

Gestão de Produção no Setor dos Tornos

Beatriz Ferro Bastos

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José Duarte Ribeiro Marafona

Orientador na CIFIAL: Eng. Márcio Oliveira



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Junho de 2019

Resumo

O mercado está cada vez mais exigente, não há tempo para falhas nem para atrasos. Temos que ser competitivos e ao mesmo tempo perfeccionistas. As margens de lucro tornam-se mais reduzidas e os clientes mais exigentes. É assim primário para uma empresa que reduza os seus desperdícios ao máximo, potencializando os seus recursos internos, apostar na qualidade, na redução de custos e se torne mais produtiva.

Com o *Lean Thinking* e com a utilização das suas ferramentas, que têm como principal propósito a eliminação desperdícios e o foco na melhoria contínua, qualquer empresa consegue melhorar os seus resultados e tornar-se mais competitiva.

O estágio tinha como propósito a gestão e o planeamento da secção dos tornos, tal como o auxílio e o acompanhamento da produção. Numa fase inicial, começou-se por analisar, estudar, perceber como era o dia a dia da secção e o sistema produtivo da empresa e também quais os problemas existentes.

Após definição dos pontos mais relevantes, usufruiu-se do uso das ferramentas de gestão. As ferramentas 5S's e a gestão visual foram utilizadas de forma a promover uma melhor organização da secção e do espaço de trabalho de cada colaborador. Ainda com a utilização da gestão visual foi possível angariar um maior lucro para a empresa. A utilização do *Kaban* permitiu um melhor controlo sob o armazém. O *kaizen* diário foi uma ferramenta com alguma importancia devido à falta de comunicação entre turnos, um dos problemas que foi verificado durante o período na empresa. Ainda foi elaborada uma ferramenta que pudesse ajudar no planeamento da produção de forma a que as máquinas e as preparações pudessem ser rentabilizadas, aumentando assim a produção e a disponibilidade.

Verificou-se que com a utilização das diversas ferramentas que constituem este pensamento, foi possível o aproveitamento de matéria-prima, a redução de desperdícios e melhoria da produtividade. Contudo, foram detetados alguns aspetos que no futuro deviam ser alvo de uma análise mais detalhada.

Palavras-chave: 5S, *Lean*, Melhoria contínua, Desperdícios, Gestão de Produção

Production Management

Abstract

The market is becoming more and more demanding, a place where is no space for failure and delays. We must have to be competitive and at the same time perfectionists. The profit margins are becoming lower and the costumers are being stricter than ever. So for every company is essential to reduce the quantity of waste to the maximum, use internal resources, bet on quality, reduce costs and become more productive.

With Lean Thinking and his tools, which has as main goal to eliminate waste and focus on continuous improvement, any company can increase their results and improve the results of their very own becoming also extremely competitive.

The main purpose of the internship was to lead the production management of the turning sector as well as cooperate with the production. Firstly, I started to analyze, study and tried to understand what was their daily routine moreover the company's producing system. During this period of time, step by step, trying to realize what would change.

After defining the most relevant points, I used the management tools. As 5S's tools and visual management were used to promote a better organization of the shoop floor and the work area of each collaborator. Even with the usage of visual management, it was possible to obtain a higher profit for a company. The use of Kanban allowed a better control under the warehouse. Daily kaizen was a tool of some importance due to the lack of communication between shifts, one of the problems which was verified during the period in the company. Also it was developed a tool that helped the process of scheduling and optimized the machines and the preparation, as well as the production and availability.

With their use of Lean Thinking it was possible to take advantage of the stock, waste reduction and increase on the productivity. However, there been detected some points that in the future should be the target to a more detailed analysis.

Keywords: 5S, Lean, Continuous Improvement, Wastes, Production Management

Agradecimentos

Queria agradecer a todos os que estiveram directa ou indirectamente envolvidos neste projeto.

Ao Professor Doutor e meu orientador José Duarte Ribeiro Marafona pelo acompanhamento, por toda a disponibilidade e interesse demonstrado.

À empresa Cifial, S.A. por me ter proporcionado a oportunidade de realizar nas suas instalações o projeto de final de curso.

A todos os colaboradores da empresa com quem convivi durante estes cinco meses. Em especial ao Eng. Márcio Oliveira, ao Eng. Carlos Costa e Eng. Paulo Silva e ao Martinho pela constante disponibilidade, apoio e pela transmissão de conhecimentos. Ainda à Vera e ao Frederico pelo ambiente gerado durante o período de estágio e pelo apoio.

Aos meus pais, por terem feito de mim aquilo que sou hoje, por todo o apoio ao longo da minha formação académica, pois sem eles nada seria possível. Ainda quero agradecer à minha família por estar sempre presente.

Ao meu namorado por toda a paciência, apoio e por me animar nos momentos mais difíceis.

Por fim, a todos os meus amigos por todos os bons momentos vividos e, sobretudo, nos maus, terem estado presentes.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa	1
1.2	Objetivos do projeto	2
1.3	Metodologia seguida	3
1.4	Estrutura da dissertação	3
2	Fundamentação Teórica	5
2.1	O Porquê da Gestão de Produção	5
2.2	Gestão da Produção	5
2.3	Planeamento e Controlo da Produção	6
2.4	Produção <i>Lean</i>	9
2.4.1	Princípios <i>Lean</i>	10
2.4.2	Significado de desperdício	10
2.5	Ferramentas <i>Lean</i>	11
2.5.1	Kanban	11
2.5.2	5S's	12
2.5.3	SMED (Single Minute Exchange of Die)	13
2.5.4	<i>Total Productive Maintenance</i>	14
2.5.5	Manutenção corretiva e preventiva	15
2.5.6	Gestão Visual	15
2.5.7	<i>Kaizen</i> Diário	16
3	Apresentação e Caracterização do Problema	17
4	Apresentação da Solução Proposta	19
4.1	Aplicabilidade do conceito <i>kanban</i>	19
4.2	Aplicabilidade do conceito gestão visual	20
4.3	Aplicabilidade do conceito manutenção preventiva	21
4.4	Aplicabilidade do conceito <i>kaizen</i> diário	22
4.5	Acompanhamento da Produção	24
4.6	Aplicabilidade do conceito OEE	24
4.6.1	Número de preparações	28
4.6.2	Perdas de disponibilidade	29
4.6.3	Tempo de preparação de máquina	34
4.7	Aplicabilidade do conceito SMED	39
4.8	Aplicabilidade do conceito 5S's	42
4.9	Planeamento da produção	46
5	Conclusões	53
6	Bibliografia	55

Siglas

EQQ – *Economic Order Quantatity*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

IED – *Internal Exchange of Die*

MRP – *Materials Requirements Planning*

OED – *Outer Exchange of Die*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

SFC – *Sistema de Controlo de Operações*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

WIP – *Work in Progress*

5S – *Seire, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke* (Triagem, Arrumação, Limpeza, Normalização, Autodisciplina)

Índice de Figuras

Figura 1 – Conflito do sistema SFC (satisfação do cliente <i>versus</i> produtividade) (Fonte: Pinto, 2006).	8
Figura 2 – Estrutura do sistema de produção da Toyota, a casa do TPS (Fonte: Pinto, 2009)...9	
Figura 3 - Atividades de valor acrescentado e atividades de valor não acrescentado (Fonte: Nogueira, 2010).	11
Figura 4 – Implementação da ferramenta – (a) situação inicial; (b) situação atual; (c) cartões <i>kanban</i>	19
Figura 5 – Caixas para a separação do material sem e com chumbo, respetivamente.	20
Figura 6 – Local destinado para a separação dos diferentes tipos de matéria-prima.....	21
Figura 7 – Plano de limpeza dos equipamentos 1º Semestre de 2019.	21
Figura 8 – Cartões destinados à comunicação entre turnos.	22
Figura 9 – Situação inicial e situação atual.....	23
Figura 10 – Competências de cada um dos colaboradores.	24
Figura 11 – Parâmetros que influenciam o índice de disponibilidade de cada centro de trabalho.	26
Figura 12 – Comparação dos parâmetros que influenciam o índice de disponibilidade do TRCN0001 e TRCN0013.	27
Figura 13 – Perdas de disponibilidade em cada um dos centros de trabalho.....	33
Figura 14 – Comparação entre as perdas de disponibilidade do TRCN0001 e TRCN0013.....	34
Figura 15 – Diagrama espinha de peixe.....	35
Figura 16 – Contentores com pontas de cavilha.	41
Figura 17 – Situação inicial e situação atual do <i>shop floor</i>	42
Figura 18 – Situação inicial e situação atual do posto de trabalho.	43
Figura 19 – Situação inicial e situação atual do posto de trabalho.	43
Figura 20 – Situação inicial e situação atual do armazém da matéria-prima.....	44
Figura 21 – Situação inicial e situação atual das peças OK.....	45
Figura 22 – Situação inicial e situação atual dos carros das peças OK.	45
Figura 23 – Comparação entre a disponibilidade da máquina e dar carga carregada para a mesma.	47
Figura 24 – Estante onde são colocadas as ordens de produção, plano de controlo, instrução e as ferramentas consoante cada centro de trabalho.	52

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Índice de disponibilidade, de rendimento, qualidade e <i>Overall Equipment Effectiveness</i> de cada centro de trabalho.....	25
Tabela 2 – Referências produzidas no TRCN0001, em função da semana e do mês.....	29
Tabela 3 – Paragens próprias e induzidas definidas para todos os setores da empresa.....	30
Tabela 4 - Paragens próprias e induzidas definidas para o setor dos tornos juntamente com um exemplo de aplicação.....	31
Tabela 5 – Análise do ganho com aquisição do <i>software CAD/CAM</i> , na produção de peças novas	37
Tabela 6 – Análise do ganho da aquisição do <i>software CAD/CAM</i> , na produção de peças com alteração de roteiro.....	38
Tabela 7 – Combinação entre a matéria-prima e a prioridade estipulada para cada centro de trabalho	49
Tabela 8 – Plano de prioridade com as informações adicionais	51

1 Introdução

A presente dissertação foi elaborada no âmbito da unidade curricular de Dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, tendo sido desenvolvida na empresa Cifial S.A. Primeiramente é realizado um enquadramento sobre a empresa onde decorreu o projeto, os objetivos do projeto e um sumário acerca dos temas abordados. No final do capítulo, é apresentada a estrutura da dissertação.

1.1 Apresentação da Empresa

A Cifial S.A é uma empresa com mais de 110 anos, que se dedica à produção de torneiras, acessórios para casas de banho, louça sanitária e controlo de acessos. Estes produtos apresentam elevada qualidade, sendo que alguns deles já foram reconhecidos internacionalmente, vencendo prémios pelo design de produto (Cifial, SA, Portugal., s.d.).

A Cifial nasceu em 1904, como Centro Industrial de Ferragens, Lda propriedade do Sr. Alberto Costa Reis. A fábrica focava-se na produção de fechos, fechaduras, dobradiças, cofres e artefactos metálicos.

Na altura da Segunda Guerra Mundial, na década de 40, a empresa passou por alguns problemas financeiros, declarando assim falência e passando para mãos do “Banco Borges & Irmão”. Em 1944, José Marques adquire a empresa ao Banco.

Graças ao espírito de sacrifício, à forte capacidade de trabalho e uma perspicácia invulgar, José Marques conseguiu modernizar a fábrica, automatizando-a. Como resultado da guerra do Ultramar, encararam-se enormes dificuldades no mercado nacional, havendo a necessidade da procura de mercados mais exigentes. Foi na década de 70, que a empresa começou a venda para o mercado dos Estados Unidos da América, mercado de enorme dimensão e qualidade.

Na década de 90 deu-se um crescimento geográfico, com o aparecimento das filiais no Reino Unido, Estado Unidos da América e Espanha, promovendo assim os canais de distribuição. Nos EUA, a empresa adquiriu uma parcela na Aquatis, tornando-se fornecedora de soluções integradas para casa de banho. Em 1977, deu-se a aquisição da unidade de torneiras da marca Oliva e da Lusepi, reforçando assim o mercado em solo nacional.

No ano de 2000, deu-se a inauguração da Cifial Torneiras, S.A, resultante da integração da unidade de torneiras de marca Cifial com a marca Oliva e Lusepi. Seguidamente, realizou-se um investimento para a aquisição da totalidade do capital da Aquatis, a qual mais tarde denominada, Cifial Indústria Cerâmica, S.A.

Devido à crise que se fazia sentir por todo o mundo, em 2012, a empresa passou por dificuldades, levando 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.

Presentemente, a empresa ainda se depara em processo de recuperação financeira, mas sempre focada em vingar nos mercados nacionais e internacionais (Cifial, SA, Portugal., s.d.).

A exportação é a principal área de negócio da empresa, tendo como principal cliente, o mercado americano. Existem dois tipos de fornecimento, os clientes *OEM's*, clientes que recebem o conjunto final peça a peça; e os clientes *BOB*, clientes que recebem o conjunto final completamente montado (Cifial, SA, Portugal., s.d.).

Atualmente o grupo Cifial divide-se em dois grupos: Cifial Indústria Cerâmica e Cifial Metalomecânica. A Cifial Indústria Cerâmica situa-se em Santa Comba Dão e dedica-se à produção de componentes sanitários em cerâmica. Enquanto que a Cifial Metalomecânica, situada em Santa Maria da Feira, 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).

A Cifial Metalomecânica está dividida em três unidades fabris, cada uma responsável por uma parte do processo. A fábrica 5 é a responsável pela criação dos produtos, estando incluídos os processos de Fundição, Operações Especiais e Maquinagem, sendo que este último processo é realizado em dois setores, um no setor dos centros de maquinagem e outro no setor da tornearia. Após a sua produção, os componentes podem seguir dois caminhos, passar pela fábrica 6, os responsáveis pela preparação de superfícies do produto, que consistem em processos de lixagem, polimento e cromagem. Ou então seguem para a fábrica 1, que abrange inúmeros processos, dos quais estão incluídos: estampagem, lacagem, pintura, fechaduras, PVD, acabamentos especiais, montagem e a cifttrónica, associada aos produtos de controlo de acessos.

1.2 Objetivos do projeto

O objetivo do problema proposto era o planeamento e gestão da produção no setor de tornearia da empresa. Há algum tempo que a secção se encontrava sem chefia, verificando-se assim algumas falhas. Deste modo, pretendia-se um aumento nos índices de performance de produção, uma melhor organização da secção e um apoio à equipa de produção.

O projeto teve como foco principal a área da gestão, 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 geométrica).

1.3 Metodologia seguida

A metodologia seguida assenta no *Lean Thinking* e na utilização das suas ferramentas. Numa primeira fase foi realizada uma revisão do estado da arte sobre os temas que seriam abordados durante a realização do projeto. A segunda fase da metodologia consiste no conhecimento, no levantamento e recolha de dados e, por fim, no tratamento da informação. Após a análise dos pontos mais críticos, começa a fase seguinte, onde inicia a implementação das ideias propostas e é posto em prática o plano elaborado. Por fim, a última fase é constituída pela validação das ações tomadas.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação divide-se em 5 capítulos. O primeiro apresenta a empresa em que se desenvolveu o projeto, assim como os objetivos a atingir e métodos seguidos para o desenvolver. No segundo capítulo são introduzidos os conceitos teóricos que estão na base do trabalho efetuado da presente dissertação. O terceiro capítulo descreve a situação inicial da empresa, começando por apresentar mais detalhadamente os problemas em que incidiu o projeto. No quarto capítulo são apresentadas as fases de desenvolvimento do projeto e as melhorias implementadas. Por fim, no quinto capítulo, são divulgadas as conclusões retiradas do projeto bem como propostas de trabalhos futuros que complementariam o projeto descrito neste relatório.

2 Fundamentação Teórica

Nesta secção serão apresentados fundamentos teóricos que serão utilizados como meio auxiliar deste projeto. Numa primeira fase, ir-se-á abordar temas como gestão, planeamento e controlo de produção. De seguida, vai ser realizada uma revisão bibliográfica das filosofias de gestão mais utilizadas quando se pretende eliminar/reduzir desperdícios. Por fim serão apresentados alguns métodos para que se consiga planear a produção de forma eficaz, reduzindo os tempos desnecessários e podendo aumentar a produtividade das operações.

2.1 O Porquê da Gestão de Produção

Vivemos num mundo em constante mudança, em que a tecnologia está sempre a avançar, em que novas ideias surgem a toda a hora e em que a competitividade entre tudo e todos está sempre presente. Devido a este ciclo, os clientes tornaram-se mais exigentes e menos tolerantes. Foi imprescindível que as empresas se conseguissem moldar ao mercado e estarem constantemente em evolução, é também necessário que estas consigam ser competitivas, rápidas, flexíveis e com menores custos operacionais.

Para que tudo isto seja possível é indispensável a correta gestão, planeamento e controlo da produção, sendo fundamental haver uma organização eficiente e eficaz por parte da empresa. O objetivo final é otimizar a sequência do processo produtivo, o cumprimento dos prazos, a perfeição e a satisfação do cliente (Varela & Silva, 2008).

2.2 Gestão da Produção

Pinto (2006) define o termo gestão como uma atividade dinâmica que abrange várias funções, tais como, o planeamento, a coordenação, a monitorização e o controlo de recursos. Deve-se ter em conta que com a correta conjugação e sincronização de todos os elementos, a gestão de produção torna-se uma vantagem competitiva.

Desta forma, com realização de uma boa gestão consegue-se melhorar a produtividade, a capacidade de satisfazer as necessidades dos clientes, a construção do nome da empresa (cumprindo prazos e acordos estabelecidos com os clientes, estabelece-se uma relação de confiança) e ainda contribuir para o enriquecimento da produção (Pinto, 2006).

Existem vários tipos de estratégias operacionais em que uma empresa se pode focar para se tornar competitiva, desde estratégias orientadas para o mercado, baseadas nos recursos e por fim, baseadas no tempo e qualidade. Sendo que no último caso não deve ser apenas uma opção, mas sim um objetivo que deve ser alcançado pela empresa, uma vez que quando esta estratégia é posta em prática verifica-se um aumento da produtividade, uma redução de tempos e de custos (Pinto, 2006).

Para além de ter que se definir qual a estratégia operacional a utilizar também é fundamental reunir informação sobre o tipo de produto e processos que são utilizados, de modo a que seja

possível definir uma estratégia de produção e de fluxo de materiais. Existem diversas tipologias quanto ao fluxo de materiais, sendo elas:

- Produção unitária ou *job shop* – produção de produtos únicos e/ou quantidades de pequenas dimensões, geralmente são fabricados para um cliente específico;
- Produção em lotes ou *batch* – caracterizado por apresentar produções em maior quantidade, normalmente lotes, com uma menor capacidade de variedade na produção;
- Produção em série ou em massa – produção em grandes quantidades, são descritas por exibirem uma reduzida variedade, contudo apresentam elevada cadência de produção;
- Produção em contínuo – semelhante à produção em massa, pelo que a diferença é ao nível do produto fabricado e na tecnologia utilizada para a sua produção.

2.3 Planeamento e Controlo da Produção

O planeamento e o controlo são duas atividades que constituem a gestão de produção, sendo que o seu uso é fundamental para um bom desempenho da empresa. A correta utilização desta ferramenta permite:

- A monitorização da produção e respetivos resultados;
- Rastreio de materiais e produtos, desde o momento a que chegam dentro da empresa até ao momento que vão para os clientes;
- A atualização de *stock* do material, desde a matéria-prima, ao material em processamento até ao produto acabado;
- A utilização de recursos disponíveis pela empresa de forma eficaz, como por exemplo, combinar a capacidade existente *versus* o planeamento da necessidade;
- Facilitar a comunicação entre fornecedores e clientes (Miranda, 2010).

O planeamento é uma atividade que deve ser devidamente estruturada e pode-se dividir em três níveis hierárquicos, sendo eles: (Pinto, 2006)

- Planeamento a longo prazo – momento em que são desenvolvidas e abordadas as questões estratégicas, desde o plano de negócios, de vendas, de operações e de produção, sendo o *input* inicial para o começo/desenvolvimento da ideia;
- Planeamento a médio prazo – passa-se para um domínio mais tático e dinâmico, sendo que o planeamento dos materiais é componente central desta etapa e em que o MRP (*Materials Requirements Planning*) é o método mais utilizado;
- Planeamento a curto prazo – é o nível que apresenta maior dinamismo e instabilidade, pois existem diversos fatores que têm que ser analisados num curto espaço de tempo. As principais atividades deste nível são a programação e o controlo da produção.

É difícil, por vezes, definir o que é que pertence ao longo, médio e curto prazo, devido à instabilidade e constante mudança dos mercados e clientes. Contudo, em qualquer uma das

fases é importante saber responder às perguntas “Quais?”, “Quem?”, “O quê?”, “Onde?” e “Quando?” (Pinto, 2006).

Em cada nível da hierarquização existem um ou vários responsáveis. Assim, o planeamento a longo prazo está a cargo da gestão de topo, o planeamento a médio prazo está a cargo do departamento ou área de negócios, enquanto o planeamento a curto prazo é realizado pela produção (Pinto, 2006).

Uma vez que o trabalho efetuado na empresa incide maioritariamente no planeamento a curto prazo, este tema vai ser abordado com maior destaque.

Planeamento a Médio Prazo

O planeamento a médio prazo ocupa-se das questões mais técnicas. Por outras palavras: define quando, como e com que recursos será realizada uma operação. Uma vez que este nível da hierarquização o planeamento é o responsável pelo controlo da necessidade de matérias, esta utiliza a metodologia do MRP como auxílio (Rouse, s.d.).

O MRP é um sistema que permite calcular que e qual é a quantidade de materiais e de componentes que são precisos para se produzir um produto. Este é concebido com base no inventário dos materiais e/ou componentes existentes, os que são necessários, mas que não existem em *stock*, e na programação da produção ou compra deste (Rouse, s.d.).

Este sistema tem como intuito a otimização da gestão e garantir que as atividades planeadas são realizadas, de modo a assegurar as entregas aos clientes e manter o nível de *stock* apenas necessário para a produção, minimizando assim o investimento necessário pela empresa (Rouse, s.d.).

A indústria foi crescendo e começou a existir uma maior necessidade de intervir noutras áreas, como no planeamento e controlo de operações da produção. Assim foi criado o MRP II.

Em 1990, a *analyst firm Gartner* acabou por desenvolver um sistema baseado no conceito de MRP já existente, mas em que acrescentou atividades de finanças, cadeias de fornecimento e recursos humanos de uma empresa. Assim, nasceu o termo ERP (*Enterprise Resource Planning*). As vantagens que este tipo de sistema apresenta são:

- Aperfeiçoamentos ao nível da integração e flexibilidade;
- Minimização de erros e maior fiabilidade na informação;
- Redução de *stocks*;
- Aumento da rapidez e eficiência;
- Entre outros (Pinto, 2006).

Planeamento a Curto Prazo

O planeamento a curto prazo é realizado ao nível do *shop floor*, assim é o que está mais suscetível a variações, pois muitas das vezes o tempo disponível para se tomar uma decisão é pouco e ainda devido às diversas variáveis presentes na produção, como atrasos e avarias, falta de operador, acidentes, entre outros (Pinto, 2006).

Devido a todas variabilidades torna-se difícil conseguir conciliar o que é desejável ao executável, tal como é possível verificar na figura 1.

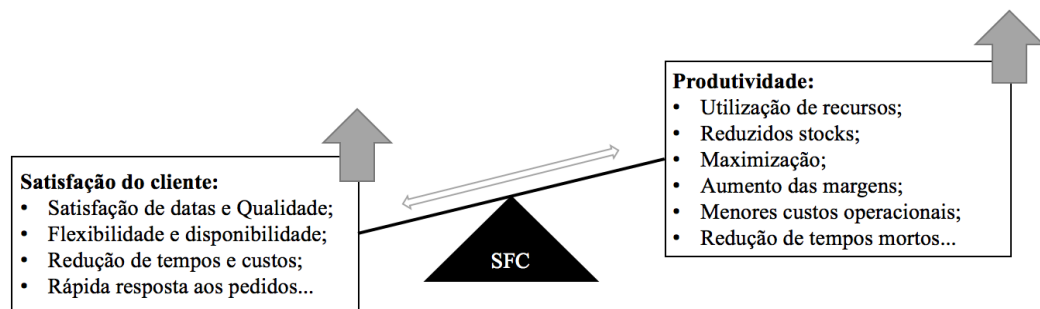


Figura 1 – Conflito do sistema SFC (satisfação do cliente *versus* produtividade) (Fonte: Pinto, 2006).

O sistema de controlo de operações (SFC) apresenta como principais funções:

- “Programação, carregamento e sequenciamento de operações” (Pinto, 2006);
- “Preparação e emissão de matérias para as áreas de trabalho” (Pinto, 2006);
- “Controlo do consumo da capacidade” (Pinto, 2006);
- “Acompanhamento e monitorização de processos de trabalho” (Pinto, 2006);
- “Intervenção nos processos para efeitos corretivos ou de alteração de programas” (Pinto, 2006).

A programação da produção, o sequenciamento, é um tema com alguma complexidade, uma vez que a possibilidade de formar arranjos é da ordem do fatorial. No caso de apenas existir uma máquina e ser necessário produzir 12 referências, o número de possibilidades que existem para a sua realização são 12 (!), o que representa 479001600 combinações possíveis. Porém, isto apenas se trata de um exemplo com um grau de complexidade reduzido, pois a realidade das empresas é muito maior, já que não existe apenas só uma máquina e o número de referências a produzir é mais elevado (Pinto, 2006).

Com o intuito de ajudar e facilitar este processo da programação, foram criadas algumas ferramentas e métodos, sendo estas: as regras heurísticas, sistema de controlo *kanban*, quadros de planeamento e gráficos de *Gantt*, *Theory of Constraints* (TOC), programação finita e muitos outros (Pinto, 2006).

- *Theory of Constraints* – acredita que num determinado momento, num sistema de produção, existe uma restrição que vai limitar o seu desempenho. Estas restrições podem ser internas (como máquinas, pessoas ou processos) ou externas. Esta teoria foca os seus esforços para melhorar os problemas impostos por essa restrição (Chase & Jacobs , 2006).

É ainda importante evidenciar que apesar de existirem diversas ferramentas que ajudam a facilitar o processo da programação, este continua a ser uma tarefa bastante complexa, visto que no dia a dia de uma empresa existem alguns *inputs* que são incontroláveis.

2.4 Produção Lean

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão enfrentou uma das suas maiores crises económicas. Para restabelecer a economia, foi necessário a implementação de novas metodologias e tecnologias, que tinham como objetivo a redução de custos e aumentar a produtividade das empresas (Pinto, 2009) (Pinto, 2006).

Para esta reconstrução do país, Taiichi Ohno viajou para os Estados Unidos da América para estudar como é que Henry Ford, o fundador da *Henry Ford Company*, em 1909 conseguiu produzir 14 mil automóveis e passados cinco anos, converteu esse número em 230 mil automóveis. Verificou-se que este feito tinha sido conseguido pela invenção da linha de montagem e através da produção em massa (Pinto, 2009) (Pinto, 2006).

Todavia, esta filosofia de produção não era possível de implementar no Japão devido à dimensão do mercado do país, que era substancialmente menor que o americano, e à necessidade de variedade de produtos. (Pinto, 2009) (Pinto, 2006)

Como tal, no Japão, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo criaram o *Toyota Production System* (TPS) que tinha como propósito criar uma produção flexível, que fosse capaz de responder aos pedidos do mercado. Esta filosofia veio competir com a que se transpunha nos EUA, implementada por Henry Ford. Criou-se um sistema em que se conseguia atingir uma grande variedade de produtos com a melhor qualidade ao menor preço, algo que com a produção em massa não era possível (Pinto, 2009) (Pinto, 2006).

A nova filosofia tinha como bases a redução de custos e o aumento da eficiência da produção através da redução de todos os tipos de desperdício, sendo fulcral a eliminação de desperdícios (*Muda*), variabilidade dos processos (*Mura*) e dificuldade inerente a estes (*Muri*) (Pinto, 2009) (Pinto, 2006).

O TPS frequentemente é apresentado como uma casa que é constituída por vários alicerces e divisões, em que cada um possui uma determinada função, contudo para uma empresa atingir um nível superior é necessário que estes se relacionem entre si. Na figura 2 está presente a representação dessa casa (Pinto, 2009) (Pinto, 2006).



Figura 2 – Estrutura do sistema de produção da Toyota, a casa do TPS (Fonte: Pinto, 2009).

O TPS deve ser visto como uma cultura e não só como ferramentas e soluções de melhoria. Para tal, é necessário que se consiga uma implementação eficaz, sendo imprescindível o envolvimento de toda a comunidade da empresa, desde os cargos mais altos aos mais baixos, e que o foco para a melhoria contínua esteja sempre presente (Pinto, 2009) (Pinto, 2006).

Em 1991, James Womack, Daniel Ross e Daniel Jones utilizaram pela primeira vez o termo *Lean* para se referirem ao sistema de produção da Toyota, no livro “*The Machine That Changed the World*”, a partir desse momento deu-se o início da filosofia *Lean Thinking* (Pinto, 2009) (Pinto, 2006).

2.4.1 Princípios *Lean*

O *lean thinking* tem como papel a eliminação do desperdício e das ações que não acrescentem valor à cadeia produtiva e tenta estabelecer uma ligação de todas as atividades que o criam. Assim, Pinto (2006) descreve os seguintes princípios:

1. Definir valores – é fundamental saber quem estamos a servir, conhecer os nossos *stakeholders*, focalizando assim a análise nestes, sendo necessário saber responder ao que querem e quais são os seus requisitos;
2. Definir cadeias de valor – identificar todas as etapas que agregam valor e as que não agregam, sendo que estas devem ser eliminadas. No auxílio desta etapa deve-se utilizar um mapa de fluxo de valor;
3. Otimizar o fluxo – as atividades que criam valor devem ser sincronizadas de modo a que não haja interrupções, pretendendo-se assim alcançar um fluxo contínuo;
4. Implementar o sistema *pull* – a produção da empresa é em função da necessidade do cliente e apenas é produzido quando e a quantidade pedida por este, sendo um princípio da produção *just-in-time*;
5. Procurar a perfeição – estimular o pensamento para melhoria contínua, uma vez que os interesses e as necessidades estão constantemente em mudança.

2.4.2 Significado de desperdício

Muda em japonês é sinónimo de desperdício em português, são assim consideradas todas as atividades que não acrescentam valor, que consomem mais recursos e tempo dispensável, e que elevam o custo do produto sem qualquer tipo de benefícios (Pinto, 2006).

Podemos classificar estas atividades de duas formas, o puro desperdício e o desperdício necessário, na figura 3 está presente a representação dessas atividades. No primeiro caso são consideradas as atividades que são absolutamente dispensáveis, que não criam nenhum tipo de valor para a empresa, sendo que é fundamental eliminar completamente este tipo de *muda*. Enquanto que, no segundo caso, apesar das atividades também não acrescentarem nenhum valor, estas são de cariz necessário. Exemplos deste tipo de *muda* são a realização de *setups*, a inspeção da matéria-prima, entre outros (Pinto, 2006).

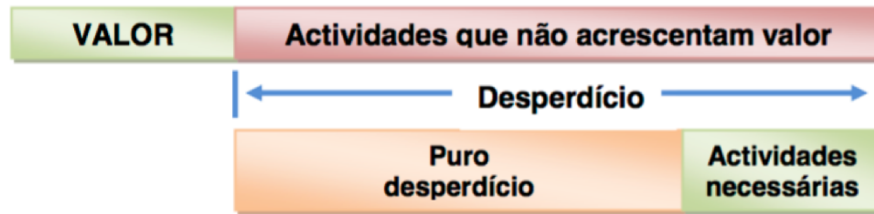


Figura 3 - Atividades de valor acrescentado e atividades de valor não acrescentado (Fonte: Nogueira, 2010).

Taiichi Ohno e Shigeo Shingo identificaram os sete tipos de desperdícios que mais existem nas empresas industriais como:

- Excesso de produção;
- Esperas (recurso produtivo, equipamentos ou pessoas);
- Transporte e movimentação;
- Desperdício do próprio processo;
- *Stocks*;
- Defeitos;
- Trabalho desnecessário.

Para que uma empresa consiga atingir um nível com mais eficiência é fundamental tentar minimizar e, se possível, eliminar completamente estes tipos de desperdícios.

2.5 Ferramentas *Lean*

2.5.1 Kanban

Numa das viagens aos Estados Unidos da América em 1950, Taiichi Ohno ficou sensibilizado com o modo de funcionamento dos supermercados. Verificou que conforme os produtos iam sendo vendidos, distribuidores entregavam novos produtos conforme as quantidades vendidas ao cliente, e que os espaços vazios iam sendo reabastecidos na mesma proporção, não havendo assim espaço para produtos em excesso (Gross, 2003).

Como consequência desta realidade, em 1953 na Toyota, foi criado o sistema *Kanban*. Trata-se de uma palavra de origem japonesa que significa “cartão” ou “sinal”. Esta ferramenta foi desenvolvida com o intuito de controlar o fluxo de materiais, minimizando os custos com o material em processamento (WIP), reduzir o nível de *stock* entre processos e eliminar o excesso de produção (Gross, 2003).

Com a utilização desta ferramenta consegue-se simplificar o controlo da produção, pois não só informa o operário o quê, quanto e quando produzir, como também permite transmitir rapidamente aos supervisores o estado do processo (Gross, 2003).

2.5.2 5S's

Numa empresa é difícil alcançar um bom desempenho por parte de qualquer funcionário até que o posto de trabalho esteja organizado e limpo. Assim, devido a esta filosofia, foram desenvolvidos os 5S's (5S Today, s.d.).

Esta metodologia tem como objetivo encontrar e eliminar o desperdício/desnecessário que está associado aos processos de produção, envolvendo também a redução do tempo de procura de objetos e organização dos espaços de forma padronizada/normalizada. Para que este processo se execute com eficácia é indispensável a motivação e colaboração dos operários e ainda o trabalho em equipa.

Esta filosofia está incluída nas ferramentas *Lean*, sendo que cada “S” é a inicial de cada palavra em japonês que detém um significado.

- *Seiri* – triagem

Determinar o valor de todas as ferramentas, matérias e equipamentos presentes no local de trabalho, com o intuito de separar o necessário do desnecessário. No caso de existir algum instrumento cujo o valor de interesse e/ou utilização seja incerto, deve ser utilizado o método do *red-tag*, que normalmente está associado a um cartão/etiqueta vermelha que deve ser colocado junto ao utensílio. Após um período de tempo definido, caso este não tenha sido utilizado, deve ser removido do espaço de trabalho (5S Today, s.d.).

- *Seiton* – arrumação

Após o desnecessário ser eliminado é hora de organizar o indispensável para a produção. A arrumação deve ser realizada em função das tarefas que são realizadas no dia-a-dia, na frequência do uso dos utensílios e nos percursos que os operários executam diariamente. Assim, é desejável que os materiais que apresentam uma utilização mais frequente, fiquem mais próximo dos colaboradores. Com esta medida consegue-se que as deslocações desnecessárias dos operários diminuam (5S Today, s.d.).

- *Seiso* – limpeza

É fundamental que a limpeza do espaço de trabalho não interfira com funcionamento normal da produção, posto isto é essencial realizar e inculir a necessidade de limpar o posto de trabalho diariamente. Com a realização da limpeza, vai ser possível a identificação de anomalias e a realização da manutenção preventiva das máquinas, evitando assim quebras de produção e perdas de disponibilidade das máquinas (5S Today, s.d.).

- *Seiketsu* – normalização

Quando é implementado um novo projeto numa empresa, enquanto os colaboradores estão interessados é fácil que se cumpram as regras. Contudo, os velhos hábitos são difíceis de quebrar e passado um determinado tempo, as coisas voltam ao antigo. É imprescindível que se crie instruções e que sistematize as novas ações para que se tornem parte da rotina dos colaboradores da empresa (5S Today, s.d.).

- *Shitsuke* – autodisciplina

Uma vez implementadas as etapas anteriores, é necessário o envolvimento de todos, quer chefias, quer colaboradores, para que as boas práticas anteriormente criadas não caiam no

esquecimento. É importante que existam algumas ferramentas, tais como *check-lists* ou auditorias, de modo a que haja um supervisionamento e uma verificação se estão a ser cumpridas as normas, e ainda permitir avaliar se existem áreas onde se possam realizar novas melhorias (5S Today, s.d.).

Assim, a implementação deste método é essencial para que uma organização consiga alcançar um nível superior de qualidade, focando-se num processo de melhoria contínua. É importante referir que o 5S não deve ser visto como um projeto de curto prazo, mas sim como um programa de longo prazo.

2.5.3 SMED (Single Minute Exchange of Die)

Esta metodologia *Lean* foi desenvolvida e começou por ser elaborada por Taiichi Ohno, porém só foi consolidada por Shigeo Shingo na década de 50. O desenvolvimento desta ferramenta ficou assinalada por três fases essenciais:

A primeira aconteceu na empresa *Toyo Kogyo's Mazda*, em 1950, onde Shingo observou a troca de matrizes de uma prensa e verificou que existiam operações que podiam ser feitas com a máquina parada, enquanto que outro conjunto de operações podiam ser realizadas com a máquina em funcionamento. Foi neste momento que se começou a diferenciar o *setup* interno (IED – *Internal Exchange of Die*), do *setup* externo (OED – *Outer Exchange of Die*). Esta divisão das operações permitiu que a eficiência das prensas aumentasse em 50% (Shingo, 1985).

A segunda fase ocorreu em 1957, na empresa *Mitsubishi Heavy Industries*, onde Shingo realizou uma análise ao processo produtivo, com a proposta da duplicação de ferramentas. Conseguiu-se que os *setups* passassem a ser realizados em separado, originando um aumento na produtividade de 40% (Shingo, 1985).

Por fim, a terceira fase desenvolveu-se na *Toyota Motors Company*. Esta fase ficou marcada por Shingo ter reduzido o tempo de *setup* de uma prensa de 6 horas para 3 minutos. Para tal, os princípios pelo que este se seguiu foram:

- Estágio inicial – operação interna e externa não se distinguem

Nesta primeira fase é fundamental observar o decorrer natural dos processos e recolher informações sobre os mesmos, contabilizar os *setups* e analisar todas as suas etapas, e ainda realizar a medição dos tempos. Deve-se recorrer ao uso de cronometragens, filmagens e à descrição detalhada de todas as tarefas, para que nenhuma fique esquecida. É desejável o pedido de colaboração dos operários, uma vez que são eles que conhecem melhor os processos e as próprias máquinas, e ainda podem identificar quais os problemas e maiores dificuldades que sentem quando realizam certas tarefas (Shingo, 1985).

- Estágio 1 – separação das atividades internas e externas

Após o estágio inicial e a observação das tarefas que são realizadas durante os *setups*, é necessário organizá-las e diferenciá-las como operações internas e externas. Recordando que *setup* interno corresponde às atividades que exigem que a máquina esteja parada e que não podem ser realizadas até que a operação esteja concluída. Enquanto que o *setup* externo pode

ser realizado com a máquina em funcionamento e ainda pode ser preparado durante o funcionamento da mesma. Desta forma, estar-se-á a ganhar tempo, ou seja, a encurtar o tempo total de preparação (Shingo, 1985).

- Estágio 2 – conversão das atividades internas em atividades externas

Estando todas as tarefas identificadas, é o momento de converter as tarefas internas em externas, ou seja, as atividades que antes apenas podiam ser realizadas com a máquina parada, passarão a ser realizadas com esta em funcionamento, provocando assim redução no tempo de *setup* (Shingo, 1985).

- Estágio 3 – melhoria contínua de todas as operações, quer internas quer externas

Na fase final, o objetivo é a melhoria contínua quer das operações de *setup* internas, quer das externas, de modo a otimizar e simplificar operações. Exemplos que se podem utilizar para agilizar algumas tarefas são: a normalização de materiais, componentes e ferramentas, padronização de atividades, utilização de código de cores, gestão visual para a fácil leitura por parte do operador, substituição de apertos roscados para apertos funcionais, entre outros (Shingo, 1985).

Para uma aplicação funcional desta metodologia é indispensável a colaboração e participação dos funcionários responsáveis pela produção, manutenção e ainda pelas chefias. Uma outra ferramenta *Lean* que ajuda a que esta metodologia seja bem-sucedida é os 5S, pois um espaço limpo e organizado permite que os funcionários consigam encontrar e identificar mais rapidamente o material que necessitam para executar certa atividade, diminuindo assim o tempo de *setup* externo, por exemplo. De forma a um aumento da capacidade produtiva, a utilização do SMED e dos 5S são complementares, pois um espaço preparado, estruturado e limpo vai reduzir a quantidade de desperdícios existentes, facilitando e agilizando a produção (Shingo, 1985).

2.5.4 Total Productive Maintenance

O *Total Productive Maintenance* (TPM) foi mais umas das ferramentas desenvolvidas no Japão, como filosofia de que um equipamento deve ser utilizado na sua máxima eficácia, eliminando os desperdícios e perdas causadas por mau funcionamento (Juran & Godfrey, 1999). Assim, para que exista uma boa eficiência da produção, esta ferramenta conta com o envolvimento de todos os trabalhadores no local de trabalho.

Nakajima (1988) identificou as seis maiores perdas que contribuem para a diminuição da eficiência dos equipamentos: perdas por avaria ou por mudança de *setup*, perdas por paragens, perdas de velocidade, perdas por retrabalho e perdas no arranque.

De forma a analisar a eficiência dos equipamentos, Nakajima criou um indicador, o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Esta ferramenta permite medir e analisar desempenho de um processo e ainda identificar as perdas existentes, procurando depois uma solução para estas (Nakajima, 1988).

O OEE é composto por três medidas: a disponibilidade, a performance ou rendimento e pela qualidade. Trata-se de um indicador percentual e é calculado pela seguinte equação (Cifial, 2001).

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade$$

$$Disponibilidade = \frac{Tempo de Processamento}{Tempo de Processamento + Tempo de Preparação + Tempo de Paragens Próprias}$$

$$Performance = \frac{Tempo Atribuído de Processamento}{Tempo de Processamento}$$

$$Qualidade = \frac{Número de Peças Boas Realizadas}{Número Total de Peças}$$

O OEE é um dos indicadores mais utilizados na gestão do TPM e através dele consegue-se responder a três questões bastante importantes: com que frequência ficam os equipamentos disponíveis para operar; quão rápido se está a produzir; qual a quantidade de produtos que foram produzidos sem não-conformidades.

2.5.5 Manutenção corretiva e preventiva

Manutenção corretiva retrata as ações que são tomadas após a ocorrência de uma avaria, ou quando o equipamento apresenta uma incapacidade produtiva (Otani & Machado, 2008). Posto isto, sabe-se que um número considerável deste tipo de manutenção pode ser reduzido, caso se realize a manutenção preventiva dos equipamentos.

Manutenção preventiva tem como fundamento monitorizar e controlar os equipamentos, de modo a que seja possível impedir ou minimizar a avaria de algum. Trata-se, então, de um tipo de manutenção planeada que deve ser realizada periodicamente, consoante as características e as necessidades de cada um dos equipamentos (Juran & Godfrey, 1999).

2.5.6 Gestão Visual

A comunicação é uma das chaves principais para o desenvolvimento de uma empresa. Se a troca de informações não for transmitida da forma correta, os processos podem ser morosos, alterados/ afetados ou até mesmo completamente errados.

A gestão visual tem como principal intuito tornar os problemas visíveis. Assim, através destas ferramentas as organizações conseguem facilitar a comunicação entre os colaboradores e os processos, por meio de imagens, cartazes, esquemas, símbolos, códigos de cores e ainda pela utilização de sinais de áudio. Como na filosofia *Lean* é esperado que as pessoas sejam auto capazes, a utilização das ferramentas visuais é uma das vantagens das quais as organizações devem tirar proveito (Parry & Turner, 2006).

2.5.7 Kaizen Diário

Uma outra ferramenta desenvolvida pela metodologia *Lean* foi a implementação do *kaizen* diário. Essencialmente, este conceito tem como principal objetivo o envolvimento de todas as pessoas – desde chefias aos colaboradores – para que juntos consigam desenvolver ideias que promovam a melhoria dos processos e trabalho em equipa (Marçal, s.d.).

Com a utilização desta ferramenta consegue-se acompanhar as equipas mais de perto, ajudar na resolução de problemas evitando assim problemas maiores, acompanhar os resultados diários e o cumprimento das normas de trabalho e qualidade, melhorar a comunicação e a passagem de informação. Desta forma consegue-se envolver as equipas para a prática de rotinas diárias (Marçal, s.d.).

3 Apresentação e Caracterização do Problema

A secção dos tornos encontrava-se sem uma chefia direta há algum tempo, foi então que a empresa se apercebeu que haviam alguns aspetos que poderiam ser melhorados, quer a nível de organização, quer na redução dos desperdícios.

A presente secção foi o local onde decorreu o estágio curricular, em que o principal objetivo passava pela gestão de produção do setor. Este é constituído por catorze tornos CNC e três tornos mecânicos. Sendo o horário de funcionamento da secção a dois turnos, o primeiro constituído por nove colaboradores e o segundo por cinco.

O parque de máquinas é constituído por nove centros de trabalho, em que uns são compostos por mais do que um equipamento, enquanto outros são apenas formados por um. No caso de serem compostos por mais do que uma máquina, existe um critério para essa junção, ou seja, deve-se à semelhança entre estas.

Pode-se já constatar que não existe uma ligação direta entre o número de colaboradores e a quantidade de máquinas, verificando-se a existência de mais equipamentos do que pessoas para os operar. A partir desta informação pode-se prever existência de possíveis problemas ao nível da disponibilidade dos operadores, uma vez que estes têm que dividir o seu tempo pelas diferentes máquinas.

A Cifial pode ser caracterizada por apresentar uma estratégia de produção em lotes, assim é caracterizada pela elevada/moderada existência de *setups* e por exibir quantidades de produção razoáveis. Em conformidade com o que foi exposto anteriormente, cada colaborador tem a seu cargo mais do que um torno. Por vezes, quando existe a necessidade da mudança de série, não dispunham de capacidade para controlar a produção, levando à não detecção de defeitos.

Uma vez que não existia uma chefia presente, quando existia a produção de não conformidades, não havia nenhum tipo de solicitação e de explicação aos colaboradores do que tinha ocorrido para tal. Devido à não atuação, de forma a analisar e corrigir o erro cometido anteriormente, verificou-se que por vezes numa produção seguinte, os erros permaneciam os mesmos.

Outra das principais falhas da secção estava relacionada com a matéria-prima, sendo que neste tópico identificaram-se três problemas. As pontas remanescentes das cavilhas normalmente ficavam junto da máquina, em vez de serem colocadas no armazém de matéria-prima. Desta forma, as estantes ficavam ocupadas com materiais que não iam ser utilizados, criando-se assim desperdícios junto aos equipamentos.

Outra dificuldade passava pela existência frequente de vários erros no que dizia respeito ao *stock* em armazém, o que provocava dificuldades em conciliar o plano de prioridades com o que era possível de produzir. Por fim, verificou-se que existia em armazém uma quantidade generosa de pontas de cavilhas, contudo existia alguma relutância por parte de alguns colaboradores em as utilizar.

No planeamento da produção também se identificou a existência de alguns problemas. Verificou-se que todas as semanas existiam algumas incongruências entre o plano de prioridades, elaborado pela equipa do planeamento, e o que realmente era necessário produzir

– umas vezes devido à inexistência da matéria-prima para a produção das ordens, outras vezes devido à falta das ordens de produção no plano de prioridades que realmente necessitavam de ser produzidas.

O excesso de carga carregada em alguns centros de trabalho, era também uma das dificuldades sentidas, vindas da parte do departamento do planeamento. O que provocava que o plano de prioridades não fosse realizado na íntegra.

Quanto ao planeamento a curto prazo, ou seja, o planeamento realizado no *shop floor*, sentiam-se algumas dificuldades devido à existência de demasiados roteiros para certos componentes, que nem sempre estavam corretos ou estavam desatualizados.

Quanto ao espaço em si, constatou-se que haviam coisas que podiam ser melhoradas. Tanto a secção como as bancadas dos colaboradores possuíam alguma desarrumação, confusão e desperdícios, objetos que não criavam nenhum tipo de valor em estarem dispostos naquelas posições. Como consequência de um espaço não organizado, os tempos de preparação das máquinas apresentavam maior duração, prejudicando assim a disponibilidade do operador.

O setor dispunha de dois turnos e estes apenas se encontravam na passagem do primeiro para o segundo turno. Devido a falta de comunicação entre os turnos devido aos horários, por vezes quando existiam problemas no turno da noite, de manhã havia sempre um tempo perdido a analisar os acontecimentos. Detetou-se ainda que, por vezes, havia alguns conflitos entre os turnos, no sentido que quando era necessário assumir as responsabilidades sobre algum assunto, nenhum dos turnos se culpabilizava.

4 Apresentação da Solução Proposta

4.1 Aplicabilidade do conceito *kanban*

No primeiro contacto com a empresa verificou-se que a implementação dos cartões *kanban*, no controlo da quantidade de material existente em armazém, já estava a decorrer. No entanto, confrontou-se com a falta de cartões em algumas prateleiras, como se pode verificar na figura 4 (a), e que os operários não estavam a seguir a indicações por parte da chefia. Assim, a má utilização do sistema devia-se ao facto de quando o *stock* de material esgotava, os trabalhadores não entregarem o cartão ao responsável pelo armazém.

Verificou-se também que por vezes, existia um conflito entre a informação fornecida pelo *SAP* e a real. Esta falha residia no facto de que no sistema informático havia a existência de matéria-prima disponível para a produção de peças, quando na verdade o *stock* estava a zero. Esta lacuna era provocada pela falta de comunicação entre os operários e o responsável do armazém.

A existência deste lapso provocava, por vezes, um desperdício de tempo útil na preparação de ferramentas que mais tarde não iam ser utilizadas devido à inexistência de material.

Com o objetivo de combater estas lacunas, acabou por se implementar um novo sistema *kanban*, de modo a que o processo funcionasse a 100%, como está demonstrado nas figuras 4 (b) e (c). Antes do início deste novo conceito, foi feita uma reunião com os operários da secção, a fim de explicar o porquê das mudanças e o seu funcionamento.



Figura 4 – Implementação da ferramenta – (a) situação inicial; (b) situação atual; (c) cartões *kanban*.

4.2 Aplicabilidade do conceito gestão visual

A Cifial é uma empresa que apresenta uma variada utilização de matérias nos seus processos de fabrico, desde latão, alumínio, cobre e nylon, sendo que o latão é o material que apresenta maior percentagem de utilização.

Dentro do latão, existem duas variedades: o latão sem chumbo, principalmente utilizado em componentes que estão em contacto com a água e o Homem – exemplo: as torneiras; e o latão com chumbo, utilizado nos componentes que não estão em contacto com a água.

Durante o primeiro mês na empresa verificou-se que na separação da sucata – pontas de cavilhas e limalhas – não existia a diferenciação do tipo de material que estava a ser utilizado.

A sucata e as pontas de cavilha, numa primeira fase, eram colocadas em caixas vermelhas, que se encontravam colocadas ao lado de cada máquina e que mais tarde eram transferidas para um contentor, quando cheias.

No caso da limalha, não existia nenhum tipo de cuidado no final da produção, pelo que a limalha de latão com e sem chumbo eram misturadas.

Contudo, após uns tempos, surgiu uma nova política na gestão dos resíduos de latão formados na produção. Essencialmente, esta política consistia na separação dos diferentes tipos de materiais, uma vez que para cada tipo material existe um preço associado, sendo que para o latão sem chumbo estão associados maiores lucros.

Com o objetivo de ajudar no processo de separação dos diferentes tipos de materiais, foi criado um código de cores para que quando se utilizasse latão sem chumbo, fosse permitido aos operários uma rápida leitura. Deste modo, todas as ordens que saíssem para a produção, iriam apresentar uma bolinha verde.

Criaram-se ainda caixas verdes que foram colocadas ao lado das vermelhas (figura 5) para que os operários realizassem a separação das peças e das pontas de cavilha durante a produção, para mais tarde facilitar a separação destas nos contentores, visível na figura 6. Por fim, no contentor da limalha, sempre que se produzisse uma referência que fosse de latão sem chumbo, era colocado no carrinho um papel com a correta identificação. O carrinho deveria ser trocado no fim dessa produção, caso houvesse uma mudança de material.



Figura 5 – Caixas para a separação do material sem e com chumbo, respetivamente.



Figura 6 – Local destinado para a separação dos diferentes tipos de matéria-prima.

4.3 Aplicabilidade do conceito manutenção preventiva

A manutenção preventiva, tal como o nome diz, tem como intuito prevenir que os equipamentos avariem, sendo fundamental monitorizar e controlá-los. No decorrer do estágio, verificou-se que existiam avarias regulares nas máquinas e que inicialmente ocorriam muitos derrames de óleo, devido à falta de limpeza das mesmas.

Foi assim implementada uma calendarização, cuja representação está presente na figura 7, para que a limpeza dos equipamentos começasse a ser realizada. Numa fase inicial, atribuiu-se um período semestral, que posteriormente talvez fosse mais indicado passar para trimestral devido às grandes quantidades de limalha e resíduos criados.

É importante referir que as limpezas das máquinas foram todas programadas para os sábados, uma vez que não é considerado um dia de trabalho.

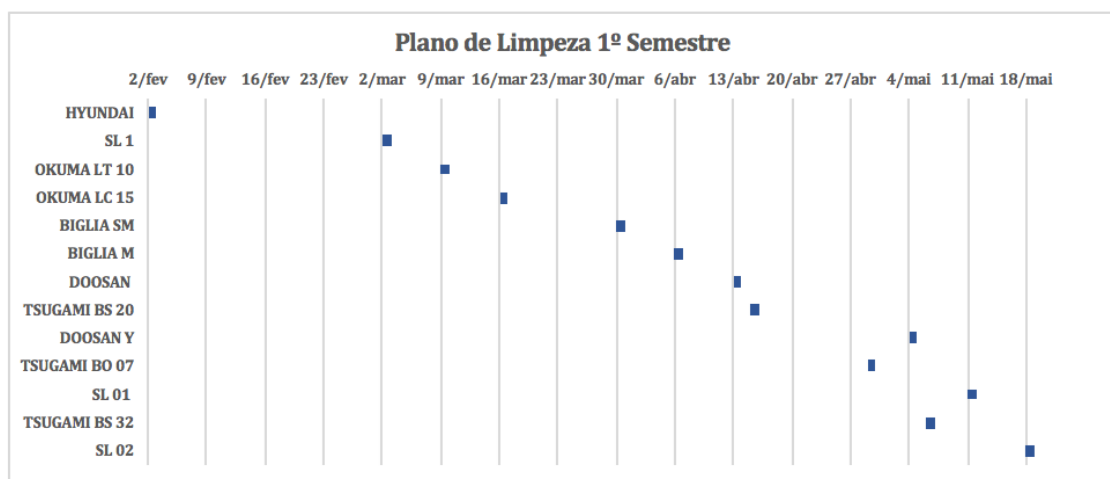


Figura 7 – Plano de limpeza dos equipamentos 1º Semestre de 2019.

A manutenção preventiva não passava só pela limpeza dos equipamentos, mas também pela necessidade de verificar se alguns requisitos das máquinas se encontravam correctos – correção nível do óleo de lubrificação, do hidráulico, do alimentador e do solúvel.

Contudo, verificou-se que alguns dos colaboradores não sabiam onde e como se conferiam ou localizavam alguns destes parâmetros. Por este motivo, foi alertado o departamento da manutenção, para que pudesse ajudar a esclarecer algumas dúvidas.

4.4 Aplicabilidade do conceito *kaizen* diário

Um dos problemas detetados foi a falta de comunicação e um pouco de competitividade entre turnos.

O turno de dia desfruta de mais acompanhamento do que o turno da noite, pois dispunha sempre de diversos instrumentos de apoio momentâneo. Quer quando uma ferramenta partia ou na falta da mesma, ou quando existia alguma dúvida quer sobre o desenho, programa ou como executar uma operação. O primeiro turno tinha à sua disponibilidade alguém que lhes pudesse responder a essa pergunta, desde a pessoa responsável pela ferramentaria ao engenheiro responsável de produção.

O segundo turno, apenas tinha o chefe responsável que não possuía tantos conhecimentos específicos como os de dia. Encontrando-se assim o segundo turno em desvantagem.

Os turnos apenas se encontram uma vez por dia, na passagem do primeiro para o segundo turno. É nesta altura do dia, em que o primeiro turno faz uma síntese dos problemas que ocorreram durante o dia e explica o que está em produção, quais os cuidados e avisos que são necessários ter para a produção ou conclusão do que está a ser produzido. Contudo, não existe o inverso uma vez que, do segundo turno para o primeiro não existe nenhum tipo de contacto devido ao desfazamento de horário.

Para ajudar na comunicação dos colaboradores do turno da noite e dos de dia, foram criados uns cartões (figura 8), que se dividiam em quatro categorias – manutenção, ferramentaria, produção e qualidade. Tendo cada cartão sido criado a pensar nos problemas mais recorrentes do dia a dia da empresa.



Figura 8 – Cartões destinados à comunicação entre turnos.

As folhas de marcha preenchidas por um operador não eram lidas por outros, então quando um colaborador reportava alguma anomalia, o operador do turno a seguir não tinha conhecimento, uma vez que essas informações não ficavam registadas perto das máquinas. Assim, o cartão manutenção tinha como propósito a passagem rápida de informação e para que de manhã, mal se chegasse à secção se pudesse ligar para o departamento da manutenção para assistirem o equipamento o mais rápido possível. Já o do cartão qualidade servia para alertar para a produção de alguma peça não conforme detetada enquanto a produção. Pelo que, o cartão produção deveria ser utilizado para informar alguma dificuldade sentida durante a produção e caso houvesse alteração nos tempos de produção, esta deveria ser documentada. Por fim, no caso de existirem ferramentas partidas, o cartão ferramentaria deveria ser preenchido.

Ainda para auxiliar a passagem de informação e também com o objetivo de tentar perceber como correu dia, o que falhou em cada produção (caso tenha falhado) e quais as dificuldades sentidas por parte dos colaboradores, decidiu-se utilizar a ferramenta *kaizen* diário.

Para auxiliar esta reunião informal, recorreu-se ao auxílio de um quadro que estava presente na secção (figura 9). Neste começou a ser colocada informação de carácter relevante, desde os recados deixados entre turnos – qual a quantidade de preparações e qual a produção realizada no dia anterior; a classificação e quantidade de paragens realizadas.

Ainda neste quadro estava publicado o plano de limpeza das máquinas semestral, a passagem de turno e por fim, para o fim de semana era deixada um plano onde ficava estabelecido onde é que cada funcionário ficaria alocado.

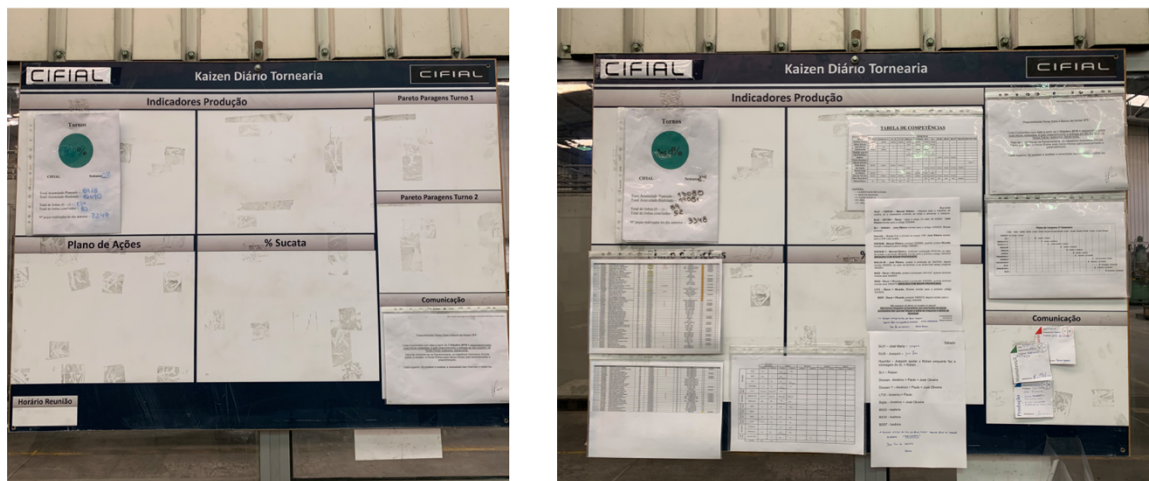


Figura 9 – Situação inicial e situação atual.

Ainda no mesmo quadro foi afixado um gráfico de competências (figura 10), onde estava quantificado a autonomia que cada colaborador possuía em cada máquina. Este gráfico foi desenvolvido com o pensamento da rotatividade entre os centros de trabalho, em que cada colaborador deveria ser capaz de operar em todas as máquinas para que na falta de algum trabalhador houvesse um substituto com a capacidade de produzir e montar as máquinas, não perdendo assim produtividade.

TABELA DE COMPETÊNCIAS

FUNCIONÁRIOS	MÁQUINAS												
	DOOSAN	DOOSAN Y	LC 15	LT 10	BIGLIA	HYUNDAI	SL0	SL1	BS 20	BS 32	BO 07	TRAUB	REVOLVER
Americo Ferreira	5	5	5	5	5	5	5	5					
Rúben Martins					4	5	4	5					
José Oliveira	2	2	1	1				2					
José Rosadas	5	5			5	5	5						
Joaquim Amorim					1	1	1	1					
José Marinheiro					5	5	5	5					
Isadora									5	5	5		
Carlos Rodrigues					1	1	1	1					
Manuel Oliveira													5
Paulo Soares	5	5	5	5									
José Santos					5		5	5	5	5	5	5	
Manuel Sousa						1	1	1					
Jose Ribeiro	5				5	5	4	4					
Ricardo Moreira	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Oscar Marinheiro			1	1	2		3	3	3	3	3	5	
Manuel Ribeiro	2	2	3	3	3		1						

LEGENDA:

- 1 - ALIMENTAÇÃO DE CAVILHA
- 2 - MONTAR MÁQUINA
- 3 - FAZER OFFSET'S
- 4 - PROGRAMAÇÃO
- 5 - PEÇA OK

Figura 10 – Competências de cada um dos colaboradores.

4.5 Acompanhamento da Produção

Na produção todos os dias são diferentes, uns dias mais calmos, outros mais desafiantes. No que concerne ao acompanhamento da produção no dia a dia, o objetivo passava por todos os dias aprender e por tentar ajudar a solucionar problemas.

Um dos aspetos onde houve mais ocorrência foi na produção das não conformidades. Sempre que existia a produção de uma não conformidade, era passada uma etiqueta vermelha onde ficava registado uma descrição da incorreção encontrada. Após a deteção da etiqueta, realizava-se uma análise juntamente com o colaborador, que produziu as peças, de forma para se perceber o que tinha acontecido.

De forma a que o mesmo erro não fosse cometido na produção seguinte, sempre que possível e necessário, eram escritas notas quer nos planos de controlo, quer nas instruções, para que na próxima vez se conseguisse melhorar e se estar mais atentos ao pormenor que anteriormente havia falhado.

4.6 Aplicabilidade do conceito OEE

O coeficiente OEE permite avaliar a eficiência dos equipamentos, medindo e analisando o desempenho de um processo. Para avaliar quais os parâmetros mais críticos na empresa e nos quais deveria haver uma intervenção, criou-se um ficheiro de *excel*. Devido à impossibilidade de se analisar o desempenho de uma só máquina, uma vez que quando os registos são reportados

para o *SAP*, são feitos em função do centro de trabalho a que cada máquina pertence, a análise incidiu assim, sobre os centros de trabalho.

Devido à existência de sete centros de trabalho decidiu-se comparar o centro que apresentava piores valores do coeficiente OEE com o melhor, para tal durante os 4 meses presentes na empresa foram recolhidos dados das variáveis que influenciavam esse coeficiente, como se pode verificar na figura 1. Como se pode verificar na seguinte tabela 1, os centros que apresentaram piores resultados foram o TRRV0001, TRCN0010, TRCN0001, TRCN0009 e o TRCN0011. Entre estes, o centro em que se incidiu a análise foi no TRCN0001, pelo que ao se realizar uma análise aos outros centros de trabalho tornar-se-ia injusto.

Tabela 1 – Índice de disponibilidade, de rendimento, qualidade e *Overall Equipment Effectiveness* de cada centro de trabalho

	Mês	%Disponibilidade	%Rendimento	%Qualidade	OEE
TRCN0001	2	85,6%	81,1%	98,7%	68,5%
	3	77,3%	77,0%	99,5%	59,2%
	4	83,7%	84,0%	99,6%	70,0%
	5	83,3%	81,2%	99,6%	67,4%
TRCN0002	3	85,4%	101,9%	99,8%	86,8%
	4	86,3%	96,5%	99,6%	82,9%
	5	90,8%	79,2%	99,8%	71,7%
TRCN0003	2	78,9%	97,7%	99,5%	76,7%
	3	80,3%	95,0%	99,3%	75,7%
	4	58,9%	86,6%	97,3%	49,6%
	5	65,0%	95,9%	98,9%	61,6%
TRCN0009	2	63,0%	100,9%	92,1%	58,5%
	3	74,4%	89,3%	99,8%	66,3%
	4	77,3%	94,9%	99,3%	72,9%
	5	71,6%	101,7%	99,5%	72,4%
TRCN0010	2	35,5%	140,0%	99,8%	49,7%
	3	20,2%	96,6%	99,5%	19,4%
	4	40,3%	86,1%	99,7%	34,6%
	5	87,0%	82,8%	99,6%	71,7%
TRCN0011	2	76,4%	96,2%	99,2%	72,9%
	3	73,5%	94,9%	99,1%	69,1%
	4	63,0%	98,8%	98,6%	61,4%
	5	66,6%	89,8%	98,7%	59,0%
TRCN0012	2	83,8%	102,8%	99,3%	85,5%
	3	77,8%	98,9%	99,6%	76,6%
	4	80,7%	101,8%	99,0%	81,3%
	5	91,0%	99,0%	99,7%	89,9%
TRCN0013	2	84,2%	98,5%	98,5%	81,7%
	3	86,3%	98,1%	99,1%	84,0%
	4	89,1%	100,4%	99,2%	88,7%
	5	81,4%	98,9%	98,3%	79,1%
TRRV0001	2	86,8%	59,1%	100,0%	51,3%
	3	85,3%	58,4%	100,0%	49,7%
	4	88,9%	91,3%	100,0%	81,2%
	5	89,1%	67,8%	99,7%	60,2%

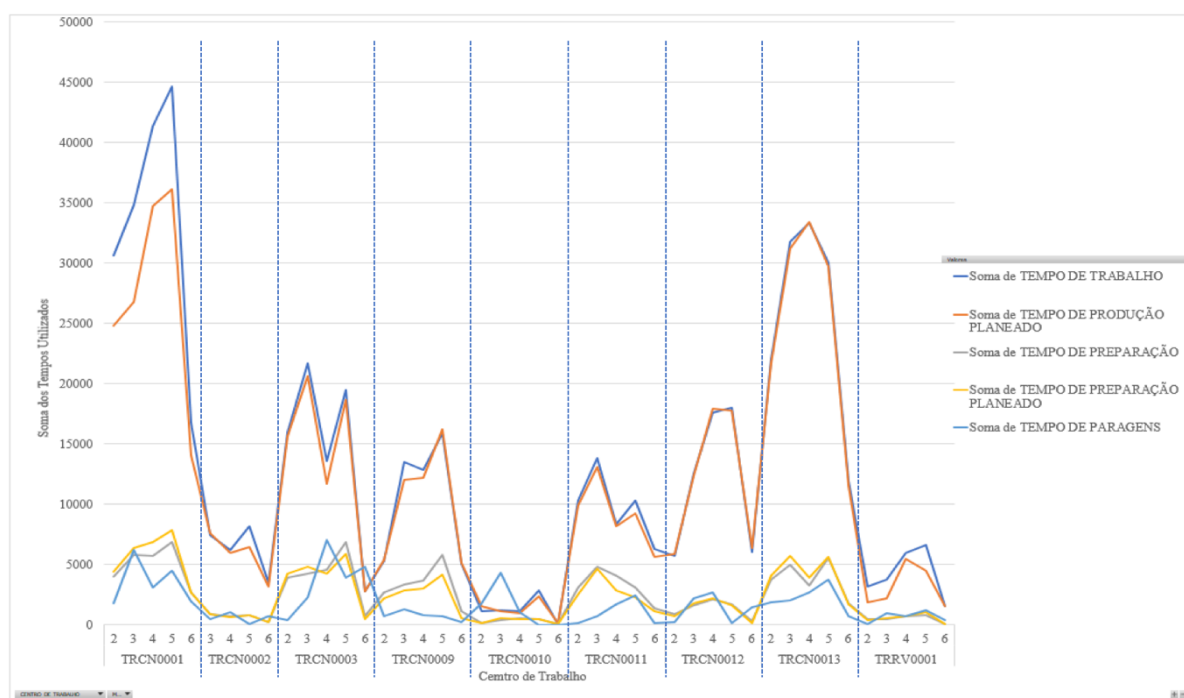


Figura 11 – Parâmetros que influenciam o índice de disponibilidade de cada centro de trabalho.

O TRCN0009 e o TRCN0011, ambos constituídos apenas por uma só máquina, desde meados de fevereiro que dispunham de um novo colaborador a receber formação, a um longo prazo, estes centros de trabalho irão beneficiar desta aquisição, mas durante o tempo na empresa, os tempos de preparação de máquinas tornaram-se um pouco mais lentos, devido à necessidade de acompanhamento. Assim preferiu-se não se realizar a análise tendo em consideração estes dois centros. Quanto ao TRV0001 e ao TRCN0010 são centros de trabalho que não têm trabalho regularmente, por este motivo também se achou desadequada essa análise.

Em oposição, os centros que apresentam melhor coeficiente são o TRCN0002, TRCN0012 e TRCN0013. O TRCN0002 e o TRCN0012 são compostos cada um por uma só máquina, estas têm como particularidade o alto rendimento. Apesar de apresentarem um tempo de preparação de máquina elevado, estas trabalham sozinhas, ou seja, não é necessário a existência de um operador constantemente perto da máquina, basta apenas alimentá-la com estampados ou bilhetes e estas produzem.

Assim, os centros de trabalho em que se incidiu a análise foi no TRCN0001 (como o pior) e TRCN0013 (como o melhor).

O TRCN0001 é composto por 4 máquinas e é operado por dois técnicos-operadores e um operador, enquanto que o TRCN0013 é composto por 2 máquinas e é integrado por um técnico-operador e um operador.

O OEE é composto por três parâmetros – disponibilidade, rendimento e qualidade. O primeiro indicador a desvalorizar foi a qualidade, dado que não é a causa a diferença entre os dois centros.

A seguinte variável analisada foi a disponibilidade, verificando-se que em ambas as máquinas não passava para além dos 85%. A disponibilidade é composta pelas variáveis tempo

de processamento, tempo de preparação e tempo de paragens próprias. De acordo com a figura 12, verificou-se que a disponibilidade do TRCN0001 era prejudicada pela quantidade de paragens que existiam. Enquanto que no TRCN0013 o que influenciava a disponibilidade era o tempo que levavam as preparações das máquinas a serem realizadas. Contudo, é neste centro que são produzidas as peças com mais complexidade, estando assim justificado esse tempo.

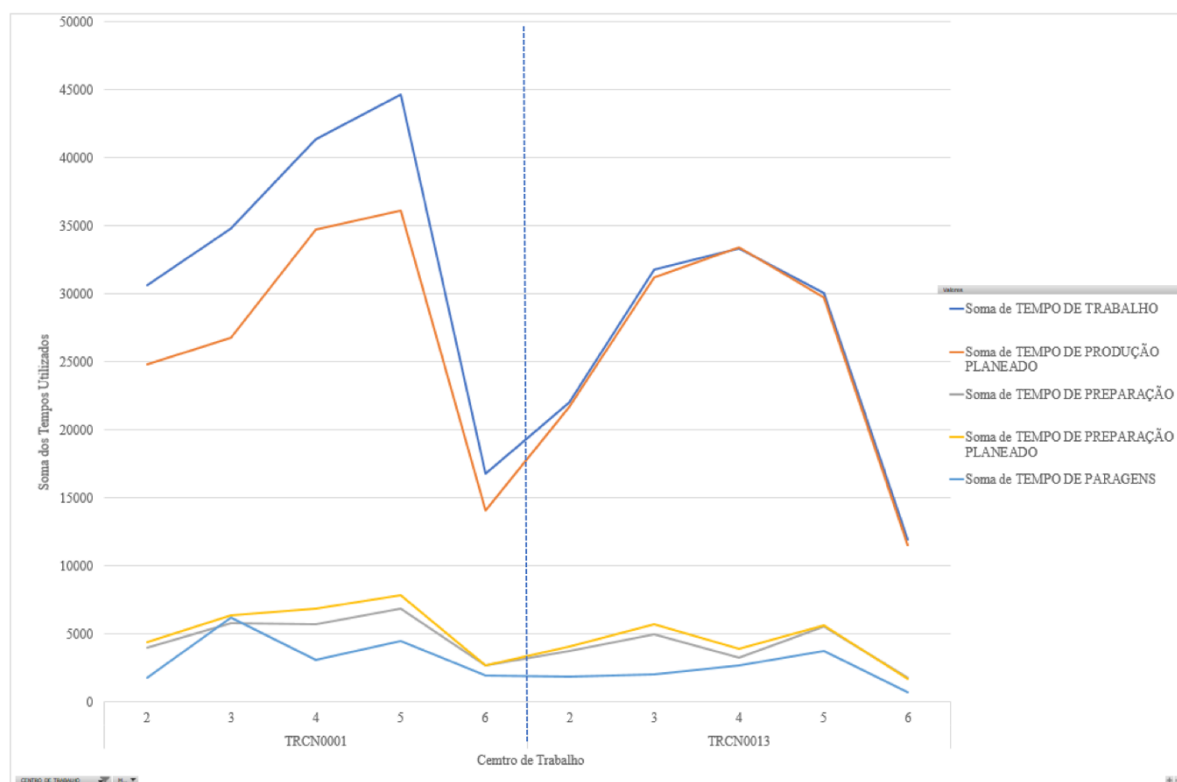


Figura 12 – Comparação dos parâmetros que influenciam o índice de disponibilidade do TRCN0001 e TRCN0013.

Por último, observou-se que o rendimento era o fator que mais contribuía para a diminuição do indicador OEE no TRCN0001. Este baixo rendimento em relação aos outros centros de trabalho, pode ser justificado tendo em consideração que este centro trabalha em célula, ou seja, um operador partilha de duas máquinas. Quando os tempos de produção são mais reduzidos torna-se complicado o cumprimento dos tempos estipulados, baixando assim o rendimento.

Uma das ideias propostas para que houvesse um equilíbrio entre todos os centros de trabalho passou pelo aumento da disponibilidade do TRCN0001, para tal seria necessário diminuir o tempo de preparação de máquina, reduzir o número de preparações ou o número de paragens existentes. A outra ideia passava pelo ajuste do tempo que estava estipulado para o tempo ideal de produção, aumentando assim o rendimento.

Para se tentar perceber a possibilidade da concretização das ideias propostas, realizaram-se mais algumas análises.

4.6.1 Número de preparações

Em primeiro lugar estudou-se a possibilidade da diminuição de preparações, essencialmente para validar este parecer analisou-se com que frequência é que as peças, no centro de trabalho TRCN0001, eram produzidas.

Através da análise realizada, presente na tabela 2, verificou-se a existência de algumas referências que eram produzidas praticamente todos os meses. Por exemplo, o componente com o código 3301249G constatou-se que foi produzido em Março, na semana 10, em Abril, na semana 18, tendo a produção continuado na semana 19, voltando novamente a ser produzido em Junho, na semana 23. O que implicava que sempre que o componente fosse colocado em produção houvesse uma preparação.

Uma possibilidade para a execução da diminuição do número de preparações, passava pelo aumento da quantidade estipulada para o lote económico. Sendo que o *Economic Order Quantity* (EQQ) é uma quantidade estabelecida, que tem por base minimização dos custos de produção, o custo de *setup* da máquina e custo de manter em *stock* os produtos produzidos (Chase & Jacobs, 2006).

Contudo, caso houvesse seguimento desta proposta haveria uma contradição relativamente à filosofia *lean*, uma vez que se estaria a produzir para *stock*, ou seja, produzir mais do que a necessidade existente no momento.

No caso da quantidade do lote a produzir fosse aumentada, ir-se-ia verificar um aumento da disponibilidade, pois o tempo que anteriormente era gasto em preparação da máquina iria ser convertido em produção.

Tabela 2 – Referências produzidas no TRCN0001, em função da semana e do mês

Contagem de MATERIAL	Etiquetas de Coluna																							
	2	3	4	5	6																			
Etiquetas de Linha	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	20	21	22	22	23	24			
3300480		1							3															
3300484										2														
3300664															1									
3300682										1	3			1							1			
3300725															1	3								
3301249G					2								1	3							3			
3301357	1																	1						
3320017									1							2								
3360100	2	6										9	1											
3400499		2																		1				
3400544					4																2			
3410007		3															1							
3410008						1												1						
3411127									9	2					1	13								
3411287															7									
3411930								3							1									
3411961		1								4														
3442154		2									2	2								2	1			
3447238							1									1								
3447244			3								2													
3447358								2																
3447361		3													1									
3450073							2				3							3						
3450079			2			1										1	3							
3450087		3				1																		
3450106									1															
3450982		10									7	1				4	6							
3450983	8	2														3	5			1				
3450990								1																
3450996		2																		1				

Uma observação importante é que esta possibilidade de aumento da quantidade do lote apenas seria possível nos centros de trabalho onde houvesse disponibilidade, ou seja, se a carga atribuída não ultrapassasse a lotação das máquinas. Uma vez que o TRCN0001 normalmente estava incluído nesse grupo, era uma hipótese a aplicar.

4.6.2 Perdas de disponibilidade

Existem dois tipos de paragens, as paragens próprias e as paragens induzidas. As paragens próprias é o tempo de paragem onde a causa é provocada pelo próprio centro de trabalho, enquanto que as paragens induzidas são incitadas por fatores externos ao centro de trabalho.

Na tabela 3 está definido cada tipo de paragem que existe na empresa e a que categoria pertencem. Porém verificou-se que existiam algumas paragens que estavam mais destinadas a uns setores e outras a outros. De modo, a que por vezes alguns colaboradores tinham algumas dificuldades em como preencher a folha de marcha, pois devido às excessivas opções de escolha, tornava-se confuso. Verificando-se que por vezes, os registos de operações e paragens vinha registado erradamente.

Tabela 3 – Paragens próprias e induzidas definidas para todos os setores da empresa

Paragens		
Código	Descrição	Tipo
P001	Aproveitamento da matéria prima	PI
P004	Avaria de ferramenta	PP
P009	Controlo plano inspeção e ensaio	PI
P010	Ensaio (1ºs fabricos)	PI
P011	Escolha/contagem de peças	PI
P012	Esperas diversas	PI
P013	Falta de carga	PI
P014	Falta de energia/fluidos	PI
P015	Falta de ferramenta	PI
P017	Falta de material	PI
P019	Falta de operador	PI
P020	Formação programada	PI
P022	Limpeza de ferramenta	PP
P027	Limpeza do posto de trabalho	PI
P028	Limpeza de máquina	PP
P030	Manutenção 2º nível	PP
P033	Formação (departamento)	PI
P034	Refeições (almoço/jantar)	PI
P035	Regulação de ferramenta	PP
P036	Regulação de máquina	PP
P038	Substituição por desgaste	PP
P039	TPM- Manut. de 1º nível/preventiva	PP
P040	Manut. preditiva/condicionada	PP
P041	Montagem de ferramentas	PP
P043	Deslocação de operador	PI
P045	Aquecimento de ferramenta	PP
P46	Avaria mec/pneum/hidráulica/elétrica	PP

Com o intuito simplificar e esclarecer as dúvidas existentes em relação aos registos das paragens, foi fornecida a cada colaborador uma folha com as paragens e um exemplo de uma situação em que deveriam utilizar essa paragem. Por fim, foram ainda retiradas as paragens que não diziam respeito ao setor dos tornos. Essa folha com as novas instruções está presente na

tabela 4. A partir deste momento verificou-se que os registos se tornaram menos confusos e mais simplificados.

Tabela 4 - Paragens próprias e induzidas definidas para o setor dos tornos juntamente com um exemplo de aplicação

Código	Motivo de Paragem	Exemplo
P004	Avaria de ferramenta	Ferramenta partida; Tornear grampos (retificação)
P009	Controlo plano inspeção e ensaio	Espera aprovação da qualidade
P010	Ensaaios (1ºs fabricos)	Tempo de preparação de máquina quando é produzida a peça primeira vez num centro de trabalho; Tornear grampos pela primeira vez;
P011	Escolha/contagem de peças	
P012	Esperas diversas	Justificação deve ser validada pelo responsável da secção;
P013	Falta de carga	
P014	Falta de energia/fluidos	
P015	Falta de ferramenta	
P017	Falta de material	
P019	Falta de operador	
P020	Formação programada	
P028	Limpeza de máquina	
P033	Formação (departamento)	Tempo gasto na procura de pontos, para facilitar a programação;
P034	Refeições (almoço/jantar)	
P036	Regulação de máquina	Quando a máquina não está a garantir acabamento, tempo gasto a tentar encontrar a solução;
P038	Substituição por desgaste	Quando estão a ser produzidas séries grandes e há a necessidade de troca uma ferramenta;
P039	TPM- Manut. de 1º nível/preventiva	Deve ser realizada TODOS os dias;
P040	Manut. preditiva/condicionada	Quando atuamos num problema, depois deste já ter acontecido;
P043	Deslocação de operador	
P46	Avaria mec/pneum/hidráulica/elétrica	
P032	Mudança de série/referência	Tempo de preparação de máquina, desde mudança de ferramentas e programa;

Após a correção dos registos, foi analisado quais as paragens que mais influenciavam a disponibilidade. Uma vez que as paragens próprias são as únicas que interferem com a disponibilidade, a análise apenas incidiu nelas.

A partir da figura 13 verifica-se que em todos os centros de trabalho, a paragem que tem mais influência é a P046, representando avaria de máquina, o que leva a concluir que o parque de máquinas deveria ser reformulado. Contudo, esta melhoria estava fora do nosso alcance.

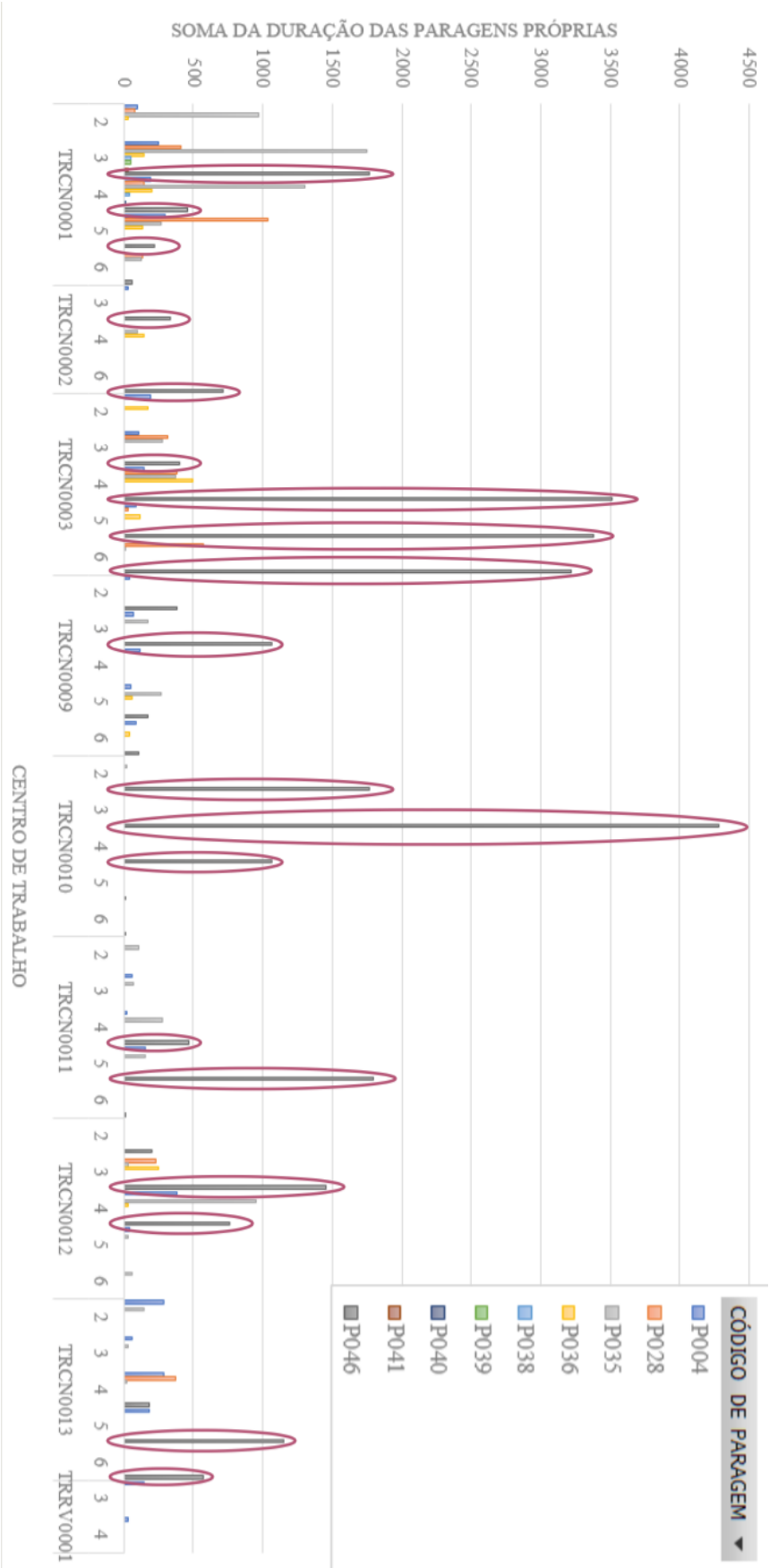


Figura 13 – Perdas de disponibilidade em cada um dos centros de trabalho.

Por outro lado, continuando a comparar os centros de trabalho que apresentam pior e melhor resultados, pode-se constatar, na figura 14, que com as correções nos registos houve uma diminuição das paragens próprias do TRCN0001. Contudo, no mês de Maio ainda existe um valor de paragens considerável, uma vez que foi neste período que se realizou a limpeza de duas máquinas que constituem este centro.

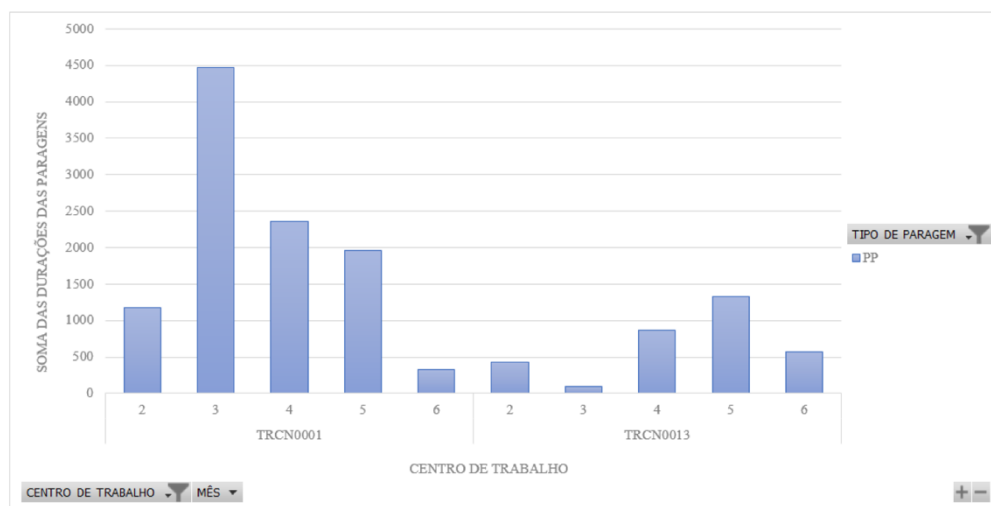


Figura 14 – Comparação entre as perdas de disponibilidade do TRCN0001 e TRCN0013.

4.6.3 Tempo de preparação de máquina

Após a análise das paragens e se ter verificado que os problemas relacionados com avarias eram os que apresentavam maior impacto nas paragens, foram analisadas quais as outras atividades que causavam um entrave à disponibilidade, verificando-se que as preparações das máquinas eram outra causa direta.

Para se estudar a possibilidade da diminuição do tempo das preparações foi pedido aos colaboradores da secção que expusessem quais as maiores dificuldades sentidas durante o processo, de forma a justificar o elevado tempo de preparação de máquina. Para tal elaborou-se um gráfico do tipo causa-efeito, presente na figura 15.

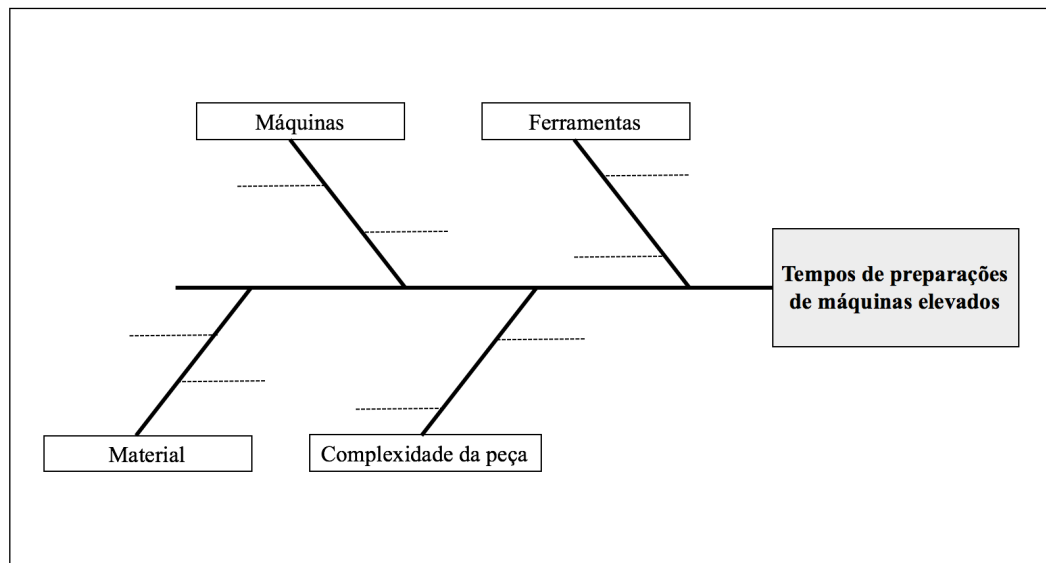


Figura 15 – Diagrama espinha de peixe.

Seguiu-se assim a análise detalhada de cada um dos motivos exibidos pelos colaboradores, de forma a tentar perceber-se se existia a possibilidade de os ajudar no processo da preparação de máquinas.

Os equipamentos foram os primeiros obstáculos a serem apontados, o conjunto de máquinas disponíveis no parque apresentavam já alguma longevidade, exibindo assim alguns problemas como folgas, provocando tempos de produção mais elevados e falhas ao assegurar a qualidade cosmética. Uma vez que este problema se encontrava fora na nossa possível área de atuação, foi desconsiderado. Contudo, sabe-se que com a existência destes problemas, tornou-se por vezes complicado trabalhar com as máquinas na sua plenitude. Por esse motivo, os ajustes dos tempos, ou seja, a retificação dos tempos de produção foi uma medida que foi concretizada em todos os centros de trabalho.

Outro problema apresentado foi o formato/configuração da própria peça em si, os programas eram todos feitos à mão, pelo operador de cada máquina. Verificou-se que por vezes quando se tratava de uma peça mais complicada, o processo de afinação da máquina tornava-se mais demorado. A sugestão apresentada para ultrapassar esta dificuldade passava pela utilização do *software* CAD/CAM, pois com a utilização conseguir-se-ia obter um ganho significativo no tempo de preparação de máquina. Com a utilização desta ferramenta iria-se conseguir um melhor planeamento da própria produção da peça, no sentido em que se conseguiria planejar e organizar as ferramentas na torreta de forma a que estas não colidissem com a peça, ainda a programação e a necessidade de realizar *offsets* iria deixar de ser tão demorada, o que melhoraria assim os tempos.

Para se estimar qual seria o custo para a empresa da aquisição desta ferramenta, realizou-se uma análise entre o valor de aquisição do *software* e o custo da realização do *setup*, avaliando assim qual a percentagem de tempo que numa preparação era gasta em programação.

- Estudo para a aquisição *software* CAD/CAM

Primeiro começou-se por analisar a quantidade de peças novas realizadas por ano no setor dos tornos. Sempre que uma peça nova chega à fábrica para ser produzida é criado um lote de ensaio, assim verificou-se que por ano, em média, são realizadas 254 peças novas na fábrica 5. Por amostragem verificou-se que 60% dessas peças, eram produzidas no setor dos tornos, dando um total de 152 peças novas por ano.

De seguida, foi realizada uma análise do tempo que era gasto em cada centro de trabalho na preparação da máquina, quando realizada a produção de uma nova referência. O processo foi dividido em três etapas – a montagem das ferramentas, a elaboração do programa CNC e a afinação do processo.

Com a aquisição do *software*, a montagem das ferramentas apenas seria influenciada quando o colaborador tivesse que escolher o local onde deveria posicioná-las na torreta, de forma a que não houvesse a colisão entre estas e outra parte da máquina. Em relação ao procedimento da montagem não se iria verificar nenhuma alteração. Desta forma, esse tempo não foi considerado para análise.

Os programas eram realizados pelo técnico, no momento em que recebiam a peça para a sua produção. Pelo que programação e a afinação tratavam-se de um processo moroso.

Com a chegada de uma nova peça, analisava-se se alguma das peças produzidas na empresa era semelhante à nova. Como habitualmente havia sempre alguma peça semelhante, o programa dessa peça era fornecido ao colaborador, para que este começasse a construir o programa com base num modelo. Na confirmação da inexistência, o programa teria de ser realizado através de um novo processo, o que levaria ainda mais tempo.

Após a elaboração do programa, a execução da primeira peça começava. Era nesta fase que o colaborador verificava se existia algum erro no programa, quer a nível de programação ou dados errados, passando assim a corrigir e ajustar o programa.

Para se perceber qual o impacto que cada atividade apresenta na preparação das máquinas, observaram-se várias montagens. A determinação deste tempo dependia de vários fatores como a dificuldade da peça (peças mais complexas, levavam a tempo superiores), a máquina em questão e mesmo do próprio operador, pois uns detinham mais experiência que outros e métodos de trabalho diferentes.

Na tabela 5 está presente o número de peças novas realizadas nos diferentes centros de trabalho, o tempo gasto em programação e afinação sem o *software*, e de seguida com a utilização do *software*. A nível de programação considerou-se que existiria uma redução de 87,5% do tempo enquanto que na afinação existiria uma diminuição de 25%.

Tabela 5 – Análise do ganho com aquisição do *software CAD/CAM*, na produção de peças novas

CONSIDERANDO AS PEÇAS NOVAS REALIZADAS POR ANO:									
Centro de Trabalho	Peças novas por ano	SEM SOFTWARE			COM SOFTWARE			Tempo convertido em produção = Tempo Ganho (min)	
		Custo SETUP (€/h)	Programação (min)	Afinação da peça (min)	Custo SETUP (€)	Programação (min)	Afinação da peça (min)		
TRCN0001	19	6,31	50	20	7,36	6,25	15	2,23	48,75
TRCN0002	19	7,42	60	20	9,89	7,5	15	2,78	57,5
TRCN0003	19	7,02	50	20	8,19	6,25	15	2,49	48,75
TRCN0009	19	3,71	60	25	5,26	7,5	20	1,70	57,5
TRCN0010	19	4,42	30	15	3,32	3,75	10	1,01	31,25
TRCN0011	19	3,71	60	25	5,26	7,5	20	1,70	57,5
TRCN0012	19	9,30	100	20	18,60	12,5	15	4,26	92,5
TRCN0013	19	8,32	55	20	10,40	6,875	15	3,03	53,125
TOTAL:									53,125
									13,11
									14,30
									272,41
									139,97
									932,11
									1576,78

Uma outra situação que se verificava muito na empresa era a alteração do centro de trabalho de peças já antes produzidas. Na tabela 6 está presente essa análise, sendo que a diferença em relação à análise anterior, é que com a aquisição do *software*, a necessidade de criação do programa deixava de ser necessária uma vez que com a sua existência, este iria fazer a conversão de máquina para máquina, não havendo essa perda de tempo.

Tabela 6 – Análise do ganho da aquisição do *software CAD/CAM*, na produção de peças com alteração de roteiro

CONSIDERANDO AS PEÇAS EM QUE JÁ EXISTE ROTEIRO, MAS QUE SE MUDA DE CENTRO DE TRABALHO:											
Centro de Trabalho	Peças com alteração de roteiro	SEM SOFTWARE			COM SOFTWARE			Tempo convertido em produção = Tempo Ganho (min)	Custo produção (€)	Ganho SETUP/Ano (€)	Ganho produção/Ano (€)
		Custo SETUP (€/h)	Programação (min)	Afinação da peça (min)	Custo SETUP (€)	Programação (min)	Afinação da peça (min)				
TRCN0001	17	6,31	50	20	7,36	0	15	55	10,33	98,33	160,98
TRCN0002	17	7,42	60	20	9,89	0	15	65	12,64	136,65	232,79
TRCN0003	17	7,02	100	20	14,04	0	15	105	11,67	208,85	347,18
TRCN0009	17	3,71	60	25	5,26	0	20	65	7,86	68,33	144,76
TRCN0010	17	4,42	30	15	3,32	0	10	35	8,22	43,83	81,52
TRCN0011	17	3,71	60	25	5,26	0	20	65	7,86	68,33	144,76
TRCN0012	17	9,30	100	20	18,60	0	15	105	14,30	276,68	425,43
TRCN0013	17	8,32	40	20	8,32	0	15	45	13,11	106,08	167,15
TOTAL:										1007,07	1704,55

O *software Esprit* foi o utilizado para análise, sendo que os seguintes dados já tinham sido fornecidos à empresa. A aquisição deste apresentava um custo de 13000€, apresentando uma anuidade de 1500€. Para o seu funcionamento seria necessário a compra de um computador que se estabeleceu o valor de 1000€.

Após a introdução dos dados verificou-se que ao final de 4 anos, a aquisição do *software* iria ser amortizada. É importante referir que em toda esta análise apenas foi considerada a produção de peças novas ou com alteração de roteiro. Contudo, se incluíssemos a otimização que poderia ser realizada nos programas já existentes, iria-se verificar que o tempo de amortização iria diminuir consideravelmente. Com base na quantidade média de referências produzidas por mês, observou-se que a amortização diminuiria para sensivelmente para um ano e meio. Para além disto, com a utilização deste *software*, outros setores da empresa como o centro de maquinagem CNC, iriam usufruir bastante desta aquisição, uma vez que as peças que são realizadas neste setor são bastante complexas e apresentam tempos de programação muito demorados.

Para que esta ferramenta seja utilizada corretamente, também é necessário que as ferramentas entregues aos colaboradores para produzirem as peças sejam sempre as mesmas. Esta foi também uma das maiores dificuldades que sentiram, devido à grande diversidade de peças e ferramentas. Verificou-se que quando se tratavam de ferramentas específicas, eram sempre as mesmas a serem entregues. Contudo, quando se tratavam de ferramentas mais vulgares, costumavam variar bastante, umas vezes devido à falta de disponibilidade (estando a ser utilizadas noutra máquina), outras com a finalidade de melhorar os programas e para que as peças fossem realizadas mais rapidamente.

Este problema também foi estudado, para tal foi analisado o trabalho que se praticava na ferramentaria. O colaborador que pertencia à ferramentaria já dispunha de muitos anos naquele serviço e adquiriu muitos conhecimentos ao longo dos anos. Então, por vezes ao realizar uma preparação este não olhava para a instrução, mas apenas para a peça e já sabia quais as ferramentas a utilizar. Em certas ocasiões acontecia que as ferramentas que eram enviadas para os operários não coincidiam com as que estavam estipuladas, o que implicava uma mudança no programa e uma perda de tempo. Verificou-se que também por falha dos operadores das máquinas ou da ferramentaria, pois nem sempre avisavam o responsável quando trocavam de ferramenta, nem escreviam na própria instrução de trabalho, havendo assim uma falha de comunicação e na possibilidade de se conseguir corrigir ou acrescentar uma outra possibilidade de ferramenta na instrução.

Para combater esta incoerência, foi pedido a todos os colaboradores que sempre que fosse detetada essa diferença de ferramentas, fosse comunicado ou então escrito na própria instrução de trabalho.

Devido a todos estes fatores, a preparação de máquinas tornava-se num processo moroso. Uma das sugestões em relação a este tópico das ferramentas passava pela sua uniformização, tal como foi realizado por Shingo, que verificou que com a duplicação destas aumentou a produtividade.

4.7 Aplicabilidade do conceito SMED

A Cifial é uma empresa que se enquadra na produção de lotes na sua estratégia de processos de fabrico. Este tipo de categoria é caracterizado pela moderada/elevada existência de *setups*.

A ferramenta SMED tem como finalidade a diminuição do tempo de *setup*, visto que este tempo é considerado uma perda de capacidade produtiva. A sua redução é um requisito

fundamental para o tipo de produção que é realizada na empresa, de forma a que se consiga aumentar a produtividade e diminuir o lead time.

Houveram algumas dificuldades em se conseguir diminuir este tempo de preparação, uma vez que existiam inúmeras preparações todos os dias, todas diferentes e realizadas por pessoas diferentes, em que cada um tem a sua maneira de trabalhar. Assim o objetivo não foi conseguir analisar na íntegra o método de preparação, mas sim verificar onde existiam hipóteses de melhoria.

- Programas

A secção dos tornos é composta por dezassete máquinas, que estão distribuídas por sete centros de trabalho. Cada centro de trabalho é composto por uma ou por um conjunto de máquinas que apresentam características semelhantes entre si. Devido a esta semelhança entre máquinas existe uma grande quantidade de componentes que podem ser realizados em mais do que um equipamento.

Esta diversidade de utilização de equipamento tem os seus pontos positivos, mas também negativos.

Uma das vantagens é a possibilidade utilização de outro equipamento, quando um está com excesso da carga perante a disponibilidade e capacidade que esta apresenta, o que vai permitir a facilitação do fluxo. Contudo, quando se planeia a produção, por vezes torna-se um processo difícil devido a todas as possibilidades de roteiros existentes.

Um dos centros de trabalho que mais despertou a minha atenção foi o TRCN0001, este é constituído por 4 máquinas (SL01, SL02, SL1 e o Hyundai). Dentro deste grupo, podemos dividir em dois subgrupos, sendo que o SL01 e o SL02 são duas máquinas que podem tanto trabalhar com cavilha como peça a peça. Pelo que o SL1 e o Hyundai apenas trabalham como peça a peça.

Os programas das peças a realizar estão disponíveis em rede, sendo que cada grupo de máquinas partilha o mesmo servidor. Uma vez iniciado o meu trabalho na empresa, verifiquei que máquinas SL01, SL02 e SL1 partilhavam os mesmos programas (pertenciam à mesma família). Porém o SL1 apresenta características diferentes das outras, mais concretamente na maneira de programar o avanço.

Para os colaboradores mais antigos, esta pequena diferença a nível de programação não interferia no tempo de preparação da máquina, devido à experiência adquirida ao longo dos anos. Contudo, havia um colaborador que estava em estágio, nas máquinas SL1 e Hyundai, e devido à falta de experiência, este sentia algumas dificuldades quando os programas tinham sido anteriormente utilizados nos SL0.

Com o objetivo de tornar o processo de preparação mais ágil, foi criada uma nova pasta no servidor com uma distinção entre os programas que eram realizados no SL0, do SL1. Conseguiu-se assim facilitar o processo de programação e ajudar o novo colaborador que se encontrava em formação, e possivelmente também ajudar novos viáveis colaboradores.

- Reabastecimento e fornecimento do material

Dependendo da quantidade de produção requerida na ordem, existem por dia, em média por cada máquina, cerca de 2 a 3 preparações.

Sempre que existe uma preparação, esta implica a deslocação do operador a uma bancada onde está colocada uma caixa de ferramentas, o plano de controlo e a ordem de produção para cada uma das preparações realizadas. Para além destas deslocações, também existe a deslocação do operador da máquina até ao armazém onde estão guardadas as matérias-primas.

Uma das soluções encontradas para a minimização do tempo de preparação da máquina e para a diminuição da deslocação dos operadores das máquinas, passou pelo planeamento e fornecimento da matéria prima a utilizar em cada equipamento.

Para tal, quando as ordens de produção eram postas na bancada, era feita anteriormente uma leitura do desenho, de modo a perceber qual seria a quantidade total de material a utilizar, sabendo assim quanto se precisaria de ir levantar ao armazém. Para estas decolações até ao armazém, dispôs-se da participação de um colaborador que faz parte da equipa dos tornos. No entanto, a sua função não é trabalhar em nenhuma máquina de produção, mas sim na lavagem de peça e arrumação da secção.

Um outro impulsionador que fomentou este plano de abastecimento de cada máquina foi o mau aproveitamento das pontas de cavilha, que por muitas vezes ficavam esquecidas nos contentores, como se pode constatar na figura 16.



Figura 16 – Contentores com pontas de cavilha.

Com utilização das pontas a empresa apresenta um ganho, pois nos custos de produção as pontas de cavilha são consideradas sucatas, porém existiam algumas máquinas em que estas também podem ser aproveitadas.

Uma outra possibilidade para diminuir as deslocações dos operadores sugeria que estes passassem a colocar as preparações das ferramentas junto às máquinas em oposição à utilização da bancada. Porém, o local onde a bancada está colocada permite facilitar a perceção do desempenho do funcionamento de toda a secção, sabendo de imediato se há a necessidade de preparar mais trabalho. Assim, essa alteração não se executou.

4.8 Aplicabilidade do conceito 5S's

A aplicação da ferramenta 5S's focou-se principalmente em quatro áreas da secção, mais precisamente na secção em si, no posto de trabalho, e por fim no armazém das matérias-primas.

- Limpeza do *shop floor*

A partir da figura 17, verificou-se a existência de demasiado lixo, coisas sem qualquer tipo de valor associado, encostado nas paredes e cantos da secção. De modo a tornar o espaço mais agradável e agronómico, realizou-se uma limpeza do espaço, eliminando desperdícios e ganhando mais espaços livres. Ainda se realizou uma pequena mudança no *layout*, de forma a tornar alguns pontos de referência que deviam estar mais visíveis e que estavam um pouco escondidos. Foi também reajustada a zona onde se colocava a sucata, as pontas de cavilha e os estampados.



Figura 17 – Situação inicial e situação atual do *shop floor*.

- Posto de trabalho

Cada técnico-operador, responsável pelas montagens das máquinas, dispõe de um carrinho onde estão colocadas as ferramentas necessárias para a realização das montagens. Cada máquina possui uma mesa de apoio, onde estão armazenados os porta-ferramentas, as buchas e alguns utensílios que ajudem no apoio dos equipamentos (figura 18).



Figura 18 – Situação inicial e situação atual do posto de trabalho.

Durante o período na empresa foram realizadas várias sugestões de melhoria ao nível da organização e da limpeza do espaço de trabalho. Detetou-se falta de organização, o que conduzia a um aumento do tempo de preparação das máquinas. Observou-se a existência de objetos desnecessários à produção e que mais uma vez prejudicavam a espaço de trabalho, como se pode verificar na figura 19.



Figura 19 – Situação inicial e situação atual do posto de trabalho.

- Armazém das matérias-primas

Apesar de se desviar ligeiramente ao tema da dissertação, julgou-se ser interessante trabalhar um pouco este tema. O armazém onde está guardada a cavilha é unicamente utilizado pela secção dos tornos. Apesar de não ser da responsabilidade da secção, são estes que a utilizam.

Foi pedido aos colaboradores da secção dos tornos que pensassem quais as maiores dificuldades existentes no seu dia-a-dia, de modo a que existissem sugestões de melhoria que pudessem ser realizadas para os ajudar. Uma das sugestões passava pela mudança das cavilhas de maior peso para um local mais perto da porta, de forma a que o caminho percorrido com o peso fosse menor.

Uma outra característica que se observou no armazém foi a existência de prateleiras vazias – ou por não haver nenhuma referência, ou porque a cavilha que lá existia tinha sido descontinuada.

Também se deparou com a presença de algumas cavilhas no chão, apesar da existência de espaço nos bastidores. A falta de organização tornava um pouco difícil o processo de encontrar a cavilha, e desta forma procedeu-se a organização e limpeza do armazém, como se pode verificar na figura 20, de modo a que fosse possível reduzir o tempo da deslocação do operador e o tempo até que a produção começasse.



Figura 20 – Situação inicial e situação atual do armazém da matéria-prima.

- Identificação das peças conformes

De acordo com a política da empresa está estipulado que sempre que uma produção é iniciada deve-se fazer um registo da peça “ok”. Este registo consiste na medição na íntegra da

primeira peça conforme. Após a produção, estas peças deveriam ser guardadas com a respetiva etiqueta onde está identificado o código da peça, em que data é que esta foi feita, por quem e em que máquina.

Na secção estavam distribuídos carros amarelos onde ficavam armazenadas estas peças. Todavia, estas peças não estavam a ser guardadas de acordo com as regras, apresentavam-se todas espalhadas sem nenhum tipo identificador (figura 21).

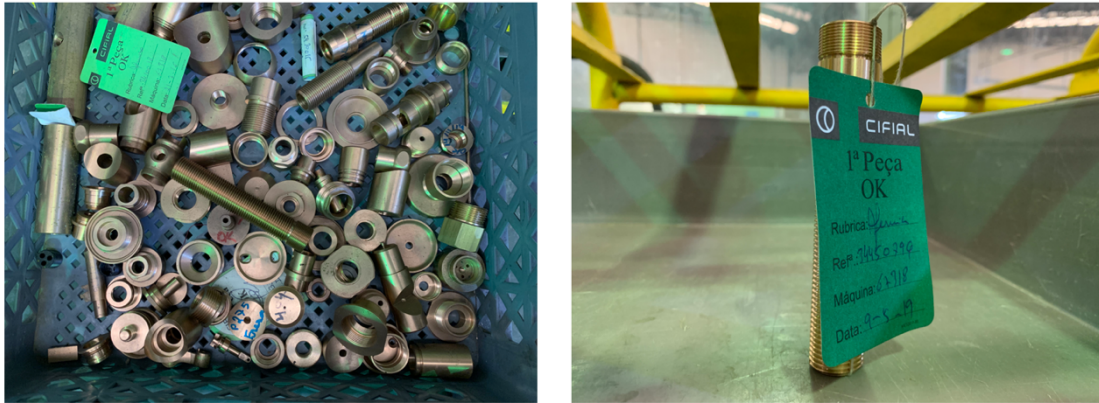


Figura 21 – Situação inicial e situação atual das peças OK.

De forma a que fosse mais fácil de identificar as peças, devido à similaridade entre algumas, reestruturaram-se os carros, passando a haver a determinação de um espaço específico para a localização do carro, a identificação de uma gaveta para cada máquina, e por fim a junção da etiqueta e da peça (figura 22).



Figura 22 – Situação inicial e situação atual dos carros das peças OK.

A utilização desta ferramenta permitiu melhorar das condições de trabalho para os operadores, tanto de higiene como de segurança. Ainda se conseguiu algumas melhorias como: eliminação de tempo não produtivos, melhorar o impacto visual e tornar o espaço de trabalho mais apelativo e por fim, a redução de desperdícios.

4.9 Planeamento da produção

O planeamento da produção foi, sem dúvida, uma das tarefas mais difíceis de realizar, dada a existência de múltiplos fatores que faziam com que o processo nem sempre fosse linear.

Toda as segundas-feiras era distribuído um ficheiro, elaborado pelo departamento do planeamento, que abrangia as ordens de produção a serem produzidas na presente semana, a prioridade de produção, a quantidade necessária e a que centro de trabalho estava atribuída cada ordem. A partir deste ficheiro, do plano de prioridades, era realizado o agendamento da produção e para tal dispunha-se da utilização das regras heurísticas, regras de senso comum que são utilizadas para simplificar o processo de programação (Pinto, 2006). Existem diversas regras que se podem utilizar, contudo a FIFO era a regra pela qual a empresa se regia. A regra baseia-se no princípio *first-in, first out*, que consiste em colocar primeiro em produção a primeira ordem que foi recebida pela empresa. De forma a que o plano de prioridades seja realizado da ordem mais negativa para a mais positiva, produzindo em primeiro lugar as ordens com maior atraso.

A hierarquização das prioridades dispunha de valores negativos e positivos. A nomenclatura da empresa estipula que, a semana corrente diz respeito a uma prioridade nível 2, caso apresente uma semana de atraso representa uma prioridade 1, e caso se esteja a produzir para a semana seguinte refere-se a uma prioridade 3. Sendo que toda a fábrica 5 deve garantir que as ordens de produção são realizadas até à prioridade 4.

Para apoiar o agendamento da produção e verificar se realmente existia a possibilidade de produzir tudo o que estava planeado para a semana, criou-se um ficheiro em *excel*, apresenta na tabela 8. Este ficheiro era sustentado pelo plano de prioridades, fornecido pelo planeamento, contudo seria acrescentada informação relevante e que iria facilitar a leitura e a planificação da produção. Para a obtenção dessa informação dispôs-se do *software SAP*, o ERP utilizado na empresa. Assim, a partir da consulta do *software* retirou-se as seguintes informações sobre cada ordem de produção:

- Quantidade necessária para satisfazer a encomenda;
- Centro de trabalho a que está atribuída essa ordem;
- Tempo de preparação e tempo de produção, para o centro de trabalho estipulado;
- Os roteiros que existem para aquele componente, ou seja, que outras alternativas existem para a realização dessa mesma ordem de produção;
- A matéria-prima atribuída;
- Data de entrega;
- E, por fim, se existem mais encomendas do mesmo componente para outras datas.

Com base nestas informações, começou-se por analisar a disponibilidade *versus* carga. Para tal, comparou-se o tempo de abertura que estava estipulado para cada centro de trabalho com a carga que estava acarretada a esse mesmo centro. O tempo de abertura é calculado tendo em consideração o número de técnicos-operadores e operadores que existem em cada centro de trabalho. Ainda, na contabilização do tempo de abertura, o horário de sábado não é tido em conta, uma vez que se trata de um período extraordinário. Essas horas não estão planeadas, no entanto são realizadas de forma a que se consiga cumprir os prazos de entrega.

De notar que a análise apenas era realizada tendo em consideração até à prioridade 4, sendo esta a que se tinha que tentar cumprir. Para analisar a carga, somou-se o tempo de preparação com o tempo que demoraria a produzir toda a quantidade da encomenda.

Disponibilidade			Disponibilidade versus Carga						
CENTRO DE TRABALHO	TA	TA							
	HORAS	MIN.							
TRCN0001	191,67	11500,2	Há disponibilidade						
TRCN0002	5,75	345	Não há disponibilidade						
TRCN0003	95,83	5749,8	Há disponibilidade						
TRCN0009	57,50	3450	Há disponibilidade						
TRCN0010	19,17	1150,2							
TRCN0011	57,50	3450	Não há disponibilidade						
TRCN0012	57,50	3450	Há disponibilidade						
TRCN0013	153,33	9199,8	Há disponibilidade						
TRRV0001	38,33	2299,8							
LAVA0001	38,33	2299,8	Há disponibilidade						

Carga						
Soma de TEMPO TOTAL	SEMANA					
Situação	4	5	6	7	8	9
LAVA0001	0,5					
TRCN0001	4407,45	750,06	977,3	476		940,2
TRCN0002	1572	940				
TRCN0003	432,4	240,2	115	177,5	616	1052,5
TRCN0009				289,95	561,5	240
TRCN0011	10567,65		678,5	1665	1483,54	765,9
TRCN0012	2901,25	2340			600,3	
TRCN0013	1650,52	387,5	1286,95	500	1927	4801,46
TRRV0001					50	

Figura 23 – Comparação entre a disponibilidade da máquina e dar carga carregada para a mesma.

Na figura 23 está presente o raciocínio desenvolvido. Para facilitar os cálculos foi estabelecido que todas as prioridades até à 4 representavam a semana 4, sendo que a prioridade 5 diz respeito à semana seguinte, a semana 5, e assim sucessivamente. Desta forma, a partir da tabela da carga consegue-se verificar quanto tempo está programado para a semana corrente e para as semanas seguintes, de acordo com o plano de prioridades fornecido.

No caso de a carga ser superior à disponibilidade, significava que não existia a possibilidade de produzir o que estava planeado para esse centro. Assim, esse centro representaria uma restrição, justamente o *bottleneck* da secção nessa semana, como consequência eram provocados atrasos e falta de trabalho (em alguns casos) nas secções seguintes.

Como já foi referido anteriormente, existem múltiplos componentes que podem ser produzidos em mais que um centro de trabalho. Esta diversidade quando o planeamento pode ser visto como uma vantagem e desvantagem. Quando existe mais carga do que disponibilidade, a existência de vários roteiros é vista como uma vantagem, uma vez que se consegue libertar o centro de trabalho com excesso de trabalho e alterar para outro com mais desocupação.

Contudo, muita variedade traz mais dificuldades em tentar perceber qual seria o melhor centro a onde produzir os componentes.

A seguinte categoria a ser acrescentada foi qual a matéria-prima que estava associada a cada ordem de produção. Este parâmetro foi um dos mais interessantes de se acrescentar, pois a partir desta informação conseguiu-se a rentabilização das máquinas e a otimização das preparações. A obtenção desta rentabilização foi obtida através do tipo de material que estava na ordem de produção e das preparações. Isto significa que o objetivo passava pelo máximo aproveitamento dos diâmetros das cavilhas antes de se mudar para outro tamanho.

Cada ordem de produção tem atribuído um centro de trabalho, uma matéria-prima e uma prioridade. Apoiada nessa informação criou-se a tabela 7. A partir da leitura desta consegue-se ter uma noção imediata da combinação do centro de produção, com o material e a prioridade que está atribuída a esse material. Desta forma, é possível inferir uma ideia de qual o arranjo mais viável para permitir que as ordens que utilizam a mesma matéria-prima, sejam realizadas umas a seguir às outras, poupando assim tempo ao nível da preparação da máquina. Por exemplo, no TRCN0001 existem duas ordens de produção que vão utilizar cavilha de diâmetro 22, sendo que uma ordem apresenta prioridade 1 e a outra prioridade 2. Outro exemplo é no TRCN0011 até à prioridade 4, existem 5 ordens de produção que vão utilizar cavilha de diâmetro 26.

Tabela 7 – Combinação entre a matéria-prima e a prioridade estipulada para cada centro de trabalho

Contagem de Tipo	Coluna										
Etiquetas de Linha	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TRCN0001			5	2	4		2	5	2		2
10									1		
22			1	1							
47								1			
60											1
65								1			
Est/Fun/Comp			3	2		2	3	1			1
35			1								
Tubo				1	2						
TRCN0002			1				1				
Est/Fun/Comp			1				1				
TRCN0003			1			1	1	1	1	2	1
30										1	
32									1		
35										1	
42			1			1					
50							1				
60								1			1
TRCN0009									1	2	1
10									1		
13										1	1
17										1	
TRCN0011	1	1	8	2	2	1		3	2	7	3
20			1								
21					1						
22								1	1	1	
24			1						1		1
25										1	
26	1		2	1	1			1			2
27			1							3	
28		1									
30			3							1	
30				1							
22G						1					
26								1			
27										1	
TRCN0012			2	1			1			2	
24										1	
34			1								
47				1						1	
Est/Fun/Comp			1				1				
TRCN0013			1	2	2	2	1	2	3	1	7
22					1						
30								1		1	
32									1		2
50			1				1				
55									1		1
75											1
Est/Fun/Comp				2	1	1		1	1		3
38						1					
TRRV0001										1	
07										1	

Esta análise veio permitir uma diminuição do tempo de preparação em todos os centros de trabalho. Contudo foi nos centros TRCN0009 e TRCN0011, onde essa melhoria foi mais evidente. Estes centros são constituídos pelos tornos que normalmente apresentam excesso de carga. Cada um dos centros contém dois intervalos de diâmetros em que existe a necessidade de mudar a máquina praticamente toda, desde as pinças ao alimentador. No caso do TRCN0009 (BS20) a gama de valores é entre diâmetro 8 a 14 sendo o seguinte entre de 15 a 20, enquanto que no TRCN0011 (BS32) os intervalos variam entre 19 a 27 e 28 a 32. A alteração das máquinas para outra gama de diâmetros implica um gasto de 20 minutos. Assim, com um bom planeamento, conseguiu-se registar esse ganho. Nos outros equipamentos, registou-se um

ganho de cerca de 5 minutos, sendo que nestas máquinas a alteração do diâmetro da cavilha tratava-se de um processo mais simples e rápido.

Por fim, ainda foi acrescentada outra função – à medida que as ordens iam sendo produzidas, era descontado o tempo, permitindo assim saber, todos os dias, qual a quantidade que faltava para atingir o objetivo semanal, apresenta na tabela 8.

Tabela 8 – Plano de prioridade com as informações adicionais

Material	Designação	OPERACÃO	Ord	Situação	▼	Componente	Nome componente	▼	Tipo	▼	Combinação	▼	Tempo de Preparação	▼	Tempo produção	▼	TEMPO TOTAL	▼	SEMA
3411887	manipulo cond. Inv. Transit	0010	50	TRCN0011	-2	4420260	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED26,00A		26		3411887 TRCN0011 0010		90		0,7		125,0		4
3500025	sele vav/dist.traçma exp.	0020	50	LAVAO001	-2	4420260	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED26,00A		24		3500025 LAVAO001 0020		0		0,01		0,5		4
		0020																	
		0010																	
1245101	porca fix. toalheiro BLOCK.525mm	0010	200	TRCN0011	-1	4420280	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED28,00A		28		1245101 TRCN0011 0010		30		1		230,0		4
		0020																	
		0030																	
		0010																	
		0010																	
		0010																	
		0020																	
3417006	corpo manipulo c/ haste Decibel	0010	20	TRCN0013	1	4420300	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED30,00A		30		3417006 TRCN0013 0010		30		1,811		66,2		4
3450078	adaptador alimn. chuvim. VWV.25	0010	500	TRCN0011	1	4420270	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED27,00A		27		3450078 TRCN0011 0010		135		0,8		535,0		4
3450087	anel saída curva alimn. chuvim. VWV.25	0010	250	TRCN0001	1	4420280	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED22,00A		22		3450087 TRCN0001 0010		90		1,4		440,0		4
3450201	adaptador alimnt. chuvim. BM/TL/PS.(C.B.W)	0010	600	TRCN0011	1	4420280	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED20,00A		20		3450201 TRCN0011 0010		135		1,417		985,2		4
3450291	campanula chuvim. EXMAN/GG	0010	350	TRCN0001	1	3450294	campanula finalda chuvim. "BM/TL" EXC/NEN/		30		3450291 TRCN0001 0010		90		1,25		527,5		4
3450909	poste p/barra chuv. VWV.25	0010	100	TRCN0011	1	4420300	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED20,00A		30		3450909 TRCN0011 0010		90		1,4		230,0		4
3450984	fixador chuv. barra Transil/Roadster	0010	360	TRCN0001	1	3450979	fix. do bar. Transil/Roadster estampado		24		3450984 TRCN0001 0010		30		1,75		660,0		4
1209163	topo porta-rolc Decibel / Flye	0010	1200	TRCN0011	1	4420240	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED24,00A		24		1209163 TRCN0011 0010		90		0,811		1065,2		4
3442082	anel base Roadster	0010	2800	TRCN0012	1	3442087	anel base Roadster estampado		26		3442082 TRCN0012 0010		30		0,85		2240,0		4
3447244	espelho BPV/ Flye	0010	1200	TRCN0002	1	3447271	espelho term.BPV/ Flye,estampado		30		3447244 TRCN0002 0010		90		1,235		1572,0		4
3450994	poste p/barra chuv.Flye/Flye	0010	2750	TRCN0011	1	4420300	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED30,00A		30		3450994 TRCN0011 0010		60		1,5		4185,0		4
		0010																	
3400005	casquinho p/ anel manipulo BPV/LP	0010	150	TRCN0011	1	4420260	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED26,00A		26		3400005 TRCN0011 0010		60		1,111		226,7		4
		0010																	
3410064	cpo. manipulo princ. lav. ST.25	0020	100	TRCN0012	1	4420340	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED34,00A		34		3410064 TRCN0012 0020		90		2		290,0		4
3411961	manipulo recatilhado p/ mmc.Tono	0010	220	TRCN0003	1	4420420	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED42,00A		42		3411961 TRCN0003 0010		30		0,42		122,4		4
3450024	fixador TECHNO	0010	300	TRCN0011	1	4420300	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED30,00A		30		3450024 TRCN0011 0010		135		1,7		645,0		4
3450282	poste barra chuv. Highgate	0010	100	TRCN0011	1	4420260	ev EN12164-CuZn39Pb3-M-RED26,00A		26		3450282 TRCN0011 0010		90		2,1		300,0		4
3301249G	sele p/ cat. 025	0030	600	TRCN0001	1	442030G	ev EN12164-CuZn45-RED35,00A		35		3301249G TRCN0001 0030		30		1,32		822,0		4
3446023G	"T" p/ boca lav.	0010	600	TRCN0001	1	3446025G	"T" p/ boca lav. estampado		30		3446023G TRCN0001 0010		90		1,5		990,0		4
		0010																	
3300246	anel base mmc. TH ao chão	0010	60	TRCN0013	2	3300302	anel base alimn. Mmc. Ao chão, estampado		26		3300246 TRCN0013 0010		45		4,025		286,5		4
		0010																	

Quanto à preparação das ferramentas para cada ordem, estas eram realizadas pelo responsável da ferramentaria, a quem eram entregues as ordens de produção. Após as ordens e ferramentas estarem preparadas, eram colocadas numa estante, no local atribuído a cada centro de trabalho. Esta estante encontrava-se no início da secção (figura 24).



Figura 24 – Estante onde são colocadas as ordens de produção, plano de controlo, instrução e as ferramentas consoante cada centro de trabalho.

No início de cada dia era fornecido a cada colaborador uma folha de marcha, onde estes registavam todas as atividades que decorreram durante o dia, desde a produção realizada e o tempo que demoraram, montagens executadas e o tempo associado e, por fim, as paragens e as devidas justificações. No fim do dia, as folhas eram recolhidas e no dia seguinte, esses dados eram lançados em *SAP*. A partir do tratamento desses dados, conseguiu-se analisar informação sobre a eficiência de cada operador, indicadores de eficiência, quantidades que ainda restavam produzir e os problemas ocorridos durante o dia.

Uma ação de melhoria que se verificou que podia ser realizada ao nível planeamento, foi no centro de trabalho TRCN0013, a distinção entre as duas máquinas. Este centro é constituído pelo Doosan e Doosan Y. Apesar das máquinas serem muito semelhantes, o Doosan Y, exibe características que mais nenhuma máquina na secção ostenta, como a existência do eixo y. Desta forma, as peças que são realizadas nesta máquina, são peças muito específicas e que unicamente lá podem ser realizadas. Como forma de facilitar o processo da programação da produção, foi sugerido que neste centro de trabalho houvesse a separação das duas máquinas.

5 Conclusões

O projeto apresentado na presente dissertação tinha como principal objetivo a gestão da produção no setor dos tornos. Através do *Lean Thinking*, da aplicação dos seus princípios e com a utilização das ferramentas associadas a este pensamento, conseguiu-se determinar e definir os desperdícios que precisavam de ser eliminados da secção, tornando o espaço de trabalho um sítio mais limpo e organizado, e melhorando a produtividade.

Sendo que o tema proposto se verificava muito abrangente, foram abordados vários problemas detetados na empresa. Constatou-se que com pequenas ações houveram melhorias significativas.

A gestão visual foi a primeira ferramenta a ser utilizada, foi criado um código de cores que permitiu facilitar a separação das diferentes matérias-primas utilizadas, permitindo geração de maiores lucros, para a empresa, com a separação das sucatas. Foi uma ferramenta de fácil implementação e em que todos os colaboradores participaram.

Os 5S foi segunda ferramenta a ser executada, em primeiro lugar analisou-se todos objetos que estavam presentes na secção, determinando quais os necessários e os inutilizados. Após essa deliberação, passou-se à retirada e eliminação dos objetos que não eram utilizados. Para além do setor em si, também foi pedido aos colaboradores que analisassem os seus espaços de trabalho e verificassem quais os objetos necessários e quais os inúteis. A ferramenta foi implementada com sucesso. Verificou-se que a tanto a secção como o espaço de trabalho de cada colaborador, se tornaram um espaço mais ergonómico e organizado, o que levou a uma maior produtividade.

Apesar do armazém onde se encontrava arrumada a matéria-prima não pertencer à secção, todos os dias os colaboradores dos tornos deslocavam-se até lá para irem buscar o material para a produção. Detetou-se que o armazém se encontrava muito sujo, desorganizado e que existia problemas com o *stock*. Para tal, recorreu-se à utilização das ferramentas gestão visual, 5S e *Kanban*. Com a utilização de todas as ferramentas, conseguiu-se um melhor controlo sob o armazém.

A ferramenta do OEE permitiu avaliar cada centro de trabalho em função da disponibilidade, rendimento e qualidade. Foi avaliado cada um dos parâmetros, verificando-se que a disponibilidade apresentava piores resultados. De seguida, avaliaram-se as variáveis que influenciavam este parâmetro, chegando à conclusão que o tempo de preparação das máquinas era o que mais prejudicava. Posteriormente, analisou-se o processo da preparação das máquinas, detetando-se que o tempo gasto na programação e na afinação do programa eram as tarefas que despendiam mais tempo. Foi feito um estudo e propôs-se à empresa a aquisição do *software* CAD/CAM, para ajudar e diminuir o tempo das preparações.

Durante a visualização do processo de preparação das máquinas, assistiram-se a circunstâncias que levaram a uma intervenção, como colocar certas ferramentas para a montagem das máquinas junto das mesmas e a organização de algumas ferramentas (como os parafusos utilizados para os apertos das buchas e grampos). Contudo, num trabalho futuro, dever-se-ia arranjar uma equipa para se executar um SMED a cada uma das máquinas, para uma melhor análise das preparações das máquinas e estudar onde se conseguiria aumentar a eficiência de cada colaborador.

Verificou-se ainda que o tempo de paragens, mais concretamente as paragens próprias, também prejudicavam a disponibilidade. Confirmou-se que a paragem com maior impacto se tratava de um P046, sendo avaria de máquina. Como um trabalho futuro, deveria ser realizada uma análise, na qual se pudesse avaliar o impacto do custo de horas das máquinas estarem paradas *versus* a possibilidade de aquisição de uma máquina nova.

Um outro problema que se conferiu durante o período do estágio foi a falta de comunicação entre turnos. Para tal, foram desenvolvidos uns cartões destinados a problemas específicos da secção, para que os acontecimentos em cada turno fossem comentados, facilitando a comunicação entre colaboradores da secção e fora secção, como por exemplo, com a ferramentaria.

Uma ferramenta que foi desenvolvida, mas que, no entanto, não chegou a ser implementada, foi o gráfico de competências. Como desenvolvimento futuro era interessante apostar-se na rotatividade da equipa. Numa fase inicial iria haver uma perda de disponibilidade devido à necessidade de fornecer formação a todos os colaboradores. Porém, numa fase mais avançada iria ser benéfico, uma vez que conseguir-se-ia obter colaboradores aptos para operar em qualquer equipamento.

O planeamento da produção foi uma tarefa desafiante, pois a qualquer instante podia haver uma mudança de planos e haver a necessidade de uma nova reformulação do plano. Constatou-se que existiam alguns problemas de planeamento, no sentido, que nem sempre o que surgia no plano de prioridades era o que realmente o que era necessário e havia componentes que eram necessários e não se encontravam nessa lista. Uma possível melhoria para estes problemas, passava pela alteração da localização do departamento do planeamento para a fábrica 5, junto da produção, desta forma, haveria um melhor acompanhamento e conseguiriam se aperceber melhor quais as dificuldades do dia a dia.

Em suma, verificou-se que com a aplicação da filosofia *Lean*, a utilização das suas ferramentas e com o pensamento da melhoria continua sempre presente, a empresa ganha vantagem competitiva e operacional. Todavia, é fundamental sensibilizar, disciplinar, motivar e integrar todos os trabalhadores para a importância e benefícios adquiridos com a aplicação destas ferramentas.

6 Bibliografia

- 5S Today. (s.d.). Obtido em 28 de Março de 2019, de <https://www.5stoday.com/what-is-5s/>
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2006). *Operations and Supply Chain Management* (15th ed.). McGraw-Hill QDR.
- Cifial. (2001). *Centros de trabalho indicadores de performance definições*.
- Cifial, SA, Portugal. (s.d.). Obtido em 2 de Junho de 2019, de Cifial. : http://www.cifial.pt/_historia.
- Gross, J. M., & McInnis, R. K. (2003.). *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. New York: American Management Association.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's Quality Handbook*. (5th ed. ed.). s.l.:McGraw-Hill.
- Marçal, H. (s.d.). *Leanked*. Obtido em 4 de Maio de 2019, de <http://leanked.com/blog/2017/11/30/kaizen-diario-uma-simples-reuniao-mas-nao/>
- Miranda, J. P. (2010). *Planificação fina da Produção na Swedwood Portugal*. Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Productivity Pr.
- Nogueira, M. A. (2010). *Implementação da gestão da produção Lean: estudo de caso*. Universidade Nova, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial.
- Otani, M., & Machado, W. V. (2008). "A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial.". *Revista Gestão Industrial* no. 4 (2).
- Parry, G., & Turner, C. (2006). Application of lean visual process management tools.
- 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.
- Rouse, M. (s.d.). Obtido em 18 de Março de 2019, de Material requirements planning (MRP): https://searcherp.techtarget.com/definition/material-requirements-planning-MRP?fbclid=IwAR2UhVyQTZ6-TxzoRyx11T7aAkVI7FmknSiq33B_iJRSjeDv90FL9EP_-Oo
- Shingo, S., & Dillon, A. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. CRC Press, Florida.
- Varela, M., & Silva, S. (2008). An Ontology for a Model of Manufacturing Scheduling Problems to Be Solved on the Web.