



Departamento de
Engenharia Mecânica

Gestão de produção e aplicação das ferramentas de melhoria contínua no setor de tornearia

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Mecânica

Autor

Luís Filipe Silva Costa

Orientador

Professor Doutor Luís Filipe Borrego

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Instituto Politécnico de Coimbra

Coimbra, Maio, 2018

Agradecimentos

Ao Professor Doutor e Orientador Luís Filipe Borrego por todo o acompanhamento e toda a disponibilidade demonstrada durante a elaboração deste relatório de estágio.

A toda a equipa *Cifial SA*, pelo apoio demonstrado, disponibilidade e também pela transmissão de conhecimentos essenciais para a elaboração deste relatório de estágio, com especial agradecimento ao Engenheiro Paulo Almeida, Engenheiro Paulo Silva, Engenheiro Luís Torres Marques, Engenheiro Carlos Costa, Engenheiro Vítor Silva e Sr. Jorge Marques.

Aos meus pais e irmã, por todo o apoio, sem a ajuda deles não seria possível realizar este estágio.

À minha namorada, pela paciência, compreensão e apoio nos momentos mais necessários.

Resumo

A cada ano que passa, o mercado torna-se mais competitivo sendo que, com os problemas económicos atuais, as empresas começam a apostar numa gestão com foco nas ferramentas de melhoria contínua. O essencial para uma empresa é aumentar a produtividade com a redução de desperdícios, usando menos recursos e com mais qualidade para se tornarem competitivas e lucrativas nos mercados atuais, cada vez mais exigentes.

A filosofia *Lean Thinking*, abrange todas as características anteriormente descritas para tornar uma empresa competitiva pois, aborda ferramentas de gestão com vista na eliminação de desperdícios e com foco na melhoria contínua.

O presente relatório tem como objetivo a gestão e planeamento de produção, focando-se nas ferramentas de melhoria contínua e suas implementações, no setor de tornearia na empresa metalomecânica *CIFIAL, SA*.

O estágio iniciou-se com a análise do sistema produtivo do setor, seguindo-se a gestão de produção e a utilização diária do software SAP. Após a fase inicial de adaptação, foram analisados os vários centros de trabalho do setor onde se poderia, com recurso às ferramentas *Lean*, melhorar a produtividade. Posteriormente, iniciou-se a implementação de algumas ferramentas de melhoria contínua, tais como, *PDCA*, *5S*, *SMED*, *FMEA* e *Kanban*.

Em suma, com as análises ao sistema produtivo do setor e com a implementação das melhorias, foi possível melhorar a produtividade do setor e reduzir os desperdícios, tendo sido identificadas algumas lacunas para resoluções futuras.

Palavras-chave

Lean Thinking, Desperdícios, Melhoria contínua, Gestão de produção

Abstract

Every year, the market becomes more competitive being that, with the current financial issues, companies start to pay attention to the management focused on tools for continuous improvement. Companies are looking for an increase in production with a decrease of wastes, using less resources but with higher quality, becoming more viable and lucrative in demanding markets.

Lean Thinking philosophy covers all the previous characteristics to turn a company into a more competitive business because address the issue with management tools to eliminate wastes and highlight continuous improvement.

This report has the purpose of manage and plan the production using continuous improvement tools and its implementation, in turning sector of a metal industry company, *CIFIAL, SA*.

This internship begun with the analysis of production system, which was followed by production management and diary use of SAP software. After the first stages of adaptation, the work centres were analysed to apply *Lean* tools and improve productivity. Then, several continuous improvement tools were implemented, like *PDCA*, *5S*, *SMED* and *Kanban*.

In conclusion, analysis of production system and implementation of different tools allowed an improvement of productivity and a reduce of wastes being some other problems identified to solve in the future.

Keywords

Lean thinking, wastes, continuous improvement, production management.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	XI
ABREVIATURAS	XIII
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1- Enquadramento	1
1.2- Motivação para o tema e objetivos.....	1
1.3- Metodologia aplicada	2
1.4- Estrutura do relatório.....	2
CAPÍTULO 2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	3
2.1- História da Toyota Production System (TPS)	3
2.2- Lean Thinking.....	5
2.2.1- Princípios da filosofia Lean Thinking.....	5
2.2.2- Sete desperdícios.....	6
2.3- Ferramentas e metodologia Lean	7
2.3.1- Ciclo PDCA	7
2.3.2- 5S	9
2.3.2.1- Conceito 5S.....	9
2.3.2.2- Implementação do conceito	10
2.3.3- SMED (Single Minute Exchange of Die)	12
2.3.3.1. Conceito de SMED.....	12
2.3.3.2- Implementação do conceito	13
2.3.4- FMEA	14
2.3.4.1- Conceito de FMEA	14
2.3.4.2- Implementação do conceito	15
2.3.5- Kanban.....	20
2.3.5.1- Conceito do sistema Kanban.....	20
2.3.5.2- Requisitos para o bom funcionamento do sistema Kanban.....	20
2.3.5.3- Funcionamento do sistema Kanban	21
2.3.5.4- Exemplo e funcionamento de um quadro Kanban	21
2.4- Sistema MRP/ERP	22
2.4.1- Definição do conceito MRP	22
2.4.2- Funcionamento do sistema MRP	23
2.4.3- Evolução para o sistema MRP II.....	25
2.4.4- Evolução para o sistema ERP	26
CAPÍTULO 3 – CASO DE ESTUDO.....	28
3.1- Caracterização da empresa	28

3.1.1- História da empresa.....	28
3.1.2- Apresentação da empresa	29
3.1.3- Organograma da empresa	31
3.2- Aplicabilidade prática dos conceitos	32
3.2.1- Aplicabilidade dos conceitos 5S.....	32
3.2.2- Aplicabilidade dos conceitos SMED.....	37
3.2.3- Aplicabilidade dos conceitos FMEA.....	42
3.2.4- Aplicabilidade dos conceitos Kanban	51
3.2.5- Controlo dimensional	53
3.2.6- Sistema ERP da Cifial e utilização do software SAP	59
 CAPÍTULO 4 – CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS.....	 62
 CAPÍTULO 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 64
 CAPÍTULO 6 – ANEXOS.....	 66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ford Model T (Fonte: Carthrottle, 2015).....	3
Figura 2-Estrutura do sistema de produção da Toyota (TPS). (Liker 2003)	5
Figura 3- Princípios da filosofia Lean (Fonte: Silva, 2015)	6
Figura 4- Lean Thinking – Seven wastes (Merchandiseblog, 2017).	7
Figura 5 - Ciclo PDCA (Gestão por processos, 2015).	8
Figura 6- Princípio dos 5S. (Fonte: Continual business solutions, 2016)	9
Figura 7-Quadro kanban (Fonte: Caldeirinha)	21
Figura 8- Zona verde do quadro Kanban (Fonte: Caldeirinha)	22
Figura 9- Zona amarela do quadro Kanban (Fonte: Caldeirinha)	22
Figura 10- Zona vermelha do quadro Kanban (Fonte: Caldeirinha)	22
Figura 11- Sistema de planeamento manual vs automático (Fonte: Flowtech, 2017).....	23
Figura 12- Plano diretor de produção (Fonte: Carvalho, 2000)	24
Figura 13 - Inputs e Outputs do sistema MRP (Fonte: Cunha, 2000)	25
Figura 14- Sistema MRP II (Fonte: Lopes et al, 2012)	26
Figura 15 - Sistema ERP (Fonte: Dinâmico ERP, 2017)	27
Figura 16- Grupo Cifial e produtos (Cifial).....	29
Figura 17- Organograma industrial da Cifial.	31
Figura 18 - Organograma industrial da Cifial.	31
Figura 19- Organograma industrial da Cifial.	32
Figura 20- Centro de trabalho TRAU0002, torno Mupem.	33
Figura 21- Layout do posto de trabalho.	33
Figura 22- Ficha de melhoria Nº1.	35
Figura 23- Ficha de melhoria Nº2.	36
Figura 24 - Ficha de melhoria Nº3.	36
Figura 25 - Ficha de melhoria Nº4.	37
Figura 26- Ferramentas inutilizadas no carro de ferramentas.	40
Figura 27- Organização das gavetas do carro de ferramentas.	40
Figura 28- Organização do carro de ferramentas.	41
Figura 29- Carro para colocar calhas do empurrador.	41
Figura 30- Cartão Kanban.	52
Figura 31- Caixa de tubos com cartão Kanban.....	52
Figura 32- Paquímetro digital. (Fonte: FG, 2016).....	53
Figura 33- Micrómetro de exteriores digital, Cifial.	54
Figura 34- Micrómetro de interiores digital, Cifial.	54
Figura 35 - Medidor de interiores, Cifial.....	55
Figura 36- Projetor de perfis, Cifial.....	55
Figura 37- Leitor digital do projetor de perfis, Cifial.....	55
Figura 38- Rugosímetro, Cifial.....	56
Figura 39- Rugosidade média, R_A . (Fonte: Filho, 2011).....	56
Figura 40- Altura a dez ponto, R_Z . (Fonte: Mitsubishi Materials)	57
Figura 41- Rugosidade máxima, $R_{Máx}$. (Fonte: Filho, 2011)	57

Figura 42- Coluna de medição, Cifial.	58
Figura 43- Comparador. (Fonte: Mercado Livre)	58
Figura 45- Calibre passa não passa (macho), roscas, Cifial.....	59
Figura 45- Calibre passa não passa (macho), furos, Cifial.	59
Figura 46- Calibre passa não passa (fêmea), veios, Cifial.	59
Figura 47- Menú SAP, Cifial.	60
Figura 48 – Estante das preparações, Cifial.	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Open Point List.....	8
Tabela 2- Ferramentas de implementação do método SMED (Fonte: Shingo, 1985).....	14
Tabela 3- Escala de gravidade do FMEA (Fonte: Cifial, 2010).....	16
Tabela 4- Escala de Ocorrência (Fonte: Cifial, 2010).....	17
Tabela 5- Escala de Detecção (Fonte: Cifial, 2010).....	18
Tabela 6- Tabela modelo de FMEA (Fonte: Cifial, 2010)	19
Tabela 7 - Quadro de ações 5S.	34
Tabela 8- Quadro OPL da ação SMED no TRCN0011.....	38
Tabela 9 - Resumo do tempo e número de tarefas eliminados.	39
Tabela 10- FMEA de processo no setor de tornearia.	50

Abreviaturas

OEM	– Original Equipment Manufacturer
OPL	– Open Point List
SMED	– <i>Single Minute Exchange of Die</i>
FMEA	– <i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
SAP	– Software de gestão
TPS	– <i>Toyota Production System</i>
ISEC	– Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
MRP	– <i>Material Requirements Planning</i>
ERP	– <i>Enterprise Resource Planning</i>
5S	– <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
PDCA	– <i>Plan, Do, Check, Act</i>

CAPÍTULO 1 – Introdução

1.1- Enquadramento

O presente relatório de estágio foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Estágio, com vista à conclusão do Mestrado em Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, tendo sido desenvolvido na empresa *Cifial S.A*, entre o período de 17 de outubro de 2016 a 30 de junho de 2017.

A *Cifial S.A* é uma empresa da indústria metalomecânica e, cada vez mais, as indústrias focam-se numa gestão de produção mais completa, englobando os conhecimentos técnicos dos produtos e processos de fabrico, assim como, a melhoria contínua com a redução dos desperdícios e otimização dos processos produtivos. Uma das formas para atingir esses resultados é basear-se no sistema de produção da *Toyota*, através da utilização das ferramentas da filosofia *Lean Thinking*, termo criado por James Womack, Daniel Ross e Daniel Jones.

O principal objetivo desta filosofia é maximizar o valor para o cliente, com o mínimo de desperdício possível. Ao eliminarem o desperdício, as organizações com o pensamento *Lean*, originam processos que necessitam de menor esforço humano, melhor aproveitamento do espaço, menos tempo para prestar serviços, conseguem obter o produto final com menor custo e também com menos defeitos, ou seja, melhor qualidade. (Lean, 2012)

1.2- Motivação para o tema e objetivos

O principal objetivo deste relatório consiste no planeamento e gestão de produção no setor de tornearia da empresa *Cifial*. Deste modo, pretende-se um aumento nos índices de performance de produção, uma melhor organização da secção e um apoio à equipa de produção.

O setor de tornearia desta empresa não tinha uma chefia direta, tendo a empresa percebido que a secção poderia ser melhorada a nível de organização e na redução dos desperdícios.

Uma das principais falhas no setor prendia-se com a matéria-prima, pois as pontas ficavam junto da máquina em vez de serem colocadas no armazém de matéria-prima, para além de que os erros de stock eram frequentes. Percebeu-se também que, a implementação de ferramentas *Lean* iriam melhorar os métodos de trabalho dos colaboradores, assim como aumentar a eficiência na produção do setor. Um ponto importante foi o controlo dimensional e de qualidade. Cada colaborador, nos tornos de produção em série, tinha a seu cargo mais do que um torno e a mudança de série era demorada pelo que, por vezes, não tinham capacidade para controlar a produção, levando à não deteção de defeitos.

Assim sendo, chegou-se à conclusão de que faria sentido melhorar a organização com a implementação de ferramentas de melhoria contínua, otimizar o planeamento da produção e, também, apoiar os colaboradores no controlo dimensional e de qualidade dos produtos quando necessário.

1.3- Metodologia aplicada

Este relatório inicia com uma revisão de literatura, a partir da qual se realizou o estudo sobre o estado da arte dos temas abordados durante a realização do projeto. Assim sendo, realizou-se uma pesquisa sobre a metodologia *Lean*, de um modo cronológico, ou seja, desde a *Toyota Production System (TPS)* até à filosofia *Lean Thinking* impulsionada por James Womack, Daniel Ross e Daniel Jones. A partir deste ponto, foi criada a ligação para o foco principal da revisão da literatura que incide sobre a melhoria contínua, mais concretamente, as ferramentas de gestão *Lean*, abordando os seus benefícios e os modos de implementação, de modo a serem transportados para os casos práticos. Importa, ainda, salientar outro ponto importante e de uso diário durante todo o estágio curricular, que é o sistema de *Planeamento de recursos da empresa (ERP)*, utilizado através do software *SAP*, sobre o qual foi, igualmente, realizada uma revisão bibliográfica e mencionadas algumas das suas vantagens e progressos.

De seguida, é apresentada a empresa onde foi realizado o estágio curricular. São explicitados os processos produtivos existentes e, mais em pormenor, os postos de trabalho da área em estudo. Posteriormente, são apresentadas todas as informações dos casos práticos implementados sobre a metodologia *Lean* e outros temas práticos utilizados durante a gestão do setor de tornearia.

1.4- Estrutura do relatório

Este relatório divide-se em quatro capítulos principais. No presente capítulo apresentam-se o enquadramento, os objetivos do projeto e a metodologia utilizada.

No segundo capítulo segue-se uma revisão da literatura onde se abordam três temas centrais: história e filosofia *Lean Thinking*, ferramentas e metodologia *Lean* e, por fim, uma abordagem ao sistema de planeamento de recursos (*ERP*).

Em seguida, é explicitado o caso prático do estudo desenvolvido. É apresentada a descrição da empresa onde decorreu o estágio, mencionando o tipo de produto fabricado e os vários processos produtivos utilizados. Posteriormente, são apresentados vários casos práticos implementados, alusivos aos conteúdos teóricos mencionados no capítulo dois e um subcapítulo relacionado com o controlo dimensional dos produtos.

Por fim, no quarto capítulo, são apresentadas as conclusões retiradas deste projeto e, também, futuras melhorias a serem aplicadas na empresa *Cifial*, para serem obtidos resultados ainda mais satisfatórios no que diz respeito à gestão de produção e ferramentas de melhoria contínuas no setor de tornearia.

CAPÍTULO 2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Neste capítulo apresenta-se o enquadramento teórico do projeto, desenvolvido através do estudo da filosofia *Lean Thinking* e das suas metodologias.

2.1- História da *Toyota Production System (TPS)*

Em 1899, Henry Ford dedicou-se à produção de carros e, dois anos depois, fundou a *Henry Ford Company*. Ford iniciou a produção do modelo T em 1908.



Figura 1- Ford Model T (Fonte: Carthrottle, 2015)

No início do século, os carros eram produzidos um de cada vez, num sistema onde o carro era construído na sua totalidade sem se mover. Ford inventou a linha de montagem, reorganizando a produção para que mais automóveis pudessem ser produzidos ao mesmo tempo e de forma contínua, os carros foram movimentados ao longo de um tapete rolante. A linha de montagem está assente na disposição das máquinas (*layout*), por uma sequência lógica para a produção do produto, em que no início da linha entram as matérias primas passando por uma sequência de processos de transformação, com a finalidade de obter o produto pretendido.

No caso de se pretender um produto que não utilizasse os mesmos processos de produção da referência anterior, teria de ser criada outra linha de montagem. Para colocar em prática este novo método de fabrico, isto é, produção em série, a Ford baseou-se nos princípios da produção em massa.

Em 1909, a fábrica da Ford produziu 14 mil automóveis. Cinco anos depois, concebeu 230 mil automóveis. Sem este conceito, teria sido impossível produzir em massa a quantidade de carros que os americanos estavam a necessitar. Num contexto prático, inicialmente demorava-se 14

horas para montar o Modelo T, sendo que, após a implementação da produção em massa foi possível reduzir este tempo para 1h33min. (Pinto, 2009)

À medida que a complexidade dos processos da organização aumentava, associados também a uma maior oferta de produtos, foram sendo desenvolvidos outros sistemas de gestão complexos. Invariavelmente, estes levaram à acumulação de stocks e ao aumento dos tempos de processo.

O tempo para converter matérias-primas em produtos finais aumentou e, consequentemente, o tempo de satisfação das necessidades dos clientes também originando o desenvolvimento de processos de controlo complexos e burocráticos, bem como se assistiu ao aumento de custos de stocks. (Pinto, 2009)

No final da segunda grande guerra (1939-1945), a indústria Europeia e Norte-Americana gozava de enormes capacidades de recursos e dominava os mercados por essa altura. Por outro lado, o Japão era confrontado com enormes problemas e com a necessidade de reconstruir o país, pois a indústria japonesa estava devastada pelas perdas da guerra. Exemplo disso era a sua indústria automóvel que, enfrentava enormes problemas associados à reduzida disponibilidade de recursos (humanos, materiais, entre outros).

Em 1950, Taiichi Ohno foi para os EUA estudar os processos de fabrico da *Ford Motor Company*. Desde logo descobriu que os princípios da Produção em Massa não eram aplicáveis ao Japão, devido à dimensão do mercado Japonês, à necessidade de variedade de produtos, bem como à impossibilidade de suportar custos com recursos e stocks. Foi então que, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo impulsionaram o sistema de produção da Toyota (*Toyota Production System* ou *TPS*), como alternativa à produção em massa sendo que, este sistema tem como principal objetivo a eliminação do desperdício, visando a qualidade, a flexibilidade de processo e a redução de custo. (Liker, 2003).

A figura seguinte representa a *Casa TPS*, desenvolvida por Fujio Cho, para exemplificar e transmitir o conceito de um modo mais simples. A imagem pretende demonstrar que são várias as ferramentas que pertencem ao *Toyota Production System* e ambas são importantes para manter o sistema funcional, mas com foco principal na melhoria continua. Quer isto então dizer, que se for aplicado em cada processo produtivo direto e indireto, a ferramenta *Lean* que mais se adequa, é possível assegurar a estabilidade da *TPS*.

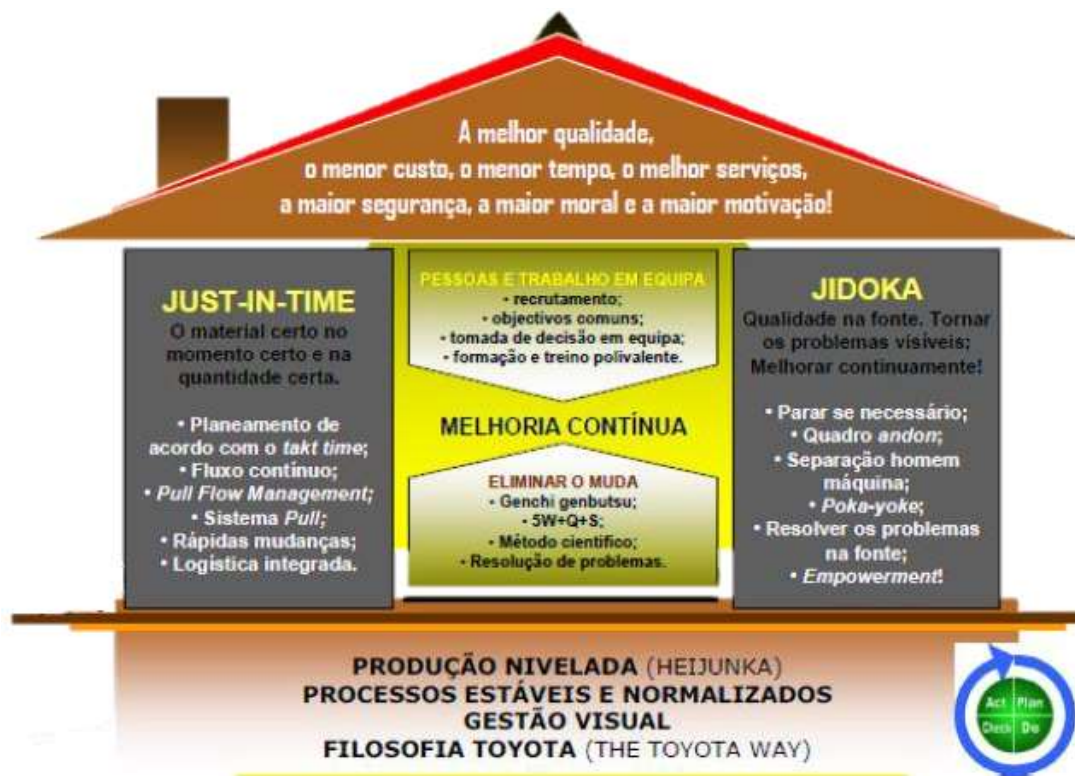


Figura 2-Estrutura do sistema de produção da Toyota (TPS). (Liker 2003)

2.2- Lean Thinking

O sistema *TPS*, nas décadas seguintes, despertou uma enorme curiosidade por todo o Japão, chegando mais tarde aos Estados Unidos da América. Em 1990, James Womack, Daniel Ross e Daniel Jones, com o livro “*The machine that changed the world*”, aplicaram pela primeira vez o termo *Lean* o qual, posteriormente, daria origem à filosofia *Lean Thinking*.

2.2.1- Princípios da filosofia *Lean Thinking*

João P. Pinto (2006), refere que esta filosofia tem alguns princípios básicos, os quais se listam seguidamente:

- **Valor:** define o valor da perspectiva dos clientes expressando o valor em termos de um produto ou serviço específico.
- **Cadeia de valor:** elucida todas as etapas do processamento do produto, tanto as que acrescentam valor como as que não acrescentam valor.
- **Fluxo:** define o fluxo contínuo de produtos, serviços e informações do início ao fim do processo, eliminando desperdícios e garantindo o ritmo de produção pedido pelo cliente.
- **Pull:** consiste na produção mediante o que o cliente deseja e quando o mesmo precisa, no tempo certo e na quantidade certa.

- **Perfeição:** elimina completamente o desperdício, fazendo com que somente as atividades que acrescentem valor estejam presentes no processo.

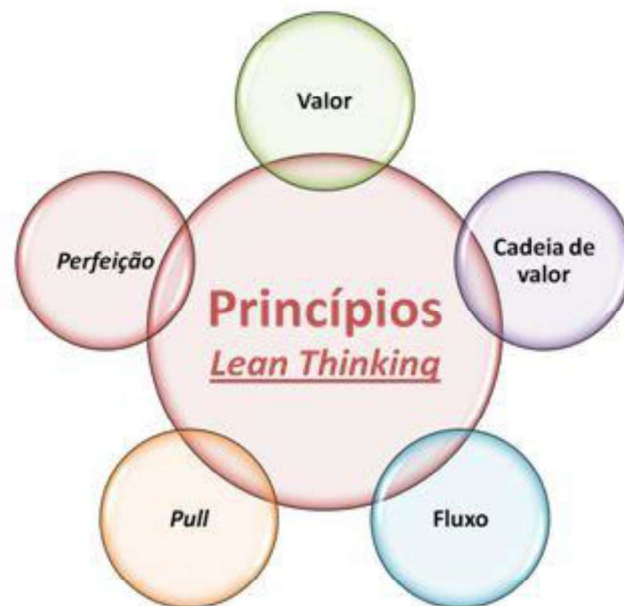


Figura 3- Princípios da filosofia Lean (Fonte: Silva, 2015)

2.2.2- Sete desperdícios

Segundo esta filosofia e, segundo *Taiichi Ohno*, o desperdício é tudo o que não acrescenta valor ao produto. Assim sendo, *Ohno* definiu sete tipos de desperdício:

1. **Excesso de produção:** “produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em fluxos irregulares de materiais e informação, ou em excesso de stocks.” (Pinto 2009)
2. **Esperas:** “longos períodos de paragem de pessoas, equipamentos, materiais e de peças, resultando também em longos *lead times*.” (Pinto 2009)
3. **Transportes:** “deslocações excessivas de pessoas, materiais e informação resultando em prejuízo desnecessário de capital, tempo e energia.” (Pinto 2009)
4. **Processos inadequados:** “Utilização incorreta de equipamentos e ferramentas, aplicação de recursos e processos inadequados às funções, aplicação de procedimentos complexos ou incorretos ou sem a informação necessária.” (Pinto 2009)
5. **Inventário:** “demasiados tempos e locais de armazenamento, falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente.” (Pinto 2009)

6. **Movimentação desnecessária:** “Desorganização dos locais de trabalho, resultando em mau desempenho, despreocupação por aspetos ergonómicos e pouca atenção às questões associadas ao estudo do trabalho.” (Pinto 2009)
7. **Qualidade:** “problemas frequentes nas fases de processo, problemas de qualidade de produto ou baixo desempenho na entrega.” (Pinto 2009)

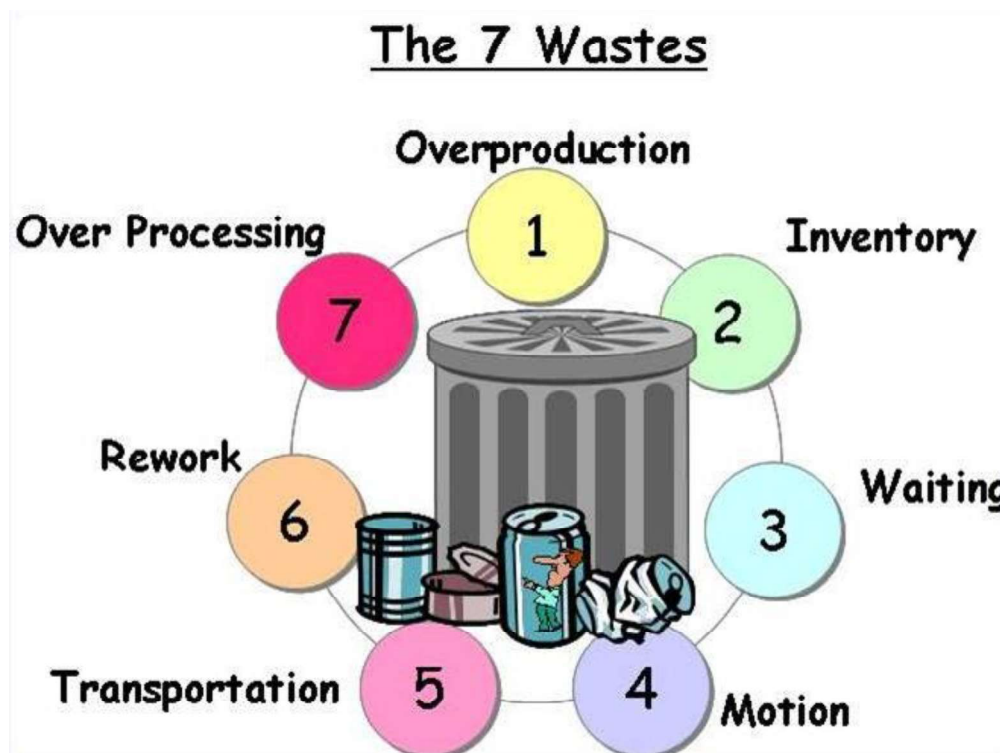


Figura 4- Lean Thinking – Seven wastes (Merchandiseblog, 2017).

2.3- Ferramentas e metodologia *Lean*

A utilização das ferramentas associadas ao *TPS* exige, não só um estudo prévio, mas também uma mudança cultural na empresa. É necessário envolver todos os colaboradores da empresa, sendo fundamental que todos participem neste processo.

Importa salientar que, serão apenas realizadas referências teóricas às ferramentas utilizadas na empresa pelo estagiário durante o período de estágio curricular.

2.3.1- Ciclo *PDCA*

O ciclo *PDCA* foi desenvolvido na década de 30 pelo americano *Walter Shewhart*, mas foi divulgado por *William Deming* que, em 1950, introduziu esta ferramenta no Japão. Este ciclo garante uma constante melhoria sendo que, “quanto mais vezes for percorrido, mais eficaz será a melhoria do processo”. (Imai, 1996)

Esta metodologia é muito importante no auxílio à implementação das ferramentas *Lean*, sendo frequente o seu uso.

O ciclo *PDCA* tem quatro etapas e a sua sigla significa:

- Plan (Planear): nesta etapa deve estabelecer-se os objetivos e elaborar um plano de implementação, criando um plano de ações para chegar ao objetivo.
- Do (Executar): esta etapa consiste na divulgação do plano e a sua implementação.
- Check (Verificar): recolher e analisar os dados obtidos.
- Act (Agir): após a análise dos resultados obtidos deve-se definir novas ações de melhoria e normalizar os objetivos que foram cumpridos para posteriormente consolidar o processo.



Figura 5 - Ciclo PDCA (Gestão por processos, 2015).

CIFIAL			OPL				
#	Assunto	Reunião nº	Pedido	Responsável	Data de Início	Data de Conclusão	Status
1							
2							
3							
4							
5							

Tabela 1 - Open Point List.

Com esta ferramenta, normalmente, recorre-se ao formato *Open Point List (OPL)* onde são introduzidos todos os planos de ações discutidos, com todos os envolvidos da área piloto, nas reuniões.

2.3.2- 5S

2.3.2.1- Conceito 5S

Pinto (2009), define que os 5S são uma ferramenta de gestão *Lean*, que visa a identificação e eliminação de desperdícios. A adoção desta ferramenta permite criar inúmeros benefícios, tais como locais de trabalho mais seguros, limpos, organizados e a eliminação de tempos não produtivos. Os 5S são definidos através de cinco palavras japonesas começadas por “S”, denominadas pela seguinte ordem:

- Seiri (Organização): identificar o necessário e o desnecessário, eliminando, posteriormente, o desnecessário do local de trabalho.
- Seiton (arrumação): definir o posicionamento dos materiais consoante a regularidade de utilização e identificar os locais.
- Seiso (Limpeza): limpar o local de trabalho e definir práticas, normas e distribuição de tarefas de limpeza.
- Seiketsu (Normalização): normalização das fases anteriores criando normas, instruções e planos de trabalho, estando disponíveis a todos os colaboradores.
- Shitsuke (Autodisciplina): é necessária a disciplina e acompanhamento para que se cumpram os quatros “S” anteriores.



Figura 6- Princípio dos 5S. (Fonte: Continual business solutions, 2016)

Inicialmente, deve ser escolhida apenas uma área piloto para aplicação desta ferramenta e só após estar completamente concluída é que se deve avançar para outro local de trabalho. Neste âmbito, existe um aspeto muito importante a salientar: apenas se deve avançar para a etapa seguinte, quando a anterior estiver concluída.

Esta ferramenta é muito importante no *shop floor* da fábrica pois cria um impacto visual e permite à empresa apresentar um bom desempenho, tornando-a competitiva e desejável aos *stakeholders*.

2.3.2.2- Implementação do conceito

1ºS Seiri (Separar), separar o que é necessário do que não é necessário.

- 1º Elegir um líder responsável pela coordenação do trabalho.
- 2º Registar a situação original do lugar antes e após a etapa através de fotos.
- 3º Separar no local de trabalho o que é necessário do que não é necessário.
- 4º Todos identificam as situações anormais encontradas (objetos inúteis, sujidades, fugas, mau estado, etc.).
- 5º Identificar os materiais desnecessários e coloca-los em local identificado como zona de inúteis.
- 6º Em caso de dúvida eliminar. No final desta fase não poderão existir objetos desnecessários na zona de trabalho.
- 7º Definir prazos e responsáveis para a resolução das anormalidades e providenciar que as ações sejam resolvidas dentro dos prazos.
- 8º Fazer balanço do plano de ações e, por fim, realizar auditoria 5S.

2ºS Seiton (Arrumar), colocar cada coisa no seu lugar.

- 1º Verificar se ainda existem objetos sem lugar definido ou adequado.
- 2º Definir os lugares de armazenagem considerando visibilidade, simplicidade de manuseamento, localização e bom senso. Esforço, deslocamento e perdas de tempo devem ser eliminados.
- 3º Melhorar *layout* da zona e marcar áreas. Objetos de uso frequente devem estar mais acessíveis.
- 4º Registar as situações anormais encontradas.

- 5º Definir prazos e responsáveis para a resolução das anormalidades e providenciar que as ações sejam resolvidas dentro dos prazos.
- 6º Fazer balanço do plano de ações.
- 7º Realizar auditoria 5S, debater resultado e lançar etapa seguinte.

3ºS Seiso (Limpar), eliminar fontes de sujidade.

- 1º Organizar a limpeza fornecendo todos os meios necessários à mesma e evitando o uso de ar comprimido (em vez de limpar, muda a sujidade do local).
- 2º Limpar a fundo o local de trabalho e pintar o que necessita de ser pintado.
- 3º Identificar fontes de sujidade.
- 4º Criar standards de limpeza com fotos antes/depois e normas.
- 5º Procurar uma solução que elimine, isole ou diminua essas causas de sujidade e implementá-la.
- 6º Avaliar se as soluções são as adequadas, caso contrário reavaliar, analisar e aplicar.
- 7º Organizar a limpeza fornecendo todos os meios necessários e definindo o plano de limpeza.
- 8º Registrar as situações anormais encontradas.
- 9º Definir prazos e responsáveis para a resolução das anormalidades e providenciar que as ações sejam resolvidas dentro dos prazos.
- 10º Fazer balanço do plano de ações.
- 11º Realizar auditoria 5S, debater resultado e lançar etapa seguinte.

4ºS Seiketsu (Normalizar), criar standards que garantam a manutenção dos ganhos.

- 1º Registrar a situação original do lugar antes e depois da etapa através de fotos (standard de limpeza).
- 2º Identificar os locais de arrumação dos materiais, equipamentos e identificá-los.

- 3º Identificar que regras/ procedimentos/ escalas de limpeza/ modos operatórios devem existir como garantia do cumprimento definido.
- 4º Propor standards (sempre que possível usar fotos).
- 5º Divulgar os standards de arrumação (*layout*), standards de limpeza (foto antes/ depois), procedimentos e escala de limpeza e folha de registo das situações anormais encontradas.
- 6º Registar as situações anormais encontradas.
- 7º Definir prazos e responsáveis para a resolução das anormalidades e providenciar que as ações sejam resolvidas dentro dos prazos.
- 8º Fazer balanço do plano de ações.
- 9º Realizar auditoria 5S, debater resultado e lançar etapa seguinte.

5ºS *Shitsuke* (Disciplina), consolidar bons hábitos de trabalho.

- 1º Assegurar que as diferentes fases foram compreendidas, corretamente realizadas e se respeitam as normas e procedimentos definidos.
- 2º Fazer balanço do plano de ações (anomalias tratadas).
- 3º Identificar as melhorias alcançadas.
- 4º Realçar o facto de que manter os resultados alcançados é um trabalho de equipa, todos têm o dever de colaborar.
- 5º Realizar o autocontrolo a nível pessoal.
- 6º Compreender a importância das normas.
- 7º Sugerir pontos de melhoria e inclui-los no plano de melhorias.
- 8º Criar plano de auditoria 5S para o futuro e responsáveis pela realização e seguimento das mesmas. (Pinto, 2009)

2.3.3- SMED (*Single Minute Exchange of Die*)

2.3.3.1. Conceito de SMED

Esta ferramenta de gestão *Lean* que, em português se denomina por mudança rápida de ferramenta, tem como principal objetivo a redução do tempo de *Setup* da máquina ou das linhas de

produção, através da eliminação de tempos não produtivos. Esta ferramenta apresenta várias vantagens, tais como, a redução dos lotes de fabrico, redução de inventário/stocks, redução de custos e aumento da flexibilidade (resposta mais eficiente às solicitações impostas pelo cliente).

O tempo de *Setup* é o tempo entre a produção da última peça “boa” de uma referência até à primeira peça “boa” da nova referência, que inclui as trocas de ferramentas, introdução de matéria-prima, correto preenchimento da documentação e afinações. (Pinto, 2009)

Esta metodologia foi desenvolvida por *Shigeo Shingo* na década de 50 e encontra-se dividida em duas categorias:

- Operações internas: são operações que apenas podem ser executadas com a máquina parada, por exemplo, a troca de ferramentas de um torno CNC.
- Operações externas: são operações que podem ser realizadas com a máquina em produção, por exemplo, transporte das ferramentas da referência anterior para o devido lugar.

2.3.3.2- Implementação do conceito

Segundo *Shingo* (1985), este método está dividido em quatro estágios na sua implementação:

- Estágio inicial (Operação interna e externa não se distinguem): neste estágio recorre-se à observação do procedimento atual, cronometragens e filmagens dos tempos gastos no Setup com a descrição de todas as atividades/ tarefas.
- Estágio 1 (separação das operações internas e externas): nesta fase deve-se organizar as atividades realizadas identificando-as e, posteriormente, separar as operações internas das externas.
- Estágio 2 (conversão das Operações internas em Operações externas): tal como o título indica, esta etapa tem como objetivo converter as operações internas em externas de modo a minimizar os tempos de mudança, logo os tempos improdutivos.
- Estágio 3 (melhoria continua das operações realizadas): este último estágio da metodologia consiste na melhoria de todas as operações externas que não foram possíveis converter em internas reduzindo o tempo de operação.

Fases do conceito SMED	Ferramentas auxiliares
Estágio 1: Separar Setup interno de Setup externo	Uso de checklist Definição de funções de cada operador Melhorar transporte de ferramenta
Estágio 2: Converter Setup interno em Setup externo	Preparar as mudanças de formato previamente Automatização das funções Uso de diferentes apertos
Estágio 3: Melhorar todas as operações de Setup externo	Melhorar o armazenamento e transporte de ferramentas Implementação de operações paralelas Eliminação de ajustes

Tabela 2- Ferramentas de implementação do método SMED (Fonte: Shingo, 1985)

2.3.4- FMEA

2.3.4.1- Conceito de FMEA

FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) ou Análise do Modo e Efeito de Falhas, é uma ferramenta que visa identificar e compreender, perfeitamente, os potenciais modos de falha, as suas causas e os efeitos no sistema ou no cliente para um determinado produto ou processo. É necessário avaliar o risco associado através da identificação do modo de falha, efeito, causa e priorizar as ações corretivas de maneira a eliminar ou reduzir o risco relativo a essas falhas. (Pinto, 2009)

A *FMEA* é uma ferramenta de análise da engenharia, realizada por uma equipa de especialistas que analisa minuciosamente projetos de produtos ou processos de fabricação, no início do processo de desenvolvimento do produto, encontrando e corrigindo as falhas do produto antes que chegue às mãos do cliente. (Stamatis, 2003)

Para João P. Pinto (2009), existem vários tipos de *FMEA*, sendo o método de aplicação igual para todos, diferenciando apenas o objetivo. Este método deve ser sempre aplicado quando os produtos podem representar um potencial risco ou dano para o cliente. Os tipos de *FMEA* mais utilizados são:

- FMEA de sistema: é a análise de nível mais alto de um sistema inteiro, composto por vários subsistemas. O foco está em falhas relacionadas com o sistema, incluindo:
 - ⇒ Segurança do sistema e interação do sistema com os subsistemas.
 - ⇒ Falhas de ponto único (quando uma falha de componente único pode resultar em falha completa de todo o sistema);
 - ⇒ Interações humanas;

- FMEA de design: a análise é realizada ao nível do subsistema, composto por vários componentes. Este, geralmente, garante que o produto é realizado de acordo com as especificações. Concentra-se nas anomalias relacionadas com o design do produto com ênfase na:
 - ⇒ Melhoria do design;
 - ⇒ Garantia no funcionamento do produto, segurança e fiabilidade durante a vida útil do produto.

- FMEA de processo: o estudo é efetuado, mais concretamente, no processo de fabricação e na montagem. A análise do processo dos produtos foca-se na:
 - ⇒ Melhoria do processo de fabricação;
 - ⇒ Garantia de que o produto é projetado para cumprir com os requisitos de segurança, com um mínimo de tempo improdutivo, sucata e *rework*;
 - ⇒ Montagem, nas operações de fabrico, transporte, armazenamento e acondicionamento dos produtos;
 - ⇒ Manutenção das ferramentas e identificação.

2.3.4.2- Implementação do conceito

1. “Para cada entrada do processo, determinar de que formas o processo pode falhar- estes são os modos de falha.
2. Para cada modo de falha identificado associado com as entradas do processo, determinar os efeitos.
3. Identificar as potenciais causas de cada modo de falha identificado.
4. Listar os controlos atuais para cada causa identificada.
5. Atribuir graus de severidade (S), ocorrência (O) e deteção (D):
 - Gravidade: grau de gravidade para cada um dos efeitos, de 1 (sem gravidade) a 10 (muito perigoso).
 - Ocorrência: grau de ocorrência para a frequência de cada causa, de 1 (excecional) a 10 (inevitável).
 - Deteção: grau de deteção para os controlos atuais detetarem a causa e/ou o modo de falha, de 1 (quase certa) a 10 (quase impossível).

Pontuação	Descrição da Gravidade do Efeito	Efeito
10	Afeta a segurança; pode causar danos pessoais ou incumprimento de regulamentação.	Muito perigoso
9	Pode provocar o incumprimento de regulamentação / legislação.	Perigoso
8	Provoca paragem da linha de produção. Poderá ser necessário destruir 100% do produto. O cliente demonstrará forte insatisfação pois o produto ou sub-sistema não funcionará com efeitos muito graves.	Muito grave
7	Provoca interrupção maior da linha de produção. Poderá ser necessário inspecionar a 100% o produto e destruir parte (menos de 100%). Cliente muito insatisfeito. O produto ou sub-sistema não funciona provocando efeitos graves	Grave
6	Provoca interrupção menor da linha de produção. Parte do produto (menos de 100%) poderá ser destruído (sem inspeção a 100%). A falha provoca desagrado no cliente que notará perda de funcionalidade com efeitos moderados.	Moderado
5	Provoca interrupção menor da linha de produção. O produto poderá ter que ser retrabalhado a 100%. A falha provoca desagrado no cliente que notará perda de funcionalidade com efeitos menores.	Moderado
4	Provoca interrupção menor da linha de produção. O produto poderá ter que ser inspecionado e algum retrabalhado (menos de 100%). Cliente notará falha de acabamento dentro da garantia. Insatisfação.	Moderado
3	Provoca interrupção menor da linha de produção. Parte do produto (menos de 100%) poderá ter que ser retrabalhada na linha, mas fora do posto de trabalho. Pequeno desagrado no cliente. Poderá resultar na redução da performance.	Baixo
2	Provoca interrupção menor da linha de produção. Parte do produto (menos de 100%) poderá ter que ser retrabalhada na linha mas no posto de trabalho. Pode resultar em falha de acabamento após garantia.	Baixo
1	Cliente provavelmente não deteta a falha.	Muito baixo

Tabela 3- Escala de gravidade do FMEA (Fonte: Cifial, 2010)

Pontuação	Probabilidade de falha	Possível taxa de falha
10	Muito alta: falha quase inevitável.	< 3,0% probabilidade de falha (1500 ocorrências em 50000 oportunidades).
9	Muito alta: falha quase inevitável.	< 2,5% probabilidade de falha (1250 ocorrências em 50000 oportunidades).
8	Alta: normalmente associada a processos similares a processos anteriores que falharam frequentemente.	< 2,0% probabilidade de falha (1000 ocorrências em 50000 oportunidades).
7	Alta: normalmente associada a processos similares a processos anteriores que falharam frequentemente.	< 1,5% probabilidade de falha (750 ocorrências em 50000 oportunidades).
6	Moderada: normalmente associada a processos similares a processos anteriores que falharam ocasionalmente, mas não em proporções maiores.	< 1,0% probabilidade de falha (500 ocorrências em 50000 oportunidades).
5	Moderada: normalmente associada a processos similares a processos anteriores que falharam ocasionalmente, mas não em proporções maiores.	< 0,5% probabilidade de falha (250 ocorrências em 50000 oportunidades).
4	Moderada: normalmente associada a processos similares a processos anteriores que falharam ocasionalmente, mas não em proporções maiores.	< 0,25% probabilidade de falha (125 ocorrências em 50000).
3	Baixa: falhas isoladas associadas a processos Similares.	< 0,1% probabilidade de falha (50 ocorrências em 50000).
2	Muito baixa: apenas falhas isoladas associadas a processos quase idênticos.	< 0,01% probabilidade de falha (5 ocorrências em 50000).
1	Remota: falha improvável. Não há registo de falhas associadas a processos quase idênticos.	< 1 ocorrência em 50000 oportunidades.

Tabela 4- Escala de Ocorrência (Fonte: *Cifial, 2010*)

Pontuação	Probabilidade de um defeito ser detetado pelos controlos estabelecidos
10	Não há controlo que consiga detetar a falha.
9	Probabilidade muito remota do controlo detetar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha.
8	Probabilidade remota do controlo detetar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha.
7	Probabilidade muito baixa do controlo detetar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha.
6	Probabilidade baixa do controlo uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha.
5	Probabilidade moderada do controlo detetar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha.
4	Probabilidade moderadamente elevada do controlo detetar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha.
3	Probabilidade elevada do controlo detetar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha (defeito óbvio: falta de um componente, por exemplo).
2	Probabilidade muito elevada do controlo detetar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha.
1	O controlo deteta certamente uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha. Controlo fiável é conhecido para outros processos similares.

Tabela 5- Escala de Detecção (Fonte: Cifial, 2010)

6. Calcular o número de prioridade de risco (NPR, number of priority risk). Este é o número calculado com base na informação relativa a potenciais modos de falha, efeito e a capacidade atual do processo para detetar as falhas, antes de chegarem ao cliente, ou seja, $NPR = S \cdot O \cdot D$.
7. Determinar as ações recomendadas para reduzir os NPR mais elevados (inicia-se a intervenção começando pelos modos de falha com maiores NPRs).
8. Levar a cabo as ações apropriadas e documentar os resultados.
9. Voltar a calcular o NPR e iniciar as intervenções pelos valores mais elevados.” (Pinto, 2009)

[illegible]

Tabela 6- Tabela modelo de FMEA (Fonte: *Cifal, 2010*)

2.3.5- *Kanban*

2.3.5.1- Conceito do sistema *Kanban*

No decorrer da viagem de Taiichi Ohno aos Estados Unidos da América em 1950, o Sr. Ohno ficou impressionado com o funcionamento dos supermercados norte-americanos. Nas suas várias visitas aos supermercados, concluiu alguns aspetos importantes. São eles:

- Normalmente, existe uma quantidade standard de cada produto nas prateleiras;
- Os clientes compram a quantidade que necessitam;
- As quantidades retiradas das prateleiras são, mais tarde, recolocadas nas prateleiras pelos repositores;
- Os distribuidores entregam novos produtos, de acordo com as quantidades vendidas ao cliente final;
- Não existe espaço adicional para produtos em excesso;
- A maioria dos produtos é perecível. (Caldeirinha, S., lean academy)

A partir dessa análise, nasce o sistema *Kanban*, palavra japonesa que significa “pequeno cartaz”, implementado na *Toyota* em 1953. O sistema consiste num cartão ou sistema de sinalização, que controla o fluxo de produção e transporte no *shop floor* da fábrica. Este, transmite ao operador a quantidade, quando e o que produzir sem que sejam feitos produtos não requisitados, minimizando os custos de processamento, eliminando stocks e excessos de produção.

O *Kanban* consiste na produção de pequenos lotes, cada um é armazenado em contentores uniformizados, contendo um número definido de peças. Em cada contentor existe um cartão *Kanban* a acompanhar as peças ao longo dos vários centros de trabalho, até chegarem à expedição sob a forma de produto acabado. (Pinto, 2009)

Existem dois tipos de *Kanban*:

- *Kanban* de produção (que autoriza a produção) – Nenhuma operação de fabrico é realizada sem que haja um *Kanban* de produção a autorizar;
- *Kanban* de transporte (que autoriza a movimentação do material de um ponto para outro) – Este cartão contém, em geral, as mesmas informações do *Kanban* de produção, acrescentado da indicação do centro de produção de destino. Nenhuma atividade de movimentação é executada sem que haja um *Kanban* de transporte autorizado. (Pinto 2009)

2.3.5.2- Requisitos para o bom funcionamento do sistema *Kanban*

- Usar em processos que estejam preparados para uma produção nivelada e uniformizada garantindo um fluxo estável;

- Não deve ser utilizado em processos nos quais os tempos de *setup* sejam elevados;
- *Layout* fabril adequado;
- Reduzidos tempos de transporte
- Mão-de-obra disponível
- Matéria-prima sempre disponível. (Caldeirinha, S., lean academy)

2.3.5.3- Funcionamento do sistema *Kanban*

Quando é consumido um contentor, na etapa consumidora seguinte, o cartão *Kanban* é removido do contentor e colocado na “caixa de correio”. Com isto é gerada uma autorização de um *Kanban de transporte* para que o contentor vazio possa ser levado para o processo anterior. Ao chegar ao processo anterior, o *Kanban de transporte* é substituído por um *Kanban de produção*, sendo que, este é colocado no quadro de produção do setor.

Se não houver consumo na etapa final do processo, não haverá qualquer tipo de movimentação de um *Kanban* relativo aquela referência, portanto não será produzida nas etapas anteriores. (Pinto, 2009)

2.3.5.4- Exemplo e funcionamento de um quadro *Kanban*

Sérgio Caldeirinha, da empresa *Lean academy*, exemplifica e esclarece que o *quadro Kanban* é um sistema visual e, como tal, deve ser o mais simples possível e de fácil interpretação. A seguinte imagem (Fig.12) é um exemplo de um *quadro Kanban* de produção em que cada cartão que estiver no quadro, representa um contentor vazio e que tem de ser abastecido para uma determinada peça.

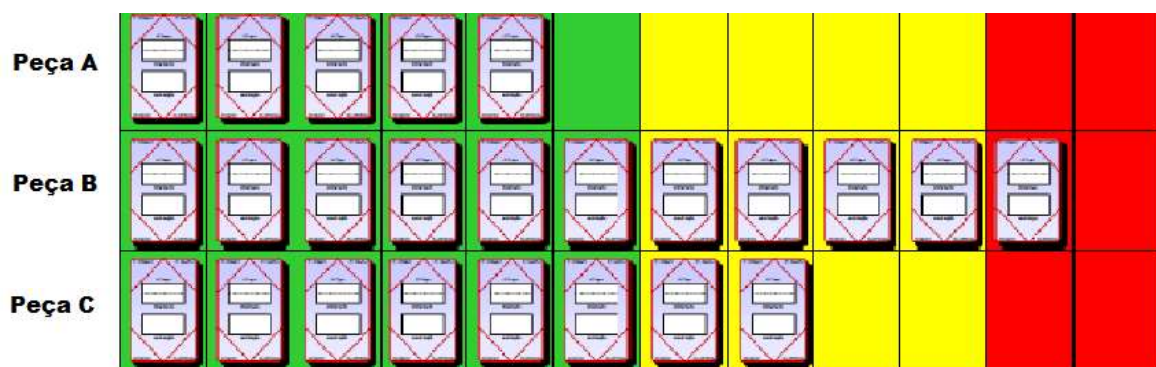


Figura 7-Quadro kanban (Fonte: Caldeirinha)

O quadro apresenta três zonas distintas, diferenciadas por cores:

-Zona verde: indica que o processo está a ser bem abastecido e que as necessidades do cliente estão a ser satisfeitas. Deve ser considerada a paragem de produção da referência para não acumular stock.



Figura 8- Zona verde do quadro Kanban (Fonte: Caldeirinha)

-Zona amarela: os pedidos do cliente ainda estão a ser cumpridos, mas existe um ligeiro perigo para atraso da encomenda, portanto é recomendado a produção da referência para que não existe atraso de entrega ao cliente.



Figura 9- Zona amarela do quadro Kanban (Fonte: Caldeirinha)

-Zona vermelha: O plano de produção do cliente corre o sério risco de ser interrompido por falta de peças, só serão entregues as quantidades requisitadas pelo cliente se existir um stock de segurança. Os cartões de produção desta peça devem ser utilizados até estarem na zona verde, contudo deve ser feita uma gestão para que as outras peças não cheguem à zona vermelha.

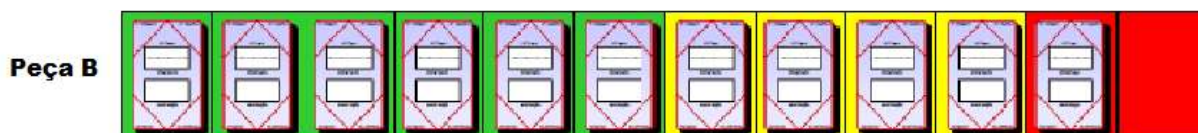


Figura 10- Zona vermelha do quadro Kanban (Fonte: Caldeirinha)

2.4- Sistema *MRP/ERP*

2.4.1- Definição do conceito *MRP*

Mafalda Martins (2017), representante da *Flowtech*, define que o sistema *MRP* (*Material Requirements Planning*), traduzido para português significa planeamento de necessidades de materiais, consiste na gestão de todos os componentes e matérias-primas necessários para a produção, de modo a que existam em quantidade, qualidade e no momento apropriado por forma a garantir os compromissos de entrega ao cliente. (Flowtech, 2017)

Atualmente, o sistema de planeamento de necessidades, atualmente, é efetuado informaticamente e quando comparado com o planeamento manual, é mais ágil, eficaz e permite informação em tempo real. A gestão de todas as necessidades tem como ponto de partida a data final de conclusão da produção. A partir desse ponto é elaborado um cronograma dos requisitos e produção. O sistema permite que o gestor responda a três questões, muito importantes, em tempo real, que são:

- O que é necessário?
- Quanto é necessário?
- Quando é necessário?



Figura 11- Sistema de planeamento manual vs automático (Fonte: Flowtech, 2017)

Os principais objetivos dos sistemas MRP são:

- Manter o nível de stocks o mais baixo possível, minimizando o investimento;
- Assegurar que para a produção nunca falem materiais, componentes ou matéria-prima;
- Garantir as entregas ao cliente;
- Planear as atividades de compra e de fabrico gerindo os respetivos prazos de entrega. (Cunha, 2000)

2.4.2- Funcionamento do sistema MRP

O cálculo das necessidades globais e o planeamento do sistema tem como base a informação de entrada que, está dividida em três fontes principais: os registos de inventário, plano diretor de produção e estrutura do produto.

- Registos de inventário: o arquivo de registos de inventário fornece a quantidade que está disponível ou sob encomenda e, portanto, deve ser subtraído dos requisitos de material. Os registos devem estar os mais atualizados possíveis de modo a que as quantidades sejam as mais fiáveis, para não ser lançada uma ordem de produção sem que haja matéria-prima.

- Estrutura do produto: é considerado um documento de engenharia que especifica todos os componentes necessários para a obtenção do produto final, independentemente se são componentes de fabrico ou de compras e é com base nesta estrutura que são feitos os pedidos de alterações de projeto de engenharia. A estrutura do produto, em geral, contém a referência do componente, tempo de fabrico e quantidade.
- Plano diretor de produção: este plano, é desenvolvido segundo previsões internas (previsões de procura relacionada com produções anteriores) e ordens externas (ordens dos clientes, que inclui o prazo de entrega e alterações de projeto caso existam). É expresso em unidades do produto a ser processado e o período em que serão necessários. O período de produção é definido também com base na estrutura do produto e dos registos de inventário. (Carvalho, 2000)



Figura 12- Plano diretor de produção (Fonte: Carvalho, 2000)

Através da informação das três fontes, anteriormente referidas, o *output* do sistema *MRP* abrange vários departamentos e cede uma série de informações úteis, nomeadamente:

- Índice de performance;
- Planeamento das necessidades de materiais;
- Ordens para compra de matéria-prima;
- Encomendas por satisfazer;
- Libertação das ordens de produção;
- Planeamento das necessidades de materiais.

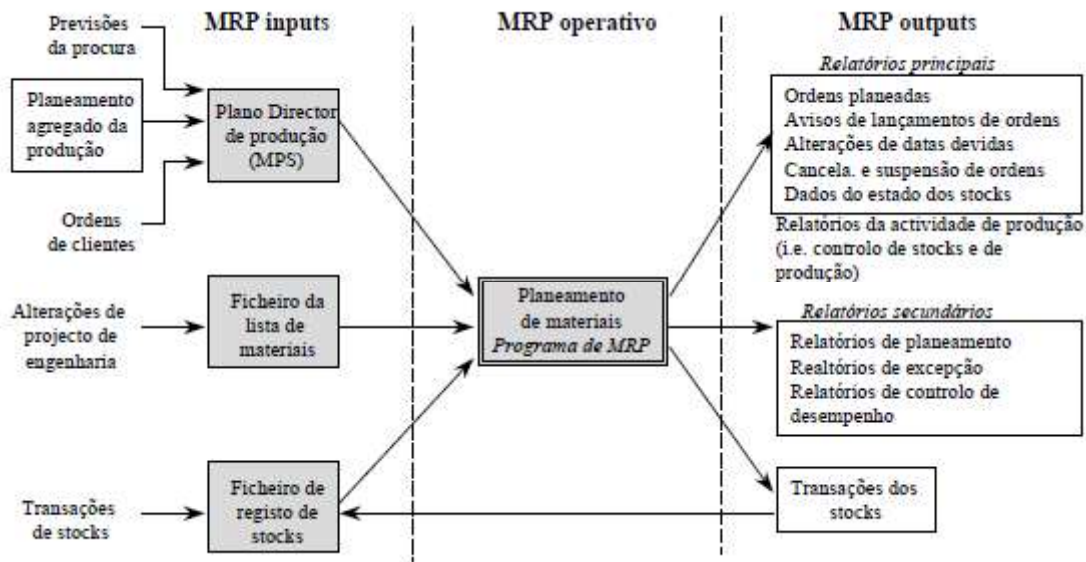


Figura 13 - Inputs e Outputs do sistema MRP (Fonte: Cunha, 2000)

2.4.3- Evolução para o sistema MRP II

A partir dos anos 80, surgiu o planeamento dos recursos de produção (*Manufacturing Resource Planning*) que constitui uma evolução do sistema MRP.

Posteriormente à fase do planeamento e gestão da matéria-prima, acresce as funções do modo de execução, controlo de produção e de expedição. Outra função existente diz respeito aos relatórios de produção e também dos fornecedores, realizando um controlo das compras. Esta função já engloba outro departamento e o sistema MRP II começa a refletir a ideia de integrar as outras áreas da empresa no mesmo sistema. (Lopes et al, 2012)

Portanto, o sistema MRP II passa por adicionar um conjunto de informações sobre o sistema de produção:

- **No plano mestre de produção**
 - ⇒ Disponibilidade de mão de obra e de equipamentos.
- **Na estrutura do produto**
 - ⇒ Mão de obra necessária
 - ⇒ Equipamento necessário
 - ⇒ Tempo necessário de produção



Figura 14- Sistema MRP II (Fonte: Lopes et al, 2012)

2.4.4- Evolução para o sistema ERP

Na década de 90, com o aumento das exigências do mercado e de modo a destacarem-se da concorrência as empresas tiveram de procurar meios para o conseguirem.

Surgiu, então, o sistema de Planeamento dos recursos da empresa (Enterprise Resource Planning), que integra todo um conjunto de informações e de dados dos vários departamentos num único sistema, permitindo a comunicação interna mais fácil. (Infowester, 2017)

O software facilita o fluxo de informação entre todos os departamentos da empresa, como, produção, logística, finanças, compras, recursos humanos, entre outros. (Insoft, 2017)

Emerson Alecrim (Infowester, 2017), apresenta alguns exemplos básicos para compreender melhor a importância deste sistema:

- Através das informações inseridas pelo chefe de setor, é possível o diretor de produção avaliar o desempenho de um funcionário, assim como o responsável dos recursos humanos e discutir um aumento salarial.
- O departamento de marketing pode consultar as vendas de um determinado produto que não esteja a ter uma venda positiva e desenvolver uma estratégia para reverter a situação.

Vantagens do sistema ERP

- “Ajuda na comunicação interna;
- Agilizar a execução de processos internos;
- Evitar trabalho duplicado;
- Ajuda nas decisões a serem tomadas;
- Auxiliar nas elaborações de estratégias operacionais;
- Agilizar a obtenção de dados;
- Automatização de ordens de produção e de compras”.(Infowester, 2017)

Com isto, podemos concluir que, se cada departamento possuir um software distinto dos outros e armazenar as informações dentro do seu departamento, seria mais difícil cada setor comunicar entre si e chegar a conclusões tão rapidamente, do que se partilharem toda a informação existente de um modo organizado. (Infowester, 2017)



Figura 15 - Sistema ERP (Fonte: Dinâmico ERP, 2017)

Capítulo 3 – Caso de estudo

Este capítulo tem como intuito o foco na vertente mais prática, começando com a caracterização da empresa onde o estágio se realizou, para se perceber quais os tipos de atividades que realizam e, posteriormente, casos práticos de conceitos abordados e úteis para a empresa.

3.1- Caracterização da empresa

3.1.1- História da empresa

A empresa *Cifial* nasceu no ano de 1904, como *Centro Industrial de Ferragens, Lda* como propriedade do Sr. Alberto Costa Reis. A fábrica nesta altura produzia fechos, fechaduras, dobradiças, cofres e artefactos metálicos.

Na década de 40, na altura da Segunda Guerra Mundial, a empresa passou por alguns problemas financeiros, levando a declarar falência ficando nas mãos do Banco Borges & Irmão. Em 1944, o Sr. José Marques adquire a empresa ao Banco.

Com uma perspicácia invulgar, o proprietário da *Cifial* procurou modernizar a fábrica, automatizando-a, como foco, o desenvolvimento do caminho para a internacionalização. Chegou ao seu objetivo, no final da década de 70, com a venda para o mercado dos Estados Unidos da América, mercado este de enorme dimensão e qualidade.

Nos anos 90, dá-se um crescimento geográfico com filiais no Reino Unido, Estados Unidos da América e Espanha. Nos EUA, o grupo assume uma participação na *Aquatis* tornando-se fornecedor de soluções integradas para casa de banho. Em 1977 para reforçar, em solo nacional, dá-se a aquisição da unidade de torneiras da marca *Oliva* e da *Lusepi*.

No ano 2000, é inaugurada a *Cifial Torneiras, S.A* resultado da junção da unidade torneiras *Cifial* com a marca *Oliva* e *Lusepi*. Posteriormente, é feito um investimento na aquisição da totalidade do capital da *Aquatis*, a qual mais tarde viria a ser denominada, *Cifial Indústria Cerâmica, S.A*.

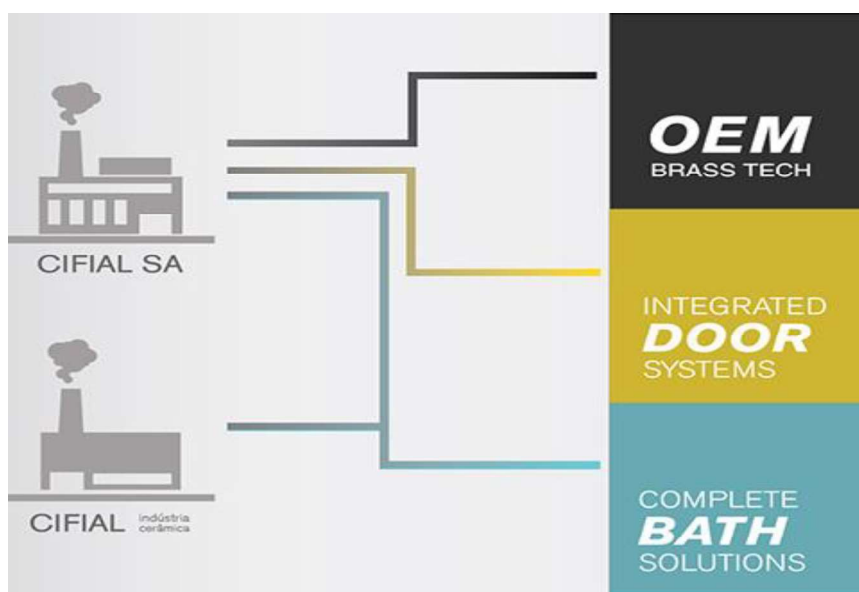


Figura 16- Grupo Cifial e produtos (Cifial).

No início do novo milénio, perto da celebração do centenário, a empresa passou por algumas dificuldades devido à crise que se fazia sentir por todo o mundo, levando em 2012 à alteração na gestão da *Cifial*, passando de Ludgero Marques (Ex-Presidente da Associação Empresarial de Portugal) para o *Fundo Capital de Risco, S.A.* que adquire 90% do capital.

Atualmente, a empresa ainda se encontra em processo de recuperação financeira e com a estratégia de se destacar nos mercados internacionais e português. (Cifial)

3.1.2- Apresentação da empresa

A *Cifial SA.*, dedica-se à produção de materiais muito utilizados na construção civil. Trata-se de uma empresa com 110 anos, dedicada à produção de torneiras, acessórios para casas de banho, louça sanitária e controlo de acessos, produtos estes de elevada qualidade, tendo sido já reconhecido internacionalmente ao vencer vários prémios, pela via do Design de produto.

A empresa tem como principal área de negócio a exportação, tendo como principais clientes, o mercado Americano, Francês, Inglês e do Médio Oriente e, realiza o fornecimento quer dos denominados clientes *OEM's* (clientes recebem conjunto final peça a peça), quer clientes *BOB* (clientes recebem conjunto final completamente montado).

Como referido anteriormente, os produtos produzidos são de elevada qualidade, daí que o sistema de gestão da qualidade, implementado de acordo com os requisitos da norma ISO 9001, é continuamente melhorado para garantir a eficácia de todos os processos. Todas as inspeções e testes finais dos produtos são realizadas pelos profissionais da área da qualidade, nos laboratórios internos da *Cifial* de modo a garantir as especificações.

O grupo industrial da *Cifial*, está localizado em duas zonas de Portugal, em Santa Comba Dão onde a fábrica é denominada por *Cifial Indústria Cerâmica* e em duas freguesias no concelho de Santa Maria da Feira que são denominadas por *Cifial Metalomecânica*.

A *Cifial Indústria Cerâmica*, dedica-se à produção de componentes sanitários em cerâmica enquanto que a *Cifial Metalomecânica*, produz todos os outros componentes completos de banho (torneiras e acessórios) e sistemas de controlo de acessos para portas (fechaduras com sistemas de segurança e acessórios). Esta última unidade está dividida em três unidades fabris.

A Fábrica 1, como é denominada pelos colaboradores, abrange inúmeros processos, dos quais: Estampagem, Lacagem, Pintura, Fechaduras, PVD, Acabamentos especiais, Montagem e a Cifitronica que está associada aos produtos de controlo de acessos.

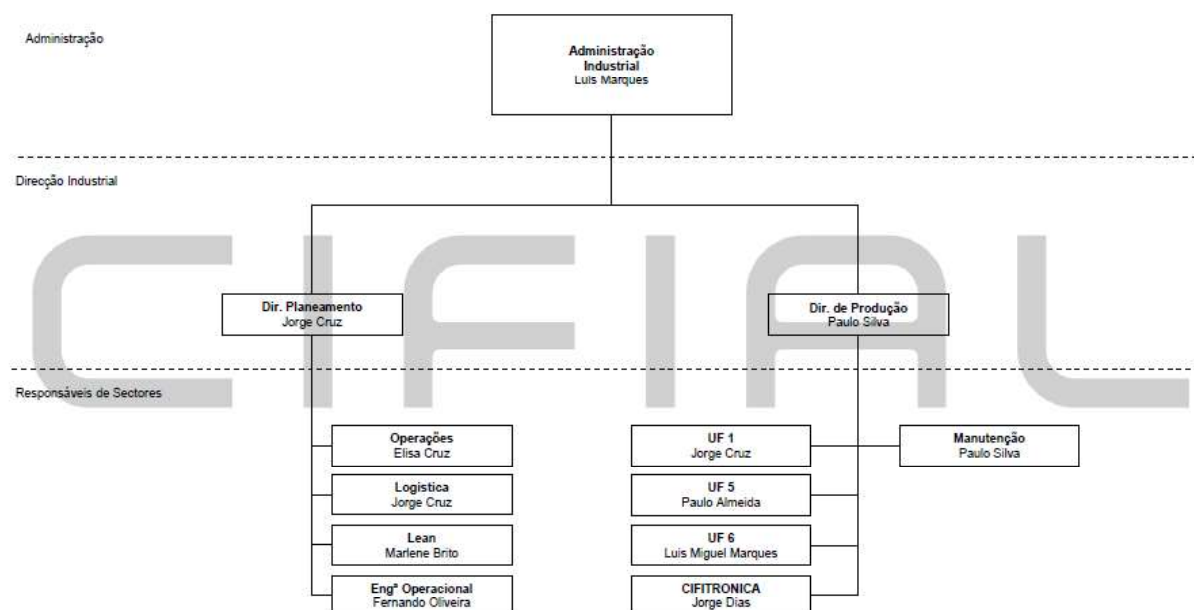
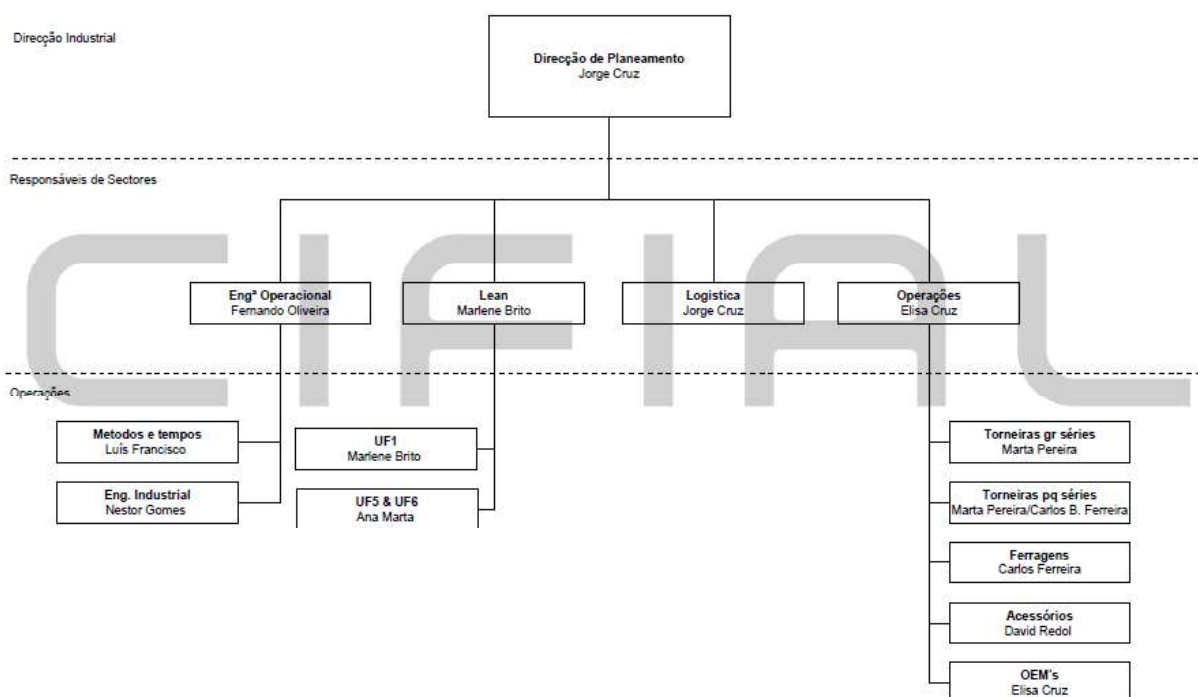
A Fábrica 6 dedica-se à preparação de superfícies do produto que consistem em processos de lixagem, polimento e cromagem.

A Fábrica 5, unidade fabril onde a maioria dos produtos “nascem”, engloba uma série de processos desde a Fundição, Operações especiais e Maquinagem sendo que, este processo é realizado em dois setores, um no setor dos centros de maquinagem e outro no setor da tornearia.

O setor da tornearia é o local onde o estágio curricular decorreu, em que a principal função era a gestão de produção do setor, que continha treze colaboradores no total de dois turnos com catorze tornos CNC e três tornos mecânicos.

Durante o período de estágio, com o intuito de desenvolver experiências na área da gestão de produção, o projeto teve como foco principal a área da gestão de produção do setor dos tornos englobando a aplicação de ferramentas de melhoria contínua, utilização do software SAP, elaboração de ferramentas (folhas de cálculo *Excel*) que serviram de auxílio para algumas tarefas, otimização de programas de tornos CNC, apoio na interpretação dos desenhos 2D e na gestão da qualidade do produto (dimensional e qualidade).

3.1.3- Organograma da empresa

Figura 17- Organograma industrial da *Cifial*.Figura 18 - Organograma industrial da *Cifial*.

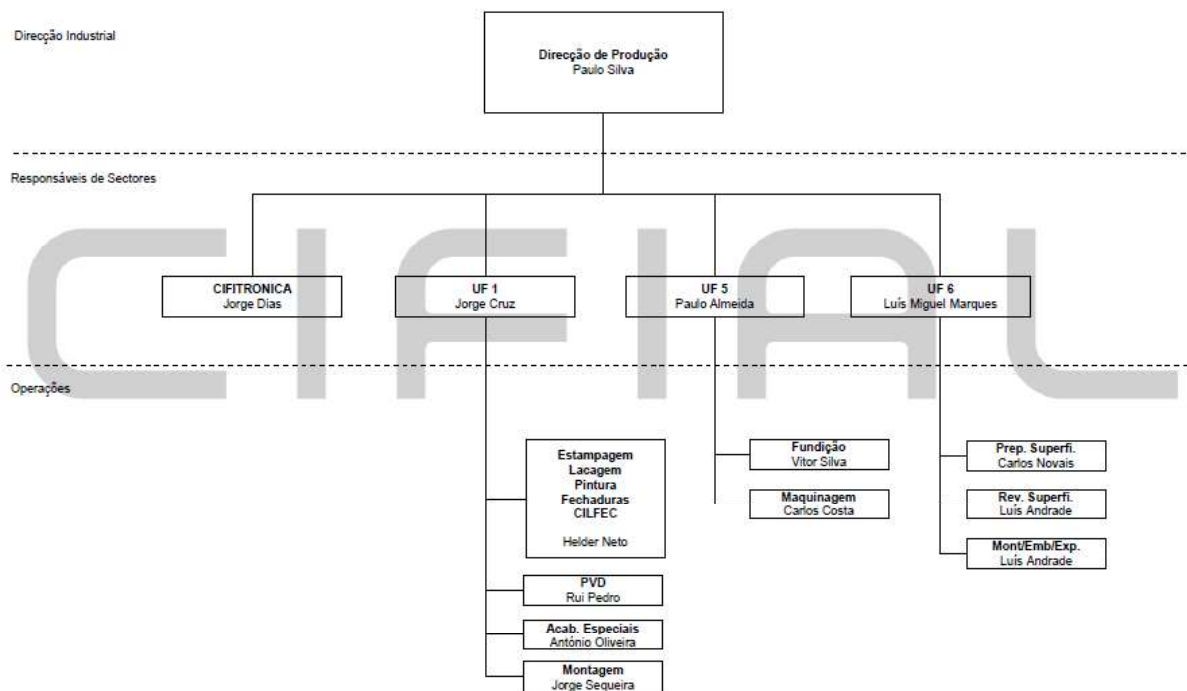


Figura 19- Organograma industrial da *Cifial*.

3.2- Aplicabilidade prática dos conceitos

3.2.1- Aplicabilidade dos conceitos 5S

A primeira iniciativa prática de 5S, realizou-se no centro de trabalho TRAU0002, torno Mupem. Este é um torno mecânico de grande valor para a empresa, pois realiza uma produção em série de um produto com algum valor. Para se ter uma noção da importância deste torno, o plano de produção diário é de 2800 unidades.

A preferência por este centro de trabalho resume-se aos seguintes tópicos:

- Ser uma peça de elevado valor de faturação.
- Estar numa das frentes dos corredores, criando assim um maior impacto visual nas visitas.
- É centro de trabalho com pouca organização.
- Produzir apenas um produto, isto significa que, a partir do momento em que se consiga melhorar a produção esta seja permanente no futuro.
- O torno só trabalha no turno da noite, permitindo fazer as alterações necessárias sem interferir com a produção.



Figura 20- Centro de trabalho TRAU0002, torno *Mupem*.

Inicialmente foi criado o layout inicial do posto de trabalho, com o intuito de se fazerem algumas alterações, ou seja, *relayout*, mas tal não é possível devido à limitação de espaço, sendo que havia outros centros de trabalho muito próximos. Contudo, este passo foi útil na apresentação da reunião para serem definidas as ações a serem tomadas e para ser criada a tabela *OPL*.

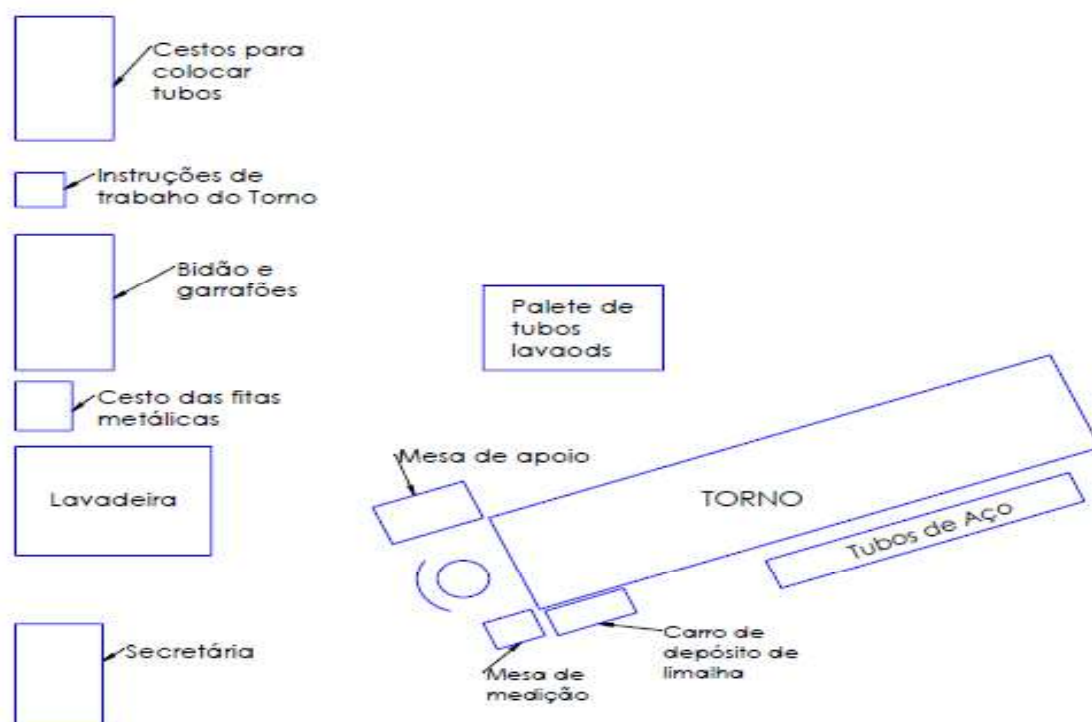


Figura 21- Layout do posto de trabalho.

O passo seguinte foi a reunião, onde se definiram os principais objetivos e as ações a serem tomadas. A reunião envolveu o diretor de fábrica, o engenheiro técnico e o operador, sendo as ações tomadas aprovadas por todos, criando-se assim a OPL abaixo (Tabela 2).

CIFIAL		OPL - 5S					
#	Assunto	Reunião nº	Pedido	Responsável	Data de Início	Data de Conclusão	Status
1	Remover cestos	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017	21/01/2017	A
2	Remover barril	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017	21/01/2017	A
3	Remover bidões	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017	21/01/2017	A
4	Remover caixa de apoio dos cestos	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017	24/01/2017	A
5	Nova estrutura para apoio dos cestos	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017	24/01/2017	A
6	Arrumação das ferramentas	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017		P
7	Marcar localizações	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017		P
8	Colocar torneira perto da lavadeira	1	Luís Costa	Eng. Paulo Almeida	16/01/2017		P
9	Estrutura para a vassoura e pás	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017	21/01/2017	A
10	Comprar algumas ferramentas, mais urgente é martelo e alicate de pressão	1	Operador	Eng. Paulo Almeida	16/01/2017		P
11	Tábua para pousar ferramentas de limpeza	1	Luís Costa	Luís Costa	16/01/2017	23/01/2017	A

Tabela 7 - Quadro de ações 5S.

A aplicação da ferramenta 5S, no centro de trabalho acima mencionado, foi muito positiva, possibilitando uma maior organização, melhorar algum tempo de produção e também melhores condições de trabalho para o operador, é de salientar que todos os materiais utilizados foram a partir de materiais inutilizados.

Não foram possíveis realizar todas as ações definidas, devido a ordens superiores, mas foram realizadas a maioria das ações previstas sendo apresentadas algumas de seguida, num formato de “antes e depois”.

CIFIAL Ficha de Melhoria Nº <u>1</u>	
Área: <u>Setor de tornearia – Centro de trabalho TRAU0002</u>	
Situação inicial  Excesso de material desnecessário ao operador e à produtividade do torno.	Situação atual  Local de trabalho organizado e mais seguro.

Figura 22- Ficha de melhoria Nº1.

CIFIAL Ficha de Melhoria Nº 2

Área: Setor de tornearia – Centro de trabalho TRAU0002

Situação inicial



Ferramentas colocadas num local com óleo proveniente do cesto dos tubos.

Situação atual



Ferramentas colocadas num local mais limpo e acessível ao operador.

Figura 23- Ficha de melhoria Nº2.

CIFIAL Ficha de Melhoria Nº 3

Área: Setor de tornearia – Centro de trabalho TRAU0002

Situação inicial



Produto sem local específico e numa zona de passagem.

Situação atual



Definido novo espaço para colocar o produto, onde não impeça a passagem.

Figura 24 - Ficha de melhoria Nº3.

CIFIAL Ficha de Melhoria Nº 4

Área: Setor de tornearia – Centro de trabalho TRAU0002



Figura 25 - Ficha de melhoria Nº4.

Os resultados obtidos foram muito positivos, além das adversidades que impossibilitaram o cumprimento total das ações planeadas. Contudo conseguimos atingir alguns objetivos:

- Eliminar tempos improdutivos;
- Simplificação do ambiente de trabalho;
- Melhores condições para o operador (higiene e segurança);
- Melhor impacto visual;
- Cativar os outros colaboradores a utilizarem a metodologia 5S;
- Redução de desperdícios;

3.2.2- Aplicabilidade dos conceitos SMED

O primeiro passo para a ação *SMED*, foi a análise dos treze centros de trabalho existentes no setor da tornearia.

Com o software SAP, foi possível analisar os dados referentes ao ano de 2016, de um modo rápido e fácil, permitindo chegar à conclusão que o centro de trabalho onde foram despendidas mais horas para a realização de mudança de ferramenta foi o centro de trabalho TRCN00011.

Escolhido o centro de trabalho, fez-se uma introdução desta ferramenta *Lean* ao operador do centro de trabalho para perceber melhor no que consiste esta ferramenta de gestão, os passos que serão efetuados e a mais valia que pode trazer ao rendimento do torno.

De acordo com a ferramenta de *SMED*, o passo seguinte foi filmar todas as atividades do *setup* (anexo 1), desde a última peça boa à primeira peça boa da referência seguinte. Após a conclusão da etapa anterior, foi realizada uma reunião, com a equipa interveniente no projeto incluindo o operador, para analisar, simplificar e agilizar todas as atividades detalhadamente e também para criar um plano de ações (Tabela 7) para a implementação das melhorias propostas.

CIFIAL		OPL - SMED (Trcn 0011)					
Nº	Assunto	Reunião nº	Pedido	Responsável	Data de início	Data de conclusão	Status
1	Substituir Chave Umbrako	1	Luís Costa	Eng. Carlos Costa	01/03/2017	03/04/2017	A
2	Identificar Torno inutilizado (mais espaço)	1	Luís Costa	Eng. Carlos Costa	01/03/2017		P
3	55 no carro de ferramentas	1	Luís Costa	Marlene + Beatriz	01/03/2017	03/04/2017	A
4	Passar a lavagem da máquina para o início + Instrução de Trabalho	1	Luís Costa	Luís Costa	01/03/2017	03/04/2017	A
5	Kanban Visual; Menos Registos; mais Calibres;	1	Luís Costa	Eng. Paulo Almeida	01/03/2017		P
6	Colocar empurradores junto da máquina	1	Luís Costa	Luís Costa	01/03/2017	03/04/2017	A
7	Otimizar programa externamente	1	Luís Costa	Luís Costa	01/03/2017		P
8	Calibrar paquímetros	1	Luís Costa	Eng. Paulo Almeida	01/03/2017	03/04/2017	A
9	Cortar a braçadeira da cavilha aquando da arrumação na estante	1	Operador	Eng. Paulo Almeida	01/03/2017	03/04/2017	A
10	Comprar pinças novas	1	Operador	Eng. Carlos Costa	01/03/2017	03/04/2017	A
11	Cortar platibanda e colocar o torno tsugami bs20 (relayout)	1	Luís Costa	Eng. Paulo Silva	01/03/2017		P
12	Visualização do vídeo e identificação das operações	2	Luís Costa	Todos os envolvidos	15/03/2017	03/04/2017	A
13	Conversão das operações internas em externas	2	Luís Costa	Todos os envolvidos	15/03/2017	03/04/2017	A

Tabela 8- Quadro OPL da ação SMED no TRCN0011.

O objetivo da reunião, corresponde à segunda e terceira etapa do *SMED*, que consiste na identificação das operações internas e externas e posteriormente a possível conversão das operações internas em operações externas, tais como o registo dos dados, partes de programação *CNC*, entrega dos documentos e peças da referência anterior para posterior à nova peça *OK*.

O passo seguinte foi a otimização das atividades internas através da implementação de algumas medidas como a movimentação e transporte de ferramentas mais próximo do operador e identificação de atividades que poderiam ser executadas por dois operadores, entre outros. É de salientar também as melhorias ergonómicas, bem como outras medidas para simplificar as atividades internas. Com as otimizações realizadas foi possível reduzir o tempo de *setup* de 85 minutos para 57 minutos e o número de atividades internas de 71 para 43.

O último passo foi a simplificação das atividades externas, a redução de vários movimentos desnecessários e o transporte de ferramentas foram algumas das medidas tomadas, assim como a simplificação dos registos através da eliminação de dados inúteis preenchidos pelo operador. Quatro atividades externas foram eliminadas nesta fase.

No balanço final conseguimos reduzir o tempo de *setup* de 105 minutos para 71 minutos e o número de tarefas de 84 para 52.

A tabela seguinte (tabela 4), apresenta, resumidamente, os tempos e número de atividades reduzidos nas várias ações de melhoria realizadas.

	<i>Atividades internas</i>		<i>Atividades externas</i>		<i>Com dois operadores</i>		<i>Eliminado</i>	
	Tempo [MIN]	Nº tarefas	Tempo [MIN]	Nº tarefas	Tempo [MIN]	Nº tarefas	Tempo [MIN]	Nº tarefas
<i>1º passo</i>	85	71	20	13	-	-	-	-
<i>2º passo</i>	57	43	20	13	9,5	18	18,5	10
<i>3º passo</i>	57	43	14,4	9	9,5	18	24,1	14

Tabela 9 - Resumo do tempo e número de tarefas eliminados.

Contribuindo para o sucesso do *SMED* no torno *Tsugami bs20* foi também, a ação de 5S incluída no plano de ações, que consistiu em aplicar esse conceito no carro de ferramentas e também adquirir um cesto para colocar as calhas do alimentador.

- Organização do carro de ferramentas: as ferramentas estavam extremamente desorganizadas, continha ferramentas que nunca eram utilizadas na mudança de série, as esponjas estavam desgastadas e já sem forma.



Figura 26- Ferramentas inutilizadas no carro de ferramentas.

CIFIAL Ficha de Melhoria Nº 1

Área: Setor de tornearia – Centro de trabalho TRCN 0011

Situação inicial



Excesso de material desnecessário, ferramentas desorganizadas e esponja com elevado desgaste.

Situação atual



Gaveta organizada, limpa e apenas com material útil.

Figura 27- Organização das gavetas do carro de ferramentas.

CIFIAL Ficha de Melhoria

Nº 2

Área: Setor de tornearia – Centro de trabalho TRCN 0011

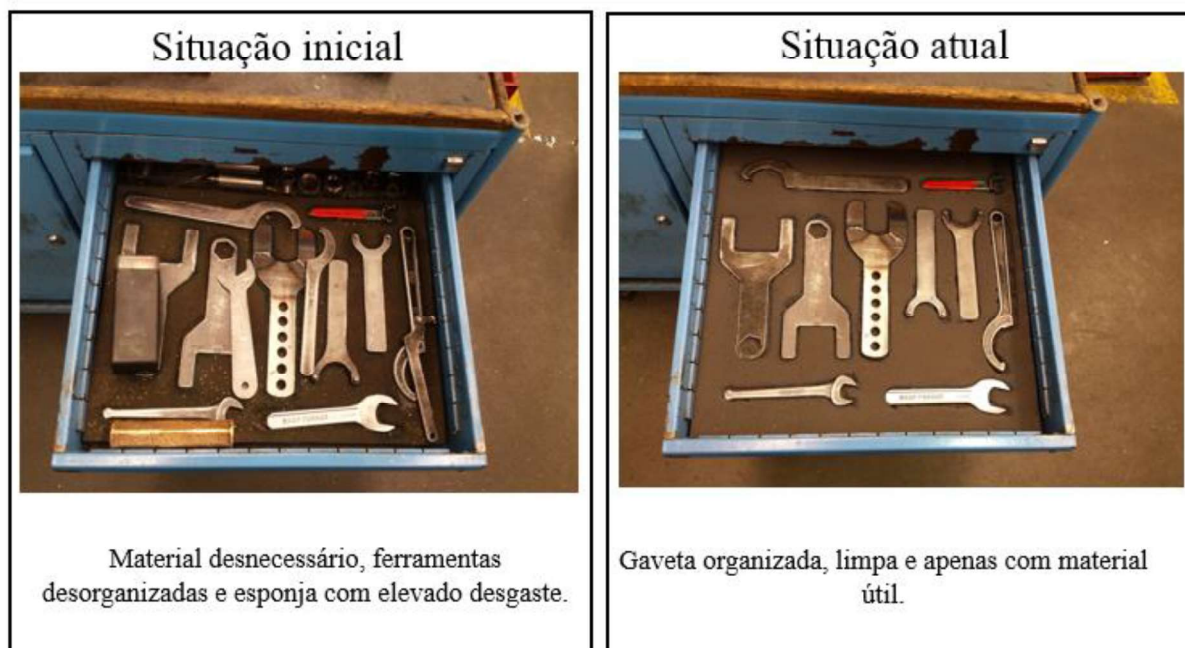


Figura 28- Organização do carro de ferramentas.

- Aquisição do cesto para colocar as calhas do alimentador: o objetivo desta aquisição é arranjar um local que não suje a área de trabalho, devido ao elevado óleo que contém na mudança de alimentador e também que seja ergonómico.



Figura 29- Carro para colocar calhas do empurrador.

Esta ferramenta *Lean* que inclui a gestão visual e a normalização foi muito importante para a obtenção destes resultados muito significativos, assim como o envolvimento do operador, desde o início do processo que foi uma mais valia na melhoria das ações tomadas. A equipa ficou muito satisfeita com os resultados obtidos e uma nova ação de SMED já estava a ser planeada num outro centro de trabalho.

O sucesso desta ação SMED fez-se notar em todo o setor e os colaboradores perceberam que é possível ser mais produtivo enquanto melhoram as condições de trabalho.

3.2.3- Aplicabilidade dos conceitos *FMEA*

De modo a estabelecer o procedimento para identificar e avaliar os modos e causas potenciais de falha associadas ao fabrico dos produtos nos tornos, foi efetuada uma *Análise Modal de Falhas e Efeitos*.

Os *FMEA*'s de processo são elaborados antes de iniciar a produção em série de um novo produto ou de um produto alterado e após a deteção de falhas não previstas nos *FMEA*'s anteriores ou para quais os controlos se revelam ineficazes, contudo para a aplicabilidade prática do conceito foi criado realizado um *FMEA* de raiz, com base nos modos de falha detetados nas inúmeras referências produzidas nos tornos, durante o período do estágio curricular.

Os processos e fundamentações utilizados na elaboração da tabela *Análise Modal de Falhas e Efeitos* foram os seguintes:

- Definição do processo a analisar: o estudo foi realizado no processo produtivo dos tornos, em particular nos tornos CNC com alimentador.
- Identificação dos modos potenciais de falha: foram identificados inúmeros modos de falha descritos em seguida:
 - 1) Mau acabamento superficial do produto final;
 - 2) Quebra das ferramentas de corte durante o torneamento;
 - 3) Marcas de pancada na peça ao cair da bucha após sangramento;
 - 4) Falta de matéria-prima;
 - 5) Cavilha empenada;
 - 6) Ponto de sangramento;
 - 7) Cotas fora de especificação;
 - 8) Problemas mecânicos no torno.
- Identificação dos efeitos potenciais da falha: os efeitos de falha que correspondem, respetivamente, ao tópico anterior são:

- 1) Rejeição/ devolução por parte do cliente; problemas na estética da peça visível após montagem;
 - 2) Atraso no prazo de entrega do produto; gasto financeiro maior do que o orçamentado;
 - 3) Problemas na montagem; problemas na estética das peças visíveis após montagem; falta de estanquicidade do conjunto após montagem;
 - 4) Atraso na produção e, como tal, no prazo de entrega ao cliente; gasto financeiro maior do que o orçamentado, devido à utilização da cavilha com diâmetro superior, se esta opção for a optada;
 - 5) Desgaste/quebra das ferramentas de corte; cotas fora de especificação,
 - 6) Necessário acrescentar nova operação para a sua remoção; problemas na montagem; problemas na estética da peça visível após montagem;
 - 7) Dificuldade / impossibilidade de montagem; falta de estanquicidade do conjunto após montagem;
 - 8) Atraso na produção; sobrecarga de trabalho nos outros tornos.
- Determinação da gravidade dos efeitos (ver tabela 2 no capítulo 3.2.4): o nível de gravidade que correspondem, respetivamente, ao tópico do modo de falha, são:
 - 1) Gravidade de nível 7: é necessário inspecionar 100% das peças, separando as peças sendo que as de má estética vão ser destruídas;
 - 2) Gravidade de nível 4: provocada interrupção menor da produção e o produto terá de ser inspecionado até ao momento detetado;
 - 3) Gravidade de nível 8: poderá ser necessário destruir 100% do produto, podendo não garantir a estanquicidade e/ou não ser possível efetuar a montagem do mesmo;
 - 4) Gravidade de nível 7: provoca um *setup* desnecessário ou paragem do torno originando o atraso na entrega do produto e insatisfação do cliente;
 - 5) Gravidade de nível 7: provoca um *setup* desnecessário ou paragem do torno originando o atraso na entrega do produto e insatisfação do cliente;

- 6) Gravidade de nível 5: arriscará ter de ser acrescentada nova operação para remover o ponto de sangramento, não provocando paragem do torno;
 - 7) Gravidade de nível 8: o lote poderá ser todo destruído porque pode não ser garantida a estanquicidade e/ou não ser possível realizar a montagem;
 - 8) Gravidade de nível 7: o torno interromperá as suas produções por tempo indeterminado, provocando a sobrecarga de produção nos outros tornos.
- Identificação das causas potenciais das falhas: as causas potenciais de falha que correspondem, respetivamente, ao tópico do modo de falha são:
 - 1) Desgaste da ferramenta de corte; quebra da ferramenta de corte; parâmetros de corte incorretos;
 - 2) Parâmetros de corte incorretos; matéria-prima com propriedades mecânicas não correspondente ao certificado;
 - 3) Apanhador de peças não é o mais apropriado;
 - 4) Falta de controlo de stock; consumo automático do sistema *MRP* errado;
 - 5) Controlo de receção de matéria-prima menos apropriado;
 - 6) Ferramenta de corte não centrada; acontecimento real nas produções em série devido à queda por gravidade;
 - 7) Paquímetros não calibrados; falha no controlo;
 - 8) Falta de formação em manutenção aos colaboradores; equipamentos antigos.
 - Determinação da frequência com que ocorrem as causas (ver tabela 3 no capítulo 3.2.4): o nível de ocorrência das falhas que correspondem, respetivamente, aos modos de falha são:
 - 1) Ocorrência de nível 3: acontece ocasionalmente, em concreto quando o operador está com outros tornos; quebra/desgaste da ferramenta de corte;
 - 2) Ocorrência de nível 2: sucede geralmente quando a matéria-prima é aço inoxidável, pois os parâmetros de corte não são os mais corretos; a pastilha não é a mais apropriada para a matéria-prima a tornear;

- 3) Ocorrência de nível 3: ocorre raramente, está associado mais a peças com um peso elevado e quando o torno com apanhador apropriado não está disponível;
 - 4) Ocorrência de nível 2: não é muito frequente acontecer devido à inspeção visual do armazém de matéria-prima antes de enviar a ordem de fabrico para o chão de fábrica;
 - 5) Ocorrência de nível 1: falha remota, aconteceu uma vez num período de oito meses;
 - 6) Ocorrência de nível 9: sucede quase sempre pois a maioria das ordens de fabrico são de produção em série;
 - 7) Ocorrência de nível 2: é pouco comum, mas pode acontecer devido a sobrecarga de trabalho ou o paquímetro não estar calibrado;
 - 8) Ocorrência de nível 2: raramente acontece, mas devido ao tempo de utilização dos tornos e da sua vida, sucedem-se algumas folgas ou componentes mecânicos desgastados.
- Identificação dos controlos e verificações atuais que podem evitar as causas da falha, detetar as causas da falha ou detetar o modo de falha identificado: a identificação dos controlos que correspondem, respetivamente, ao tópico do modo de falha, são:
 - 1) OK à primeira peça; autocontrolo; controlo volante;
 - 2) OK à primeira peça; autocontrolo; controlo volante;
 - 3) OK à primeira peça; autocontrolo; controlo volante;
 - 4) Consulta no sistema MRP;
 - 5) Sem controlo;
 - 6) OK à primeira peça;
 - 7) OK à primeira peça; autocontrolo; controlo volante;
 - 8) Execução do plano de manutenção periódica.

- Determinação da probabilidade do defeito ser detetado por esse controlo (ver tabela 4 no capítulo 3.2.4): os níveis de deteção correspondem, respetivamente, ao tópico anterior:
 - 1) Deteção de nível 1: o controlo deteta facilmente o modo de falha;
 - 2) Deteção de nível 3: provável detetar a falha, mas na maioria das vezes só é detetado quando o colaborador faz controlo volante;
 - 3) Deteção de nível 1: modo de falha detetado logo na primeira peça OK;
 - 4) Deteção de nível 4: probabilidade moderada de ser detetada a falha, contudo nem sempre é possível;
 - 5) Deteção de nível 10: não existe nenhum controlo para este modo de falha, daí não ser possível detetar;
 - 6) Deteção de nível 1: o controlo deteta logo na primeira peça OK o modo de falha;
 - 7) Deteção de nível 3: provável deteção no controlo, contudo, pode ocorrer falha durante a produção sendo esta apenas detetada no controlo volante;
 - 8) Deteção de nível 1: possível deteção no início da produção devido aos sensores ou no controlo da primeira peça OK.
- Cálculo da prioridade de risco: a prioridade de risco (RPN) é apresentada que correspondem, respetivamente, ao tópico do modo de falha, são:
 - 1) $RPN = 7 \times 3 \times 1 = 21$;
 - 2) $RPN = 4 \times 2 \times 3 = 24$;
 - 3) $RPN = 8 \times 3 \times 1 = 24$;
 - 4) $RPN = 7 \times 2 \times 4 = 56$;
 - 5) $RPN = 7 \times 1 \times 10 = 70$;
 - 6) $RPN = 5 \times 9 \times 1 = 45$;
 - 7) $RPN = 8 \times 2 \times 2 = 32$;

$$8) RPN = 7 \times 2 \times 1 = 14 .$$

- Definição das ações corretivas recomendadas: foram definidas ações corretivas para as prioridades de risco igual ou superior a 45, sendo estas, para os modos de falha:
 - 1) Falta de matéria-prima: Controlo do armazém de matéria-prima, só o responsável entrega a matéria-prima; controlo de stock trimestralmente;
 - 2) Cavilha empenada: criar um *FMEA* de receção de matéria-prima;
 - 3) Retirar ponto de sangramento: implementar um processo manual otimizado para a remoção do ponto de sangramento se atrasar o prazo de entrega;
 - 4) Cotas fora de especificação: calibrar paquímetros definindo períodos mais curtos de calibração; peças com pouca tolerância ser o controlador de qualidade a realizar a medição no controlo volante.
- Atribuição das responsabilidades e datas de implementação das ações corretivas: durante o período de estágio não se chegou a definir os responsáveis e as datas para a implementação das ações corretivas.
- Análise dos resultados: tal como acima referido, não foi possível analisar os resultados obtidos durante o período de estágio.

CIFIAL		Análise Modal de Falhas e Efeitos (Processo)											
Nome da peça: Peças de tornearia													
Referência da peça: Diversas													
Processo: Tornearia													
Modo po- tencial de falha	Efeitos potenciais de falha	Gravi- dade	Causa/ meca- nismo poten- cial de falha	Processo atual			NPR	Ações reco- mendadas	Respon- sável / data	Resultado das ações			
				Ocor- rência	Controlo/ Ve- rificação	Deteção				Ações desen- volvidas	Grav.	Ocorr	Det.
Mau acaba- mento su- perficial	Rejeição/ devolução por parte do cliente; Problemas na estética da peça visível após montagem	7	Desgaste da fer- ramenta de corte; quebra da ferramenta de corte; parâme- tros de corte in- corretos	3	OK à primeira peça; autocon- trole; controle volante	1	21						
Quebra da ferramenta de corte no torneamento	Atraso no prazo de entrega da enco- menda; Gasto finan- ceiro maior do que or- çamentado	4	Parâmetros de corte incorretos; matéria-prima com proprieda- des mecânicas não correspon- dente ao certifi- cado	2	OK à primeira peça; autocon- trole; controle volante	3	24						

Marca de pancada na peça ao cair da bucha	Problemas na montagem; Problemas na estética da peça visível após montagem; falta de estanquicidade do conjunto após montagem	8	Apanhador de peças não é o mais apropriado	3	OK à primeira peça; autocontrolo; controlo volante	1	24								
Falta de matéria-prima	Atraso na produção e no prazo de entrega da encomenda;	7	Falta de controlo de stock; consumo automático do sistema <i>MRP</i> errado;	2	Consulta no sistema <i>MRP</i>	4	56	Controlo do armazém de matéria-prima, só o responsável entrega a matéria-prima; controlo de stock trimestralmente							
Cavilha empennada	Desgaste / quebra da ferramenta de corte; cotas fora de especificação	7	Controlo de receção de matéria-prima menos apropriado;	1	Sem controlo	10	70	Criar um <i>FMEA</i> de receção de matéria-prima							
Ponto de sangramento	Acrescentar operação para a sua remoção; impossibilidade de montagem; problemas de estética	5	Ferramenta de corte não centrada; acontecimento real nas produções em série devido à queda por gravidade	9	OK à primeira peça	1	45	Implementar um processo manual otimizado para a remoção do ponto de sangramento se atrasar o prazo de entrega;							

Cotas fora de especificação	Dificuldade / impossibilidade de montagem; falta de estantiquidade do conjunto após montagem	8	Paquímetros não calibrados; falha no controle	2	OK à primeira peça; autocontrole; controle volante	3	48	Calibrar paquímetros definindo períodos mais curtos de calibração; peças com pouca tolerância ser o controlador de qualidade a realizar a medição no controle volante						
Problemas mecânicos	Atraso na produção; sobrecarga de trabalho nos outros tornos	7	Falta de formação em manutenção aos colaboradores; equipamentos antigos	2	Execução do plano de manutenção periódica	1	14							

Tabela 10- FMEA de processo no setor de tornearia.

Em suma, podemos constatar que a produção no setor está, consideravelmente, com boa qualidade de produção e bem organizada, daí os valores de *RPN* serem de baixo valor tendo em conta que os valores mais críticos são acima de 100. Contudo, com as propostas de melhoria, à qual não foi possível analisar os resultados obtidos, supõe-se que o valor da prioridade de risco iria ser inferior a 50, levando a melhorias na qualidade do produto e nos tempos de produção.

3.2.4- Aplicabilidade dos conceitos *Kanban*

Com o intuito de aplicar os conceitos teóricos e melhorar a produção e entrega dos produtos, procedeu-se à análise de um centro de trabalho onde poderia ser realizado um teste piloto da ferramenta *Kanban*.

O centro de trabalho escolhido foi o torno mecânico TR-26, uma vez que, é um torno que produz uma única referência, referência esta que é um tubo em aço inoxidável. A etapa seguinte, foi reunir com os colaboradores intervenientes no processo e analisar quais são as condições necessárias para se cumprir com o plano de produção diário. As condições são as seguintes:

- O percurso da referência: O produto é produzido no torno TR-26 na fábrica 5 e de seguida é enviado através do *Milkrun* para a fábrica 6, com a finalidade de levar um tratamento superficial de cromagem.
- Quantidade necessária: O plano diário são 2800 unidades.

Como anteriormente referido, um dos requisitos para um bom funcionamento da ferramenta *Kanban*, é que cada caixa tem de levar sempre a mesma quantidade de peças. Como ainda esta regra não estava estabelecida no centro de trabalho, foi uniformizado e acordado com o operador que cada caixa iria levar sempre 400 unidades.

Portanto, de acordo com o plano diário de produção, todos os dias teriam de ser enviadas só e apenas sete caixas.

De seguida, foi criado um cartão *Kanban*, que contém os seguintes dados:

- Código do produto;
- Descrição do produto;
- Fornecedor;
- Destinatário;
- Quantidade;
- N° *Kanban*;
- Imagem ilustrativa do produto.

CIFIAL	1) Código	2) Descrição
	1800011	Tubo XPTO
3) Fornecedor		4) Cliente
Fábrica 5 – TR-26		Fábrica 6 – ACAB0001
5) Quantidade	7) Detalhes	
400		
6) N° Kanban		
1 / 7		

Figura 30- Cartão Kanban.

O funcionamento deste sistema, tinha como linha de partida o início da cromagem dos tubos, na fábrica 6, ficando uma caixa vazia. O cartão *Kanban*, era então colocado nessa mesma caixa, sendo que eram dadas ordens para que fosse enviada para a fábrica 5 e colocada no local específico junto do torno, ficando o operador do torno a saber que tinha uma ordem para produzir a quantidade que estava no cartão *Kanban*. Quando esta quantidade era cumprida a caixa era colocada no local de expedição com um cartão *Kanban* semelhante ao anterior, mas com a diferença que nele continha o local de partida na fábrica 5 e com destino a fábrica 6 (fig. 30).



Figura 31- Caixa de tubos com cartão Kanban.

Importa salientar, que foi possível criar este sistema com resultados positivos, devido a vários fatores importantes abordados nos conceitos teóricos, tais como, esta produção ser uma produção de fluxo contínuo, o tempo de *setup* ser baixo e também os poucos problemas de qualidade permitem a entrega constante do número correto de peças.

3.2.5- Controlo dimensional

A metrologia define-se como a ciência das medidas e suas aplicações. (Neto, 2013)

O controlo dimensional é o aspeto mais importante para todo o sistema de qualidade e faz parte da certificação da norma ISO 9001 que é a norma dos sistemas de gestão de qualidade, certificação esta que a Cifial possui.

Durante o estágio, um dos objetivos era, também, o apoio no controlo dimensional e de qualidade do produto. Foram utilizadas inúmeras ferramentas de medição e ferramentas de comparação, sendo que a Cifial apresenta uma vasta gama de instrumentos de medição, que estão mencionados abaixo.

Ferramentas de medição:

Paquímetro digital: o instrumento mais utilizado durante o estágio e que, todos os colaboradores da empresa possuíam. Este aparelho serve para medir superfícies interiores, exteriores e profundidades com uma precisão de medida até 0.01mm.



Figura 32- Paquímetro digital. (Fonte: FG, 2016)

Micrómetro de exteriores digital: instrumento para medir superficies exteriores com elevada precisão, de 0.001mm.



Figura 33- Micrómetro de exteriores digital, *Cifial*.

Micrómetro de interiores digital: instrumento para medir superficies interiores com precisão de 0.001mm.



Figura 34- Micrómetro de interiores digital, *Cifial*.

Medidor de interiores digital: por vezes existiam zonas interiores na peça para medir, muito estreitas, tais como ranhuras em que o micrómetro de interiores não conseguia medir fosse pela

espessura da ponteira ou pela profundidade a que a ranhura se encontrava, e para tal, era utilizado o medidor de interiores com uma precisão de medida de 0.001mm.



Figura 35 - Medidor de interiores, *Cifial*.

Projektor de perfis: ferramenta de medição através da projecção ampliada da peça e a sua medição é feita sem contacto com a peça, ou seja, não vai ocorrer deformação da peça. É um instrumento utilizado para medições lineares e angulares. O aparelho também apresenta uma precisão elevada que chega aos 0.001mm.

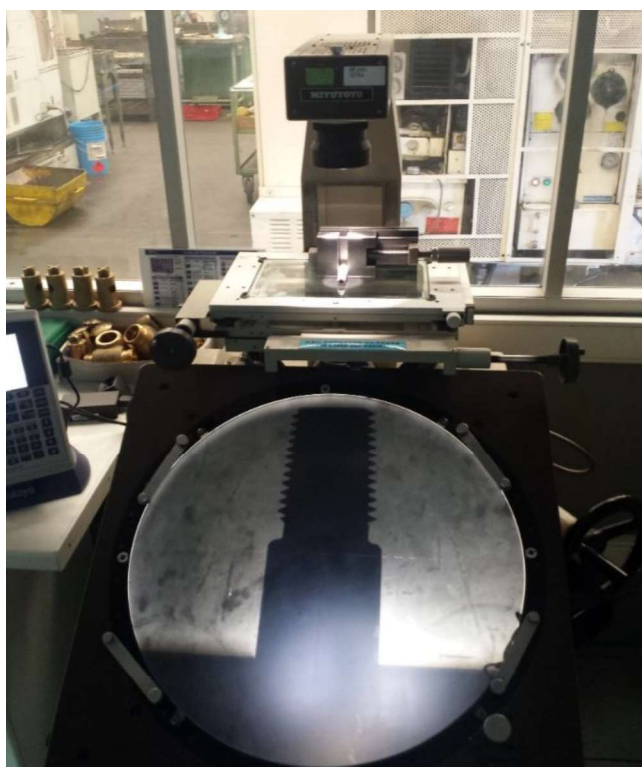


Figura 36- Projektor de perfis, *Cifial*.

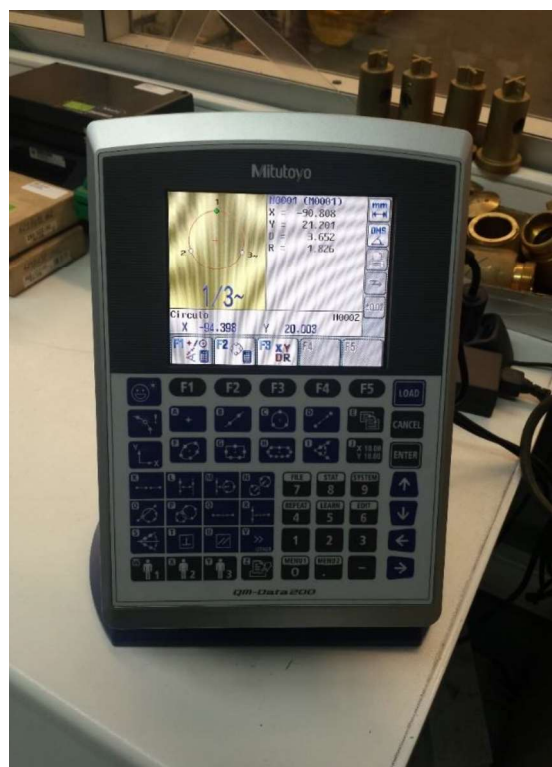


Figura 37- Leitor digital do projektor de perfis, *Cifial*.

Rugosímetro: equipamento utilizado para medir a rugosidade superficial (saliências ou depressões de uma determinada superfície).



Figura 38- Rugosímetro, Cifial.

Este aparelho mede três parâmetros importantes de rugosidade:

- R_A (Rugosidade média, μm): Média aritmética dos desvios das asperidades em relação à linha média ou de centro. (Tribologia, ISEC)

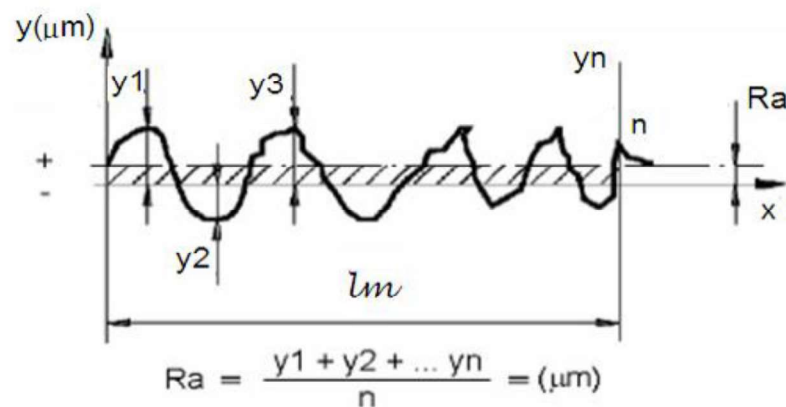


Figura 39- Rugosidade média, R_A . (Fonte: Filho, 2011)

- R_Z (Altura a dez pontos, μm): Distância média entre os cinco picos mais altos e os cinco vales mais profundos medidos no comprimento de digitalização. (Tribologia, ISEC)

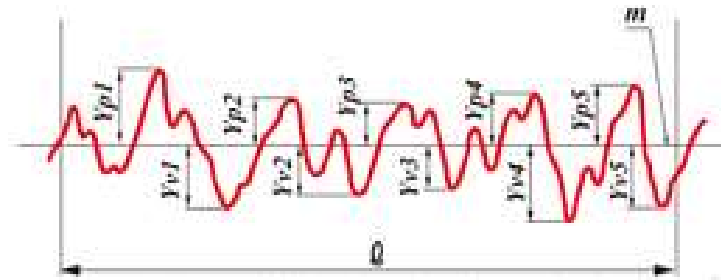


Figura 40- Altura a dez ponto, R_z . (Fonte: Mitsubishi Materials)

- $R_{M\acute{a}x}$ (Rugosidade máxima, μm): Medida do desnível entre o pico e o vale de uma asperidade, não representando por isso a maior altura ou o vale mais fundo a partir da linha média, mas sim a profundidade máxima da rugosidade. Como a rugosidade máxima pode ser afetada por partículas ou impurezas, é costume medir cinco partes da distância de digitalização. (Tribologia, ISEC)

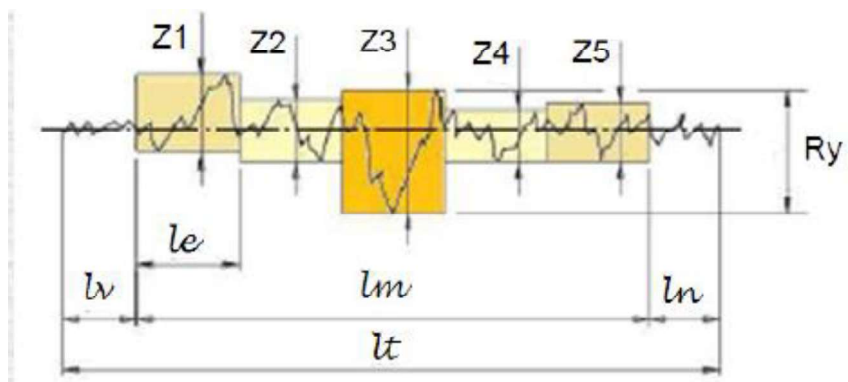


Figura 41- Rugosidade máxima, $R_{M\acute{a}x}$. (Fonte: Filho, 2011)

Coluna de medição: instrumento de medição, através de uma ponteira que pode chegar a distâncias que o paquímetro não consegue devido às suas “orelhas”, medindo apenas distâncias verticais, tendo uma precisão até 0.001mm.

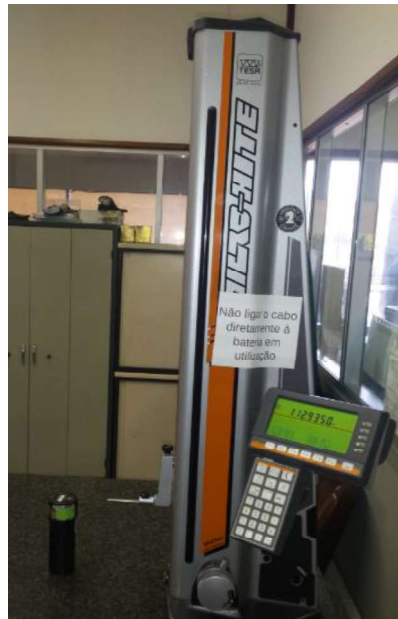


Figura 42- Coluna de medição, *Cifial*.

Ferramentas de comparação:

Comparador: ferramenta, que tal como o nome indica, server para comparar. Muito utilizado para garantir a centricidade da bucha do torno e da cavilha. Tem uma precisão até 0.01mm.



Figura 43- Comparador. (Fonte: Mercado Livre)

Calibre passa não passa (macho): calibre utilizado para controlar a dimensão de um furo ou uma rosca com uma determinada tolerância.



Figura 45- Calibre passa não passa (macho), roscas, *Cifial*.

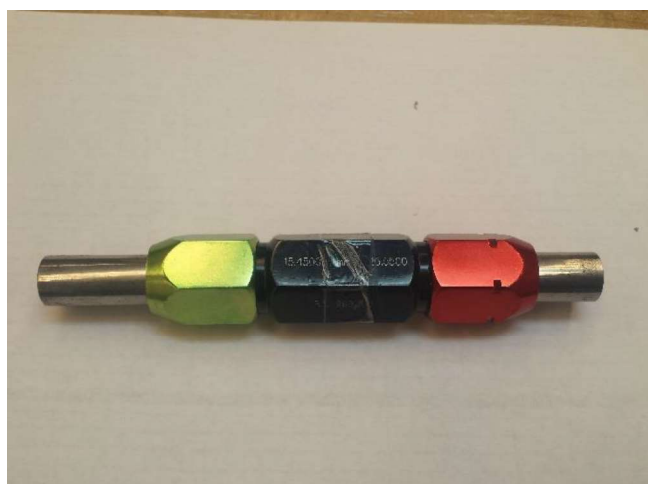


Figura 45- Calibre passa não passa (macho), furos, *Cifial*.

Calibre passa não passa (fêmea): calibre utilizado para controlar a dimensão de um veio ou uma rosca com uma determinada tolerância.



Figura 46- Calibre passa não passa (fêmea), veios, *Cifial*.

3.2.6- Sistema ERP da *Cifial* e utilização do software *SAP*

Durante o estágio, a ferramenta mais importante na gestão de produção do setor de tornearia, foi o software *SAP*.

Todas as sextas-feiras era me enviado um ficheiro em *Excel*, da equipa do planeamento, com as ordens de produção necessárias a serem produzidas na semana seguinte, geradas pelo sistema, com a prioridade de produção e quantidade.

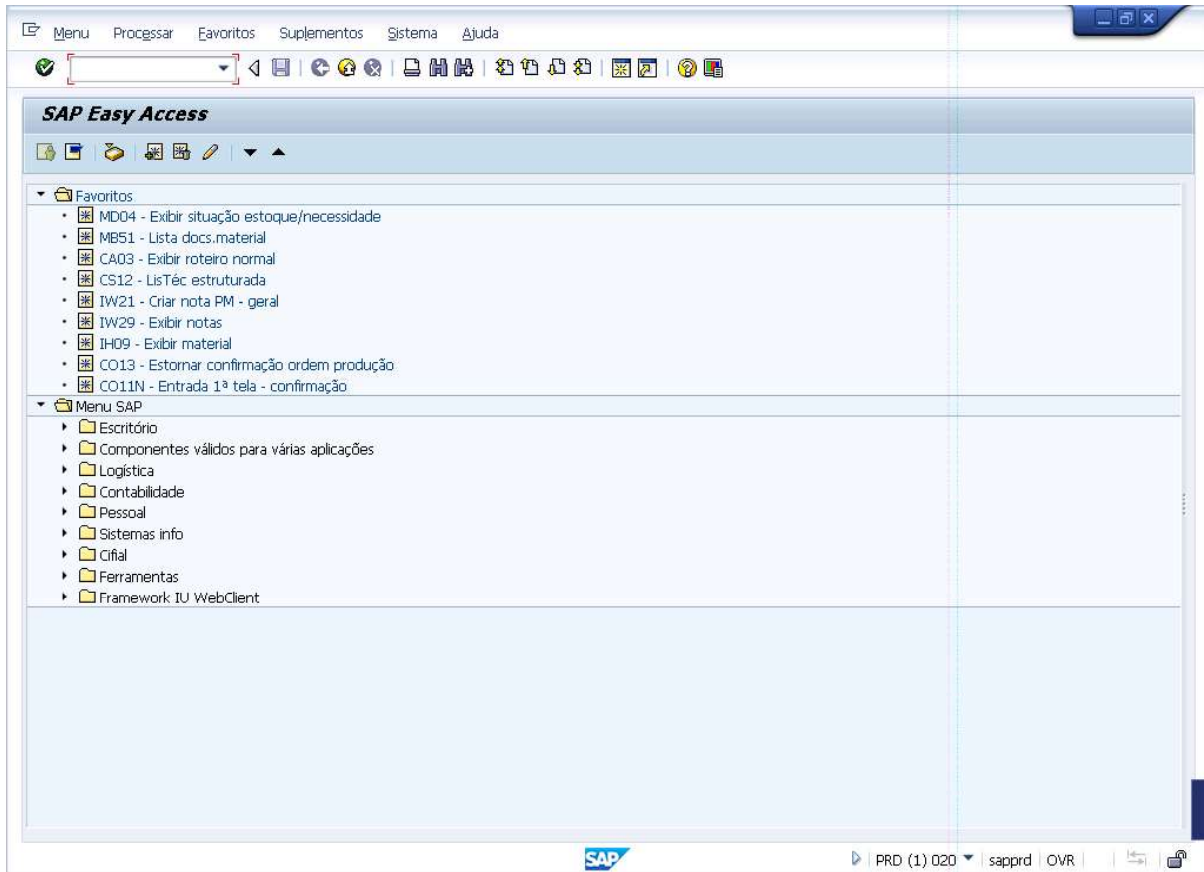


Figura 47- Menú SAP, Cifial.

A partir da consulta no software, de modo a preparar as ordens de produção que iriam ser produzidas, era me permitido saber inúmeras informações sobre cada ordem de produção, tais como:

- tempo que cada ordem de produção iria durar;
- data em que teria de ser entregue;
- matéria-prima que iria utilizar;
- quantidade necessária para satisfazer a encomenda;
- os centros de trabalho em que podiam ser produzidas;
- necessidades para outras datas.

Com base nestes parâmetros, eram impressas as ordens de produção ordenadas que, iriam ser produzidas em cada centro de trabalho e, posteriormente, entregue ao responsável da ferramentaria para preparar as ferramentas e, colocar na estante e local afeto a cada centro de trabalho (Figura 48).



Figura 48 – Estante das preparações, *Cifial*.

Após as ordens de produção serem produzidas, todos os dias, no final do turno, eram entregues as folhas de marcha de produção por cada centro de trabalho que, cada colaborador preenchia com:

- as ordens de produção executadas;
- o número da operação caso, existisse várias operações de torno;
- a quantidade boa produzida;
- a quantidade de sucata produzida;
- o tempo de montagem;
- o tempo de produção.

Todas estas informações eram, posteriormente, inseridas no software, gerando várias informações e parâmetros de avaliação, como:

- dar baixa automática do stock de matéria-prima;
- indicar a quantidade disponível;
- a eficiência do operador;
- os indicadores de eficiência;

Este software de gestão é extremamente importante para qualquer empresa e também muito completo pois, existem outras inúmeras funções que podem e são utilizadas nos outros departamentos.

Capítulo 4 – Conclusões e perspectivas futuras

O desenvolvimento do presente projeto na área da gestão de produção de um setor de tornearia, teve como destaque a filosofia *Lean Thinking*, com a aplicação dos seus princípios, assim como das ferramentas inerentes a essa filosofia. Estas foram um auxílio muito importante na identificação e na eliminação dos desperdícios no processo produtivo do setor, gerando uma maior produtividade, melhoria na qualidade dos produtos e, também, no ambiente de trabalho a nível ergonómico e de organização.

O conjunto de metodologias *Lean* implementadas, focou-se no objetivo final: o apoio à gestão de produção do setor de tornearia, melhorando e organizando centros de trabalho específicos.

No primeiro projeto, conseguiu-se implementar uma metodologia associada à gestão visual e organizacional, a ferramenta *5S*. Foi criado, com o apoio da ferramenta *PDCA*, um plano de ações, sendo cumpridas as que foram aceites pelos superiores. Conseguiu-se eliminar objetos inutilizados, criar locais específicos para o produto acabado e criar um espaço mais seguro e possível de circular. Posto isto, considera-se o objetivo cumprido.

O segundo projeto focou-se na metodologia *SMED* sendo que, para este objetivo, foi necessário associar a ferramenta *5S* no carro de ferramentas e na mudança de série, assim como a ferramenta *PDCA*. Nesta etapa, o objetivo foi cumprido uma vez que foi possível reduzir o tempo de *setup* de 105 minutos para 71 minutos, assim como melhorar as condições ergonómicas para o operador e a organização do centro de trabalho.

Relativamente ao terceiro projeto, foi utilizada a ferramenta *FMEA*, mais concretamente *FMEA de processo*, sendo este destacado para todo o setor de tornearia com o intuito de analisar os modos de falha do processo e as suas implicações futuras. Esta ferramenta é muito complexa e demorada. Consequentemente, foram necessários alguns meses para identificar vários modos de falha ocorridos, de modo a que a análise ficasse o mais completa possível. Este projeto foi bem-sucedido, conseguindo-se identificar e corrigir quatro modos de falha críticos.

É de salientar o facto de não ter sido possível analisar em concreto os resultados finais após a implementação das melhorias propostas, pois seriam necessários mais alguns meses para a sua análise.

O sistema *Kanban*, utilizado no caso prático, foi claro e de dificuldade baixa de implementação devido às características de produção corresponderem perfeitamente às regras de implementação do sistema *Kanban*. Também foi vantajoso, além de ser um processo em que os planos diários de produção e o transporte já estavam definidos, permitindo criar uma melhor gestão visual e de organização no transporte que, cria poucas dúvidas mesmo quando o condutor do *Milkrun* ou o operador do torno não são os habituais.

Os dois últimos tópicos dos casos práticos, controlo dimensional e utilização do software *SAP*, permitiram aprofundar os conhecimentos e melhorar o manuseamento dos vários aparelhos de medição, sendo possível conceder um maior suporte aos colaboradores do setor no que toca ao controlo dimensional. O software *SAP*, de planeamento e gestão de recursos, foi uma ferramenta muito importante ao nível da gestão da secção, mas, também a nível pessoal pois é um software utilizado mundialmente pelas empresas.

Em suma, considero que os projetos implementados foram bem-sucedidos devido aos resultados obtidos e também ao *feedback* recebido pelos vários colaboradores e engenheiros. Este estágio revelou-se extremamente enriquecedor, permitindo desenvolver-me a nível pessoal e profissional.

Por fim, seria também interessante, implementar estas ferramentas *Lean* em todo o setor, sendo que está comprovado que iria beneficiar a produção. Contudo, antes de se iniciar a sua implementação, devia ser dada uma formação em conjunto a todos os colaboradores para sensibilizar, exemplificar e demonstrar os benefícios destas ferramentas. Um ponto importante, para se ter especial atenção no futuro, é relativamente ao armazém de matéria-prima e o seu controlo nos consumos. O baixo controlo leva a grandes perdas financeiras para a empresa, pois nem sempre os consumos estão corretos, o stock por vezes está errado e também há um mau aproveitamento das pontas de cavilha.

Capítulo 5 – Referências Bibliográficas

Caldeirinha, S. *Kanban*. Lean Academy, Portugal.

Carthrottle. (2015). <https://www.carthrottle.com/post/wpvyd4y/>. Carthrottle, London.

Carvalho, D. (2000). *Planeamento das necessidades de materiais. Apresentação da técnica de planeamento das necessidades de materiais MRP*, Universidade do Minho.

Cifial. (2010). *Procedimento – Análise modal de falhas e efeitos do processo*. Cifial, SA. Portugal.

Cifial. http://www.cifial.pt/_historia. Cifial, SA, Portugal.

Continual business solutions. (2016). <http://www.continualbusinesssolutions.com/5s-methodology/>. 5S Methodology, Continual business solutions, India.

Cunha, P. F. (2000). *Planeamento das necessidades de materiais e de recursos: MRP/MRP II. Disciplina de gestão de operações*, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Setúbal.

Dinâmico ERP. (2017). <http://dinamicoerp.com/o-que-e-sistema-erp/>. Dinâmico ERP.

FG. (2016). <http://www.fg.com.br/paquimetro-digital-200mm-resolucao-001mm/p>. Ferramentas gerais, Porto Alegre.

Filho, A. P. (2011). *Rugosidade Superficial. 3º Seminário de Metrologia*, Universidade de Brasília.

Flowtech. (2017). <http://flowtech.pt/pt/blog/mrp-planeamento-necessidades-producao/>. Flow Technology, Portugal.

Gestao por processos. (2015). <http://www.gestaoporprocessos.com.br/ciclo-pdca-uma-ferramenta-imprescindivel-ao-gerente-de-projetos/>. Gestão por processos e projetos.

IMAI, M. (1996). *Gemba Kaizen: Estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica*. Instituto IMAM, São Paulo.

Infowester. (2017). <https://www.infowester.com/erp.php>. Infowester, São Paulo.

Insoft. (2017). <http://blog.insoftinformatica.com.br/importancia-da-organizacao-do-fluxo-de-informacoes-erp-uma-ferramenta-para-integrar-sua-empresa/>. Insoft informática, Brasil.

Lean (2012). <https://www.lean.org/common/display/?o=2000>. Learn Enterprise Institute, Cambridge.

Liker, J. K. (2003). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw Hill Professional, Nova Iorque.

Lopes, C. B., Silva, R. H., Rocha, W. A. (2012). *Sistemas de produção MRP & MRP II*. 2º Congresso de Pesquisa Científica: Inovação, Ética e Sustentabilidade, Anais de trabalhos premiados.

Mercado Livre. <https://lista.mercadolivre.com.br/relogio-comparador>. Mercado livre.

- Merchandiseblog. (2017). <http://merchandiseblog.com/2017/04/04/what-is-wastage-of-production/>. Merchandiseblog.
- Mitsubishi Materials. http://www.mitsubishicarbide.net/contents/mht/pt/html/product/technical_information/information/surface_roughness.html. Mitsubishi Materials Corporations.
- Neto, J. (2013). *Metrologia e controle dimensional: Conceitos, Normas e Aplicação*. Elsevier, Brasil.
- Pinto, J. P. (2006). *Gestão de operações - Na indústria e nos serviços*. Lidel - Edições Técnicas, Lda., Lisboa.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lidel – Edições Técnicas, Lda, Lisboa.
- Shingo, S. and Dillon, A. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. CRC Press, Florida.
- Silva, R. (2015). <https://pt.linkedin.com/pulse/ferramentas-lean-manufacturing-princ%C3%ADpios-rodilson-silva-green-belt>. LinkedIn.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA from Theory to Execution*. Hardcover,
- Tribologia: *As Superfícies dos corpos – Adsorção, Rugosidade, Área real de contacto*. Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra

Capítulo 6 – Anexos

Anexo 1

N.º Op.	Elemento do Setup	Tempo (seg)	Interno	Externo
1	Preencher folha de marcha + folha de produção	42		X
2	Levar calibre, desenhos e instrução da ordem de produção anterior	71		X
3	Posicionar carro junto à máquina	11		X
4	Colocar luvas	6		X
5	Aproximar cesto para colocar peças com óleo	20		X
6	Buscar chave de fendas	9	X	
7	Tirar empurrador	24	X	
8	Limpar empurrador	8		X
9	Tirar calhas inferiores do alimentador	64	X	
10	Pousar chave no carro	8	X	
11	Colocar calhas inferiores	78	X	
12	Tirar calhas superiores	47	X	
13	Colocar calhas superiores	67	X	
14	Buscar chave ao carro	8	X	
15	Desapertar casquilho de ajuste	23	X	
16	Buscar casquilho	7	X	
17	Apertar casquilho	19	X	
18	Tirar tampa e colocar no chão	10	X	X
19	Puxar pontar da cavilha para trás	12	X	
20	Tirar calha da pinça do alimentador	42	X	
21	Colocar calha na pinça do alimentador	52	X	
22	Tirar casquilho da pinça	23	X	
23	Buscar vareta para tirar casquilho	21	X	
24	Buscar casquilho	6	X	
25	Colocar casquilho e apertar	41	X	
26	Trocar chave	8	X	

27	Tirar pinça	25	X	
28	Buscar pinça nova	5	X	
29	Colocar pinça nova	45	X	
30	Buscar chave de unha	15	X	
31	Apertar/ajustar alimentador à pinça	9	X	
32	Buscar mangueira e tirar luvas	11	X	X
33	Lavar a máquina	56	X	
34	Guardar mangueira e calçar luvas	18	X	
35	Ajustar árvore das ferramentas	12	X	
36	Buscar chave de bocas	9	X	
37	Tirar ferramentas	80	X	
38	Subir árvore de ferramentas	13	X	
39	Tirar ferramentas	59	X	
40	Descer árvore	6	X	
41	Soprar máquina (retirar limalhas)	12	X	
42	Trocar chave	13	X	
43	Desapertar/retirar parafusos	102	X	
44	Pousar chave e parafusos; tirar guia da pinça	31	X	
45	Tirar anilha da guia da pinça	28	X	
46	Colocar guia da pinça nova	12	X	
47	Ajustar/calibrar guia da pinça à cavilha	74	X	
48	Abastecer outra máquina	175		X
49	Continuar a ajustar guia da pinça	27	X	
50	Colocar anilha na guia da pinça	19	X	
51	Buscar chave e abrir pinça na máquina	11	X	
52	Tirar pinça	36	X	
53	Colocar pinça nova	53	X	
54	Puxar o alimentador para trás	12	X	
55	Fechar pinça	14	X	
56	Colocar parafusos	130	X	
57	Subir árvore	9	X	
58	Levar empurrador e trazer novo	68		X
59	Colocar peça no empurrador	9	X	

60	Trocar chave	14	X	
61	Tirar cavilha	14	X	
62	Colocar empurrador no alimentador	59	X	
63	Calibrar empurrador	96	X	
64	Inserir programa na máquina e programar; colocar ferramentas	2265	X	
65	Abastecer outra máquina	163		X
66	Continuar programação	1497	X	
67	Tirar coordenada de referência	29	X	
68	Colocar programa na máquina	145	X	
69	Colocar ferramentas de acordo com o programa	341	X	
70	Colocar cavilha na máquina	51	X	
71	Ajustar pinça à cavilha	115	X	
72	Colocar tampa e fechar tampa	15	X	
73	Ajustar programa e offsets	802		X
74	Sangrar cavilha	48	X	
75	Maquinar peça no MAIN	264	X	
76	Ir apanhar peça que caiu no depósito de limalha	16		X
77	Medir peça	51	X	
78	Tirar e colocar pinça no SUB	40	X	
79	Maquinar peça no SUB	308	X	
80	Medir peça e ajustar programa	168	X	
81	Afinar pinça do SUB	77	X	
82	Ajustar programa até à peça OK	812	X	
83	Apontar jatos de óleo	22	X	
84	Colocar torno em trabalho	35	X	