

Aplicação de Metodologias Lean na Produção de Serras Circulares

Pedro Almeida Ferreira

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor Eduardo Gil da Costa



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2018-01-22

Resumo

O presente trabalho teve como principal finalidade o estudo da capacidade real de uma unidade de produção de serras circulares, assim como dos fluxos aí existentes.

O projeto surgiu com a mudança de instalações da unidade fabril e a constituição de uma equipa com vários novos elementos que acarretavam consigo pouca experiência. Para além de identificar a capacidade de cada setor, um dos objetivos deste programa consistia em aumentar a produtividade desses, tendo como consequência a redução dos prazos de entrega. Para esse efeito foi identificado o gargalo da empresa e tomadas medidas de melhoria sobre este.

Inicialmente, desenvolveu-se uma revisão bibliográfica sobre a filosofia lean, mais concretamente sobre a sua história, princípios e etapas de implementação, assim como, as suas mais diversas metodologias.

Posteriormente, realizou-se um estudo exaustivo dos processos produtivos da unidade fabril em questão e dos equipamentos associados. O trabalho em chão de fábrica revelou-se muito útil: não só permitiu testemunhar as dificuldades lá vividas e identificar as situações que exibiam potencial para melhoria, como também fomentou a criação e a consolidação de relacionamentos com os operadores – um dos principais fatores de sucesso para um projeto desta natureza.

Com base nos exemplos retirados da revisão bibliográfica, nas experiências vividas na fábrica e na recolha e tratamento de dados efetuado, foi possível identificar diversas oportunidades de melhoria. Desta forma, desenvolveu-se um conjunto de ferramentas e metodologias, a serem implementadas num curto período de quatro meses, nomeadamente um novo método de planeamento, a criação de novas folhas *kaizen*, assim como, reuniões diárias e o aumento do controlo sobre as não-conformidades.

Das soluções apresentadas, a aplicação pode ser de curto, médio ou longo-prazo. Ainda assim, aproveitando uma das grandes forças da filosofia lean, foi possível apresentar resultados imediatos.

Application of Lean Methodologies in the Production of Circular Saws

Abstract

The main goals of this project were the study of the actual capacity of circular saws production unit, as well as the flows existing there.

The project came up with the change of facilities of the factory and the training of a team with several new elements with reduced experience on the job. Besides identifying the capacity of each sector, one of the main purposes of this program consisted on increasing their productivity, resulting in shorter delivery times. For this purpose, the company's bottleneck was identified and improvement measures were taken.

A literature review was developed on the lean philosophy, specifically on its history, principles and stages of implementation, as well as its most diverse methodologies..

Afterwards, an exhaustive study of the productive processes of the plant in question and associated equipment was carried out. The work on the shop floor proved to be extremely useful: it not only allowed to witness the difficulties experienced there and to identify situations that showed potential for improvement, but it also encouraged the creation and consolidation of relationships with the operators – one of the main success factors for a project of this nature.

Based on the examples taken from the literature review, the experiences lived in the factory and the processing of collected data, it was possible to identify several opportunities for improvement. Thus, a set of tools and methodologies were developed to be implemented in a short period of four months, including a new planning method, the creation of new Kaizen sheets, as well as daily meetings and increased control over non-conformities..

From the solutions presented, the application can be of short, medium or long-term. Still, taking advantage of one of the great forces of lean philosophy, it was possible to present immediate results.

Agradecimentos

À FREZITE – Ferramentas de Corte S.A., pela oportunidade e condições proporcionadas no desenvolvimento deste projeto de dissertação.

Ao Professor Eduardo Gil da Costa, orientador na FEUP, pelo constante acompanhamento, confiança transmitida e pela partilha de conhecimento e sugestões, fundamentais para o enriquecimento do projeto e do trabalho.

Ao Engenheiro Emídio Marques, orientador na Frezite, e ao Adelino Silva pela total disponibilidade, orientação e apoio durante o decorrer do projeto, bem como pela constante confiança demonstrada no sucesso do mesmo.

Agradecer, também, a todas as restantes pessoas envolvidas, desde colaboradores a Engenheiros da Frezite, pela sua colaboração, saber transmitido e abertura a novas ideias.

Por fim, à minha família pela compreensão, motivação e condições proporcionadas para o meu crescimento tanto pessoal como profissional.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento do projeto.....	1
1.2	Apresentação da Empresa e da Área Produtiva	1
1.2.1	História da Frezite.....	2
1.2.2	Serras Circulares	2
1.3	Objetivo do Projeto.....	3
1.4	Metodologia do Projeto	3
1.5	Estrutura da Dissertação.....	3
2	Revisão Bibliográfica.....	5
2.1	Perspetiva Histórica	5
2.2	Filosofia <i>Lean</i>	6
2.2.1	Princípios	7
2.2.2	Desperdícios.....	8
2.3	Metodologias.....	11
2.3.1	Gestão Visual	11
2.3.2	Padronização do trabalho	12
2.3.3	Estudo dos Tempos e dos Métodos	13
2.3.4	PDCA.....	14
2.3.5	Nivelamento.....	15
2.4	<i>Lean</i> e a Psicologia.....	16
3	Enquadramento do Ambiente Empresarial	17
3.1	Caraterização Geral da Fábrica das Serras Circulares	17
3.2	Áreas.....	17
3.2.1	Corte a Laser	17
3.2.2	Forno	18
3.2.3	Retificação do Corpo	20
3.2.4	Tensionamento e Endireitamento	22
3.2.5	Retificação do Furo.....	23
3.2.6	Retificação dos Encaixes	24
3.2.7	Soldadura	24
3.2.8	Decapagem	26
3.2.9	Polimento.....	26
3.2.10	Controlo Intermédio	27
3.2.11	Afiamento.....	27
3.2.12	Controlo Final	28
3.3	Caraterísticas da Área de Serras Circulares	29
3.4	Gestão Visual.....	32
3.5	<i>Work in Progress</i> (WIP) e Planeamento.....	32
3.6	Controlo da Produção	34
4	Apresentação das Soluções Propostas	35
4.1	Oportunidade de Melhoria na Utilização da Máquina de Lixar e na de Endireitar (nº 1 e 2)	35
4.2	Oportunidade de Melhoria identificada nº 3 – Deficiente Inspeção Visual	35
4.3	Oportunidade de Melhoria Identificada nº 4 – Retorno das Reuniões Diárias.....	35
4.3.1	Retificação do Corpo	35
4.3.2	Retificação dos Encaixes	36
4.3.3	Controlo Intermédio	36
4.3.4	Afiamento.....	37
4.3.5	Resultados.....	38

4.3.6	Obstáculos.....	38
4.4	Oportunidade de Melhoria identificada nº 6 – Resolução do Gargalo.....	38
4.4.1	Plan Do Check Act (PDCA).....	38
4.4.2	Padronização.....	39
4.4.3	Organização do Trabalho a Realizar.....	41
4.5	Oportunidade de Melhoria identificada nº 7 – Novo Método de Planeamento.....	42
4.6	Oportunidade de Melhoria identificada nº 5 – Alteração da Informação Presente nos Écrans.....	43
4.7	Oportunidade de Melhoria Identificada nº 8 – Estudo da Capacidade Real dos Diferentes Processos.....	44
4.8	Outras Ações.....	44
4.8.1	Estudo das Espessuras.....	44
4.8.2	Estudo da Criticidade das Máquinas.....	47
4.8.3	Estudo do Impacto financeiro e na produção dos rebaixes.....	47
5	Conclusões e Trabalhos Futuros.....	48
	Referências.....	50
	Anexo A: Folhas <i>Kaizen</i> dos Diversos Setores.....	52
	ANEXO B: Folhas do Planeamento.....	57
	ANEXO C: Folhas de Registo da Produção.....	58
	Anexo D: Estudo das Espessuras.....	59
	Anexo E: Estudo da Criticidade das Máquinas.....	60

Siglas

EUA – Estados Unidos da América

FIFO – *First In First Out* (Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair)

FPS – *Ford Production System* (Sistema de Produção da Ford)

HRC – Dureza Rockwell

Lead Time – Tempo de Espera/Produção

Lot-making Box – Caixa de Produção de Lotes

OF – Ordem de Fabrico

PDCA – *Plan-Do-Check-Act* (Planear-Executar-Verificar-Atuar)

Setup/Tempo de Setup – Tempo de Configuração

Stock - Inventário

TPS – *Toyota Production System* (Sistema de Produção da Toyota)

T1 – Turno 1

T2 – Turno 2

T3 – Turno 3

TN1 – Turno Normal 1

TN2 – Turno Normal 2

WIP – *Work In Progress* (carga de trabalho na fábrica)

Índice de Figuras

<i>Figura 1 - Logo da Frezite (Frezite, 2017a)</i>	2
<i>Figura 2 - Serras circular (Frezite, 2017a)</i>	3
<i>Figura 3 - Os cinco elementos base para a implementação da filosofia lean (Feld, pag. 5, 2001)</i>	6
<i>Figura 4 - Imagem Metafórica da Filosofia Lean (Coimbra, pag. 48, 2013)</i>	10
<i>Figura 5 - Forças a favor e contra a implementação da filosofia lean (Vieira, pag. 8, 2010)</i>	11
<i>Figura 6 - Representação do ciclo PDCA (Folha Virtual do Leite, 2018)</i>	14
<i>Figura 7 - Laser utilizado no fabrico de serras</i>	17
<i>Figura 8 - Vista de perfil da Lixadora</i>	18
<i>Figura 9 - Lixadora</i>	18
<i>Figura 10 - Forno</i>	19
<i>Figura 11 - Pratos</i>	19
<i>Figura 12 - Ponte Móvel e Íman</i>	19
<i>Figura 13 - Prato Montado</i>	19
<i>Figura 14 - Carros (o da esquerda pronto a ir ao forno, o da direita à espera de ser montado)</i>	20
<i>Figura 15 - Mesa Medidora de Espessura</i>	20
<i>Figura 16 - Máquina Retificadora de Corpos Manual em Funcionamento</i>	21
<i>Figura 17 - Máquina Retificadora de Corpos Automática</i>	21
<i>Figura 18 - Máquina de Lavar</i>	21
<i>Figura 19 - Máquina Tensionadora Manual</i>	22
<i>Figura 20 - Máquina Tensionadora Automática</i>	22
<i>Figura 21 - Máquina Endireitadora</i>	22
<i>Figura 22 - Máquina Retificadora de Furos para Séries</i>	23
<i>Figura 23 - Do mais longe para o mais perto: Torno, Lixadora e Escareadora de Furos do Torno</i>	23
<i>Figura 24 - Máquina Manual Retificadora dos Encaixes</i>	24
<i>Figura 25 - Ambiente isolado onde se encontra a Soldadura e a Decapagem</i>	24
<i>Figura 26 - Máquina de Soldar Automática</i>	25
<i>Figura 27 - Pormenor da Máquina de Soldar automática</i>	25
<i>Figura 28 - Serra antes da Decapagem</i>	26
<i>Figura 29 - Serra após a Decapagem</i>	26
<i>Figura 30 - Polidora Manual</i>	26
<i>Figura 31 - Medidor de batimento</i>	27
<i>Figura 32 - Máquina Afiadora Manual</i>	28
<i>Figura 33 - Trem de Afiamento Automático</i>	28
<i>Figura 34 - Ampliador</i>	29
<i>Figura 35 - Marcações delimitadoras de áreas no chão</i>	32
<i>Figura 36 - Dispositivos Andon</i>	32
<i>Figura 37 - Placas identificadoras das máquinas</i>	32
<i>Figura 38 - Técnicas da ferramenta 5S</i>	32
<i>Figura 39 - Desorganização na colocação de serras</i>	33
<i>Figura 40 - Folha Excel para registo de produção do controlo intermédio</i>	37
<i>Figura 41 - Folhas destinadas ao registo de produção do afiamento</i>	37
<i>Figura 42 - Máquina Manual da Retificação do Corpo em Funcionamento</i>	40
<i>Figura 43 - Colocação de paletes junto ao forno</i>	41
<i>Figura 44 - Espetos</i>	41
<i>Figura 45 - Carros</i>	41
<i>Figura 46 - Écrans</i>	43
<i>Figura 47 - Stock de aço existente na fábrica</i>	45
<i>Figura 1 - Folha Kaizen da Retificação do Corpo (Máquina Manual Pequena)</i>	52
<i>Figura 2 - Folha Kaizen da Retificação dos Encaixes</i>	53
<i>Figura 3 - Folha Kaizen do Controlo Intermédio</i>	54
<i>Figura 4 - Folha 1 Kaizen do Afiamento</i>	55
<i>Figura 5 - Folha 2 Kaizen do Afiamento</i>	55
<i>Figura 6 - Folha 3 Kaizen do Afiamento</i>	56
<i>Figura 1 - Folha incluída em cada Lot-making Box</i>	57
<i>Figura 2 - Folha de Controlo do Planeamento</i>	57
<i>Figura 1 - Folha de Registo da Produção da Soldadura</i>	58

<i>Figura 2 - Folha de Registo de Produção do Polimento.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 3 - Folha de Registo de Produção do Controlo Final.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 1 - Estudo das Espessuras.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 1 - Estudo da Criticidade das Máquinas.....</i>	<i>60</i>

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 - Distribuição das Máquinas do Afiamento.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 2 - Período de trabalho dos colaboradores.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 3 - Caracterização das diferentes áreas</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 4 - PDCA da Retificação do Corpo</i>	<i>39</i>
<i>Tabela 5 - Cálculos das Espessuras.....</i>	<i>46</i>

1 Introdução

O presente trabalho foi desenvolvido em contexto empresarial na FREZITE – Ferramentas de Corte, S.A., no âmbito da dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, especialização em Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). O objetivo do presente projeto consiste em melhorar os fluxos de produção da fábrica de serras circulares. De forma a atingi-lo utilizaram-se técnicas que provêm da filosofia *lean*, durante um período de aproximadamente quatro meses em contacto direto com o caso de estudo.

1.1 Enquadramento do projeto

O mundo está em constante mudança. Todos os dias surgem novas tecnologias e produtos, sendo a inovação uma constante, e quem não a conseguir acompanhar é ultrapassado. O universo empresarial não foge à regra e os clientes são cada vez mais exigentes, os mercados mais personalizados e o ciclo de vida dos produtos menor. As empresas não podem estagnar e têm de evoluir com o mercado, respondendo às suas necessidades. Esta constante transformação a que as empresas estão sujeitas diariamente, origina, a médio prazo, processos ineficientes contendo elevados níveis de desperdício. No sentido de contrariar esta situação surgiu o TPS (*Toyota Production System*). Este sistema, baseado na filosofia *lean*, permite aumentar a produção, melhorando a eficiência dos processos, resultando numa diminuição dos custos e dos prazos de entrega. Acima de tudo, permite às empresas enfrentarem os desafios que lhes surgem diariamente através de um método eficiente e com resultados comprovados.

De forma breve, a gestão *lean* tem como objetivo principal a redução dos desperdícios. Para a Toyota, qualquer atividade que não acrescente valor ao produto, ou seja, que não provoque no produto alterações no sentido de ele ficar mais completo, é considerado desperdício. A fábrica de automóveis Japonesa descobriu que reduzindo, e porventura eliminando, as atividades de valor não acrescentado, era possível fazer mais com menos, isto é, aumentar a produção recorrendo a menos recursos, espaço, *stock*, material e tempo.

Sendo que esta técnica há muito que ultrapassou a concebida por Henry Ford, é de vital importância para as empresas que a tenham implementada nos seus processos produtivos de forma a manterem-se competitivas num mundo que não para de evoluir.

1.2 Apresentação da Empresa e da Área Produtiva

“A FREZITE – Ferramentas de Corte, S. A. (Figura 1), foi fundada com o objetivo de produzir e comercializar ferramentas de alta tecnologia e precisão, com aplicação na transformação da madeira, materiais derivados, plásticos e metais. A sua sede está localizada na Trofa.

A sua vasta gama de produtos é capaz de satisfazer os requisitos mais exigentes e complexos das indústrias de transformação de madeira (serração, carpintaria, mobiliário, processamento de painel de partículas e o setor de construção em geral) e no campo da metalomecânica” (Frezite, 2017).

A FREZITE é uma empresa certificada pela APCER, membro Português da rede internacional IQNET (*The International Certification Network*), segundo a norma ISO 9001. É, simultaneamente, uma das empresas pioneiras do sector metalomecânico a obter a certificação ambiental, segundo a norma ISO 14001 da APCER (Frezite, 2016).



Figura 1 - Logo da Frezite (Frezite, 2017a)

1.2.1 História da Frezite

A FREZITE foi constituída em 1978 sob o nome FREZITE – Ferramentas de Corte, S. A. e o arranque da sua atividade teve lugar no início desse ano englobando 12 pessoas que se dedicavam ao fabrico de ferramentas (fresas) para trabalhar madeira que até então eram provenientes exclusivamente da importação.

Desde então, a empresa não parou de crescer e foi gradualmente conquistando uma faixa crescente do mercado interno, até atingir a posição de principal fabricante nacional que ocupa atualmente.

Os anos 90/91 e 93 foram períodos de elevados investimentos que permitiram à empresa iniciar o fabrico de novos produtos com valor tecnológico acrescentado, cuja produção só pode ser obtida com equipamento CNC de última geração.

Em 1996 iniciou a sua internacionalização constituindo a empresa FREZITE Brasil nesse país.

Em 2005 foi criada a marca FMT, para a comercialização de ferramentas de corte para metal.

“Hoje, associada a uma tecnologia de ponta que detém e domina, a FREZITE possui um potencial de crescimento elevado e uma nova dinâmica competitiva. Pode assim considerar-se que o seu posicionamento está entre as principais construtoras de ferramentas de corte da sua área a nível mundial” (Frezite, 2017). Atualmente, os seus produtos e tecnologia estão presentes em mais de 50 países distribuídos por todos os continentes (Frezite, 2016).

1.2.2 Serras Circulares

A Ferramentas Madeira foi a primeira área de negócio a que o grupo se dedicou em 1978 aquando da sua fundação. Os produtos desenvolvidos e produzidos por esta área distribuem-se pelas seguintes famílias:

- Fresa e Porta-Lâminas com Furo;
- Fresa e Porta-Lâminas com Encabadouro;
- Ferramentas em Diamante Policristalino;
- Brocas;
- **Serras Circulares** (Figura 2);
- Sistemas de Aperto;
- Lâminas (Frezite, 2017).

A produção de serras circulares, foco deste projeto, é um negócio que tem vindo a crescer em larga escala dentro do grupo Frezite. Em poucos anos, a necessidade passou das 100 serras/dia,

para as atuais 500 e o objetivo é, em pouco tempo, alcançar o milhar. Na tentativa de acompanhar o aumento da procura, no início deste ano, a produção, que se encontrava num espaço reduzido junto das fresas, foi transferida para uma nova instalação. Para além disso, foram adquiridas novas máquinas e contratados novos colaboradores. Com esta mudança, a produção das serras passou a ocupar uma área de 2380 m², ainda aquém dos 3120 m² ocupados pelas fresas. A mudança de instalações e o aumento do número de elementos da equipa promoveu perdas de produtividade e a diminuição da eficiência dos fluxos de produção. Surgiram também novos gargalos na produção a necessitar de resolução.



Figura 2 - Serras circular (Frezite, 2017a).

Esta unidade de produção possui 29 postos de trabalho diretos, produzindo serras standard e serras especiais, com pesos de 70 e 30% na produção, respetivamente. Enquanto as primeiras se destinam a stock, as segundas são feitas à medida do cliente, o que provoca um elevado aumento do número de referências.

Os países de destino destas serras localizam-se nas mais diversas regiões do globo. Austrália, Estados Unidos da América, Espanha, Alemanha, Turquia e Portugal são alguns exemplos.

1.3 Objetivo do Projeto

O objetivo do projeto consiste em melhorar os fluxos da área de produção das serras circulares, através da implementação de metodologias *lean*. Pretende-se também, através de recolha de dados, determinar a capacidade real de cada processo.

1.4 Metodologia do Projeto

Este projeto subdividiu-se essencialmente em quatro fases distintas. A primeira baseou-se na pesquisa bibliográfica sobre a temática da gestão da produção, mais concretamente sobre o *lean*. Posteriormente, fez-se o levantamento, recolha e organização dos dados referentes aos processos produtivos (esta etapa é de máxima importância para uma empresa e, portanto, deve ser realizada diariamente), tendo como principal foco a identificação do gargalo. De seguida, o projeto concentrou-se em melhorá-lo (o gargalo), nunca descurando os restantes processos. Por fim, uma última etapa consistiu na medição de desempenho comparado, de modo a retirar conclusões.

1.5 Estrutura da Dissertação

O presente documento é composto por cinco capítulos, cada um deles dividido em diversos subcapítulos.

Neste primeiro Capítulo foram apresentadas as linhas gerais do projeto, abordando um a história da empresa, bem como o seu enquadramento a nível empresarial. Foram também definidos os principais objetivos, o planeamento de atividades e a metodologia de trabalho seguida.

No Capítulo 2 é brevemente explorada a componente teórica sobre a qual este projeto se baseou. Tendo como tema principal o *lean*, este capítulo procura dar a conhecer os seus (do *lean*) princípios e as suas metodologias.

No terceiro Capítulo é apresentada a situação inicial da Frezite e explicado, muito resumidamente, o processo de fabrico das serras circulares. Além disto, é realizado um diagnóstico no sentido de identificar oportunidades de melhoria.

No Capítulo 4 são expostas as ferramentas criadas e as metodologias seguidas, com o objetivo de solucionar os problemas encontrados no decorrer do projeto.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as conclusões do trabalho efetuado e as sugestões passíveis de serem seguidas ou implementadas num futuro próximo.

2 Revisão Bibliográfica

Este capítulo tem como propósito apresentar de forma sucinta os fundamentos da filosofia *lean*, apresentando uma abordagem histórica deste sistema produtivo, assim como, os princípios e as metodologias nas quais se baseia. É um capítulo de crucial importância no contexto desta dissertação, uma vez que foi nesta filosofia que assentou toda a dissertação.

A Toyota há muito que deixou de ser apenas uma fabricante de automóveis japonesa. Ela tornou-se no baluarte de um “novo” paradigma dos processos produtivos que, aos poucos, tem vindo a revolucionar a indústria e, mais recentemente, os serviços em todo o mundo.

Lean, como é designado no livro “Machine that changed the world”, é a base de toda a filosofia Toyota e é considerado o próximo grande passo na evolução dos sistemas de produção, muito além do modelo Ford.

2.1 Perspetiva Histórica

Por volta dos anos 20, Henry Ford apresentou ao mundo aquilo que só em 1972, no livro “*Today and Tomorrow*”, seria apelidado de *Ford Production System* (FPS). Baseado na célebre frase “o cliente pode escolher a cor do carro que quiser, desde que seja preto”, este revolucionário, para a data, sistema de produção baseava-se numa produção em massa, que satisfizesse um consumo, também ele, em massa. Nasceu então a primeira linha de produção.

No entanto, com o fim da 2ª guerra mundial, surgiu a necessidade de encontrar uma alternativa ao modelo Ford, uma vez que:

- Durante a guerra, a grande maioria das empresas focaram-se na produção de materiais militares;
- Após a guerra houve um enorme crescimento na procura devido à necessidade de reconstruir tudo o que foi destruído;
- Grande parte das fábricas estavam destruídas e/ou tinham adotado o modelo Ford;
- Para estas últimas, as melhorias alcançadas eram obtidas apenas através do aumento do tamanho dos lotes, pondo de lado a variedade de produtos (Riezebos et al., 2009).

Era então necessário encontrar uma alternativa ao FPS focada no cliente, na qualidade, nos prazos de entrega e no custo.

Em 1950, Eiji Toyoda assumiu os comandos da *Toyota Motors Company*, até então liderada pelo seu primo Kiichiro Toyoda, após um pequeno período nos Estados Unidos da América. Este período serviu para compreender o fenómeno do FPS e tomar consciência que tal modelo era impossível de implementar num país como o Japão, uma vez que, este era um país com sobrepopulação, com escassez de recursos, onde o desperdício não era tolerado. (Holweg, 2006)

Impulsionado por Kiichiro e Eiji Toyoda e por Taiichi Ohno nasceu nesta altura um novo sistema de produção, apelidado mais tarde por *Toyota Production System* (TPS). Baseado na eliminação do desperdício, no envolvimento dos colaboradores na produção e no esforço da melhoria contínua, o TPS surgiu como uma forma de rivalizar com os preços baixos alcançados pelos EUA. Ao invés da produção em massa, o TPS tem como premissa a flexibilidade da produção, para fazer face a uma procura mais reduzida e com maior variabilidade (Jacobs e Chase, 2013).

A filosofia *lean* nasceu por volta dos anos 70, podendo considerar-se como uma adaptação do TPS, onde o foco principal é o estudo da cadeia de valor.

2.2 Filosofia *Lean*

“O processo correto vai produzir os resultados corretos” (Liker e Meier, 2006).

Lean é uma filosofia focada no *design* robusto das operações de produção de forma a que estas sejam flexíveis, previsíveis, consistentes e que consigam responder de forma rápida a quaisquer alterações nas características dos produtos. O caminho sinuoso que se percorre até se implementar totalmente esta metodologia promove alterações ao nível dos processos, da organização e, inclusive, ao nível da equipa de trabalho (Feld, 2001).

O grande objetivo da filosofia *lean* é, através da eliminação de todas as atividades que não geram valor, diminuir o tempo, designado por *lead time*, entre o momento em que o cliente faz uma encomenda e a altura em que a recebe. Isto resulta num processo que entrega ao cliente produtos de alta qualidade, a baixo preço e dentro do prazo (Carreira, 2005).

Existem cinco elementos interligados e interdependentes, considerados chave para se implementar com sucesso esta filosofia numa empresa, são eles:

- O fluxo: os aspetos relacionados com mudanças físicas (layouts);
- A organização: os aspetos focados na identificação das funções das pessoas e no seu treino, quer ao nível do trabalho, quer ao nível da comunicação;
- O controlo do processo: tudo o que está relacionado com monitorização, controlo e estabilização de processos, assim como, da sua melhoria;
- Medições: os aspetos relacionados com resultados, medidas de desempenho, reconhecimento do bom trabalho, entre outros;
- A logística: todas as regras, mecanismos e definições essenciais ao planeamento e controlo do fluxo (Feld, 2001).

Na Figura 3 representam-se estes cinco elementos, assim como toda a sua envolvente.

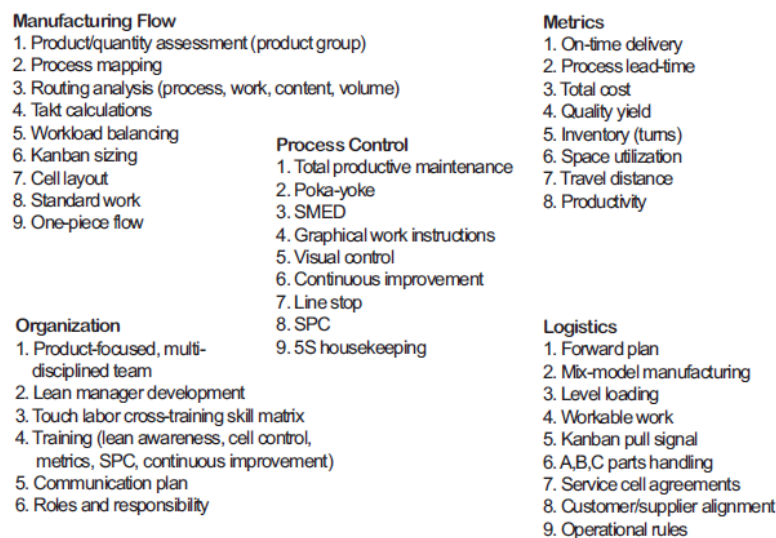


Figura 3 - Os cinco elementos base para a implementação da filosofia *lean* (Feld, pag. 5, 2001).

2.2.1 Princípios

Para Ohno, considerado por muitos o pai do TPS, o verdadeiro poder de um sistema *lean* assenta num paradoxo: para melhorar, é necessário que primeiro piore (Liker e Meier, 2006), ou seja, o *lean* tem o poder de trazer à superfície todos os problemas que existem e que estavam “escondidos” e promover a sua resolução. No entanto este sistema terá um impacto limitado se o conhecimento que se adquire ao resolver esses problemas não for partilhado. “As pessoas só conseguem mudar se tiverem a capacidade para o fazer” (Conner, 1993)

Desde que este novo paradigma dos sistemas de produção surgiu, muitas foram as empresas que o tentaram implementar dentro de portas. No entanto, esbarraram na falta de conhecimento para tal. No livro “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”, escrito por Womack e Jones em 2003, surgiu como um guia para a criação de uma empresa *lean*. Neste livro encontram-se os cinco princípios pelos quais a filosofia *lean* se rege:

- Criar/Especificar valor;
- Identificar a cadeia de valor;
- Criar fluidez na linha produtiva;
- Implementar um sistema *pull*;
- Procurar sistematicamente a perfeição.

Especificar valor

“O produto específico que atende às necessidades do cliente a um preço específico, num tempo específico” (Womack e Jones, 2003).

Para Womack e Jones (2003), o ponto crítico inicial do “*Lean Thinking*” é a definição de valor. Para estes autores o valor é definido pelo cliente final e todo o processo produtivo deve centrar-se no valor, no sentido de minimizar tudo aquilo pelo qual o cliente não está disposto a pagar.

Na filosofia *lean*, fornecer o produto ou o serviço errado de forma certa é considerado desperdício.

Identificar a cadeia de valor

“Assim como as atividades que não podem ser medidas não podem ser geridas corretamente, as atividades necessárias para produzir um produto específico não podem ser melhoradas e, eventualmente, aperfeiçoadas, se não forem identificadas e analisadas” (Womack e Jones, 2003).

A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações requeridas para criar um produto, desde a encomenda do cliente, até à entrega do produto, envolvendo processos como o *design* e a engenharia do produto, os fluxos de informação existentes e a própria produção (desde matéria-prima até ao produto final). Este passo (identificação da cadeia de valor) normalmente é preterido pelas empresas aquando da implementação do *lean*. No entanto, ele é de máxima importância, uma vez que expõe quantidades elevadas de desperdícios (Womack e Jones, 2003).

Fluxo

“Os produtos que se movem continuamente através das etapas de um processo produtivo com tempo mínimo de espera entre elas e com a mínima distância percorrida serão produzidos com a maior eficiência” (Liker e Meier, 2006)

Fluxo contínuo significa eliminar todo o tempo em que um produto não é alvo de atividades de valor acrescentado. É a chave para a melhoria contínua e para o desenvolvimento das pessoas (Liker e Meier, 2006).

O senso comum determina que todas as atividades, para serem realizadas e controladas de forma mais eficiente, devem ser agrupadas em grandes quantidades e por tipo. Para além disso, é também senso comum que uma boa gestão de um sistema de produção traduz-se em manter sistematicamente os trabalhadores ocupados e todas as máquinas a trabalhar de forma a justificar o capital investido. No entanto, gerir, manter e coordenar toda esta rede de máquinas e pessoas a produzirem lotes exagerados é complicado e dispendioso. É o chamado “desperdício da complexidade” (Liker e Meier, 2006).

Surge então Taichi Ohno e os seus colaboradores que, com a ideia de eliminar desperdícios, concluíram que a forma mais eficaz de produzir seria através de um fluxo contínuo de pequenos lotes (Womack e Jones, 2003).

O principal objetivo da criação de um fluxo contínuo é ligar processos e pessoas de forma a que os problemas surjam para poderem ser resolvidos. Ohno descobriu que se reduzisse o inventário, os problemas surgiam e o sistema de produção era forçado a parar. Constatou que seria um bom sinal desde que o dano causado não fosse elevado e que as pessoas fossem capazes de resolver esses mesmos problemas, melhorando o processo. Constatou ainda que a chave do fluxo é a estabilidade dos processos. Sem ela, nenhum fluxo sobreviverá.

Pull

“Não faça nada até ser preciso; quando o for, faça-o rapidamente” (Womack e Jones, 2003).

De forma simplificada, o termo *pull* significa que ninguém a montante deve produzir um bem ou serviço até ao momento em que o cliente o requisita (na filosofia *lean*, a estação a jusante é encarada como cliente da que se encontra a montante) (Womack e Jones, 2003).

O sistema *pull* envolve técnicas como o *Kanban* que funciona como uma espécie de sistema de comunicação visual, de controlo visual e de padronização do trabalho (Liker e Meier, 2006).

À procura da perfeição

“Quando há um problema não continue a produção com a intenção de solucioná-lo mais tarde. Pare e corrija-o no momento” (Liker e Meier, 2006).

A procura pela perfeição remete para um dos conceitos principais da filosofia *lean*, designado por *Kaizen*, que tem como ideia base a melhoria contínua, ou seja, a procura pela redução e, inclusive, eliminação dos desperdícios. Esta procura permanente tem um efeito secundário benéfico pois proporciona um sentimento de insatisfação, no bom sentido, nos operários, isto é, estimula-os a encontrar formas de melhorar as atividades de valor acrescentado e a eliminar as restantes (Vieira, 2010).

Provavelmente, o aliado mais importante da perfeição é a transparência que existe num sistema *lean*, uma vez que toda a gente consegue ver tudo.

2.2.2 Desperdícios

Tal como Shingo afirmou “um processo é a sequência de quatro operações: transporte, inspeção, espera e transformação (atividades de valor acrescentado) repetidas várias vezes e melhoria é a eliminação de todas elas à exceção das que acrescentam valor” (Coimbra, 2013).

De um modo mais prático, o sistema *lean* nasceu com o objetivo de eliminar o desperdício. Este define-se como qualquer atividade que utiliza recursos e, no entanto, não gera valor: erros que necessitam de ser emendados, fabrico de produtos que ninguém quer, fases do processo desnecessárias, entre outros (Womack e Jones, 2003). Para Fujio Cho, antigo presidente da Toyota, desperdício é “tudo o que não seja o mínimo equipamento, matérias-primas e trabalhadores (tempo de trabalho) essencial para a produção”. (Jacobs e Chase, 2010)

Tendo em conta o conceito de desperdício, Feld (2001) distinguiu três tipos de atividades distintas dentro de um processo de produção:

- Atividades que geram valor: são todas as atividades que tornam um produto mais completo. Os clientes valorizam-nas e estão dispostos a pagar por elas:
 - A definição de valor é sempre do ponto de vista do cliente;
 - O resultado final deste conjunto de atividades é o pagamento por parte dos clientes;
- Atividades que não geram valor: são todas as atividades que consomem recursos e que não tornam o produto mais completo, ou seja, operações que não acrescentam valor do ponto de vista do cliente e pelas quais este não está disposto a pagar;
- Atividades necessárias que não acrescentam valor: tal como o nome indica, são todas as atividades que não acrescentam valor, mas pelas quais o cliente está disposto a pagar. Normalmente, são devidas a questões ambientais, tecnológicas, entre outras.

As atividades que não geram valor, ou de valor não acrescentado, são, para a Toyota, denominados por desperdícios. Para a Toyota existem sete grandes tipos de desperdícios:

1. Sobreprodução: fabrico de produtos mais cedo do que o previsto, ou em quantidades superiores à necessária. Provoca um aumento de inventário e uma maior ocupação do espaço, originando maior desorganização. Frequentemente, as empresas optam por produzir em excesso com o objetivo de anteciparem pedidos de clientes, de precaverem potenciais problemas de qualidade, ou simplesmente para manterem as linhas de produção ocupadas;
2. Espera: sempre que os operadores ou as máquinas estão à espera de algo que viabilize a produção. Habitualmente, os tempos de espera são consequência das avarias dos equipamentos, retrabalho, *setups*, falta de material/mão-de-obra, estrangulamentos na produção e, ainda, ineficiências do layout.
3. Transporte: sempre que existe movimento de material, mesmo que a distância percorrida seja curta. Deve-se, habitualmente, ao deficiente *design* do *layout* e/ou à falta de procedimentos de trabalho corretos.
4. Sobre processamento ou processamento incorreto: realização de operações desnecessárias ao fabrico de um produto devido a defeitos do design, à má definição dos requisitos do cliente final, à falta de instruções de trabalho e ao excesso de rigor nos critérios de qualidade;
5. Excesso de inventário: todo o material produzido que se encontra obsoleto, danificado, em movimento ou que faz parte do WIP (*Work In Progress*). Todo o stock existente significa dinheiro já investido e que ainda não teve retorno;
6. Movimento desnecessário: todo o tipo de movimentos que os operários realizam que não acrescentam valor ao produto, tais como: procurar ferramentas, empilhar produtos, caminhar, entre outras. Alguns destes movimentos podem ser eliminados com a mudança do layout ou com a padronização das operações;
7. Defeitos: produtos finais que não correspondem às especificações do cliente. Os produtos defeituosos podem ser reparados, consumindo recursos, ou podem ser considerados sucata, perdendo, se não for possível reciclar, todo o dinheiro investido na sua produção (Coimbra, 2013);

Taiichi Ohno acredita ainda que o primeiro desperdício é fundamental, uma vez que, é o precursor dos restantes: cria inventário, ocupa espaço e omite os verdadeiros problemas existentes na linha de produção fomentando atitudes menos exigentes por parte dos operários e, criando assim, o oitavo desperdício, a subutilização de pessoas (Vieira, 2010).

8. Subutilização de pessoas: não aproveitamento total das capacidades dos operários.

A Figura 4 é utilizada como uma metáfora na filosofia *lean*: se o inventário e o WIP baixarem, representados na Figura 4 pela água, a probabilidade de surgirem problemas na produção que até então estavam escondidos é elevada, representados na Figura 4 pelo barco e pelas rochas. No entanto, é mesmo essa a ideia desta filosofia: fazer surgir os problemas para que estes possam ser resolvidos.

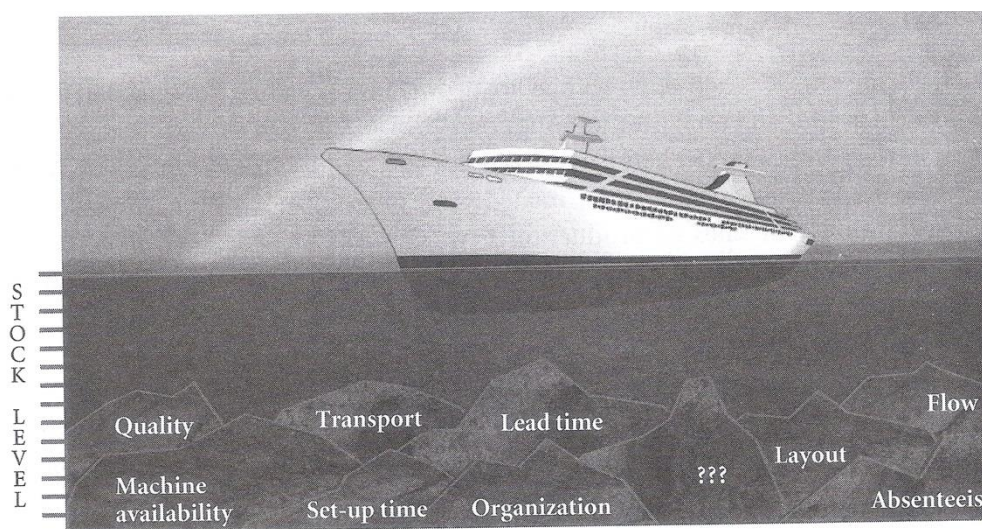


Figura 4 - Imagem Metafórica da Filosofia *Lean* (Coimbra, pag. 48, 2013)

Como se constata na Figura 5 é extremamente complicado adotar uma filosofia *lean* numa empresa que está habituada, há vários anos, a trabalhar com uma mentalidade que tem por base grandes lotes e inventários. Nestes casos, a implementação tem de ser realizada de forma gradual, começando com aspetos fáceis de alterar e de perceção óbvia para o operário. Ao ver que houve realmente alterações significativas haverá tendência a impor menos obstáculos às restantes mudanças.

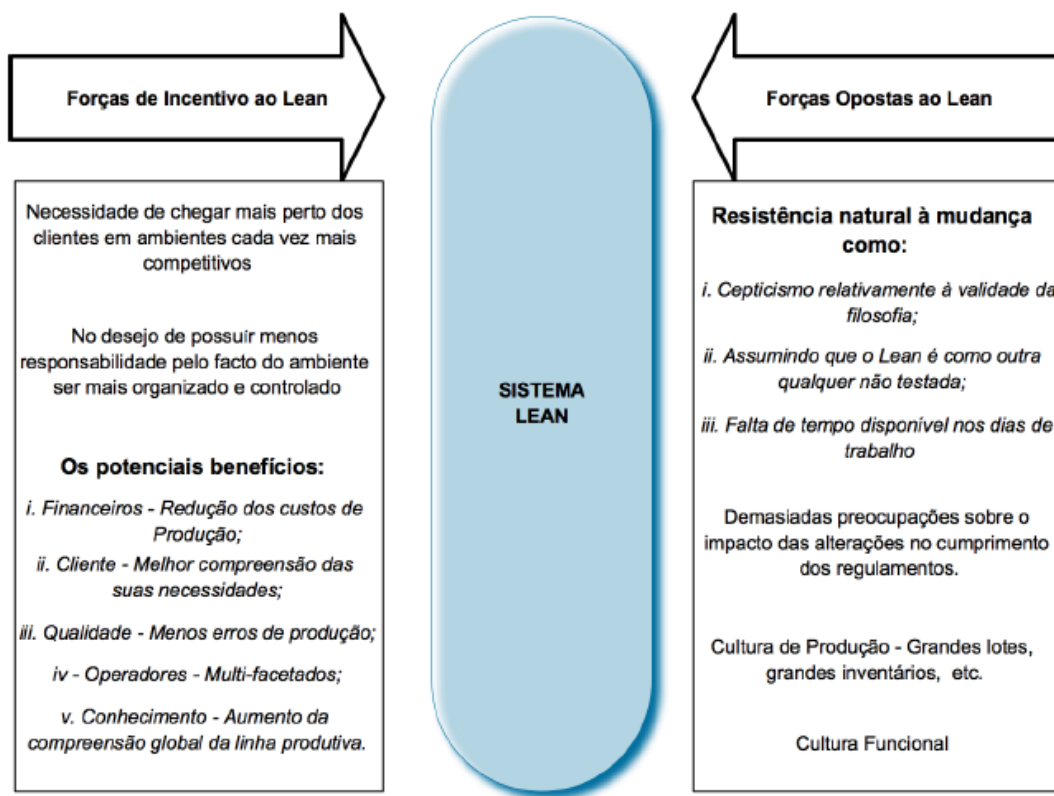


Figura 5 - Forças a favor e contra a implementação da filosofia *lean* (Vieira, pag. 8, 2010)

Em conclusão, *lean* é a filosofia que se rege pelo lema “Sem Desperdício”, que privilegia as constantes, embora pequenas, melhorias ao longo de um ano, ao invés de uma grande melhoria por ano. É uma estratégia focada na excelência em qualquer detalhe, independentemente do seu tamanho, onde o real valor do que é fabricado é definido pelo cliente (Carreira, 2005). O *lean* contribui para um aumento significativo na eficiência de uma linha de produção e apresenta uma elevada capacidade produtiva e de resposta às encomendas. A sua grande flexibilidade permite abranger uma vasta gama de produtos com excelente qualidade apresentando, simultaneamente, um stock mínimo (Vieira, 2010). No entanto, esta filosofia requer sacrifício de tempo e de recursos aquando da sua implementação, de forma a tornar possível a obtenção de proveitos no futuro (Carreira, 2005).

2.3 Metodologias

A aplicação prática da filosofia *lean* é apoiada por diversas metodologias e ferramentas. É de vital importância que, para além de as conhecerem, as empresas tenham consciência que a sua aplicação depende do contexto em que se encontram. Das diversas técnicas que fazem parte do glossário do *lean* apresentam-se de seguida aquelas que foram utilizadas neste projeto.

2.3.1 Gestão Visual

“Locais de trabalho visuais têm um ambiente de trabalho que é auto-organizado, auto-explicativo e encontram-se continuamente em melhoria” (CTCP, 2011)

Atualmente, a informação dentro de uma organização existe e está disponível, no entanto, a partilha da mesma é ineficiente (Bilalis et al, 2002).

O controlo visual é uma ferramenta que facilita a comunicação visual da informação e é extensível a todas as atividades de uma fábrica (Pereira, 2011). Assim, informações sobre as normas de trabalho, níveis de controlo de inventário, estado do processo, ferramentas de trabalho, entre outras, devem estar providos de auxílios visuais de modo a facilitar a transmissão de informação (Shingo e Dillon, 1989).

Para Mello (1998) e Hall (1987) esta informação deve estar disponível numa linguagem simples e acessível para que todos a vejam e entendam de forma fácil e rápida.

A gestão visual surge então como uma forma rápida, eficaz e sem grandes custos de evitar desperdícios de tempo e de recursos e, simultaneamente, auxilia os colaboradores a gerir os processos de forma mais autónoma (Pinto, 2009). Esta técnica permite atingir a transparência nos processos o que facilita a realização de ajustes no sentido de melhorar o seu desempenho (Parry e Turner, 2006).

Pode também ser utilizada como ferramenta motivacional. Um exemplo prático passa pela utilização de um quadro acessível a todos os colaboradores disponibilizando informação sobre o cumprimento do plano de produção e desempenho das linhas produtivas. Se a produção estiver próxima do objetivo, os colaboradores darão um pouco mais de si de forma a atingirem-no. Se, por outro lado, estiver longe, pode provocar um sentimento de constrangimento e uma mudança de rumo (Liker, 2004).

2.3.2 Padronização do trabalho

“A padronização do trabalho é a fundação do *Kaizen*” (Liker e Meier, 2006).

“É a base da estabilidade dos processos” (Liker e Meier, 2006).

Padronizar o trabalho significa alcançar um estado de fluidez nos movimentos do trabalhador de tal modo que o trabalho seja realizado com perfeita qualidade, no mais curto espaço de tempo possível (Coimbra, 2013). Esta fluidez de movimentos é alcançável se progressivamente se eliminar todo o trabalho que não acrescenta valor. Para Liker e Meier (2006) a criação de processos padronizados consiste em definir e clarificar os métodos que permitam obter os melhores resultados possíveis e torná-los consistentes.

É comum associar a padronização do trabalho a um conjunto de instruções que é dado ao operador. No entanto, todo o trabalho que é realizado no sentido da padronização funciona como uma análise ao desperdício associado à operação, ajudando na estabilização do processo (Liker e Meier, 2006).

Tal como a Toyota indica, a padronização do trabalho é a fundação do *Kaizen* uma vez que, com o trabalho padronizado, é possível aumentar a previsibilidade do *output* de cada processo através da definição da sequência de trabalho, evitando assim que cada operário execute os passos de um determinado processo da forma que lhe convém (Womack e Jones, 2003)

Para além disso, esta técnica auxilia também a formação de novos colaboradores.

Alguns pré-requisitos devem ser cumpridos para se proceder à padronização do trabalho:

1. A operação deve ser repetitiva: operações do género “Se A acontecer, então fazer B, mas se acontecer C, fazer D” não podem ser padronizadas;
2. O equipamento deve ser consistente: o seu tempo de inatividade deve ser mínimo;

3. É imperativo que os problemas de qualidade sejam mínimos: o produto final tem de ser consistente de forma a que o colaborador não tenha de constantemente corrigir os erros (Liker e Meier, 2006).

Para se proceder à padronização do trabalho deve percorrer-se as seguintes etapas:

1. Definir o objetivo – operação e procedimentos que se pretendem padronizar;
2. Observar a operação e procedimentos:
 - a. Calcular o tempo de ciclo (tempo diário de produção/quantidade necessária por dia);
 - b. Proceder ao estudo dos tempos;
 - c. Realizar o registo da produção.
3. Melhorar os procedimentos: encontrar formas de simplificar o trabalho, ou seja, formas de reduzir o desperdício;
4. Padronizar o trabalho: definir o novo método de trabalho baseado nas alterações feitas no passo anterior;
5. Consolidar os novos métodos: treinar os operários no sentido de tornar os novos métodos em hábitos inconscientes. Segundo a Toyota “se o colaborador ainda não aprendeu, então o instrutor ainda não ensinou”.

Aquando da implementação do trabalho padronizado, deve atentar-se ao seguinte:

- Envolver a gestão de topo;
- Assegurar que todos entendem a importância da padronização das operações;
- Verificar se os chefes dos sectores e todos os responsáveis pela formação acreditam no que ensinam e responsabilizá-los pela manutenção do trabalho padronizado;
- Afixar gráficos e textos descritivos das operações padronizadas;
- Esclarecer regularmente dúvidas que possam existir;
- Agendar regularmente *brainstorms* de forma a encontrar novas formas de melhorar as operações (Productivity Press, 2002).

2.3.3 Estudo dos Tempos e dos Métodos

Para se proceder à padronização é essencial o uso de uma outra técnica *lean*, o Estudo dos Tempos e Métodos. Esta técnica tem como objetivo determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica, segundo um método (Barnes, 1980). É, então, uma técnica que sujeita cada operação de uma dada sequência de trabalho a uma análise aprofundada, eliminando todas as operações desnecessárias de forma a aproximar-se ao melhor e mais rápido método de executar cada operação necessária (Maynard et al, 1948).

Entre os resultados produzidos pela utilização desta técnica destacam-se o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade e, como consequência, a diminuição dos custos das operações (Barnes, 1948).

O estudo dos métodos é constituído por três técnicas:

- Análise visual – contribui para o conhecimento geral da realidade da linha produtiva;
- Entrevistas informais – facultam pormenores importantes para a compreensão do modo de funcionamento de cada sector (Vieira, 2010);
- Experimentação.

O procedimento do estudo dos métodos consiste em definir o problema e separar o trabalho em tarefas, analisando-as individualmente, de modo a determinar qual o melhor método, nunca descuidando o controlo do mesmo de forma a garantir que ele é realmente colocado em prática (Costa, 2007).

Quanto ao estudo dos tempos, estes podem ser calculados de três formas distintas:

- Estimativas – menos rigoroso;
- Histórico de tempos – mais rigoroso;
- Medições:
 - Observações instantâneas – menos rigoroso;
 - Cronometragens – mais rigoroso.

Também incluído no vasto campo do estudo dos métodos e dos tempos, há a responsabilidade de seguir o dia-a-dia de trabalho dos operários, garantindo que os novos procedimentos são executados e respeitados e que os operários são recompensados pelo seu trabalho, competências, responsabilidades e experiência (Niebel, 1993).

2.3.4 PDCA

O ciclo PDCA (Figura 6) é uma metodologia de resolução de problemas baseado no conceito da melhoria contínua. Foi idealizado em 1920 por Walter Shewart e tornado popular nos anos 50 por intermédio de W. Edwards Deming aquando da sua implementação no sistema de produção da Toyota (Monden, 1998).

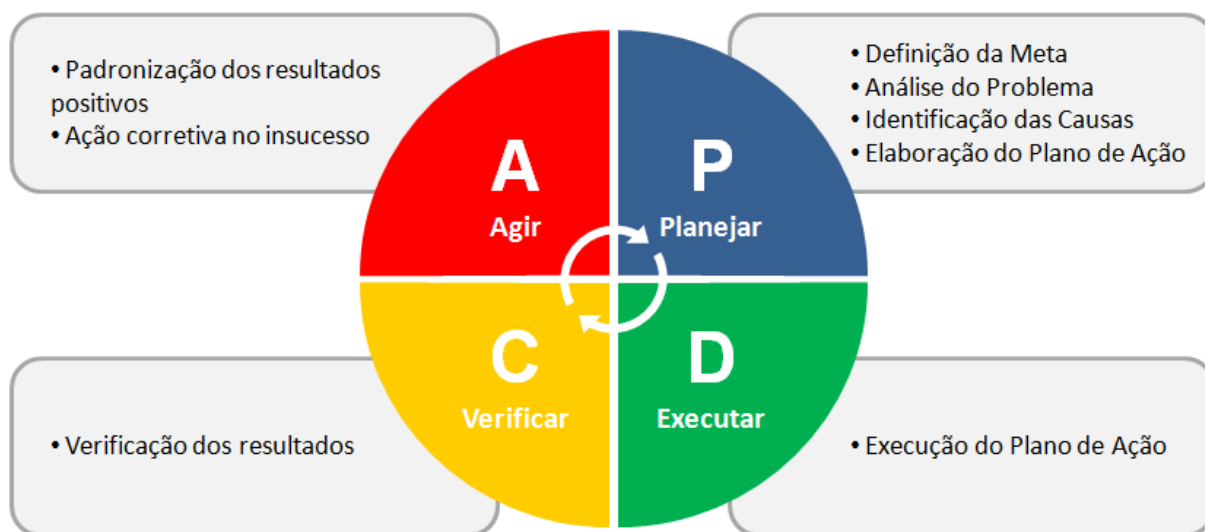


Figura 6 - Representação do ciclo PDCA (Folha Virtual do Leite, 2018).

Esta ferramenta *lean* funciona como um processo repetitivo que visa atingir determinadas metas pré-estabelecidas. É uma metodologia simples de realizar e muito eficaz na procura de soluções para variadíssimos problemas, tornando-a numa ferramenta universal. No entanto, a sua utilização por parte das empresas ainda é bastante reduzida, pois necessita de um certo nível de formalidade, rigor e tempo para a sua total implementação.

Esta metodologia, tal como todas as ferramentas *lean*, não tem um final definitivo, uma vez que nunca se atinge a perfeição. Este ciclo é constituído por quatro fases descritas de seguida, sendo que a primeira é a que consome mais tempo (cerca de 80% do tempo total).

1. Planear (Plan) – identificar e descrever o problema;
 - a. Observar o problema;
 - b. Recolher dados;
 - c. Analisá-los;
 - d. Estabelecer as causas dos problemas encontrados;
 - e. Encontrar soluções.
2. Executar (Do) – realizar o projeto conforme o plano de ações:
 - a. As implementações devem ser sequenciais;
 - b. Dar prioridade às que tenham maior impacto positivo (maior facilidade em implementar vs. menor custo).
3. Verificar (Check) – avaliar o processo, verificar e validar resultados;
4. Agir (Act) – atuar de acordo com as conclusões retiradas da fase anterior:
 - a. Quando bem-sucedido, padronizar o novo processo e formalizar a sua implementação;
 - b. Quando mal-sucedido, investigar as causas e voltar ao início do ciclo (Dias, 2016) (Almeida, 2012).

2.3.5 Nivelamento

“A gestão dedica grande parte do tempo ao esforço da contenção em vez da atividade de fortalecimento” (Liker e Meier, 2006).

O processo de nivelamento consiste em várias operações de planeamento que convertem várias ordens em lotes programáveis e lançam uma sequência de produção otimizada, que respeite a capacidade do processo produtivo e suavize as quantidades a serem produzidas (Coimbra, 2013).

O que se constata em grande parte das empresas é um esforço hercúleo durante um certo período de tempo de forma a cumprir prazos, e depois descanso. No entanto, para a Toyota, é preferível um trabalho que embora mais lento, seja mais consistente (“Seja mais como a tartaruga e não tanto como a lebre”) (Liker e Meier, 2006). O nivelamento, para além da consistência em termos de quantidade, também está relacionado com a consistência em termos de variabilidade (Liker e Meier, 2006).

Existem duas formas de se proceder ao nivelamento, dependendo dos tempos de *setup* das máquinas existentes no processo produtivo. No presente projeto os tempos de *setup* na maior parte das máquinas são significativos e, nesse caso, segundo Coimbra (2013), é necessária a existência de uma *lot-making box* (caixa de produção de lotes) na qual se vão acumulando as ordens até se perfazer uma quantidade igual à capacidade diária da produção, tendo em conta que o objetivo final da filosofia *lean* é a eliminação desta caixa (reduzir ao mínimo os tempos de *setup*).

Em relação ao nivelamento da variabilidade da produção, recorre-se ao termo japonês *Heijunka*, que significa, tornar suave. A maior parte das referências bibliográficas indicam que este conceito se baseia no conceito de “produzir todas as peças, todos os dias” (Liker e Meier, 2006), uma vez que os clientes, normalmente, não encomendam em quantidades grandes. No entanto, a produção de grande parte das empresas funciona desse modo. O objetivo é produzir em menores quantidades, mas de forma alinhada com as encomendas dos clientes.

Frequentemente, as empresas alegam que a sua falta de nivelamento se deve à falta de nivelamento dos clientes, ou seja, os pedidos destes são realizados de forma esporádica e não frequente. Esse facto pode ser combatido através de:

- Os produtos que movem um grande volume de encomendas, produzem-se para *stock*;
- Os produtos cujas encomendas sejam menos previsíveis, produzem-se consoante as encomendas dos clientes (Liker e Meier, 2006).

Concluindo, o nivelamento consiste na produção de uma quantidade consistente em termos de volume e variedade, otimizando a sua sequência de produção.

2.4 *Lean* e a Psicologia

Desde o seu nascimento que a filosofia *lean* coloca muito ênfase no bem-estar dos trabalhadores. O respeito pela pessoa, muito característico da mentalidade japonesa, é demonstrado nos contratos de longa duração e na manutenção dos salários nos tempos de crise, entre outros. Esta confiança depositada nos colaboradores é reconhecida e retribuída. É, portanto, uma “*win-win situation*”.

Mas o conhecimento da psicologia humana que está por trás do *lean*, vai muito além das garantias de permanência na empresa que são dadas aos trabalhadores.

Miholy Csikszentmihalyi é um psicólogo húngaro que dedicou 25 anos do seu trabalho revertendo o foco habitual da psicologia. Ou seja, em vez de perguntar às pessoas o que fazia com que elas se sentissem mal, explorou aquilo que as fazia sentir bem.

Para tal, forneceu *beepers* aos seus pacientes que emitiam um sinal sonoro em intervalos de tempo aleatórios. Os pacientes tinham apenas de registar o que estavam a fazer no momento em que ouviam o som dos *beepers* e como se estavam a sentir. Após dados fornecidos por milhares de pessoas espalhadas pelo mundo todo, chegou a algumas conclusões muito simples. O tipo de atividades que as pessoas em todo o mundo relataram, consistentemente, como mais gratificantes, envolviam um objetivo claro e uma sensação de desafio. Eram atividades que requeriam uma necessidade de concentração tão intensa que não dava espaço para desatenções, interrupções e distrações, onde o feedback era claro e imediato sobre o progresso em direção ao objetivo.

Quando as pessoas se encontram nestas condições perdem a autoconsciência e a sensação do tempo a passar. Relatam que a tarefa em si se torna o fim, em vez de um meio para algo mais satisfatório, como dinheiro ou prestígio.

As condições clássicas de trabalho em grandes lotes não são propícias ao fluxo psicológico. O trabalhador pode ver apenas uma pequena parte da tarefa e, habitualmente, não existe feedback.

Por outro lado, o trabalho numa organização onde o valor é feito fluir continuamente, cria as condições para o fluxo psicológico. Todos os colaboradores têm feedback imediato sobre se o seu trabalho foi feito corretamente e podem ver o estado de todo o sistema (Liker e Meier, 2006).

3 Enquadramento do Ambiente Empresarial

No presente capítulo abordou-se com algum detalhe o ponto de situação inicial da fábrica de serras circulares. Procedeu-se a uma descrição do processo produtivo e, simultaneamente, identificaram-se as oportunidades de melhoria encontradas.

3.1 Caracterização Geral da Fábrica das Serras Circulares

A fábrica das serras circulares é uma unidade industrial constituída por 12 áreas. Nela circulam dois tipos de serras:

- Serras *standard*: serras que existem em catálogo e, conseqüentemente, em stock. São, as serras que não se destinam apenas a um cliente, mas a vários. Equivalem a 70% da produção total.
- Serras especiais: designadas pela letra S. São serras produzidas à medida do cliente e, portanto, referências únicas. Equivalem a 30% da produção.

Na fábrica circulam dois fluxos diferentes, dependendo do tipo de plaquetes que possuem:

- Metal duro (carboneto de tungsténio);
- Diamante, designadas pelas letras A ou E.

A principal diferença entre os dois fluxos centra-se no processo de afiamento dos dentes. Enquanto que as de metal duro são afiadas no pavilhão das serras, as de diamante são enviadas para o pavilhão vizinho de forma a sofrerem essa operação. É importante também realçar que as serras de diâmetro pequeno (inferior a 80 mm), tal como as de diamante, têm de ser afiadas na unidade industrial das fresas, por falta de equipamento capaz na secção das serras.

3.2 Áreas

Para uma melhor perceção das medidas tomadas durante o período de trabalho que conduziu a esta dissertação, surge a necessidade de descrever as 12 diferentes áreas da fábrica das serras circulares.

3.2.1 Corte a Laser

O corte a laser (Figura 7) é o primeiro processo de todo o sistema produtivo. O material mais utilizado no fabrico de serras é o aço 75 CR 1. De forma resumida, o funcionamento desta área consiste em:



Figura 7 - Laser utilizado no fabrico de serras

- O colaborador recebe os desenhos via computador das serras que tem de produzir;
- De acordo com a espessura e o tamanho das serras a produzir escolhe a chapa de aço mais adequada;
 - Com o auxílio do porta-paletes retira a chapa das estantes e coloca-a junto ao laser;
 - Para algumas espessuras existe mais do que uma dimensão de chapa. Tendo em conta o diâmetro da serra, o colaborador do laser escolhe aquela que permite o menor desperdício de aço.
- O programa da máquina converte o desenho para o formato adequado e o colaborador dispõem as serras ao longo da chapa, iniciando o corte;
- No final, o colaborador recolhe as serras e retira a chapa do laser, colocando-a num contentor próprio.

Como o corte a laser não é perfeito, permanece alguma rebarba nas serras. De forma a removê-la é necessário lixá-las numa lixadora como a ilustrada nas Figuras 8 e 9. A lixagem das serras pode ser realizada de duas formas:

- Ou o colaborador do forno vem auxiliar o do laser e permanecem um de cada lado da lixadora (um a alimentá-la, o outro a recolher as serras);
- Ou, nas alturas em que só há um colaborador disponível, este tem de colocar as serras na lixadora e, em passo acelerado, recolhê-las.



Figura 8 - Vista de perfil da Lixadora.



Figura 9 - Lixadora.

1ª Oportunidade de Melhoria Identificada: forma de utilização ineficiente da lixadora.

3.2.2 Forno

Após o corte a laser e posterior passagem na lixadora, as serras estão prontas a sofrer um revenido de forma a baixar a sua dureza de 48.50 para 42.44 HRC. Para tal, existe o forno como o representado na Figura 10.



Figura 10 - Forno

De forma resumida, apresentam-se de seguida as etapas desta área:

- Consoante o diâmetro das serras, o colaborador do forno agrupa-as de forma a colocá-las nos pratos (Figura 11);



Figura 11 - Pratos

- Em cada prato, a altura de todas as serras em conjunto não pode exceder os 60 mm.
- Após as serras serem colocadas no prato inferior, um ímã (Figura 12), içado por uma ponte móvel, permite colocar o prato superior por cima das serras, dando o aspeto de “sanduíche”, como se vê na Figura 13;



Figura 12 - Ponte Móvel e Ímã



Figura 13 - Prato Montado

- Os pratos são então colocados num carro (Figura 14) e seguem para o forno;
 - Cada carro pode apenas conter 4 níveis de pratos;

- Cada ciclo no forno demora em média 16h.
- Após terminado o revenido, os pratos são retirados do forno e desmontados. Antes de poderem ser utilizados novamente, devem ser lixados.



Figura 14 - Carros (o da esquerda pronto a ir ao forno, o da direita à espera de ser montado)

Um dos maiores obstáculos presente nesta área é a pouca flexibilidade que o forno permite ter na produção. Ou seja, é frequente acontecer que o conjunto de serras B, que deveria ir ao forno após o A, entra antes pois o seu tamanho adequa-se melhor à fornada. No entanto, este puzzle constante de pratos é a única forma de se conseguir produzir a quantidade necessária. Como consequência direta identifica-se desde logo problemas no cumprimento dos prazos. Este problema já está resolvido, uma vez que foi adquirido um forno novo que estará apto a trabalhar em 2018.

3.2.3 Retificação do Corpo

As serras no laser são cortadas numa espessura superior à espessura final da serra pois as chapas de aço das quais são cortadas apresentam pequenas irregularidades.

Há então a necessidade de retirar o excesso de espessura, processo que é realizado na retificação do corpo. Esta célula é constituída por duas máquinas manuais (Figura 16) e uma automática (Figura 17). Nas primeiras, o trabalho que o colaborador tem de realizar é relativamente simples:

- Verificar a espessura inicial da chapa, utilizando uma mesa de medir espessuras (Figura 15) e a final, recorrendo à ordem de fabrico;



Figura 15 - Mesa Medidora de Espessura.

- De acordo com o diâmetro da serra e a espessura a retirar optar entre polir e retificar;

- Para os dois casos é necessário colocar na máquina as dimensões principais da serra: diâmetro da serra e do furo;
- Se a escolha recair sobre o polimento e sabendo que a máquina retira uma centésima de milímetro em cada passagem (este valor é o mais comumente utilizado, no entanto pode ser alterado), calcular o número de passagens a realizar;
- Se a escolha recair sobre a retificação, introduzir na máquina a espessura inicial e final da chapa.
- Colocar a serra na máquina e iniciar a retificação/polimento;
- Quando o primeiro lado acabar:
 - Se for a primeira serra verificar se a espessura está de acordo com os parâmetros utilizados. Se a conclusão for positiva (o que acontece 90% das vezes) então colocar a serra novamente na máquina, mas agora com a face por retificar voltada para o exterior. Se a conclusão for negativa, realizar novos cálculos;
 - Se o processo já estiver acertado, virar apenas a serra e reiniciar o processo;
 - Fazer a inspeção visual de forma a garantir o seu bom acabamento (jogar com a velocidade da máquina e da mó).
- Após o segundo lado terminar, verificar se a serra se encontra na espessura correta, se necessita de ser novamente polida/retificada ou se se encontra “morta” (espessura inferior à desejada).



Figura 16 - Máquina Retificadora de Corpos Manual em Funcionamento.



Figura 17 - Máquina Retificadora de Corpos Automática.

A máquina automática é idêntica às máquinas manuais, constituindo a principal diferença no facto de não ser necessário virar a serra, uma vez que a máquina executa essa operação.

Após serem retificadas, as serras devem ser lavadas. Com esse intuito, existe uma máquina de lavar como a ilustrada na Figura 18.



Figura 18 - Máquina de Lavar

3.2.4 Tensionamento e Endireitamento

Para que as vibrações das serras em esforço sejam mínimas é necessário introduzir-lhes tensões. Na fábrica das serras existem três máquinas para esse efeito: duas manuais (Figura 19) e uma automática (Figura20).

Enquanto que na máquina automática basta carregar o carro, escolher o diâmetro e a pressão do tensionamento e a máquina trabalha sozinha (sendo apenas necessário recarregar o carro com as serras viradas ao contrário), nas máquinas manuais é necessário introduzir a serra uma a uma. É, portanto, adequado que na primeira se tensionem as grandes séries e, nas segundas, as pequenas séries e as especiais. Há ainda dois casos a considerar:

- As serras que não levam tensionado e que, portanto, passam diretamente para a próxima fase do processo (endireitamento);
- As serras que contêm raspadores: estas serras têm de ser obrigatoriamente tensionadas nas máquinas manuais se o diâmetro do tensionamento os intercepar.



Figura 19 - Máquina Tensionadora Manual.



Figura 20 - Máquina Tensionadora Automática.

Após o tensionamento, o colaborador procede ao endireitamento da serra. Normalmente, serras com diâmetro inferior a 250 mm não necessitam dessa operação, no entanto são também controladas. Nesta área, o endireitamento realiza-se recorrendo à máquina ilustrada na Figura 21 e, tal como na lixadora, pode ser utilizada recorrendo a um ou a dois colaboradores.



Figura 21 - Máquina Endireitadora.

2ª Oportunidade de Melhoria Identificada: ineficiência na alimentação e recolha das serras na máquina de endireitar (semelhante à 1ª oportunidade de melhoria)

3.2.5 Retificação do Furo

A retificação do furo é, tal como o nome indica, a área onde se trata de tudo o que esteja relacionado com os furos que a serra possa conter, desde a sua retificação ao seu escareamento. É uma célula constituída por cinco máquinas:

- Retificadora de furos para séries (Figura 22): nesta máquina colocam-se pilhas de serras com o mesmo diâmetro do furo até perfazerem 80mm de altura e, através de um veio que possui movimento de translação (vertical) e rotação, retificam-se os furos;



Figura 22 - Máquina Retificadora de Furos para Séries.

- Torno (Figura 23): esta máquina serve também para retificar furos (movimento de translação horizontal e de rotação de um veio), no entanto, só permite que se retifique uma serra de cada vez. No entanto, a exatidão do torno fica aquém da retificadora de furos e, portanto, é necessário que as serras passem pela lixadora (Figura 23);
- Escareadora de furos do torno (Figura 23): as serras saídas do torno vêm com rebarba e é obrigatória a passagem por esta máquina de forma a removê-la;
- Escareadora de furos: em certas serras é necessário escarear furos e essa atividade demorada é realizada nesta máquina.



Figura 23 - Do mais longe para o mais perto: Torno, Lixadora e Escareadora de Furos do Torno.

3.2.6 Retificação dos Encaixes

Após a retificação do furo, procede-se à retificação dos encaixes. Esta atividade tem como objetivo facilitar e melhorar o trabalho realizada na soldadura. Isto é, de forma a que as plaquetas fiquem soldadas corretamente é necessário que os dentes da serra estejam retificados (a área de contacto é maior em superfícies lisas do que em superfícies rugosas).

Esta célula é constituída por 4 máquinas, 2 manuais (Figura 24) e 2 automáticas, sendo que também se podem adaptar mais duas máquinas (manuais) que já não são utilizadas pelo afiamento. O trabalho do colaborador que se encontra nesta área consiste em acertar as máquinas consoante o tipo de serra (diâmetro da serra, dimensão e ângulo do dente, entre outros). Depois de acertada, a máquina trabalha por si:

- Cada máquina possui uma mó animada de movimento de translação e de rotação;
- A cada avanço retifica um dente;
- Existe um mecanismo em cada máquina que, após o movimento de recuo da mó, gira a serra de forma a que um dente ainda não retificado fique pronto a retificar;
- Nas máquinas manuais é necessário trocar de serra quando todos os dentes da serra estiverem retificados.

Após a retificação do encaixe estar concluída o colaborador desta área procede à lavagem das serras numa máquina idêntica à que se encontra na retificação do corpo.

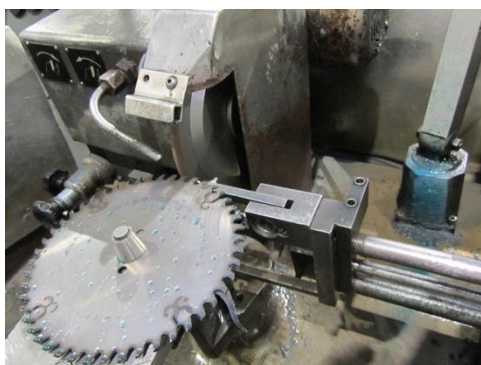


Figura 24 - Máquina Manual Retificadora dos Encaixes.

3.2.7 Soldadura

A sétima e a oitava áreas do processo produtivo são a soldadura e a decapagem, respetivamente. Estas áreas encontram-se num ambiente isolado da restante produção (Figura 25).



Figura 25 - Ambiente isolado onde se encontra a Soldadura e a Decapagem.

A soldadura é constituída por quatro máquinas automáticas (Figuras 26 e 27) e duas manuais.



Figura 26 - Máquina de Soldar Automática.

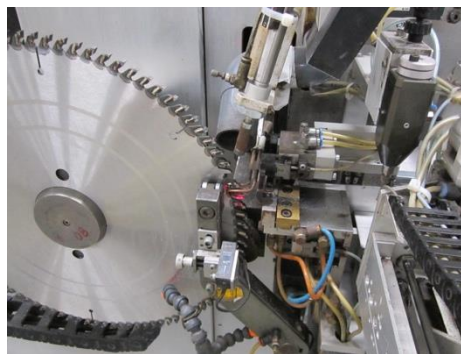


Figura 27 - Pormenor da Máquina de Soldar automática.

Dentro da área da soldadura existem dois processos distintos:

- A soldadura de plaquetes nos dentes – realizada numa das máquinas manuais e nas máquinas automáticas;
- A soldadura de raspadores – realizada na outra máquina manual.

Os raspadores têm como objetivo auxiliar os dentes das serras a cortar materiais muito densos.

A grande maioria das serras são destinadas à soldadura automática exceto:

- Serras cujo diâmetro seja inferior a 100 mm ou superior a 850 mm;
- Serras que contenham dentes de ângulo axial;
- Serras que necessitem de plaquetes cujas dimensões excedam os 10,5x7,5 mm;
- Algumas serras finas.

O trabalho do colaborador que se encontra na soldadura automática baseia-se no seguinte:

- Identificação da plaquete a utilizar – a referência respetiva encontra-se no desenho e pode ser constituída (a plaquete) por carboneto de tungsténio ou por diamante;
- Escolha da solda a utilizar – na seleção da solda, o colaborador tem de ter em atenção as seguintes premissas:
 - A solda tem de ter uma espessura maior que a da serra e menor que a da plaquete;
 - Para certos tipos de serras a percentagem de cobre presente na solda tem de ser maior do que o normal, uma vez que são serras sujeitas a maior esforço;
- O processo da soldadura é realizado automaticamente, tendo o colaborador de ter em atenção ao seguinte:
 - Em serras cuja distância entre dois dentes consecutivos seja pequena, a sua soldadura deve ser realizada intercaladamente, ou seja, no formato dente sim, dente não, ou até, com um espaçamento de dois dentes;
 - O centramento, isto é, a plaquete tem de estar centrada no dente da serra;
 - As máquinas não são perfeitas e, portanto, são necessários a inspeção visual e o controlo constante da máquina.

Na soldadura manual o processo de identificação da plaquete e da escolha da solda é idêntico, no entanto, a soldadura é realizada manualmente, numa tarefa que requer elevada concentração e precisão.

3.2.8 Decapagem

A decapagem segue a soldadura e tem como objetivo retirar a solda em excesso deixada pela soldadura. Este processo é realizado recorrendo a disparos de jatos de granalha. A diferença entre uma serra antes e após a decapagem encontra-se ilustrada nas Figura 28 e 29.



Figura 28 - Serra antes da Decapagem.



Figura 29 - Serra após a Decapagem.

Nesta área encontram-se três máquinas manuais e duas automáticas. Enquanto que nestas últimas, basta acertar a máquina e colocar as serras na máquina, nas primeiras é tudo realizado manualmente (disparos e troca de serras).

3.2.9 Polimento

Este processo destina-se a reduzir ao mínimo a rugosidade das serras, consequência do processo da retificação do corpo.

Nesta secção encontram-se quatro máquinas sendo que metade são manuais (Figura 30) e a outra metade automáticas. As máquinas são bastante semelhantes no modo de funcionamento, tendo o colaborador de inserir o diâmetro da serra, do decapado e do furo. A única diferença prende-se com o facto de que nas máquinas manuais o movimento da árvore, a viragem e a troca de serras ter de ser realizado manualmente.



Figura 30 - Polidora Manual.

3.2.10 Controlo Intermédio

Após o processo de endireitamento das serras, estas sofrem cinco processos distintos que, de uma maneira ou de outra, as podem empenar. Os processos mais críticos são a soldadura, devido ao calor que é induzido na serra, e a decapagem, devido aos jatos de areia. Surge então a necessidade de possuir um controlo intermédio com o objetivo de endireitá-las, para que o afiamento dos cortantes seja o mais correto possível.

Nesta área, ao contrário do que sucede na área de tensionar, não é possível dispor de uma máquina de endireitar, uma vez que esta operação esmagaria as plaquetes previamente soldadas. O endireitamento da serra é então efetuado manualmente recorrendo a um martelo. O trabalho dos dois colaboradores presentes nesta secção consiste em medir o batimento, através de um medidor (Figura 31). Se a serra possuir batimento, então deverá ser sujeita a algumas pancadas secas do martelo. Após as marteladas, deve medir-se novamente a serra. Este processo é repetido até a serra não apresentar batimento, ou este ser menor que o máximo permitido. O trabalho nesta área requer elevada concentração e paciência.



Figura 31 - Medidor de batimento.

Todas as serras são sujeitas a este controlo. Para além da verificação do batimento, os colaboradores realizam uma inspeção visual de forma a controlar a soldadura e a decapagem. Possuem também um mecanismo para a verificação da retificação do furo.

3.2.11 Afiamento

A penúltima etapa do processo de produção das serras circulares é o afiamento. Nesta área, tal como o nome indica, afiam-se as plaquetes soldadas aos dentes. Existem três tipos de afiamento: lateral, ao diâmetro e à cara.

Nesta área existem catorze máquinas manuais (apenas se utilizam sete) (Figura 32) e cinco trens automáticos (Figura 33), distribuídos da seguinte forma (Tabela 1):

Tabela 1 - Distribuição das Máquinas do Afiamento.

TIPO DE MÁQUINA	FUNÇÃO
4 Trens	1 Máquina afiadora da lateral
	2 Máquinas afiadoras do diâmetro e da cara
1 Trem	1 Máquina afiadora da lateral
	1 Máquina afiadora do diâmetro e da cara
7 Máquinas Manuais	2 Máquinas afiadoras da lateral
	2 Máquinas afiadoras do diâmetro
	2 Máquinas afiadoras da cara
	1 Máquina afiadora de segmentos

Das sete máquinas de afiar manualmente que não se utilizam, duas podem ser adaptadas, como dito anteriormente, à retificação de encaixes. As restantes não se utilizam pois são máquinas antigas que requerem elevados tempos de *setup*.

O trabalho do colaborador destinado às máquinas automáticas consiste em:

- Acertar a primeira máquina dos trens consoante o tipo de afiamento que se pretende na serra. Após a primeira serra estar afiada lateralmente, o colaborador deve recorrer a um micrómetro e a um comparador de forma a verificar se o afiamento está correto. Se tal se verificar, então coloca-se a máquina a funcionar continuamente, fazendo a inspeção visual regularmente. Se o afiamento estiver incorreto, então regressa ao início do procedimento;
- Após a segunda máquina afiar ao diâmetro e à cara, o colaborador deve utilizar o ampliador que se encontra na área do controlo final para verificar se o afiamento ao diâmetro está correto. Para o afiamento à cara, basta uma inspeção visual.

Em relação ao colaborador responsável pelas máquinas manuais, o procedimento é em tudo semelhante ao das automáticas, à exceção de, quando uma serra acabar de ser afiada, ter de trocá-la por outra por afiar.



Figura 32 - Máquina Afiadora Manual.



Figura 33 - Trem de Afiamento Automático.

3.2.12 Controlo Final

A última estação é o controlo final. Tal como ocorre no controlo intermédio, todas as serras são sujeitas a um controlo que pretende verificar se estas cumprem todos os requisitos, isto é, se

não existem não-conformidades. Dentro destas, o controlo final consegue controlar os seguintes processos:

- Soldadura (dentes partidos);
- Polimento;
- Controlo Intermédio (existência de batimento);
- Afiamento (cortantes por afiar, cortantes com espessuras mais fortes, entre outros).

As não-conformidades relacionadas com o controlo intermédio só conseguem ser identificadas num ampliador, embora existam não-conformidades do afiamento que são facilmente vistas a olho nu.

Esta área possui dois ampliadores (Figura 34) que auxiliam o colaborador na verificação das serras. Este tem de acertá-los para a serra em questão e verificá-la dente a dente. Se estiver conforme os requisitos então segue para a gravação que se realiza no pavilhão vizinho. Se tal não acontecer (a serra não estiver conforme os requisitos), há duas opções: ou vai para a sucata (se não tiver solução – muito raro acontecer), ou então volta para a área de onde provém a não-conformidade.



Figura 34 - Ampliador

3ª Oportunidade de Melhoria Identificada: deficiente inspeção visual por parte dos afiadores.

3.3 Características da Área de Serras Circulares

Atualmente, existem 27 elementos a colaborar na fábrica, no entanto, este número subirá para 29 em 2018 (há um colaborador que está de baixa e será substituído e será contratado outro elemento).

Estes 29 elementos estão divididos da seguinte forma:

- 26 destinados à produção – manuseamento de máquinas;
- 1 pertencente à manutenção;
- 1 estagiário em engenharia da gestão da produção;
- 1 chefe de produção.

Todos os elementos trabalham em turnos de oito horas, sendo que o período de trabalho está dividido como apresentado na Tabela 2:

Tabela 2 - Período de trabalho dos colaboradores

TURNO	HORÁRIO
1 (T1)	6h00-14h00 com 10 minutos de intervalo
2 (T2)	14h00-22h00 com 10 minutos de intervalo
3 (T3)	22h00-6h00 com 10 minutos de intervalo
Normal 1 (TN1)	7h30-16h40 com 1 hora para almoço e 10 minutos de intervalo
Normal 2 (TN2)	8h30-17h30 com 1 hora para almoço

A rotação entre os turnos 1, 2 e 3 é realizada semanalmente.

Na Tabela 3 caracterizam-se as diferentes áreas no que diz respeito ao número de colaboradores, turnos e horários de trabalho:

Tabela 3 - Caracterização das diferentes áreas

ÁREA	Nº COLABORADORES	Nº TURNOS	HORÁRIO	OBSERVAÇÕES
Laser	1	1	T1	
Forno	1	1	TN1	
Retificação Corpo	3	3	T1, T2, T3	
Tensionamento endireitamento	2	1	TN1	O colaborador que se encontra de baixa destina-se a esta área
Retificação Furo	2	1	TN1	
Retificação Encaixes	1	1	T2	
Soldadura	4	3	T1, T2 e T3 - automáticas TN1 - manual	
Decapagem	1	1	TN1	
Polimento	1	1	TN1	
Controlo Intermédio	2	1	TN1	
Afiamento	6	3	T1, T2, T3	
Controlo Final	2	1	TN1	O colaborador que será contratado destina-se a esta área.
Manutenção	1	1	TN1	
Chefe de Produção	1	1	TN2	
Estagiário	1	1	TN2	

Em algumas áreas existiam quadros *Kaizen* de forma a registar a produção e as não conformidades e a identificar as OF mais atrasadas. No entanto, estes quadros encontravam-se desatualizados no que diz respeito ao número de equipamentos e ao seu preenchimento.

4ª Oportunidade de Melhoria Identificada: retomar as reuniões diárias com os colaboradores das diferentes áreas de forma a atualizar os quadros *Kaizen* e, simultaneamente, dar o feedback do trabalho realizado. Criar novas folhas *Kaizen*.

3.4 Gestão Visual

Ao longo das diversas áreas da fábrica das serras é possível identificar a utilização de variadas ferramentas de gestão visual. A título de exemplo é possível enumerar as seguintes:

- Marcações delimitadoras de áreas no chão – cor amarela (Figura 35);
- Dispositivos *Andon* (Figura 36) – dispositivos luminosos nos quais, a uma determinada cor ou combinação de cores, corresponde um estado (em produção, avaria, erro, entre outros) de uma determinada máquina;
- Placas identificadoras das máquinas (Figura 37);
- Écrans espalhados pela fábrica com o planeamento para o dia, seguindo a regra FIFO;
- Técnicas da ferramenta 5S (Figura 38).

Ficou claro desde início que os colaboradores não recorriam aos écrans, uma vez que a informação presente nestes pouco os auxiliava.

5ª Oportunidade de Melhoria Identificada: alterar a informação presente nos écrans tendo em conta o novo método de planeamento.

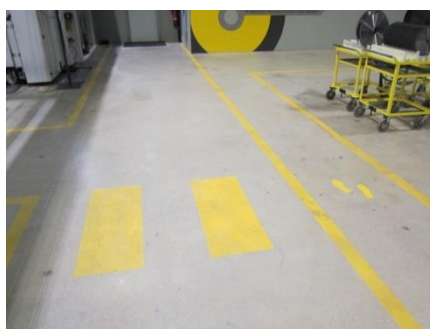


Figura 35 - Marcações delimitadoras de áreas no chão.



Figura 36 - Dispositivos Andon.



Figura 37 - Placas identificadoras das máquinas.



Figura 38 - Técnicas da ferramenta 5S.

3.5 Work in Progress (WIP) e Planeamento

Inicialmente, cada área continha um *buffer* que variava entre 1.000 e as 2.000 serras, sendo que a única exceção era a retificação do corpo que possuía um WIP de 6.000 serras. Após pequenas entrevistas informais com os colaboradores da área foi perceptível a falta de motivação originada

pelas enormes quantidades de serras à espera de serem retificadas. Para além disso, após observação atenta nesta área, constatou-se que, frequentemente, as serras que saíam do forno eram colocadas em cima das que tinham saído anteriormente (Figura 39) e, como consequência disso, serras cujo prazo acabava numa data mais próxima eram as últimas a serem colocadas nas máquinas da retificação do corpo.

Os problemas acima referidos originavam uma taxa de cumprimento de prazos cada vez menor e uma desmotivação dos colaboradores cada vez maior. Concluindo, devido à enorme quantidade de serras que esperavam pela entrada na retificação do corpo e por esta secção já conter 3 colaboradores a trabalhar (pouca flexibilidade em termos de horário) constatou-se que esta seria o gargalo da produção. Para além do referido anteriormente, as avarias nas máquinas eram constantes, o que impossibilitava a obtenção de um processo estável.

6ª Oportunidade de Melhoria Identificada: redução do WIP na Retificação do Corpo. Organização desta área e do planeamento do trabalho a realizar.



Figura 39 - Desorganização na colocação de serras

No início deste projeto o controlo sobre as ordens de fabrico que entravam em produção era reduzido. Os seus prazos de entrega e a proporção standard/especial era, por vezes, negligenciada.

A entrada de uma OF em produção pode ser realizada de dois modos distintos, dependendo se existe ou não (*stock*) pedido do cliente:

- Cliente:
 - O comercial faz a encomenda e define o prazo de entrega (no mínimo 30 dias úteis);
 - O Departamento de Desenho desenha a serra, se tal ainda não tiver sido feito, e associa a OF a uma caixa (forma de identificação). Em regra, este processo demora 2 dias;
 - As OF são entregues no gabinete do chefe da produção que as transporta para o colaborador do laser.
- Stock:
 - Diariamente o chefe da produção verifica os stocks através de aplicação informática;
 - Caso existam serras cujo nível de stock seja inferior ao nível de segurança então são lançadas em produção.

No entanto, era frequente os prazos de entrega não serem respeitados pelo comercial aquando da sua definição e, para além disso, não eram raras as vezes em que a OF permanecia mais de 2 dias no desenho, retirando tempo à produção (o prazo de 30 dias úteis envolve o espaço de tempo entre a encomenda do cliente e a entrega da(s) serra(s)).

O planeamento era realizado segundo a regra FIFO (*First In First Out*). Tal como outros modelos, este modelo apresenta vantagens e desvantagens. No entanto, devido aos prazos de entrega irregulares, constatou-se que este não era o modelo mais adequado. Para além disso, a irregularidade dos lançamentos de OF proporcionou um elevado WIP na fábrica (cerca de 15.900 serras).

Outro fator que prejudicava o planeamento era a falta de tempo disponível por parte do chefe da produção para o realizar. Habitualmente, grandes quantidades de OF eram agrupadas no gabinete e, de seguida, entregues ao colaborador do laser, realizando este o seu próprio planeamento, agrupando as serras com espessuras iguais com o objetivo de melhorar a produtividade do laser, não tendo em conta os prazos de entrega.

Por último, devido à mudança de instalações realizada no início de 2017, os stocks de segurança não foram atualizados durante aproximadamente 9 meses. Como consequência disso, após a sua primeira atualização ao fim de tanto tempo, houve um elevado incremento de necessidades de serras para *stock* que ainda não foi completamente repostos.

7ª Oportunidade de Melhoria identificada: Novo modelo de planeamento focado no gargalo (retificação do corpo). Maior controlo nos prazos de entrega e no tempo de permanência das OF no departamento de desenho.

Realça-se o pormenor de, na produção de serras, a medida da capacidade produtiva ser realizada de duas formas distintas, dependendo do setor alvo:

- Produtividade medida em número de serras (corpos):
 - Laser, forno, retificação do corpo, tensionamento e endireitamento, retificação do furo, decapagem, polimento, controlo intermédio e final;
- Produtividade medida em número de cortantes (dentes):
 - Retificação dos encaixes, soldadura e afiamento.

Este facto é relevante, uma vez que vai originar dois gargalos:

- Gargalo em número de corpos: retificação do corpo (500 corpos/dia);
- Gargalo em número de cortantes: retificação dos encaixes (35.000 cortantes/dia).

No entanto, sendo que em média cada serra contém 60 cortantes ($60 \times 500 = 30000$ cortantes), considerou-se mais importante atacar a área da retificação do corpo.

3.6 Controlo da Produção

Aquando do início deste projeto a falta de dados em formato papel sobre a produção era uma constante. Grande parte do conhecimento encontrava-se na sensibilidade e nos anos de experiência dos colaboradores das diversas áreas e, principalmente, do chefe de produção.

8ª Oportunidade de Melhoria identificada: conhecimento através do tratamento de dados em ficheiros Excel da real capacidade de produção da unidade das serras circulares, assim como, da sua produtividade.

4 Apresentação das Soluções Propostas

A intervenção do projeto resultou da confluência de três fatores: as necessidades efetivas da empresa, a sua abertura à mudança e o tempo disponível. Neste capítulo serão apresentadas as soluções propostas às oportunidades de melhoria identificadas no capítulo 3, assim como, outras ações tomadas e respetivos resultados.

4.1 Oportunidade de Melhoria na Utilização da Máquina de Lixar e na de Endireitar (nº 1 e 2)

As oportunidades de melhoria identificadas nº 1 e 2 são em tudo semelhantes. No entanto não foram abordadas neste projeto, uma vez que já estavam a decorrer outros projetos dedicados à melhoria da eficiência da lixadora e da máquina de endireitar.

4.2 Oportunidade de Melhoria identificada nº 3 - Deficiente Inspeção Visual

A oportunidade de melhoria número 3 consiste na deficiente inspeção visual praticada por alguns elementos do afiamento. Esta oportunidade deve-se à falta de informação existente sobre as não-conformidades. Habitualmente, o controlador final ao constatar problemas no afiamento de uma serra, dirigia-se aos elementos deste setor informando qual a não-conformidade existente, de forma a que estes a corrigissem. Frequentemente, os colaboradores do afiamento desculpavam-se afirmando que tinha sido o outro turno a realizar tal serra. Nada era registado e o próprio chefe da produção deparava-se com a dificuldade de tomar conhecimento de todas as não-conformidades. Para além disso, alguns dos erros cometidos pelo afiamento eram facilmente detetados a olho nu, como por exemplo a existência de cortantes por afiar.

Com vista a solucionar este problema, procedeu-se à criação de folhas *Kaizen* para o afiamento e de uma folha de registo de produção para o controlo final. No controlo final o colaborador regista a sua produção e as não-conformidades detetadas entregando diariamente o registo ao estagiário da gestão da produção que semanalmente reúne as não conformidades atribuídas ao afiamento. Na reunião do final da semana no setor do afiamento são dadas (as não conformidades) a conhecer aos colaboradores desta área de forma a incentivá-los a reduzi-las e, simultaneamente, permite ao chefe da produção criar uma base de dados com o objetivo de, no futuro, poder tomar ações para as reduzir.

4.3 Oportunidade de Melhoria Identificada nº 4 - Retorno das Reuniões Diárias

A oportunidade de melhoria número 4 consiste no retorno das reuniões diárias com os colaboradores com o objetivo de atualizar os quadros *Kaizen* presentes nas diferentes áreas e, simultaneamente, transmitir o feedback do trabalho realizado.

Esta iniciativa já tinha sido iniciada aquando da presença do instituto *Kaizen* nas instalações da fábrica, no entanto, a sua realização foi descontinuada. Alguns quadros encontravam-se desatualizados e errados quanto à informação que deviam exibir.

4.3.1 Retificação do Corpo

Nesta área existiam folhas *Kaizen* que se encontravam incompletas quanto à informação que deviam mostrar, uma vez que só continham a quantidade de serras fabricadas, ignorando a sua dimensão (diâmetro), e as suas espessuras inicial e final. Através de entrevistas informais com os colaboradores desta área e após um período de observação atenta foi perceptível o sentimento de injustiça provocada por esta avaliação curta e injusta.

Com o intuito de tornar a avaliação mais justa foram criadas novas folhas *Kaizen* como as ilustradas na Figura 1 do Anexo A. Nestas folhas é contemplada toda a informação considerada pertinente para avaliar de forma justa os colaboradores: quantidade de serras produzidas, diâmetro médio, milímetros cúbicos polidos e/ou retificados.

Após um período de tratamento de dados provenientes deste registo de produção, assim como um estudo dos tempos e métodos neste setor, foi possível estabelecer objetivos, que consistiam num número mínimo de serras produzidas por máquina. Tendo em consciência que avaliar os colaboradores individualmente traria novamente antigos hábitos (estes escolhiam o trabalho mais rápido e fácil de forma a aumentar a sua produção), a avaliação é realizada diária e coletivamente, ou seja, através daquilo que os três colaboradores conseguiram alcançar em conjunto. Se a produção for superior ou igual ao objetivo, então deve registar-se a cor verde, se tal não acontecer, então é utilizada a cor vermelha.

Todo o registo de produção é realizado em computador.

4.3.2 Retificação dos Encaixes

Tal como na retificação do corpo também nesta área já existiam folhas *Kaizen* que prestavam a informação errada. devido ao facto de estas folhas contabilizarem o número de serras produzidas em cada máquina. Todavia, nesta área, a produtividade deveria ser avaliada pelo número de encaixes retificados (dependendo da referência e da dimensão das serras, o número de dentes pode variar muito).

No sentido de resolver este problema foram concebidas novas folhas *Kaizen* como as ilustradas na Figura 2 do Anexo A. Realça-se o facto de apenas serem representadas as duas máquinas manuais, uma vez que, como só existe um turno a funcionar nesta área, o trabalho nas máquinas automáticas é, por vezes, repostado por elementos de outras áreas, tornando confuso o seu registo. No entanto, estão a ser pensadas medidas para contornar esta situação.

Tal como sucedeu na retificação do corpo, após algum tempo de análise dos dados fornecidos pelo colaborador, foi possível estabelecer objetivos, utilizando o mesmo código de cores aquando do registo.

O registo de produção é realizado em papel.

4.3.3 Controlo Intermédio

Nesta área, ao contrário das duas anteriores, a conceção das folhas *Kaizen* teve de ser realizada a partir do zero. Após algumas entrevistas informais com os colaboradores, seguida de um período de observação de forma a compreender quais os pontos chave desta área, desenvolveu-se a folha de Excel representada na Figura 40, que funciona, simultaneamente, como registo de produção e de não-conformidades. Para além disso, realça-se o facto de este ficheiro permitir ter uma noção da quantidade e do tipo de serras que necessitam de ser marteladas.

Diariamente, com os dados fornecidos pelos colaboradores, preenche-se a folha *Kaizen* (Figura 3 do Anexo A), tendo esta, tal como as duas anteriores, objetivos e código de cores.



Registo de Produção do Controlo Intermédio

2a Feira	REFERÊNCIA	Quantidade	Diâmetro (mm)	Quantidade de serras com erros detectados				Quantidade ENDIREITAR	Observações	Rubrica
				Decapagem	Rectificação Furo	Polimento	Soldadura			


Figura 40 - Folha Excel para registo de produção do controlo intermédio

O registo é realizado em computador.

4.3.4 Afiamento

Em relação ao afiamento foi necessário substituir as folhas *Kaizen* previamente concebidas, dado que apenas contabilizavam o número de serras produzidas por máquina. No entanto, a produtividade desta área deve ser medida por número de cortantes afiados. Nesse sentido conceberam-se as folhas para registo de produção ilustradas na Figura 41, que, para além do número de cortantes afiados, são registados também o tempo em que as máquinas estão realmente em produção (dados fornecidos pelas próprias máquinas).

No entanto, nas folhas *Kaizen* (Figuras 4, 5 e 6 do Anexo A) registam-se apenas o número de cortantes, uma vez que, havia colaboradores que colocavam as máquinas mais lentas com o intuito de aumentar a sua percentagem de utilização.

 Preencher o que se encontra a esta cor

		REGISTO DE PRODUÇÃO AFIAMENTO/ TURNO												
2a Feira	Turno 1	Rubrica	Máquina	Machine Time + Non Productive			Machine Time			%	Service Wheel Front	Service Wheel Back	Observações	
				Horas	Minutos	Total (minutos)	Horas	Minutos	Total (minutos)					
			AF-0065							0	#DIV/0!			
			AF-0045							0	#DIV/0!			
			AF-0011							0	#DIV/0!			
			AF-0075							0	#DIV/0!			
			AF-0070							0	#DIV/0!			
			AF-0060							0	#DIV/0!			

Figura 41 - Folhas destinadas ao registo de produção do afiamento

Tal como nas restantes folhas *Kaizen*, estas folhas apresentam objetivos e código de cores.

Após um período em que o registo era realizado individualmente, foi perceptível algum desconforto entre colaboradores, que se acusavam mutuamente de “escolha de trabalho”, ou seja, afirmavam que os colegas dos outros turnos realizavam o trabalho mais fácil, com o objetivo de aumentar o número de cortantes afiados, deixando o trabalho mais difícil para o turno seguinte. Como resultado, a avaliação deixou de ser individual, passando a ser coletiva. Para além disso, de forma a ajudar a solucionar este problema, foi concebido um novo método de planeamento que será abordado no subcapítulo 4.5.

O registo de produção é realizado em computador.

4.3.5 Resultados

Os resultados da implementação desta medida foram:

- Aumento da produtividade, com o estabelecimento dos objetivos;
- Melhor cumprimento dos prazos, com a transformação da avaliação individual para coletiva;
- Melhor controlo da produção;
- Melhor gestão visual;
- Maior perceção e controlo das não-conformidades.

4.3.6 Obstáculos

Os dois principais obstáculos, que ainda não estão completamente ultrapassados, consistem na resistência ao registo da produção e nas falhas/esquecimentos desse registo.

Promover mudanças na forma de trabalhar das pessoas é um dos principais obstáculos da filosofia *lean*, facto que se verificou na implementação desta medida.

As restantes áreas ainda não foram alvo da realização de folhas *Kaizen*, pois considera-se, que não são tão críticas como estas áreas. No entanto, em algumas áreas procede-se ao registo de produção, tema que será abordado no subcapítulo 4.7.

4.4 Oportunidade de Melhoria identificada nº 6 - Resolução do Gargalo

Nota: seguidamente neste texto ir-se-á apresentar as oportunidades de melhoria números 6 e 7 antes de se descrever a oportunidade de melhoria número 5, atendendo ao facto de se só assim ser possível compreender a alteração realizada à informação presente nos écrans identificada como oportunidade número 5.

Como abordado no capítulo 3, o processo de retificação do corpo foi considerado o gargalo do processo produtivo devido a todas as condicionantes que possuía:

- WIP muito elevado (cerca de 6.000 serras) em comparação com o que existia nas restantes áreas (entre 1.000 e 2.000 serras);
- Pouca flexibilidade: 3 turnos de 8 horas já implementados;
- Pouca estabilidade do processo: constantes avarias das máquinas.

No sentido de melhorar a produtividade neste setor foram tomadas as medidas descritas nos subcapítulos seguintes.

4.4.1 Plan Do Check Act (PDCA)

Após um período de observação atenta ao trabalho dos colaboradores nesta secção foi possível perceber que a velocidade a que a máquina manual mais pequena (concebida para serras com diâmetro inferior a 650mm) trabalhava não excedia os 70% da velocidade máxima. Com o intuito de perceber a razão para tal, foram realizadas entrevistas informais com os colaboradores deste setor que afirmaram que não utilizavam velocidades maiores pois “foi sempre assim que trabalharam”. No entanto, numa reunião com o engenheiro responsável pela qualidade, foi deixado claro que esta velocidade deveria ser utilizada na maioria das serras, mas que, para as serras mais pequenas e baratas, cujo acabamento não é um aspeto tão importante para o cliente (especificar valor), a velocidade poderia ser aumentada desde que não influenciasse outros aspetos (batimento e vibrado).

Nesse sentido procedeu-se a um Plan Do Check Act (PDCA) que consistiu em:

- Planear (*Plan*): num conjunto de serras de diâmetro inferior a 250mm, avaliar o batimento antes e depois de serem retificadas a velocidades diferentes, assim como, verificar se apresentavam vibrado após a retificação. Para tal estruturou-se a Tabela 4 que será preenchida tomando como exemplo 10 serras de diâmetro 200 mm:

Tabela 4 - PDCA da Retificação do Corpo

IDENTIFICAÇÃO DA SERRA	BATIMENTO ANTES (MM)	VELOCIDADE DA MÁQUINA (%)	BATIMENTO FINAL (MM)	VIBRADO (S/N)
A	0,01	70		
B	0,02	70		
C	0,01	80		
D	0,01	80		
E	0,01	90		
F	0,02	90		
G	0,03	100		
H	0,02	100		
I	0,02	100		
J	0,03	100		

- Executar (*Do*): procedeu-se à execução do plano em várias referências;
- Verificar (*Check*): após a análise das serras no final da retificação constatou-se que em termos de batimento não havia alteração e que nenhuma apresentava vibrado. De realçar que após ser validada a utilização da velocidade de 100%, houve uma tentativa, conseguida, de retificar várias referências consecutivas a essa velocidade de forma a tentar perceber se a longo prazo esta afetaria as serras. Mais uma vez, em termos de batimento, não houve qualquer alteração. No entanto, começaram a notar-se alguns problemas de vibrado, que eram resolvidos jogando, simultaneamente, com a velocidade da máquina e da rotação da mó;
- Agir (*Act*): partindo das conclusões retiradas no passo anterior, foram dadas instruções para utilizar a velocidade de 100% em serras de diâmetro inferior a 250 mm, sendo que, se tal for necessário a velocidade deveria ser reduzida para contrariar o vibrado.

Com esta alteração foi possível, em algumas referências, reduzir o tempo de retificação em 1min/serra (a retificação de uma serra de diâmetro 300 mm cuja diferença de espessuras seja 0,06 mm, demora 4 minutos)

4.4.2 Padronização

O período de observação, as entrevistas informais e o registo da produção foram também relevantes para a perceção de que, embora a grande maioria do trabalho estivesse padronizado, ainda restava um detalhe. Para o mesmo tipo de serra, observando o registo de produção, foi

perceptível que enquanto dois elementos poliam, o outro retificava e vice-versa, consequência da não existência de uma fronteira estabelecida entre o que se deve polir e o que se deve retificar. Embora seja apenas um detalhe, não se pode deixar de realçar a sua importância, uma vez que o processo de polir é em geral mais rápido.

Procedeu-se então à padronização deste setor:

- Em ordens de fabrico constituídas por serras de diâmetro menor ou igual a 300 mm, cuja diferença entre as espessuras final e inicial seja igual ou menor a 0,26 mm e cuja quantidade de serras exceda 5, deve-se polir. Caso a quantidade seja menor que 5 e/ou a diferença de espessuras maior que 0,26 mm, deve-se retificar;
- Em ordens de fabrico constituídas por serras cujo diâmetro se situe entre 300 e 450 mm, em que a diferença entre as espessuras final e inicial seja igual ou menor a 0,16 mm e cuja quantidade de serras exceda 5, deve-se polir. Caso a quantidade seja menor que 5 e/ou a diferença de espessuras maior que 0,16 mm, deve-se retificar;
- Em ordens de fabrico constituídas por serras de diâmetro igual ou superior a 450 mm, cuja diferença entre as espessuras final e inicial seja igual ou menor a 0,06 mm e cuja quantidade de serras exceda 5, deve-se polir. Caso a quantidade seja menor que 5 e/ou a diferença de espessuras maior que 0,06 mm, deve-se retificar;

De forma a compreender as fronteiras criadas acima realça-se o seguinte:

- Em termos de acabamento, os processos de polir e retificar são muito semelhantes para serras de diâmetro igual ou inferior a 450 mm, já para serras superiores a esse diâmetro aconselha-se a utilização da retificação;
- O processo é muito semelhante: a mó tem um movimento de rotação perpendicular ao movimento de rotação da serra e efetua movimentos paralelos em relação à direção da rotação, denominados por “passagens”, até atingir a espessura pretendida (Figura 42). No entanto enquanto que ao polir é o colaborador que determina o número de passagens, no processo da retificação é a própria máquina que toma essa decisão, utilizando para isso um medidor (mede a espessura da serra ao longo do processo – é este processo de medição que resulta na diferença de tempos entre polir e retificar). Ou seja, na prática:
 - Para grandes quantidades de serras o mais rápido é o polimento, uma vez que, embora se perca tempo a acertar o número de passagens (há um cálculo que permite chegar a um número base, mas pode variar uma ou duas passagens – por vezes é necessário fazer a mesma serra duas vezes), esse tempo é ganho nas restantes;
 - Para pequenas quantidades de serras o mais vantajoso é a retificação, uma vez que, a máquina acerta à primeira.



Figura 42 - Máquina Manual da Retificação do Corpo em Funcionamento

Embora não existam resultados quantificados, é de realçar o facto de, atualmente, todos os colaboradores retirarem a espessura em excesso das serras de igual forma

4.4.3 Organização do Trabalho a Realizar

Para combater a desmotivação demonstrada pelos colaboradores, resultante do excesso de serras e pela sua desorganização, foi realizado um levantamento do WIP presente nesta secção. De seguida, o WIP foi organizado por prazos de entrega.

Esta organização teve por base a colocação de paletes junto do forno (Figura 43), com vista a colocar algumas serras nesse local, aliviando-se desta forma os espetos (Figura 44). Com o auxílio dos carros (Figura 45), enquanto as máquinas trabalham, os colaboradores do setor da retificação do corpo preparam o trabalho seguinte, colocando as serras nos carros, e estes junto às máquinas às quais se destinam. A ideia de organizar o trabalho teve por base o estudo de psicologia abordado no subcapítulo 2.4.



Figura 43 - Colocação de paletes junto ao forno



Figura 44 - Espetos

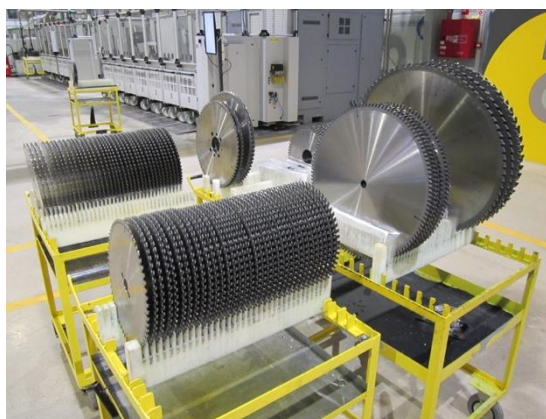


Figura 45 - Carros

Como resultado desta ação a motivação dos colaboradores aumentou pois no início do seu dia de trabalho passaram a ter conhecimento daquilo que tinham de produzir naquele dia (organizado pelo colega do turno anterior). Para além disso, com a introdução da utilização das

paletes, deixou de existir o problema de serras com prazos de entrega mais longos estarem colocadas à frente de outras com prazos de entrega mais curtos. Como consequência disto, o cumprimento de prazos e o controlo por gestão visual aumentou e o WIP reduziu.

Em termos de obstáculos a esta iniciativa nada há a relatar, dado que foi uma medida que, desde o início, reuniu o consenso e a compreensão dos colaboradores desta área. Para além disso, foi perceptível desde cedo a melhoria que esta iniciativa proporcionou.

4.5 Oportunidade de Melhoria identificada nº 7 - Novo Método de Planeamento

A oportunidade de melhoria nº 7 consiste na elaboração de um novo modelo de planeamento, associada a um maior e melhor controlo.

O novo modelo de planeamento baseia-se na criação de uma caixa do tipo *lot-making box*, embora não contenha todas as premissas referidas na literatura. Esta caixa é entregue diariamente ao colaborador do laser e nela são colocadas (diariamente) OF até perfazerem as 500 serras (capacidade máxima da retificação do corpo) ou os 35.000 cortantes (capacidade máxima da retificação dos encaixes).

Cada caixa é identificada com dois números. O primeiro número refere-se ao mês para o qual a OF com o prazo mais longo deve ser entregue. O segundo número identifica o número da caixa daquele mês. Ou seja, por exemplo, a caixa 2.3, contém pelo menos uma OF cujo prazo vence em fevereiro (mês 2) e é a terceira caixa que contém OF com prazos para fevereiro.

Cada caixa contém uma folha como a ilustrada na Figura 1 do Anexo B.

A quantidade de serras presentes na caixa está dividida na proporção 70/30, ou seja, aproximadamente 350 serras para *stock* e 150 especiais. Caso não existam, na altura da entrega da caixa ao laser, 150 serras especiais para produzir, então é deixado um espaço para essas, isto é, a caixa não é preenchida com serras para *stock*. No momento em que as OF em falta forem entregues pelo desenho, elas tomam o número da caixa onde sobrou espaço e vão alcançá-las na produção. Exemplificando: no momento da entrega da caixa 2.3, só estavam encomendadas 50 serras especiais e, portanto, esta caixa foi entregue ao laser com apenas 400 serras (350 para *stock* e 50 especiais). No dia seguinte, surgiram mais 50 serras especiais. Estas serras, tal como as do dia anterior, tomaram o número 2.3, embora naquele dia já se estivesse a conceber a caixa 2.4. No dia seguinte, surgiram 200 serras especiais, sendo que 50 foram para completar a caixa 2.3 e as restantes para a 2.4.

Como cada caixa contém 500 serras ou 35.000 cortantes, o ideal era elas avançarem um setor por dia (tal ainda não acontece, pois o WIP ainda se encontra um pouco elevado). Para se proceder ao seu controlo foi concebida a folha representada na Figura 2 do Anexo B, que se encontra afixada no gabinete do chefe da produção. Esta folha é preenchida segundo um código de cores: a estação indica o local onde a OF mais atrasada da caixa se encontra; se diariamente a OF mais atrasada da caixa não avançar uma estação, então o local onde se encontra deve ser escrito a vermelho; se avançar, então utiliza-se a cor verde.

Por último, o controlo dos prazos foi apertado: atualmente, a produção não aceita OF com prazos inferiores a 30 dias úteis, nem cujo tempo de permanência no desenho tenha excedido os 2 dias.

Como resultados apresentam-se:

- Redução do WIP na retificação do corpo de 6.000 para 450 serras (este resultado deveu-se não só a esta medida, mas também a todas as outras que incidiram, direta ou indiretamente, sobre este setor);
- As serras são atualmente retificadas 3 semanas antes do prazo de entrega (aquando do início deste projeto algumas já tinham ultrapassado o prazo);
- Melhor e maior gestão visual;
- Maior motivação demonstrada pelos trabalhadores – atualmente sabem o que têm de fazer e quando o têm de fazer;
- Redução do WIP total de 15.900 serras para 13.000;
- Maior e melhor controlo dos prazos.

Como obstáculos apresentam-se:

- Dificuldade em implementar este modelo em alguns setores (ainda existe). No entanto a oportunidade de melhoria nº 5 tem em vista atuar sobre este ponto;
- Ainda existem várias OF que chegam à produção com prazos errados e/ou que permanecem demasiado tempo no desenho. Um dos trabalhos futuros propostos tem como objetivo eliminar este problema.

4.6 Oportunidade de Melhoria identificada nº 5 - Alteração da Informação Presente nos Écrans

Tendo como objetivo melhorar a taxa de cumprimento de prazos, foi idealizada a alteração da informação presente nos écrans (Figura 46). Estes écrans, no início deste projeto, apresentavam as OF mais atrasadas por setor, ou seja, era exibido um planeamento segundo a regra do FIFO. A nova ideia tem por base o novo tipo de planeamento e consiste na exibição do planeamento (número da *lot-making box*) mais atrasado que se encontra no setor em questão. Deste modo, o controlo sobre o avanço ou a permanência das caixas nas estações vai tornar-se mais visual e, portanto, mais fácil.



Figura 46 - Écrans

Esta medida, embora tenha sido aprovada pela direção da empresa, ainda não foi implementada devido a dificuldades relacionadas com a informática.

4.7 Oportunidade de Melhoria Identificada nº 8 - Estudo da Capacidade Real dos Diferentes Processos

Um dos objetivos deste projeto era tomar conhecimento da real capacidade dos vários processos que fazem parte da produção de serras circulares. Para tal, além dos setores onde foram criadas as folhas *Kaizen*, também foram concebidas folhas de registo da produção para:

- Soldadura: nesta área já existia o registo de produção adequado, no entanto era realizada em papel. Promoveu-se à sua informatização (Figura 1 do Anexo C), sendo o seu processamento de dados automático;
- Polimento: para este setor foi criada a folha de registo de produção (Figura 2 do Anexo C) apenas para as duas máquinas manuais pelo mesmo motivo da da retificação dos encaixes;
- Controlo Final: tal como já abordado anteriormente, existe neste setor uma folha para registar a produção e as não conformidades (Figura 3 do Anexo C);
- As restantes áreas ainda não foram alvo desta ação de melhoria pois não se encontravam num estado tão crítico. No entanto, semanalmente, através de uma aplicação informática, é possível conhecer, embora de forma menos precisa, a produção de cada área.

4.8 Outras Ações

Para além das oportunidades de melhoria identificadas no capítulo 3, também se promoveu à realização de outras ações de melhoria, descritas nos subcapítulos seguintes.

4.8.1 Estudo das Espessuras

As serras são cortadas no laser a partir de chapas de aço um pouco mais espessas do que a espessura final da serra. As espessuras dos aços que existem atualmente na fábrica são:

- 1: 1,14, 1,34, 1,64 e 1,84 mm;
- 2: 2,04, 2,24, 2,25, 2,44, 2,54, 2,6, 2,64 e 2,84 mm;
- 3: 3,04, 3,14, 3,34, 3,54, 3,84 e 3,9 mm;
- 4: 4,24 e 4,7 mm;
- 5: 5,3 e 5,8 mm;
- 6: 6,3 mm;
- 7: 7,3 mm.

De forma mais prática, por exemplo, para uma serra de espessura final 1,8 mm utiliza-se a chapa com 1,84 mm (a retificação do corpo retira o excesso de material). Mas se, por exemplo, a espessura final da serra for de 1,2 mm, já só existe o aço com 1,34 mm de espessura. Neste caso, a retificação do corpo teria de retirar uma diferença de 0,14 mm, demorando mais do dobro do tempo do que se tivesse de retirar apenas uma diferença de 0,04 mm.

O aço é um material que atualmente se tem valorizado dia após dia, ou seja, apesar de na filosofia *lean* se considerar que a existência de *stock* é desperdício, neste caso, apesar de ocupar algum espaço (Figura 47), a compra de aços de algumas espessuras em falta vai permitir aumentar a produtividade no gargalo da produção e, sendo que o aço se valoriza, não se considera investimento "desperdiçado", pois a qualquer altura se pode vender.

Nesse sentido, procedeu-se ao estudo de identificação dos aços que valia a pena adquirir. Através do novo método de planeamento, onde tudo o que entra em produção fica registado nas folhas de cada caixa (Anexo B Figura 1), construiu-se a Tabela 1 do Anexo D, que permitiu concluir:

- As serras com espessura final de 2,2 mm são as mais utilizadas (cerca de 31% do total) seguidas das de 3,2 mm (cerca de 12%) e das de 1,8 mm (7,23%);
- Embora haja chapas de aço com espessura 2,24 e 1,84 mm, não existe a de 3,24 mm;
- Para serras com espessura final de 1,4 mm (1,28%) não existe a chapa de aço com 1,44 mm, e o mesmo ocorre para as serras de 2,1 mm (2,21%) e 3,4 mm (1,90%);
- Para serras com espessura final de 3,1 mm (0%) existe a chapa de aço de 3,14 mm, assim como, para as de 3,3 mm (0,06%) existe a chapa de 3,34 mm.



Figura 47 - *Stock* de aço existente na fábrica.

Como se pode constatar já existem algumas incongruências. No entanto, ainda se procedeu um cálculo adicional, para perceber se valeria a pena comprar as chapas em falta. Neste sentido foram calculadas as percentagens especial/standard das serras de espessura 1.4, 2.1, 3.2 e 3.4 mm, uma vez que, caso a grande maioria fosse especial, ponderar-se-ia a sua aquisição (a procura das serras especiais é muito mais inconstante que as de *stock*). Na Tabela 5 apresentam-se os cálculos.

Tabela 5 - Cálculos das Espessuras.

ESPESSURA	% DO TOTAL	QUANTIDADE ANUAL SERRAS (MÉDIA 562.5/DIA) ¹	% ESPECIAL	% STANDARD	NUM UNIVERSO DE (SERRAS) ²
1.44	1.28%	1656 ³	100%	0%	233
2.14	2.21%	2859	100%	0%	400
3.24	11.65%	15072	25.73%	74.27%	1924
3.44	1.90%	2458	52.91%	47.09%	344

Da Tabela 5 conclui-se que não faz sentido adquirir as chapas de espessura 1.44 e 2.14 mm já que se destinam a serras especiais. No entanto, é importante comprar a chapa de espessura 3.24 mm. Pelos dados apresentados na Tabela 5, e tendo em conta que a partir do estudo dos tempos no setor da retificação do corpo foi possível constatar que a diferença entre retirar 0.14 e 0.04 numa serra de diâmetro 300 (as mais comercializadas) era de 2 minutos por serra, verifica-se que:

- Sendo a média de serras produzidas por dia de 562,5 unidades (objetivo para 2018) e que em 2018 haverá 230 dias úteis;
- Considerando que a percentagem de especial/standard continuará igual (30/70);
- A quantidade de serras a produzir no ano de 2018 será de 129.375 serras (562.5×230);
- Quantidade de serras com espessura final de 3,2 mm: 15072 serras ($129375 \times 11.65\%$);
- Quantidade de serras para stock com espessura final de 3,2 mm: 8745 serras ($15072 \times 74.27\%$);
- Tempo poupado adquirindo a chapa de 3,24 mm de espessura: 15,55 dias [$8745 \times 2 / (60 \times 24)$], equivalente à produção de mais 38 serras/dia no setor da retificação do corpo;
- Caso se considerem as serras especiais, este número aumenta para os 20,93 dias, que corresponde a mais 51 serras/dia;
- Caso ainda se adquira a chapa de 3,44 mm ainda se conseguirá produzir mais 4 serras por dia no setor da retificação do corpo.

¹ No ano de 2018 haverá 230 dias úteis

² O Universo de serras refere-se ao número total de serras dessas espessuras produzidas até ao momento desde a implementação do novo método de planeamento.

³ Valor calculado da seguinte forma: $562.5 \times 230 \times 1.28\%$

4.8.2 Estudo da Criticidade das Máquinas

Ao longo deste projeto foram constantes as avarias das máquinas. Nesse sentido foi realizado um estudo de forma a identificar a criticidade destas, ou seja, caso haja uma avaria numa determinada máquina que a impeça de produzir, qual o seu impacto na produção (muito alto, alto ou moderado). Na Tabela 1 do Anexo E encontra-se o estudo realizado.

4.8.3 Estudo do Impacto financeiro e na produção dos rebaixas

Os rebaixas são efetuados em algumas (poucas) serras e consistem em retirar mais material a partir de um certo diâmetro (novamente um estudo focado na retificação do corpo). Ou seja, são serras que do diâmetro do furo até um certo diâmetro têm espessura x e desse diâmetro até ao diâmetro máximo têm uma espessura y , menor que x . São serras que só podem ser produzidas na retificadora automática e que demoram bastante tempo, quando comparadas com as que não possuem rebaixa. No entanto, a oferta das serras com rebaixa no mercado é bastante reduzida, sendo que a sua produção funciona como uma porta de entrada a novos clientes.

Realizou-se, então, um estudo de um conjunto de serras com rebaixa e verificou-se que a operação de retificação demorava cerca de 1 hora/serra. Já uma serra idêntica, mas que não continha rebaixa, demorava cerca de 6 minutos. Ou seja, em termos de tempo de retificação, a produção de uma serra com rebaixa equivale a 10 serras sem rebaixa. Tendo em conta que a retificadora automática permite, caso não haja serras com rebaixa, produzir 345 serras/dia num universo de 500, o estudo sobre a produção ou não de rebaixas tornou-se ainda mais significativo.

Este excesso de tempo consumido era tido em conta no preço final da serra (serras com rebaixa custavam cerca de 30% mais do que as ditas normais). No entanto, esse valor foi considerado reduzido, uma vez que se estava a lidar com o gargalo da produção. Após a apresentação deste estudo, o aumento do preço passou de 30 para 40%.

5 Conclusões e Trabalhos Futuros

No início do projeto, estabeleceu-se como objetivos principais a obtenção de dados que permitissem tomar conhecimento da real capacidade da unidade produtiva das serras circulares e o aumento de produção. Para além disso era de máxima importância melhorar os fluxos existentes nesta unidade de produção.

A pressão de produzir cada vez mais para fazer face à procura do mercado conduziu, no início do ano de 2017, a uma mudança de instalações da unidade fabril em questão. Esta alteração de espaço acarretou consigo uma equipa com vários elementos novos e inexperientes. É também importante realçar que, se por um lado a pouca experiência dos colaboradores pode ser desvantajosa, por outro lado ainda não lhes deu tempo para sedimentar maus hábitos de trabalho e desenvolver a resistência à mudança.

Como a mudança foi recente, faltava um estudo profundo sobre a produção. A circulação em chão de fábrica foi essencial para apreender os conhecimentos básicos sobre o funcionamento dos equipamentos e processos de fabrico associados. Através dos métodos de análise aplicados, foi possível identificar várias oportunidades de melhoria, com especial destaque para o excesso de *WIP* presente na retificação do corpo.

Através das soluções sugeridas, foi possível lidar com os vários problemas de forma objetiva, exibindo resultados satisfatórios. Melhores fluxos e produtividade aumentada no gargalo foram alguns dos resultados alcançados. Através das diversas ações tomadas foi possível reduzir o *WIP* total na fábrica de 15.900 serras para 13.000 serras, reduzindo desta forma o *lead time* de 32 para 26 dias. Para além disso, o controlo sobre as não conformidades aumentou. Foi também possível, através do registo da produção realizado pelos diferentes setores, conhecer a real capacidade das diferentes áreas da fábrica de serras circulares.

Realça-se também o estudo sobre as espessuras, que vai permitir que a retificação do corpo deixe de ser o gargalo da produção.

Por último, destaca-se o aumento da motivação demonstrada principalmente pelos colaboradores da retificação do corpo motivada pelas diversas ações tomadas neste setor.

No sentido de reduzir o *lead time*, aumentando a produtividade dos diversos setores, propõem-se algumas sugestões de projetos a desenvolver no futuro:

- Continuação do estudo sobre as espessuras das chapas de aço a comprar;
- Continuação do estudo sobre os rebaixas;
- Construção de uma base de dados que ligue diretamente a parte comercial à produção, no sentido de melhorar e facilitar o planeamento:
 - Aquando da encomenda realizada pelo comercial, a produção deve ter imediatamente conhecimento, não tendo de aguardar que o desenho faça a sua parte.
- Estudo do setor do afiamento:
 - Após uma análise aos registos de produção do afiamento, foi possível verificar que esta célula se encontra aquém do objetivo;
 - Foi também possível constatar que embora haja velocidades previamente estabelecidas para cada tipo de dente, estas muitas vezes não são utilizadas por falta de padronização do trabalho.

Estas propostas de trabalho futuro visam essencialmente continuar o trabalho desenvolvido no presente projeto da dissertação. Realça-se, contudo, que o mais importante

será continuar a controlar a produção diariamente, assim como realizar o planeamento seguindo todas as suas premissas.

Referências

- Almeida, F., 2012. “Implementação de Princípios e Ferramentas de Produção Lean na Secção de Acabamentos de uma Empresa de peças Metálicas para Automóveis”, Dissertação de Mestrado, Escola Engenharia da Universidade do Minho.
- Barnes, R. B., 1980. “Motion and Time Study Design and Measurement of Work”. Oxford.
- Bilalis, N., Scroubelos, G., Antoniadis, A., Emiris, D., Koulouriotis, D., 2002, “Visual Factory: Basic Principles and the Zoning Approach”. International Journal of Production Research.
- Carreira, B., 2005. “Lean Manufacturing that Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits”, AMACOM.
- Coimbra, E. A., 2013. “Kaizen in Logistics & Supply Chains”. McGraw Hill.
- Conner, D. R., 1993. “Managing at the Speed of Light”, Random House
- Costa, J. F. S., 2007. “Produção Magra em Pequenas e Médias Empresas”. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico de Lisboa.
- CTCP, C.T.C.P., 2011. “Produção Lean Guia do Empresário”.
- Dias, M., 2016. “Metodologias Lean numa Empresa de Produção de Mobiliário”. Dissertação de Mestrado, FEUP.
- Hall, R., 1987. “Attaining Manufacturing Excellence – Just-in-time, Total Quality, Total People Involvement”. Homewood.
- Feld, W., 2001. “Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and how to use them”. St. Lucie Press.
- Folha Virtual do Leite, 2018. <http://www.ccprmg.com.br> Último acesso em 09-01-2018
- Frezite, 2016. Catálogo Serras Circulares.
- Frezite, 2017. Regulamento Interno.
- Frezite, 2017a. www.frezite.com Último acesso em 20-12-2017.
- Frezite. 2018. www.frezitegroup.com Último acesso em 09-01-2018.
- Holweg, M., 2006. “The genealogy of lean production”. Journal of Operations Management.
- Jacobs, F.R., Chase, R.B., Chase, R. 2010, “Operations and Supply Chain Management”, McGraw-Hill Irwin.
- Liker, J., 2004. “The Toyota Way: 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer”. McGraw Hill.
- Liker, J., Meier, D., 2006. “The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyotas’s 4Ps”. McGraw Hill.
- Maynard, H. B., Schwab, J. L. Stegemerten, G. J., 1948. “Methods-Time Measurement”. McGraw-Hill.

Mello, C., 1998, “Auditoria Contínua: Estudo de Implementação de uma Ferramenta de monitoramento para Sistema de Garantia de Qualidade com Base nas Normas NBR ISO9000”. Universidade Federal de Itajuba.

Monden, Y., 1998. “Toyota Production System. An Integrated Approach to Just-in-Time”. Engineering and Management Press.

Niebel, B.W., 1993. “Motion and time study”. Irwin.

Parry, G.C, Turner, C.E., 2006. “Application of lean visual process management tools”. Taylor & Francis.

Pereira, J., 2011. “Reconfiguração do Sistema de Produção de uma Empresa de Camas atendendo aos Princípios do Lean Thinking”. Dissertação de mestrado, Escola Engenharia Universidade do Minho.

Pinto, J.P., 2014. “Pensamento Lean – A Filosofia das Organizações Vencedoras”. Lidel.

Riezebos, J., Klingenberg, W., Hicks, C., 2009. “Lean Production and information technology; connection or contradiction?”. Computers in Industry.

Shingo, S., Dillo, A.P., 1989. “A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint”. Productivity Press.

The Productivity Press Development Team, 1998. Just in time for operators. Productivity Press.

Vieira, L., 2010. “Aplicação de Lean Manufacturing na Linha Produtiva da Fedima Tyres”. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico de Lisboa.

Womack, J., Jones, D.T., 2003. “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”. Free Press.

Anexo A: Folhas *Kaizen* dos Diversos Setores

FREZITE Registo de Produção - Rectificação de Corpos Quantidade Total/Semana

RT-004	Qnt.											750		
	150											700		
	140											650		
	130											600		
	120											550		
	110											500		
	100											450		
	90											400		
	80											350		
	70											300		
	60											250		
	50											200		
40											150			
30											100			
20											50			
10														
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS							
mm ³ Polir	1200000											7200000		
	1100000											6600000		
	1000000											6000000		
	900000											5400000		
	800000											4800000		
	700000											4200000		
	600000											3600000		
	500000											3000000		
	400000											2400000		
	300000											1800000		
	200000											1200000		
	100000											600000		
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS							
mm ³ Retificar	1200000											7200000		
	1100000											6600000		
	1000000											6000000		
	900000											5400000		
	800000											4800000		
	700000											4200000		
	600000											3600000		
	500000											3000000		
	400000											2400000		
	300000											1800000		
	200000											1200000		
	100000											600000		
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS							

Dias

T1	T2	T3
----	----	----

Data:	Hora:	T1:
T2:	T3:	Responsável:

Figura 1 - Folha *Kaizen* da Retificação do Corpo (Máquina Manual Pequena)⁴.

⁴ Para as restantes máquinas deste setor só varia a identificação da máquina, de resto tudo se mantém.

FREZITE Registo de Produção - Rectificação dos Encaixes

Nº Dentas

RT-0001

5000							30000
4750							28500
4500							27000
4250							25500
4000							24000
3750							22500
3500							21000
3250							19500
3000							18000
2750							16500
2500							15000
2250							13500
2000							12000
1750							10500
1500							9000
1250							7500
1000							6000
750							4500
500							3000
250							1500

Segunda Terça Quarta Quinta Sexta FDS

Quantidade Total/Semana

RT-0056

5000							30000
4750							28500
4500							27000
4250							25500
4000							24000
3750							22500
3500							21000
3250							19500
3000							18000
2750							16500
2500							15000
2250							13500
2000							12000
1750							10500
1500							9000
1250							7500
1000							6000
750							4500
500							3000
250							1500

Segunda Terça Quarta Quinta Sexta FDS

Data: TN:

Responsável:

Total/Semana

Figura 2 - Folha *Kaizen* da Retificação dos Encaixes.

Registo Produção - Controlo Intermédio							Quantidade/Semana/ Turno		Quantidade/Semana		
Quantidade	400						2000		4000		
	350						1750		3500		
	300						1500		3000		
	250						1250		2500		
	200						1000		2000		
	150						750		1500		
	100						500		1000		
50						250		500			
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS	Diâmetro Médio Semanal/Turno		NÃO-CONFORMIDADES		
Diâmetro Médio	700						700		REFERENCIA	QUANTIDADE	J/V
	600						600				
	500						500				
	400						400				
	300						300				
	200						200				
	100						100				
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS	% Martelo Semanal/Turno		Observações:		
% Martelo	100						100				
	90						90				
	80						80				
	70						70				
	60						60				
	50						50				
	40						40				
30						30					
20						20					
10						10					
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS	J V				
	J	V					J V				
Data:		Hora:		Z:		V:		Responsável:			

Figura 3 - Folha *Kaizen* do Controlo Intermédio.

FREZITE ☺ **Registo de Produção - Afiamento Automático**

Qnt.

AF-0065	5000											
	4500											
	4000											
	3500											
	3000											
	2500											
	2000											
	1500											
	1000											
	500											
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS					

AF-0045	5000											
	4500											
	4000											
	3500											
	3000											
	2500											
	2000											
	1500											
	1000											
	500											
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS					

AF-0011	5000											
	4500											
	4000											
	3500											
	3000											
	2500											
	2000											
	1500											
	1000											
	500											
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS					
		1T	2T	3T								

Data: Hora:

T1:	<input type="text"/>
T2:	<input type="text"/>
T3:	<input type="text"/>
Responsável:	<input type="text"/>

Figura 4 - Folha 1 Kaizen do Afiamento.

FREZITE ☺ **Registo de Produção - Afiamento Automático**

Qnt.

AF-0075	5000											
	4500											
	4000											
	3500											
	3000											
	2500											
	2000											
	1500											
	1000											
	500											
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS					

Nova	5000											
	4500											
	4000											
	3500											
	3000											
	2500											
	2000											
	1500											
	1000											
	500											
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS					

TOTAL/DIA	25000											
	22500											
	20000											
	17500											
	15000											
	12500											
	10000											
	7500											
	5000											
	2500											
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	FDS					
		1T	2T	3T								

Quantidade Total

200000	
190000	
180000	
170000	
160000	
150000	
140000	
130000	
120000	
110000	
100000	
90000	
80000	
70000	
60000	
50000	
40000	
30000	
20000	
10000	

Nº de Não-Conformidades:

--	--

Observações:

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Data: Hora:

T1:	<input type="text"/>
T2:	<input type="text"/>
T3:	<input type="text"/>
Responsável:	<input type="text"/>

Figura 5 - Folha 2 Kaizen do Afiamento.

FREZITE ✨ **Registo de Produção Semanal - Afiamento Manual**

Qnt.

3000											
2700											
2400											
2100											
1800											
1500											
1200											
900											
600											
300											
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta						

AF-0069

3000											
2700											
2400											
2100											
1800											
1500											
1200											
900											
600											
300											
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta						

AF-0063

6000											
5400											
4800											
4200											
3600											
3000											
2400											
1800											
1200											
600											
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta						

TOTAL/Dia

1T	2T	3T									
Observações:	Observações:	Observações:	Observações:	Observações:							

Data: _____ Hora: _____ T1: _____ T2: _____ T3: _____ Responsável: _____

Quantidade Total

30000	
28500	
27000	
25500	
24000	
22500	
21000	
19500	
18000	
16500	
15000	
13500	
12000	
10500	
9000	
7500	
6000	
4500	
3000	
1500	

Nº de Não-Conformidades

Figura 6 - Folha 3 Kaizen do Afiamento.

ANEXO B: Folhas do Planeamento

FREZITE		Planeamento 2.3			Data: / /2018		
		Nº Cortantes Total: 0					
		Diâmetro Médio: #DIW/O!					
		Quantidade Total: 0					
Referência	Caixa	Diâmetro	Cortantes	Quantidade	Espessura Final	Φ Furo	Data

Figura 1 - Folha incluída em cada Lot-making Box.

FREZITE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Paleta													
Cor		X	X	X	X	X	X	X			X	X	
Data Início		X	X	X	X	X	X	X	09/11	13/11	13/11	14/11	15/11
Data Fim		X	X	X	X	X	X	X	28/11-14/12	30/11-11/12	11/12	11-14/12	13-15/12
Estação		X	X	X	X	X	X	X	Soldadura	Polim.	Soldadura	Afiom.	Afiom.

Paleta	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Cor												
Data Início	16/11	17/11	20/11	21/11	22/11	24/11	Carga Branca		29/11	06/12	06/12	Carga Branca
Data Fim	14-18/12	11-15/12	10-18/12	14-21/12	17-22/12	18/12-09/01	19/12-21/01	22/12	09-13/01	15-18/01	15-19/01	16-23/01
Estação	Afiom.	Afiom.	Afiom.	R.Casa	R.Casa	R.Casa	R.Casa	Afiom.	R.Campo?	R.furo	R.furo	R.furo

Figura 2 - Folha de Controlo do Planeamento.

ANEXO C: Folhas de Registo da Produção


FREZITE 													
REGISTO DE PRODUÇÃO SOLDADURA/ TURNO													
MÁQUINA	Nº de Processos	Preencher com um "x"				TOTAL/ MÁQUINA	Rubrica	DATA	Obs (utilize a tabela ao lado/ utilize letras maiúsculas)	Nº de observações	Tipo:		
		NW	P.C.D	ESP.	STD.						(escrever o que aconteceu)		
2a Feira	1º Turno	SO-007											
		SO-0021						00-jan					
		SO-0024							00-jan				
		SO-0025							00-jan				
			0	0	0	0	0						
	2º Turno	SO-007							00-jan				
		SO-0021							00-jan				
		SO-0024							00-jan				
		SO-0025							00-jan				
			0	0	0	0	0						
	3º Turno	SO-007							00-jan				
		SO-0021							00-jan				
SO-0024								00-jan					
SO-0025								00-jan					
		0	0	0	0	0							

Figura 1 - Folha de Registo da Produção da Soldadura.


FREZITE 									
Registo de Produção - Polimento									
Manual 1 (Grande) - PL0005					Manual 2 (Pequena) - PL0001				
Referência	Quantidade	Diâmetro	Nº Dentes	Obs	Referência	Quantidade	Diâmetro	Nº Dentes	Obs

Figura 2 - Folha de Registo de Produção do Polimento.


FREZITE 															
Registo de Produção do Controlo Final															
REFERÊNCIA	Qty.	Φ (mm)	Nº Dentes	Máquina	Quantidade de serras com erros detectados a OLHO NÚ					Qty. Controlada	Quantidade de serras com erros detectados na MÁQUINA				Observações
					Antiga(A)/ Nova(N)	Afiamento	Polimento	Soldadura	Rectificação		Afiamento (cortantes por afiar)	Afiamento (espressuras mais)	Dentes partidos	Controlo Intermediário	
										0					
										0					
										0					
										0					
										0					
										0					
										0					
										0					
										0					
										0					

Figura 3 - Folha de Registo de Produção do Controlo Final.

Anexo E: Estudo da Criticidade das Máquinas

Nome	Secção	CRITICIDADE / Impacto na Produção		
		Muito Alto	Alto	Moderado
EL-0006 - LIXADORA GRINDMASTER	02 - Corte Chapa	X		
EP-0002 - EMPILHADOR ELETRICO LINDE	02 - Corte Chapa			X
FI-0006 - FILTRO HUMIDO SITAPE	02 - Corte Chapa	X		
GA-0001 - GASES LASANTES MAQ. CORTE LASER TRUMPF-SERRAS	02 - Corte Chapa	X		
GA-0002 - UNIDADE AZOTO MAQ. CORTE LASER TRUMPF - SERRAS	02 - Corte Chapa	X		
GA-0003 - UNIDADE OXIGÉNIO MAQ. CORTE LASER TRUMPF - SERRAS	02 - Corte Chapa	X		
LS-0001 - MÁQUINA CORTE LASER TRUMPF - SERRAS	02 - Corte Chapa	X		
DR-0001 - DUROMETRO - SERRAS (DR1)	12 - Tratamento Térmico			
DR-0003 - DUROMETRO WOLPERT	12 - Tratamento Térmico			X
ES-0003 - ESMERIL POLIDOR (SES1)	12 - Tratamento Térmico			
FN-0005 - FORNO RECOZIMENTO	12 - Tratamento Térmico	X		
PR-0003 - PONTE ROLANTE	12 - Tratamento Térmico	X		
AS-0020 - ASPIRADOR LOSMA - SOLDADURA SERRAS	21 - Soldadura			
AS-0024 - ASPIRADOR CORAL	21 - Soldadura	X		
CH-0020 - CHILLER ARREFECIMENTO MAQUINAS DE SOLDAR	21 - Soldadura	X		
SO-0004 - MAQUINA SOLDAR INDUÇÃO 4 - SERRAS (SSL4)	21 - Soldadura	X		
SO-0007 - MAQUINA SOLDAR INDUÇÃO 7 - SERRAS	21 - Soldadura	X		
SO-0021 - MAQ. SOLDAR GERLING AUTOMÁTICA	21 - Soldadura	X		
SO-0022 - MAQ. SOLDAR RASPADORES GERLING	21 - Soldadura	X		
SO-0024 - MAQUINA SOLDAR INDUÇÃO - KIRSCHNER LK600 E H	21 - Soldadura	X		
SO-0025 - MAQUINA SOLDAR INDUÇÃO - KIRSCHNER LK600 E H	21 - Soldadura	X		
FILTRO ASPIRAÇÃO	21 - Soldadura	X		
MÁQUINA APOIO À PRODUÇÃO 1	21 - Soldadura			X
MÁQUINA APOIO À PRODUÇÃO 2	21 - Soldadura			X
ESMERIL	21 - Soldadura			X
FR-0001 - FRESADORA UNIVERSAL (F6)	31 - Rectificação			X
FU-0005 - MÁQUINA FURAR IBARMIA	31 - Rectificação			X
FU-0008 - MAQUINA FURAR COLUNA	31 - Rectificação			X
MM-0002 - MESA MEDIR ESPESURAS IT	31 - Rectificação	X		
RT-0001 - RECTIFICADORA ASSENTOS - SERRAS (SAF10)	31 - Rectificação	X		
RT-0002 - RECTIFICADORA ENCAIXES - SERRAS (SAF11)	31 - Rectificação	X		
RT-0003 - RECTIFICADORA FUIROS - SERRAS (SH01)	31 - Rectificação	X		
RT-0004 - RECTIFICADORA FACE - SERRAS (SRE1)	31 - Rectificação	X		
RT-0035 - RECTIFICADORA SERRAS GERLING	31 - Rectificação	X		
RT-0047 - RECTIFICADORA CORPOS - SERRAS	31 - Rectificação	X		
RT-0056 - RECTIFICADORA AKEMAT TYPE B	31 - Rectificação			X
TN-0007 - TORNO ALARGAR FUIROS - SERRAS	31 - Rectificação	X		
RECTIFICADORA CARA AUTOMÁTICA NOVA RT0052	31 - Rectificação	X		
UF-0012 - UNIDADE DE FILTRAGEM (EMULSÃO)	31 - Rectificação	X		
EL-0007 - ESMERIL ECO+PLUS	31 - Rectificação			X
DS-0001 - DESMAGNETIZADOR DISCOS	31 - Rectificação			X
LL-0019 - LAVADORA TEUJO	31 - Rectificação	X		
LL-0021 - LAVADORA TEUJO C	31 - Rectificação			X
AS-0014 - ASPIRADOR/FILTRO POEIRAS SITAPE GRANALHADORAS	41 - Decapagem	X		
AS-0015 - ASPIRADOR/FILTRO POEIRAS SITAPE GRANALHADORAS	41 - Decapagem	X		
AS-0016 - ASPIRADOR/FILTRO POEIRAS SITAPE GRANALHADORAS	41 - Decapagem			X
GN-0003 - GRANALHADORA KAENHY AUTOMATICA (SG3)	41 - Decapagem	X		
GN-0004 - GRANALHADORA MANUAL KAENHY (SG2)	41 - Decapagem	X		
GN-0005 - DECAPADORA GUYSON (SG1)	41 - Decapagem			X
GN-0013 - DECAPADORA NORBLAST	41 - Decapagem			X
GN-0016 - DECAPADORA KAENHY AUTOMATICA (SERRAS)	41 - Decapagem			X
AF-0001 - MAQUINA AFIAR POR DENTRO - AKEMAT (SAF1)	51 - Afiamentos			X
AF-0002 - MAQUINA AFIAR LATERAL - AKEMAT (SAF2)	51 - Afiamentos			X
AF-0004 - MAQUINA AFIAR DIAMETROS ACABAMENTO - AKEMAT(SAF4)	51 - Afiamentos			X
AF-0005 - MAQUINA AFIAR DIAMETROS - AKEMAT (SAF5)	51 - Afiamentos			X
AF-0006 - MAQUINA AFIAR LATERAL - AKEMAT (SAF6)	51 - Afiamentos			X
AF-0007 - MAQUINA AFIAR POR DENTRO - AKEMAT (SAF7)	51 - Afiamentos			X
AF-0009 - MAQUINA AFIAR RASPADORES LATERAL - KIRSCHNE (SAF9)	51 - Afiamentos			X

Figura 1 - Estudo da Criticidade das Máquinas.