pagamento	V/ transferência	Quinta De Santa Maria, Nº 150,	
Cond. Pagamento	A 30 Dias		

Este doc. foi aprovado e assinado digitalmente. Ativo / Documento processado por computador
NIB's para efeito de pagamento

BPI	PT50 0010 0000 41403500001 49
MILLENNIUM	PT50 0033 0000 00004242684 05
NOVO BANCO	PT50 0007 0000 00215693760 23

Cotação 131769 - 126474.0 **2/4/2020**

Descrição	Quantidade	Pr.Unitário	Desc	Valor Líquido
Portátil híbrido				
Lenovo ThinkPad L13 Yoga i5 10210U 8GB 256GB SSD W10P	4,00	855,00€		3.420,00€
Lenovo ThinkPad L13 Yoga 20R5 Design invertido Core i5 10210U / 1.6 GHz Win 10 Pro 64-bit 8 GB RAM 256 GB SSD TCG Opal Encryption 2, NVMe 13.3" IPS ecrã de toque 1920 x 1080 (Full HD) UHD Graphics Wi-Fi, Bluetooth prata kbd: Português				

Figura 7.3 – Fatura de compra portátil/tablet.

Como trabalho futuro existe a tarefa de medir o efeito das novas implementações na qualidade e quantidade de produção. Deve-se avaliar a verdadeira implementação destes novos métodos.

SAP

O SAP que é o software utilizado na empresa, no entanto só é utilizado em dois dos departamentos da empresa, o objetivo futuro é implementar em todos os departamentos para todos terem acesso e uma organização mais ampla.

Como trabalho futuro existe a tarefa de medir o efeito das novas implementações na qualidade e quantidade de produção. Deve-se avaliar a verdadeira implementação destes novos métodos

Aparelho de Picking

A utilização do aparelho de *picking* para um maior controlo de stock de produtos acabados/ semiacabados como as entradas de todos o material que está na empresa, como por exemplo matéria-prima, material de embalagem.

Como trabalho futuro existe a tarefa de medir o efeito das novas implementações na qualidade e quantidade de produção. Deve-se avaliar a verdadeira implementação destes novos métodos.

Bibliografia

- Amaro, A. P., & Pinto, J. P. (2007). Criação de valor e eliminação de desperdícios. *Qualidade*.
- Amaral, R. A. et al. (2011). *Implementação de um sistema de gestão da qualidade: estudo de caso em uma empresa do segmento metalomecânico*. VII Congresso Nacional de Excelencia em Gestão.
- Bhansin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-17410-5>.
- Cardoso, C. (2013). *O que é o índice OEE e para que serve?* Retrieved from Automação industrial: <https://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-o-indice-oe-e-para-que-serve/>
- Carpinetti, L. C. (2012). *Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas*. Editora Atlas.
- Carvalho, A. D. (2007). *Classificação Portuguesa das Actividades Economicas Rev.3*. Retrieved from https://www.ine.pt/ine_novidades/semin/cae/CAE_REV_3.pdf
- Carvalho, R. S. (2011). *Implementação de sistema de gestão da qualidade*. VII Congresso Nacional de Excelencia em Gestão.
- Coutinho F. M. J. & Aquino J. T. (2015). *Os 5s Como Diferencial Competitivo Para o Sistema de Gestão da Qualidade: Estudo de Caso de Uma Empresa de Aços Longos*. Revista Gestão.Org, v. 13, n. 2, 2015. p 176-186.
- European Commission (2009). *Industrial structure 2009: Performance and Competitiveness*.
- Lima, J. B. (2009, Julho). *A influencia da gestão da manutenção nos resultados da organização*. Retrieved from V congresso nacional de excelencia em gestão: http://jetaconsul.dominiotemporario.com/doc/A_Influencia_da_Gestao_da_Manutencao_nos_resultados_da_organizacao.pdf
- Mariotto, F. L. (1991, Abril/Junho). *O conceito de competitividade da empresa: uma análise crítica*. Rev. adm. empres. vol.31 no.2 São Paulo Apr./June 1991 <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901991000200004>
- Martins, S. P. (2014, Outubro). *Implementação de ferramentas Failure Mode and Effects Analysys numa empresa do setor automovel*. Retrieved from https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/33259/1/Dissertação_SaraMartins_MIEGI_2014.pdf
- Mateus A. & Associados, (2011). *Sector Metalurgico e Metalomecanio*. Retrieved from Diagnostico competitivo e Analise estrateguca: http://www.pofc.qren.pt/ResourcesUser/2011_Documentos/Servicos_as_PME/Estudos/Estudo_SectorMM_AIMMAP_Apresentacao.pdf

- Nakajima, S. (1998) *Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. Productivity Press, Cambridge. MA.
- Nicholas, J. (1998). *Competitive manufacturing management*. Europe: McGraw-Hill.
- Rosane de Almeida do Amaral, R. B. (2011). *Implementação de um sistema de gestão de qualidade: um estudo de caso em uma empresa do seguimento metal mecânica* .
- Silva, J. P. (2009). *OEE-A Forma de medir a eficácia dos equipamentos* .
- Simas A. L. (2016). *Gestão Visual em Sistemas Lean: Metodologia de Uniformização*, Tese de Mestrado, Universidade Nova.
- Melton, T. (2005). *ScienceDirect*. Retrieved from The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263876205727465?via%3Dihub>
- Vokurka, R. J., & Davis, R. A. (1996). Just-in-time: the evolution of a philosophy. *Production and Inventory Management Journal*, 37(2), 56.
- Voitto. (2019). *Manutenção. O que é a manutenção produtiva total?*, pp.
<https://blog.acoplastbrasil.com.br/industria-tpm-relacao/>.

Anexo I (modelo de FMEA)

PROCESS FMEA-FAILURE MODE EFFECTS ANALYSIS													
Name / Part Ref.: HDV ABV1420REV1		Involved processes: Supplier Material Reception, Cut and Stamping and Forwarding					Prepared by: Isabel Mira		FMEA Nº 754/2018		Revision Nº 03		
Index: CH00116074							Project Responsible: Maria José Frederico		FMEA original date: 19/03/2018				
							Management validation: Qualifarma		Revision date: 23/09/2018				
TOGM: Isabel Mira(Qualim), José Gonçalves (Material Reception), Mª José Dias (Commercial), José Pedroso (D.Projet, Tech), Frederico Rodrigues (Production, Supplier) and Duarte Martins (Management)							Start Production date: 2018		Next Revision date: 09/2022				
Revision	Function / Description Process	Potential Failure Mode	Potential effect(s) of Failure	Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	Present control		Recommended Action	Responsibility & Target Completion Date	Actions results				
					Prevention	Detection			Finished	Open			
00	1 Setup (OP1)	<ul style="list-style-type: none"> Misalignment of the tool on tool Machine Parameters not ok Cap-43 Tam 	<ul style="list-style-type: none"> Parts out of specification Parts out of specification 	<ul style="list-style-type: none"> Physical Alignment Parameters not ok (Detected) Insufficient parameters not ok 	<ul style="list-style-type: none"> Control of the parts produced Control of the parts produced Control of the parts produced 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 2 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 3 						
00	5 TOH (OP5)	<ul style="list-style-type: none"> Burn Residues / Drag/Manual Lack of Care in the Parts (holes, wear) Cur out of position, holes, marks, bubbles, shear back 	<ul style="list-style-type: none"> Equipment Function Equipment Function Responsibility of Assembly Responsibility of Assembly 	<ul style="list-style-type: none"> Planches out of specification Failure Inappropriate lubrication Wear of the bridge/punches Tool damage Planches tool not clean Break or absence of guide punches Wrong advancement Failure of order to rotate the press 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensional control part Dimensional control part Dimensional control part Visual control by the operator Visual control by the operator Visual and dimensional control Visual and dimensional control Visual control by the operator Visual control by the operator 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 3 3 3 3 3 3 	<ul style="list-style-type: none"> 4 4 4 4 4 4 4 4 	<ul style="list-style-type: none"> Preventive maintenance of the tool Preventive maintenance of the tool Preventive maintenance of the tool Preventive maintenance of the tool 					
		Dimensional Control by controller out of specification (DMS 0.01.03.04) (DMS 0.01.03.04) (DMS 0.01.03.04)	Application Problems or impossibility Assembly	<ul style="list-style-type: none"> Bolter Springs in the tool Press movement not accomplished Advance of the raw material Physical Alignment Not aligned/Engagement Wear tools Lubrication 	<ul style="list-style-type: none"> Follow product analysis from last production Dimensional controls by controller Dimensional controls by controller Dimensional controls by controller Dimensional controls by controller Tool Maintenance Follow the Lubrication parameters 	<ul style="list-style-type: none"> 4 4 4 4 4 4 3 	<ul style="list-style-type: none"> 4 4 4 4 4 4 3 	<ul style="list-style-type: none"> Preventive maintenance of the tool Preventive maintenance of the tool Preventive maintenance of the tool Preventive maintenance of the tool Preventive replacement of wear punches Preventive maintenance of the tool 	<ul style="list-style-type: none"> Program of Flux 271 control of the tool Jose Pedroso Maria Dias 	6	3	3	54
		Measurement errors	Problems in Responsibility of Assembly	<ul style="list-style-type: none"> Causes related to measurement system variability (Sensors, Devices, Parts, Equipment) 	<ul style="list-style-type: none"> WGA Studies Calibration Plan 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 	<ul style="list-style-type: none"> Preventive maintenance of the tool 					
		Recoil or repair of parts	Problems in Responsibility of Assembly	<ul style="list-style-type: none"> Causes related to unappropriated work or 	<ul style="list-style-type: none"> Recoil/Repair application procedure 	<ul style="list-style-type: none"> 3 	<ul style="list-style-type: none"> 3 	<ul style="list-style-type: none"> Preventive maintenance of the tool 					
00	5 Packaging	<ul style="list-style-type: none"> Quantity per box out of specification Part disposition in the box Weight Part Dimension / weight oversize Contamination in inner/cover 	<ul style="list-style-type: none"> Possibility of the stopping at the customer (missing parts) Part Dimension / weight oversize Possibility of the stopping at the customer 	<ul style="list-style-type: none"> "Ficha de Acompanhamento" Mod 07600 The operator didn't follow the packaging specifications Bad definition of the quantity per box Not following the bin-waiting procedure Reduce the periodicity of clearing the bin 	<ul style="list-style-type: none"> Visual Control Visual Control Visual Control Visual Control Visual Control 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 3 3 3 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 3 3 3 						
00	5 Identification	<ul style="list-style-type: none"> Misreading and miswrite Quantity out of the specification Damaged bar codes 	<ul style="list-style-type: none"> Possibility of the stopping at the customer Customer dissatisfaction Possibility of the stopping at the customer Customer dissatisfaction Customer dissatisfaction 	<ul style="list-style-type: none"> Finished product audit "Ficha de Acompanhamento" Mod 07600 wrong "Ficha de Acompanhamento" Mod 07600 wrong Impression error Impression error 	<ul style="list-style-type: none"> Visual control audit Identification by internal label Identification by internal label Visual control and reading barcode Visual control and reading barcode 	<ul style="list-style-type: none"> 3 4 4 3 3 	<ul style="list-style-type: none"> 3 2 2 2 2 						
00	5 Size-finished product workshop	<ul style="list-style-type: none"> Inadequate use of the pulley 	<ul style="list-style-type: none"> Customer dissatisfaction Assembly impossibility 	<ul style="list-style-type: none"> "Ficha de Acompanhamento" Mod 07600 "Ficha de Acompanhamento" Mod 07600 	<ul style="list-style-type: none"> Visual control 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 						
00	6 Setup (OP2)	<ul style="list-style-type: none"> Misalignment of the tool on tool Machine Parameters not ok 	<ul style="list-style-type: none"> Parts out of specification Parts out of specification 	<ul style="list-style-type: none"> Physical Alignment Parameters not ok (Detected) 	<ul style="list-style-type: none"> Control of the parts produced Control of the parts produced 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 	<ul style="list-style-type: none"> 3 3 						

Figura A.I – Modelo de FMEA.