



**Universidade de Aveiro**  
**Ano 2017**

Departamento de Economia, Gestão,  
Engenharia Industrial e Turismo

**XAVIER PRIOR**  
**NETO**

**Gestão e otimização de controlos de qualidade**  
num ambiente *World Class Manufacturing*





**XAVIER PRIOR  
NETO**

**Gestão e otimização de controlos de qualidade  
num ambiente *World Class Manufacturing***

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Maria João Machado Pires Rosa, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro



Dedico este trabalho aos meus pais e à minha irmã, assim como à restante família e amigos pelo apoio incondicional e exemplo que são para mim.

“A gratidão é uma forma singular de reconhecimento, e o reconhecimento é uma forma sincera de gratidão. “  
Alan Vaszatte



## **o júri**

Presidente

**Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre**  
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

**Professor Doutor Luís Miguel Domingues Fernandes Ferreira**  
Professor Auxiliar, Universidade de Coimbra - Faculdade de Ciências e Tecnologia

**Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa**  
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

À Professora Maria João Machado Pires Rosa por todo o tempo despendido, rigor e exigência dedicados a este projeto.

Ao Eng. Paulo Nunes, ao Eng. Florêncio Lima e ao Engenheiro Rui Mendes por todos os conhecimentos que me transmitiram e por todas as experiências que partilhamos.

A todas as pessoas da Funfrap, especialmente do pilar *Quality Control* pela disponibilidade e apoio.

Ao meu pai por ser o meu ídolo e me aconselhar sempre a tomar as melhores decisões.

À minha mãe por ser o meu porto de abrigo, facultando todas as ferramentas necessárias para passar todos as dificuldades, e pelos valores e confiança que me transmite.

À minha irmã por tudo o que representa para mim, por todos os momentos e aprendizagens que adquirimos juntos, sem ela nunca seria a pessoa que sou hoje.

Aos meus avós e à minha madrinha, tio e primo por serem pilares durante o meu crescimento.

À minha namorada por toda a paciência e momentos que me fazem refletir e crescer.

A toda a minha família por tudo.



**palavras-chave**

*World Class Manufacturing*, kaizen, QA Network, Occurrence & Release, 8 Stages of incoming material

**resumo**

O projeto desenvolvido tem como principal tema a gestão e redução de controlos de qualidade numa empresa da indústria de fundição, a Funfrap – Fundição Portuguesa, com base em três metodologias do sistema integrado *World Class Manufacturing (WCM)*.

O conceito de qualidade tem evoluído ao longo do tempo, onde inicialmente apenas era inspecionado o produto final e contabilizados os custos associados a esse controlo. É devido ao desenvolvimento deste, que as indústrias tem a necessidade de melhorar sua qualidade e processo produtivo, através de várias ferramentas, sendo a melhoria contínua (*kaizen*) e a redução de desperdícios, os dois princípios que orientam esta mudança.

A implementação da matriz QA Network permitiu o mapeamento e análise de todos os defeitos e controlos associados ao longo do processo possibilitando identificar várias melhorias, onde através de um *Standard Kaizen* foi possível poupar 18954 €. A metodologia Occurrence & Release motivou um estudo intensivo de todos os postos de três setores ( Moldação, Macharia, Acabamentos e Pintura) definindo intervenções para otimizar o trabalho desenvolvido, onde foi elaborado um *Major Kaizen* com um benefício que pode ascender aos 30 000€. Com os 8 *Stages of incoming material* foi possível perceber a importância dos custos de prevenção e da aplicação com rigor de todas as etapas das metodologias para a obtenção de bons resultados.

O desenvolvimento destes três mini projetos permitiu alcançar mais um ponto ao pilar da qualidade na auditoria realizada pela Fiat Chrysler Automotive.



**keywords**

World Class Manufacturing, kaizen, QA Network, Occurrence & Release, 8 Stages of incoming material

**abstract**

The project has as its main theme the management and reduction of quality controls in a company of the foundry industry, Funfrap - Fundação Portuguesa, based on three methodologies of the integrated system World Class Manufacturing (WCM).

The concept of quality has evolved over time, where initially only the final product was inspected and the costs associated with this control were accounted for. And it's due to the development of this, that industries need to improve their quality and production process, through various tools, being the continuous improvement (kaizen) and waste reduction, the two principles that guide this change.

The implementation of the QA Network matrix allowed the mapping and analysis of all the defects and associated controls throughout the process allowing to identify several improvements, where through a Standard Kaizen it was possible to save 18954 €. The Occurrence & Release methodology motivated an intensive study of all workstations in three sectors (molding, core sector, finishing and painting) defining interventions to optimize the work developed, where a Major Kaizen was elaborated with a benefit that could amount to 30,000 €. With the 8 Stages of incoming material it was possible to perceive the importance of the costs of prevention and the rigorous application of all the steps of the methodologies to obtain good results.

The development of these three mini projects allowed us to reach another point in the quality pillar in the audit carried out by Fiat Chrysler Automotive.



# Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Enquadramento do projeto .....	1
1.2.	Objetivos e metodologias.....	2
1.3.	Organização do relatório de projeto.....	3
2.	<i>WCM – World Class Manufacturing</i> .....	5
2.1.	Desenvolvimento Histórico.....	5
2.2.	Sistema WCM .....	6
2.3.	Metodologia.....	8
2.3.1.	Key Performance Indicators (KPI) e Key Activity Indicators (KAI) .....	10
2.4.	Pilares técnicos .....	11
2.4.1.	Pilar Controlo de Qualidade (Quality Control – QC) .....	13
2.5.	Princípios do WCM.....	14
2.5.1.	Kaizen .....	14
2.5.2.	3 M .....	15
2.5.2.1.	Muda.....	16
2.5.2.2.	Mura .....	18
2.5.2.3.	Muri.....	19
2.6.	Ferramentas operacionais.....	19
2.6.1.	Poka-yoke .....	19
2.6.2.	5 S.....	19
2.6.3.	FMEA .....	20
2.6.4.	Diagrama de Pareto .....	20
2.6.5.	SOP e OPL .....	21
2.6.6.	5 G .....	21
2.6.7.	5 W + 1H.....	22
2.6.8.	4M e 5 Why .....	22
2.7.	Custos de Qualidade.....	22
2.7.1.	Custos de prevenção.....	23
2.7.2.	Custos de avaliação .....	24
2.7.3.	Custos de falhas internas .....	24
2.7.4.	Custos de falhas externas .....	25
3.	Grupo FCA e Funfrap – Fundação Portuguesa.....	27
3.1.	Grupo FCA – Fiat Chrysler Automotive .....	27
3.2.	Grupo Teksid.....	28
3.3.	Funfrap – Fundação Portuguesa.....	28
3.3.1.	Peça estudada .....	29

3.3.2.	Processo Produtivo .....	30
3.3.2.1.	Fusão.....	30
3.3.2.2.	Moldação .....	31
3.3.2.3.	Macharia.....	31
3.3.2.4.	Acabamentos e Pintura .....	32
4.	Gestão e Otimização de controlos da qualidade: aplicação de ferramentas WCM 33	
4.1.	Matriz QA Network.....	33
4.1.1.	Metodologia.....	33
4.1.2.	Trabalho desenvolvido .....	36
4.1.3.	Análise de resultados e sugestões de melhoria.....	38
4.2.	Matriz Occurrence & Release (O&R).....	42
4.2.1.	Metodologia.....	42
4.2.2.	Trabalho desenvolvido .....	45
4.2.3.	Análise de resultados e sugestões de melhoria.....	48
4.3.	8 Stages of incoming material.....	52
4.3.1.	Metodologia.....	53
4.3.2.	Trabalho desenvolvido .....	57
4.3.3.	Resultados .....	61
5.	Conclusões.....	63
6.	Referências Bibliográficas .....	65
7.	Anexos.....	69



## Índice de imagens

Figura 1 Sistema de Schönberger (Fonte: Felice et al., 2013) .....	6
Figura 2 Programa WCM Yashima (Fonte: Felice et al., 2013) .....	7
Figura 3 O templo WCM ( fonte: Ficheiro Funfrap 2017) .....	8
Figura 4 As 3 fases e os 7 passos da metodologia WCM (fonte: Felice et al.,2013) .....	9
Figura 5 KPI e KAI uma visão geral aplicada passo a passo (Felice et al., 2013) .....	10
Figura 6 Kaizen Umbrella adaptado de mentorworks.....	15
Figura 7 Muda Mura e Muri adaptado de Funfrap .....	16
Figura 8 Diagrama de Pareto (Tague, 2005).....	20
Figura 9 - Custos de Qualidade (Kiran, 2016c) .....	23
Figura 10 - Estrutura do Grupo FCA ( <a href="https://www.fcagroup.com">https://www.fcagroup.com</a> ).....	27
Figura 11 Dados sobre o grupo FCA ( <a href="https://www.fcagroup.com">https://www.fcagroup.com</a> ) .....	28
Figura 12 Logótipo do Grupo TEKSID ( <a href="https://www.fcagroup.com">https://www.fcagroup.com</a> ) .....	28
Figura 13 - Funfrap ( <a href="http://www.somague.pt">http://www.somague.pt</a> ) .....	29
Figura 14 Cárter Cilindros 220.....	29
Figura 15 Setores do processo produtivo .....	30
Figura 16 - Machos no molde inferior .....	31
Figura 17 Matrix QA Network sem Poka-Yoke (Funfrap, 2017) .....	35
Figura 18 QA Network com Poka-yoke (Funfrap, 2017).....	36
Figura 19 Ficha técnica de um controlo da qualidade .....	37
Figura 20 Dados relativo ao trabalho desenvolvido.....	38
Figura 21 Gráfico com tipos de defeito no processo produtivo do CC220 .....	39
Figura 22 Gráfico com inspeções sensoriais por setor.....	39
Figura 23 Gráfico da origem dos defeitos por setor .....	40
Figura 24 Identificação da melhoria - Controlo longe da fonte de defeito .....	40
Figura 25 Atividade elementar e defeito na matriz O&R .....	44
Figura 26 Matriz O&R para os diferentes tipos de defeito (Funfrap, 2017) .....	44
Figura 27 - Metodologia O&R (Funfrap, 2017) .....	45
Figura 28 Layout e postos de trabalho do setor Moldação.....	46
Figura 29- Posto de trabalho 3 com matrizes O&R .....	47
Figura 30 Previsão das matrizes O&R após otimização .....	47
Figura 31 Matriz O&R geral dos três setores .....	49
Figura 32 Resultados da ferramenta O&R .....	50
Figura 33 Diagrama de Pareto para as perdas .....	51
Figura 34 Máquina de moldar na Matriz QA Network.....	51
Figura 35 - Potenciais Benefícios do CC 220 .....	52
Figura 36 - 8 Stages of incoming material (Funfrap, 2017) .....	53
Figura 37 Avaliação de matérias-primas e produtos subsidiários (Funfrap, 2017) .....	54
Figura 38 Avaliação dos fornecedores .....	55
Figura 39 Critério de prioridade (Funfrap, 2017) .....	56
Figura 40 Mapa de controlo de características críticas (Funfrap, 2017) .....	56
Figura 41 Matriz do produto estágio e classificação.....	57
Figura 42 - Classificação do produto com base nas suas características .....	57
Figura 43 Avaliação do fornecedor.....	58
Figura 44 - Matriz P/N vs Fornecedor.....	59
Figura 45 Tabela de controlos do P/N e atribuição de estágio .....	59
Figura 46 Matriz classificação P/N vs estágio .....	60
Figura 47 Descrição da recuperação do produto (Apresentação auditoria da Fiat 2017) .....	60
Figura 48 Produtos e fornecedores analisados. ....	61
Figura 49 Evolução dos estágios de cada produto.....	62



## Índice de Tabelas

Tabela 1 KPI e KAI para o pilar QC (fonte: Funfrap, 2017) .....	13
Tabela 2 Análise VNOT (fonte: Funfrap, 2017) .....	14
Tabela 3 Simbologia da matriz QA Network .....	34
Tabela 4 Níveis de Occurrence and Release .....	43
Tabela 5 Melhorias para o setor da Moldação .....	48
Tabela 6 Melhorias para o setor de Acabamentos .....	49
Tabela 7 Melhorias para o setor de Macharia .....	49
Tabela 8 - Critérios de avaliação do produto .....	54
Tabela 9 Critérios de avaliação dos fornecedores .....	55



## Glossário

WCM – *World Class Manufacturing*

TQM - *Total Quality Management*

QC – *Quality Control* ( Controlo da Qualidade)

SH - *Safety & Hygiene* (Higiene e segurança)

CD - *Cost Deployment*

FI - *Focused Improvement* (Melhoria Contínua)

AM - *Autonomous Maintenance* (Manutenção autónoma)

WO - *Workplace Organization* (Organização do posto de trabalho)

PM - *Professional maintenance* (Manutenção profissional)

LOG - *Logistics* (Logística)

EEM - *Early Equipment Management* (Gestão de novos equipamentos)

PD - *People Development* (Desenvolvimento das pessoas)

EE - *Environment & Energy* (Ambiente e energia)

PM – Placa Molde

KPI – *Key Performance Indicators*

KAI – *Key Activity Indicators*

IPF – Índice de Performance do Fornecedor

VNOT – *Vision Needs Objectives and Targets* ( *Visão, Necessidades, Objetivos e Metas*)

SWOT - *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* ( *Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças*)

COQ – *Costs of quality* (Custos de qualidade)

COPQ - *Costs of poor quality* (Custos da má qualidade)

FTQ – *First Time Quality*

JIT – *Just in Time*

WIP - *Work In Progress*

QA - *Quality Assurance* (Garantia da qualidade)

SOP – *Standard Operation Procedures*

OPL – *One Point Lesson*

MP INFO – *Maintenance Prevention Information*



# 1. Introdução

O projeto de Mestrado a seguir apresentado pretende expor as atividades e o papel da qualidade no processo produtivo, com base no trabalho de estágio desenvolvido na Funfrap – Fundação Portuguesa, no âmbito do sistema de gestão integrado WCM – *World Class Manufacturing*. O projeto divide-se em três metodologias distintas onde, através de várias ferramentas, é possível identificar oportunidades e concretizar medidas para melhorar a qualidade da empresa, o que conseqüentemente se traduzirá numa redução dos custos de qualidade.

Neste capítulo é feito um enquadramento do projeto realizado, são introduzidas as metodologias e objetivos a cumprir e ainda apresentada a estrutura deste relatório.

## 1.1. Enquadramento do projeto

O desenvolvimento tecnológico tem promovido aumentos notáveis na produtividade das empresas desde o início da Revolução Industrial. Primeiro, através dos motores a vapor, que trouxeram uma nova forma de criar e transportar produtos, depois a eletrificação levou à produção em massa nos inícios do século XX e, de seguida, a indústria começou a ser automatizada na década de 70.

Atualmente, está a decorrer a quarta revolução industrial, a indústria 4.0, baseada em avanços tecnológicos e digitais, que permitem recolher e analisar dados através de máquinas, tornando os processos mais ágeis e eficientes, que resultam numa maior produtividade de alta qualidade a custos bastantes reduzidos. Tudo isto fomenta o crescimento industrial, aumentando a competitividade e a exigência a nível global. (Rüßmann et al., 2015)

Conseqüentemente, as indústrias são obrigadas a investir cada vez mais em atividades de melhoria de qualidade, procurando reduzir custos de *poor quality*. Estes investimentos devem ser quantificados e estudados para identificar os que apresentam maiores retornos financeiros e podem ser vitais para sobreviver no exigente cenário do mercado atual, cada vez mais globalizado. Além disso, estas atividades são fundamentais para calcular os custos de qualidade. Este conceito surgiu por volta da década de 50 do século XX e considerava apenas os gastos em atividades de controlo e de verificação dos produtos. A ideia evoluiu e os gestores, que até então não valorizavam o importante papel da qualidade, perceberam que os custos de qualidade abrangiam outras áreas, como o departamento de compras e o serviço de apoio ao cliente, e que representavam uma grande percentagem das vendas. Compreendeu-se, sobretudo, que os custos poderiam ser reduzidos de várias formas. Os custos de qualidade são, pois, as despesas associadas aos métodos de melhoria e garantia da qualidade e também os de gestão da *poor quality*. (Evans & Lindsay, 2008; Sailaja, Basak, & Viswanadhan, 2013)

Percebendo a complexidade e a interação existentes entre vários conceitos, métodos, princípios e técnicas operacionais e de gestão de empresas, foram criados sistemas integrados para facilitar o trabalho dos gestores, como é o exemplo do *World Class Manufacturing*. Este sistema orientado pelos resultados obtidos pelo *Toyota*

*Production System* permitiu o renascimento da indústria japonesa após a Segunda Guerra Mundial. O principal objetivo deste sistema consiste em melhorar, de forma contínua, a qualidade, os custos, o tempo de produção, a flexibilidade do processo e o atendimento ao cliente. Para uma redução sistemática de todos os tipos de desperdícios e custos, conta com o envolvimento de todos os colaboradores e com o uso de vários métodos e ferramentas que permitem obter uma produção de alta qualidade e de custos reduzidos, como são o exemplo a matriz *QA Network*, a matriz *Occurrence and Release* e os *8 Stages of incoming material*. (Dokic, Dokic, Arsovski, 2013)

## 1.2. Objetivos e metodologias

O projeto desenvolvido procura analisar e otimizar a linha produtiva do *cárter cilindros 220*, peça estudada, procurando aumentar os níveis de qualidade durante o processo produtivo.

O principal objetivo será estudar os controlos de qualidade e procedimentos de produção da peça referida, tanto no que diz respeito às matérias-primas usadas, como aos produtos subsidiários e a todo o processo produtivo, procurando reduzir o número de inspeções e custos de qualidade, bem como identificar hipóteses de melhoria e implementação das metodologias em toda a fábrica (apresentadas de seguida), e se possível melhorar a classificação do pilar *Quality Control*.

Após várias semanas a perceber o processo produtivo e depois de duas formações de qualidade (uma sobre o pilar Controlo da qualidade e outra sobre as metodologias que seriam implementadas), a matriz *QA Network* foi a primeira metodologia a ser utilizada, tendo sido feito um mapeamento na matriz. Através deste, é possível identificar a fonte, o tipo de defeito e as zonas onde essa imperfeição não pode ser detetada, assim como a localização e o tipo de controlo existente. A nível de melhoria, possibilita perceber se os controlos estão próximos da origem do defeito, se cada controlo desempenha bem a sua função e se é necessário otimizar o processo.

Após a utilização da *QA Network* foi iniciada a implementação da metodologia *Occurrence and Release (O&R)*, que necessita de muito tempo de exploração de cada posto de trabalho durante toda a produção e utiliza o princípio de controlo do processo e não do produto, avaliando o *input* de cada posto (*occurrence*) e o seu resultado (*release*). Esta ferramenta é uma forma de análise que permite melhorar os processos, procurando minimizar a ocorrência de defeitos e a progressão dos mesmos para os postos seguintes. É realizada de uma forma proactiva, no chão de fábrica, com o intuito de avaliar e perceber, com base em critérios de *O&R* definidos, onde existem falhas e de que forma é possível melhorar.

Por fim, foi implementada a metodologia *8 stages of incoming material*, que considera o fornecedor e cliente como um processo único que deve funcionar de forma a satisfazer as expectativas de qualidade do cliente, minimizando custos de qualidade. Isto é possível através da classificação dos produtos por tipo e por estágio - quanto menor for o controlo realizado no cliente (produto) e maior for a robustez do processo do fornecedor, mais elevado será o estágio. Mais uma vez se utiliza o princípio de controlo do processo e não do produto e se procura migrar os controlos para montante. As matérias-primas e produtos subsidiários são avaliados pelas suas características



críticas e o impacto no produto final, pelos controlos existentes no processo, pela expedição do fornecedor e na receção da matéria-prima no cliente, através da análise das fichas técnicas e da realização de auditorias. Já o fornecedor é avaliado pela sua localização e histórico de performance (índice de performance do fornecedor e da sua colaboração).

### **1.3. Organização do relatório de projeto**

O presente relatório está dividido em cinco capítulos.

O primeiro capítulo introduz o projeto através de uma descrição sucinta, com um enquadramento e descrição dos objetivos e metodologias utilizadas.

O segundo capítulo aborda todas as ferramentas e filosofias que foram utilizadas no trabalho desenvolvido neste projeto de estágio.

No terceiro, é feita uma apresentação do grupo Fiat Chrysler Automotive, da TEKSID e da Funfrap, sendo também exposto o processo produtivo e a peça estudada.

O quarto capítulo descreve as três metodologias deste projeto, de que forma foram implementadas e os resultados obtidos com o trabalho desenvolvido.

No quinto e último capítulo, é feito um resumo de todo o projeto, dos resultados conseguidos, dificuldades encontradas e algumas sugestões de melhoria.



## 2. WCM – World Class Manufacturing

O presente capítulo apresenta, de forma breve, várias ferramentas e metodologias que foram utilizadas ao longo do trabalho desenvolvido neste projeto.

### 2.1. Desenvolvimento Histórico

Hayes e Wheelwright foram os primeiros a utilizar, em 1984, o termo *world class manufacturing* (Hayes & Wheelwright, 1984). Estes autores, descrevem o *World Class Manufacturing* (WCM) como o conjunto das melhores práticas, cuja aplicação conduz as empresas a um desempenho superior. Hayes e Wheelwright (1984) referem ainda que é através de uma procura constante da melhoria contínua, por intermédio de pequenos progressos, que as empresas WCM obtêm vantagem competitiva o que se traduzirá num crescimento constante ao longo do tempo.

O conceito WCM foi desenvolvido através de um estudo profundo das práticas implementadas maioritariamente por empresas japonesas e germânicas, que possuíam um desempenho de excelência, tendo obtido por esse motivo o título de “*world class*”. (Fabio Felice, Petrillo, & Monfreda, 2013). Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão, devastado pelo conflito, procurou fazer renascer a sua economia adaptando as ideias utilizadas na indústria automóvel japonesa com a finalidade de obter vantagem competitiva. Os principais objetivos passavam pela melhoria contínua relativamente à qualidade, custos, atendimento ao cliente, flexibilidade de produção e redução do *lead time*. Isto seria possível alcançar por meio da aplicação de um conjunto de vários conceitos, princípios e técnicas para a gestão de operações (Pałucha, 2012).

No entanto, outros autores reformularam e desenvolveram o conceito de fabricação em classe mundial baseados em novas e práticas ferramentas, como o *Just-in-Time* (JIT) e a gestão da qualidade (Flynn, Schroeder, & Flynn, 1999).

São vários os exemplos do desenvolvimento do WCM. Destacam-se, em particular, as abordagens de Gunn (1987) e de Schönberger. A primeira revela que para se obter a WCM é necessário uma interação com todos os elementos da cadeia de abastecimento, fornecedores, clientes internos e clientes finais; além disso, sublinha a integração de um sistema de *Total Quality Management* (TQM), um *Computer Integrated Manufacturing* (CIM), uma produção JIT e ainda uma mudança radical na mentalidade dos trabalhadores (Felice & Petrillo, 2015). Já Schönberger desenvolveu o seu conceito de WCM através da criação de um sistema integrado e flexível para atingir uma elevada competitividade e produtos de elevada qualidade, baseado em cinco pilares (cf. Figura

1): *Total Productive Maintenance (TPM)*, *Total Quality Management (TQM)*, simplicidade, envolvimento dos colaboradores e *Just-In-Time* (Felice et al., 2013).

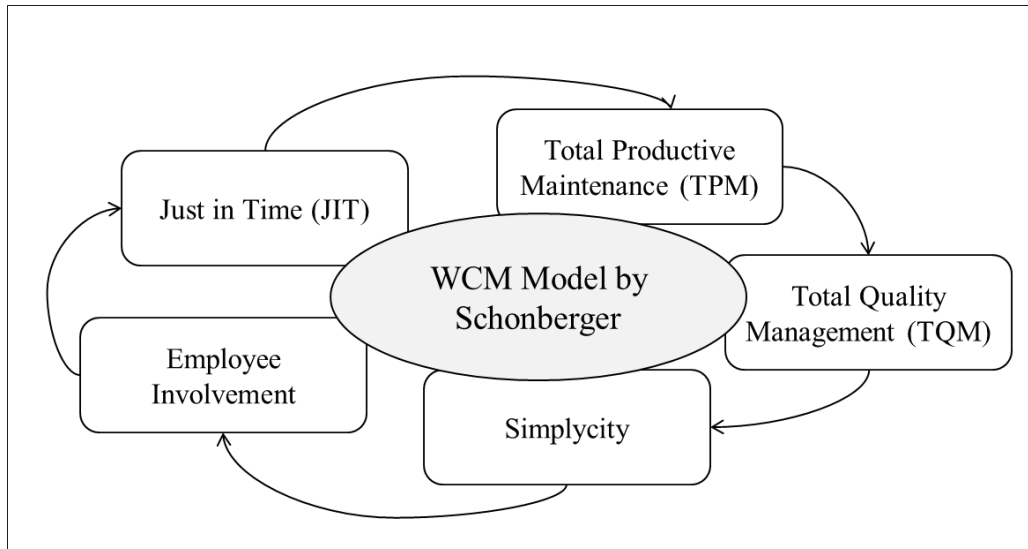


Figura 1 Sistema de Schönberger (Fonte: Felice et al., 2013)

## 2.2. Sistema WCM

Atualmente, o desenvolvimento tecnológico e a globalização têm causado mudanças significativas no ambiente industrial. O aumento da competitividade tem forçado as empresas a definir objetivos estratégicos para aumentar a produtividade e a eficiência global das linhas de produção com o mínimo de custos (Felice et al., 2013). Na indústria automotiva há, hoje, mais oferta que procura, o que gera uma maior exigência da parte do cliente. Existindo um vasto leque na oferta, o consumidor/cliente tem mais opções de escolha e torna-se, por isso, mais exigente na seleção do produto a comprar.

A qualidade do produto é um fator importante para a aquisição, mas os serviços prestados pós-venda, como a manutenção, também são fatores importantes no momento da decisão do cliente. Portanto, as políticas das empresas são focadas cada vez mais na satisfação do cliente, apresentando produtos e serviços de qualidade, com valor agregado e procurando a valorização dos seus colaboradores (Pałucha, 2012). Com a implementação do WCM, existirá um aumento da eficiência da empresa em diversas áreas que contribuirá para a melhoria do seu funcionamento (Gajdzik, 2013).

De acordo com Dokic, Dokic e Arsovski (2013:605):

*“World Class Manufacturing is not a cure and should not be accepted as a religion. This is an operating strategy that if it is properly applied, gives a new dimension of production which correspond to rapid inclusion of new high quality products, faster decisions and increased productivity products.”*

Em 2005, o grupo Fiat Group Automobiles, atualmente denominado Fiat Chrysler Automotive, pôs em prática o programa WCM desenvolvido pelo Professor Hajime Yamashina, que defendia que o mais importante numa fábrica é a sua flexibilidade produtiva e a rápida resposta a alterações, propondo como definição de WCM uma empresa que procura a excelência na engenharia de produção, melhoria contínua e o conhecimento detalhado do chão de fábrica através de um sistema integrado (Felice et al., 2013; Yamashina, 1995).

Na Figura 2, pode ver-se que o WCM é um sistema integrado semelhante a um sistema TQM, que tem como base quatro métodos para áreas distintas, onde se irão obter diferentes objetivos, apenas possíveis através do envolvimento e da consciencialização dos trabalhadores quanto à criação de valor e satisfação do cliente (Pałucha, 2012; Dokic, Dokic, Arsovski, 2013).

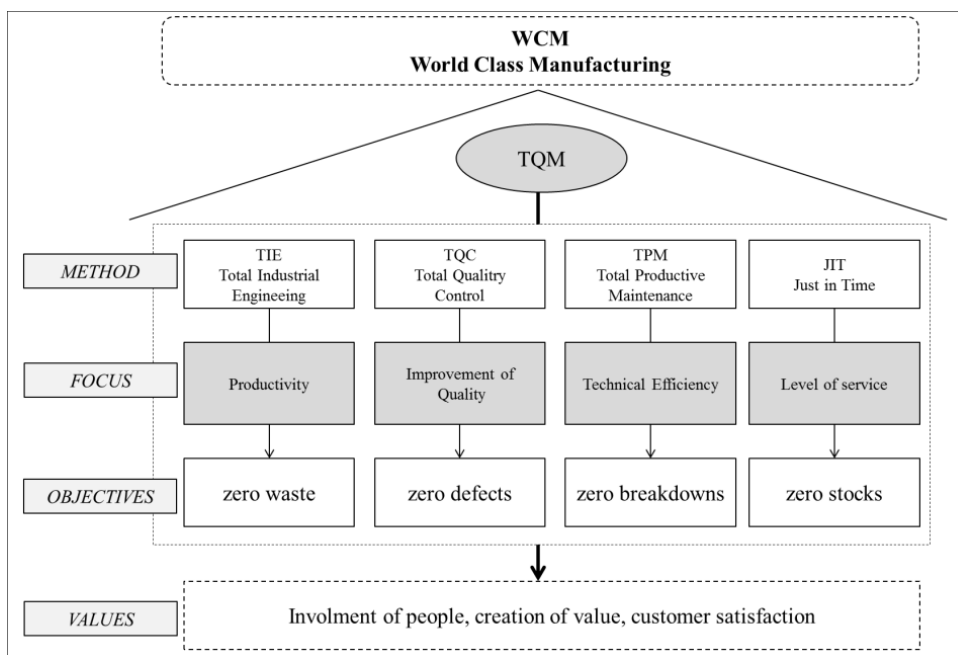


Figura 2 Programa WCM Yashima (Fonte: Felice et al., 2013)

## 2.3. Metodologia

### WCM Temple

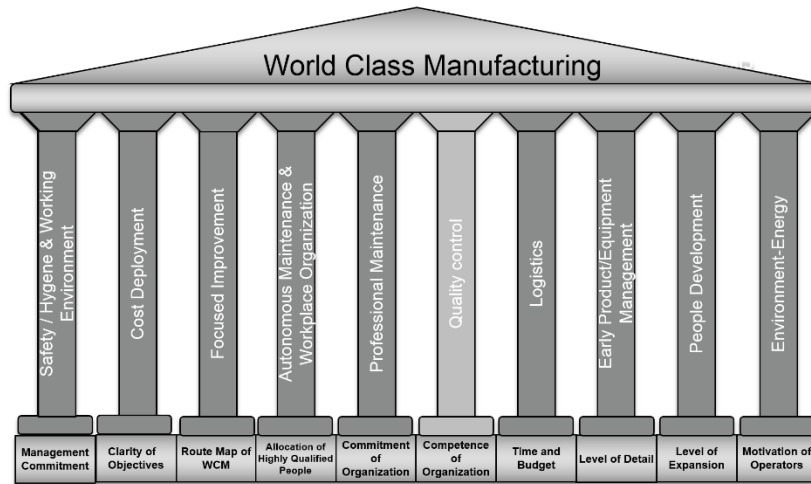


Figura 3 O templo WCM ( fonte: Ficheiro Funfrap 2017)

O WCM é figurado num templo suportado por 10 pilares técnicos e 10 pilares de gestão que estão interligados (Figura 3) (Felice& Petrillo, 2015). A abordagem feita pelo WCM é iniciada com a criação de áreas modelo. Se se obtiverem bons resultados neste domínio, expandem-se as ferramentas e as metodologias dessa área em toda a fábrica.

Por intermédio de auditorias, os administradores são capazes de perceber a evolução da empresa, onde todos os pilares são avaliados numa escala de zero, nota mínima, a cinco, nota máxima.

Os pilares de gestão, seguidamente enumerados, são linhas orientadoras para os pilares técnicos, habitualmente geridos pelos gestores de topo. Cada pilar de gestão não se relaciona apenas com um pilar técnico, mas com vários, criando uma visão para toda a empresa. Os pilares de gestão são os seguintes:

- 1) compromisso da gestão;
- 2) clareza dos objetivos;
- 3) *route map* to WCM;
- 4) alocação de pessoas qualificadas para as áreas modelo;
- 5) compromisso da organização;
- 6) competência da Organização em direção à Melhoria;
- 7) tempo e orçamento;
- 8) nível de detalhe;
- 9) nível de expansão;
- 10) motivação dos operadores.

A nota atribuída aos pilares de gestão assenta numa análise feita a cinco aspetos que variam consoante o pilar. Para os pilares técnicos, a avaliação é determinada através da metodologia dos sete passos que estão divididos em três fases: a reativa, a preventiva e a proativa. Em cada passo existem objetivos que têm de ser cumpridos e ferramentas que têm de ser utilizadas para ser possível avançar para o passo seguinte.

Na Figura 4 é possível verificar a relação entre os passos e as fases (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Midor, 2012).

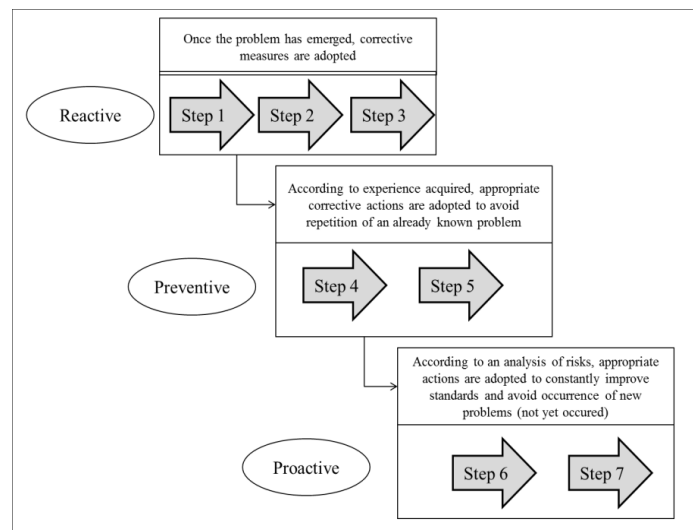


Figura 4 As 3 fases e os 7 passos da metodologia WCM (fonte: Felice et al.,2013)

Cada pilar pode obter uma nota máxima de cinco valores e cada empresa WCM pode ter no máximo 100 valores. A classificação atribuída depende de vários fatores e pode ser de 3 tipos (Midor, 2012) :

- Bronze (entre 50 e 59 pontos)
  - criar de condições básicas para uma produção competitiva;
  - atingir uma redução considerável de custos (10-20%);
  - criar *know-how* para atacar principais perdas de energia;
  - reduzir qualquer problema de qualidade para um  $\frac{1}{3}$ ;
  - reduzir tempo de entrega para metade.
  
- Prata (entre 60 e 69 pontos)
  - alcançar uma melhoria considerável em áreas como qualidade, custos, produção e eficiência;
  - melhorar continuamente o processo de perdas de energia e criar *know-how* para as reduzir;
  - reduzir os custos em cerca de 20-40%;
  - reduzir qualquer problema de qualidade para um  $\frac{1}{7}$ ;
  - reduzir tempo de entrega para  $\frac{1}{3}$ .
  
- Ouro (mais de 70 pontos)
  - alcançar a *world class* nos produtos e serviços vendidos;
  - implementar uma filosofia efetiva de *know-how* na área de ataque de perda;
  - potenciar a realização de pesquisas para ter mais conhecimento sobre o processo;

- reduzir problemas de qualidade para  $\frac{1}{10}$ ;
- reduzir os custos em cerca de 40-60%;
- reduzir o tempo de entrega para um  $\frac{1}{4}$ .

(Midor, 2012)

### 2.3.1. Key Performance Indicators (KPI) e Key Activity Indicators (KAI)

Como referido anteriormente, o WCM é um sistema que ajuda as empresas a continuar competitivas, tendo como foco essencial a melhoria contínua, que só pode consolidar-se mediante a implementação de um fino processo de avaliações sistemáticas. Porque para obter uma performance de classe mundial, fazer medições é essencial porque “*if you can’t measure it, you can’t manage it and thus you can’t improve upon it*”. (Felice et al., 2013)

É neste contexto que os *Key Performance Indicators* (KPI) e os *Key Activity Indicators* (KAI), se tornam importantes ferramentas para os responsáveis dos pilares e os administradores conseguirem medir o progresso, considerando várias vertentes do sistema WCM e diferentes indústrias, sabendo que alcançando os valores dos KPI e dos KAI pretendidos, existe maior facilidade de analisar e relacionar a evolução da performance associada aos custos e benefícios, assim como com os indicadores de atividade é possível verificar o desenvolvimento de várias atividades e de metodologias como os sete passos apresentado na Figura 5.

Os KPI apresentam os resultados de melhoria associados a vendas, produtividade, lucro, *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time to Repair* (MTTR) e performance de equipamentos (Funfrap, 2017; Kennerley & Neely, 2003; Yamashina, 1995).

Os KAI ajudam a controlar o desenvolvimento dos projetos para atingir metas anteriormente decididas, como por exemplo projetos kaizen criados, problemas resolvidos e *One-Point-Lesson* criadas (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Murata & Katayama, 2009).

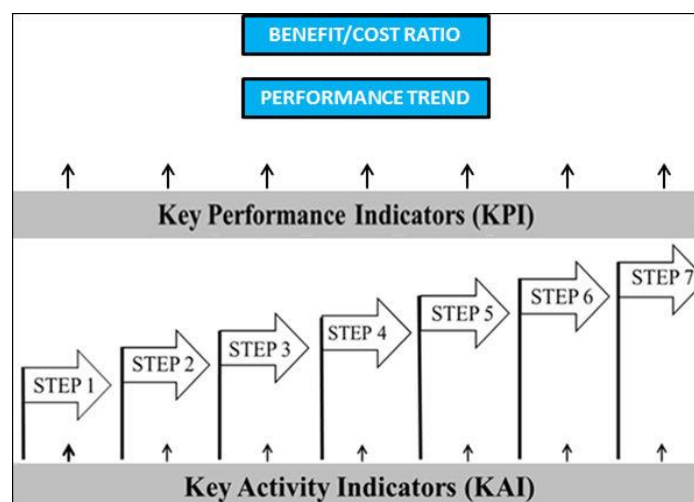


Figura 5 KPI e KAI uma visão geral aplicada passo a passo (Felice et al. 2013)



## **2.4. Pilares técnicos**

Como referido anteriormente o Sistema WCM possui dez pilares técnicos. Cada pilar possui uma equipa, um líder, KPI e KAI definidos para avaliar a evolução do pilar. Para um bom funcionamento do pilar devem ser feitas duas análises a VNOT (*Vision Needs Objectives and Targets*) e a SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*). Os pilares são apresentados brevemente de seguida:

### **1) Higiene e segurança (Safety & Hygiene – SH)**

O pilar higiene e segurança procura melhorar o ambiente de trabalho a nível da segurança e da saúde, através da prevenção, redução e eliminação de perigos e potenciais causas de acidentes, assim como melhorar a ergonomia dos postos de trabalho, eliminando esforços e posições que podem ser prejudiciais à saúde (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Pałucha, 2012).

### **2) Cost Deployment (Distribution of Costs) (CD)**

O Cost Deployment é um pilar que analisa os custos e perdas de toda a empresa. Para esta análise, são usadas diversas ferramentas, como o diagrama de Pareto, que servem para identificar as maiores perdas ou os maiores custos, de modo a que se possam definir planos de atividades para a redução de desperdícios. Em cada nova planificação de atividades, são quantificados os potenciais benefícios e receitas para determinar a viabilidade do projeto. Para um bom funcionamento deste pilar, é importante o acompanhamento próximo da gestão de topo com foco na melhoria contínua (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Pałucha, 2012; Dokic, Dokic, Arsovski, 2013).

### **3) Melhoria Contínua (Focused Improvement - FI)**

Este pilar, que é centrado na melhoria contínua (Kaizen), é essencial para a obtenção de bons resultados.

Todos os trabalhadores podem realizar Kaizen's (um documento que descreve, analisa e pode solucionar problemas) com sugestões de melhoria, conforme a natureza do problema. O tipo de Kaizen a desenvolver e o formulário a preencher variam, possuindo uma estrutura de desenvolvimento de projeto diferente, adequada a cada situação. Existem diferentes tipos de Kaizen, desde os mais simples (*Quick Kaizen*) até aos mais complexos (*Standard Kaizen, Major Kaizen, Advanced Kaizen*).

Feito o estudo dos Kaizen apresentados, a equipa FI cria ações corretivas com vista à resolução do problema, reduzindo desperdícios e eliminando as atividades que não acrescentam valor e revelam falhas, com a finalidade de melhorar a competitividade e eficiência da empresa (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Pałucha, 2012).

#### **4) Manutenção autónoma e organização do posto de trabalho (Autonomous Maintenance & Workplace Organization - AM & WO)**

Frequentemente são observados nas indústrias, equipamentos e maquinaria que operam em más condições situação que irá traduzir em perdas para a empresa, quer em termos de desperdícios quer em tempo de produtividade, devido a paragens mais prolongadas para reparação de máquinas, situação que se evitaria com um plano de manutenção adequado a cada equipamento. O pilar AM & WO tem, por isso, como principais objetivos a criação de planos de limpeza e manutenção de equipamentos, melhoria e organização de postos de trabalho, melhoria da eficiência e capacidade do processo produtivo e redução de desperdícios, como p.e movimentação de trabalhadores para encontrar ferramentas na realização de uma atividade. (Funfrap, 2017; Pałucha, 2012)

#### **5) Manutenção profissional (Professional maintenance - PM)**

O âmbito das atividades realizadas no pilar PM é estabelecer um plano de trabalho que envolva operadores, máquinas e técnicos responsáveis pela reparação e manutenção de equipamentos. Deste plano constará a formação de todos os intervenientes no processo de fabrico com máquinas, operadores e técnicos de manutenção, que irá permitir que todos possam estar envolvidos no controle de falhas ou avarias. O objetivo final é obter zero avarias (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Pałucha, 2012).

#### **6) Controlo da qualidade (Quality Control - QC)**

Com a maior exigência do mercado, a qualidade é cada vez mais um fator determinante para o sucesso de uma empresa. No pilar QC são obtidos os custos da empresa inerentes a defeitos detetados no fabrico. O principal objetivo é garantir que a empresa consiga produtos de qualidade a preços competitivos formando colaboradores e criando processos para a realização de cada atividade reduzindo a variabilidade. (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Pałucha, 2012)

#### **7) Logística (Logistics – LOG)**

A logística é fundamental para cumprir outro objetivo do WCM que é a eliminação de *stocks*. Para uma produção JIT cabe à logística garantir a criação e gestão do fluxo contínuo ao longo da cadeia de abastecimento, minimizando o transporte de produtos e obtendo o máximo de benefícios da parte dos fornecedores (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Pałucha, 2012).

#### **8) Gestão de novos equipamentos (Early Equipment Management - EEM)**

Este pilar é baseado na aplicação e realização de novos projetos, tendo como base de trabalho as melhores práticas da empresa relativas ao desenvolvimento de melhorias nas linhas de produção, reduzindo o tempo de inatividade de máquinas e o custo do ciclo de vida. É também responsável pela análise e implementação de projetos a nível de fabricação, procurando uma fácil manutenção e elevada autonomia sempre focados na melhoria contínua (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Pałucha, 2012).

## 9) Desenvolvimento das pessoas (People Development - PD)

O pilar PD centra-se no desenvolvimento das capacidades dos colaboradores, através da formação adequada, com vista à melhoria das competências necessárias para a realização das suas funções. Para além disso, garante que técnicos e *staff* possam estar qualificados para preparar e formar novos colaboradores com as competências necessária para desenvolver as suas funções no posto de trabalho onde poderão vir a ser inseridos (Funfrap, 2017; Gajdzik, 2013; Pałucha, 2012).

## 10) Ambiente e energia (Environment & Energy - EE)

O último pilar procura cumprir com os requisitos da gestão ambiental e possui uma forte componente de consciencialização social para a proteção do ambiente, assim como para a redução da poluição e consumos energéticos. O pilar EE assenta na formação e sensibilização para a redução de resíduos, na criação de atividades e na aplicação de medidas de sustentabilidade e preservação, entre as quais se destacam a instalação de depósitos de lixo com vários compartimentos para a reciclagem, a inspeção ao sistema de ar comprimido com objetivo de redução das fugas de ar e ainda a realização de auditorias internas para cumprir com a norma ISO 14000 (Gajdzik, 2013; Pałucha, 2012; Dokic, Dokic, Arsovski, 2013).

### 2.4.1. Pilar Controlo de Qualidade (Quality Control – QC)

Este é um pilar focado na qualidade do produto e na eliminação de fontes de defeito e variação. Com o aumento da competitividade a nível mundial, em especial na indústria automóvel, é fundamental que as empresas consigam reduzir os custos de “*poor quality*” (cf. tópico desenvolvido em 2.7).

Tendo em vista os objetivos referidos no ponto 6 do tópico 2.4, este pilar procura: formar e alertar os trabalhadores sobre o tema da qualidade; criar processos à prova de erro; reduzir tarefas de retrabalho e criar procedimentos padronizados para a realização de tarefas. Como referido anteriormente, sendo um pilar técnico, conta com uma equipa e um líder que definem indicadores e realizam análises para criar uma estratégia para projetos futuros (Felice et al., 2013; Funfrap, 2017; Pałucha, 2012). Os KPI e KAI deste pilar são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 KPI e KAI para o pilar QC (fonte: Funfrap, 2017)

	Nome	Unidade
KPI	Custos de má qualidade (COPQ)	€ / Ton APA
	First Time Quality (FTQ)	%
	Sucata interna	%
	Sucata externa	PPM
KAI	Projetos	Nr.
	Problemas de qualidade resolvidos	%
	OPL	Nr.
	SOP	Nr.

A análise VNOT (Visão, Necessidades, Objetivos, Metas) é apresentada na Tabela 2:

Tabela 2 Análise VNOT (fonte: Funfrap, 2017)

Visão			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudar a lógica de controlo de produto para controlo do processo.</li> <li>• Aplicação de métodos para a resolução de problemas com eficácia.</li> </ul>			
Necessidades			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assegurar um contínuo desenvolvimento dos processos e produtos, para aumentar a satisfação dos trabalhadores</li> <li>• Reforçar a melhoria do sistema de gestão da qualidade</li> </ul>			
Objetivos			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zero defeitos</li> <li>• Redução dos custos da não qualidade</li> <li>• Aumentar o envolvimento dos colaboradores na melhoria contínua</li> <li>• Melhorar os indicadores de qualidade</li> </ul>			
Metas			
CNQ = €/Ton APA	FTQ = %	Sucata interna = %	Sucata externa = %

## 2.5. Princípios do WCM

De entre os princípios do WCM apresentam-se neste ponto dois com maior relevância para o trabalho desenvolvido: o Kaizen e os 3M's. Estes têm importância na procura constante de melhoria, o que permite que as empresas continuem a evoluir, e porque baseado nestes que foram identificadas e implementadas intervenções de otimização.

### 2.5.1. Kaizen

A palavra *Kaizen* é originária do Japão. *Kai* significa “mudar” e *zen* significa “bem”. “Mudar bem” está, pois, intrinsecamente relacionada com a filosofia da melhoria contínua que pode ser aplicada em qualquer sítio, tanto em casa como no trabalho. Numa empresa, o *Kaizen* está associado a melhorias contínuas que pressupõem a envolvimento de todos os colaboradores dos vários setores, de modo a que, através de pequenas mudanças, se consigam aperfeiçoar os diversos processos na empresa, seja num domínio ou local mais específicos, seja no enquadramento geral de toda a estrutura (Kiran, 2016a; Scotelano, 2007).

Shingo (1989) apresenta duas visões relativamente à evolução e desenvolvimento das organizações. A primeira é através do *Kaizen* e melhoria contínua,

com pequenos passos, e a outra está relacionada com grandes mudanças nas empresas. Kiran (2016a) faz uma comparação semelhante entre a melhoria contínua e a inovação, que diferem no tamanho do investimento para alcançar os melhores níveis de performance. A ideia de ambos os autores é semelhante e realça as vantagens de uma melhoria gradual, na qual os colaboradores têm mais tempo para adquirir e consolidar novos conceitos e processos, existindo maior facilidade na identificação dos desperdícios e novas oportunidades de melhoria. Tudo isto considerando os pequenos, mas muitas vezes muito significativos, investimentos.

Portanto a filosofia *Kaizen* é um princípio muito utilizado nas indústrias e tem como base a eliminação de desperdícios através de uma melhoria contínua.

Deming descreve a melhoria contínua como “*Improvement initiatives that increase successes and reduce failures*” (Sundar, Balaji, & Satheeshkumar, 2014). Esta implica uma mudança cultural no local de trabalho, no *mindset* dos trabalhadores, de forma a ser incutido um desejo por qualidade e excelência para o sucesso da empresa.

A Figura 6 ilustra a abrangência do *Kaizen*.



Figura 6 Kaizen Umbrella adaptado de mentorworks

### 2.5.2. 3 M

Com um mundo cada vez mais globalizado, a competitividade entre empresas aumentou, factor que as obriga a evoluir constantemente. Sendo forçadas a encontrar soluções para otimizar a sua produção ao máximo, para poderem acompanhar essa exigente evolução, a implementação de metodologias como o WCM e a utilização de determinados *softwares* pode ser vital para as empresas ganharem mercado. O WCM tem algumas ligações com a metodologia *Lean*, que nasceu no Japão, na Toyota, na

década de 40 do século XX. Na altura, foi criado um sistema que se baseou na eficiência e produção com um fluxo contínuo, tendo a noção de que apenas uma pequena fração do tempo de produção total acrescenta valor ao produto final, comprado pelo cliente (Melton, 2005). O engenheiro Taiichi Ohno, considerado o pai do TPS, observa que a falta de padronização e racionalização gera a “muda”, “mura” e “muri” ( Figura 7) em processos que eventualmente levam à produção de produtos defeituosos (Ohno, 1988).

### 2.5.2.1. Muda

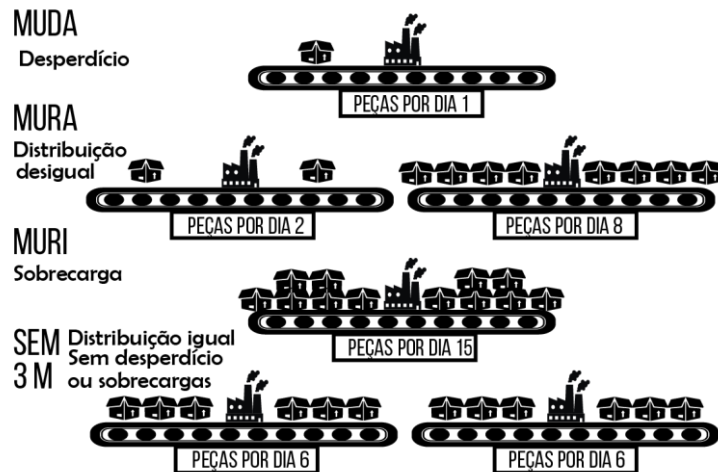


Figura 7 Muda Mura e Muri adaptado de Funfrap

No decorrer de todo o processo de produção, desde o fornecimento de matéria-prima até à entrega do produto final, o artigo terá a si agregado valor por cada atividade, ação e serviço realizados. Durante o processamento, há resíduos que reduzem a rentabilidade do produto e que geram custos desnecessários para a empresa. Portanto, é importante que a empresa crie ferramentas e mecanismos para eliminar esses resíduos.

“Muda”, na língua japonesa, é o termo que representa todas as atividades que não agregam valor, representando as *Non-Value Adding Activities* (NVAA) que devem ser eliminadas, de modo a que as receitas da empresa aumentem.

Foi Ohno (1988) que inicialmente desenvolveu e definiu sete tipos de desperdícios, tendo, mais tarde, Liker (2004) adicionado um oitavo tipo de desperdício, que ajuda a identificar as NVAA e desenvolver ações para eliminar estas atividades. Em seguida, elencamos e abordamos brevemente cada um dos oito tipos de desperdícios:

- defeitos;
- excesso de produção;
- tempo de espera;
- talento não utilizado;
- transporte;
- inventários;
- movimentações;

- excesso de Processamento.

## **Defeitos**

Produtos defeituosos não cumprem as exigências dos clientes, porque os parâmetros ou características não estão conformes, devido a defeitos (primeira forma de resíduos). Estes produtos podem ser retrabalhados, ou, se não houver maneira de corrigir o defeito, são descartados. Isso leva a um aumento do *lead time* e dos custos. Existem duas ferramentas para a prevenção da ocorrência de defeitos: os *Poka-Yoke* e o *Standard Work*. *Poka-Yoke* são sistemas que eliminam a possibilidade de ocorrência de erros existentes através de sistemas de alerta (para alertar o empregado) e sistemas de controle para quando há desvios das características padrão (Shingo, 1989). O *Standard Work* funciona através de SOP's (*Standard Operating Procedures*) e OPL's (*One Point Lesson*) que ajudam os trabalhadores a realizar atividades em sequências predefinidas e organizadas, reduzindo as variações nas estações de trabalho (Mann, 2014).

## **Excesso de produção**

O excesso de produção consiste no fabrico de produtos sem um cliente final definido. Para combater este desperdício é essencial conhecer conceitos como *Pull system*, *JIT* e *Kanban*. *Pull system* é um sistema cujo processo de produção é acionado pelo cliente, ao fazer a compra ou encomenda. O *JIT* é uma metodologia que privilegia a produção apenas no tempo certo, no momento certo e na quantidade certa, eliminando *stocks* intermediários e custos com manipulação e armazenamento do produto. O *Kanban*, termo japonês para “cartão”, é um sistema de produção auto gerenciado, no qual o material se move para jusante no fluxo de valor, enquanto a informação sobre o que se produz se move para montante (Geiger, Hering, Kummer, & Fachbuch, 2011).

## **Tempo de espera**

Esperar é um desperdício de tempo e é mais uma NVAA no processo. Contudo, fazendo uma análise dos tempos e o balanceamento da linha, este desperdício pode ser reduzido. Através do estudo dos tempos, é possível analisar e calcular tempos de espera, tempos de produção, *lead times* e *takt time*, algo essencial para logística e otimização empresarial. O balanceamento da linha é usado para a equilibrar, de modo que todas as máquinas e estações de trabalho tenham um tempo de ciclo semelhante (Duggan, 2002).

## **Transporte**

Há transporte sempre que o produto é movimentado sem sofrer quaisquer alterações, o que conseqüentemente afeta o *lead time*. Para reduzir o número de transportes, é importante organizar estações de trabalho através de ferramentas como *spaghetti diagrams* e alterações do *layout* da planta e estações de trabalho, para que o produto não tenha de ser transportado vezes desnecessárias para chegar ao seu estado final (Funfrap, 2017).

## **Movimento**

Esta forma de desperdício consiste no tempo gasto pelos funcionários em movimentos para a execução de seu trabalho. Tanto pode observar-se no simples movimento efetuado para pegar numa ferramenta, como na execução da sua atividade no local de trabalho. Para isso, como no caso do desperdício “Transporte”, devem utilizar-se as ferramentas *spaghetti diagrams* e 5 S's.

### **Excesso de processamento**

Um dos princípios do *Toyota Production System* é que um produto só deve ser processado o necessário, não levando a cabo tarefas extras que o cliente não pediu. Para se entender se há excesso de processamento, deve ser elaborado um mapa do processo, no qual seja possível verificar todas as atividades na produção de um produto.

### **Inventários**

Os *stocks* são produtos acabados ou semiacabados gerados pela falta de sincronização e pelo processo desequilibrado que leva a custos desnecessários com inventário e armazenamento. O *Kanban* e o balanceamento de linhas, bem como *One-Piece-Flow*, são ferramentas importantes para a eliminação deste desperdício. *One-Piece-Flow*, como o nome indica, assenta na ideia de que apenas uma peça é processada de cada vez, o que diminui o *Work-In-Progress* (WIP) e, conseqüentemente, *stocks* intermediários.

### **Talento não utilizado**

Referindo-se ao TPS nos anos 90, a Toyota investiu seis vezes mais em horas de formação para novos funcionários do que a América do Norte e mais de duas vezes que a Europa (Womack, Jones, & Roos, 1990), o que mostra a importância dada aos conhecimentos e habilidades do trabalhador. Todos os funcionários devem ter conhecimento para realizar suas atividades corretamente e ainda saber usar ferramentas como o Kaizen para poder otimizar seu trabalho e o processo em geral.

#### **2.5.2.2. Mura**

*Mura* é outro termo japonês e significa variância e irregularidade, representando também a desigualdade entre atividades e máquinas. Duas das várias premissas descritas por Hopp & Spearman (2001) são:

- a variabilidade irá sempre degradar o desempenho do sistema de produção;
- a variabilidade no sistema será condicionada por uma combinação de inventários, capacidade ou tempo.

Para a redução da irregularidade, ao nível do cliente, várias ferramentas e metodologias podem ser utilizadas para nivelamento (como referido anteriormente, o JIT), de modo a



que, através de um planejamento adequado, máquinas e funcionários trabalhem para atingir os objetivos com uma cadência adequada.

### **2.5.2.3. Muri**

*Muri* significa que os operadores ou máquinas são utilizados para além dos seus limites naturais, o que, conseqüentemente, leva a vários problemas, como danos indesejados e questões de segurança (Liker, 2004). A qualidade do produto final também será afetada devido à degradação das máquinas e ao desempenho dos funcionários. Por aqui se infere que o *muri* gera o *muda* (Hines, Found, & Griffiths, 2011).

## **2.6. Ferramentas operacionais**

Como referido anteriormente, os sistemas de qualidade têm evoluído ao longo do tempo e atualmente o foco da melhoria da qualidade tem sido alterado do produto para o processo. Diferentes ferramentas operacionais são atualmente utilizadas na otimização da qualidade no processo.

### **2.6.1. Poka-yoke**

*Poka-yoke* é o nome que se dá aos dispositivos ou sistemas que previnem ou impossibilitam a ocorrência de erros. Os sistemas de qualidade que envolvem dispositivos *poka-yoke* e inspeções são designados por Shigeo Shingo por ZED (Zero Quality Control) (Vinod, Devadasan, Sunil, & Thilak, 2015).

*Poka-yoke* é um termo japonês que significa “à prova de erro”, o que torna impossível a ocorrência de erro ou a progressão do erro no processo, depois de ser detetado.

É possível concretizar este conceito da forma correta através da criação, por exemplo, de encaixes específicos nos processos de montagem (Juran & Godfrey, 1998; Tague, 2005)

Saurin, Ribeiro, & Vidor (2012) definiram o *poka-yoke* como um dispositivo que previne a ocorrência de anormalidades durante a execução de tarefas num processo e ainda como dispositivos que podem proteger a saúde e segurança dos trabalhadores. Os *poka-yoke* podem ser proativos, prevenindo a ocorrência de defeitos, também designados *Error Proofing devices*, ou reativos, quando detetam defeitos e anomalias, designados por *Mistake Proofing devices* (Funfrap, 2017; Vinod et al., 2015).

### **2.6.2. 5 S**

O método dos 5 S é originário do Japão, onde era utilizado para suportar as ferramentas *Lean*, e está fortemente ligado aos processos de limpeza, ordem, padronização e organização dos postos de trabalho. A implementação desta metodologia traduz-se em melhores condições no processo produtivo, o que origina produtos e serviços de melhor qualidade (Míkva, Prajová, Yakimovich, Korshunov, & Tyurin, 2016).

O método dos 5 S consiste na aplicação de 5 fases (associadas a termos japoneses). A ordem dessas fases, seguidamente elencadas, é relevante e pode ser responsável por grandes melhorias nas empresas:

1. *Seiri* (separar) - identificação do que é necessário e eliminação do que é desnecessário no local de trabalho;
2. *Seiton* (organizar) – classificar, organizar e ordenar tudo o que é essencial para a realização do trabalho por frequência de utilização e dimensão;
3. *Seiso* (limpar) – limpeza e identificação de problemas, como fugas de óleo;
4. *Seiketsu* (padronizar) - implementação de normas de execução e de procedimentos para um cumprimento contínuo das etapas anteriores;
5. *Shitsuke* (manter) – implementação de uma cultura de rigor nos processos e de autodisciplina para não voltar ao estado de desorganização (Funfrap, 2017)

### 2.6.3. FMEA

A ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) é uma das melhores ferramentas de gestão e análise de potenciais defeitos. O conceito foi desenvolvido durante a década de 40 do século XX e a sua abordagem é feita passo a passo para identificar e listar todas as potenciais falhas que possam ocorrer num determinado produto, serviço, projeto ou processo produtivo, além de analisar os efeitos produzidos por cada falha e a severidade dos mesmos, definindo ações para eliminar as lacunas detetadas. A prioridade que é dada a cada situação para a realização de melhorias relativas à prevenção e eliminação das falhas detetadas, depende objetivamente da gravidade de cada defeito e das suas consequências (Kiran, 2016b; Tague, 2005).

### 2.6.4. Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma das ferramentas da qualidade que auxilia os gestores e técnicos a analisar informação, organizando-a por ordem decrescente, de maneira a que seja possível perceber quais os fatores mais significativos ou atividades mais críticas que precisam de intervenção prioritária. Assim é mais fácil tomar decisões relativamente à primazia de determinado projeto ou ação (Funfrap, 2017; Tague, 2005).

Na imagem seguinte (exemplo ilustrativo) é apresentado um diagrama de Pareto, onde é possível perceber que os certificados de erro da qualidade são o tipo de documentos sobre os quais ocorrem mais reclamações (Tague, 2005).



Figura 8 Diagrama de Pareto (Tague, 2005)

### **2.6.5. SOP e OPL**

Os Standard Operation Procedures (SOP) e as One – Point – Lesson (OPL) são ferramentas operacionais da qualidade que procuram reduzir a variabilidade no processo, através da criação e documentação de procedimentos padrão para a realização do mais diverso tipo de atividades e processos.

Os SOP são documentos, detalhados com imagens, que explicam de forma clara como se deve executar o trabalho e qual a sequência na realização das tarefas. Normalmente, as SOP são um conjunto ordenado de imagens e ações, que servem para a elaboração de uma atividade e encontram-se nos postos de trabalho. Nelas definem-se linhas orientadoras para a realização de tarefas por parte dos colaboradores, reduzindo a probabilidade de ocorrência de defeitos associados a procedimentos incorretos.

OS OPL são documentos que, através de comparação de imagens, permitem que os colaboradores retirem lições do que é correto e errado ou de peças conformes e não conformes. Através dos OPL's, os trabalhadores possuem a informação necessária para perceber, por exemplo, se um produto está conforme os requisitos, ou se um posto de trabalho está conforme o definido anteriormente, ou não (Funfrap, 2017; Sundar et al., 2014; Welty, 2013).

### **2.6.6. 5 G**

O método 5G são cinco princípios utilizados como diretriz para a análise de problemas, de origem na cultura japonesa onde a primeira letra de cada palavra gera o nome 5G, Genri, Gensoku, Genba, Genbutsu, Genjitsu. Este procedimento auxilia no estudo pormenorizado de todos os detalhes, procurando uma visão clara e objetiva. Os princípios são apresentados de seguida:

- Gemba – onde o evento aconteceu, (ir ao terreno).
- Genbutsu - fenómeno, o que realmente aconteceu e pode ser observado (examinar o objeto ou condição real).
- Genjitsu – verificar os equipamentos, materiais e produtos realmente envolvidos no evento (conferir os factos e números)
- Genri – estudar a teoria geral e dos princípios científicos para a resolução dos problemas e melhorias do processo. (consultar a teoria e princípios)
- Gensoku – averiguação da existência e cumprimento de normas e procedimentos operacionais. (seguir normas e padrões operativos)

(Funfrap, 2017)

### **2.6.7. 5 W + 1H**

A ferramenta da qualidade 5W+1H possibilita de uma forma estruturada, clara e objetiva, pensar e planejar todas as atividades a serem executadas num projeto descrevendo de forma aprofundada um problema.

- *What* – O que será feito? (atividades e tarefas)
- *How* – Como será realizada cada tarefa/etapa?
- *Why* – Porque motivo deve ser executada uma atividade?
- *Where* – Onde será executada cada etapa?
- *When* – Quando deverá ser executada?
- *Who* – Quem deve executar as tarefas?

(Funfrap, 2017; Dokic; Dokic; Arsovski, 2013)

### **2.6.8. 4M e 5 Why**

Quando são originados defeitos é importante conseguir perceber quais as causas raiz, ou seja, as causas que originam a falha. Para conseguir identificar a causa são normalmente utilizadas duas ferramentas da qualidade, os 4M e os 5 Why.

Depois de um defeito surgir, é feita uma análise para descobrir a causa raiz do problema com a ferramenta 4M (*Man, Material, Machine, Method*), que é baseada no diagrama de Ishikawa, também designado “espinha de peixe”, onde são descritas todas as possíveis causas de um determinado defeito distinguidas pela origem da sua fonte (o homem, material, máquina ou método). Após a elaboração do diagrama, todas as causas são analisadas individualmente com o objetivo de eliminar as que não são realmente possíveis causas raiz do problema.

Feita a seleção das possíveis causas raiz do problema é utilizada a ferramenta 5 Why para analisar cada uma. O funcionamento desta ferramenta da qualidade é bastante básico e consiste numa reflexão perguntando cinco vezes “porquê?”. Com estas duas ferramentas é mais fácil perceber qual a origem dos problemas, podendo assim criar-se planos de ação para os eliminar. (Dokic, Dokic, Arsovski, 2013).

## **2.7. Custos de Qualidade**

Com a consciencialização das pessoas para a possibilidade de melhorar a qualidade através de dispositivos de prevenção e deteção de defeitos, surge, nos finais de 1950, a preocupação com os custos associados à má qualidade.

Inicialmente, apenas as inspeções e os testes realizados ao produto eram considerados os custos associados à qualidade. Este conceito, entretanto, evoluiu e os gestores começaram a perceber que os custos da qualidade representavam cerca de

20 a 40 % das vendas e que exista a possibilidade de redução dos mesmos. Constataram também que estas perdas não são apenas verificadas diretamente através dos produtos e serviços, mas também através da perda de clientes, de cota de mercado e outros custos “invisíveis”.

Muitas vezes é feita a analogia entre os custos da qualidade e os icebergues num oceano. A metáfora permite afirmar que, muitas vezes, apenas é possível ver uma pequena porção da totalidade do icebergue e a restante parte está oculta debaixo de água. Esta constatação pretende alertar as empresas para não se focarem apenas no produto (redução do retrabalho, por exemplo), mas também no processo onde ocorrem grande parte dos custos de má qualidade (Evans & Lindsay, 2008; Kiran, 2016c).

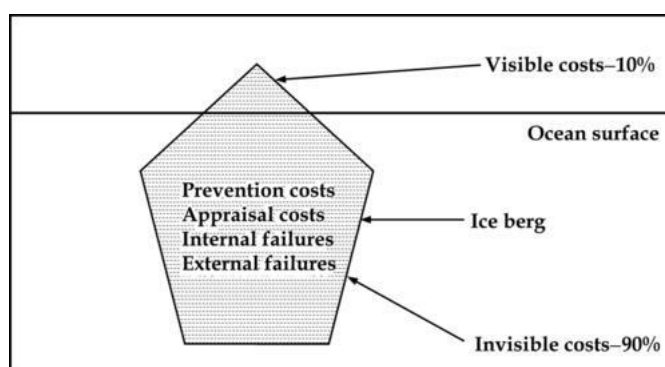


Figura 9 - Custos de Qualidade (Kiran, 2016c)

Custos de má qualidade (COPQ) são custos que estão associados à má qualidade dos produtos ou serviços ou a evitar de que a mesma ocorra, e estes estão divididos em quatro categorias (Sailaja et al., 2013):

- custos de prevenção – custos associados à prevenção e deteção de defeitos;
- custos de avaliação – custos associados à análise do cumprimento dos requisitos de qualidade;
- custos de falhas internas – custos associados a defeitos detetados antes da expedição dos produtos para o cliente ou os serviços serem realizados;
- custos de falhas externas – custos associados a defeitos detetados após expedição dos produtos ou realização de serviço.

Estes custos devem ser bem analisados, pois, na generalidade dos casos, podem ser reduzidos quando as indústrias decidem investir em melhorias relacionadas com a qualidade para se manterem competitivas no mercado, procurando passar o foco do controlo do produto para o processo. Estima-se que 60 a 90% dos custos de qualidade são resultantes de falhas internas e externas. Por esse motivo, investindo numa melhor prevenção estes custos podem ser, eficazmente, reduzidos (Duffy, 2013; Evans & Lindsay, 2008; N. M. Vaxevanidis, Petropoulos, Avakumovic & Mourlas, 2009).

### 2.7.1. Custos de prevenção

Os custos de prevenção são provenientes do planeamento, prevenção e correção de problemas de qualidade. Os custos de prevenção estão alocados a atividades de (Duffy, 2013; Evans & Lindsay, 2008; Kiran, 2016c):

- revisão de novos produtos;

- *garantia da qualidade* – criação e manutenção do sistema de qualidade;
- *planeamento da qualidade* – salários de colaboradores que criam os planos de controlo da qualidade, de produção e de inspeção;
- controlo do Processo – custos despendidos na análise do processo produtivo;
- auditorias de qualidade;
- formação de Staff;
- sensibilização dos funcionários;
- gestão e desenvolvimento do sistema;
- sistemas de informação;
- confiança nas ferramentas de desenvolvimento;
- avaliação de fornecedores.

### **2.7.2. Custos de avaliação**

Os custos de avaliação incluem as despesas associadas à verificação dos níveis de qualidade através de medições, testes e auditorias a produtos e serviços. Os custos de avaliação incluem: (Duffy, 2013; Evans & Lindsay, 2008; Kiran, 2016c)

- calibração de equipamentos;
- inspeções e verificações;
- testes no produto;
- avaliação e inspeção de matérias-primas;
- custos de avaliação externa – custos com avaliação de novos produtos e serviços.

### **2.7.3. Custos de falhas internas**

Os custos de falhas internas são os desperdícios em material, trabalho ou atividades associadas a defeitos antes da expedição. Esses custos são relativos a (Duffy, 2013; Evans & Lindsay, 2008; Kiran, 2016c; Sailaja et al., 2013):

- retrabalho ou retificação – atividades de correção de falhas ou defeitos existentes;
- sucata – produtos ou materiais que não podem ser reparados usados ou vendidos;
- retestar – o custo de reintroduzir um produto que foi retrabalhado e voltar a testar o mesmo;
- tempo de inatividade – tempo perdido com a instalação de novas ferramentas e trocas de ferramentas danificadas ou desgastadas;
- análise de sucata - esforço necessário para determinar se os produtos não conformes podem ser utilizados ou não.

#### **2.7.4. Custos de falhas externas**

Os custos de falhas externas são os custos após expedição do produto ou realização de serviços, normalmente devido ao incumprimento dos requisitos de qualidade. Estes custos incluem (Evans & Lindsay, 2008; Kiran, 2016c; Sailaja et al., 2013):

- reparações;
- queixas – todo o processo relacionado com o serviço de clientes;
- devoluções – análise do produto devolvido, custos de transporte e outras atividades realizadas (no caso de peças que vão para indústrias de montagem p.e);
- promoções e concessões;
- perdas de clientes – baixa qualidade dos produtos que afeta a satisfação do cliente e conseqüentemente uma diminuição de vendas;
- processos – quando os clientes decidem processar a empresa devido ao serviço pós-venda;

Feito o estudo teórico do sistema integrado existente na empresa (WCM), assim como todas as ferramentas, metodologias e princípios utilizados neste projeto, concluímos o capítulo dois e é iniciado o enquadramento da Funfrap – Fundação Portuguesa dentro do seu grupo empresarial, fornecendo algumas informações que mostram o prestígio e grandeza desta organização. No capítulo três é também analisado todo o processo produtivo da fábrica e a peça utilizada neste projeto





### 3. Grupo FCA e Funfrap – Fundação Portuguesa

Neste capítulo é feito um enquadramento empresarial da Funfrap – Fundação Portuguesa, com uma breve abordagem ao grupo empresarial Fiat Chrysler Automotive, onde se insere o subgrupo TEKSID ao qual a empresa pertence.

#### 3.1. Grupo FCA – Fiat Chrysler Automotive

O Fiat Chrysler Automobiles (FCA) é um grupo que está associado à indústria automóvel, sendo representando por dez marcas de automóveis. O grupo está dividido em dois grandes grupos, o de componentes, que engloba os grupos TEKSID (ferro e fundição), Comau (sistemas de produção) e Magneti Marelli (componentes) e o grupo das marcas e automóveis composto pela FCA Italy e a FCA US (Figura 10). O grupo FCA é o sétimo maior fabricante do mundo de automóveis ligeiros e pesados, de componentes para carros e sistemas de produção. Para além disso, presta serviços de arrendamento, financiamento e locação de retalhistas e revendedores de apoio ao negócio automóvel através de filiais e acordos comerciais (Fcagroup, 2017).

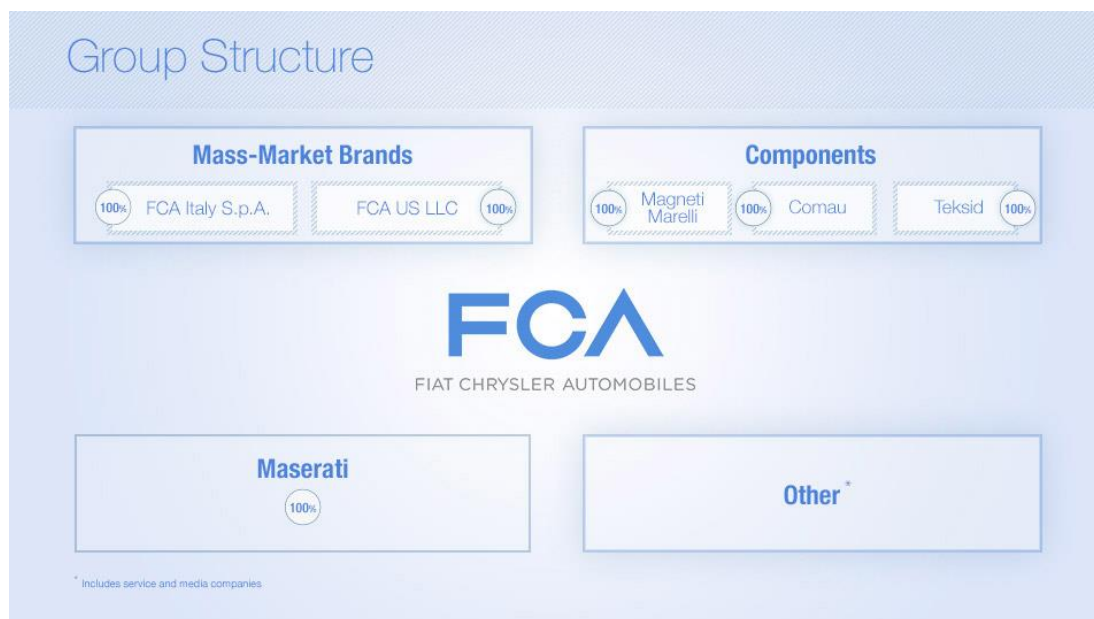


Figura 10 - Estrutura do Grupo FCA (<https://www.fcagroup.com>)

As marcas de automóveis pertencentes ao grupo são:

- Abarth;
- Alfa Romeo;
- Chrysler;
- Dodge;
- Fiat;
- Fiat Professional;
- Jeep;
- Lancia;
- Ram;
- Maserati.

A FCA está presente em 40 países e mantém relações comerciais com clientes em aproximadamente 150 países, apostando fortemente na inovação e desenvolvimento (Figura 11) (Fcagroup.com, 2017).

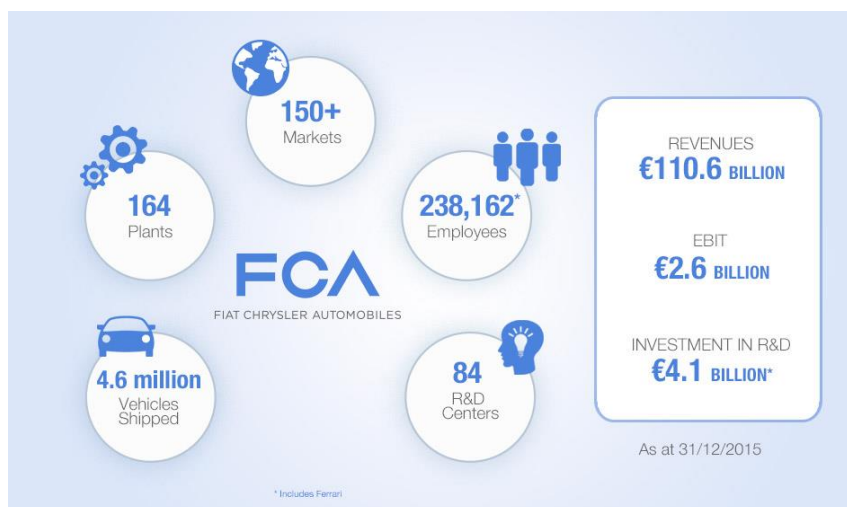


Figura 11 Dados sobre o grupo FCA (<https://www.fcagroup.com>)

### 3.2. Grupo Teksid

Em 1917, a Fiat adquiriu as empresas Ferriere Piemonteses e os estabelecimentos da Ferreria de Buttigliera Alta (Avigliana), e passou a ter capacidade de produção metalúrgica em ferro fundido e aço. Ao longo do tempo, a empresa foi crescendo e em 1985 já contava com clientes de renome como a General Motors, a Ford e a Chrysler North. No ano seguinte, para fortalecer a presença na América do Norte foi criada uma fundição em alumínio, a Teksid Aluminum Foundry. Assim como esta, o grupo Teksid (Figura 12) conta, atualmente, com sete instalações de produção metalúrgica em aço e ferro fundido espalhadas pelo mundo: quatro localizam-se na Europa, uma na América do Sul, uma na América Central e uma na China,. Estas empresas produzem na sua maioria componentes em ferro fundido como peças para motor ou caixas de diferencial. (Teksid.com, 2017)



Figura 12 Logótipo do Grupo TEKSID (<https://www.fcagroup.com>)

### 3.3. Funfrap – Fundição Portuguesa

A Funfrap é uma fundição localizada em Aveiro, na zona de Cacia (Figura 13), que pertence a ao grupo empresarial TEKSID e que faz parte da Fiat Chrysler Automotive, sendo responsável de 84% das ações da empresa. Os restantes 16% pertencem a investidores portugueses. A nível de produção, a Funfrap tem uma capacidade superior a 45000 toneladas por ano, tendo como principal atividade a produção metalúrgica em

aço e ferro fundido. A sua produção é fundamentalmente baseada em componentes para motores de automóveis, turbos e caixas diferenciais. Todos os produtos produzidos são comercializados na indústria automóvel (Teksid.com, 2017).

Os seus clientes são:

- FCA;
- CNH Industrial;
- Marval;
- Honeywell;
- OMR / GM;
- PSA;
- RENAULT;
- SCANIA;
- VOLVO;



Figura 13 - Funfrap (<http://www.somague.pt>)

### 3.3.1. Peça estudada

O projeto desenvolvido ao longo do estágio tem como objetivo principal o processo produtivo do cárter cilindros 220. Esta é uma peça que integra o motor de um carro, onde se movem os pistões e onde é montada a culassa na parte superior; na inferior é colocada a cambota e o cárter chapéus. Para a produção desta peça é necessário ferro fundido, material que constitui a peça, e 9 machos (uma camisa de água, dois retornos de óleo, duas galetes e 4 cilindros) que são produzidos em areia e originam as cavidades da peça final.



Figura 14 Cárter Cilindros 220

### 3.3.2. Processo Produtivo

O processo produtivo da Funfrap baseia-se no vazamento de ferro fundido em areia verde. O produto final é obtido através de subprocessos produtivos, a partir dos quatro setores existentes - Fusão, Moldação, Macharia e Acabamentos (cf. Figura 15).

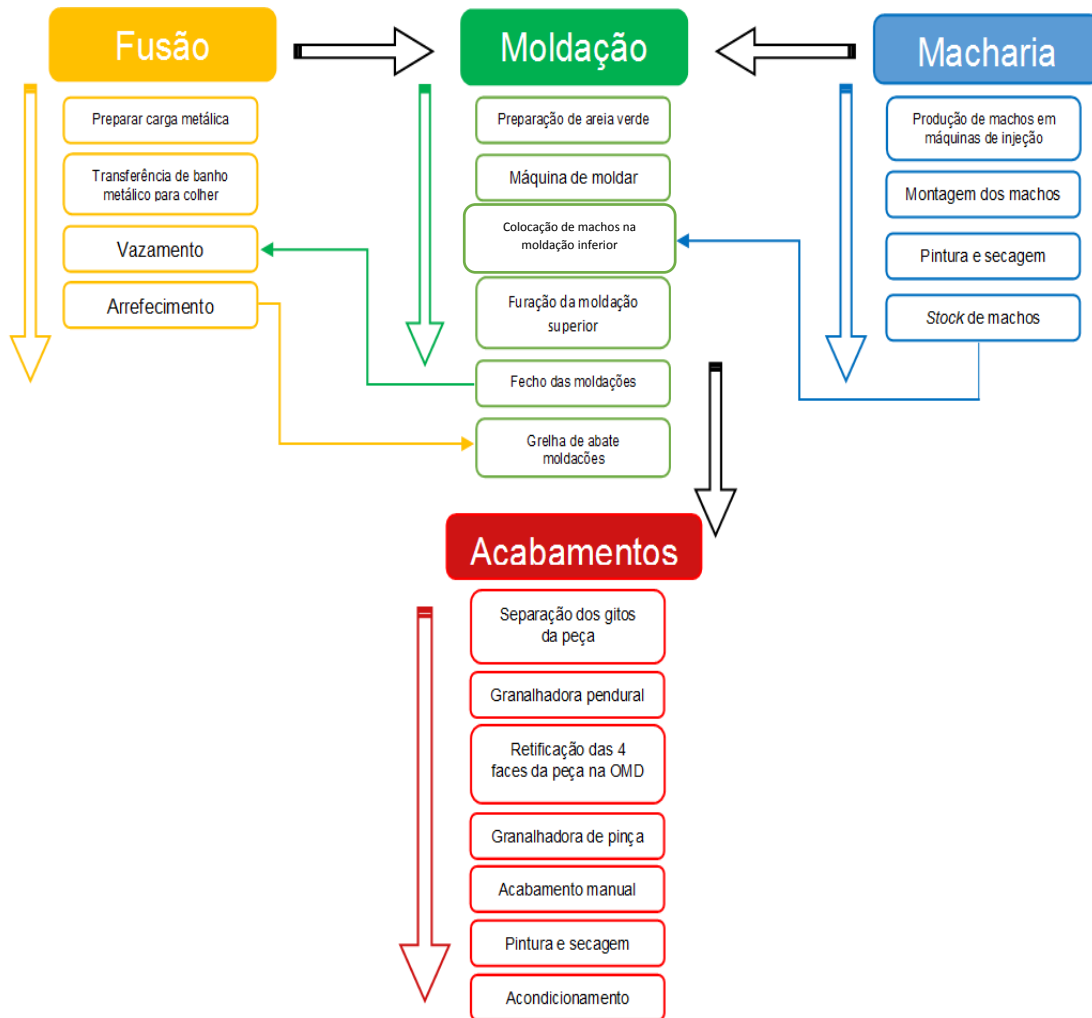


Figura 15 Setores do processo produtivo

#### 3.3.2.1. Fusão

No setor de Fusão é onde ocorre a recepção das matérias-primas e a preparação do metal fundido para colocar em moldes de areia. A preparação do banho metálico que será vazado é feita em fornos a 1500 graus celsius, onde é adicionado ferro e outras ligas metálicas. Cada peça tem uma composição específica e isso fará com que o produto final tenha as características desejadas pelo cliente.

### 3.3.2.2. Moldação

Para produzir a peça metálica é necessário preencher a cavidade do molde com metal no estado líquido, mas para isso deve ser preparado um molde de areia verde, através de uma placa modelo. Esta placa é usada para preparar a cavidade para onde vai o metal derretido, durante o processo de fundição. Com esta ferramenta é criado o molde superior e o molde inferior. Conforme já referido, o molde é feito de areia verde, que tem diferentes características da areia utilizada na produção dos machos. A este tipo de areia é adicionada uma percentagem de carbono e argila ativa elevada, o que não acontece na areia de macho.

Quando o molde superior e inferior estão prontos, pode ser adicionado o macho, se a peça em questão necessitar dele. Após os machos serem colocados sobre a placa molde inferior, o molde é fechado com a placa molde superior e o vazamento ocorre, depois de arrefecer, o molde de areia é destruído e é obtida a peça solidificada.



Figura 16 - Machos no molde inferior

### 3.3.2.3. Macharia

O macho é uma peça formada por areia, resinas e DMEA, que é colocado dentro do molde de areia para criar cavidades e áreas ocas no produto final. O macho pode ser composto por apenas uma, ou por várias partes, dependendo da peça a ser produzida. O processo de produção de machos começa com a preparação das areias, que são misturadas com resina para aumentar a resistência do núcleo. Em seguida, a preparação de areia é canalizada para uma máquina e, através do processo de moldagem por injeção, o núcleo adquire a sua forma final. Este pode ser acoplado a outros núcleos (montagem), depois pintado e finalmente submetido a um processo de secagem numa estufa onde, por fim, segue para o armazém da Macharia, em paletes metálicas.

### **3.3.2.4. Acabamentos e Pintura**

Depois, na grelha de abate, o molde é destruído e somente a peça metálica permanece. O processo seguinte já faz parte do setor de Acabamentos e Pintura, onde a peça é granalhada para remover areia e resíduos de moldagem que ainda estão na peça. A granalhagem ou jateamento abrasivo é um processo onde bolas de metal são lançadas em alta pressão contra a peça para fazer uma limpeza do exterior. Após este primeiro processo, a peça segue para uma máquina CNC que remove as rebarbas metálicas e, posteriormente, para as cabines onde os colaboradores fazem o controle de qualidade da peça e novos Acabamentos. Com a qualidade da peça e da parte dimensional verificada, esta será pintada automaticamente por robôs, passando numa estufa de secagem para secar e concluir o processo de produção, sendo embalada e colocada numa palete para o transporte.

Concluído o breve estudo da grupo empresarial e do processo produtivo da peça utilizada neste projeto, é possível perceber a complexidade do processo de fusão em moldes de areia para o cárter cilindros 220, utilizado na Funfrap, e compreender os conteúdos e expressões, utilizados no capítulo seguinte, com maior facilidade. No capítulo quatro são apresentadas as metodologias das três ferramentas WCM utilizadas, o trabalho desenvolvido e resultados obtidos para cada uma.

## 4. Gestão e Otimização de controlos da qualidade: aplicação de ferramentas WCM

O projeto desenvolvido durante o estágio na Funfrap, foi baseado na implementação de três ferramentas do pilar QC, com o objetivo de reduzir custos de qualidade, em controlos e peças não conformes. Apesar de cada uma possuir uma metodologia diferente, sendo uma mais de análise e estudo dos controlos (QA Network), outra mais prática e de estudo dos controlos e procedimentos existentes no processo (O&R) e outra mais de averiguação de planos de controlo e processos de fornecedores (*8 Stages of incoming material*), todas se revelaram bastante úteis e focadas na meta referida anteriormente.

### 4.1. Matriz QA Network

A matriz QA Network é uma ferramenta do pilar Quality Control semelhante a um mapa ou rede criada, com base no processo produtivo e no FMEA, sendo aplicada para todos os defeitos que ocorrem durante a produção. Cada um dos produtos terá uma matriz QA Network, que pode variar relativamente aos restantes. Para cada defeito é definido o modo e o tipo, podendo ser classificado como estético, funcional, de segurança, ou outro, sendo atribuído a cada controlo um símbolo específico. Esta matriz tem como propósito representar visualmente todas as características e defeitos que devem ser controlados, bem como a sua localização, apresentando uma visão global de como é garantida a qualidade, do início ao fim do processo, e não apenas onde estão implementadas as *quality gates* (locais no processo onde é verificada a eficiência dos controlos de qualidade existentes). Através das *quality gates* é possível aferir a performance dos controlos de qualidade, mediante a análise dos indicadores *first time quality in* (FTQ in - todos os defeitos detetados a montante da *quality gate*) e *first time quality out* (FTQ out - todos os defeitos detetados a jusante).

Sistematizando, a QA Network é um excelente método para um melhor entendimento e mapeamento dos controlos (pois é possível identificar a fonte de defeito, o tipo de defeito, o local das inspeções e os locais onde o defeito não pode ser detetado), para a melhoria contínua (com controlos mais próximos da origem do defeito, com a análise da performance do controlo e a melhoria dos tipos de controlos) e para os gestores (que podem alertar os colaboradores para os locais onde são gerados defeitos, onde existem controlos e verificar se esses controlos estão a ter uma boa performance).



#### 4.1.1. Metodologia

O preenchimento da matriz QA Network é iniciado com a listagem dos defeitos, em cada linha, e das atividades por setor, nas colunas da mesma, ao longo do processo. Posteriormente, através de ferramentas da qualidade, como os “5 porquês”, é possível identificar a fonte de defeito, associando-a a uma localização, consoante a etapa/atividade onde o defeito é originado.

De seguida, são identificados, através de um código de símbolos, todos os momentos de controlo da qualidade de cada defeito ao longo do processo. Na fase final, é feita uma análise da matriz, procurando identificar várias oportunidades de melhoria e obter um processo mais controlado (Funfrap, 2017).

A simbologia utilizada é apresentada na Tabela 3:

Tabela 3 Simbologia da matriz QA Network

#	Tipo de Controle	Símbolo	Descrição
0			Fonte defeito ou defeito onde entra a linha
1	<i>Error Proofing</i>		Defeito não pode ocorrer.
2	Mistake Proofing na Estação		Inspeção feita a 100% por medição através de equipamentos. Eliminando a possibilidade de avanço do defeito (Ex: Defeito não pode sair da estação)
3	Mistake Proofing na Planta		Inspeção feita a 100% por medição através de equipamentos. Eliminando a possibilidade de avanço do defeito para fora da planta.
4	Alarme na Estação		O feedback é dado diretamente para o operador saber quando o trabalho foi feito de forma incorreta (Ex: buzzer quando a operação não for concluída)
5	Ajuda com alerta		Direção é dada ao operador para ajudar a fazer a escolha certa. (Ex: codificação por cores, luzes)
6	Inspeção por medição a 100%		Dispositivo ou sistema de inspeção com as medições efetuadas com uma frequência de 100%. Pode ser manual ou automatizado. Se automático, não oferece paragem da linha em caso de não conformidade.
7	Inspeção por cheque sensorial a 100%		Controlo efetuado por um operador a 100%. O controlo é efetuado através da utilização de verificação sensorial (visual, tato, audição).
8	Inspeção por medição de um conjunto de amostras		Controlos do produto em função da frequência e tamanho pré-definido por um plano de controlo. O controlo é efetuado através do uso de instrumentos de medição adequados.
9	Inspeção por verificação sensorial de um conjunto de amostras		Controlos do produto em função da frequência e tamanho pré-definido por um plano de controlo. O controlo é realizado através da verificação sensorial (ex: características estéticas)
10	Inspeção por medição		Controlos do produto realizados sem frequência definida. A inspeção é geralmente rápida. O controlo é efetuado através do uso de instrumentos de medição adequados.
11	Inspeção por verificação sensorial		Controlos do produto realizados sem frequência definida. A inspeção é geralmente rápida. O controlo é realizado através da utilização da verificação sensorial (ex: características estéticas)
12			Defeito já não pode ser inspecionado







ainda assim diretamente relacionados com o local de trabalho em questão. Utilizámos como exemplo e referência a análise espectrográfica, que analisa a composição química dos banhos metálicos em laboratório, para que o posto de trabalho “preparação de leitões”, no setor da Fusão, realize o seu trabalho com as características de qualidade exigidas.

Durante o estudo e o processo de identificação dos controlos, constatou-se que a simbologia utilizada no preenchimento da matriz era bastante ambígua, o que dificultava a compreensão e a identificação do controlo correspondente a cada símbolo. Desse modo, apresentou-se como sugestão a criação de fichas técnicas associadas a cada símbolo por hiperligação, o que tornaria a matriz mais dinâmica e interativa, facilitando a análise e compreensão da mesma. Ao ser aceite esta sugestão, foram criadas fichas técnicas para cada controlo existente, contendo cada ficha a identificação de qual o posto associado ao controlo (por setor e posto de trabalho), local de inspeção (podendo ser no posto de trabalho, laboratório ou metrologia), simbologia da matriz, frequência e sistema ou equipamento utilizado (Figura 19). A identificação dos controlos foi iniciada no laboratório químico e de areias. Foi possível listar vários controlos e análises feitas a matérias-primas e produtos subsidiários, assim como ao produto intermédio e acabado. De seguida, foi visitado o laboratório de ensaios mecânicos e o de metrologia, onde foi possível identificar controlos, como o raio X, a metrologia 3D e as espessuras. A identificação de controlos foi concluída depois de assinaladas todas as inspeções ao longo do processo.





		Amostragem Inspeção por Medição		SYMBOL	QC <input type="radio"/>	S <input type="radio"/>	CD <input type="radio"/>	FI <input type="radio"/>	WO <input type="radio"/>	PM <input type="radio"/>
Data				◆	EN <input type="radio"/>	AM <input type="radio"/>	PD <input type="radio"/>	ENV <input type="radio"/>	EEM <input type="radio"/>	LOG <input type="radio"/>
Setor	Acabamentos			Equipamento/Sistema						
Actividade	Acondicionamento/ Armazém			O Controlo de medição de espessura é feito por um equipamento ( uma sonda). Ao ser definido o material da peça, este consegue medir a distância entre o Fa, neste caso, e o sensor sabendo assim a espessura da camada de tinta						
Anomalia	Pintura NC									
Modo de Defeito	Pintura não conforme devido a temperatura da estufa abaixo da desejada									
Frequência	4 peças/DV									
										
			Local de inspeção  Acondicionamento / CEP  Ass. Pilar QC: _____ Ass Autor: _____							

Figura 19 Ficha técnica de um controlo da qualidade

Com todos os controlos identificados e com base no conhecimento do processo, foi então preenchida a matriz QA Network (ANEXO I) com o auxílio do homem peça e a supervisão de um elemento do pilar *quality control*. Esta etapa um desafio enorme, devido à quantidade elevada de defeitos a analisar e de controlos existentes para cada um deles (Figura 20)(tendo ainda de associar uma ficha técnica a cada controlo, através de hiperligação).

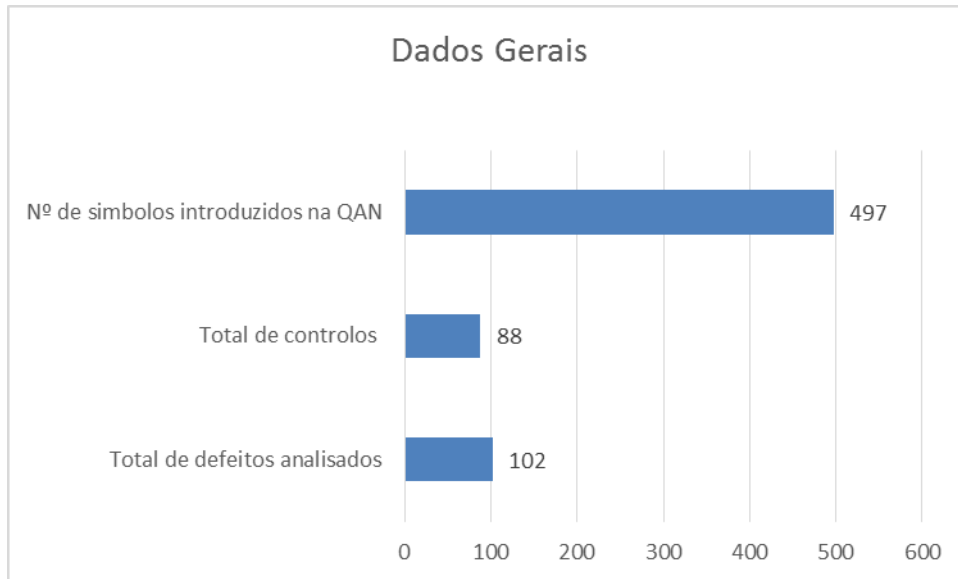


Figura 20 Dados relativo ao trabalho desenvolvido

No final deste processo, foi feita a análise da matriz, dela se retirando várias ilações e possibilidades de melhoria. Uma das melhorias identificadas foi transformada num *standard kaizen* (cf. ANEXO II). As conclusões e melhorias serão abordadas no ponto seguinte.

### 4.1.3. Análise de resultados e sugestões de melhoria

A análise da Matriz QA Network evidenciou os dois principais aspetos que iriam dificultar a identificação de melhorias. O primeiro é que a *quality gate* existente é aplicada a todo o processo produtivo, o que torna difícil quantificar a performance de cada controlo, já que a contabilização do FTQ in e do FTQ out se refere a toda a fábrica. Deste modo, é impossível verificar se um controlo está a detetar/reter devidamente cada defeito e se é essencial ou não. O segundo aspeto está relacionado com o pressuposto que a matriz deve apresentar a migração de controlos de jusante para montante, mostrando a passagem dos controlos do produto para o processo. Apesar disto, uma vez que não havia uma matriz anterior bem fundamentada para a peça 220, este processo tornou-se impossível. Assim sendo, a abordagem para analisar a matriz foi feita de forma diferente.

Com o objetivo de perceber melhor quais os tipos de inspeções mais presentes no processo, e uma vez que a simbologia utilizada não facilitava a compreensão, realizou-se um estudo que veio a revelar que 64 % dos controlos eram feitos através de sistemas automáticos, com recurso a instrumentos específicos de medição, ou através de *poka-yokes* (*error / mistake proofings*). No entanto, para uma empresa onde 100% dos seus produtos são comercializados numa das mais exigentes indústrias do mercado, a indústria automóvel, 25% de inspeções sensoriais ainda é um valor bastante elevado (Figura 21). Um controlo visual da peça feito por um colaborador tem sempre o fator humano associado, logo a garantia de qualidade nesse controlo nunca será possível de cumprir em todas as peças, devido a vários fatores, como por exemplo o ruído, a luminosidade, o cansaço físico, a pressão do trabalho ou limitações psicológicas.

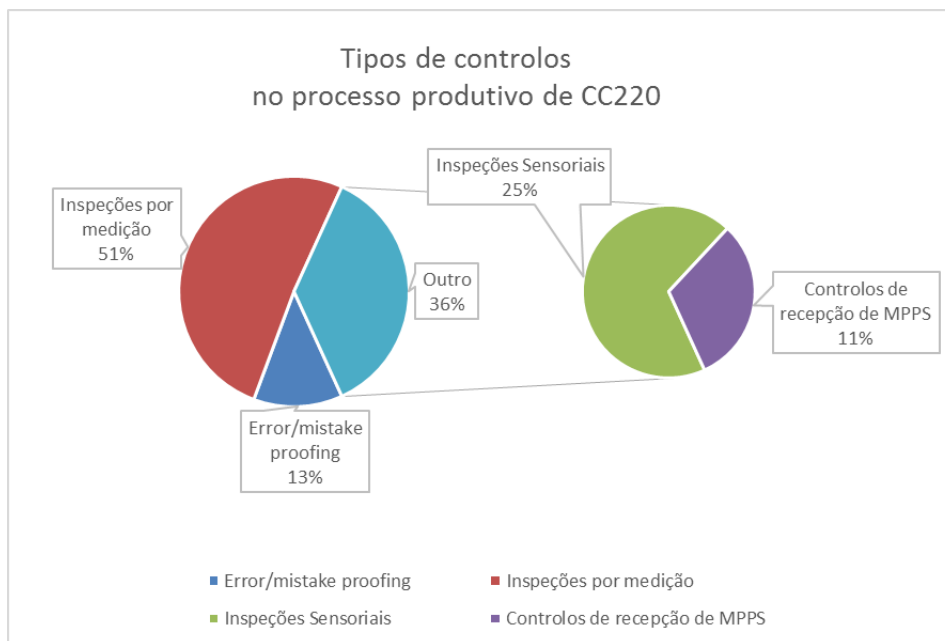


Figura 21 Gráfico com tipos de defeito no processo produtivo do CC220

Percebendo que as inspeções sensoriais representavam uma importante fatia dos controlos, a qual era necessária reduzir, foi realizada uma averiguação de qual o setor com maior quantidade de inspeções visuais. Verificou-se que os setores da Moldação e dos Acabamentos apresentavam a maior percentagem, com 31,82% em cada um. Estes dois setores representavam 63,64% do total de inspeções sensoriais existentes no processo produtivo do cárter cilindros 220 (Figura 22). Foi concluído que devia existir uma melhoria relativamente às inspeções sensoriais, com o objetivo de as reduzir e, se possível, de as extinguir.

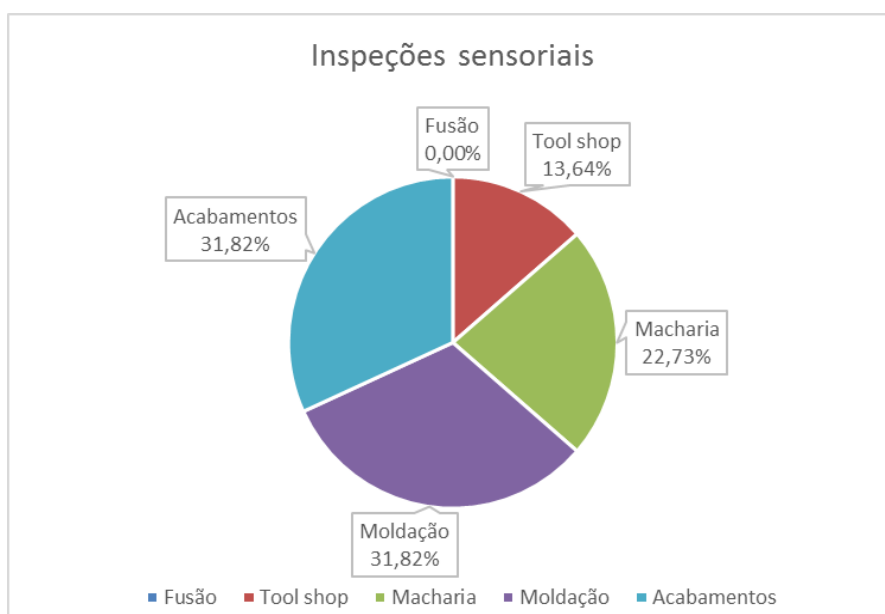


Figura 22 Gráfico com inspeções sensoriais por setor



O *standard kaizen* ( ANEXO II) consistiu na mudança de localização de um *mistake proofing* do CC 220, que impede o defeito de avançar no processo, pois deteta falta de separadores e para a máquina de moldação. Sendo este um recurso “gargalo do processo”, o seu tempo de paragem gera prejuízos para a empresa, assim como todos os cárteres cilindros sucitados devido à falta de separadores. Portanto, a mudança do *poka-yoke* para o setor da Macharia, onde os separadores são montados, permite eliminar o tempo de paragem na máquina devido à falta de separadores e criar e implementar *mistake proofings* para o cárter cilindros 275 e para o cárter cilindros 621, o que era impossível na localização anterior.

O desenvolvimento do *kaizen* foi iniciado com a criação de uma equipa com elementos de vários departamentos e associados aos setores e peça em questão. Sem esta equipa, a realização deste *standard kaizen* teria sido muito mais trabalhosa e demorada. De seguida, fez-se a apresentação da descrição do problema (utilização dos 5W+1H e de uma breve descrição), realizou-se um esboço do mesmo (para ser mais fácil de perceber-lo através de uma foto ou esboço) e a análise de causas raiz (através dos 5 porquês). Posteriormente, mediante a utilização da informação fornecida no *website* interno da empresa, relativamente às paragens da máquina de moldar, e com o auxílio do homem peça, assim como do departamento *Cost Deployment*, foram calculados os potenciais benefícios gerados com a mudança de local do *poka-yoke*, para fornecer o custo da máquina por minuto e do valor industrial das peças. Conforme já mencionado, o produto deste processo resultou num benefício anual de 18 953,84 €, assim distribuídos:

- 198 Minutos de paragem na máquina de moldar x (20,67€ / min) = 4093 €/ano
- 49 Peças de CC 275 sucitadas x (34,62€/peça) = 3842,27€/ ano
- 379 Peças de CC 621 sucitadas x (34,62€/peça) = 11018,57€/ ano

Após o cálculo dos benefícios, foi criado um plano de ações para implementar a solução e criar um sistema de controlo através do *poka-yoke* na fonte do defeito. Para este sistema também foi realizado um esboço e foi pedido um orçamento com a ajuda do pilar EEM. Estimou-se o valor de 2312€ para o custo das ações a implementar.

- 12,5€/h x 16h x 2 serralheiros = 400€
- 14€/h x 4h x 2 eletricitas = 112€
- 600 € mesa rotativa
- 200€ estrutura de rede metálica
- 250€ trinco pneumático
- 150€ / *poka-yoke* x 5 *poka-yokes* = 750 €
- 150€ / *poka-yoke* = ( 35€/sensor x 3 sensores) + 45€ material

Assim sendo, este *standard kaizen* teria um *payback* de um mês e quinze dias, o que justifica a implementação do mesmo.

$$\text{Payback} = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Benefício}} = \frac{2312 \text{ €}}{18953,84 \text{ €}} = 0.122 \text{ anos} = 1 \text{ mês e } 15 \text{ dias}$$

## **4.2. Matriz Occurrence & Release (O&R)**

A *Matrix Occurrence & Release* é outra ferramenta do pilar QC que faz a análise das estações de trabalho, procurando optimizá-las através da redução da ocorrência de defeitos e da deteção atempada de defeitos nos postos de trabalho, evitando que estes avancem na linha produtiva. Esta matriz é aplicada em postos de trabalho com atividades elementares, sendo atribuídos valores entre zero e quatro para dois fatores, ocorrência e progressão de defeitos, resultando numa matriz quatro por quatro, que indica quais as atividades elementares que precisam de ser melhoradas. Para cada peça, a avaliação feita a cada posto de trabalho pode variar, dado que pode acontecer que postos de trabalho que estejam com os níveis de O&R aceitáveis para uma peça, possam não estar para outra (Funfrap, 2017).

### **4.2.1. Metodologia**

Esta ferramenta é aplicada através de cinco passos. O primeiro consiste em priorizar quais os sectores e quais as atividades que realmente é necessário melhorar e otimizar. Refira-se que não existem normas que especifiquem quais os setores e atividades a analisar primeiro, podendo ser dada prioridade às atividades segundo estudos ou análises feitas anteriormente, com o objetivo de realizar esta análise para toda a fábrica e relativamente a cada peça.

O segundo passo consiste em identificar os postos de cada setor a analisar e as respetivas atividades elementares, podendo estes ter apenas uma ou várias.

De seguida, no passo três, são avaliadas todas as atividades elementares de cada posto de trabalho através de dois fatores, o de ocorrência e o de progressão de defeitos na linha produtiva. Estes fatores estão divididos em quatro níveis, cada nível possuindo especificações que permitem atribuir uma classificação.



Os fatores de avaliação de cada atividade para a criação da Matrix O&R são apresentados na Tabela seguinte:

*Tabela 4 Níveis de Occurrence and Release*

## Occurrence

<b>1</b>	O processo tem capacidade suficiente para prevenir a ocorrência de defeitos, pois existem contramedidas suficientes para a produção de defeitos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Error Proofed</i></li> </ul>
<b>2</b>	O processo garante qualidade parcial com base no julgamento do operador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O operador não toma decisões</li> <li>• Falhas ocorrem raramente</li> </ul>
<b>3</b>	O processo é feito em grande parte de forma manual e existem alguns elementos que dependem da habilidade e da intuição do trabalhador. O processo não garante 100% qualidade através de dispositivos físicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operador toma decisões mas é orientado</li> <li>• Falhas ocorrem algumas vezes</li> </ul>
<b>4</b>	É difícil observar um procedimento no processo. Muitos elementos dependem da habilidade e da intuição.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operador toma decisões sem orientação</li> <li>• Alta probabilidade de ocorrência de defeitos</li> </ul>

## Release

<b>1</b>	Existem boas contramedidas para prevenir a progressão de defeitos no processo e, conseqüentemente, os defeitos conseguem detetados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mistake proofing</i></li> <li>• Falha é detetada em qualquer caso</li> <li>• São feitos testes automáticos com linha parada</li> </ul>
<b>2</b>	O processo garante qualidade parcial através de inspeção ou julgamento do operador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alerta ativo</li> <li>• Falha só não é detetada raramente</li> </ul>
<b>3</b>	Processo de inspeção feito em grande parte feito de forma manual. Existem alguns elementos que dependem da habilidade e da intuição do trabalhador Difícil observação de procedimentos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alerta passivo</li> </ul>
<b>4</b>	Não existe um procedimento estabelecido. Não existem contramedidas para a progressão de defeitos no processo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não existe detecção</li> </ul>

Conhecendo os níveis para cada tipo de tabela é possível classificar cada atividade elementar consoante o defeito, onde, por exemplo, a falta de operação numa determinada operação elementar gera um defeito funcional. E, desta forma, são criadas as matrizes O&R para cada atividade elementar (Figura 25), onde posteriormente é feita uma avaliação para perceber se a atividade está dentro no nível de O&R aceitável, zona verde da matriz, em função do tipo de matriz (Figura 26).

Defeito \ Operação	Falta de operação		Operação mal feita		Componente Errado	Danos	NOTA	INTERVENÇÃO
	Ocorrência	Release	Ocorrência	Release				
3								

Figura 25 Atividade elementar e defeito na matriz O&R

Existem diferentes tipos de matriz, conforme o tipo de defeito gerado em cada atividade ou que progrediu no processo, o que se traduz num maior ou menor nível de exigência para os diferentes tipos de defeito. Logo, uma operação que pode conduzir a uma falha estética não terá a mesma exigência que uma que poderá originar uma falha de segurança ou regulamentação. No entanto, todas os postos procuram sempre que na matriz O&R a posição da atividade elementar (nível de Occurrence, e nível de Release) seja na zona verde.

Os tipos de matriz são:

- AA – Segurança e Regulamentação
- A – Funcional
- B – Estética
- C – Nível de defeitos que o cliente não nota

AA	1	2	3	4		A	1	2	3	4		B&C	1	2	3	4
1	AA	AA	AA			1				A		1				
2	AA					2		A				2			B&C	
3	AA					3						3		B&C		
4						4	A					4				

Figura 26 Matriz O&R para os diferentes tipos de defeito (Funfrap, 2017)

No passo final são verificadas quais as atividades com a posição O&R na zona vermelha, são definidas medidas corretivas para corrigir essa situação e é tudo repetido desde o passo três, para analisar se a atividade em questão já está dentro do que é considerado aceitável. Aplicadas todas as intervenções identificadas, é feito o estudo da progressão de cada posto e de cada operação numa matriz geral (consoante o tipo de defeito e por setor).

Em suma, a metodologia da matriz O&R tem início na análise e identificação das operações realizadas, em cada posto de trabalho, que são avaliadas através de princípios anteriormente definidos. De seguida, a matriz de cada operação, podendo cada operação ter várias (consoante o que origina o defeito) é preenchida, sendo verificada a necessidade de aplicar ações corretivas com vista à sua otimização. Por fim, é estudada a evolução do posto e do setor através de uma matriz geral, procurando uma melhoria contínua para o processo (Figura 27) (Funfrap, 2017).

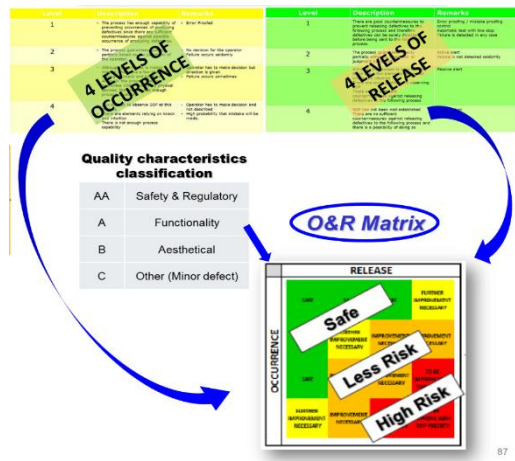


Figura 27 - Metodologia O&R (Funfrap, 2017)

## 4.2.2. Trabalho desenvolvido

A matriz O&R, sendo uma importante ferramenta de análise e identificação de melhorias no terreno, iria requerer muito tempo para se fazer todo o acompanhamento do processo produtivo. Este recurso revelar-se-ia bastante escasso para o trabalho a desenvolver, o que não iria permitir explorar todos os setores. E, como referido anteriormente no ponto 4.2.1, no passo um não existem normas de priorização para qual o setor que deve ser analisado primeiro. Assim sendo, com base nas conclusões retiradas da matriz QA Network e sabendo da impossibilidade de se analisar todo o processo, iniciou-se o estudo para a implementação da ferramenta O&R no setor da Moldação, com o intuito de detetar melhorias para reduzir o número de inspeções visuais. Escolhido o setor a atuar, inicializámos o estudo através da análise do seu *layout* e da identificação dos postos de trabalho existentes através de documentos e de constantes visitas ao chão de fábrica (Figura 28). No setor de Moldação foram identificados sete postos:

1. Grelha de abate;
2. Máquina de moldar;
3. Sopragem e colocação de filtros e retornos de óleo PM inferior;
4. Falso Molde;
5. Colocação dos retornos de óleo superior;
6. Furação da PM superior;
7. Máquina de fechar.

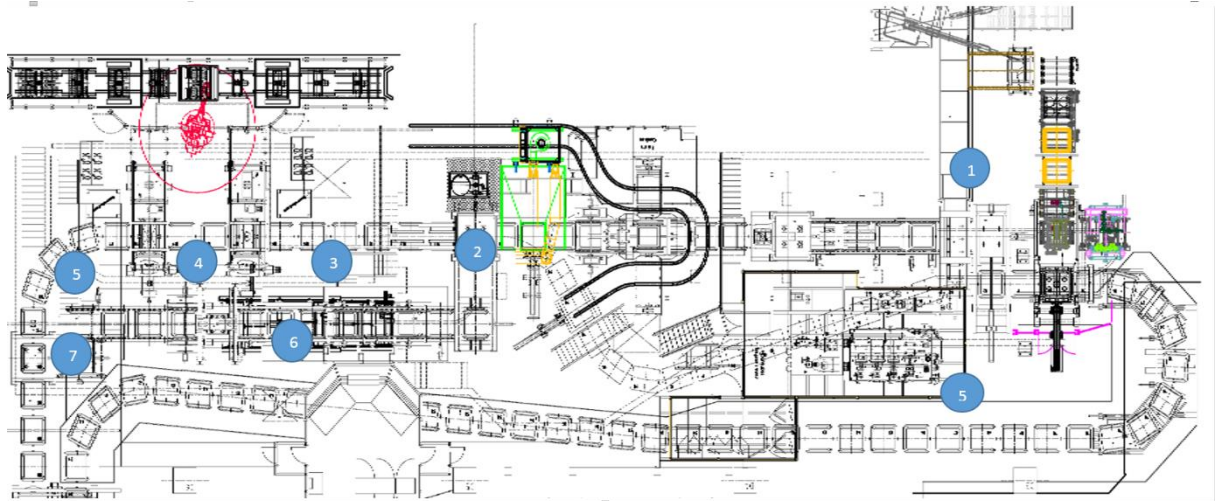


Figura 28 Layout e postos de trabalho do setor Moldação

Após a conclusão do passo inicial, foram feitos estudos em cada posto de trabalho, de modo a listar todas as suas atividades elementares, podendo encontrar muitas ou poucas operações, simples ou de elevada complexidade. A título ilustrativo, tomando o posto identificado com o número “3” (sopragem e colocação de retornos de óleo), ocorrem ali 5 operações elementares:

1. Soprar filtro;
2. Colocar filtro;
3. Soprar moldação;
4. Colocar retornos de óleo segundo orientação específica;
5. Soprar moldação com machos colocados.

Com todas as operações identificadas, em cada posto, foi iniciada a análise de cada atividade de acordo com o seu defeito e através dos fatores de avaliação O&R. Este passo foi de grande dificuldade, porque a Funfrap possui apenas uma linha de produção na Moldação e Acabamentos para o cárter cilindros 220. Por esta razão, o tempo diário assim como o horário do processo produtivo varia bastante, podendo mesmo ser produzido durante a noite. Neste domínio, foi essencial a presença no chão de fábrica, perto dos postos de trabalho, para não que não se perdesse a oportunidade de encontrar melhorias. Conseguindo estudar o posto de trabalho, verificando a sua documentação, como os SOP e os OPL, registando a organização e limpeza do local, avaliando desperdícios e possíveis melhorias sugeridas pelos trabalhadores ou pela equipa do projeto, foi feito o preenchimento das matrizes relativas a cada atividade elementar.

Continuando com o exemplo anterior, do posto 3, é apresentada na Figura 29 o preenchimento de uma ou várias matrizes para cada atividade elementar e o respetivo defeito associado.

		POSTO: Sopragem e Colocação de Filtros e Retornos de Óleo									
Defeito	Operação	Falta de operação		Operação mal feita		Componente Errado		Danos		NOTA	INTERVENÇÃO
		Ocorrência	Release	Ocorrência	Release	Ocorrência	Release	Ocorrência	Release		
1	Soprar Filtro	A		A						Apesar da existência de sop os trabalhadores não cumprem o procedimento Não sopram o filtro e não existe garantia de colocação de filtro	Criação de um dispositivo para evitar falta de colocação de filtro (sensor fotoelétrico) Formação para sopragem do filtro ou aviso
		2	3	2	3						
2	Colocar Filtro	A		A							
		3	3	2	2						
3	Soprar Moldação			A							
				2	2						
4	Colocar Retornos de Óleo segundo orientação específica	A		A						Criação de um dispositivo para evitar falta de colocação de retornos de óleo na moldação (sensor fotoelétrico).	
		3	3	2	2						
5	Soprar Moldação com machos colocados	A		A						Automatizar o processo de sopragem	
		2	3	2	2						

Figura 29- Posto de trabalho 3 com matrizes O&R

Feita a avaliação de cada operação elementar e completadas as várias matrizes O&R, é fácil identificar quais as atividades a melhorar e de que forma podem ser realizadas estas otimizações (através da recolha de notas junto dos colaboradores, sobre possíveis problemas e falhas e de possíveis intervenções identificadas ao acompanhar o processo produtivo). Durante esta fase foram sendo identificadas intervenções simples e baratas em termos de implementação, como a realização de formações e criação de documentos para que exista um procedimento na execução de cada trabalho, e algumas mais complexas, como a instalação de sensores de visão para controlo de componentes. Não conseguindo executar todas as melhorias identificadas durante o projeto de estágio, elaborou-se uma previsão de quais serão os resultados depois de implementadas todas as intervenções identificadas e quais os índices de O&R para cada posto. A Figura 30 mostra a previsão efetuada para o posto 3, que está em análise.

		POSTO: Sopragem e Colocação de Filtros e Retornos de Óleo									
Defeito	Operação	Falta de operação		Operação mal feita		Componente Errado		Danos		NOTA	INTERVENÇÃO
		Ocorrência	Release	Ocorrência	Release	Ocorrência	Release	Ocorrência	Release		
1	Soprar Filtro	A		A							
		1	1	2	1						
2	Colocar Filtro	A		A							
		2	1	2	2						
3	Soprar Moldação			A							
				2	2						
4	Colocar Retornos de Óleo segundo orientação específica	A		A							
		2	1	2	2						
5	Soprar Moldação com machos colocados	A		A							
		1	1	2	2						

Figura 30 Previsão das matrizes O&R após otimização

Depois de realizado todo o trabalho, para cada posto do setor da Moldação, foi feito o mesmo para o setor dos Acabamentos e Macharia, por esta ordem, para manter a coerência do primeiro passo, onde foi decidido abordar os setores com maior percentagem de inspeções sensoriais. O setor da Macharia acabou por ser o que necessitou de mais tempo, por possuir três linhas para a produção dos machos que fazem parte do processo do cárter cilindros 220, como visto no ponto 3.3.1.

### 4.2.3. Análise de resultados e sugestões de melhoria

Depois da implementação da ferramenta matriz O&R, foi possível perceber que esta assume um importante papel de análise e melhoria do processo, qual ocorre de uma forma bastante minuciosa. Apesar de muito trabalhosa, a aplicação desta ferramenta permitiu obter resultados bastante positivos. Uma das otimizações identificadas foi traduzida num *major kaizen* com benefícios de 10 189,23 €, com cálculos realizados apenas para o cárter cilindros 220, podendo estes ascender os 30 000 €, quando calculadas as poupanças de todas as peças.

No setor da Moldação foram examinados sete postos de trabalho e quarenta atividades elementares, que se traduziram na criação de cinquenta e cinco matrizes O&R e na identificação de onze potenciais melhorias para este setor (Tabela 5). Em várias atividades, apesar de existirem diversos procedimentos, estes não eram cumpridos por várias razões e algumas operações não eram executadas da melhor forma, por falta de conhecimento dos colaboradores. Estes problemas podem ser resolvidos através da formação dos recursos humanos, que, de resto, foi a intervenção mais assinalada neste setor.

*Tabela 5 Melhorias para o setor da Moldação*

<b>Intervenção</b>	<b>Quantidade</b>
<i>Standard Operating Procedure</i>	2
<i>One Point Lesson</i>	1
Dispositivos & Poka-Yokes	2
Formações	3
Melhorias de ferramentas e dispositivos	2
Aplicação de 5S	1

Com doze postos de trabalho no setor dos Acabamentos, e havendo um acesso limitado ao mesmo durante a produção, houve necessidade de os estudar de forma mais próxima durante as paragens, porque ao manipular, rebarbar e pintar a peça, por questões de segurança, é recomendado manter uma distância de segurança. Contudo, foi possível listar cinquenta e uma atividades elementares que deram origem a cinquenta e duas matrizes e dez intervenções de melhoria (Tabela 6).

Tabela 6 Melhorias para o setor de Acabamentos

Intervenção	Quantidade
Standard Operating Procedure	5
One Point Lesson	2
Dispositivos & Poka-Yokes	1
Formações	1
Aplicação de 5S	1

O último setor analisado foi o da Macharia, que apresentava a terceira percentagem mais elevada de inspeções visuais, resultando em treze eventuais melhorias. Possuindo este setor a produção de vários machos, resultantes de diferentes linhas de produção, exigiu uma maior dedicação e mais tempo despendido no chão de fábrica tendo sido analisados treze postos de trabalho e cinquenta e seis atividades elementares (Tabela 7).

Tabela 7 Melhorias para o setor de Macharia

Intervenção	Quantidade
Standard Operating Procedure	6
Dispositivos & Poka-Yokes	4
Formações	2
Aplicação de 5S	1

Ao compilar todas as matrizes desenvolvidas, ao longo do trabalho foi criada uma matriz geral para os únicos tipos de defeitos encontrados - A (funcionais) e B (estéticos), - para facilitar a compreensão dos resultados. Nestas matrizes apresenta-se a estimativa dos resultados que serão obtidos no futuro, quando todas as intervenções forem aplicadas ou corrigidas. No processo haverá menor probabilidade de ocorrência de defeitos, ou da sua progressão, quando originados.

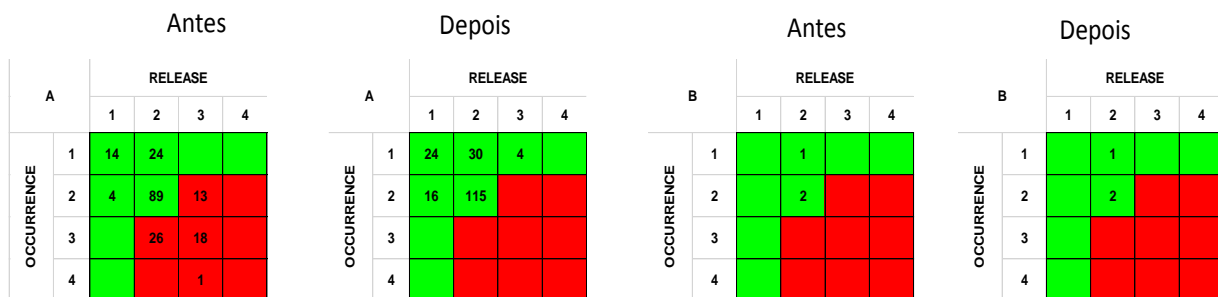


Figura 31 Matriz O&R geral dos três setores

Em síntese, apesar de não ter sido possível aplicar a metodologia da matriz O&R para todos os setores do processo produtivo, esta ferramenta apresentou resultados bastante positivos que podem originar grandes alterações, através das intervenções identificadas, e conseqüentemente lucros para a empresa, sendo assim uma importante ferramenta para a melhoria contínua (Figura 32).

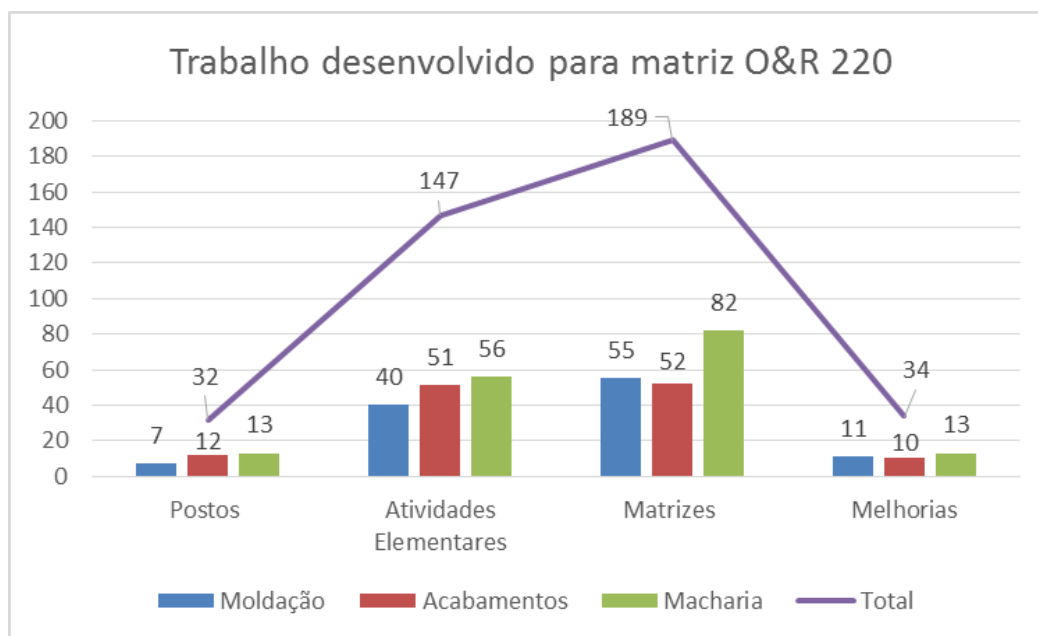


Figura 32 Resultados da ferramenta O&R

E foi através de uma intervenção sugerida no setor da Moldação, que surgiu um *major kaizen*, baseado num sensor de visão para a linha de moldação, que permite verificar se a moldação possui todos os componentes (filtros e machos) necessários para a produção de um produto de qualidade. Inicialmente seria apenas para o caráter cilindros estudado, mas no futuro este sistema de controlo poderia ser potenciado para todas as peças.

Apesar da conclusão anterior parecer uma solução óbvia, nem sempre se torna viável, o que veio a acontecer com algumas melhorias identificadas. No entanto, o *major kaizen* desenvolvido é uma solução que desde o início apresentou bons indicadores e foi utilizado o ciclo PDCA para o seu desenvolvimento. Como referido anteriormente, a ideia surgiu de uma identificação de melhoria através da ferramenta O&R. Através do contacto com o departamento Cost Deployment, teve-se acesso a dados sobre as perdas da fábrica, tendo-se contruído um diagrama de pareto para análise das mesmas. Através deste, foi iniciada a fase do planeamento, onde se verificou que o produto defeituoso ( “2 – Sucatas”, na Figura 33) representava a segunda maior perda da empresa, registando cerca de 1 907 mil euros ano. Por questões óbvias, a redução deste valor será algo importante para a empresa.



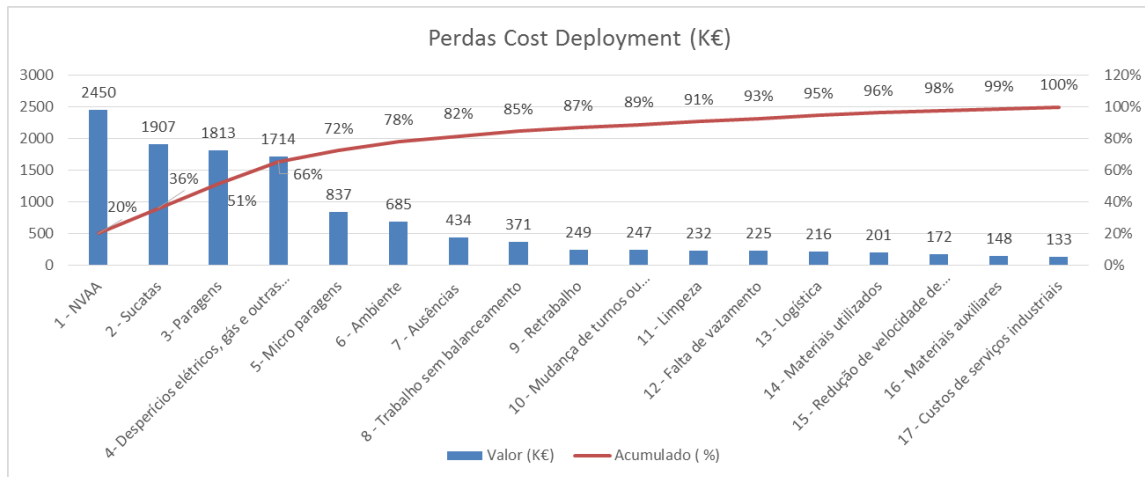


Figura 33 Diagrama de Pareto para as perdas

Aproveitando o trabalho realizado com a matriz QA Network, foi possível constatar que o local onde seria aplicado o sistema de controlo possuía elevados controlos visuais (Figura 34).

ANOMALIA	MODO DE DEFEITO	TIP OL OG IA	Moldação							
			Grupo 4 Tremonta de areia preparada	Cabine Moldação	Máquina de Moldar	Sopragem Manual e Colocação de Filtros	Colocação de Machos	Furação de Moldações Superiores	Colocação de Retornos de Oleo	Máquina Fechar
Excedente Metálico	Parâmetros da areia de moldação fora do especificado.	A - Funçã		■	■					■
Inclusão de areia	Parâmetros da areia fora do especificado.	A - Funçã	■	■	■					
Inclusão de areia	sopragem incorreta de areia de moldação, moldação NC	A - Funçã			■					
Inclusão de areia	incorreta colocação de machos	A - Funçã				●		■	■	

Figura 34 Máquina de moldar na Matriz QA Network

Seguidamente foi criada uma equipa de apoio para a realização deste projeto reunindo pessoas de cinco departamentos diferentes (pilar QC, Departamento Técnico, EEM, Fabricação e Direção de Conservação de Trabalhos Novos (DCTN)). Formada a equipa, foi feita uma análise 5G e 5W+1H, presente no ANEXO IV, e uma descrição do fenómeno que explica que durante o ano de 2016 foram encontrados 165 cárter cilindros 220 com defeitos, devido à ausência de filtros ou retornos de óleo (RO2 e RO3) na moldação: 83 sem filtro, 22 sem RO3 e 60 sem RO2.

Procurando perceber todo o problema, foi ainda feito um estudo da peça, quais as partes que constituíam o macho total e componentes necessários na moldação, para a produção de um CC 220 com qualidade, e foi ainda feito o estudo do *layout* da máquina de moldar. Ainda na fase de planeamento do ciclo PDCA, foram definidos objetivos para reduzir o número de defeitos por ausência de componentes a zero e foram analisadas as potenciais causas, por intermédio da ferramenta 4M e 5 porquês.

Passando à fase “fazer” (*Do*), foi apresentada a função e o objetivo deste sistema que permitirá a deteção de componentes na moldação, através de um sensor de visão

que alerta para a ausência de machos e filtros. Devido ao contraste da cor preta da areia de moldação com as cores vivas dos componentes referidos, a referida deteção é um processo simples e eficaz. Com a ajuda do departamento DCTN, descreveu-se o planeamento de aplicação do mesmo sistema em cinco etapas, baseadas num orçamento real (ANEXO V) pedido a uma empresa que comercializa e aplica este tipo de sensores. As etapas são as seguintes:

1. Análise do local
2. Aquisição do equipamento
3. Instalação
4. Programação
5. Ensaio

De seguida, com o apoio do Cost Deployment, foram calculados os resultados para a peça cárter cilindros 220, tendo sido obtido um potencial benefício de 10 198,23€ (Figura 35), que poderá ascender aos 30 000€ quando aplicado às restantes peças produzidas na Funfrap, concluindo-se assim a fase de verificação (*Check*).

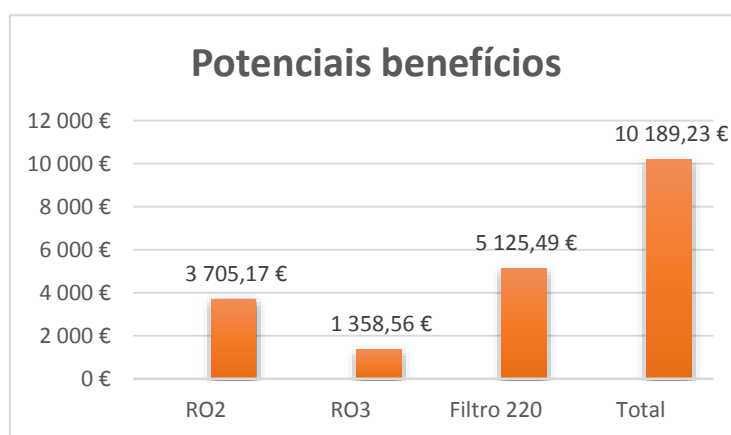


Figura 35 - Potenciais Benefícios do CC 220

A etapa final foi a criação de uma *Maintenance Prevention Information* (MPINFO), para garantir que é feita a manutenção do sistema e que este desempenha a sua função de acordo com o pretendido, e foi lembrado que este sistema pode abranger as restantes peças produzidas na empresa, concluindo assim o ciclo PDCA.

### 4.3. 8 Stages of incoming material

Com a criação de sistemas de produção automáticos ou sistemas de apoio à gestão de informação, por exemplo, a evolução tecnológica permitiu que muitas barreiras da realidade industrial deixassem de existir. Consequentemente, existe um crescente aumento da competitividade, o que obriga as empresas a evoluir, aproveitando todas as oportunidades de melhoria para acompanhar e superar a concorrência. Isso não quer dizer que as empresas se devam isolar: uma boa relação de uma empresa com os seus parceiros é vital para um bom funcionamento, tendo estes um importante papel estratégico tanto a nível de mercado (melhores preços), como no processo (entregas

dentro do prazo e com produto de qualidade). A abordagem do *8 stages of incoming material* considera a relação dos clientes e fornecedores como um único e comum processo que tem como objetivo satisfazer as expectativas de qualidade dos clientes, minimizando os custos, com a passagem das inspeções e dos controlos do produto para o processo.

### 4.3.1. Metodologia

O *8 Stages of Incoming Material* é uma metodologia que, como referido anteriormente, tem como foco aperfeiçoar a relação entre fornecedores e clientes com o objetivo de reduzir os controlos e inspeções a jusante (na empresa) e passar os mesmos para montante (no fornecedor), com a garantia de que as matérias-primas e os produtos subsidiários (MPPS) apresentam elevados níveis de qualidade. Neste contexto, importa diminuir os custos de avaliação de qualidade (controlos de MMPS e análises laboratoriais quando chegam à fábrica) e aumentar os custos de prevenção (custos de seleção de fornecedores e de realização de auditorias - este aumento será benéfico porque garante a qualidade por parte dos fornecedores), o que se irá traduzir, no futuro, numa redução de custos de falhas internas e externas. Quanto menor o número de inspeções por parte do cliente, mais alto o estágio desse produto de determinado fornecedor, denominado *part number (P/N)*, sabendo que com a ocorrência de alguma não conformidade o P/N volta para o estágio zero.

Havendo um problema com determinada matéria-prima ou produto subsidiário, estes vão para o estágio zero e é iniciada a fase reativa onde é feita uma descrição do problema, uma reclamação ao fornecedor e elaborado um relatório 8D. Após esse trabalho, são implementadas medidas corretivas permanentes e é feito um acompanhamento do P/N para perceber em que estágio este se encontra e são definidos novos objetivos para o mesmo.

A meta a alcançar é conseguir que todos os P/N's consigam atingir o estágio oito. Para isso a metodologia desenvolve-se em oito estágios que são apresentados na Figura 36.

Incoming Material Stages	SUPPLIER		CUSTOMER	
	Production Department	Inspection Department	Inspection Department	Production Department
0	Problem on the product			
1	-	-	-	% 100 Inspection
2	-	-	% 100 Inspection	
3	-	% 100 Inspection	% 100 Inspection	
4	-	% 100 Inspection	Sampling Inspection or check inspection	
5	% 100 Inspection	Sampling Inspection	Sampling Inspection or check inspection	
6	Process control	Sampling Inspection	Check Inspection or no inspection	
7	Process control	Check Inspection	Check Inspection or no inspection	
8	Process control	No Inspection	No Inspection	

Figura 36 - 8 Stages of incoming material (Funfrap, 2017)

Esta metodologia é iniciada pela seleção dos produtos de vários fornecedores, que são as matérias-primas e produtos subsidiários mais adquiridos e vitais para o processo produtivo. De seguida, estes produtos são classificados por meio de uma avaliação das características consideradas críticas, que podem gerar problemas no processo produtivo de diversas peças, devido a parâmetros fora do especificado. Portanto, é feito um estudo do impacto de cada característica crítica no produto final, sendo analisados quatro tipos de possíveis impactos:

1. segurança;
2. funcionalidade;
3. aspeto ou montagem;
4. relevância.

Componente: <input type="text"/>	Especificidade	Segurança	Funcionalidade	Aspecto / Montagem	Não Relevante
Fornecedor: <input type="text"/>					
Lote: <input type="text"/>					
Responsável: <input type="text"/> Data: .. / .. / .....					
<b>Características Críticas</b>		<b>Potencial impacto no produto</b>			
<input type="text"/>	7 - 11 %				x
	240 - 280 mg/g		x		
	≤ 6 %				x
	22 - 28 %				x
		<b>A</b>			

Figura 37 Avaliação de matérias-primas e produtos subsidiários (Funfrap, 2017)

Estudado o potencial impacto de cada característica do produto ( Figura 37), os P/N são classificados de AA (mais crítico), A, B ou C (menos crítico) de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 - Critérios de avaliação do produto

<b>AA - Segurança</b>	O produto apresenta pelo menos uma característica crítica com impacto na segurança da peça produzida.
<b>A - Funcionalidade</b>	O produto não apresenta nenhuma característica crítica com impacto na segurança e apresenta pelo menos uma característica crítica com impacto na funcionalidade do produto final.
<b>B – Aspeto ou Montagem</b>	O produto não apresenta nenhuma característica crítica com impacto na segurança e funcionalidade e apresenta pelo menos uma característica crítica.
<b>C – Não relevante</b>	O produto apenas apresenta características críticas sem impacto relevante para a peça final.

Concluída a classificação dos P/N's, é iniciada a dos fornecedores, que é feita através de uma avaliação baseada na sua colaboração, localização e histórico de performance (baseado no Índice de Performance do Fornecedor (IPF) ) sendo atribuído um valor a cada um. Estes valores são atribuídos com base em critérios que são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 Critérios de avaliação dos fornecedores

Localização	1	0 - 100 km
	2,5	101 - 300 km
	5	301 - 1000 km
	7,5	> 1000 km
	10	fora da europa
Histórico de performance	1	IFP = 0
	3	$0.0 < IFP \leq 0.2$
	5	$IFP \geq 0.2$
Colaboração	1	Elevada Capacidade de resposta e sugestões de melhoria
	4	Capacidade de resposta mas não apresenta sugestões de melhoria
	7	Sugestões de melhoria mas sem capacidade de resposta
	10	Sem capacidade de resposta e não apresenta sugestões de melhoria

Os valores atribuídos são multiplicados, obtendo-se a pontuação do produto. O resultado final obtido corresponde à média da pontuação dos produtos por fornecedor. O fornecedor pode ser classificado em AA, A, B ou C, sendo AA a pior classificação e C a melhor. Logo, quanto menor for a classificação total, melhor (cf. Figura 38).

Avaliação dos fornecedores 2017															
Fornecedor	Produto	Localização		Hist. Performance		Colaboração	Score P/N	Score fornecedor							
		Class	IPF	Class	Class										
Nome do fornecedor	Lista dos produtos fornecidos	Águeda	1	0	1	4	4	<div style="border: 2px solid yellow; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"> <span style="font-size: 24px; font-weight: bold; color: black;">B</span> </div> 4							
		Águeda	1	0	1	4	4								
		Águeda	1	0	1	4	4								
		Águeda	1	0	1	4	4								
		Águeda	1	0	1	4	4								
		Águeda	1	0	1	4	4								
		Águeda	1	0	1	4	4								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>AA</td> <td style="background-color: red; color: white;">&gt; 125</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td style="background-color: orange;">16 - 125</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td style="background-color: yellow;">4 - 15</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td style="background-color: green;">1 - 3</td> </tr> </tbody> </table>								AA	> 125	A	16 - 125	B	4 - 15	C	1 - 3
AA	> 125														
A	16 - 125														
B	4 - 15														
C	1 - 3														

Figura 38 Avaliação dos fornecedores

Feita a classificação dos produtos e dos fornecedores é construída uma matriz que permite interpretar quais os casos prioritários (Figura 39). Consoante a classificação

do fornecedor e do P/N, haverá lugar à respetiva localização na matriz, que fará parte de uma de três zonas existentes: a zona vermelha representa a zona de maior prioridade, seguida da zona amarela e por fim a verde, de menor prioridade. Os produtos prioritários são os primeiros a serem abordados durante os próximos passos da metodologia dos *8 stages of incoming material* (Funfrap, 2017).

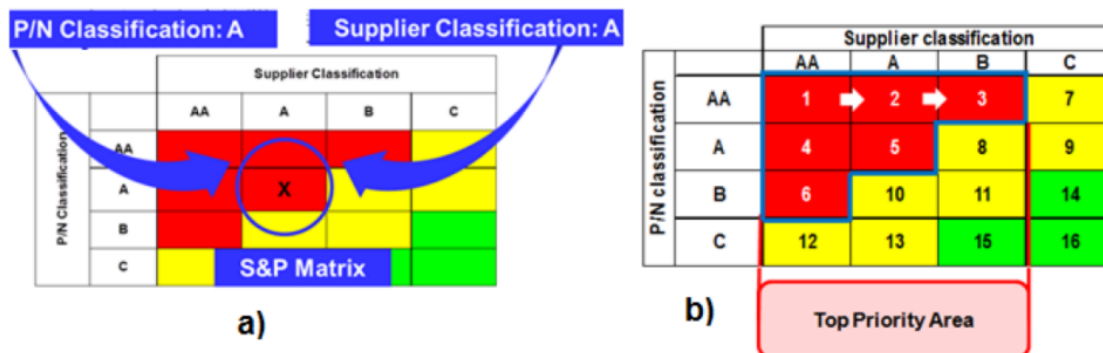


Figura 39 Critério de prioridade (Funfrap, 2017)

Definidos os produtos prioritários, é preenchida a tabela de controlos, de acordo com os controlos das características realizadas no fornecedor ou no cliente. Após o preenchimento, é atribuído um estágio para cada característica crítica que irá indicar qual o estágio do produto. Na Figura 40 é apresentada a estrutura desta tabela.

Produto	Nome do fornecedor	PROCESS	PROCESS						Stage (p/ cada característica)	Stage
			At Supplier			funfrap				
			During Production	Output Production	Before Expedition	Receiving Inspection	Line: before assembly	Line: in process		
Características										

Figura 40 Mapa de controlo de características críticas (Funfrap, 2017)

Tendo sido feito o estudo da classificação do produto (AA, A, B e C) e o estágio em que o produto se encontra, é elaborada uma matriz que relaciona estes dois fatores. Na estrutura da matriz existe uma região a vermelho, outra a amarelo e outra a verde (Figura 41). Como na metodologia da matriz O&R, consoante a cor existe uma prioridade associada para a implementação de ações de melhoria.

2017	P/N classification	AA									
		A									
		B									
		C									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
		Stages									

Figura 41 Matriz do produto estágio e classificação

A fase final desta metodologia 8 stages tem como objetivo analisar e reduzir custos nas inspeções e controlos realizados na receção de MPPS, e procura-se perceber qual o progresso e a margem de progressão futura.

### 4.3.2. Trabalho desenvolvido

O trabalho desenvolvido foi iniciado com a seleção dos produtos a serem estudados e os respetivos fornecedores. A decisão foi tomada com base na quantidade de MMPS encomendados e tendo em consideração os que possuíam características mais críticas e que poderiam dificultar o principal objetivo de satisfazer as expetativas de qualidade pretendidas pelo cliente final. Selecionar os produtos foi uma tarefa simples, realizada com o auxílio do departamento de logística e do responsável do laboratório, que através de informações privilegiadas e da sua experiência, indicaram setenta e quatro produtos.

Selecionados os produtos, foram criadas e preenchidas tabelas, a fim de identificar as características críticas de cada um, com base em cada ficha técnica. Esta tarefa asseverou-se bastante demorada e trabalhosa, porque todas as fichas de produtos existentes se encontravam em papel numa pasta. Se existisse um ficheiro, ou uma plataforma informática, com a informação necessária teria sido muito mais fácil.

Componente: <input type="text"/>	Especificidade	Segurança	Funcionalidade	Aspecto / Montagem	Não Relevante
Fornecedor: <input type="text"/>					
Lote: <input type="text"/>					
Responsável: <input type="text"/> Data: .. / .. / .....					
Característica Críticas		Potencial impacto no produto			
<input type="text"/>	44 - 48 %		x		
	5,20 - 5,80 %		x		
	0,25 - 0,40 %		x		
	0,40 - 0,60 %		x		
	0,80 - 1,20 %		x		
	0,00 - 0,45 %		x		
	0,00 - 0,10 %		x		
	≤ 6 %				x
≤ 5 %				x	
		A			

Figura 42 - Classificação do produto com base nas suas características

Após a classificação dos setenta e quatro produtos, identificaram-se os fornecedores que os representavam e, com base nos critérios referidos no ponto 4.3.2,

foi realizada uma avaliação de cada produto e atribuído um score a cada fornecedor. Na Figura 43, é possível observar os três fatores que dão origem à classificação do P/N e que conseqüentemente resultam no score. No exemplo, o fornecedor possui: a classificação de 1 na sua localização, pois a distância à Funfrap é inferior a 100 km; na colaboração é-lhe atribuído 1 para alguns produtos (quando apresenta sugestões de melhorias) e de 4 para outros, por não apresentarem sugestões de melhoria. No que diz respeito ao histórico de performance a sua classificação, depende do IPF que é calculado da seguinte forma:

$$IPF = \frac{n^{\circ} \text{ de entregas fora de prazo} \times n^{\circ} \text{ de entregas não conformes}}{n^{\circ} \text{ total de entregas}}$$

Na Figura é apresentado o resultado do cálculo do IPF para o fornecedor em questão, que possuindo um valor de 0.1 apresenta uma classificação de 3 no fator histórico de performance.

Avaliação dos Fornecedores - 2016									
Fornecedor	Produto	Localização		Hist. Performance		Colaboração		Score P/N	Score fornecedor
		Class	IPF	Class	Class				
		Águeda	1	0.1	3	1	3	4	
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	4	12		
		Águeda	1	0.1	3	4	12		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		
		Águeda	1	0.1	3	1	3		

Figura 43 Avaliação do fornecedor

Com todos os fatores preenchidos é calculado o score do produto e do fornecedor que são calculados através das seguintes fórmulas:

$$\text{Score do produto} = \text{localização} \times \text{hist. performance} \times \text{colaboração}$$

$$\text{Score do fornecedor} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{score do produto } i}{n}$$



Com os dois passos iniciais dados, foi possível preencher a matriz P/N vs fornecedor, para perceber, em termos de prioridade, quais os principais produtos que deviam ser otimizados (Figura 44). Concluiu-se que deveriam ser feitas auditorias aos fornecedores com o objetivo de tornar o seu processo mais robusto, reduzindo os controlos na receção dos MPPS por parte dos clientes. No entanto, todos os produtos se encontravam na zona amarela. Por isso, foram analisados, tendo sido iniciado o estudo pelos produtos do primeiro setor produtivo, a Fusão, até ao último, os Acabamentos.

		Supplier classification			
		AA	A	B	C
P/N classification	AA				
	A			49	21
	B			4	
	C				

Figura 44 - Matriz P/N vs Fornecedor

Sabendo que a realização de uma auditoria a um fornecedor não é uma atividade fácil de implementar, devido aos custos e a informações sensíveis, foi estabelecido o contacto com todos para que estes enviassem um fluxograma do seu processo produtivo e do plano de controlos. Após algum tempo e com alguma persistência, foi possível iniciar a penúltima etapa, o preenchimento das tabelas de controlos de cada produto, que dava a informação relativa ao estágio em que este se encontra (Figura 45).

		PROCESS							Stage (p/ cada característica)	Stage (PN)
		At Supplier			funfrap					
		During Production	Output Production	Before Expedition	Receiving Inspection	Line: before assembly	Line: in process	Line: Output		
Características				▲	◆				4	4
				▲	◆				4	

Incoming Material Stage	SUPPLIER		CUSTOMER	
	Production Department	Inspection Department	Inspection Department	Production Department
0	Problem on the product			
1	-	-	-	% 100 Inspection
2	-	-	-	% 100 Inspection
3	-	% 100 Inspection	% 100 Inspection	-
4	-	% 100 Inspection	Sampling Inspection or check Inspection	-
5	% 100 Inspection	Sampling Inspection or check Inspection	Sampling Inspection or check Inspection	-
6	Process control	Sampling Inspection	Check Inspection or no Inspection	-
7	Process control	Check Inspection	Check Inspection or no Inspection	-
8	Process control	No Inspection	No Inspection	-

Figura 45 Tabela de controlos do P/N e atribuição de estágio

Por fim, foi elaborada a matriz estágio vs classificação dos produtos, que permite perceber se um produto deve ser otimizado a nível de controlos (Figura 46). Tomando como exemplo um produto funcional, classificado como A, este deve estar no estágio 6,

zona verde, caso contrário deve ser realizada uma auditoria e implementadas ações, de modo a que o número de inspeções a MPPS por parte do cliente diminua, reduzindo custos.

2016	P/N classification	AA										
		A					3	14	32	15	6	
		B					2	2				
		C										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	
		Stages										

Figura 46 Matriz classificação P/N vs estágio

Durante a implementação desta metodologia ainda foi possível acompanhar parcialmente a recuperação de um produto, devido à ocorrência de uma não conformidade (descrevendo o fenómeno, um lote de tinta com uma viscosidade fora do especificado originou peças não conformes e resultou numa reclamação do cliente). Como referido na metodologia, (ponto 4.3.1), o produto voltou para o estágio zero e influenciou também a classificação do fornecedor, foi também alterada com o aumento do IPF. Para este voltar ao estágio 4 foi feita uma análise da reclamação por parte do cliente, foi realizado um relatório 8D e foram definidas e implementadas medidas corretivas. Com o tempo será possível reduzir o número de controlos para este produto.

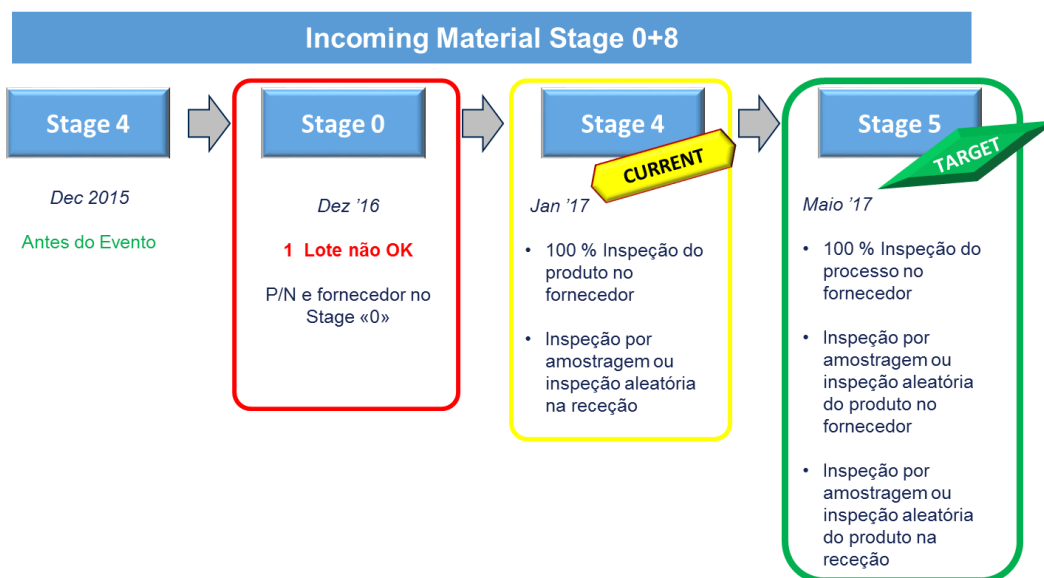


Figura 47 Descrição da recuperação do produto (Apresentação auditoria da Fiat 2017)

### 4.3.3. Resultados

Depois de implementada a metodologia, foi feita uma análise de todo o trabalho desenvolvido e apesar de esta não ter sido tão trabalhosa como as anteriores e de não se ter despendido tanto tempo, devido também à impossibilidade de realizar as auditorias aos fornecedores, foi possível encontrar e explorar melhorias que, aplicadas a todos os produtos, podem resultar em grandes poupanças para a empresa.

Durante este processo foram avaliados setenta e quatro produtos e vinte e dois fornecedores (Figura 48). A avaliação dos produtos, na listagem e descrição das características críticas, e posteriormente a dos fornecedores, com base no IPF e documentos existentes, foi minuciosa e fundamentada. Fez-se uma análise real, baseada em informação existente na empresa, através de fichas técnicas e dados recolhidos ao longo do tempo.

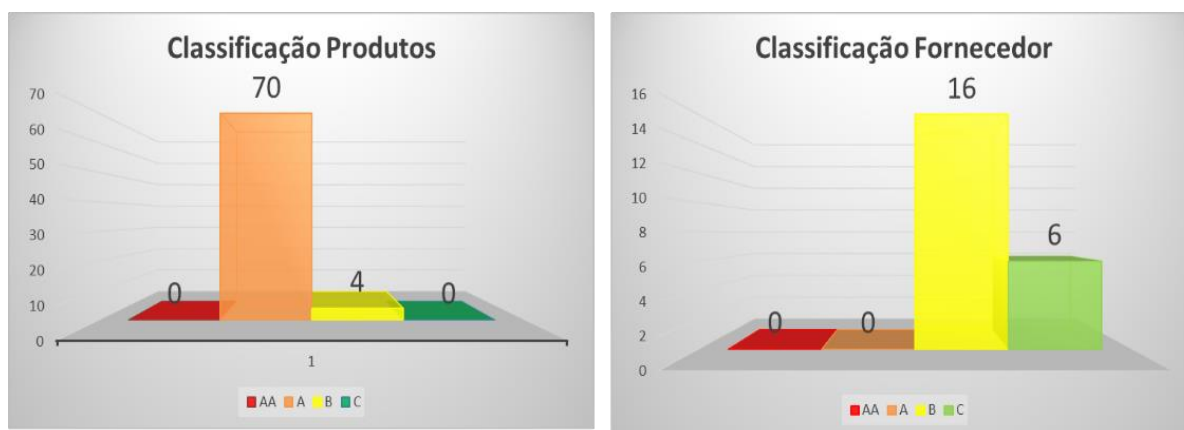


Figura 48 Produtos e fornecedores analisados.

Relativamente ao mapeamento dos controlos de cada produto, consoante as suas características críticas e fornecedor, e apesar de ter sido executado com suporte em documentação fornecida pelos fornecedores, não retrata as inspeções e o processo de controlo efetivo. Assim sendo, apesar de ser possível verificar melhorias nos estágios e nas avaliações da metodologia, é difícil contabilizar em dinheiro a poupança existente ou transformar estas em *kaizens* ou procedimentos que evitem a ocorrência dos mesmos erros da parte do fornecedor, porque não são feitas auditorias regulares a todos os fornecedores. Com a realização de auditorias, existiria um aumento dos custos de prevenção, mas no futuro este investimento resultaria numa poupança nos custos de avaliação, pois deixam de ser feitos controlos à entrada das MPPS, e nos custos de falhas internas e externas, como o caso referido da tinta, em que se teve de sucatar várias peças na empresa e ainda lidar com uma reclamação do cliente, o que são custos muito mais elevados do que a realização de uma auditoria ao fornecedor em questão.

Concluindo, pode referir-se que esta ferramenta já é utilizada há alguns anos na empresa e é possível verificar, através da Figura 49, que existe uma boa migração dos controlos para montante, isto é, tem existido uma evolução na mudança dos controlos do produto para o processo, tornando-o mais robusto e reduzindo alguns custos. No entanto, existe possibilidade de poupar ainda mais em custos com controlos,

reclamações e produtos não conformes, custos de avaliação e falhas internas e externas, com a realização de auditorias e averiguação efetiva dos controlos e processos do fornecedor.

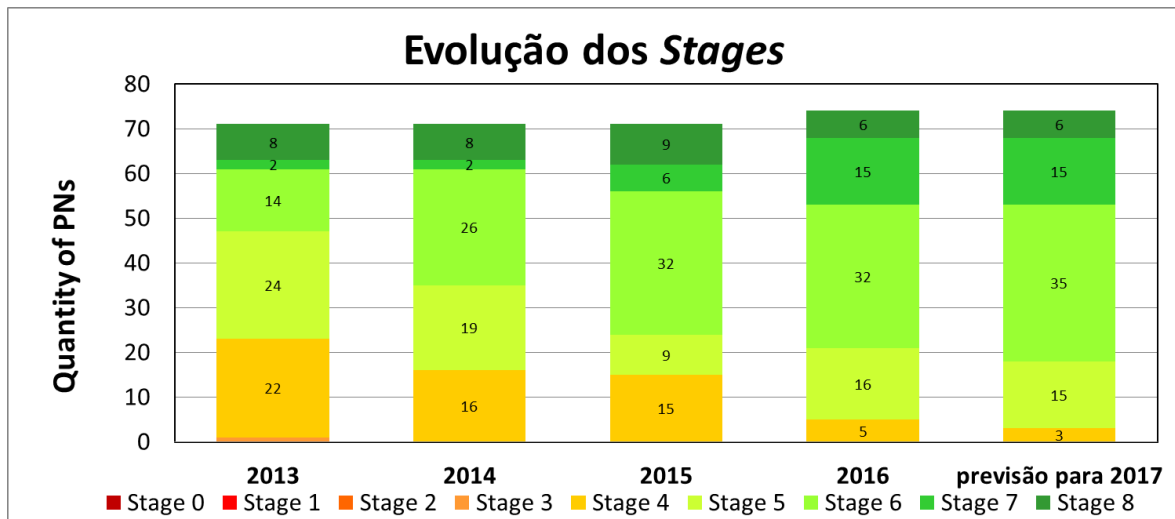


Figura 49 Evolução dos estágios de cada produto

Com o capítulo quatro foi possível perceber quais as metodologias para cada uma das três ferramentas WCM deste projeto, de que forma foram implementadas e os resultados obtidos, num processo bastante exigente. No próximo capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais.

## 5. Conclusões

Com a realização deste projeto foi possível verificar que o sistema WCM desempenha um papel vital na empresa e tem ajudado a manter a sua competitividade e qualidade na indústria automóvel, o que não é fácil devido à elevada evolução tecnológica e à procura constante de processos menos poluentes do que a fundição. No entanto, para o bom funcionamento e implementação das ferramentas e metodologias deste sistema de gestão integrada, são necessárias muitas pessoas e capital económico, o que para pequenas e médias empresas constitui um enorme obstáculo ou mesmo uma impossibilidade.

A Matriz QA Network revelou ser uma ferramenta muito completa e essencial para a análise das inspeções de qualidade no processo e de exploração de potenciais melhorias. Através da análise do tipo e origem do defeito, da sua localização, do tipo e do número de controlos realizados para o mesmo, foi possível identificar várias potenciais melhorias, tendo uma sido transformada num *standard kaizen*. Este foi identificado devido à ferramenta utilizada ter sido estudada visualmente, tornando-se fácil encontrar falhas ao olhar para o mapeamento de inspeções (que também é estudado estatisticamente). Com a intenção de aproximar os controlos ao máximo da sua origem, o *kaizen* efetivou uma poupança anual de 18 953,84 €. Como melhoria na utilização desta metodologia será importante começar a criar *quality gates* com a contabilização da FTQ *in* e FTQ *out* de cada controlo, para verificar quais os controlos que cumprem os objetivos de deteção e inspeção, removendo controlos desnecessários e otimizando os mais importantes. Além disso, é fundamental criar uma metodologia menos ambígua e de maior facilidade de interpretação, sem recorrer à hiperligação que exhibe fichas técnicas para perceber a que tipo de controlo corresponde cada símbolo. A solução de cada símbolo possuir uma ficha técnica de controlos foi sugerida e implementada na empresa e foi aprovada pelo pilar QC. Refira-se também que, de momento, o grupo FCA está a estudar a alteração da simbologia da QA Network.

A Matriz O&R é uma metodologia a utilizar no chão de fábrica, próxima do processo. É, por isso, necessário passar muito tempo a estudar cada posto de trabalho e cada procedimento de forma minuciosa, e quais os defeitos que estas podem originar. Mediante critérios existentes, é possível verificar se cada atividade elementar está a ser feita de forma aceitável (dentro da zona verde da matriz, de acordo com os índices de ocorrência e progressão do defeito) e se não estiver são planeadas ações de melhoria para que esta seja feita de forma correta. Por intermédio desta ferramenta, foram listadas trinta e quatro possíveis intervenções, em três setores produtivos, sendo que uma destas foi transformada num *major kaizen* com uma poupança de 10 198,23€ apenas para a peça estudada, ascendendo aos 30 000€, quando aplicada às restantes peças produzidas. Por ser uma ferramenta bastante prática e direta. A única sugestão de melhoria encontrada é a aplicação da mesma não apenas para uma peça, mas sim para todas.

Os *8 Stages of incoming material* é uma metodologia que mostrou um grande potencial de avaliação de fornecedores e de produtos, através do cálculo do IPF e da análise das características críticas dos produtos, bem como da redução de custos de qualidade, com a migração dos controlos para montante, reduzindo os custos no cliente.

Foi a única das ferramentas implementadas em que não foi possível quantificar monetariamente as melhorias obtidas. As principais razões que se podem apontar para esta limitação são:

- o facto de não utilizarem *quality gates* nos sectores, pelo que não contabilizam o FTQ *in* e *out* em cada controlo. Se isto acontecesse, seria possível verificar se os controlos estão a realizar bem a sua função de deteção e prevenção de ocorrência de defeitos;

- o facto de não se realizarem auditorias regulares que verifiquem efetivamente os controlos no processo do fornecedor, que a curto prazo aumentariam os custos de prevenção, mas a longo prazo permitiriam uma redução dos custos de avaliação e falhas internas e externas;

- o facto de não se utilizarem nem as mesmas quantidades, nem os mesmos produtos de um ano para o outro. Sem conhecer os custos de qualidade utilizados para a receção de MPPS, no passado, é difícil calcular a poupança gerada com a implementação da ferramenta, no presente.

Concluindo, e apesar de todas as dificuldades encontradas e das sugestões de potenciais melhorias, com o trabalho desenvolvido foi possível aumentar um ponto ao pilar QC, na auditoria da FCA realizada em abril de 2017 (um dos dois únicos pilares, que aumentaram a sua classificação nessa auditoria) e foi gerada uma poupança de 29 152,16€, relativamente apenas à peça CC220, mas que pode ascender a 60 000€, se os cálculos forem realizados para as restantes peças. Talvez o próximo passo a dar seja investir em melhores *softwares*, para que todo o trabalho que foi implementado à mão em *excel*, seja coletado e analisado automaticamente por máquinas, permitindo processos mais flexíveis e mais eficientes, garantindo alta qualidade a custos reduzidos uma lógica mais próxima da indústria 4.0.

## 6. Referências Bibliográficas

- De Felice, F., & Petrillo, A. (2015). Optimization of manufacturing system through world class manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 741–746. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.171>
- Dokic, P., Dokic, I., Arsovski, S. (2013). Quality and World Class Manufacturing, 483–488.
- Duffy, G. L. (2013). *The ASQ Quality Improvement Pocket Guide: Basic History, Concepts, Tools, and Relationships*.
- Duggan, K. J. (2002). *Creating Mixed Model Value Streams - Practical Lean Techniques for Building to Demand*.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2008). *The Management and Control of Quality. The Management and Control of Quality*, 768.
- Felice, F., Petrillo, A., & Monfreda, S. (2013). Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. *InTech - Open Science Open Minds*, 1–30. <https://doi.org/10.5772/54450>
- Flynn, B. B., Schroeder, R. G., & Flynn, E. J. (1999). World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation. *Journal of Operations Management*, 17(3), 249–269. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00050-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00050-3)
- Funfrap, F. T. (2017). *World Class Manufacturing*, 1–259.
- Gajdzik, B. (2013). World class manufacturing in metallurgical enterprise. *Metalurgija*, 52(1), 131–134.
- Geiger, G., Hering, E., Kummer, R., & Fachbuch, H. (2011). *Kanban*.
- Hayes, R. H., & Wheelwright, S. C. (1984). Restoring our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing. *Harvard Business Review*. <https://doi.org/Article>
- Hines, P., Found, P., & Griffiths, G. (2011). *Staying Lean: Thriving, Not just Surviving*.
- Hopp, W., & Spearman, M. (2001). *Factory Physics Principles*. Cycle.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Control Handbook*. McGrawHill. <https://doi.org/10.1108/09684879310045286>
- Kennerley, M., & Neely, A. (2003). Measuring performance in a changing business environment. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(2), 213–229. <https://doi.org/10.1108/01443570310458465>
- Kiran, D. R. (2016a). Chapter 22 -Kaizen and Continuous Improvement. In *Total Quality Management*.
- Kiran, D. R. (2016b). Chapter 26 - Failure Modes and Effects Analysis. In *Total Quality Management*.
- Kiran, D. R. (2016c). Chapter 8 - Cost of Quality. In *Total Quality Management*.

- Liker, J. K. (2004). The Toyota Way: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mann, D. (2014). *Creating a Lean Culture - Tools to Sustain Lean Conversions*. 2014. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Midor, K. (2012). World Class Manufacturing – characteristics and implementation in an automotive enterprise. *Scientific Journals*, 32(104), 42–47.
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization-one of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149(June), 329–332. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>
- Murata, K., & Katayama, H. (2009). An evaluation of factory performance utilized KPI/KAI with data envelopment analysis. *Journal of the Operations Research Society of Japan*, 52(2), 204–220.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System*. *International Journal of Operations* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1108/eb054703>
- Pałucha, K. (2012). World Class Manufacturing model in production management. *International Scientific Journal*, 58(2), 227–234.
- Rußmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing*. Boston Consulting, (April), 1–5.
- Sailaja, A., Basak, P. C., & Viswanadhan, K. G. (2013). Activity Based Cost Management : An Effective Tool for Quality Performance Measurement in Manufacturing Industries. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(1), 1–9.
- Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D., & Vidor, G. (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31(3), 358–366. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.04.001>
- Scotelano, L. (2007). Aplicação da Filosofia Kaizen e uma investigação sobre a sua Difusão em uma Empresa Automobilística. *Rev. FAE*, 10(2), 165–177.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System from engineering Viewpoint*. New York: Productivity Press.
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheeshkumar, R. M. (2014). 12th GLOBAL CONGRESS ON MANUFACTURING AND MANAGEMENT , GCMM 2014 A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Tague, N. R. (2005). *Quality Toolbox*. *Quality Toolbox*, 211–329. <https://doi.org/10.1002/tqem>



Vaxevanidis, N. M., Petropoulos, G., Avakumovic, A., & Mourlas. (2009). Cost Of Quality Models And Their Implementation In Manufacturing Firms. *International Journal for Quality Research* , Vol. 3.

Vinod, M., Devadasan, S. R., Sunil, D. T., & Thilak, V. M. M. (2015). Six Sigma through Poka-Yoke: a navigation through literature arena. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 81(1–4), 315–327. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7217-9>

Welty, G. (2013). Working with standard operating procedures (SOPs). *Quality Assurance*, 85–102. <https://doi.org/10.1533/9781908818621.1.85>

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. World. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(92\)90400-V](https://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V)

Yamashina, H. (1995). Japanese manufacturing strategy and the role of total productive maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1(1), 27–38. <https://doi.org/10.1108/13552519510083129>








## 7. Anexos

### ANEXO I (QA NETWORK e ficha técnica)

## QA NETWORK



## FICHAS TÉCNICAS DE CONTROLO

		Ajuda na Estação						QC <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> CD <input type="checkbox"/> FI <input type="checkbox"/> WO <input type="checkbox"/> PM <input checked="" type="checkbox"/> SYMBOL <input type="checkbox"/> EN <input type="checkbox"/> AM <input type="checkbox"/> PD <input type="checkbox"/> ENV <input type="checkbox"/> EEM <input type="checkbox"/> LOG <input type="checkbox"/>
Setor	Macharia	Equipamento/Sistema						
Actividade	Descarga de Areia	Quando a preparação da areia termina se não existir um carro preparado para a descarga da areia existe um aviso sonoro. O aviso sonoro não ocorre se no sensor superior estiver um carro que transporta a areia, ou se o trabalhador fizer a descarga da areia de forma manual para um outro carro.						
Anomalia	Machos partidos	 						
Modo de Defeito	Características NOK de areia de macharia							
Posto de ocorrência	Misturadores							
Método de Alerta		 <p>Sinal Sonoro</p>						
		Ass. Pilar QC _____ Ass Autor: _____						





ANEXO II  
*Standard Kaizen e Documentação*

## Standard Kaizen



## DADOS RECOLHIDOS

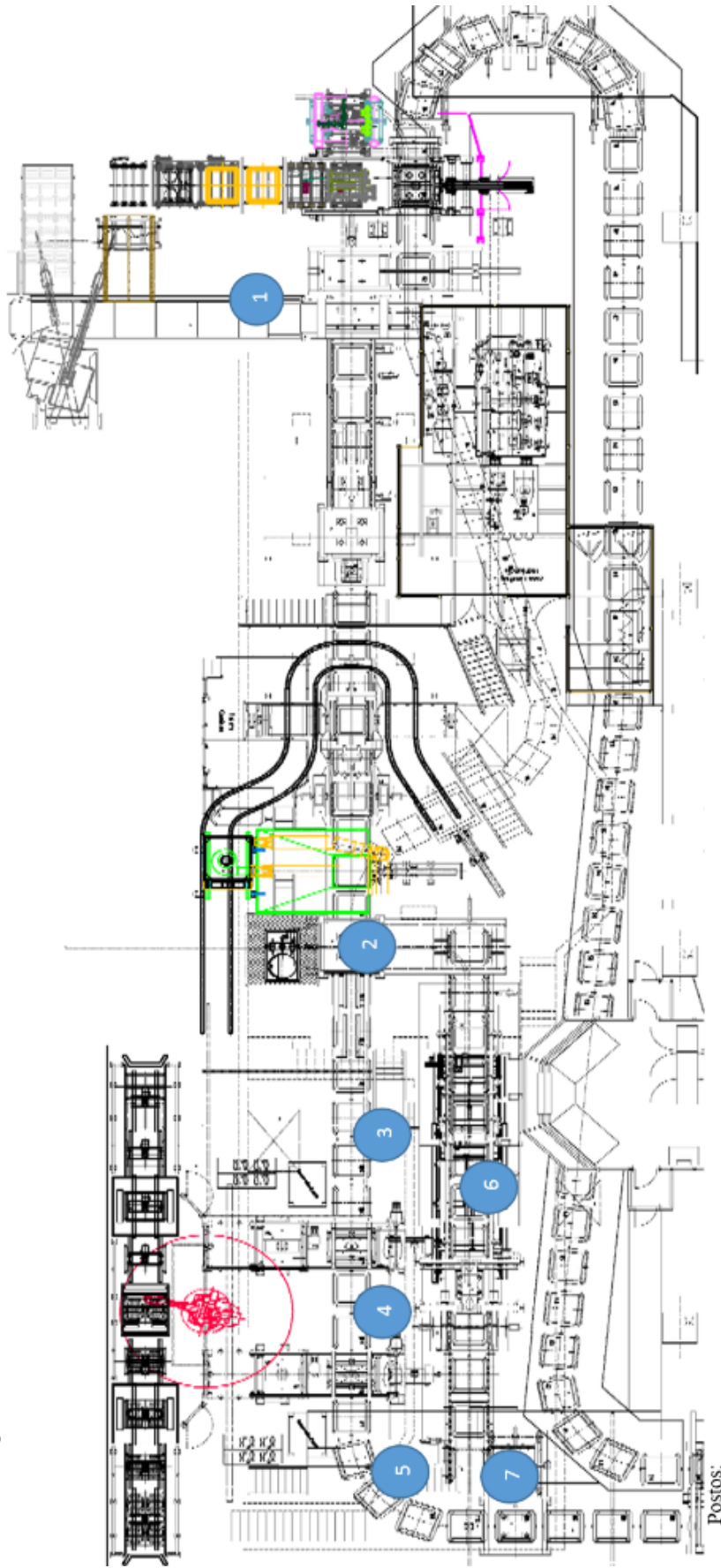
Documentação das paragens máquina de moldar

Data	Tempo(min)	Local	Peça	Responsável	Causas
28/03/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta detecção separador de camisa
28/03/2016	7,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta detecção separador de camisa
28/03/2016	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas com separadores trocados
16/03/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separador
17/03/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem espaçador
22/03/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa não detectada (separador empenado)
06/04/2016	5,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisas sem separadores
07/04/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de detecção separador de camisas
07/04/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de detecção separador de camisas
07/04/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de detecção separador de camisas
08/04/2016	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Separadores camisas colocados ao contrário
08/04/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores nas camisas
08/04/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores nas camisas
27/04/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Separadores camisas ao contrário
04/05/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	falta de separadores nas camisas
04/05/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separador metálico na camisa
11/05/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
11/05/2016	1,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
27/05/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Separador camisas invertido
30/06/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
12/07/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de detecção separador de camisa
15/07/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta presença camisas (separador mal colocado)
05/09/2016	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
08/09/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
15/09/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores das camisas
16/09/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisas sem separadores
16/09/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisas sem separadores
16/09/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisas sem separadores
16/09/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisas sem separadores
19/09/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta separador na camisa
20/09/2016	5,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Separadores camisas invertidos
20/09/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem seoradores
22/09/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Separador camisas invertido
22/09/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
07/10/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisa sem separadores

Data	Tempo(min)	Local	Peça	Responsável	Causas
07/10/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisa com separadores invertidos
10/10/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	CONSERVAÇÃO	Falta detecção separadores das camisas (pórtico não subiu)
17/10/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
17/10/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta separadores nas camisas
18/10/2016	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
20/10/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisa sem sparadores
21/10/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de brinco na camisa 220
26/10/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa com separador torcido
28/10/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
02/11/2016	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
08/11/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisas sem separadores
16/11/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
30/11/2016	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	camisas sem separadores
06/12/2016	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
06/12/2016	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
13/12/2016	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Separador da camisa mal colocado
11/01/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores nas camisas
11/01/2017	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Sparadores das camisas ao contrário
12/01/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
12/01/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
26/01/2017	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Separadores invertidos
04/02/2017	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Separadores invertidos
13/02/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
17/02/2017	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta separadores das camisas
17/02/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
18/02/2017	5,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores
23/02/2017	3,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores
08/03/2017	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores
08/03/2017	1,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
09/03/2017	4,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores
13/03/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisas sem separadores
21/03/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta de separadores nas camisas
31/03/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Falta separador da camisa
11/04/2017	2,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores
19/04/2017	1,00	MÁQUINA DE COLOCAR MACHOS EFACEC Nº2	CC-220	FABRICAÇÃO	Camisa sem separadores

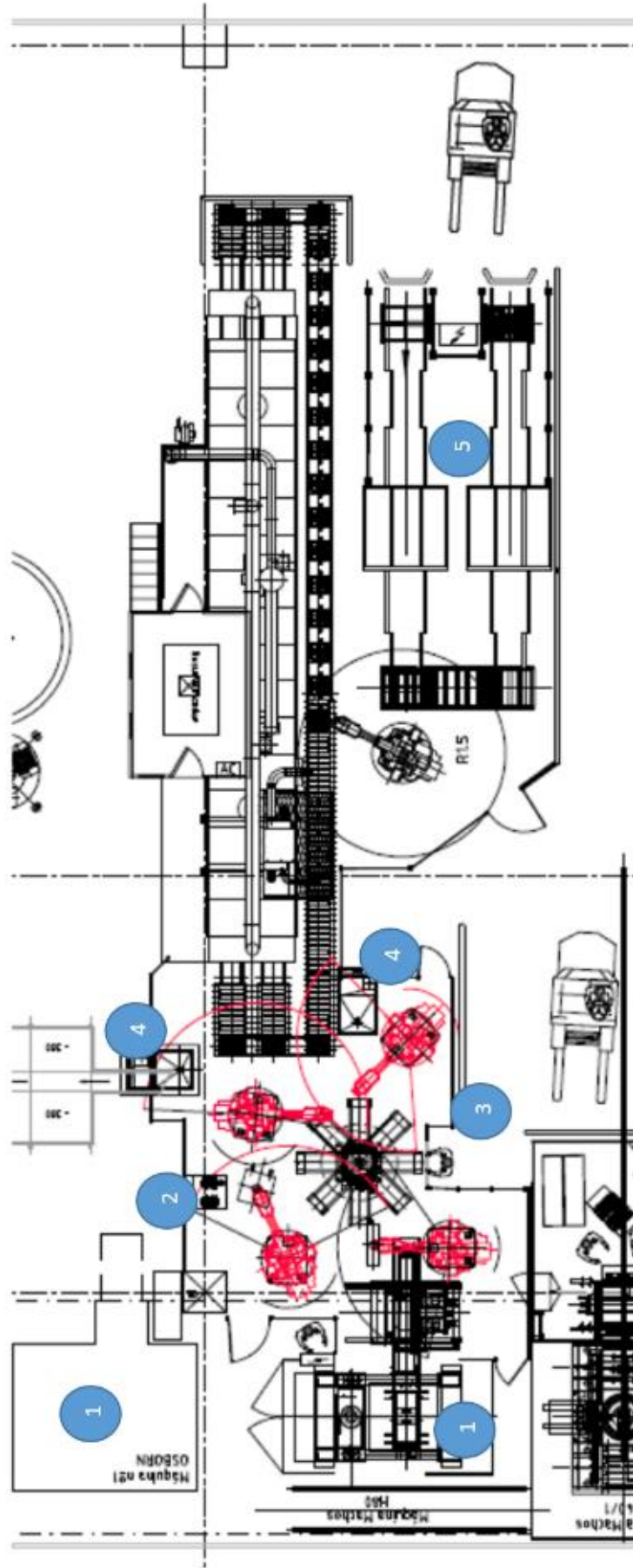
ANEXO III  
Occurrence & Release

## Moldação



- Postos:
- 1- Grelha de Abate
  - 2- Máquina de Moldar
  - 3- Sopragem e Colocação de filtros e Retornos de Oleo PM Inferior
  - 4- Falso Molde
  - 5- Colocação dos retornos de Óleo Sup.
  - 6- Furação da PM superior
  - 7- Máquina de Fechar



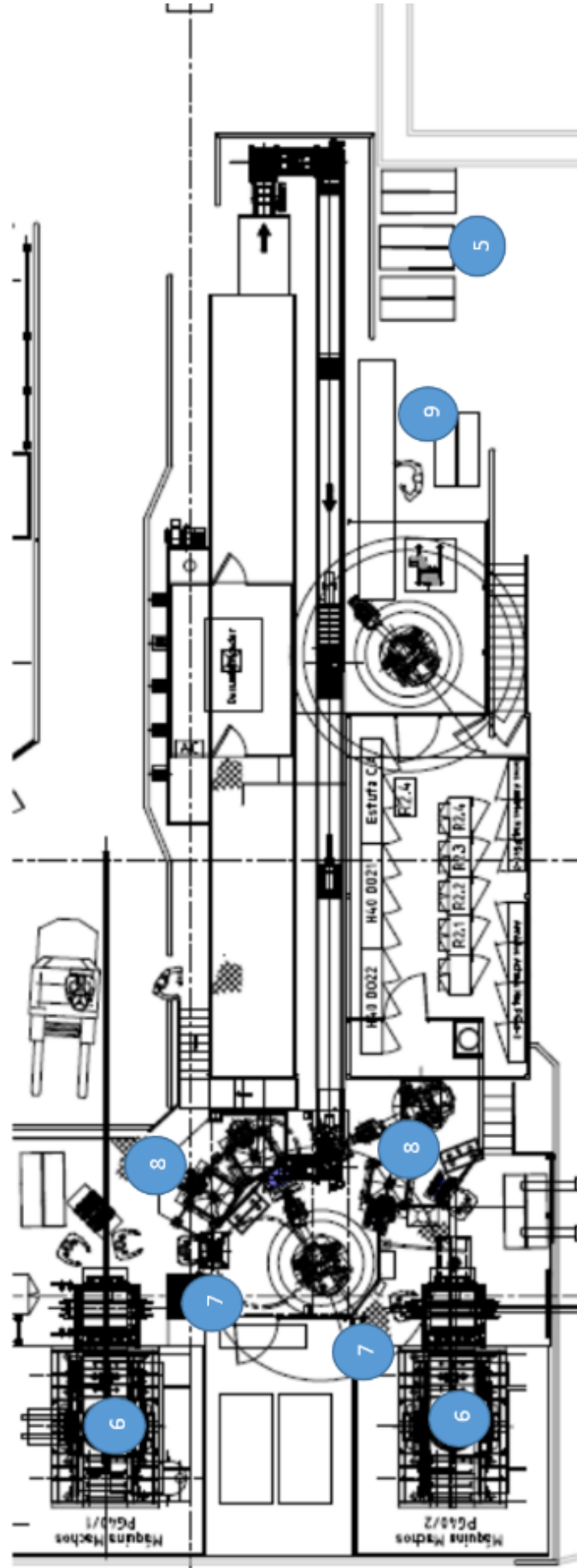


Linha H80 - máquina H80 e máquina 1

Postos:

- 1- Máquina H80 e máquina 1 ( N120)
- 2- Montagem dos machos gallete
- 3- Aperto dos machos
- 4- Tinas de tinta ( pintura de machos)
- 5- Paletização e Stockagem

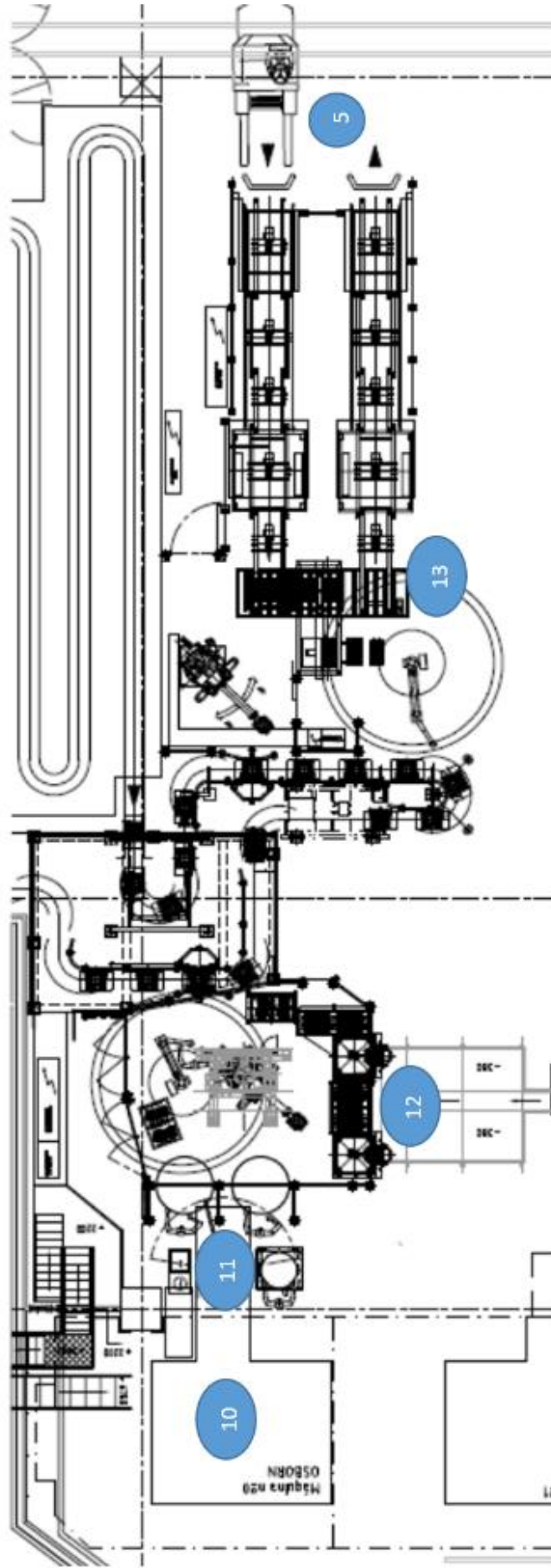
Linha PG40 – Máquina PG40.1 e PG40.2 ( produção de machos camisa)



Postos:

- 6- Máquina PG40.1 e máquina PG40.2
- 7- Rebarbagem e montagem camisas
- 8- Tina de tintas (pintura dos machos)
- 9- Colocação de distanciais / seperadores e suportes

Linha 0 - Máquina 0 ( produção de Machos cilindro e galletes )

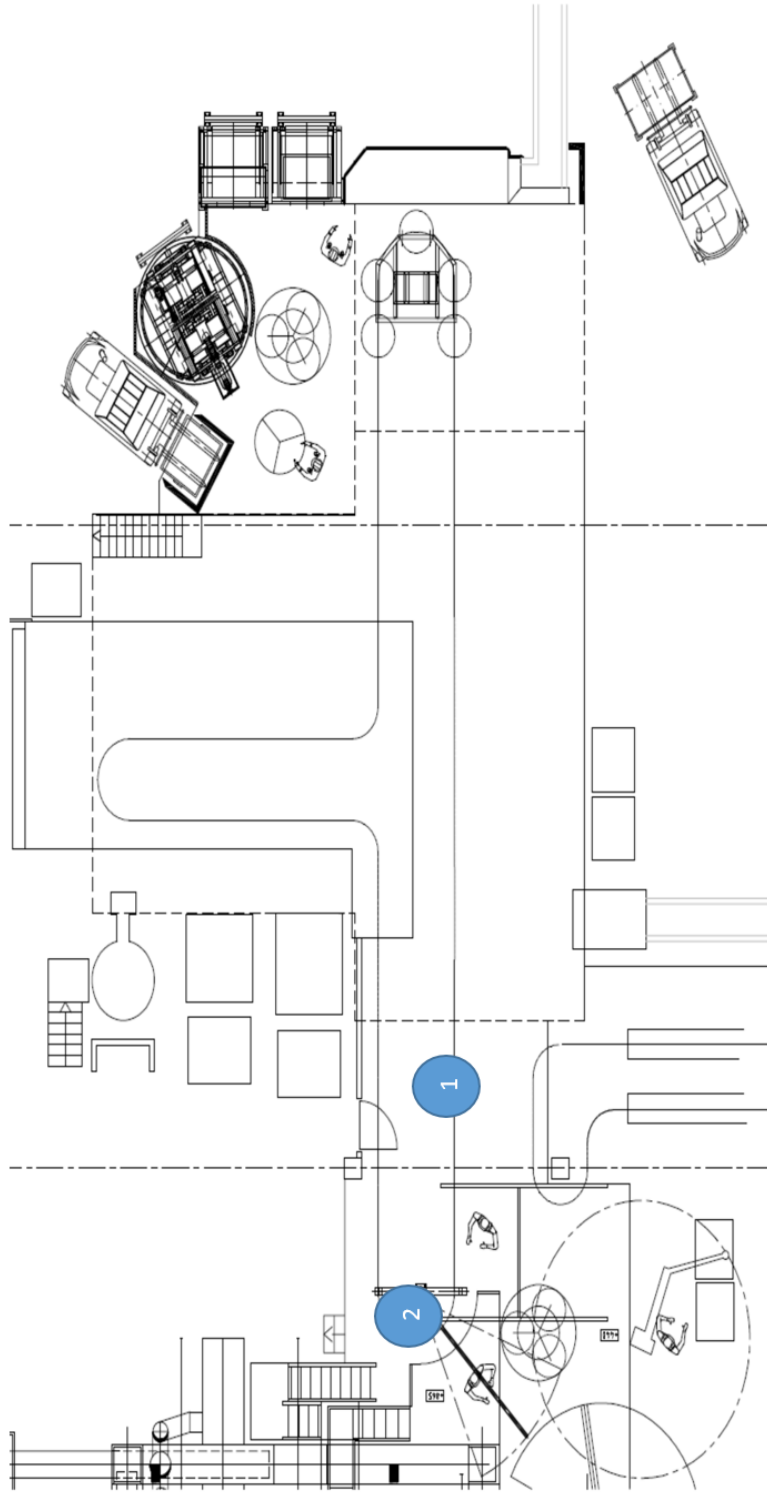


Postos:

- 10- Máquina 0 ( N120)
- 11- Montagem dos machos manual ( cilindros + gallete )
- 12- Tinas de tinta ( pintura de machos)
- 13- Manipulação automática de machos

Acabamentos

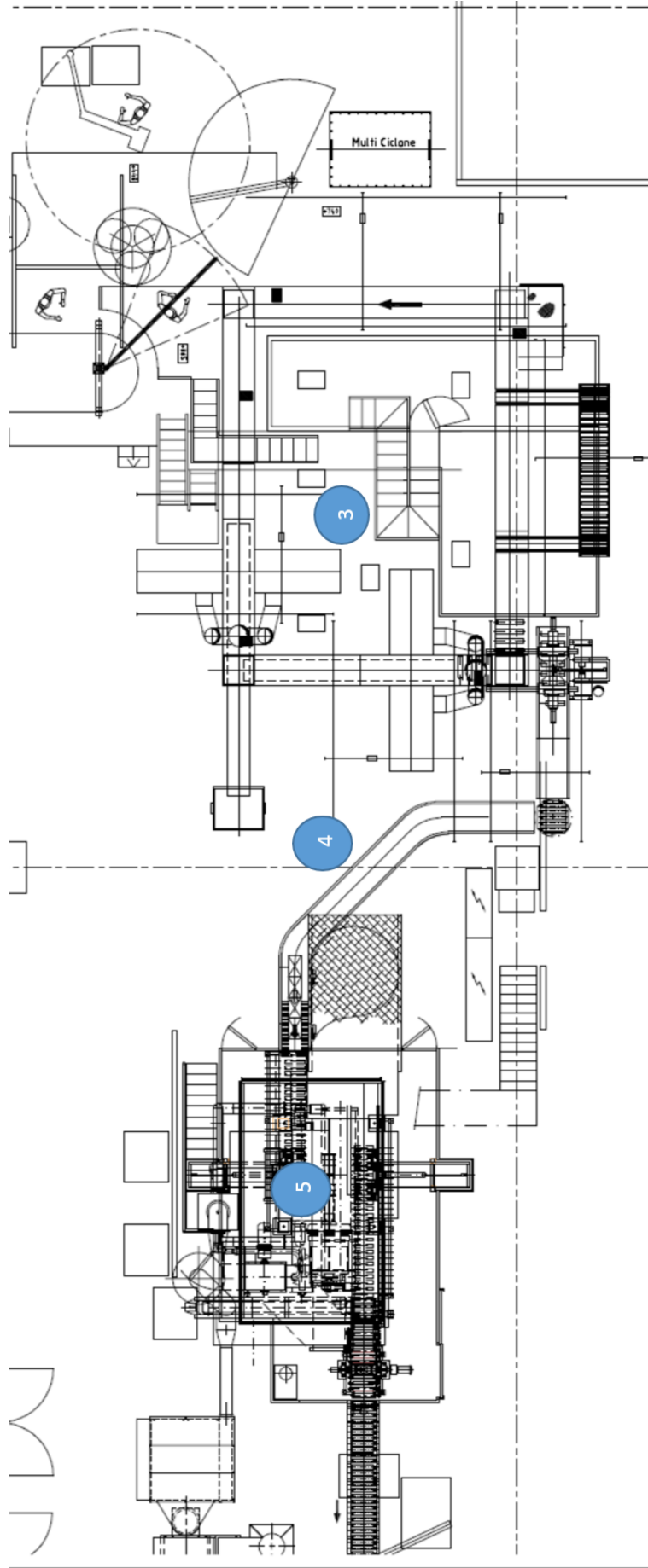
Granalhadora – Granalhadora Pendural



Postos:

- 1- Abastecimento de 220 na Granalhadora
- 2- Colocar nos suportes OMD ou contentores

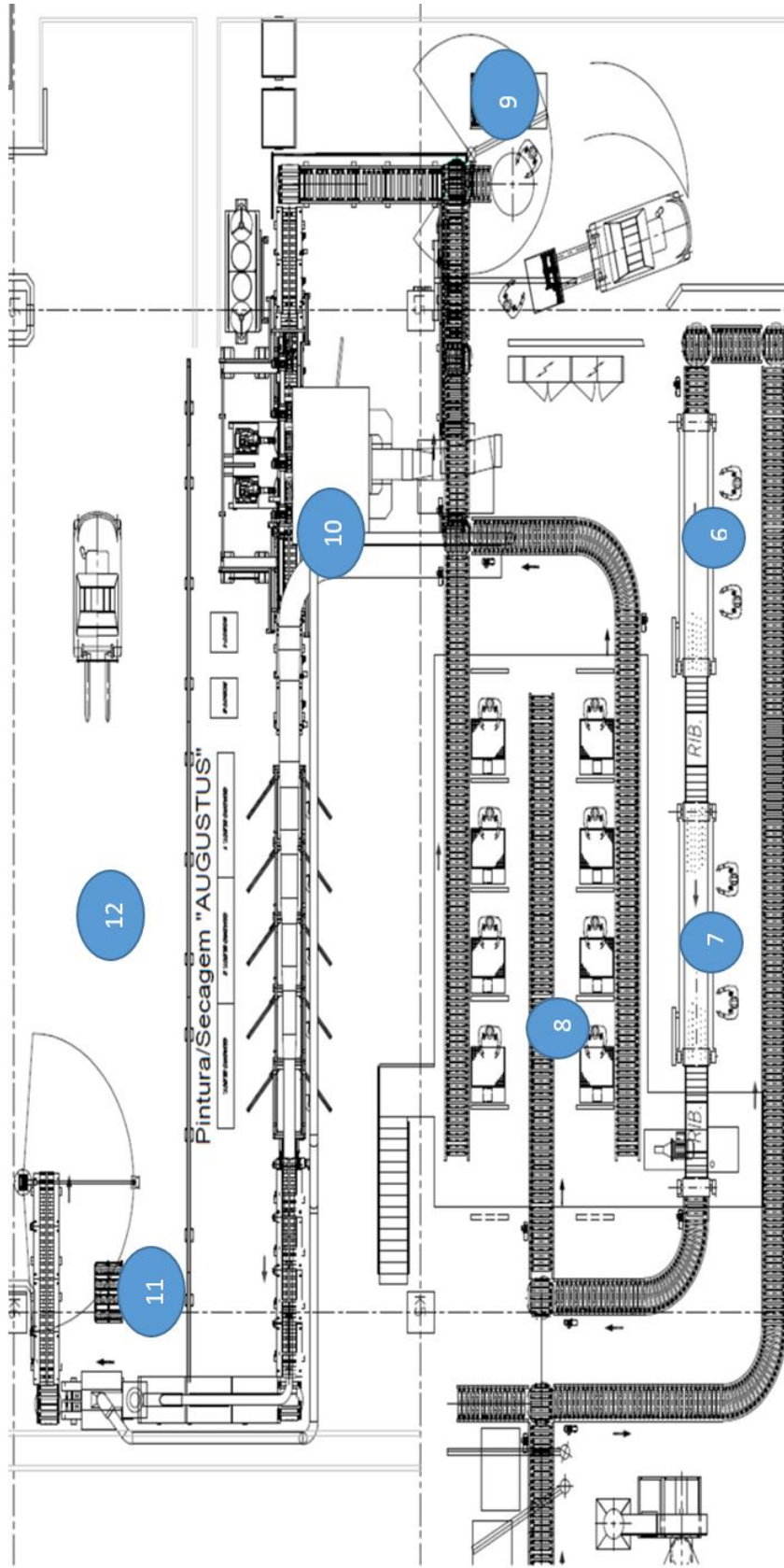
OMD – OMD e granalhadora de Pinça



Postos:

- 3- Máquina OMD 4 faces
- 4- Inspeção visual e retirar peças se existir avaria na granalhadora de pinça
- 5- Granalhadora de pinça

Acabamentos – Tapete um e dois e zona de pintura e secagem “ AUGUSTOS”



Postos:

- 6- Tapete 1
- 7- Tapete 2
- 8- Cabines
- 9- Separação de sucata
- 10- Pitura e Secagem
- 11- Posto A560
- 12- Acondicionamento

## ANEXO IV

### *Major Kaizen e documentação*

*Major Kaizen*







## ANEXO V

### Documentação do *Major Kaizen*

( Plano de ações, 5G, 5W+1H, 4M1D, 5 porquês e orçamento)

Area Europe & Far East		WCM KAIZEN JOURNAL		Funifrap		Page		Issued		Review																					
Pillar		FI		Plant		1																									
FUNFRAP - PROJECT PLAN																															
MAJOR KAIZEN -																															
n°	Description	Where	Who	When	Results & remarks	Date		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto															
						plan	frc	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week	week											
1	Análise Matriz QA Network	QC	Equipa	Sem	16	5G+ 5W1H + identificação do problema	Planned	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
2	Fazer equipa	QC	Equipa	Sem	16		Planned																								
3	Analisar problema	QC + Terreno	Equipa	Sem	16 / 17	Perceber o problema	Planned																								
4	Estudo do sistema	QC + Terreno	Equipa	Sem	17 / 18	Princípios de Funcionamento	Planned																								
5	Definição objetivo	QC	Equipa	Sem	18	Objetivo 0%	Planned																								
6	Análise dos filtros e camisas RO3 e RO2	QC	Equipa	Sem	19	4M + 5 Why	Planned																								
7	Criação de Ações	FI + OM + WO + EEM + QC	Equipa	Sem	20	Estudo de potenciais melhorias	Planned																								
8	Benefício / Custo	FI + CD	Equipa	Sem	20	Análise de Benefícios / Custos	Planned																								
9	Implementação	DCTN + FI	Equipa	Sem	30/35	*	Planned																								
10	Industrialização	Fabricação	Equipa	Sem	35	Passar a procedimento corrente	Planned																								
11			Equipa	Sem			Planned																								
12			Equipa	Sem			Planned																								
13			Equipa	Sem			Planned																								
14			Equipa	Sem			Planned																								

\* Comprar 3 sem  
 Programar 3 sem  
 Instalar 1 sem  
 Ensalzar 2 sem  
 Industrializar 2/3 sem



## Check list 5G



Grupo Teksid

<b>Sector:</b>	<b>Data:</b>	<b>Projecto:</b>	<b>Equipa:</b>
Moldação	20/04/2017	Ausência de filtros ou retornos de óleo	Xavier Prior ; Paulo Nunes; Bruno Cunha; Jorge Rodrigues; João Castro; Paulo Morais
<b>5G</b>	<b>Description</b>	<b>Observations</b>	
<p><b>Gemba</b>  <b>Ir para o terreno</b>  O posto de trabalho, o local onde o evento realmente aconteceu.</p>		Máquina de Moldar; Após a moldação é colocado um filtro, um retorno de óleo inferior e um superior de forma manual	
<p><b>Gembutsu Examinar o objecto</b>  O fenómeno, o que realmente aconteceu, que você pode realmente observar com seus próprios olhos, sem qualquer ideia já feita sobre isso.</p>		O processo de colocação de filtros e retornos de óleo é totalmente manual com ausência de inspeção	
<p><b>Genjitsu Confira os factos e números</b>  O equipamento real, materiais, produtos, e outros objetos físicos realmente envolvidos no evento.</p>		Filtros Retornos de óleo Moldação	
<p><b>Genri Consulte a teoria</b>  Princípios (química/física), os factos e os números estão em linha com a teoria?  As especificações são corretas para realizar a operação?  Existe alguma razão óbvia pela qual o processo não pode ser realizado corretamente?</p>		A falta de inspeção leva há ocorrência de defeitos. Estes defeitos são causados pela fadiga e ser uma atividade repetitiva	
<p><b>Gensoku Siga as normas, os padrões operativos</b>  O procedimento e os parametros padrão foram observados durante a realização da operação?</p>		Apesar da existência de procedimentos ( SOP's e OPL's ) nenhum destes garante a qualidade a 100%	

# 5W 1H

<b>Sector:</b>	<b>Data:</b>	<b>Projecto:</b>	<b>Equipa:</b>
Moldação	20/abr/17	Ausência de filtros ou retornos de óleo	Xavier Prior ; Paulo Nunes; Bruno Cunha; Jorge Rodrigues; João Castro; Paulo Morais

## Definição do Problema

### What / O Quê

Em que produto/Máquina/Material estava a trabalhar? De que dimensão?

Peças defeituosas sem retornos de óleo e com características NOK devido à não colocação dos machos retorno de óleo superior, inferior e de filtros

### When / Quando

O problema foi verificado através da sucata de 220, onde se percebeu que não foram colocados machos RO's ( retornos de óleo) e filtros

### Where / Onde

Onde se verificou o problema (Linha, Máquina, Robot)? Em que zona específica se verificou o problema? Onde, fisicamente, se viu o problema?

Na máquina de moldação; na moldação inferior; Os defeitos são detetados na zona dos RO's ou em toda a peça no caso de ausência de filtro

### Who / Quem

O problema é ligado a alguém específico? Algum comportamento específico poderá ter causado o problema? Só alguns operadores têm este problema? Só em algum turno se verifica este problema?

Ao colaborador que coloca os retornos de óleo e os filtros Não existe correspondência com nenhum turno ou colaborador

### Which / Qual

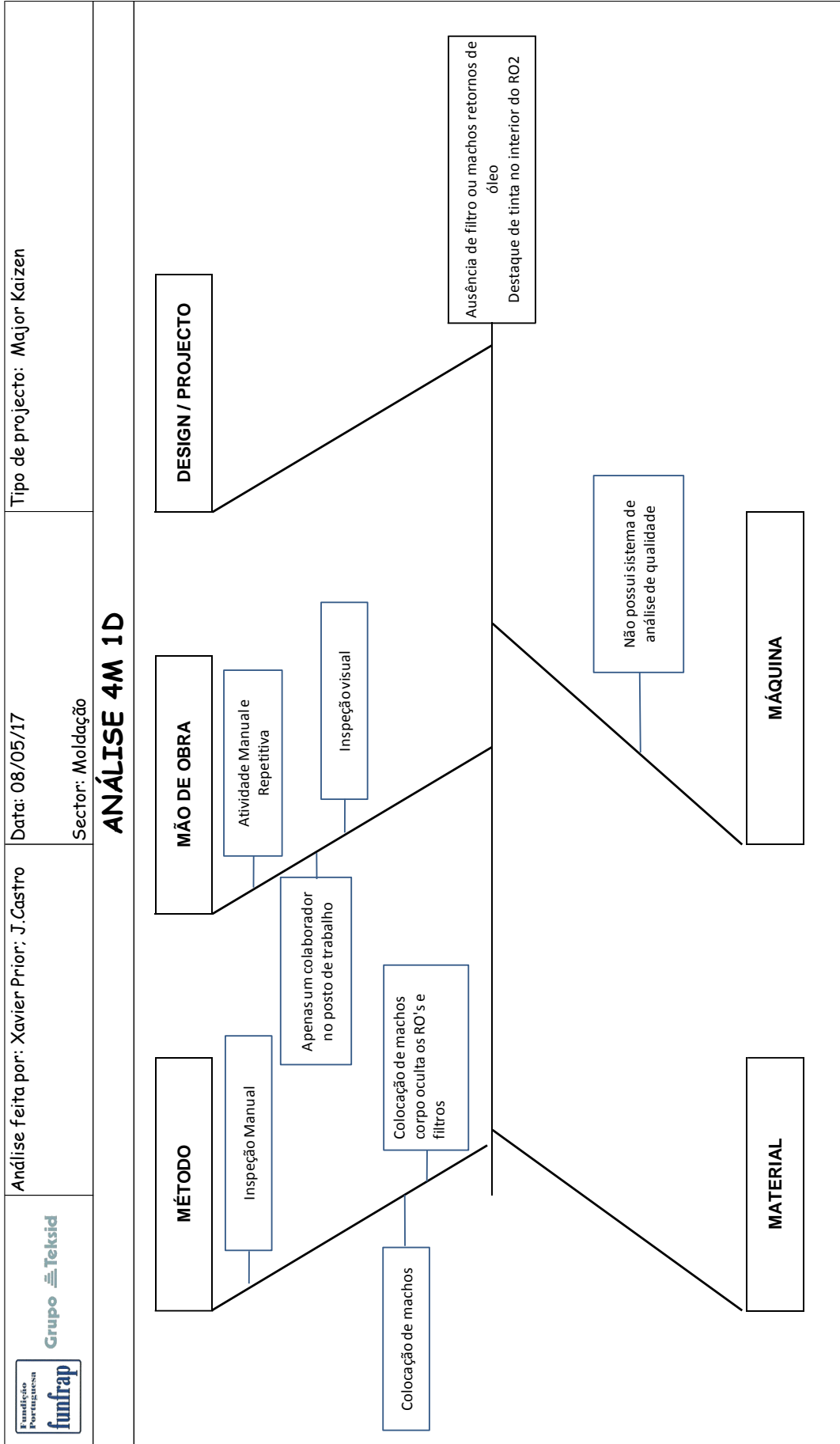
Quais características são ligadas ao problema? O problema acontece ao acaso ou tem uma tendência ou uma correlação com qualquer coisa? O problema acontece numa direcção particular?

Sucata ; Comportamento do culaborador ; Actividade/ação repetitiva ; Ação 100% manual

### How / Como

Como mudou o estado da instalação relativamente às condições optimais? Com que frequência acontece o problema?

Ocorreu 148 vezes durante 2016 apenas para a peça 220. Sem qualquer alteração do procedimento ou inspeção



Data: 09/05/2017		Zona:		Projecto:		Equipa:	
		Moldação		Ausência de filtros e camisas RO's		Xavier Prior; J.Castro; Paulo Nunes	
Descrição	1 Porquê	2 Porquê	3 Porquê	4 Porquê	5 Porquê	Verificação	OK/KO
						Nº	Nº
Dimensão do Problema							
Ausência de machos RO's e filtros na moldação							
Fenómeno							
	Vazamento de metal numa moldação NOK	Moldação não coninha ou filtro ou / e RO2 ou / e RO3	Erro Humano - falta de colocação de algum dos componentes referidos anteriormente	Operação repetitiva e sem poka-yoke de prevenção para uma atividade 100% manual	Inexistência de sistema automático de auxílio na realização da atividade e deteção de falhas		
Peça sem RO's e peça NOK							
Mecanismo \ Sistema							
Moldação + machos RO2 e RO3 e filtros							

## 5 Whys (5 Porquês)



Data / Date: 02-05-2017

Nº Páginas / Pages: 1

Para / To: Funfrap - Fundação Portuguesa, S.A. Fax:

V. Ref. / Your Ref: Email Eng. Jorge Rodrigues

Att.: Sra. Ana Melo

Assunto / Subject: FORNECIMENTO DE CÂMARAS PARA VISÃO

Exmo(a)s Sr(a)s

Vimos desta maneira apresentar a nossa proposta em assunto para Fornecimento de materiais e serviços.

### 1 – Âmbito dos fornecimentos e Preços

Consideramos do âmbito do nosso fornecimento os seguintes materiais / equipamentos:

QUANT	Description	Portuguese Desc	PVPR 2017	DESC	DESC1	P.LIQ/Un	P.TOTAL
1	FQWD010E	Cabo E/S FQ 10m	209,00	30,00%	0,00%	146,30	146,30
1	FQWN010E.1	Cabo Ethernet FQ 10m	113,00	30,00%	0,00%	79,10	79,10
1	FQ2S25100N	Sensor FQ standard FOV:29x18-300x191 Dist:32-380 PNP	2.340,00	30,00%	0,00%	1.638,00	1.638,00

O Imposto Sobre o Valor Acrescentado – IVA – não se encontra incluído.

### Reparação:

#### Camara FQ2-S25100N:

REPARAÇÃO NORMAL - 382.65€ + IVA

SEM REPARAÇÃO – 83€ + IVA

SEM AVARIA – 208€ + IVA

#### 2 – Prazo de Garantia

1 ano a instalação, 2 anos o hardware (material);

#### 3 – Faturação e Condições de pagamento

Habituais

#### 4 – Prazo de Entrega

2 Semanas depois da adjudicação

#### 5 – Validade da proposta

60 dias

Gratos pela preferência com que V. Exas. Se dignarem distinguir-nos, apresentamos os nossos cumprimentos.

## ANEXO VI

### *8 Stages of incoming material*

Avaliação dos Fornecedores - 2016								
Fornecedor	Produto	Localização	Hist. Performance		Colaboração		Score P/N	Score fornecedor
			Class	IPF	Class	Class		
			1	0.1	3	1	3	4
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	4	12	
			1	0.1	3	4	12	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			1	0.1	3	1	3	
			7,5	0	1	4	30	11
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			1	0	1	1	1	1
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	8
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	8
			5	0	1	1	5	5
			5	0	1	1	5	5
			5	0	1	1	5	5
			5	0	1	1	5	5
			1	0	1	1	1	8
			1	0	1	1	1	1
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	
			7,5	6	5	4	150	8
			7,5	0	1	1	7,5	8
			7,5	0	1	1	7,5	8
			1	0.1	3	4	12	8
			1	0.1	3	1	3	1
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	
			1	0	1	1	1	
			7,5	0	1	1	7,5	8
			7,5	0	1	1	7,5	8
			7,5	0	1	1	7,5	8
			7,5	0	1	1	7,5	8
			7,5	0	1	1	7,5	8
			5	0	1	1	5	5
			5	0	1	1	5	5
			1	0	1	1	1	1
			2,5	0	1	1	2,5	3
			7,5	0	1	1	7,5	8
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			7,5	0	1	1	7,5	
			2,5	0	1	1	2,5	8
			2,5	0	1	1	2,5	3

PN vs Fornecedor

Fornecedor	PN	Class. Forn	Class. PN
		B	A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
		A	
		B	A
			A
			A
			A
		C	A
			A
			A
		B	A
			A
		B	A
			A
		B	A
			A
		C	A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
		B	A
			A
		B	A
			A
		B	A
			A
		B	B
			B
		C	A
			A
		B	A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
			A
		A	
		B	A
			A
		C	A
			A

<b>2015</b>	<b>AA</b>									
	<b>A</b>					<b>11</b>	<b>9</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
	<b>B</b>					<b>4</b>				
	<b>C</b>									
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>Stages</b>										

<b>Actual</b>	<b>2016</b>	<b>AA</b>									
		<b>A</b>					<b>3</b>	<b>14</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>6</b>
		<b>B</b>					<b>2</b>	<b>2</b>			
		<b>C</b>									
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	
<b>Stages</b>											

<b>Target</b>	<b>2017</b>	<b>AA</b>									
		<b>A</b>					<b>3</b>	<b>11</b>	<b>35</b>	<b>15</b>	<b>6</b>
		<b>B</b>						<b>4</b>			
		<b>C</b>									
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	
<b>Stages</b>											

Estes anexos só estão disponíveis para consulta através do CD-ROM.  
Queira por favor dirigir-se ao balcão de atendimento da Biblioteca.

Serviços de Biblioteca, Informação Documental e Museologia  
Universidade de Aveiro