



A Filosofia de gestão e produção *Lean* numa Empresa de Transformação de Rocha Ornamental

João Miguel Nogueira Miranda

Dissertação realizada em Ambiente Empresarial, no âmbito do
Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente

Orientador: Professor Alexandre Júlio Machado Leite

Coorientador: Professor José Cardoso Guedes

Orientação na Empresa: Engenheiro Filipe Miguel de Sá Rodrigues Marques

Porto, outubro de 2020

Dedico esta Dissertação aos meus pais,
trabalhadores incansáveis e força propulsora do meu avanço.

Agradecimentos

Uma Dissertação nunca é feita por uma pessoa só, à sua volta há todo um trabalho em equipa que direta ou indiretamente ajuda na sua conceção. Quero deixar os meus agradecimentos a todos os que estiveram envolvidos, correndo o risco de injustamente não mencionar algum dos contributos.

Ao orientador da dissertação, Doutor Professor Alexandre Leite, pela orientação prestada, apoio, disponibilidade, e incentivo, assim como as adições propostas que enriqueceram a Dissertação de forma incalculável. Os meus mais sinceros agradecimentos.

Ao coorientador Doutor Professor José Cardoso Guedes pelo seu incentivo disponibilidade e apoio na elaboração do presente documento.

A todos os amigos e colegas que de forma direta ou indireta contribuíram e ajudaram na concretização deste trabalho. Para não correr o risco de não mencionar algum opto por não identificar ninguém, todavia, aqueles a quem este agradecimento se dirige sabê-lo-ão.

Aos meus pais e irmã por todo o apoio, força e carinho que sempre prestaram ao longo da minha vida académica de forma incondicional. Sem o qual a elaboração da presente tese nunca teria sido possível.

Por último, mas sem menor importância queria deixar um agradecimento à empresa acolhedora TORRE - Indústria Transformadora de Mármore Lda., assim como ao engenheiro Filipe Marques e todos os seus colaboradores pela imensa oportunidade de aprendizagem que me facultaram.

Resumo

Este documento apresenta-se como uma Dissertação realizada no âmbito Curso de do Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto foi desenvolvido ao abrigo de um Contrato para a realização de Dissertação de Mestrado em Ambiente Empresarial, tendo o mesmo sido acolhido pela Empresa de transformação de rocha ornamental TORRE - Indústria Transformadora de Mármore Lda, na qual tivemos a oportunidade de permanecer numa curta estadia.

A necessidade de evolução e melhoria das técnicas e ferramentas a que se recorre, sempre teve um carácter importante nas mais diversas indústrias. A denominada Filosofia de produção e gestão *Lean*, apresenta-se como um importante meio para esse fim, centrada principalmente no objetivo de eliminação do desperdício de atividades que não acrescentam valor ao produto final.

Sendo a TORRE um Empresa que desde 2015 procura incorporar na sua ação princípios *Lean*, orientou-nos a possibilidade de, com este trabalho, “embrenharmo-nos” nesta Filosofia.

Para além dessa procurada aprendizagem, o objetivo deste projeto era acompanhar o trabalho numa das divisões da fábrica, assim como propor e implementar melhorias nesta, observando os seus impactes na produção.

Devido à inesperada interrupção da nossa permanência na TORRE, provocada pela pandemia Covid 19 gerada pelo novo corona vírus, tal objetivo não foi possível de ser atingido plenamente. Assim, optou-se pela realização de um estudo mais teórico sobre a Filosofia de gestão e produção *Lean*, e de uma análise da aplicação de ferramentas desta Filosofia na Empresa.

Apesar destas inesperadas circunstâncias houve, no entanto, a possibilidade de identificar alguns problemas na área da Gestão *Stocks* da TORRE e avançar mesmo com algumas propostas de melhoria para eliminação desses problemas detetados.

Palavras chave: *Filosofia de gestão e produção LEAN, Ferramentas LEAN, KANBAN, Melhoria contínua.*

Abstract

This document is presented as a Dissertation carried out within the scope of the Master's Course in Mining Engineering and Geo-Environment at the Faculty of Engineering of the University of Porto.

The project was developed under a Contract for the realization of a Master's Dissertation in Business Environment, having been welcomed by the ornamental stone transformation company TORRE - Indústria Transformadora de Mármore Lda, in which we had the opportunity to stay in a short stay.

The need to evolve and improve the techniques and tools used, has always been important in the most diverse industries. The so-called Philosophy of Lean production and management, presents itself as an important means for this purpose, centered mainly on the objective of eliminating the waste of activities that do not add value to the final product.

Since TORRE is a company that since 2015 seeks to incorporate Lean principles in its action, it guided us to the possibility of, with this work, “getting involved” in this Philosophy. In addition to this sought-after learning, the objective of this project was to accompany work in one of the factory's divisions, as well as to propose and implement improvements in it, observing its impacts on production.

Due to the unexpected interruption of our stay in the TOWER, caused by the pandemic Covid 19 generated by the new corona virus, this objective was not possible to be fully achieved. Thus, it was decided to carry out a more theoretical study on the Philosophy of Lean management and production, and an analysis of the application of tools of this Philosophy in the Company.

Despite these unexpected circumstances, there was, however, the possibility of identifying some problems in the area of Stock Management at TORRE and advancing even with some improvement proposals to eliminate these detected problems.

Key Words: *LEAN production and management philosophy, LEAN tools, KANBAN, Continuous improvement.*

Índice

Agradecimentos	3
Resumo.....	5
Abstract	6
Índice	7
Índice de Figuras	10
Índice de Tabelas.....	15
Índice de Siglas e Acrónimos.....	16
1 Introdução	17
1.1 Objetivo geral e objetivo específico.....	19
1.2 Metodologia	20
1.3 Estrutura da Dissertação	21
2 Estado da Arte	22
2.1 O que é o Lean.....	22
2.2 História	24
2.2.1 Produção Artesanal vs Produção em Massa.....	24
2.2.2 Toyota Production System (TPS).....	26
2.2.3 Contributos das Administração Clássica de Fayol e da Administração Científica de Taylor para a Filosofia <i>Lean</i>	27
2.3 Princípios <i>Lean</i>	32
2.3.1 Especificar valor	33
2.3.2 Identificar cadeia de valor.....	33
2.3.3 Fluxo contínuo de valor.....	34
2.3.4 Extração do valor	34
2.3.5 Perfeição	35
2.4 Desperdícios ou Muda	35
2.4.1 Sobreprodução.....	36
2.4.2 Tempo de espera.....	37
2.4.3 Transporte.....	37
2.4.4 Processamento incorreto.....	38
2.4.5 Inventário	39

2.4.6 Movimento desnecessário	39
2.4.7 Defeitos	39
2.4.8 O oitavo desperdício	40
2.5 Os 5 S's	41
2.6 <i>One Piece Flow</i>	45
2.6.1 Tempo Takt	46
2.6.2 Células de produção em U	48
2.6.3 Trabalho Normalizado.....	50
2.6.4 Controlo de Produção Puxada	51
2.6.5. Automação ou <i>Jidoka</i>	53
2.7 ANDON	54
2.8 <i>Value Stream Mapping</i>	55
2.8 <i>Lean + 6 Sigma</i>	62
2.8.1 O ciclo DMAIC.....	65
2.9 <i>Morning Meeting</i> (Reunião da Manhã)	66
2.10 SMED – <i>Single Minute Exchange Die</i>	68
3 – A empresa.....	72
3.1 Unidade Fabril	78
3.1.1 Setores da Unidade Fabril	78
3.2 Escritório e Administração	84
4 – Aspectos da realidade <i>Lean</i> na Torre.....	87
4.1 Como começou o <i>Lean</i> na TORRE	87
4.2 Como definir uma empresa <i>Lean</i> ?	89
4.3 O principal “gargalo”/ “ <i>bottleneck</i> ”	90
4.4 <i>Morning Meeting</i> na Torre.....	92
4.5 <i>Seiri</i> – Separar o necessário do desnecessário	94
4.6 <i>Seisō</i> – Limpar e cuidar do ambiente de trabalho	95
4.7 <i>Seiton</i> – Um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar.....	95
4.8 <i>Kaizen</i> e o incentivo à melhoria contínua e à <i>standardização</i>	96
4.8.1 O ciclo PDCA.....	97
4.8.2 Uma cultura de produção de vídeos sobre melhorias.....	98
4.9 Um exemplo de metodologia SMED na TORRE	100

4.10 <i>ANDON</i> na TORRE	102
4.11 A TORRE, antes e depois	104
5 - A Gestão de <i>Stocks</i> e Aprovisionamento na TORRE – Caracterização mínima e algumas propostas de melhoria	107
5.1 Orçamentação	107
5.2 Qualidade da matéria prima	109
5.3 Gestão de <i>Stocks</i>	110
5.3.1 <i>Kanban</i>	113
5.3.2 <i>Kanban</i> na TORRE.....	117
5.3.3 <i>Kanban</i> das chapas.....	120
5.4 Defeitos de Origem e Processamento - Importância dos Fornecedores	121
5.5 Aproveitamento das Sobras	123
5.6 Alguns problemas identificados e propostas de melhoria	124
6 - Considerações Finais	129
6.1 Transferibilidades	131
7 - Bibliografia	133

Índice de Figuras

Figura 1 – Visita à TORRE com Estudantes da UC de EMM do MEMG da FEUP – 2019.	17
Figura 2 – os Princípios do <i>Lean Thinking</i> (Maia et al, 2011).	32
Figura 3 – Desperdícios na Cultura <i>Lean</i> (<i>Lean Manufacturing</i> - Blog <i>Lean Lab</i> . Acedido em maio de 2020 em: http://www.leanlab.name/the-7-wastes)	36
Figura 4– <i>Kaizen</i> em japonês (Mulholland, 2018).	37
Figura 5 – Fila de espera de unidades transportadoras para a carga em exploração de recursos minerais a céu aberto. (Imagem de recurso didático da UC de Sistema de Carga e Transporte da LCEEMG da FEUP).	38
Figura 6 - Os oito desperdícios propostos por Ortiz (Akers, 2014).	41
Figura 7 – Os 5 S's – (Rosemberg, 2019).	42
Figura 8 – Fotogramas do vídeo <i>Batch vs One Piece Flow</i> (Marques, 2018 d)).	46
Figura 9 – Exemplo de uma célula de produção em U. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:	48
Figura 10 - A mesma célula em U a ser utilizada por 1 ou 2 operadores. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:	49
Figura 11 – Correlação da produtividade com diferentes números de operadores em células de produção. Adaptado do Site Allaboutlean.com. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em:	50
Figura 12 – Produção Empurrada vs. Produção Puxada (Martins, 2019).	52
Figura 13 – Exemplo de um painel ANDON para acompanhamento de um processo produtivo. Site ExportersIndia.com. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em:	54
Figura 14 – Sistema ANDON CORD da Toyota (Thorp, 2018).	55
Figura 15 - Exemplo de uma sala de controlo de uma unidade extrativa e de produção de concentrados de espécies minerais. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: http://www.xinhaimineral.com/en/solution_18.html	56
Figura 16 – Exemplo de um diagrama de fluxo de uma unidade extrativa e de produção de concentrados de magnetite. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em:	57
Figura 17 – Os quatro passos da criação de um <i>Value Stream Mapping</i>	58

Figura 18 – Matriz de identificação de famílias de produtos (Manos, 2006)	59
Figura 19 - Exemplo de mapa representando uma situação concreta de um processo produtivo (Manos, 2006).....	60
Figura 20 - Exemplo de um <i>Value Stream Mapping</i> futuro (Manos, 2006).	61
Figura 21 – Distribuição Normal de frequências de acontecimentos $F_x(x)$ para um conjunto de intervalos de tempos x de uma atividade	63
Figura 22 – Funções de Distribuição Normal para situação de maior (linha vermelha) e menor (linha azul) aleatoriedade do tempo de realização de uma atividade.	64
Figura 23 – Funções de Distribuição Normal para situação de maiores (linha azul) e menores (linha vermelha) tempos médios de atividade de realização de uma atividade.	64
Figura 24 – Ciclo DMAIC de aplicação dos princípios <i>Lean 6 Sigma</i> (Castro et al, 2013)....	66
Figura 25 – As Reuniões da Manhã devem ser curtas e agradáveis (Hoobs, 2016).....	67
Figura 26 – Troca de pneus numa corrida de NASCAR. Fotografia <i>NASCAR PIT STOP</i> de Randy Schwartz. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:	69
Figura 27 - Os principais passos do processo SMED (Fonseca, 2009).	71
Figura 28 – Localização da TORRE	72
Figura 29 - Unidade fabril da TORRE.	73
Figura 30 – Pedreira de granito negro no Zimbabwe. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: https://www.stonecontact.com	75
Figura 31 – Exemplo de aplicação do Granito Zimbabwe em bancada de cozinha. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em:	76
Figura 32 – Exemplo de uma bancada de cozinha em <i>Silestone</i> . Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: https://www.vivadecora.com.br	77
Figura 33 - Aspeto de uma superfície polida de rocha. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: https://www.youtube.com/watch?v=pf1nUzpPsH8	77
Figura 34 - Setores gerais da unidade fabril da TORRE.	78
Figura 35 – Parque exterior de matérias primas da TORRE.	79
Figura 36 - Aspetos das células de produção da TORRE	80
Figura 37 – Máquinas de corte com disco da TORRE.	80
Figura 38 – Máquinas CNC's, de corte com jato de água a alta pressão na TORRE.	81
Figura 39 – Imagem de ecrã de software de controlo e planeamento para aproveitamento de chapas em CNC's na TORRE.....	81

Figura 40 – Atividades de acabamento na TORRE.	82
Figura 41 – Zona de cavaletes de produtos finais da TORRE, prontos para expedição.	82
Figura 42 – Contentor com resíduos sólidos (esquerda), unidade de tratamento e reciclagem de água (centro) e central de produção de ar comprimido (direita) da TORRE.	83
Figura 43 - Mostuário de matérias primas trabalhadas na TORRE, à entrada do Escritório.	84
Figura 44 – Quadros de ajuda ao planeamento dos processos produtivo da TORRE.	85
Figura 45 - O <i>Lean</i> pode ser facilmente entendido no WC. Fotogramas de vídeo. (Marques, 2018 a)).	88
Figura 46 - Qual das empresas é <i>Lean</i> ? Fotogramas de vídeo (Marques, 2018 b)).	89
Figura 47 - Como eliminar o principal gargalo de uma empresa!. Fotogramas de vídeo (Marques, 2018 c)).	91
Figura 48 – A <i>Moning Meeting</i> na TORRE. Fotogramas de vídeo (Marques, 2018 a)).	92
Figura 49 - Exemplo de <i>placard</i> de anotação de compromissos de melhorias contínuas dos Colaboradores da TORRE (Marques, 2016 c)).	93
Figura 50 – Local para colocar materiais “perdidos” e que eventualmente podem ser removidos da área de trabalho na TORRE.	94
Figura 51 – Momentos coletivos de limpeza em todos	95
Figura 52 – “ <i>Um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar</i> ”	96
Figura 53 – O Ciclo PDCA da Cultura <i>Lean</i> (Adaptado). Imagem da Internet. Acedido em agosto de 2020 em https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=73842945	97
Figura 54 – O Canal <i>Yutube Lean Crawl</i> da TORRE.	98
Figura 55 – Fotogramas do vídeo “ <i>Paddling to the source</i> ” (Marques, 2017 a)).	100
Figura 56 – Fotogramas de vídeo de um processo moroso de troca de ferramentas num sistema de elevação na TORRE (Marques, 2016 b)).	101
Figura 57 - Fotogramas de vídeo de duas soluções para obviar a um processo moroso de troca de ferramentas num sistema de elevação na TORRE (Marques, 2016 b)).	102
Figura 58 - Sistemas visuais de alerta do modo de funcionamento de equipamentos CNC da TORRE.	103
Figura 59 – Exemplos de suportes magnéticos coloridos, com diferentes significados, para acompanhamento dos processos produtivos na TORRE. Por exemplo, as obras a realizar	

assinaladas com imanes vermelhos, são prioritárias relativamente às assinaladas a branco.	104
Figura 60 – Um espaço da unidade fabril da TORRE, em 2009 e 2017.	105
Figura 61 - Um espaço da unidade fabril da TORRE, em 2009 e 2017.	105
Figura 62 – O parque de matérias primas da TORRE, em 2009 e 2017.	105
Figura 63 - Um espaço de arrumo de ferramentas da TORRE, em 2009 e 2017.....	106
Figura 64 – Exemplo de desenho técnico referente a uma bancada de cozinha, com indicações de dimensões e acabamentos requeridos. Imagem da Internet. Acedido em agosto de 2020 em: https://www.betoguimaraes.com.br/	108
Figura 65 – Exemplos de guarnições que podem ter lugar nas bordaduras de tampos de cozinha. Imagem da Internet. Acedido em agosto de 2020 em: http://www.lustrolmarmoraria.com.br/acabamentos/	109
Figura 66 - Fluxos de matérias primas na TORRE.	111
Figura 67 - O antigo parque de matérias primas da TORRE. Imagem <i>Street View</i> do Google <i>Earth</i>	111
Figura 68 – Fotogramas de vídeo sobre a organização de chapas no parque de matérias primas da TORRE, com um <i>layout</i> de difícil acesso às peças estacionadas.	112
Figura 69 - Exemplo de etiqueta identificadora de matérias primas na TORRE	113
Figura 70 - Exemplo de um painel <i>Kanban</i> de gestão de processos em Minas da Cornualha (Kelly, 2013).	114
Figura 71 - Plataformas digitais Favro (esquerda) (https://learn.favro.com) e Trello (direita) (https://trello.com/) para implementação do sistema de planeamento <i>Kanban</i>	116
Figura 72 - Exemplos de cartões <i>Kanban</i> de gestão de <i>stocks</i> . À esquerda Toyota (Ohno, 1997). À direita TORRE.	117
Figura 73 - Quadros <i>Kanban</i> na TORRE.	118
Figura 74 - Exemplos de cartões <i>Kanban</i> de controlo de <i>stocks</i> na TORRE.	119
Figura 75 - Painel de <i>Kanbans</i> recolhidos diariamente na unidade fabril da TORRE, à espera de serem processadas as respetivas notas de encomenda dos materiais.....	120
Figura 76 - Exemplo de etiqueta de chapas melhorada da TORRE.	121
Figura 77 - Exemplo de defeitos em chapas: 1 – rachadela, 2 – picadela, 3 – fratura e 4 – escanadela.	121

Figura 78 - Exemplos de defeitos de processamento: à esquerda um pré-corte e à direita um corte em forma de “pistola”.	123
Figura 79 - Lotes de sobras de chapas na TORRE.	123
Figura 80 - Etiquetas de chapas na TORRE em processo de descolagem.	125
Figura 81 - Alguns pormenores da arrumação de chapas no parque de matérias primas da TORRE. À esquerda, chapas originais e à direita sobras de chapas.	127
Figura 82 - Armazenamento de chapas de <i>Silestone</i> por tamanhos na TORRE (fotografia de Filipe Marques de setembro de 2020).	128

Índice de Tabelas

Tabela 1 - As denominações 5S, conceitos e objetivos	43
--	----

Índice de Siglas e Acrónimos

CNC - *Computer Numerical Control*

DMAIC - *Define, Measure, Analyse, Improve e Control*

DPMO - *Defective Parts per Million Opportunities*

EMM – Exploração de Massas Minerais

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

JIT – *Just-in-Time*

MEMG – Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente

PDCA – *Plan, Do, Check e Act*

QR – Código de barras bidimensional

SMED - *Single Minute Exchange Die*

TPS – *Toyota Production System*

TOC - *Theory of Constraints*

TORRE - Empresa TORRE - Indústria Transformadora de Mármore Lda

UC – Unidade Curricular

VMS – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work in Progress*

1 Introdução

A origem da presente Dissertação de Mestrado, pode associar-se a uma Visita de Estudo que realizamos na Unidade Curricular (UC) de Exploração de Massas Minerais (EMM), do Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente (MEMG) da FEUP que ocorreu no Ano Letivo de 2018/2019, a uma empresa de transformação de rochas para fins ornamentais, a TORRE - Indústria Transformadora de Mármore Lda (Figura 1).



Figura 1 – Visita à TORRE com Estudantes da UC de EMM do MEMG da FEUP – 2019.

Durante essa Visita de Estudo, quer o grupo de Estudantes, quer a Equipa de Professores que nos acompanhou, confrontou-se com uma unidade industrial com um ambiente de atividade muito diferente daqueles a que nos habituamos a ver em empresas relacionadas com a exploração e transformação de rochas.

A ordem, a organização, a atitude dos colaboradores da empresa nos seus postos de trabalho, a limpeza e muitas outras características pouco comuns, foram rapidamente percecionadas.

Confrontados com a nossa admiração, os responsáveis da empresa que nos acompanharam, explicaram que tais factos se relacionavam com a atitude permanente de todos os colaboradores de procurarem colocar em prática a denominada Filosofia de gestão e produção *Lean*.

Quer nós, quer os Professores da UC de EMM, a partir dessa Visita de Estudo, começamos a interessar-nos por esta Filosofia e a envolver-nos em processos de descoberta de pormenores da mesma.

Neste momento sabemos que no MEMG já existem conteúdos lecionados deste tema da área da gestão industrial.

Assim, surgiu a oportunidade da realização desta Dissertação de Mestrado, em ambiente empresarial, precisamente na empresa visitada no Ano Letivo transato, a empresa TORRE - Indústria Transformadora de Mármore Lda, daqui em diante denominada TORRE.

Tivemos então a grata possibilidade de sermos acolhidos pelo Engenheiro Filipe Miguel de Sá Rodrigues Marques, responsável do empreendimento TORRE, que nos orientou em todas as atividades no seio da Empresa.

Inicialmente, procurou-se estabelecer um programa de trabalhos que levaria à caracterização de pormenores da Filosofia de gestão e produção *Lean* na Empresa, prevendo-se mesmo poder chegar a propostas de melhoria de pormenores de processo(s) produtivo(s) presente relativo à transformação de rocha ornamental para fins comerciais

Em particular, definiu-se em parceria com a Empresa, o objetivo de acompanhamento dos processos da Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento nela existentes, procurando olhar todos os procedimentos neles presentes, para depois, e sempre baseados em princípios da Filosofia *Lean*, eventualmente propor e levar mesmo à prática melhorias que, se testadas com êxito, pudessem no futuro virem a ser incorporadas na dinâmica da Empresa. Para tal seria necessário a presença em chão de fábrica para acompanhamento ao pormenor dos processos em causa e para a recolha de dados.

A execução deste programa inicial, teve o seu início em meados de fevereiro do corrente ano, sendo que, sensivelmente a meio do mês de março, foi necessário interromper os trabalhos na Empresa, devido à pandemia da Covid-19, que passou a condicionar globalmente as atividades da humanidade na Terra.

Como tal não foi mais possível regressar à Empresa, tendo mesmo esta estado encerrada temporariamente uma vez que se situa num concelho que se viu obrigado a

estabelecer uma cerca sanitária para fazer face a um grave processo de alastramento da contaminação provocada pelo denominado corona vírus.

Perante tal realidade, foram redirecionados os trabalhos da Dissertação, tendo-se optado por objetivos mais modestos de caráter fundamentalmente académico.

Ainda assim, como veremos, foi possível aflorar ainda algumas, ainda que modestas, propostas de melhoria nas áreas da Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento da TORRE.

1.1 Objetivo geral e objetivo específico

Como objetivo geral para este trabalho de Dissertação de Mestrado, definiu-se analisar e caracterizar a forma como algumas das diferentes ferramentas da Filosofia de gestão e produção *Lean*, são aplicadas em vários dos setores da empresa.

Naturalmente que, subjacente a este objetivo, apresenta-se como objetivo paralelo o nosso próprio processo de aprendizagem desta Filosofia, só muito recentemente introduzida como conteúdo em Unidade Curricular do Curso de Engenharia de Minas e Geo-Ambiente da FEUP.

Não descorando os dados que ainda foram possíveis ser recolhidos no período que estivemos na Empresa, definimos como objetivo específico, a caracterização e apresentação de uma proposta de algumas possíveis melhorias para os processos de Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento da TORRE, não tendo sido, no entanto, possível averiguar se algumas dessas propostas de melhoria seriam ou não passíveis de virem a ser implementadas com êxito. Curiosamente, outras foram colocadas no terreno pela própria Empresa, sem que disso tivéssemos tido conhecimento, o que de alguma forma nos diz que elas têm mesmo importante significado na melhoria contínua que na TORRE é procurada.

1.2 Metodologia

Como parte da metodologia para serem atingidos os objetivos geral e específico definidos, contemplou-se uma apurada pesquisa bibliográfica sobre a temática da Filosofia *Lean*, em livros e revistas publicadas, em sites da Internet, revestindo-se de valioso contributo o estudo de algumas Dissertações de Mestrado da área da gestão industrial, que tiveram como tema central, esta Filosofia.

Na pesquisa realizadas, encontramos diversos trabalhos sobre este tema presentes no repositório aberto da FEUP, mas nenhum de aplicação na área da Engenharia de Minas.

Acreditamos que o contributo da presente Dissertação para esta área do saber da Engenharia, se revestirá de algum interesse, podendo mesmo despertar vontade em outros Colegas para, no futuro, virem a estudar o *Lean* aplicados a outras diversas áreas da indústria extrativa.

Uma outra fonte de informação muito importante, como veremos, diz respeito aos conteúdos de centenas de vídeos de melhorias e pensamentos *Lean* que constam do Canal *Youtube Lean Crawl* da TORRE, a maioria da autoria do Engenheiro Filipe Marques.

A par da pesquisa e estudo desta temática, que acabou por ocorrer transversalmente em quase todo o período de trabalhos da Dissertação, realizamos, como referimos, uma curta estadia na Empresa, mas ainda assim suficiente para nos inteirarmos de muito pormenores sobre a sua atividade.

A partir de certa altura, passamos a trabalhar em pesquisa, estudo, escrita e elaboração de síntese, exclusivamente em casa, estando em permanente contacto por videoconferência com os nossos orientadores, que foram validando o trabalho que íamos fazendo.

Já depois da empresa ter retomado a sua atividade laboral, tivemos oportunidade de nos deslocar à mesma em situações muito pontuais e com a respetiva garantia de segurança, em particular no que diz respeito à pandemia da Covid-19, para recolha de mais informações relevantes necessárias para serem incluídas na Dissertação.

1.3 Estrutura da Dissertação

Este trabalho está estruturado em 5 Capítulos, a saber:

Um primeiro Capítulo onde se introduz o leitor no trabalho realizado, dando conta das condicionantes para a realização do mesmo. Nele definem-se os objetivos geral e específico, bem como se apresenta, de forma sucinta, a metodologia usada.

No Capítulo 2, apresenta-se o Estado da Arte no que diz respeito à Filosofia de gestão e produção *Lean*, realçando-se aspetos históricos desta Filosofia, e onde se apresentam e caracterizam diversas ferramentas vulgarmente presentes nas unidades industriais onde ela está presente.

No Capítulo 3, procuramos estabelecer um pouco da história da Empresa acolhedora para a realização da presente Dissertação, dando algum realce à sua atividade produtiva, com enfoque nos processos fabris que a constituem. Procuramos ainda neste capítulo, apresentar o mercado em que ela está inserida.

Como a TORRE é um Empresa imbuída na Filosofia *Lean* optamos por, no Capítulo 4, compilar a descrição de algumas ferramentas *Lean* que estão nela presentes, ilustrando-as com uma coleção de fotografias que realçam resultados da sua aplicação.

Dedicamos o Capítulo 5 à apresentação da metodologia que está presente na Empresa nas áreas da Gestão e *Stocks* e Aprovisionamento, principalmente no que diz respeito à gestão de chapas de pedra para o processo produtivo, procurando por um lado a minimização dos seus *stocks*, mas garantindo, por outro, matéria prima em tempo útil para a produção. Em particular, neste Capítulo 5, descrevemos a metodologia denominada de *Kanban*, oriunda da Filosofia *Lean*, e exemplificaremos a mesma em vários dos setores da Empresa. Ainda serão nele adiantadas algumas propostas de melhoria nos setores da Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento, por nós teoricamente idealizadas, deixando as mesmas para serem eventualmente implementadas e testadas em trabalhos futuros.

Reservamos para o Capítulo 6, a compilação de algumas considerações finais que resultaram da perceção por nós adquirida ao longo da realização dos trabalhos da presente Dissertação de Mestrado na TORRE.

2 Estado da Arte

No presente Capítulo 2, dedicado ao do Estado da Arte, procuraremos fazer uma descrição de um conjunto de conceitos e princípios associados à denominada Filosofia de gestão e produção *Lean*, com o intuito de enquadramento da descrição que terá lugar no Capítulo 4 – Aspetos da realidade *Lean* na TORRE, no que diz respeito à aplicação desta Filosofia na unidade fabril desta Empresa acolhedora para a realização deste trabalho.

Numa primeira parte do Capítulo faremos uma apresentação geral da Filosofia *Lean*, estabelecendo algumas comparações com outras metodologias de produção, às quais o *Lean* foi “beber” informação para o seu desenvolvimento.

Na segunda parte do Capítulo, será realizada uma descrição de algumas das muitas ferramentas associadas à gestão e produção *Lean*, que normalmente estão presentes nas unidades industriais que por elas optaram e que seguramente fazem uma diferença positiva nos seus processos produtivos.

Este estabelecimento do Estado da Arte afigurou-se de grande importância para a nossa própria aprendizagem deste Filosofia de gestão com provas dadas em empresas e todo o mundo.

2.1 O que é o Lean

Lean é apresentado muitas vezes como uma Filosofia de gestão e produção, que numa primeira definição genérica, podemos dizer que coloca um forte enfoque na redução de diversos tipos de desperdícios presentes nos processos industriais (e não só), procurando, a partir dessa redução, promover a maximizando e eficácia da atividade produtiva. No livro *Beyond Lean* (Bendék, 2016) Peter Bendék refere que este objetivo é alcançado através da constante procura da melhoria dos processos presentes, tendo como protagonistas dessa procura, todos os agentes neles envolvidos. Para tal, a Filosofia *Lean* disponibiliza uma série de ferramentas, já muito bem testadas em imensas unidades industriais por todo o mundo, que são passíveis de serem apreendidas em formações

específicas para esse efeito, mas principalmente pela incorporação, pela prática e muitas vezes ainda que experimental, dessas mesmas ferramentas no ambiente de trabalho.

O termo *Lean* foi cunhado em 1988 por John Krafcik, (Krafcik, 1988) no seu artigo intitulado *Triumph of the Lean Production System*, onde este autor afirma que o *Lean* é um caminho para colocar a atenção e o pensamento nos processos produtivos, tendo também sido definido em 1996 por James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross, autores do livro *The machine that changed de world* (Womack, et al 1996), como sendo uma Filosofia de olhar os empreendimentos geradores de valor através de princípios básicos que mais adiante serão especificados.

Como foi referido anteriormente o *Lean* tem como objetivo eliminar o desperdício e é neste contexto que nasce o conceito de *Lean Thinking* (Womack, et al 1996). Na sua essência *Lean Thinking* significa criar condições para permitir a melhoria dos processos, possibilitando que as empresas possam fazer mais com menos (menos esforço, menos equipamento, mais rápido e ocupando menos espaço), ao mesmo tempo que se vão aproximando o máximo possível dos desejos do cliente. O *Lean Thinking* apresenta então, uma solução para eliminar desperdício convertendo-o em valor acrescentado sob diversas formas.

O termo *Lean* não tem uma tradução imediata para o português, sendo, no entanto, muitas vezes interpretado com produção enxuta, magra ou limpa, fazendo referência explícita precisamente à eliminação de desperdícios.

No prefácio do livro *Lean Thinking*, é afirmado:

“Because we needed to look at the entire firm, indeed at the whole value stream from specific products, running from raw materials to finished good, order to delivery, and concept to launch, and because we needed to examine many things which rightly be considered proprietary, we proposed an unusual way of working together” (Womack, et al 1996).

O pensamento *Lean* apresenta-se, de facto, como uma nova maneira de olhar os processos produtivos, e por meio de metodologia/ferramentas na sua essência bastante simples, ele permite atribuir valor ao mais importante dos recursos que a empresas possuem, muitas vezes subvalorizado: os seus colaboradores. Trata-se, no essencial, de uma nova maneira de trabalho em equipa. Assim, justifica-se o termo Filosofia *Lean*, ou mesmo a denominação Cultura *Lean*, para apelidar este processo de descoberta e implementação de novos modos de olhar o mundo empresarial.

E porque os meios de afirmação *Lean*, na sua essência, são cada um, precisamente, ferramentas simples, a primeira reação de quem entra no mundo *Lean*, é não acreditar nele.

Vencido este eventual estado inicial de inércia e conseguida a adesão das equipas que constituem as empresas para a experimentação do pensamento *Lean*, será rápida a percepção da eficácia do mesmo. E a Cultura *Lean* passa, definitivamente, a estar nelas presente.

2.2 História

Para percebermos verdadeiramente a importância que o *Lean* tem nos processos produtivos atuais, é necessário primeiro conhecer e perceber as origens de várias filosofias de produção.

2.2.1 Produção Artesanal vs Produção em Massa

Até aos finais do século XIX o mundo vivia na chamada era da produção artesanal. A produção artesanal caracterizava-se por uma mão de obra extremamente habilidosa e especializada em design, maquinaria e ajustamento. Em muitos casos estes trabalhadores/artesãos partiam para a sua atividade com o objetivo de começar a sua própria oficina. Os equipamentos e ferramentas usadas pelos trabalhadores eram muitas vezes criados pelos próprios, não havendo muitas unidades produtivas a realizarem

produtos finais iguais. Em algumas situações, estas oficinas eram muito descentralizadas no sentido em que o produto final era assembled através de peças produzidas em locais distintos, sendo este processo coordenado diretamente por um dono, que terá idealizado o processo e o financiava. Tudo isto resultava num volume de produção muito baixo e baixa uniformidade nos produtos finais, devido às limitações das ferramentas e processos usados (Womack et al 1996).

A produção artesanal continua como principal filosofia produtiva até inícios do século XX, onde é introduzida a produção em massa com o objetivo da intermutabilidade, completa e consistente, das peças, o que permitiu simplificar o processo de montagem. Estas inovações permitiram a criação da denominada linha de produção (Womack, et al 1996), facilitadora da produção em larga escala de produtos padronizados.

A produção em massa é introduzida por Ford, em 1908, nos Estados Unidos e na Ford Motor Company, e viria a ficar conhecido com *Fordismo*. A produção em massa centra-se no conceito de ciclo de tarefa atribuído a cada trabalhador, materializado pelo tempo de trabalho que leva a realizar, repetidamente, um conjunto total de tarefas sequenciais diferentes, até que o operário venha a repetir uma mesma tarefa no ciclo. Nos primórdios da produção em massa, os tempos médios de ciclo eram grandes, em média, e por exemplo, de 514 minutos. Nas fábricas da Ford, por volta de 1913, esse tempo médio de ciclo conseguiu ver-se reduzido para 2.3 minutos. Esta redução foi conseguida pelo facto dos trabalhadores se tornarem familiares e ágeis numa única tarefa, repetida sistematicamente, acelerando desta forma o processo global de fabrico. Para além disso a montagem do produto final tornava-se mais simples, não havendo a necessidade ajustar peças devido à sua intermutabilidade (Womack, et al 1990).

Desta forma, Ford conseguiu tornar o processo de montagem mais rápido ao mesmo tempo que reduziu a habilidade individual de cada trabalhador necessária para realizar as tarefas do processo. A produção em massa fica então caracterizada por grandes volumes de produção, à custa de grande quantidade de operários com baixa qualificação, disponibilizando produtos finais normalizados e de uma qualidade superior. No entanto a produção artesanal continuou a ser utilizada em mercados nicho onde a implementação da produção em massa não seria viável, ou desejada. Mas mesmo esse nicho do mercado

viria a ser ultrapassado com o aparecimento do *Toyota Production System* - TPS (Womack, et al 1996).

2.2.2 Toyota Production System (TPS)

Com a crise do petróleo nos anos 70 do século passado, e consequente recessão económica mundial, muitas das empresas japonesas sofreram decréscimos avultados nos seus lucros. Exceto a Toyota, que embora tenha sofrido significativas perdas de lucro, conseguiu maiores índices de faturação que outras companhias. Com o aumento da diferença de faturação nos anos consequentes, surgiu a necessidade de estudar os processos produtivos internos da Toyota (Ohno, 1988), tendo tal missão sido inicialmente encabeçada por Taiichi Ohno, graduado no Instituto de Tecnologia de Nagoya, Japão.

O principal fundamento do TPS, assenta na eliminação absoluta de desperdício. Como já referimos atrás, este é um os desideratos da Cultura *Lean*. No TPS, foram definidos dois pilares para atingir este objetivo de eliminação dos desperdícios: o denominado *just-in-time* (JIT) e a autonomação.

Just-in-time significa que ao longo do processo produtivo, as peças e materiais necessários chegam à linha de produção apenas quando são precisos e na exata quantidade prevista para o fabrico (Ohno, 1988).

Por autonomação (*Jidoka* em japonês), compreende-se a incorporação nos processos da possibilidade de permitir que o operador ou a máquina, tenham autonomia de parar o processamento sempre seja detetada qualquer anomalia. Tal possibilidade veio permitir que um mesmo operário tivesse a possibilidade de operar simultaneamente, mais do que uma máquina, aumentando deste modo a eficácia da produção (Ghinato, 1995).

Segundo Yasuhiro Monden (Monden, 1988), autor do livro *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-time*, o TPS tem como objetivo principal o lucro através de:

- redução de custos;
- eliminação de sobreprodução;

- controlo de quantidade e qualidade da produção;
- o respeito pelos valores humanos;
- mão de obra flexível;
- originalidade;
- engenho;
- produção JIT.

Por outras palavras, o TPS tem como objetivo uma produção que responda à procura, através de um controlo de qualidade que permita que o processo de fabrico adapte às variações da procura, assegurar que apenas produtos que cumprem as normas de qualidade estabelecidas, passem para o processo seguinte (Monden, 1988).

2.2.3 Contributos das Administração Clássica de Fayol e da Administração Científica de Taylor para a Filosofia *Lean*

A filosofia de gestão produção *Lean* assenta-se fortemente nalgumas ideias introduzidas pelas Administrações Clássica e Científica, que são também conhecidas como as abordagens clássicas da administração. Torna-se, portanto, interessante o estudo destas teorias para que seja possível uma melhor compreensão dos princípios da Filosofia *Lean* e de como os aplicar.

A Administração Científica iniciada pelo norte-americano Frederick W. Taylor, tem como ideia fulcral o aumento da eficiência da indústria através da racionalização do trabalho do operário. Já o francês Jules Henri Fayol, na sua teoria da Administração Clássica, apresenta como princípios aqueles que permitem a melhoria dos processos produtivos por meio da sua organização e gestão (Chiavenato, 2014). Propomo-nos apresentar de seguida alguns dos principais pormenores destas duas Teorias da Administração.

2.2.3.1 Administração Científica de Taylor

Segundo o próprio Frederick W. Taylor (Taylor, 1911), o objetivo principal da gestão é garantir a prosperidade máxima do empregador assim como a prosperidade máxima do empregado. O conceito de prosperidade máxima refere-se não só aos lucros da empresa, mas sim no desenvolvimento de todos os ramos da empresa até ao seu estado de excelência.

A Administração Científica apresenta-se assim como uma filosofia que tem como visão alinhar os interesses dos gestores e dos trabalhadores, os quais Taylor admite que são muitas vezes de natureza mutuamente antagónica. Para explicar esta relação entre gestores e trabalhadores Taylor identifica três principais razões:

1. A ideia de que um aumento da produção individual de cada trabalhador ou máquina resultaria no despedimento de outros colaboradores das empresas;
2. Sistemas de gestão ineficientes, que eram comumente usados na altura, levavam os trabalhadores a reduzir o ritmo de trabalho para proteger os seus interesses individuais;
3. Métodos de produção ineficientes que resultam num grande desperdício nos esforços dos trabalhadores.

Quanto ao primeiro ponto, Taylor argumenta que o aumento da produção de um produto resulta na descida do seu preço o que por sua vez aumenta a procura e consequentemente o trabalho que é necessário ser feito. Trata-se da conhecida lei da oferta e da procura. Já no segundo ponto, Taylor refere que ordenados fixos e normalizados levam a que seja do interesse dos trabalhadores esconder o quão rápido o trabalho pode ser feito na realidade, uma vez que recebem o mesmo quer produzam 100 peças ou 200 peças. Para a terceira razão Taylor propõe a eliminação de movimentos desnecessários durante a atividade produtiva, e/ou torná-los mais rápidos.

É neste contexto que Taylor descreve o sistema *de iniciativa e incentivo* onde os trabalhadores recebem incentivos por um trabalho bem realizado incentivando os trabalhadores a dar o seu melhor. Para além disso são introduzidos também os princípios da Administração Científica.

1. Substituir métodos empíricos (*rule-of-thumb*) por métodos científicos e testados;
2. Selecionar, ensinar, treinar e desenvolver cada trabalhador;
3. Supervisionar o trabalho de forma a garantir que este está a ser realizado de acordo com o que foi estabelecido cientificamente;
4. Uma divisão equilibrada do trabalho e responsabilidade entre os trabalhadores e os órgãos de gestão, onde cada entidade faz o trabalho para o qual é mais indicada.

Por fim, cabe aos órgãos de gestão determinar o melhor método de realizar as várias tarefas, através de um estudo de tempo e movimento, treinar o trabalhador neste método e manter registos individuais para pagamentos por incentivo.

O estudo de tempo e movimento é uma das ferramentas utilizadas pela Administração Científica na procura sistemática científica de melhorar os métodos de produção (*time and motion study*). Consistem na observação, análise e medição dos vários passos na realização de uma qualquer tarefa, estabelecendo um tempo normalizado e aumentando produtividade.

2.2.3.2 Administração Clássica de Fayol

Será interessante realçar, no âmbito desta Dissertação no Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-ambiente, o facto de Henry Joules Fayol ter sido um Engenheiro de Minas francês, formado na Ecole des Mines de Saint-Etienne. Eventualmente, terá sido nas muitas horas de observação e acompanhamento das mais diversas equipas de trabalho organizado que fazem parte da cadeia produtiva do setor da indústria extrativa, que terá construído pontos de vista singulares que lhe permitiram conceptualizar a Teoria Clássica da Administração, da qual é considerado o fundador.

Ao contrário da administração científica, a administração clássica foca-se na vertente organizacional das atividades produtivas (Chiavenato, 2014). Sob o argumento de que ao colocar a máxima atenção nas atividades de gestão seria possível minimizar desentendimentos e aumentar eficiência das organizações (Pietri, 1974).

Ao longo do seu trabalho Fayol, numa tentativa de ajudar os administradores a gerir as suas organizações, desenvolveu 14 princípios de administração (Rodrigues, 2001):

1. Divisão do trabalho: este princípio propõe que o trabalho pode ser realizado de forma mais eficiente se for dividido em partes menores e designar atividades específicas para trabalhadores específicos;
2. Autoridade e responsabilidade: um administrador tem de ser autoritário, mas de igual forma que é responsável pelo modo como dá ordens para que as tarefas sejam terminadas. Cabe à organização implementar medidas para prevenir o abuso de poder;
3. Disciplina: consiste na implementação de uma série de regras e procedimentos com o objetivo de conseguir uma boa obediência por parte dos trabalhadores;
4. Unidade de comando: para qualquer tarefa um trabalhador deve receber ordens de uma pessoa apenas;
5. Unidade de direção: a existência de apenas um plano e um chefe para cada grupo de atividades;
6. Subordinação de interesses individuais ao bem comum: os objetivos da empresa devem ter prioridade sobre os objetivos individuais ou de grupos de indivíduos na empresa;
7. Remunerações: as remunerações devem ser razoáveis conforme o trabalho realizado, não pagar a menos nem pagar a mais por trabalho feito;
8. Centralização: demasiada centralização leva a ineficiências organizacionais tal como a demasiada descentralização. Como tal as organizações devem procurar o equilíbrio perfeito entre os dois extremos;
9. Princípio da hierarquia: sugere que a comunicação na organização deva ser maioritariamente vertical, propondo que a comunicação horizontal seja realizada apenas quando necessária e com autorização de superiores;
10. Ordem: deve haver um lugar para tudo e tudo deve estar no seu lugar, ou em alternativa, os materiais da empresa devem estar no sítio certo na hora certa. Ao mesmo tempo, os trabalhadores devem ser designados para os trabalhos que mais se lhes adequam;

11. Equidade: administradores que são justos e simpáticos para com os trabalhadores vão receber de volta a lealdade dos mesmos;
12. Estabilidade do pessoal: treinar e ensinar um trabalhador leva tempo e dinheiro e como tal deve-se procurar o mais possível promover a polivalência do pessoal em várias atividades;
13. Iniciativa: as organizações necessitam de administradores que sejam capazes de conceber novas ideias assim como ter a habilidade de as aplicar;
14. Espírito de equipa: a manutenção da moral e da união entre os trabalhadores é imperativa.

Para além destes princípios, Fayol identificou 5 funções de gestão: planeamento, organização, comando, coordenação e controlo. Chegou mesmo a teorizar que estas funções eram comuns a todas as organizações e que cada gestor exercia estas funções no seu dia a dia (Shah, 2017).

- Planeamento: os administradores devem planear para condições futuras, desenvolver objetivos estratégicos e assegurar a realização de objetivos a longo prazo. Como tal os administradores devem criar condições de prever emergências futuras que possam afetar a organização e dar forma ao futuro operacional da companhia;
- Organização: os administradores devem organizar a mão de obra de forma eficiente e devem também recrutar e treinar as pessoas certas para o trabalho certo;
- Comando: os administradores devem supervisionar os subordinados no trabalho do dia a dia e inspirá-los a atingir os objetivos da companhia. Assim como cabe aos administradores a comunicação desses mesmos objetivos;
- Coordenação: os administradores devem harmonizar os procedimentos realizados pela companhia o que significa que cada unidade estrutural deve complementar e enriquecer outra;
- Controlo: os administradores devem controlar e assegurar que as atividades vão de encontro com as políticas e os objetivos da companhia. É também a sua responsabilidade observar e reportar desvios.

As cinco funções de gestão de Fayol não levam em consideração as relações informais entre os administradores e os subordinados e não especificam como desenvolver e manter uma mão de obra motivada. Como tal estas funções podem não representar totalmente a complexidade do trabalho dos administradores, mas dão uma visão geral e estruturada de várias tarefas importantes no trabalho de qualquer administrador.

2.3 Princípios *Lean*

Para além dos princípios subjacentes ao TPS atrás referidos, em 1996 James Womack e Daniel Jones, definiram mais cinco princípios base para a implementação da Filosofia *Lean*, a saber (Figura 2):

1. especificar *valor* para cada produto;
2. identificar *cadeia de valor* para cada produto;
3. deixar valor *fluir* sem interrupções;
4. deixar o cliente *extrair* valor do produtor;
5. procurar a *perfeição*.

Passamos a fazer, de seguida, uma breve descrição dos mesmos:



Figura 2 – os Princípios do *Lean Thinking* (Maia et al, 2011).

2.3.1 Especificar valor

O valor só pode ser definido pelo consumidor final e só faz sentido quando é associado a um produto específico (bem ou serviço) que vá de encontro às necessidades do cliente. O valor é criado pelo produtor, no entanto é muito difícil, do ponto de vista do produtor, definir o valor correto para um bem ou serviço, pois o valor que o cliente dá ao produto não é equivalente à qualidade do produto em si, mas sim às suas necessidades e fins a que ele se destina. Resumindo especificar o valor correto é crítico no processo do *Lean Thinking*. E, sob o ponto de vista *Lean*, o fornecimento do produto errado é um desperdício.

2.3.2 Identificar cadeia de valor

A cadeia de valor é o conjunto de todas as tarefas necessárias para incrementar valor ao produto e ela terá lugar se forem tidas em conta a ocorrência de três operações críticas de qualquer empreendimento: resolução de problemas, gestão de informação e transformação.

A resolução de problemas passa pela conceptualização do produto, design e engenharia até ao início da produção. Gestão de informação é um processo contínuo de comunicação que ocorre desde que é recebido o pedido de encomenda, passando pelo agendamento detalhado do processo de produção, até à entrega ao cliente do produto final.

A transformação é o processo de acompanhamento da evolução sucessiva das matérias primas, controlando a qualidade das “*mutações*” que vão nelas ocorrendo, até ao produto final nas mãos do cliente.

Há três realidades muitas vezes presentes nas cadeias de valor de muitas empresas: muitos elos da cadeia criam valor ambigualmente, outros não criam valor, mas são inevitáveis com as tecnologias e processos presentes nas empresas e outros não criam valor, e poderão ser imediatamente evitáveis. Identificar a cadeia de valor, irá revelar e

expor claramente, quantidades enormes de desperdícios e conhecer o desperdício é o primeiro passo para o resolver, ou seja, eliminá-lo.

2.3.3 Fluxo contínuo de valor

Apos identificar a cadeia de Θ valor, é necessário assegurar um fluxo contínuo e eficiente do processo, ou seja, produzir com um mínimo de interrupções. O principal constrangimento que aqui poderá ocorrer, é que o fluxo contínuo é contraintuitivo. Já em 1910, Henry Ford tinha noção de que a montagem em série, com linhas de produção em movimento, contribuía para uma aproximação a este conceito de fluxo contínuo. As empresas *Lean* adotam variados tipos de procedimentos e metodologias operativas que permitem organizar fluxos contínuos, sendo que tal cultura só dará resultados com a cooperação de todos os colaboradores uma vez que assenta na identificação e resolução permanente de problemas, ou seja, na melhoria contínua dos processos.

2.3.4 Extração do valor

Como resultado da implementação de um fluxo contínuo, o tempo necessário para a conceptualização do produto, lançamento do fabrico, produção e entrega ao destinatário, apresentar-se-á reduzido, o que por sua vez aumenta a capacidade do processo dar resposta eficaz às necessidades do mercado, respondendo positivamente aos clientes, passando os mesmos sentir-se nele elementos centrais. Assim, a extração do valor consiste na procura de satisfazer o cliente e das suas exigências, apresentando-se fulcral a realização de um estudo prévio de quantificação ao pormenor do valor presente ao longo da cadeia produtiva, para que o produto final não resulte num desperdício. É comum encontrar na literatura as denominações *produção puxada* ou *sistema pull* para este importante princípio da Cultura *Lean*.

2.3.5 Perfeição

Os princípios enumerados até agora complementam-se mutuamente e representam um ciclo através do qual nos podemos aproximar da perfeição. É, no entanto, importante salientar que a procura pela perfeição é progressiva e não acontece do dia para a noite. E é aqui que entra o conceito de melhoria contínua, núcleo duro da Cultura *Lean*, que abordaremos recorrentemente ao longo deste trabalho.

2.4 Desperdícios ou Muda

O desperdício, que em japonês é explicitado pelo termo *Muda*, não se refere a perdas de material ao longo do processo de produção, mas sim a todas as atividades que não acrescentam valor ao produto e pelas quais o cliente não está disposto a pagar (Hines e Rich, 1997). Melhorar a eficiência só faz sentido quando esta resulta numa redução dos custos. Para atingir este objetivo, e indo de encontro aos princípios do TPS, só se deve produzir o necessário usando o mínimo de recursos e de mão de obra possível. Para além disso, deve-se colocar um particular olhar para a eficiência de cada elo unitário da cadeia produtiva e para cada operador enquanto elementos singulares que têm relevante efeito na eficiência do processo de fabrico como um todo. Criando-se condições para uma melhoria gradual e contínua destes elos unitários, envolvendo nela aqueles que neles participam com o seu trabalho, haverá oportunidade para identificar os vários desperdícios presentes e as razões da sua causa (Ohno, 1988).

É neste contexto que Ohno identifica e descreve na Filosofia *Lean* os sete maiores desperdícios que podem estar presentes num processo produtivo (Figura 3): sobreprodução, tempos de espera, transporte, sobre processamento ou processamento incorreto, inventário, movimento desnecessário e defeitos.

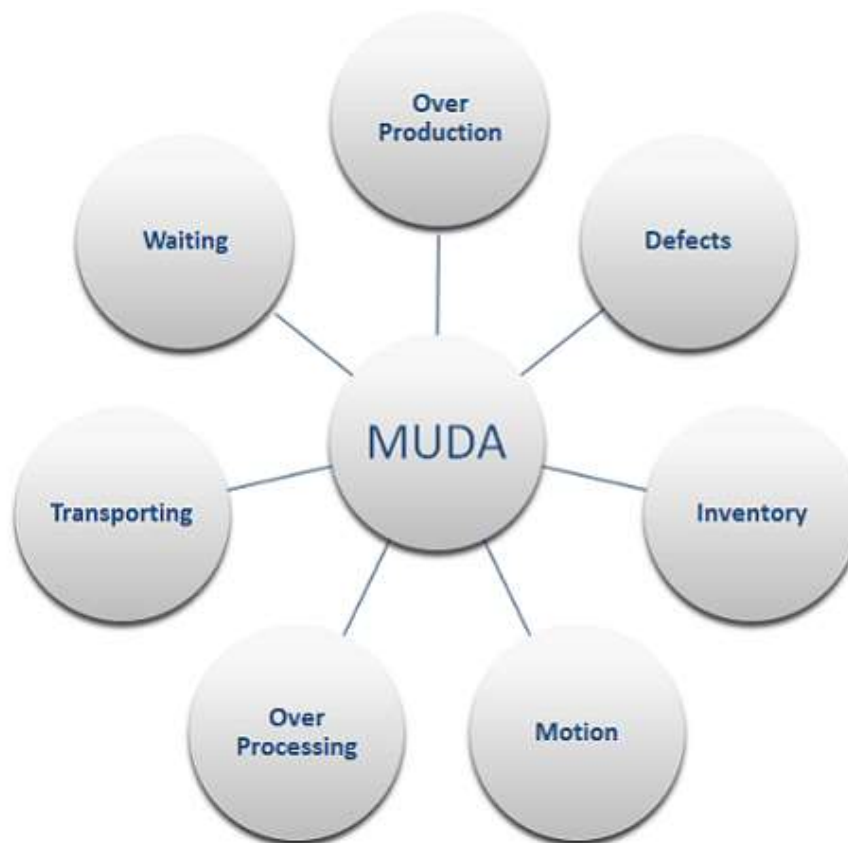


Figura 3 – Desperdícios na Cultura *Lean* (*Lean Manufacturing* - Blog *Lean Lab*. Acedido em maio de 2020 em: <http://www.leanlab.name/the-7-wastes>)

2.4.1 Sobreprodução

A sobreprodução é vista como o desperdício mais sério uma vez que impede um fluxo suave de bens ou serviços e é provável que limite qualidade dos produtos finais e a produtividade global do empreendimento. A sobreprodução também tende a fazer ocorrerem tempos excessivos de armazenamento de matérias primas, e que podem levar ao aparecimento de defeitos devido ao deterioramento dos bens. Este tipo de desperdício é normalmente encorajado, em muitas empresas, através de sistemas de bónus de produção (Hines e Rich, 1997).

2.4.2 Tempo de espera

Os tempos de espera são um desperdício que ocorre sempre que não há circulação de bens ou trabalho a ser realizado. O estado ideal seria a inexistência de tempos de espera e consequente fluxo de trabalho mais rápido. Sempre que um equipamento não está a produzir, não está a cumprir a missão para que foi criado. O tempo de espera dos trabalhadores, sempre que tenha que ocorrer, poderá ser usado para treino, para operações de manutenção ou atividades do denominado Ciclo *Kaizen* de melhoria contínua (*Kaizen* é um termo japonês que significa mudança para melhor - Figura 4) (Hines e Rich, 1997).

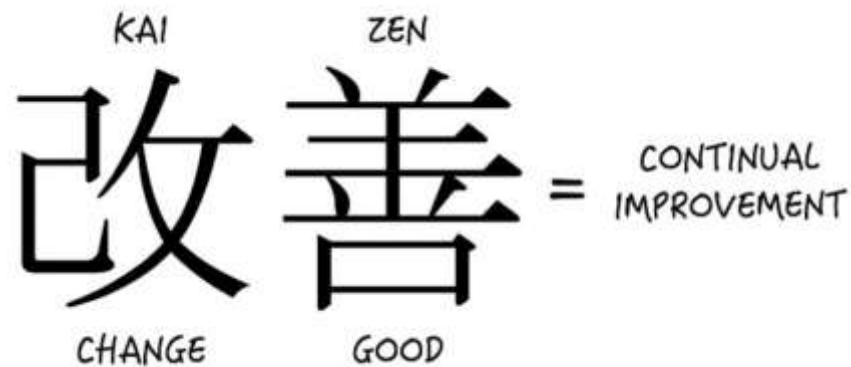


Figura 4– *Kaizen* em japonês (Mulholland, 2018).

2.4.3 Transporte

O Transporte é um desperdício que envolve movimentações de bens em dimensões excessivas. Para se obter a percepção deste tipo de desperdício, são fundamentais a observação e a quantificação de tempos de movimentos de materiais ao longo do processo produtivo. Para além disso, tempos excessivos entre as várias etapas de produção podem levar a ineficiências na deteção e comunicação de erros e defeitos presentes (Hines e Rich, 1997).

Também os tempos de espera em processos de transporte, são claros desperdícios para as pessoas e unidades que têm de os praticar.

Em particular, na área da Engenharia de Minas e Geo-Ambiente, fomos sensibilizados para o facto dos processos de aperfeiçoamento de sistemas de carga e transporte assentarem praticamente sempre numa dependência clara dos tempos de espera não intencionais, que vêm a transformar ciclos mínimos de atividade, em ciclos efetivos, englobando tempos muito superiores (Figura 5).



Figura 5 – Fila de espera de unidades transportadoras para a carga em exploração de recursos minerais a céu aberto. (Imagem de recurso didático da UC de Sistema de Carga e Transporte da LCEEMG da FEUP).

2.4.4 Processamento incorreto

Processamento incorreto é um tipo desperdício que aparece quando soluções produtivas complicadas são usadas, em detrimento de soluções mais simples que poderiam ser implementadas em alternativa (Hines e Rich, 1997). Por outras palavras, o processamento incorreto pode ser relacionado com o sobre processamento, que na realidade corresponde a trabalho. Ele pode ser causado por manutenção de equipamentos incorreta ou incompleta, más instruções de trabalho, falta de formação dos trabalhadores, e design do produto não adequado às exigências do cliente (Bell, 2006).

2.4.5 Inventário

Inventário excessivo consiste em armazenar mais do que o necessário devido a processos de produção ineficientes e software de gestão de inventário desadequado (Ortiz, 2006). Para além disso inventários excessivos levam a custos de armazenamento significativos o que podem causar uma redução da competitividade da organização envolvida ou do fluxo de valor (Hines e Rich, 1997).

2.4.6 Movimento desnecessário

O Movimento desnecessário é qualquer movimento de pessoas ou equipamentos que não gera valor acrescentado ao produto final (Ortiz, 2006). Envolve muitas vezes aspetos ergonómicos de movimentos dos operadores, quando estes têm de andar, esticar-se, baixar ou levantar quando estas ações poderiam ser evitadas. Tais desperdícios cansam os trabalhadores e podem levar a quedas de produtividade e a falhas e defeitos no produto final (Hines e Rich, 1997).

2.4.7 Defeitos

Numa primeira aproximação, defeitos são custos diretos imediatos para a organização empresarial. Porém, segundo a Filosofia da Toyota, defeitos são oportunidades de aprendizagem e como tal podem ser imediatamente usados para atividades *Kaizen* (Hines e Rich, 1997). Defeitos encontrados em produtos acabados, são muitas vezes causados por falta de medidas de observação e antecipação, que na Cultura *Lean* surgem resumidas através do acrónimo 5S, medidas essas que mais adiante serão apresentadas e descritas. A ocorrência de defeitos pode levar a paragens inesperadas na linha de produção, visto que será necessário repetir todo um processo, com as inerentes perdas de tempo, recursos e materiais (Ortiz, 2006).

2.4.8 O oitavo desperdício

Para além dos 7 desperdícios atrás descritos, Ortiz propõe um oitavo desperdício: o potencial humano. Atualmente, um dos erros mais comuns na gestão de atividades produtivas é a incapacidade de identificar e usar corretamente as habilidades individuais de todos os colaboradores das empresas. Acredita-se que o aproveitamento do talento individual dos trabalhadores seja a chave do sucesso das empresas japonesas, quando comparadas com as empresas ocidentais, uma vez que no Japão o papel do trabalhador e a sua importância para o objetivo da empresa é constantemente posto em evidência. Tornando-se evidente a importância de identificar tal talento e cultivá-lo de com conhecimento, estarão as empresas dessa forma a encorajar o trabalhador a contribuir para a melhoria das condições de trabalho e consequentemente, a aumentar o potencial produtivo global destas.

A seguinte representação pictórica dos oito desperdícios propostos por Ortiz (Figura 6), apresenta o desaproveitamento do potencial humano das empresas, precisamente no centro da representação. Potenciar as capacidades, a vários níveis, do capital humano presente em cada colaborador, e do conjunto de todos ao nível do trabalho de equipa, surge como o grande desafio para a implementação de uma Cultura *Lean*, tendo os líderes das organizações a responsabilidade, encarada como desafio, para promover o não desperdício desse potencial “adormecido”. A representação é de Paul Akers, um empresário americano de grande sucesso, responsável para divulgação generalizada da Filosofia *Lean* através de vários livros seus disponíveis em vários formatos na internet, em particular o livro *2 Second Lean*.



Figura 6 - Os oito desperdícios propostos por Ortiz (Akers, 2014).

Os desperdícios têm um efeito dominó, o que quer dizer que todos estão interligados, e que um desperdício nunca ocorre sozinho.

A ideia central e permanentemente perseguida nas empresas *Lean*, da eliminação dos desperdícios, está muito relacionada com a aproximação progressiva ao conceito, denominado *one-piece-flow* que, de uma forma simplificada, significa produzir apenas o necessário e quando necessário num fluxo unitário (Ortiz, 2006). Voltaremos a este conceito mais adiante nesta Dissertação.

2.5 Os 5 S's

O conceito dos 5 S's consiste na implementação nas organizações das ideias subjacentes a cinco palavras japoneses que constituem, no seu conjunto, uma definição para uma boa organização do local de trabalho (Figura 7).



Figura 7 – Os 5 S's – (Rosemberg, 2019).

Os 5 S's foi originalmente desenvolvido por Hiroyuki Hirano (Hirano, 1995) como um conjunto de princípios gerais para melhora dos sistemas de produção. Os 5 S's apresentam-se como uma formulação básica, de entendimento fácil, mas que se apresenta como fundamental para a Cultura *Lean*.

Hoje em dia, a prática dos 5 S's passou a ser algo imprescindível para qualquer empresa envolvida em processos de produção e a sua ausência é vista como indicador de desperdícios, ineficiência, falta de disciplina, baixa moral e inability de corresponder aos objetivos da empresa e de todos os seus clientes.

Por outras palavras, a falta da prática dos 5S traduzir-se-á em baixa produtividade e altos custos (Imai, 2012).

Antes de uma definição mais pormenorizada do significado das cinco palavras japonesas que constituem os 5 S's Lean, apresentamos uma tabela onde se resume o conceito e objetivo de cada uma dessas palavras (Tabela 1).

Tabela 1 - As denominações 5S, conceitos e objetivos

Denominações 5 S			
Português	Japonês	Conceito	Objetivo
Utilização	Seiri	Separar o necessário do desnecessário	Eliminar tudo o que seja inútil do espaço de trabalho
Ordenação	Seiton	Colocar cada coisa no seu devido lugar	Organizar o espaço de trabalho de forma eficaz
Limpeza	Seisō	Limpar e cuidar do ambiente de trabalho	Melhorar o nível de limpeza
Saúde	Seiketsu	Tornar o local de trabalho saudável	Prevenir a desorganização e a desordem
Autodisciplina	Shitsuke	Tornar rotina e Padronizar os S's anteriores	Incentivar esforços de aprimoramento

1. **Seiri:** traduz para organização e consiste na distinção entre itens necessários e não necessários na área de trabalho procedendo, à eliminação dos anteriores. Ou seja, todos os elementos, peças e equipamentos que estão presentes na área de trabalho, mas que não contribuem para acrescentar valor ao processo produtivo, devem ser afastados do espaço em questão. Desta forma o ambiente de trabalho, por exemplo, terá mais espaço para a movimentação de pessoas e de equipamentos.
2. **Seiton:** representa a ideia de arrumação e consiste em colocar todos os materiais, peças e equipamentos num lugar próprio e devidamente identificado. Tal desiderato proporciona um ambiente seguro e organizado. Com este objetivo, eliminam-se perdas de tempo relativas à procura dos objetos, e facilita-se ao mesmo tempo a gestão dos *stocks*. Com a prática *Seiton* implementa-se uma acessibilidade clara aos equipamentos por parte do trabalhador que os usa frequentemente, mas também de todos os outros que venham a precisar deles.
3. **Seiso:** significa limpeza e consiste em manter o local de trabalho, máquinas, equipamentos e instalações limpas de modo a tornar os espaços de trabalho mais

agradáveis para a todos neles envolvidos. Para além disso o ato de limpar os equipamentos pode revelar defeitos e eventuais avarias atempadamente, que de outra forma ficariam por descobrir, vindo mais tarde a revelarem-se prejudiciais para o processo produtivo. Há também a vantagem de eliminação de detritos e poeiras que poderiam levar a avarias prematuras dos equipamentos, situação facilmente evitada pela rotina *Seiso*.

4. ***Seiketsu***: relaciona-se com a normalização ou padronização, e consiste em normalizar os processos em toda a fábrica, permitindo reduzir inconsistências presentes ao longo do processo produtivo e mesmo no resultado final. As palavras chave no *Seiketsu* são, definir normas/procedimentos testados como eficazes, treinar e manter. A ideia é identificar inconsistências, melhorar e manter, não caindo na estagnação ou ainda pior, na regressão.
5. ***Shitsuke***: traduz por autodisciplina. É o elemento 5S essencial no que toca a permitir manter as melhorias que resultam dos demais S's, e a continuidade de procurar mais formas de melhorar o ambiente de trabalho. Sem o alicerce do S *Shitsuke*, da autodisciplina, não seria sequer possível começar o processo de melhoria.

Segundo Paul Akers (Akers, 2014) para que a implementação dos 5S tenha êxito é necessário envolver neles os trabalhadores no chão de fábrica, uma vez que têm de ser eles próprios a acreditar, pela prática, na efetividade das melhorias que podem ocorrer. Eles terão de ser sempre “os artífices” transformadores do seu ambiente de atividade. O desafio que é colocado a todo o capital humano, direciona-se para a implementação e manutenção das melhorias, numa procura contínua de formas de transformar o ambiente de trabalho.

A implementação dos 5S deve, então, ocorrer sempre mais pela prática do que através de grandes teorizações, como afirma Renato Campos e seus Colegas (Campos et al, 2005), citando Habu Koizumi (Habu et al, 1992):

“O 5S traz a melhoria da estrutura da empresa, sendo que, para tal, o método de abordagem adequado é a execução antes da teorização. Com a realização do 5S até o nível de uma crença, os resultados obtidos são extremamente grandes tanto em termos quantitativos quanto qualitativo” (Habu et al, 1992).

O programa 5 S é uma jornada sem fim.

2.6 One Piece Flow

As linhas de produção criadas por Henry Ford nas suas unidades de fabrico, como já foi atrás referido, com uma filosofia de produção em série, nos anos 60 do século passado foram aproveitadas pela Toyota como parte da sua estratégia de afirmação no mercado automóvel mundial. Este processo produtivo passou a ser conhecido como *One Piece Flow*, que numa tradução livre poderá ser interpretado como “produção por fluxo por peças individualizadas”.

One Piece Flow é o processo através do qual se consegue reduzir o máximo possível a quantidade de matéria em espera entre tarefas (WIP – *Work in Progress*). O objetivo é chegar ao ponto onde toda a matéria inerente à produção se encontra num estado de processamento constante. Poderemos assemelhar esta ideia ao denominado fluxo contínuo de processamento, por oposição ao processamento comumente denominado de descontínuo ou *batch*. No *One Piece Flow*, para além de se minimizar os tempos mortos de espera dos materiais, sem serem processados, garante-se que, se tal ocorrer, apenas um item se encontra em espera em qualquer dado momento da cadeia produtiva. Isto significa que há sempre no máximo um único item em qualquer ponto do processo, ou seja, nada pode esperar ou ocupar espaço desde o momento que é iniciado o processo até ao momento em que é terminado (Mulholland, 2018).

Tal estratégia, muitas vezes não intuitiva, permite tornar as linhas de produção mais rápidas e fluídas. Os operadores destas linhas acabam mais motivados para o seu trabalho,

uma vez que as suas ações são simplificadas, contribuindo essa motivação para o aumento da produtividade. Com a produção contínua, peça a peça em trânsito, minimizam-se os recursos (pessoas, tempo, equipamentos e materiais) e criam-se condições de antecipação na detecção de erros e defeitos presentes no processo.

Um exemplo muito interessante, passado num espaço de um aeroporto e que ilustra muito bem a estratégia *One Piece Flow*, pode ser observada num pequeno vídeo presente na plataforma *Youtube*, da autoria do Engenheiro Filipe Marques, da Empresa acolhedora para a realização da presente Dissertação de Mestrado (Figura 8) (Marques, 2018 d)). Encontra-se no seguinte endereço da Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=OOoDv4I7SI0>.

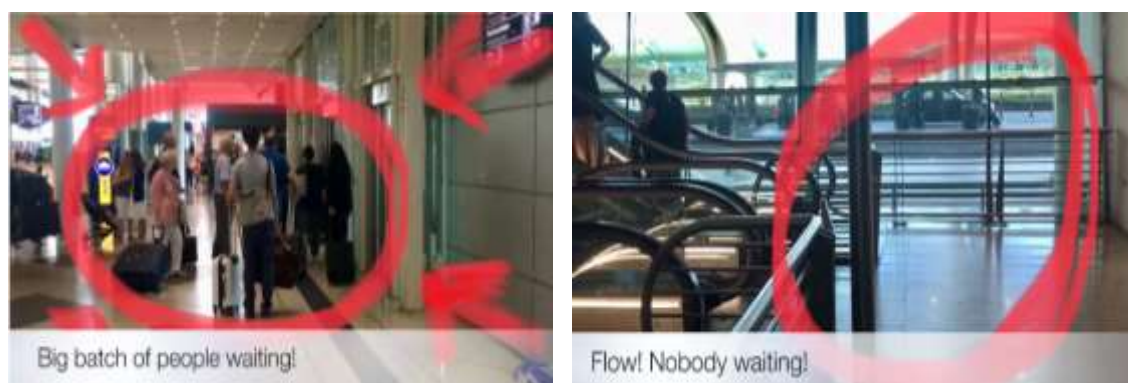


Figura 8 – Fotogramas do vídeo *Batch vs One Piece Flow* (Marques, 2018 d)).

Há cinco elementos que, em conjunto, constroem um sistema de *One Piece Flow* (Milteburg, 2001);

1. tempo *Takt*;
2. células de produção em U;
3. trabalho normalizado;
4. controlo de produção puxada;
5. autonomia, *Jidoka* em japonês;

2.6.1 Tempo *Takt*

O termo *Takt* tem a sua origem no alemão, e está relacionado com o ritmo de batimento cardíaco, também definido como pulsação. Em termos de sistemas de produção, ele foi pela primeira vez usado na década de 30 do século passada, na Alemanha, em linhas de produção de aviões (Informação obtida em <https://kanbanize.com>). Na década de 50 desse século foi adotado pela Toyota, tendo o conceito associado a este termo *Takt* contribuído para que, na altura esta pequena empresa produtora de automóveis japonesa, se transformasse numa das maiores fabricantes de automóveis do mundo.

O tempo *Takt* pode ser definido como sendo ritmo necessário para completar o processo de fabrico de um produto para satisfazer a procura por parte dos clientes consumidores.

Assim, procura por parte da clientela é o ponto de partida para a modelação e operação do sistema de *One Piece Flow*. O tempo *Takt* é calculado através da análise da referida procura e corresponde ao intervalo máximo entre a conclusão de consecutivas unidades de um produto. Numa unidade otimizada de produção, esse intervalo de tempo corresponderá à razão entre o tempo disponível para a produção do produto e a procura do mesmo.

Os tempos *Takt* são dinâmicos e alteram-se com frequência em função do ritmo de procura e como tal é necessário que o tempo *Takt* seja calculado periodicamente.

Este tipo de cálculo, apresenta-se como um excelente exemplo da importância das atividades auxiliares de aquisição de dados, que deverão ocorrer de forma mais ou menos permanente nas unidades industriais que pretendam realmente enveredar por processos de melhoria das suas linhas de produção.

Assim que o tempo *Takt* é calculado, fica-se em condições de determinar o tempo de ciclo necessário, para de forma adequada, estabelecer o ritmo de produção. O tempo de ciclo fica assim definido como sendo o intervalo entre a conclusão de unidades consecutivas de um produto.

2.6.2 Células de produção em U

Células de produção são considerados locais onde têm lugar etapas sucessivas de processamento de materiais / produtos, num fluxo que se pretende próximo do contínuo. As células de produção têm muito frequentemente um *layout* em forma de U, correspondendo este tipo de arranjo físico em chão de fábrica, de distribuição dos postos de trabalho, a um dos que melhor se coaduna com uma maior eficiência do processo produtivo (Figura 9).



Figura 9 – Exemplo de uma célula de produção em U. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:

<https://ebpmgroup.com/wp-content/uploads/2018/11/one-piece-flow-assemblymag.jpg>

As células de produção em U, apesar de serem muito importantes para favorecerem a metodologia de *One Piece Flow*, não são exclusivas desta metodologia de gestão. Numa célula de produção em U, as máquinas ou estações de trabalho são organizadas numa forma em U, ocorrendo nela uma sequência determinada na ordem em que as operações são realizadas, e através das quais circulam os materiais que vão sendo adicionados/trabalhados em direção à obtenção de um produto final. Os operadores responsáveis pelas atividades relacionadas com processo produtivo, trabalham, no interior

da célula. O fluxo do produto, e consequente movimento do operador, podem ser no sentido horário ou anti-horário.

À medida que cada produto acabado é retirado da linha de produção, um novo conjunto de matéria prima é inserido, tendo este acontecimento lugar uma vez por ciclo de trabalho. Nenhum material entra num ponto na linha da célula antes que o produto em processamento seja concluído e retirado desse mesmo ponto da linha.

As células de produção em U permitem que apenas um ou múltiplos trabalhadores possam trabalhar na linha de produção simultaneamente, dependendo do processo de fabrico, das habilitações técnicas dos operadores e das necessidades da fábrica (Figura 10).

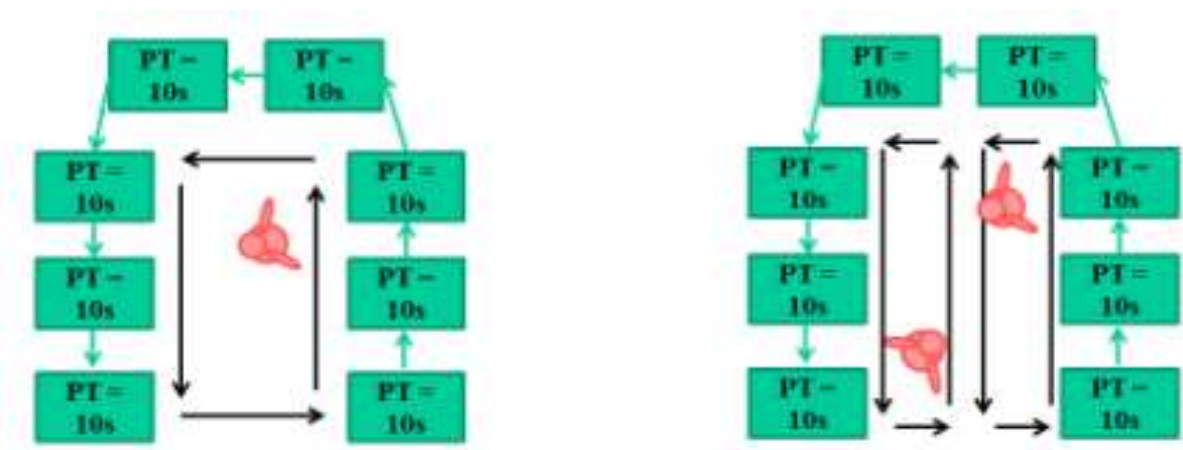


Figura 10 - A mesma célula em U a ser utilizada por 1 ou 2 operadores. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:

<https://www.mudamasters.com/en/lean-production-lean-toolbox/one-piece-flow-u-cells/>

Um correto dimensionamento do número de colaboradores numa determinada célula de produção em U, será função da disponibilidade de mão obra e das capacidades para multifunções dos elementos que a constituem. E aqui é de realçar o grande investimento que uma empresa pode ter ao permitir a formação dos seus colaboradores para essas multifunções, também conhecida na Filosofia *Lean* como a mais valia das polivalências. Naturalmente que uma grande produção poderá ser conseguida à custa de uma utilização de grande quantidade de operadores, mas com custos operacionais elevadíssimos, que naturalmente se irão repercutir nos preços dos produtos finais (Figura 11 A). A situação oposta é ter um único operador para múltiplas tarefas a realizar na célula

(Figura 11 B). Haverá grande polivalência da parte deste, mas a sua produtividade será reduzida, limitando a resposta para a procura de produtos finais. Acresce o facto da sobrecarga de trabalho que fica sob a responsabilidade deste, aumentando os riscos de ocorrência de erros.

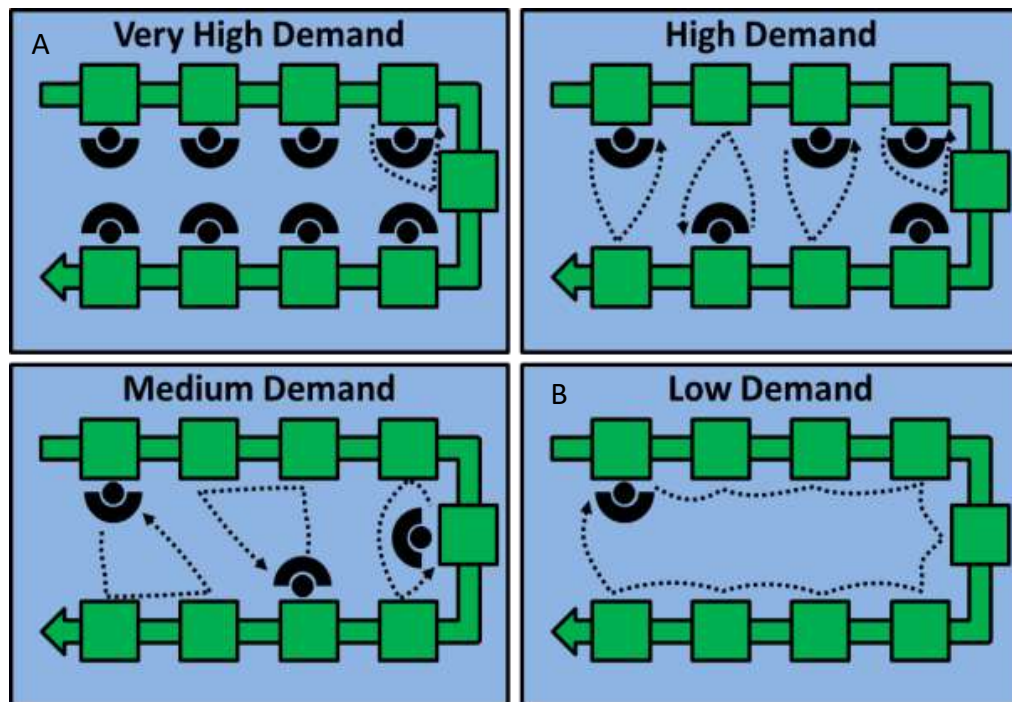


Figura 11 – Correlação da produtividade com diferentes números de operadores em células de produção. Adaptado do Site Allaboutlean.com. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em:

<https://www.allaboutlean.com/line-layout-i-s-u-l-lines/>

2.6.3 Trabalho Normalizado

Trabalho normalizado relaciona-se com a criação de uma série de instruções de como os operadores e os equipamentos devem interagir para criar um produto. Por outras palavras, é o registo da sequência de trabalho, utilização de equipamentos e movimentos que devem ser feitos numa célula de produção durante o processamento de um dado produto. Desta forma o trabalho normalizado fica perfeitamente definido dentro do tempo de ciclo.

O conceito de trabalho normalizado é importante na medida em que permite eliminar a variabilidade do processo realizado pelo operário ou equipa de operários. Dando

instruções para que um operador saiba o que fazer, quando fazer e o tempo disponível para o fazer, a todo o momento ele se encontra preparado para a realização das tarefas que na realidade acrescentar valor ao produto e não a outras que se tronarão em desperdício. Facilita também a identificação de diferenças entre os vários operadores o que permite perceber as dificuldades e dar formação em função das mesmas (Ortiz, 2006). O trabalho normalizado é também um excelente facilitador da integração de novos operadores nas linhas de produção.

2.6.4 Controlo de Produção Puxada

Um grave problema, que é muitas vezes encontrado nos processos industriais, é a existência de excesso de *stocks*, quer ao nível da matéria-prima necessária para o processo produtivo, em elementos intermediários ou até mesmo no que diz respeito aos de produtos finais. A solução para acabar com esses excessos pode ser investir em produção puxada.

Um sistema de produção puxada é uma ferramenta *Lean* que permite reduzir/acabar com o excesso de *stocks* e os vários desperdícios a eles inerentes.

Na sua essência este sistema de produção significa que a atividade de uma linha de produção começa apenas quando o operador dá sinal de que necessita de matéria prima. Por outras palavras o trabalho só começa quando existe uma procura por parte do cliente de um bem, evitando deste modo a produção que obrigue à criação de *stocks* de produtos finais.

Um exemplo simples, desta ideia de produção só quando o cliente a solicita, é a que tem lugar numa pizzeria. Quando alguém solicita por telefone o envio, para casa, de uma pizza, ela ainda não está pronta. O processamento só se inicia após o pedido.

A produção puxada recorre à metodologia *Just-in-time*, já atrás definida (ver 2.2.2), e que precisamente aponta para uma produção na medida das necessidades, permitindo a redução de *stocks* e eliminação de desperdícios.

Este tipo de produção, opõe-se ao de produção empurrada, muito enraizada em diversas indústrias (Figura 12).

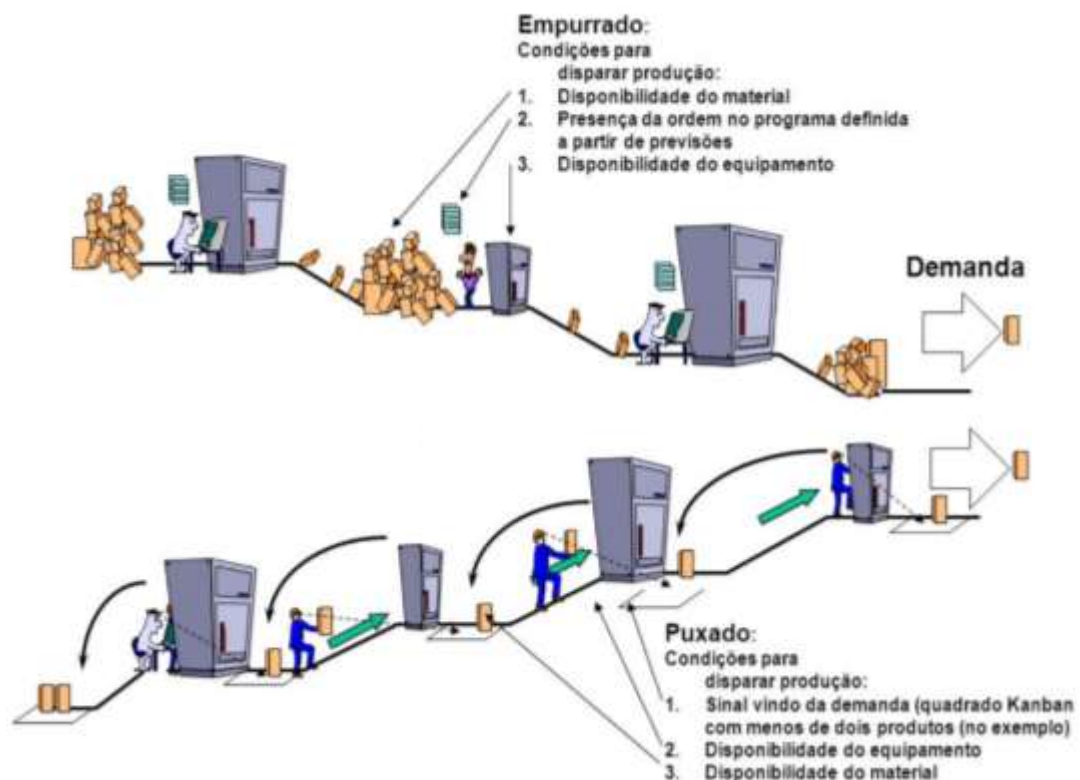


Figura 12 – Produção Empurrada vs. Produção Puxada (Martins, 2019).

O conceito da Produção Puxada possa ser considerado o que melhor caracteriza a ideia do *One Piece Flow*.

No contexto de gestão global o que este sistema permite priorizar melhor as tarefas e prevenir que as equipas de trabalho fiquem sobrecarregadas. Para isso é necessária a criação de meios, preferencialmente visuais, que permitam a visualização de toda a informação necessária assim como o seu registo.

Também obriga à existência de formas de controlar o sistema como, por exemplo, identificar para cada elemento na linha de produção, o seu estado - a começar, em progresso ou terminado. O ato de limitar o trabalho que está a ser feito em qualquer dado momento permite criar um fluxo de trabalho suave, criando-se assim condições para identificar mais facilmente problemas inerentes ao processo.

A Produção Puxada, necessariamente obrigará a adotar metodologias de controlo de *stocks*, nomeadamente o processo de aprovisionamento de matérias primas e outras

necessárias à produção. Na Cultura *Lean*, lança-se mão do denominado método dos *Kanbans*, assunto que será abordado mais adiante nesta Dissertação.

2.6.5. Automação ou *Jidoka*

Como já referido antes nesta Dissertação, o conceito *Jidoka* pode ser traduzido para automação que significa automatização com ou sem ação humana, permitindo que as partes reesponsáveis pela produção, quer sejam máquinas ou operários, sejam capazes de parar a produção quando uma anomalia é detetada.

O *Jidoka* tem como objetivo principal prevenir e limitar a propagação de defeitos na produção, isto é, é um mecanismo de controle de anomalias e incentiva a investigação imediata das causas (Ohno, 1988).

Como veremos já de seguida, os procedimentos conhecidos na Cultura *Lean* com *ANDON* são um mecanismo de alerta para anomalias, que podem apresentar-se como auxiliares para a metodologia *Jidoka*.

A aplicação do *Jidoka* pode ser resumida aos cinco passos seguintes (Grout e Toussaint 2010):

1. Detetar o problema;
2. Parar o processo;
3. Restabelecer o processo ao seu estado de funcionamento ideal;
4. Identificar a origem do problema;
5. Tomar as medidas necessárias para que o problema não volte a acontecer.

O *Jidoka* permite reduzir os custos através da redução da força de trabalho, flexibilidade na linha de produção em função de alterações da procura, assegura a qualidade, e respeita as condições humanas (Ohno 1988).

2.7 ANDON

ANDON é um termo japonês que significa lanterna de papel. É utilizado na gestão de processos industriais e refere-se a um sistema visual ou sonoro para notificar os gestores, membros das equipas de manutenção e outros trabalhadores, sobre o andamento e a qualidade de um processo em curso (Liker, 2004). Estes alertas podem ser automáticos ou manuais e, quando corresponderem a anomalias, podem ter incluídos mecanismos para parar a produção até o problema ser resolvido (Figura 13).



Figura 13 – Exemplo de um painel ANDON para acompanhamento de um processo produtivo. Site ExportersIndia.com. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: <https://www.exportersindia.com/infrakomenterprises/screwless-terminal-block-2613894.htm>

ANDON faz parte do método de controlo de qualidade *Jidoka* (Santos, 2018), já anteriormente referido, do qual a *Toyota* foi pioneira e faz parte do *Toyota Production System*. Fazendo consequentemente parte a abordagem de gestão e produção *Lean*. Este sistema de alarmes normalmente indica onde o alerta foi dado e pode também oferecer uma breve descrição do problema. Os alertas são regra geral luminosos podendo por vezes incorporar elementos sonoros ou em texto.

No TPS, foi criado o denominado *ANDON CORD*. Esta ferramenta apresenta-se como um método projetado para um operador de uma linha de produção, sinalizar aos colegas e

à equipa de gestão, de que há um problema a ocorrer e que o mesmo irá interferir com a produtividade global da linha (Figura 14).

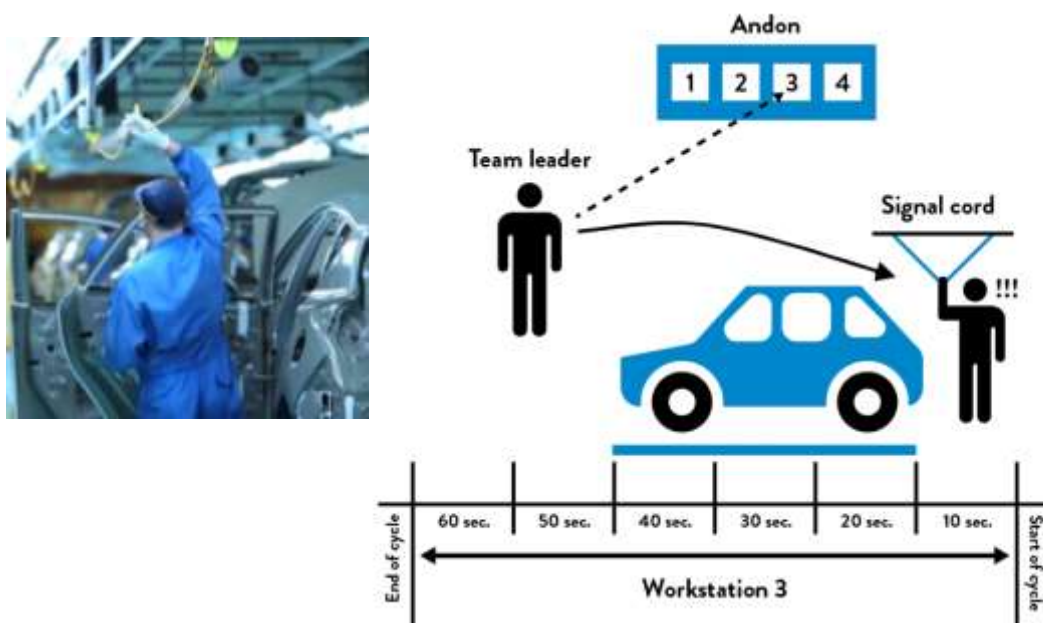


Figura 14 – Sistema ANDON CORD da Toyota (Thorp, 2018).

2.8 Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* (VMS) (Rother e Shook, 2003), apresenta-se na Filosofia de gestão e produção *Lean*, como uma metodologia que irá permitir identificar e desenhar fluxos de materiais e informação, associados aos materiais e processos presente numa cadeia produtiva.

Para se entender melhor do que trata o *Value Stream* é necessário conseguir visualizar o que é o *value stream* ou a cadeia de valor. Segundo Tapping e Shucker, (Tapping e Shucker, 2003), uma cadeia de valor pode ser analogicamente vista como um rio onde tudo o que está a jusante é influenciado pelo que vem a montante. Seguindo esta analogia, o processo final mais a jusante é o consumidor que compra o bem ou serviço produzido pela companhia. É, então, interessante certificar que o produto chegue ao cliente o mais suavemente possível, comparando essa “suavidade” a um fluxo laminar da água do rio, em

contraponto com um fluxo caótico, turbulento, que este também pode ter, nomeadamente nas alturas de condições climáticas adversas.

A Filosofia de gestão e produção *Lean* oferece as ferramentas necessárias para tornar esses fluxos o mais eficazes possível, eliminando “tempestades” no processo produtivo.

Será relevante, nesta Dissertação de Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente, referir que este tipo de representação de fluxos em processos é comum nos denominados Digramas de Preparação de Minérios e mesmo em salas de controlo de processos em grandes Lavarias de Processamento de Minérios (Figura 15 e Figura 16). Para além de permitirem em tempo útil acompanhar os processos, são uma fonte importante de informação para afinagem e estabelecimento de procedimentos de redimensionamento destes circuitos.



Figura 15 - Exemplo de uma sala de controlo de uma unidade extrativa e de produção de concentrados de espécies minerais. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: http://www.xinhaimineral.com/en/solution_18.html

estado atual, o mapeamento do estado futuro e o plano de ação para chegar o estado futuro (Manos, 2006).

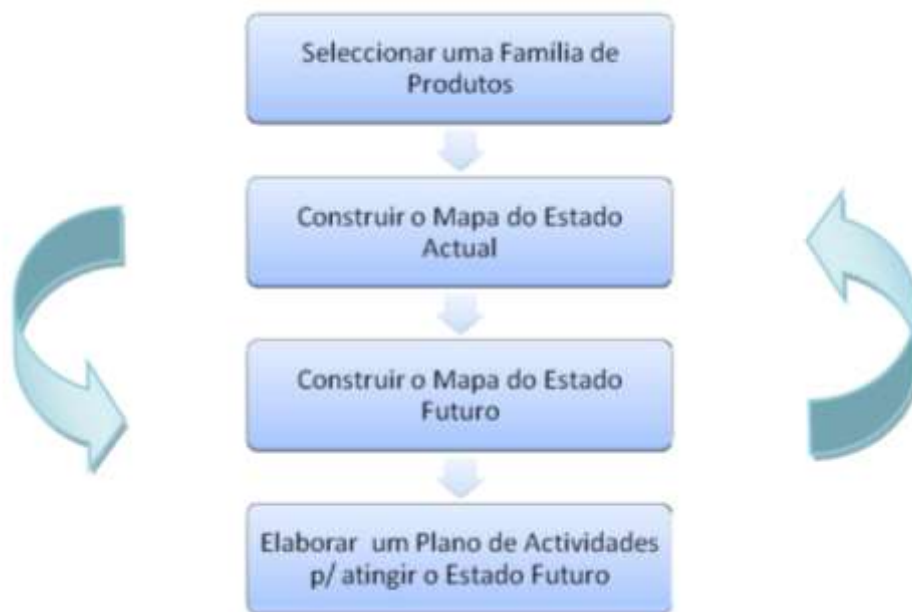


Figura 17 – Os quatro passos da criação de um *Value Stream Mapping*.

O primeiro passo é a escolha da família de produtos. A família de produtos é um grupo de produtos ou serviços que passam por processos idênticos. Na Figura 18 está representada uma matriz cujo objetivo é ajudar a identificar as famílias de produtos (Manos, 2006).

		1. Quoting	2. Order entry	3. Credit review	4. Purchasing	5. Order review	6. Tool preparation	7. Scheduling	8. Receiving	9. Perforating	10. Leveling	11. Shearing	12. Cut to length	13. Slitting	14. Radius rolling	15. Punching	16. Embossing	17. Press break	18. Stamping	19. Outside service	20. Packaging	21. Shipping	Process family	Name
150	80,000 lb/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	1	Coil to coil
ORM005	80,000 lb/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	1	Coil to coil
020 AI GLD	5,000 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X									X	X	2	Ornamental
020 AI Stuco	1,000 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X								X	X	2	Ornamental
73518	400 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X					X	X	3	Fab flat
Ballast	300,000 lb/mo	X	X	X		X															X	X	4	Ballast
Nordham	100 pcs/yr	X	X	X	X	X															X	X	5	Pass through
611402401	250 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X				X	X	6	Fab form
VT4880	50 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X		X				X	X	6	Fab form
EAU435?	150 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X				X	X	6	Fab form
YNG Filter	25 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X		X			X	X	6	Fab form
Gehl 001	150 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X				X		X	X	6	Fab form
509566	700 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										X	X	7	Coil to sheet to size
601	250 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										X	X	7	Coil to sheet to size
020 AI MF	8,000 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X								X	X	8	Coil to blank
Nailor	500 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X								X	X	8	Coil to blank
202262	20,000 pcs/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X									X	X		
Stock Plate	250,000 lb/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										X	X	9	Stock plate

Figura 18 – Matriz de identificação de famílias de produtos (Manos, 2006)

O mapa do estado atual, como o próprio nome indica, ilustra como a organização dos processos funciona atualmente. Manos, (Manos, 2006), propõe que o levantamento da informação para a realização deste tipo de mapa seja feito pessoalmente em chão de fábrica. Há duas principais vantagens ao fazer o levantamento desta forma: será possível avaliar o processo inteiro e identificar desperdícios e permite uma interação direta com as pessoas que realizam o trabalho diariamente e estão mais familiarizadas com o processo e equipamentos, envolvendo-as na própria construção do mapa. Desta forma é possível coletar uma série de informações como tempos de ciclo, fiabilidade de funcionamento dos equipamentos, quantidades de materiais processados, número de operadores e turnos, níveis de inventário e tempos de espera.

supermercados. Supermercado é um sistema de inventário controlado, onde os processos a jusante usam determinada quantidade de matéria prima e os gestores a montante repõem em *stock* essa quantidade;

- **Onde é possível melhorar o fluxo?:** averiguar se é ou não possível impedir que haja paragens no andamento de trabalho.
- **Que outras melhorias são necessárias?:** procurar formas de melhorar os processos existentes.

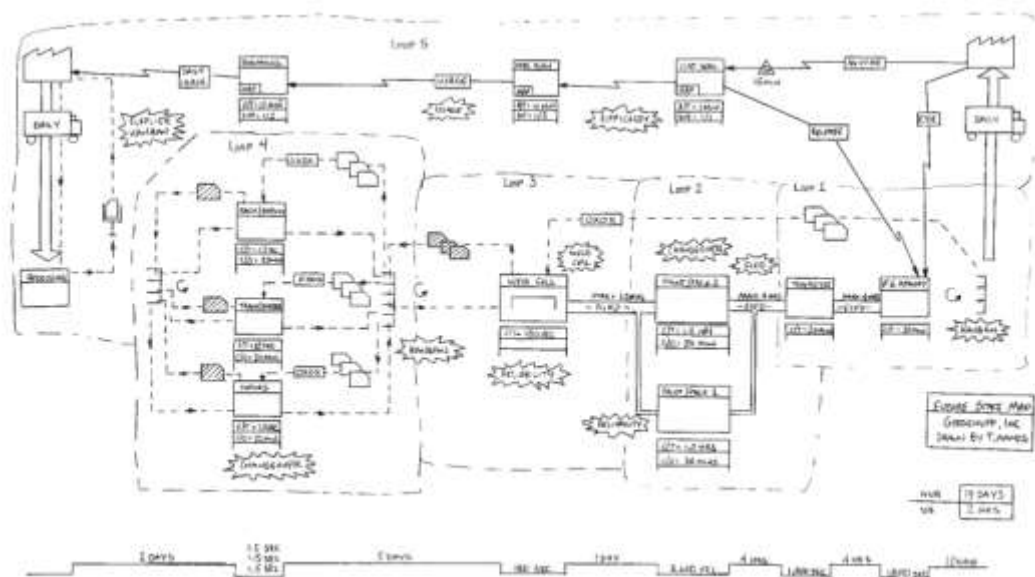


Figura 20 - Exemplo de um *Value Stream Mapping* futuro (Manos, 2006).

Terminada a construção do mapa do estado futuro, é necessário criar e aplicar um plano de atividades para que seja possível passar do estado atual para o estado futuro. Esta é possivelmente a parte mais importante do processo de criação de um *Value Stream Mapping*. Esse plano deve ser explícito no que diz respeito a objetivos mensuráveis e atribuir responsáveis por cada uma das atividades definidas.

Enquanto que realizar os mapas pode ser construtivo e elucidativo de muitos dos aspetos do processo de fabrico, se não formos capazes de agir implementado as conclusões extraídas, apenas nos limitamos a criar mais desperdícios. Um bom plano deve incluir a descrição do projeto, nome do líder do projeto, possíveis membros da equipa, um horário de eventos, uma estima de custos e os objetivos e benefícios.

2.8 Lean + 6 Sigma

É muito comum a associação à Filosofia de gestão e produção *Lean* da denominada metodologia *6 Sigma* (6σ). Trata-se de uma estratégia que envolve diversas técnicas de tratamento de dados, recorrendo à área da matemática estatística, visando a melhoria e otimização das atividades presentes nos processos produtivos, principalmente aquelas que se caracterizam por possuírem tempos de execução com claro comportamento aleatório.

A estratégia *6 Sigma* está relacionada com o conceito de gestão de qualidade. A gestão de qualidade é o processo através do qual uma série de operações são realizadas com o objetivo de atingir as normas da empresa e melhorar os processos presentes nos empreendimentos (Liepina et al, 2013).

A estratégia *6 Sigma* foi introduzida em 1986 pela *Motorola*, onde William Smith e Mikel Harry criaram os processos de incremento da qualidade dos processos de fabrico. Do ponto de vista geral o foco da estratégia *6 Sigma* é a redução de variabilidade das atividades presentes e defeitos num processo produtivo.

Na grande maioria das atividades fabris, nomeadamente quando nestas existe uma participação de mão de obra humana, o carácter aleatório dos tempos destas, estará quase sempre presente. Ao longo de um turno de trabalho, a capacidade de atenção e execução de procedimentos para um dado fim, por parte de um trabalhador, naturalmente que variará. Nunca se fará a mesma coisa sempre da mesma maneira num determinado intervalo de tempo fixo. Essa será uma capacidade somente intrínseca aos meios de produção robotizados.

Assim, qualquer atividade repetitiva com intervenção humana, será caracterizada por ser realizada em intervalos de tempo possuídos de um tempo médio e uma variabilidade que costuma ser medida pelo conceito estatístico de desvio padrão (Figura 21).

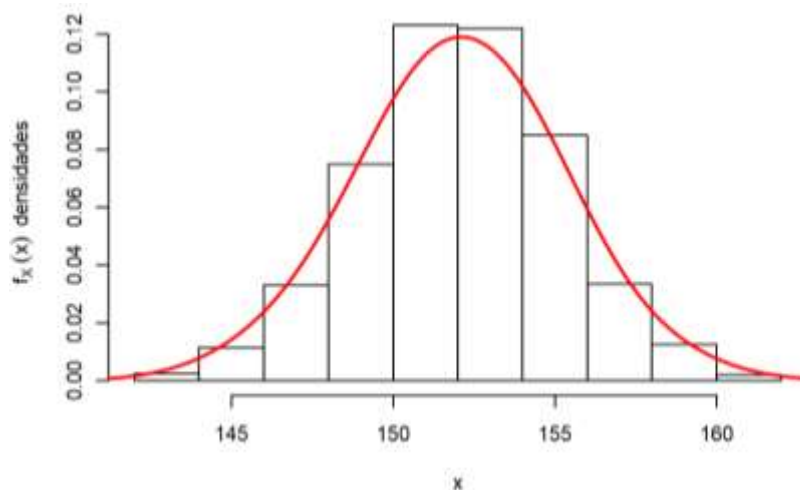


Figura 21 – Distribuição Normal de frequências de acontecimentos $F_x(x)$ para um conjunto de intervalos de tempos x de uma atividade

A conhecida função de Distribuição Normal é frequentemente usada para caracterizar este tipo de fenomenologias que fazem parte das atividades produtivas, porque esta se ajusta com grande significância a múltiplas atividades presentes em muitos empreendimentos. Naturalmente que outras funções representarão melhor outras atividades.

A partir de uma coleta significativa de dados, relativos aos tempos de execução de uma atividade, é possível construir a respetiva função de distribuição de frequências de tempos e calcular parâmetros como a média e o desvio padrão. Quanto maior for o grau de aleatoriedade, mais baixa e mais extensa é esta distribuição. Os valores de desvio padrão serão então maiores.

Diminuindo à aleatoriedade, mais apertada é a função de distribuição, aumentado o número de ocorrências para valores do intervalo de tempo da atividade médio (Figura 22).

Perante esta análise, que faz parte precisamente da estratégia *6 Sigma*, se ela for colocada em prática no estudo de uma atividade, ficará em destaque o caráter aleatório da mesma e despertar-se-á a atenção de quem exerce a atividade e de quem a superentende, para as possibilidades que possam existir para diminuição dessa mesma aleatoriedade.

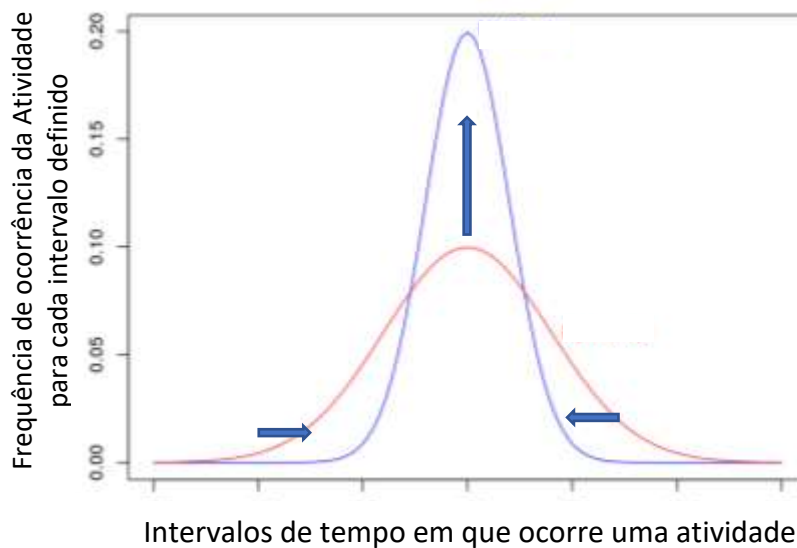


Figura 22 – Funções de Distribuição Normal para situação de maior (linha vermelha) e menor (linha azul) aleatoriedade do tempo de realização de uma atividade.

Garantida a possibilidade de diminuição da aleatoriedade de execução da atividade, um segundo passo passará pela tentativa de diminuição dos tempos médios (ou então da moda) de execução da mesma (Figura 23).

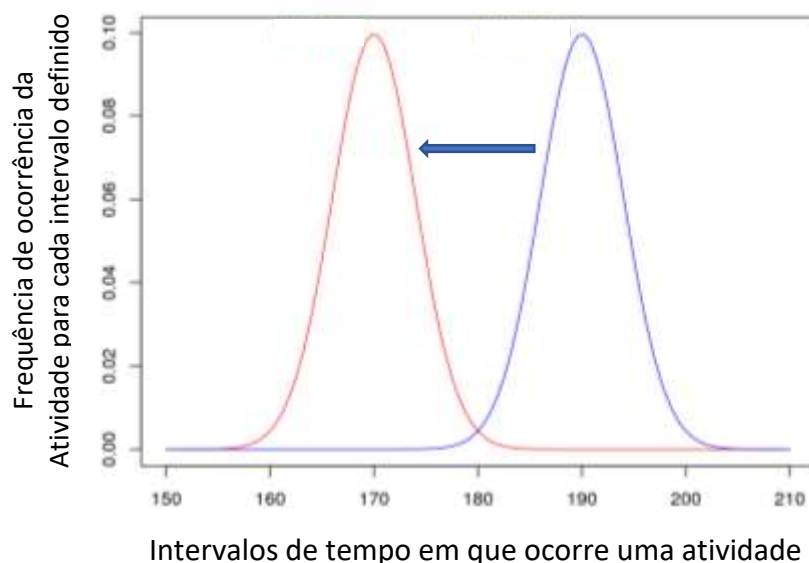


Figura 23 – Funções de Distribuição Normal para situação de maiores (linha azul) e menores (linha vermelha) tempos médios de atividade de realização de uma atividade.

Será da conjugação destes dois passos no desenvolvimento de estudos sobre as atividades presentes nas unidades de produção, que poderá ter lugar uma estratégia 6 Sigma ¹.

¹ Nem sempre a diminuição do tempo médio de uma atividade poderá significar melhoria do processo produtivo, como é evidenciado pelo Engenheiro Filipe Marques da TORRE (Marques, 2017 b)).

O *6 Sigma* é importante tanto do ponto de vista do cliente como do produtor, uma vez que um desempenho constante do produto ou processo acrescenta valor ao mesmo (Zhan e Ding, 2016).

Do ponto de vista estatístico *6 sigma* é um processo que produz 3.4 defeitos por milhão de oportunidades (3.4 DPMO - *Defective Parts per Million Opportunities*). Dependendo da situação estes processos podem ser *6 sigma*, *3 sigma* ou *8 sigma* (Zhan e Ding, 2016).

Apesar das vantagens da aplicação desta metodologia, muitos gestores admitem que o *6 Sigma* por si só não é suficiente, sendo muitas vezes necessárias as estratégias de deteção de problemas e defeitos intrínseca à Cultura *Lean*. Até porque será através dessas estratégias *Lean* que se atingirá os desideratos da diminuição da variabilidade e da média. É então que surge o *Lean 6 Sigma* que tira proveito das duas filosofias, ou seja, a eliminação de defeitos e aceleração dos processos no *Lean* e a diminuição da variabilidade do *6 Sigma*.

2.8.1 O ciclo DMAIC

Para atingir estes objetivos a estratégia *Lean 6 Sigma* introduz o ciclo que ficou conhecido pela sigla, DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) (Figura 24):

- *Define* ou Definir: reconhecer as necessidades e desejos do consumidor e transformá-los nas especificações do produto ou processo. É neste passo que se definem os objetivos do projeto assim como o papel dos membros da equipa. (Gijo et al, 2011).
- *Measure* ou Medir: esta fase consiste na medição do desempenho do processo identificando pontos críticos que interferem com a qualidade, comparando e medindo a implementação de melhorias que possam ser feitas (Stamatis, 2004).
- *Analyse* ou Analisar: consiste na identificação da origem de problemas (Omachono e Ross, 2004). Entender porque os problemas aconteceram assim como comparar e priorizar oportunidades de melhoria (Jirasukprasert et al, 2014).

- **Improve ou Melhorar:** esta fase resume-se à geração de possíveis melhorias com base em estudos estatísticos e experimentais (Omachono e Ross, 2004).
- **Controlo:** consiste na institucionalização (*standardização*) e normalização das melhorias (Stamanis, 2004) de modo a garantir que não há regressões na qualidade dos processos.



Figura 24 – Ciclo DMAIC de aplicação dos princípios *Lean 6 Sigma* (Castro et al, 2013)

2.9 *Morning Meeting* (Reunião da Manhã)

Como foi referido, um dos pontos importantes para a aplicação da Filosofia de gestão e produção *Lean*, passa por armar todos as partes envolvidas com o conhecimento e habilidades necessárias para o aplicar. Para tal é necessário, segundo Paul Akers (Akers, 2014), cultivar uma Cultura *Lean* nas pessoas e, conseqüentemente, nas empresas. Uma das ferramentas mais eficazes para ajudar nessa tarefa é a implementação da Reunião da Manhã.

Esta reunião tem como núcleo duro da sua realização o ajudar as pessoas a crescer e ao estabelecimento de objetivos para o dia assim como o recapitular dos objetivos atingidos no dia anterior. Para tal é importante dedicar este tempo para rever também erros, partilhar melhorias implementadas e olhar os números relativos à produção e produtividade da equipa. Haverá também lugar para enunciar os princípios da empresa e a propor e treinar linhas de fabrico de novos produtos

Quando executadas com sucesso, as Reuniões da Manhã apresentam-se como uma excelente oportunidade de promover a comunicação entre todos os colaboradores da empresa. Isto porque todos deverão estar presentes nesta reunião.

Como regra geral, as Reuniões da Manhã devem ser curtas (em geral menos de 30 minutos) e agradáveis (Figura 25).



Figura 25 – As Reuniões da Manhã devem ser curtas e agradáveis (Hoobs, 2016).

Assim, para além do que já foi referido, este tempo pode ser dedicado também para momentos de descontração praticando exercícios de alongamentos e até mesmo lições de literatura ou história, através da leitura de um excerto de um livro.

A reunião da manhã permite, então, estabelecer o primeiro passo relativo à construção de uma Cultura *Lean*, que é a formação das pessoas (Akers, 2014).

Paul Akers afirma:

“As pessoas perguntam-me, o que é diferente na FastCap, e eu respondo, a Reunião da Manhã. E o que é a Reunião da Manhã? É um tempo

em que investimos nas nossas pessoas, criando uma cultura de melhoria contínua. Na Reunião da Manhã temos sempre um líder diferente, promovendo deste modo o crescimento das pessoas pois queremos que cada um venha a ser um líder. Reunimo-nos num círculo e respeitamos todo aquele tempo, onde olhamos para a realidade da nossa empresa, a nossa produtividade, os erros que cometemos, olhamos as melhorias implementadas que ajudam a poupar tempo e custos e celebramos essas melhorias. Quem promoveu uma melhoria, ensina-a (teach), mede os seus efeitos e celebra a sua realização. Chamamos a estes momentos TMC. Fazemos isto sempre, permanentemente. Na Reunião da Manhã abordamos sempre questões da segurança. Também é o momento de recordar frases motivadoras de personalidades célebres do passado e aprender história. Nós acreditamos que ajudar as pessoas a crescer é a mais poderosa coisa que podemos fazer, pois estamos a contribuir para que sejam cada vez mais capazes de tomar decisões que contribuirão para a melhoria da nossa empresa. Portanto o nosso ponto central na FastCap é ajudar as pessoas a crescer. E a seguir, fazer o que há a fazer mais rápido, mais simples e em segurança – sempre com melhorias todos os dias. Na Reunião da Manhã aprendemos e crescemos em equipa ... A Reunião da Manhã é o segredo do êxito da Fast Cap.” (Akers, 2009).

2.10 SMED – *Single Minute Exchange Die*

Single Minute Exchange Die (SMED) é uma metodologia que pode ser explicitada, de uma forma simplificada, como sendo a troca rápida de ferramentas. É uma metodologia que tem como objetivo reduzir o tempo de *setup*, isto é a preparação das máquinas, equipamentos e matérias primas necessárias para a realização dos processos (Shingo, 1985).

A metodologia SMED foi desenvolvida por Shigeo Shingo, um engenheiro industrial japonês que teve um sucesso extraordinário em ajudar as empresas a reduzir drasticamente o tempo de troca. O seu trabalho pioneiro levou a reduções documentadas

nos tempos de transição em média de 94% (por exemplo, de 90 minutos para menos de 5 minutos) em uma ampla gama de empresas (Santos, 2017).

Tempos de troca que melhoram processos, por exemplo, num fator de 20 podem ser difíceis de imaginar, mas a troca de pneus de uma equipe de apoio das corridas de automóveis de NASCAR, pode ser um bom exemplo dessa possibilidade (Figura 26). A troca de quatro pneus nestas corridas pode despendar menos de 15 segundos, quando para muitas pessoas, a troca de um único pneu pode levar facilmente 15 minutos.



Figura 26 – Troca de pneus numa corrida de NASCAR. Fotografia *NASCAR PIT STOP* de Randy Schwartz. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:

https://www.trekearth.com/gallery/North_America/United_States/South/North_Carolina/Rockingham/photo278136.htm

Existem, essencialmente, 2 tipos de atividades de *setup*, as internas e as externas. As externas podem ser definidas como sendo aquelas que podem ser realizadas quando os equipamentos estão em funcionamento enquanto que as internas só podem ser realizadas quando estes estão parados.

O tempo de *setup* é o intervalo de tempo entre o último produto gerado e o primeiro produto manufaturado no próximo processo (Shingo, 1985). Os tempos de *setup*

apresentam-se, assim, como atividades que, apesar de necessárias, não acrescentam valor ao produto. Por outras palavras, representam desperdícios. Qualquer redução deste tempo traduz-se numa redução de desperdícios

A metodologia SMED descrita por Shingo, parte do princípio que o tempo de *setup* deve demorar menos de 10 minutos, ou seja, em termos numéricos o tempo de *setup* deve ser descrito por apenas um algarismo (Shingo, 1985).

Para isso é, então, necessária a realização de três principais passos, nomeadamente (Cakmakci, 2009), (Figura 27) (Fonseca, 2009):

1. Separar os *setups* internos e externos: Uma forma de facilitar este passo é fazer a seguinte pergunta “Será necessário desligar a máquina para realizar esta atividade?”. A resposta a esta questão poderá simplificar o processo de separar os dois tipos de *setup*’s. Este passo pode reduzir substancialmente os tempos de *setup*. Listas de controle, controlo de funções e melhora do transporte dos equipamentos e matérias primas, podem ajudar neste processo.

2. Converter *setup* interno em *setup* externo: O objetivo deste passo é reduzir o tempo total que em que o processo está parado. Preparação prévia das condições de trabalho, normalização das funções e uso de ferramentas intermédias podem ajudar com este passo.

3. Simplificação de todos os aspetos das atividades de *setup*: neste passo é necessário estabelecer objetivos específicos para reduzir os tempos de *setup*. A introdução de tarefas paralelas, eliminação de ajustamentos através na normalização e a mecanização são técnicas utilizadas para reduzir ainda mais os tempos de *setup*.

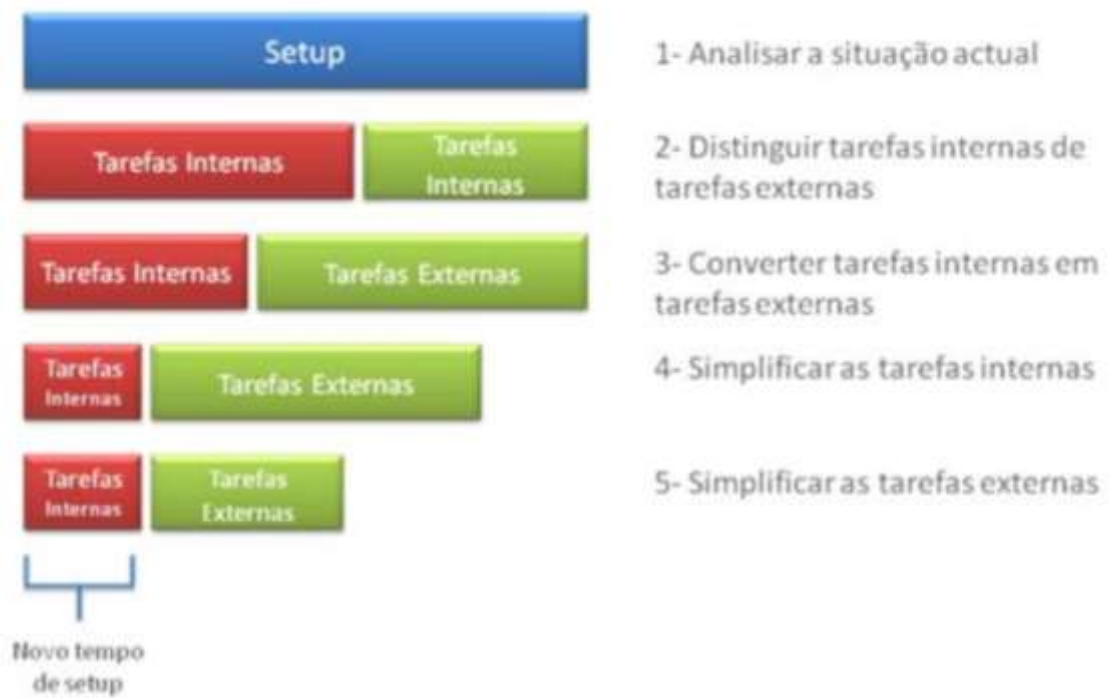


Figura 27 - Os principais passos do processo SMED (Fonseca, 2009).

3 – A empresa

A Empresa acolhedora para a realização da presente Dissertação de Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-ambiente, é a Empresa TORRE - Indústria Transformadora de Mármore Lda.



Está sediada em R. da Estrada Nova 904, na Freguesia e Cidade de Esmoriz (Figura 28), no Concelho de Ovar.

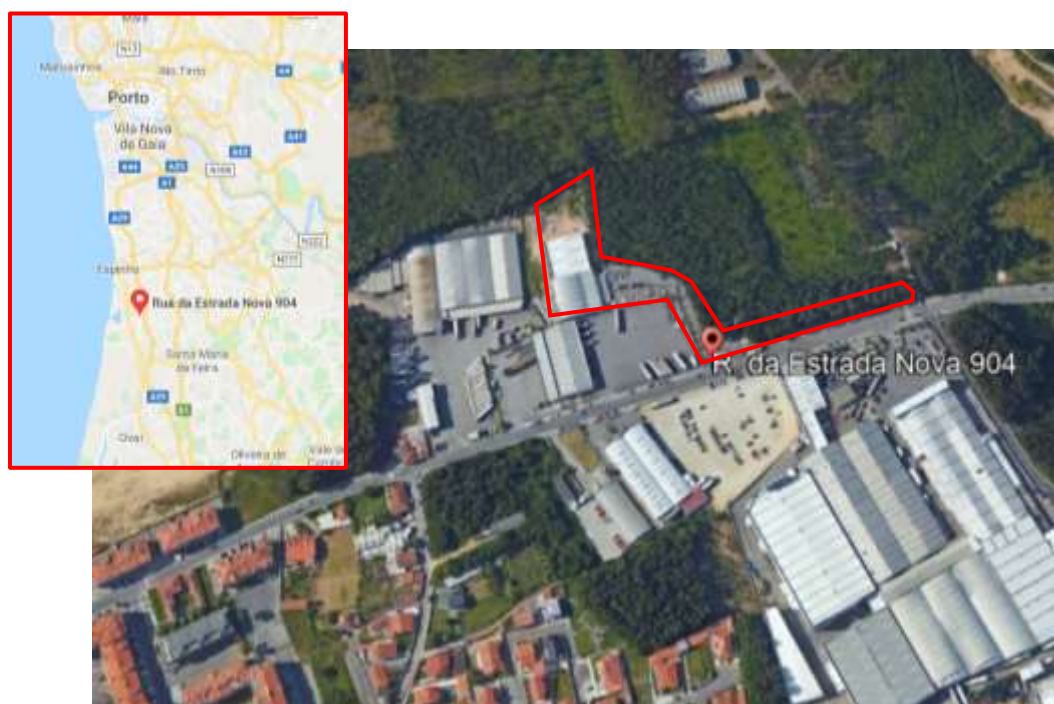


Figura 28 – Localização da TORRE

A sua atividade está classificada como CAE08 – 23701 - Fabricação de artigos de mármore e rochas similares.

A TORRE foi criada em 1987 e dedicou-se nos primeiros 20 anos ao mercado nacional, transformando rocha ornamental para aplicações em casas de banho, revestimentos exteriores e funerária.

Em 2008 iniciou a sua atividade para o mercado exterior, representado hoje a exportação cerca de 99% do volume de negócios. Os principais países que importam os seus produtos são a França, a Bélgica, o Luxemburgo e a Suíça.



Figura 29 - Unidade fabril da TORRE.

Na atualidade, na sua unidade fabril (Figura 29), a TORRE dedica-se à transformação de rocha ornamental para produção, principalmente, de tampos para bancadas de cozinha e casas de banho, tendo principalmente dois tipos de clientes:

- Os denominados distribuidores, que têm os seus próprios armazéns, fazendo eles mesmo as medições junto dos seus clientes e depois solicitam o respetivo fabrico. Depois de executadas as peças, estas são enviadas por uma transportadora para os armazéns desses distribuidores, terminando aqui a participação da TORRE no processo;
- As lojas de equipamentos de cozinhas, para as quais, na maioria das vezes, é a TORRE que procede à medição, ao fabrico e instalação/assentamento das bancadas em obra nas instalações dos seus clientes.

De um endereço da Internet (<https://www.stonecontact.com>), de publicitação de empresas ligadas ao comércio de rochas ornamentais transformadas, encontramos as seguinte informação de *marketing* relativa à TORRE:

“Especializada na fabricação de pedras ornamentais, a TORRE é referência no mercado pela qualidade de seus materiais e pelo atendimento prestado a seus clientes.

Por que os clientes nos escolhem?

Escolhem-nos porque entregamos VALOR.

Possuindo uma fábrica própria e oferecemos preços muito competitivos para nossos clientes.

Fazemos uma seleção cuidadosa de materiais, e possuímos equipamentos tecnologicamente avançados, que nos permite ter custos de produção mais baixos, melhor qualidade e velocidade...

Quais os serviços que oferecemos? De bancadas de cozinha de tamanho pequeno, banheiros e pisos a fachadas, lareiras e escadas.

Com que tipo de materiais trabalhamos?

Utilizamos uma ampla gama de materiais: Granito, Quartzo (Silestone, Caesarstone, Santa Margherita), Mármore, Ardósia, Ônix e Travertino...

Com mais de 20 anos de experiência e uma extensa lista de projetos bem-sucedidos no nosso currículo, os próprios clientes são uma extensão natural do departamento comercial da empresa.

Motivada por esse reconhecimento, a TORRE continua investindo na modernização de equipamentos, na otimização dos processos de fabricação e na melhoria do suporte ao cliente.

Mais do que o mero fornecimento de superfícies de mármore, granito, travertino ou quartzo, a TORRE oferece a seus clientes um serviço personalizado, uma consultoria técnica experiente, cumprimento de prazos e a tranquilidade de ter seu projeto em boas mãos.”

(Acedido em junho de 2020 em: <https://www.stonecontact.com>)

A matéria prima usada na TORRE inclui as rochas ornamentais naturais e produtos artificiais compósitos, sendo rececionadas em forma de “chapa”, a partir de vários fornecedores, com espessuras de 12mm, 20 mm e 30 mm.

No que se refere à rochas naturais, para além das diversas rochas extraídas no território nacional, por ser grande a procura do denominado Granito Zimbabwe, proveniente principalmente de pedreiras (Figura 30) do território do Zimbabwe, em África, esta é uma das pedras mais trabalhadas na TORRE.



Figura 30 – Pedreira de granito negro no Zimbabwe. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: <https://www.stonecontact.com>.

Sendo uma rocha negra, é também conhecida como a rocha do negro absoluto. Do ponto de vista geológico, é uma rocha magmática holocristalina e a sua cor negra é devida ao tipo de silicatos nela presentes. Difere de outras rochas negras porque os grãos são, em geral, mais finos, homogêneos e muito compactos. Os pequenos pontos cristalinos na superfície variam entre cinza e preto, o que confere à rocha aspetos muito procurados pelo mercado. Esta matéria prima apresenta-se na origem como sendo das mais vendidas no mundo, principalmente devido à uniformidade das suas cores, mesmo em grandes superfícies (Figura 31).

As outras pedras naturais trabalhadas na TORRE são adquiridas junto de fornecedores que, na sua maioria, recebem as pedras em blocos vindos das mais diversas origens, sendo eles que lhes acrescentam mais valia através de processos de serragem

desses blocos em chapas de várias espessuras. Esses fornecedores são variados, tendo as suas unidades de serragem em Portugal, Angola, na África do Sul, Índia, Brasil e Países Nórdicos.



Figura 31 – Exemplo de aplicação do Granito Zimbabwe em bancada de cozinha. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: <https://pedrasalexandreecatarino.com/detalhe/granito-negro-zimbabwe/>

Possui uma resistência mecânica à compressão de cerca de 2525 Kg/cm². Já quanto à resistência à flexão, apresenta valores da ordem dos 145 Kg/cm².

Já no que diz respeito produtos artificiais compósitos trabalhados na TORRE, destaca-se o denominado *Silestone*, que é um material constituído por cerca de 94% de quartzo natural, aglomerado por resinas e poliéster, num processo de vibro compressão em vácuo. No seu processo de fabrico, tecnicamente muito controlado, é possível adicionar corantes e outros produtos para se obter uma grande variedade de aspetos finais neste tipo de “pedras” (Figura 32).

Os principais fornecedores da TORRE em produtos artificiais compósitos são empresas espanholas.

O acabamento do *Silestone* pode ser simplesmente o polido, o mais tradicional. Mas também existe o acabamento denominado de *Suede*, em que as superfícies se apresentam foscas, podendo mesmo ser opacas. No acabamento chamado de *Vulcano*, as superfícies apresentam pequenos buracos, tornando o material poroso e mais texturado.



Figura 32 – Exemplo de uma bancada de cozinha em *Silestone*. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: <https://www.vivadecora.com.br>

O *Silestone* pode ter uma resistência à compressão da ordem dos 1530 Kg/cm^2 e resistência à flexão de cerca de 445 Kg/cm^2 . Este material apresenta superfícies de muito baixa porosidade, o que garante uma praticamente nula absorção de líquidos. Apresenta-se também muito resistente aos choques e aos riscos.

Os processos de polimento, conferem a estes materiais, naturais ou artificiais, aspetos de grande beleza (Figura 33).



Figura 33 - Aspeto de uma superfície polida de rocha. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=pf1nUzpSh8>

3.1 Unidade Fabril

A unidade fabril da TORRE é constituída por um parque de matérias primas e um hangar de fabrico dividido em setores, cada um deles mais ou menos especializado para determinadas operações da linha de produção (Figura 34).

Num sobre piso deste hangar, funcionam os Escritórios da Empresa.

Ainda faz parte com complexo da TORRE, o antigo parque de matérias primas, usado ainda no período de produção praticamente para o mercado interno. Este situa-se bem mais distante da área de fabrico (Figura 34).

A Empresa possui um espaço dedicado ao armazenamento temporário de materiais restantes das operações de transformação, que não comportam dimensões para poderem ser reaproveitados, e por isso são considerados resíduos.



Figura 34 - Setores gerais da unidade fabril da TORRE.

3.1.1 Setores da Unidade Fabril

À cabeça de todo o processo produtivo da TORRE, existe um parque de matérias primas, situado no exterior do hangar de fabrico (Figura 35). Este é diretamente alimentado

através de empresas fornecedoras de chapas de rocha e cerâmica, bem como é retroalimentado por sobras de placas processadas na fábrica e que comportem dimensões que permitam o seu reaproveitamento em obras futuras. Neste parque encontra-se instalada uma ponte rolante, facilitadora da movimentação das chapas, que são dispostas ordenadamente em cavaletes metálicos devidamente dimensionados para esse efeito.



Figura 35 – Parque exterior de matérias primas da TORRE.

Ainda existe um pequeno parque de chapas dentro da fábrica, alimentado por peças vindas do setor de corte, para serem avaliadas ainda antes de serem armazenadas no parque exterior anteriormente referido.

A unidade de fabrico da TORRE é constituída por um hangar que, de forma simplificada, pode ser dividido em principalmente 4 setores:

- Setor de corte;
- Setor dos acabamentos;
- Setor de expedição;
- Setor de operações auxiliares.

Na TORRE podem ser observadas duas grandes células de produção, estando ambas preparadas para realizar os trabalhos de corte e acabamento (Figura 36).



Figura 36 - Aspectos das células de produção da TORRE

Relativamente às atividades de corte, as células de produção estão apetrechadas com várias máquinas de disco de corte (Figura 37), bem como com máquinas CNC's (*Computer Numerical Control*), que promovem o corte com jato de água a alta pressão (Figura 38).



Figura 37 – Máquinas de corte com disco da TORRE.



Figura 38 – Máquinas CNC's, de corte com jato de água a alta pressão na TORRE.

As CNC's são máquinas de processamento automático de material, neste caso chapas de cerâmica ou rocha, que respondem a um conjunto de instruções programadas pelo operador, não sendo necessário o controlo manual da máquina.

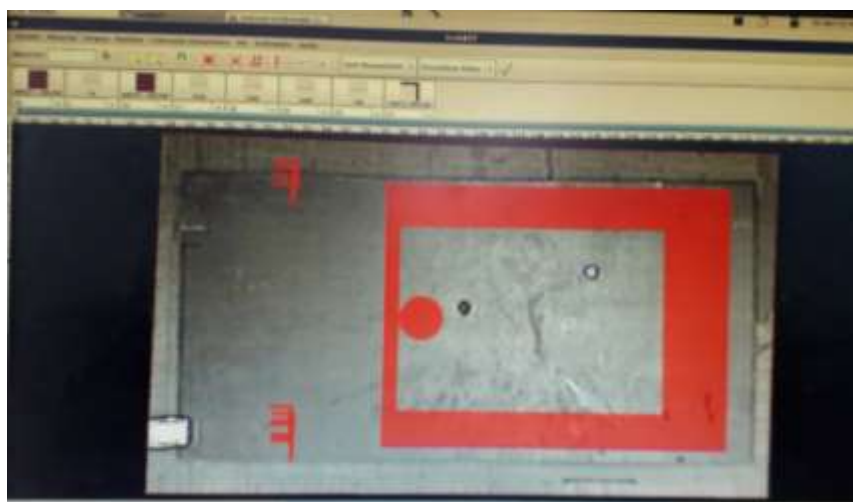


Figura 39 – Imagem de ecrã de software de controlo e planeamento para aproveitamento de chapas em CNC's na TORRE.

Estas máquinas de processamento automático, são comandadas através de softwares dedicados, sendo que com estes é possível melhorar o aproveitamento das áreas das chapas em função das dimensões das peças (Figura 39).

É através deste tipo de melhorias que se implementa um importante aproveitamento das matérias primas usadas na TORRE.

As tarefas de acabamento resumem-se essencialmente às atividades de polimento e execução de guarnições, podendo em alguns casos ser necessária a administração de vernizes ou tintas (Figura 40).



Figura 40 – Atividades de acabamento na TORRE.

Uma vez completadas as tarefas de corte e acabamento os produtos são armazenados na zona de expedição, onde aguardarão pelo transporte para o consumidor final (Figura 41). Esta zona de expedição é caracterizada pelas marcas no chão onde serão colocados os cavaletes de madeira necessários para o transporte dos produtos. Na TORRE, faz-se questão de fabricar os próprios cavaletes, sendo que para tal foi criado um setor de carpintaria adjacente a esta zona.



Figura 41 – Zona de cavaletes de produtos finais da TORRE, prontos para expedição.

Por fim existem as chamadas operações auxiliares ao fabrico que consistem principalmente na gestão de resíduos sólidos, no tratamento e recirculação de água e produção e fornecimento de ar comprimido.

Os resíduos sólidos são constituídos por sobras de matéria prima após o processo de fabrico, cujas dimensões ou qualidade são inadequadas para uso posterior (Figura 42 - esquerda). Estas sobras são fragmentadas em pedaços menores e são depositadas em contentores menores, sendo posteriormente transportadas para o exterior da fábrica, onde serão armazenadas em contentores maiores até ao seu levantamento realizado feito por uma empresa terceira.



Figura 42 – Contentor com resíduos sólidos (esquerda), unidade de tratamento e reciclagem de água (centro) e central de produção de ar comprimido (direita) da TORRE.

Praticamente todo o processo de fabrico na TORRE recorre ao uso de água, quer para arrefecimento das ferramentas de corte e polimento, em particular na metodologia usada nas CNC's, quer para as atividades de limpeza permanente dos espaços de trabalho. A água utilizada nos processos de fabrico tem origem, principalmente, numa captação de água implantada no terreno da Empresa. Uma grande parte dessa água passa por uma estação de tratamento, constituída principalmente por um processo filtração de produtos sólidos por decantação, voltando posteriormente a ser incorporada nos sistemas de fabrico (Figura 42 - centro).

Sendo o ar comprimido uma das energias mais usadas em diferentes atividades do processo de fabrico na TORRE, nesta existe uma central de compressão constituída por um compressor, ligado a um *receiver*, e posteriormente conectado a uma rede de distribuição que faz chegar esta energia aos mais diversos pontos da fábrica onde ela é necessária (Figura 42 - direita).

3.2 Escritório e Administração

Na TORRE, os Escritórios encontram-se instalados num sobre piso do hangar de fabricação (Figura 43).



Figura 43 - Mostruário de matérias primas trabalhadas na TORRE, à entrada do Escritório.

Nessa unidade funciona a Administração da Empresa que estabelece a ligação entre o mercado e os esforços de produção. Esta encontra-se dividida em três setores:

- Setor Técnico de Produção;
- Setor de Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento;
- Setor Comercial;

Estes setores interagem entre si e estabelecem ligação com a unidade fabril.

O setor Comercial é responsável pela gestão dos clientes, recebendo as encomendas e encaminhando estas para o setor técnico de produção que procede à respetiva orçamentação.

Confirmada a aceitação dos orçamentos por parte dos clientes, este setor Técnico da Produção passa a ser o responsável pelo planeamento dos trabalhos, ou seja, o que fazer e quando o fazer, tendo de seguida também a responsabilidade de distribuir os trabalhos pelas equipas de produção. O setor Técnico da Produção atua sempre em interação com o setor de Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento, responsáveis por garantir o fluxo de matérias primas e outros consumíveis necessários à fabricação.

Grande parte do planeamento dos diferentes processos de produção (pedidos dos clientes) e decisões para a sua implementação, são realizadas já em chão de fábrica, nomeadamente numa área destinada à permanente interação entre as diferentes equipas envolvidas no setor produtivo, com os elementos do setor técnico de produção.

Como metodologia de comunicação, a TORRE tem vindo a reinventar maneiras de melhorar as interações, sendo na atualidade levadas a cabo através de um conjunto de quadros que funcionam como visualizadores da globalidade dos processos em curso. Nestes, os trabalhos encontram-se divididos pelos dias da semana de trabalho e onde a responsabilidade cada processo de fabrico é atribuída a um dos colaboradores da Empresa (Figura 44).

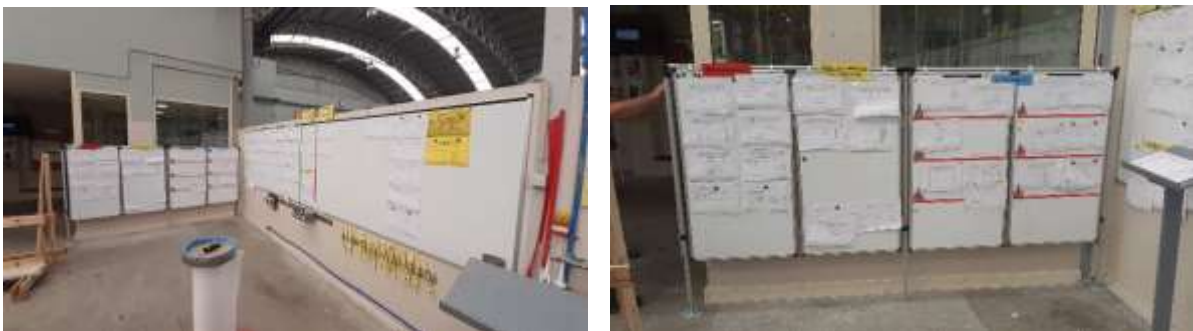


Figura 44 – Quadros de ajuda ao planeamento dos processos produtivo da TORRE.

No setor da Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento, como já referido, é feito o controlo da matéria prima, chapas recebidas dos fornecedores e sobras, bem como das ferramentas e materiais consumíveis auxiliares à produção. A Gestão de *Stocks* é a responsável pelo registo das entradas e saídas de matéria prima nas áreas de armazenamento. Já o aprovisionamento trata de disponibilizar às diferentes áreas de atividades da fábrica, os equipamentos, materiais e ferramentas necessários para a realização das respetivas tarefas.

A capacidade de resposta da TORRE, em tempo útil médio, aos pedidos de orçamento e fornecimento do produto final aos distribuidores, bem como aos clientes lojas de fornecimentos de equipamentos de cozinha, cifra-se na atualidade entre uma a duas semanas.

Como estratégia de melhoria de processos, e porque em França estão localizados os principais clientes da TORRE, a Empresa decidiu instalar uma unidade intermédia permanente com equipas de colaboradores rotativas, que procedem às medições e instalação de bancadas em obra.

4 – Aspetos da realidade *Lean* na Torre

Neste Capítulo 4, passaremos a descrever um conjunto de ferramentas *Lean* que estão presentes na TORRE, procurando sempre que possível, ilustrá-las através da exibição de uma coleção de fotografias que realçam pormenores das mesmas.

4.1 Como começou o *Lean* na TORRE

A TORRE iniciou a sua jornada *Lean* em janeiro de 2015, depois de cerca de 28 anos de atividade após a sua fundação (Marques, 2015 b)).

Em 2014, ano em que o ritmo de produção atingiu um pico de atividade muito elevado, originando situações de dificuldade de dar resposta aos pedidos dos clientes e com a necessidade de realização de imensas horas extraordinárias de trabalho, o Engenheiro Filipe Marque descobre, por pura coincidência na Internet, o Autor Paul Akers e o seu livro “*2 Second Lean*” (Marques, 2018 a)). O que lhe chamou à atenção foi o facto desse livro se encontrar gratuito para quem o quisesse obter na *World Wide Web*. E como resultado da leitura desse livro, a 5 de janeiro de 2015, foi iniciado o processo de introdução do *Lean* na TORRE.

No ano seguinte, a Empresa teve um incremento na sua produção de cerca de mais 25%, passando a trabalhar 35 horas efetivas de produção, pois a primeira hora do dia era dedicada à implementação de melhorias e resolução de problemas e deixaram de ter horas extraordinárias de atividade.

Esta realidade colide com a crença de que uma empresa não pode parar. Indo contra o senso comum, todos os colaboradores da TORRE aceitaram o desafio de parar todos os dias uma hora no início da jornada de trabalho, para olhar para pormenores das operações em todos os setores da unidade febril, com o intuito de detetar problemas e observar onde era possível implementar melhorias, para que a produção se tornasse mais fácil para todos e menos dispendiosa a diversos níveis.

Trata-se de uma metodologia completamente nova de gestão, e mesmo difícil de implementar dado muitos dos colaboradores da TORRE, a começar pela direção da Empresa, estarem habituados a um ritmo e dinâmicas imutáveis há quase 30 anos.

Como meio simples de promoção desta nova ideia de fazer as coisas, e como sugere Paul Akers no seu livro “2 *Second Lean*”, as ações de deteção de problemas e de implementação de melhorias que se desejam que fossem contínuas, foi inicialmente direcionada para o WC da fábrica. A sua manutenção passou a ser da responsabilidade de todos (aqueles que livremente aderissem ao desafio e não como “imposição”), estabelecendo-se uma escala de limpeza semanal, atribuída sempre a equipas diferentes de 3 pessoas (Figura 45). E a descoberta de que é possível implementar melhorias contínuas no WC, mantendo-o sempre em estado impecável e com melhorias novas a ocorrerem semana a semana, passou a ser uma realidade percecionada por todos e a ter lugar de forma fácil e divertida. Já lá vão 5 anos de melhorias contínuas no WC da TORRE!

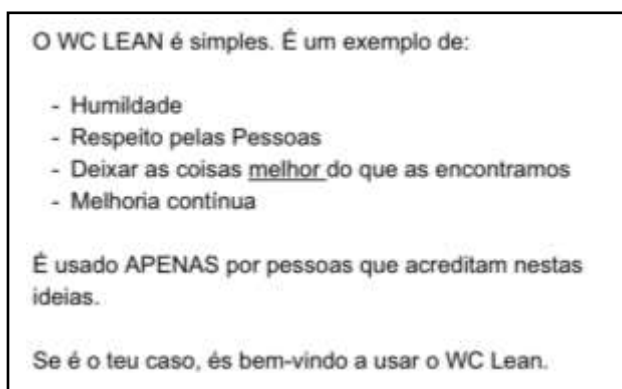


Figura 45 - O *Lean* pode ser facilmente entendido no WC. Fotogramas de vídeo. (Marques, 2018 a)).

A implementação das ideias *Lean* no WC da TORRE permitiu consciencializar a importância do trabalho em Equipa, facilitou a habilidade de descobrir problemas e veio a provar que é possível sempre implementar melhorias, qualquer que seja o estado de um dado processo. Neste sentido, o WC da TORRE passou a ser um verdadeiro laboratório prático para conquistar todos os seus colaboradores para a criação de uma verdadeira Cultura *Lean* na Empresa.

Não tardou a que essa metodologia fosse estendida a todos os setores da Empresa.

4.2 Como definir uma empresa *Lean*?

Quando em 2018, o Engenheiro Filipe Marques participou na conferência “*Global Lean Leadership Summit*” na Alemanha, organizada pela empresa Yellotools, LTD, teve uma oportunidade singular para refletir sobre o que verdadeiramente caracteriza uma empresa *Lean* (Marques, 2018 b)).

Quando se comparam duas empresas, olhando momentaneamente para determinados pormenores das mesmas, nomeadamente para a forma como são implementados os processos produtivos, o tipo de organização dos espaços e forma de arrumação de materiais e ferramentas, talvez estes não sejam suficientes para se poder afirmar que uma é empresa *Lean* e outra não (Figura 46).

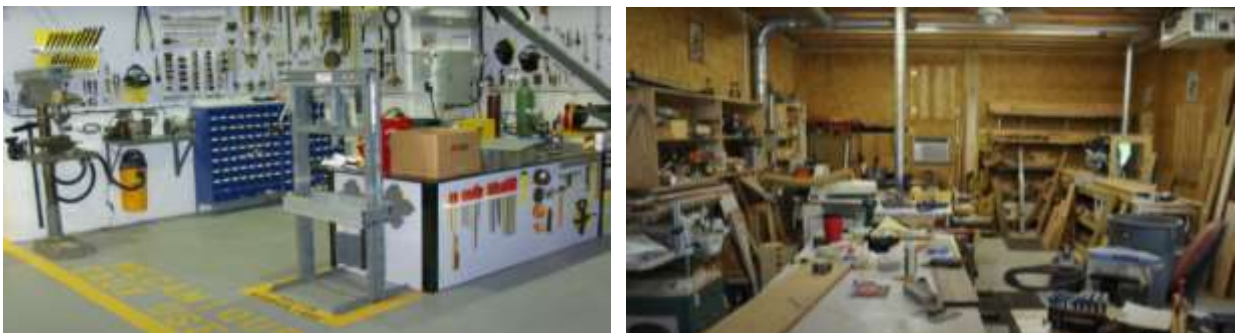


Figura 46 - Qual das empresas é *Lean*? Fotogramas de vídeo (Marques, 2018 b)).

Olhar um instante de uma empresa, pouco diz sobre se ela é uma empresa *Lean*. A Cultura *Lean* é um processo contínuo, só observável como num filme desenrolado no tempo e não numa imagem estática e instantânea.

A pergunta é, a empresa está a evoluir na Cultura *Lean* ou estagnou ou mesmo estará a regredir?

A empresa pode ter uma excelente organização, com a implementação de todos os S's, mas se ela não se encontrar num processo de melhoria contínua, terá deixado de ser uma empresa *Lean*. Muitas vezes confunde-se operacionalidade com *Lean*.

Lean é um processo como o de subir uma escada. Em cada degrau estamos num estado estático. Podemos subir para o degrau seguinte ou descer para o anterior. *Lean* pressupõe um estado contínuo de “subir a escada” sem parar (Marques, 2018 b)).

Ser *Lean* pressupõe ter-se a habilidade para conseguir, a todo o instante, ajudar as pessoas da organização a crescer, a melhorar e a resolver problemas.

Ser *Lean* não é ser perfeito, é ser impecável em ser continuamente melhor.

4.3 O principal “gargalo”/ “*bottleneck*”

Uma das ferramentas que muitas vezes é identificada como muito útil da Filosofia *Lean* de gestão e produção, é a da identificação dos chamados gargalos (*bottleneck's*), enquanto fatores limitantes de um processo, dificultando que ele cumpra plenamente a sua função. Uma das consequências da existência de um gargalo, permitindo ajudar na sua identificação, é o surgimento a montante de um dado ponto de um processo, a formação de uma fila de espera ou a acumulação de materiais aguardando ser processados.

Na denominada Teoria das Restrições (TOC) - *Theory of Constraints* - é afirmado que:

“... não adianta investir recursos para melhoria do desempenho numa determinada área ou setor se esse não é o recurso – gargalo atual, já que este tipo de investimento terá consequentemente um baixo ou até mesmo nenhum retorno” (Rebelo, 2019)

Assim, através dos conceitos da TOC, é possível entender que só as melhorias locais que incidirem sobre os gargalos dos processos é que irão produzir melhorias efetivas globais na produção. Daí afigurar-se fundamental a identificação desses gargalos e sobre eles idealizar meios para a sua eliminação.

A Teoria das Restrições apresenta-se como uma estratégia complementar à Filosofia *Lean* e à metodologia *6 Sigma* atrás referidas. Enquanto que a Filosofia *Lean* tem o seu enfoque na minimização dos desperdícios e no acrescentar valor, a *6 Sigma* permite

implementar meios para reduzir a variação nas operações, já a Teoria das Restrições apresenta-se como uma ferramenta para a identificação dos focos onde é necessário promover mudanças.

Ora, segundo o Engenheiro Filipe Marques, o maior gargalo ou *bottleneck* de uma empresa não está relacionado com uma máquina, um processo de produção ou administrativo específico (Marques, 2018 c)), mas sim na cultura da empresa, quando esta não possui uma cultura de melhoria contínua. Daí que, para o Engenheiro Filipe Marques, a metodologia proposta por Paul Akers no seu livro “2 Second Lean”, é que melhor se adequa, de forma simples, para a criação dessa cultura e como tal, de eliminação do principal gargalo que dificulta a empresa de progredir num ambiente verdadeiramente *Lean*.

Quando é possível:

- Ter equipas motivadas a fazerem melhorias todos os dias;
- Que a primeira hora do dia seja dedicada não a trabalhar, mas:
 - A identificar e a resolver problemas;
 - Ao crescimento das pessoas;
 - À melhoria dos processos;

isso cria um efeito “bola-de-neve” e os gargalos presentes, nos mais diversos setores da empresa, acabam por ser encontrados.



Figura 47 - Como eliminar o principal gargalo de uma empresa!. Fotogramas de vídeo (Marques, 2018 c)).

Com equipas a serem motivadas e com essa hora no início da jornada de trabalho diária, o principal está a ser feito, que é desenvolver as pessoas e criar uma cultura de melhoria contínua (Marques, 2018 c).

4.4 Morning Meeting na Torre

“A Reunião Matinal uma ferramenta para colocarmos energia positiva na organização” (Marques, 2018 a)).

Como referimos anteriormente, a *Morning Meeting* permite estabelecer o primeiro passo relativo à construção de uma Cultura *Lean* e na TORRE, ela existe desde esse dia 5 de janeiro de 2015, de forma contínua e na qual todos os colaboradores da Empresa, sem exceção, participam.



Figura 48 – A *Morning Meeting* na TORRE. Fotogramas de vídeo (Marques, 2018 a)).

Na TORRE, esta Reunião não se destina a fazer um inventário de tudo o que está mal (Figura 48). Serve para reconhecer aquilo que está mal, mas sobretudo tem como objetivo celebrar as vitórias conseguidas. Ninguém se consegue motivar se centrarmos a atenção somente nos aspetos negativos existentes na organização. Na TORRE canaliza-se a “frustração” para resolver problemas: em primeiro lugar para os identificar e perceber, depois para os resolver e finalmente para *standardizar* as soluções que se apresentarem eficazes (Marques, 2018 a)).

A partilha das melhorias contínuas que todos os Colaboradores vão implementando nas suas áreas de trabalho são uma realidade quase permanente e em particular na Reunião Matinal. Existe mesmo um *placard* onde cada Colaborador coloca a melhorias que em cada dia se auto desafia a realizar, servindo este como recurso ao incentivo a essa atitude fundamental da cultura *Lean* (Figura 49). O Engenheiro Filipe Marque explica de

forma exemplar este recurso e realça a sua importância no vídeo do Canal *Youtube Lean Crawl* da TORRE, apresentado com o título *Ongoing Lean Improvements Board* e acessível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mhshbXyPig8> (Marques, 2016 c)).



Figura 49 - Exemplo de *placard* de anotação de compromissos de melhorias contínuas dos Colaboradores da TORRE (Marques, 2016 c)).

A metodologia da Reunião Matinal na TORRE, no seu formato, tem vindo a ser adaptada ao longo do tempo, tendo começado de forma muito simples, somente com a visualização de vídeos de cerca de 3 minutos de outras empresas *Lean* e nada mais. Seguindo o princípio da melhoria contínua, a Reunião Matinal é um exemplo de evolução, pois nela já tiveram lugar, por exemplo, leitura de livros, momentos para expressar gratidão, visualização de vídeos e fotos da Empresa evidenciando melhorias implementadas, ginástica, partilha de reclamações e elogios de clientes. Em alguns momentos, houve a oportunidade de criar momentos inspiradores, convidando pessoas externas à TORRE para na Reunião Matinal contarem experiências marcantes das suas vidas.

Atualmente a Reunião Matinal tem a duração de cerca de 30 minutos, sendo que de seguida existem quase sempre pequenos grupos de trabalho para aprofundar problemas aflorados na Reunião e analisar possíveis soluções para estes.

4.5 Seiri – Separar o necessário do desnecessário

Desde 2015 que a eliminação de tudo o que é desnecessário e não acrescenta valor ao processo produtivo na TORRE, tem vindo a ser continuamente eliminado. Trata-se da implementação do S *Seiri*.

Na TORRE, no local onde diariamente ocorre a Reunião Matinal, foi pintado no chão um quadrado contendo no seu interior um ponto de interrogação (Figura 50).

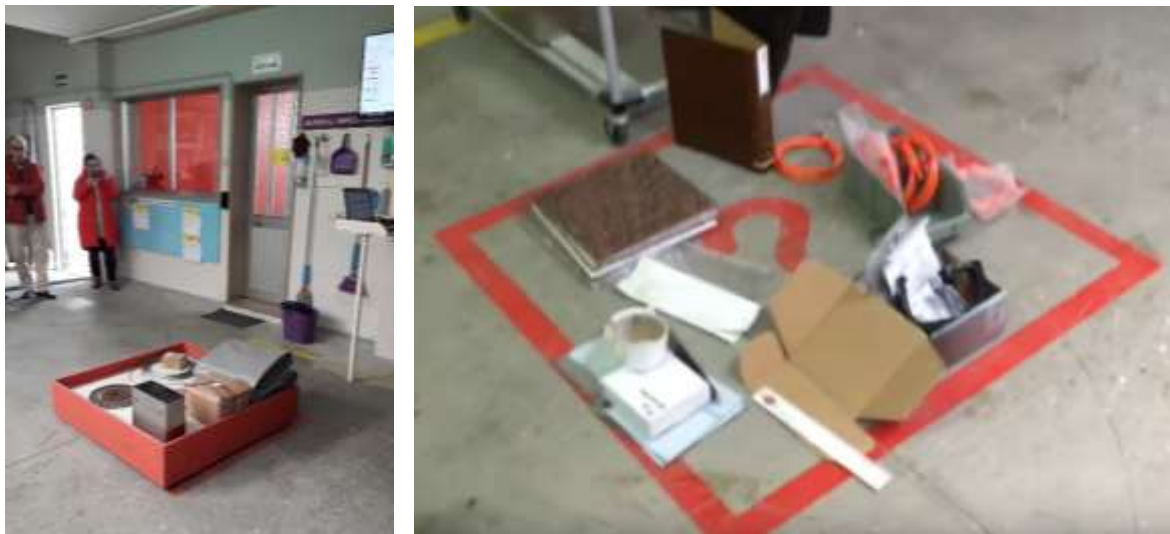


Figura 50 – Local para colocar materiais “perdidos” e que eventualmente podem ser removidos da área de trabalho na TORRE.

Todos os colaboradores são incentivados a encontrar materiais “abandonados” na fábrica e a colocá-los neste quadrado para que depois, coletivamente, sejam analisados se eles são, ou não, necessários para os processos produtivos. Caso não o sejam, estes são retirados da unidade fabril pois não acrescentam valor e ocupam espaço.

Na TORRE, a implementação do S *Seiri*, é conhecida como a “Arte da Subtração” (Marques, 2018 e)).

4.6 Seisō – Limpar e cuidar do ambiente de trabalho

Para quem conhece a realidade das unidades industriais de transformação de rochas para fins ornamentais em Portugal, não é comum encontrar-se um ambiente como o da unidade fabril da TORRE, no que diz respeito à limpeza dos espaços, sejam eles quais forem.

Na TORRE é já ponto assente a realização frequente de momentos coletivos de atividades de limpeza. Trata-se de levar à prática o S *Seisō*, que consiste em manter o local de trabalho, máquinas, equipamentos e instalações limpas, de modo a tornar os espaços mais agradáveis para a todos neles envolvidos (Figura 51).

O Engenheiro Filipe Marques acredita que *“Um espaço de trabalho limpo e fresco é sinal de uma mente limpa e fresca”* (Marques, 2016 a)).



Figura 51 – Momentos coletivos de limpeza em todos os setores da TORRE.

4.7 Seiton – Um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar

Na Cultura *Lean*, como já foi referido nesta Dissertação, a palavra japonesa *Seiton*, representa a ideia de arrumação, que se traduz em colocar todos os materiais, peças e equipamentos num lugar próprio e devidamente identificado.

Na TORRE, toda a equipa de colaboradores já interiorizou que a implementação deste S se revela de uma mais valia muitíssimo significativa, quer para os processos produtivos, como para a comodidade daqueles que estão envolvidos nas atividades a eles inerentes (Figura 52).

Ter a possibilidade de ter todas as ferramentas e demais materiais num lugar certo e bem identificado por todos, permitirá uma economia a todos os níveis, revelando-se no final como um elemento importante na redução de custos e poupanças da Empresa.



Figura 52 – “Um lugar para cada coisa, cada coisa no seu lugar”.

4.8 Kaizen e o incentivo à melhoria contínua e à *standardização*

O conceito da melhoria contínua, através da deteção de eliminação de problemas, seguida de processos de *standardização*, são transversais a todas as empresas verdadeiramente *Lean*.

A procura de implementação da melhoria contínua na TORRE é já uma das imagens de marca da Empresa, sendo todos os colaboradores incentivados e chamados a fazer dela o centro da sua ação nos seus postos de trabalho.

Dela resulta uma significativa melhoria da qualidade dos produtos e processos presentes na organização, sendo assim um dos mais importantes conceitos da gestão da qualidade.

A melhoria contínua assenta num processo iterativo, de repetição de um conjunto de procedimentos, aproximando as pessoas e a organização dos seus objetivos.

4.8.1 O ciclo PDCA

Tradicionalmente, na Cultura *Lean*, a melhoria contínua apresenta-se fundamentada na implementação do denominado ciclo PDCA – *Plan, Do, Check e Act* (Figura 53).

Este ciclo, quando executado na resolução de problemas e repetido continuamente, permitirá às empresas avançar de forma segura entre estados de estabilidade sucessivos, caracterizados por uma cada vez maior eficácia dos seus processos. Uma parte fundamental deste ciclo, é a denominada *standardização* (*Check e Act*) após a verificação da qualidade das ações que tiveram lugar para a resolução dos problemas.

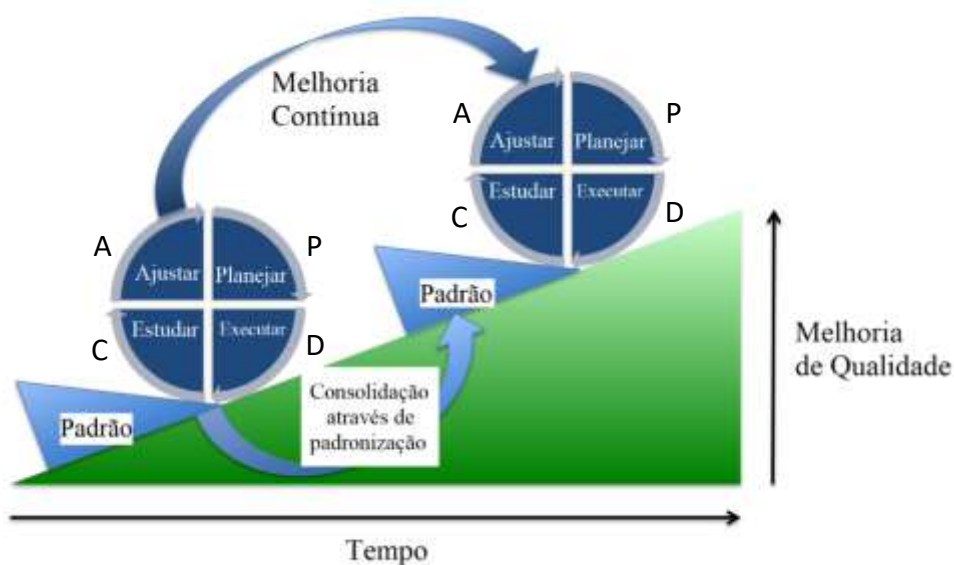


Figura 53 – O Ciclo PDCA da Cultura *Lean* (Adaptado). Imagem da Internet. Acedido em agosto de 2020 em <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=73842945>.

O ciclo PDCA, sendo mais antigo, acaba por incorporar o ciclo DMAIC da metodologia *6 Sigma* (ver 2.8.1).

Estes ciclos são possuídos, conceptualmente e na prática, de grande simplicidade e valor, pelo que na TORRE eles são levados a cabo de forma muito natural, apresentando-

se como verdadeiros impulsionadores de toda a atividade que tem lugar no seio da Empresa.

4.8.2 Uma cultura de produção de vídeos sobre melhorias

A principal forma de implementação do ciclo PDCA na TORRE assenta no incentivo da realização de melhorias e do seu registo em pequenos vídeos e/ou fotografias, que depois de partilhados com todos os colaboradores nas Reuniões Matinais, permitem a *Standardização* de muitos processos.

Na TORRE, desde 2015 que existe o hábito de realização de filmes “Antes e Depois”, encontrando-se várias centenas destes filmes disponíveis no Canal *Youtube Lean Crawl* (Figura 54), acessível em: <https://www.youtube.com/channel/UC5CEXDFEYTHHV2ifB2DCxtA>

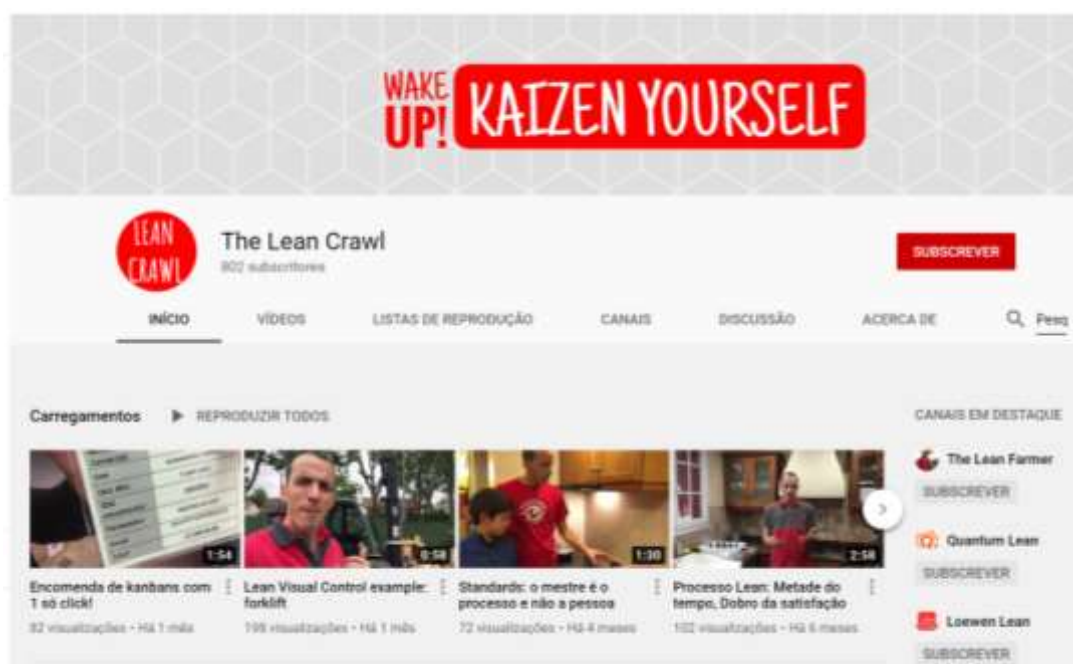


Figura 54 – O Canal *Youtube Lean Crawl* da TORRE.

Estes vídeos são verdadeiramente inspiradores para quem os visualiza como também para quem os realiza, pois promovem o incentivo e a valorização da pessoa, enquanto pessoa, e animando-a para a incorporação na Cultura *Lean*. Os vídeos têm também um importante papel de reconhecimento pelo trabalho de melhoria realizado, celebrando a

criatividade, pois faz parte da natureza humana a necessidade de se ser apreciado pelo que se é e faz.

Nas palavras do Engenheiro Filipe Marques, *“Os vídeos colocam a Cultura Lean em fogo”* (Marques, 2016 a)).

Oribe, no seu trabalho *“PDCA: origem, conceitos e variantes dessa ideia de 70 anos”*, para além de apresentar a história do ciclo PDCA e de algumas das suas variantes, presta uma homenagem ao mais conhecido e usado conceito da qualidade. Oribe afirma:

“O PDCA tornou-se um conceito universal, um verdadeiro legado, um conceito cujo proprietário é a humanidade, que dele tem se utilizado e dele pode depender para a resolução de muitos problemas que afligem a sociedade moderna. E é na complexidade do mundo de hoje, que o PDCA mostra seu maior valor: o da simplicidade. E é essa simplicidade que ilumina mentes humanas e mostra o caminho, sem se preocupar em acertar na primeira, mas acertar, mais cedo ou mais tarde” (Oribe, 2009).

O Engenheiro Filipe Marque, no vídeo por si realizado na TORRE, com título *“Paddling to the source”*, sediado no Canal *Youtube Lean Crawl* no endereço da Internet https://www.youtube.com/watch?v=c_k4n1Y3L28 (Marques, 2017 a)), apresenta uma interessante definição do pensamento *Lean* sobre a resolução de problemas, que ele mesmo procura aplicar no dia a dia da Empresa, juntamente com todos os colaboradores desta (Figura 55).

Neste vídeo faz-se uma apologia da necessidade de procurar incessantemente o porquê da existência de problemas, indo à fonte, ao verdadeiro motivo, que se encontra no âmago do mesmo.



Figura 55 – Fotogramas do vídeo “*Paddling to the source*” (Marques, 2017 a)).

Tal só será conseguido se “sujarmos as mãos”, no verdadeiro sentido do que tal afirmação quer dizer. No presente caso assinalado no referido vídeo, soluções implementadas sob o signo de análise superficiais, só resolvem aparentemente os problemas, sendo que a verdadeira e eficaz solução só surgirá de pois de uma reflexão mais profunda sobre os mesmos.

E na TORRE, esta cultura de melhorias através deste modo de resolução de problemas, procura fazer-se permanentemente em equipa.

4.9 Um exemplo de metodologia SMED na TORRE

Não foram muitas as oportunidades de observação de diversas outras metodologias *Lean* específicas em funcionamento na TORRE, em virtude do curto período de tempo que nela permanecemos fruto da pandemia gerada pelo novo corona vírus.

Em particular, no que diz respeito à metodologia SMED, foi possível verificar que muitas das atividades de manutenção dos equipamentos existentes na Empresa, com a natural troca de peças, ocorrem de forma preventiva, existindo mesmo períodos de tempo em que todos os colaboradores se dedicam a essas atividades coletivamente.

Durante todo o período de confinamento devido à referida pandemia, e como já ficou evidente em diversas descrições apresentadas nesta Dissertação, recorreremos à importante

fonte de informação sobre a TORRE, que são as centenas de vídeos de melhorias e pensamentos *Lean* que existem no Canal *Youtube Lean Crawl*.

E foi precisamente neste Canal que encontramos um vídeo de uma interessante melhoria SMED (Marques, 2016 b)), que foi realizado na unidade fabril da Empresa em 2016 e que pode ser encontrado neste link da Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=pUhVQhcCyaw>.

Trata-se de um vídeo sobre uma clara diminuição do tempo de troca de diferentes ferramentas para movimento de materiais, que são usadas acopladas um guincho de uma ponte de elevação. O problema identificado neste processo de troca é bem visível quando se despende algum tempo de observação do processo conduzido por um colaborador da Empresa. E foi isso que foi feito. Observar e quantificar o tempo que a operação demora (Figura 56).

Numa tentativa de simplificar o problema, o Engenheiro Filipe Marques resolveu ajudar o Colaborador, tentando segurar a segunda ferramenta numa posição próxima da primeira que teria de ser substituída (Figura 57 - esquerda).



Figura 56 – Fotogramas de vídeo de um processo moroso de troca de ferramentas num sistema de elevação na TORRE (Marques, 2016 b)).

Esta tentativa de minimização do tempo de troca das ferramentas apresentou-se impraticável, dado o elevado esforço que requer por parte da pessoa que tem de segurar, à custa de força braçal e a uma altura considerável, a segunda ferramenta a acoplar ao referido guincho.

Depois de testada a primeira hipótese de solução, procurando um envolvimento em equipa com o problema, surgiu uma outra possibilidade de solução que minimiza muito

significativamente o tempo de troca das ferramentas, apresentando ao mesmo tempo maior segurança e menor dispêndio de esforço para que leva a cabo a operação.



Figura 57 - Fotogramas de vídeo de duas soluções para obviar a um processo moroso de troca de ferramentas num sistema de elevação na TORRE (Marques, 2016 b)).

Tratou-se da construção de um pequeno artefacto de suporte em madeira para a segunda ferramenta, amarrado a uma bancada de estacionamento destas ferramentas, mantendo os respetivos seus elos de engate ao guincho, próximos e praticamente à mesma altura (Figura 57 – à direita).

Um outro interessante exemplo do que é a metodologia SMED, agora num contexto completamente diferente do da TORRE, desta vez na Disneyland Paris, é disponibilizado pelo Engenheiro Filipe Marques no vídeo do Canal Youtube *Lean Crawl* intitulado *Lean: SMED example at Disneyland Paris* (Marques, 2017 c)). Pode ser encontrado neste link da Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=00dgE0HNz1Y>

4.10 ANDON na TORRE

Não tivemos oportunidade de nos confrontarmos com muitas aplicações da metodologia ANDON na TORRE.

Ainda assim, foi possível verificar que algumas dos equipamentos CNC estavam munidos de sistemas de alerta visuais indicativos do seu estado de funcionamento,

podendo emitir alertas de deficiências no decorrer dos processos operativos de corte (Figura 58).



Figura 58 - Sistemas visuais de alerta do modo de funcionamento de equipamentos CNC da TORRE.

Existe também na TORRE um sistema de comunicação por telemóvel direcionado para os Colaboradores responsáveis pelo funcionamento dos diversos equipamentos, afim de, em caso de necessidade de intervenção junto de uma máquina com um problema, o respetivo responsável pelo seu funcionamento seja rapidamente chamado para a sua resolução.

Tivemos ainda a possibilidade presenciar na TORRE, nos quadros de acompanhamento dos processos produtivos, de alguns simples modos de sinalização que recorrem a suportes magnéticos de diferentes cores para permitir, visualmente, passar informações relevantes desses mesmos processos (Figura 59).



Figura 59 – Exemplos de suportes magnéticos coloridos, com diferentes significados, para acompanhamento dos processos produtivos na TORRE. Por exemplo, as obras a realizar assinaladas com imanes vermelhos, são prioritárias relativamente às assinaladas a branco.

4.11 A TORRE, antes e depois

Como resultado de cerca de 5 anos de aplicação da Filosofia de gestão e produção *Lean* na TORRE, e recorrendo a fotografias fornecidas pelo Engenheiro Filipe Marques, é possível confrontar vários espaços da Empresa comparando as suas situações atuais com as que existiam no passado.

A preservação da informação sobre as condições “antes” e “depois” (quer em vídeo quer em fotografia), é importante para a partilha da eficácia da Filosofia *Lean* ao ser implementada.

Passamos a apresentar uma galeria de fotografias tiradas em 2009 e 2017 (Figura 60 a Figura 63):



Figura 60 – Um espaço da unidade fabril da TORRE, em 2009 e 2017.



Figura 61 - Um espaço da unidade fabril da TORRE, em 2009 e 2017.



Figura 62 – O parque de matérias primas da TORRE, em 2009 e 2017.



Figura 63 - Um espaço de arrumo de ferramentas da TORRE, em 2009 e 2017.

No Canal *Youtube Lean Crawl* da TORRE existe o vídeo com o título “*Our DARK DAYS before Lean*” (Marques, 2015 a)) e que pode ser encontrado no seguinte link da Internet - <https://www.youtube.com/watch?v=6-XvqSFekqM>, no qual se apresentam imagens relativas ao passado da TORRE, ainda antes de se iniciar o trabalho de incorporação nesta da Filosofia *Lean*. Confrontar essas imagens com a realidade atual da Empresa é um exercício revelador da importância do *Lean* para as organizações.

5 - A Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento na TORRE – Caracterização mínima e algumas propostas de melhoria

Como referido, no início dos trabalhos para esta Dissertação, orientava-nos poder realizar um estudo aprofundado dos processos de Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento existentes na TORRE, que passaria pela caracterização e análise da sua configuração atual, e de propostas de melhorias, seguida da implementação destas, num ciclo de PDCA, tendo em vista as suas eventuais *standardizações*, caso se apresentem eficazes.

A situação de pandemia entretanto instalada, não permitiu que tal objetivo específico fosse plenamente atingido. No entanto, alguns passos foram ainda possíveis de implementar no âmbito deste, que passamos a descrever.

5.1 Orçamentação

A linha de produção na TORRE tem início nos Escritórios e na Administração onde é gerida a carteira de clientes e o volume de pedidos de encomendas que chegam à Empresa.

Cada encomenda rececionada contempla quase sempre um desenho técnico no qual são especificadas as dimensões da(as) peça(as), as diversas geometrias das cavidades que estas têm que conter bem como os acabamentos requeridos (Figura 64).

Estas são revistas por um dos colaboradores da Empresa que, depois do estabelecimento das respetivas quantificações, principalmente matérias primas, cortes, e trabalhos de acabamento, elaborará o respetivo orçamento a enviar ao cliente para aprovação.

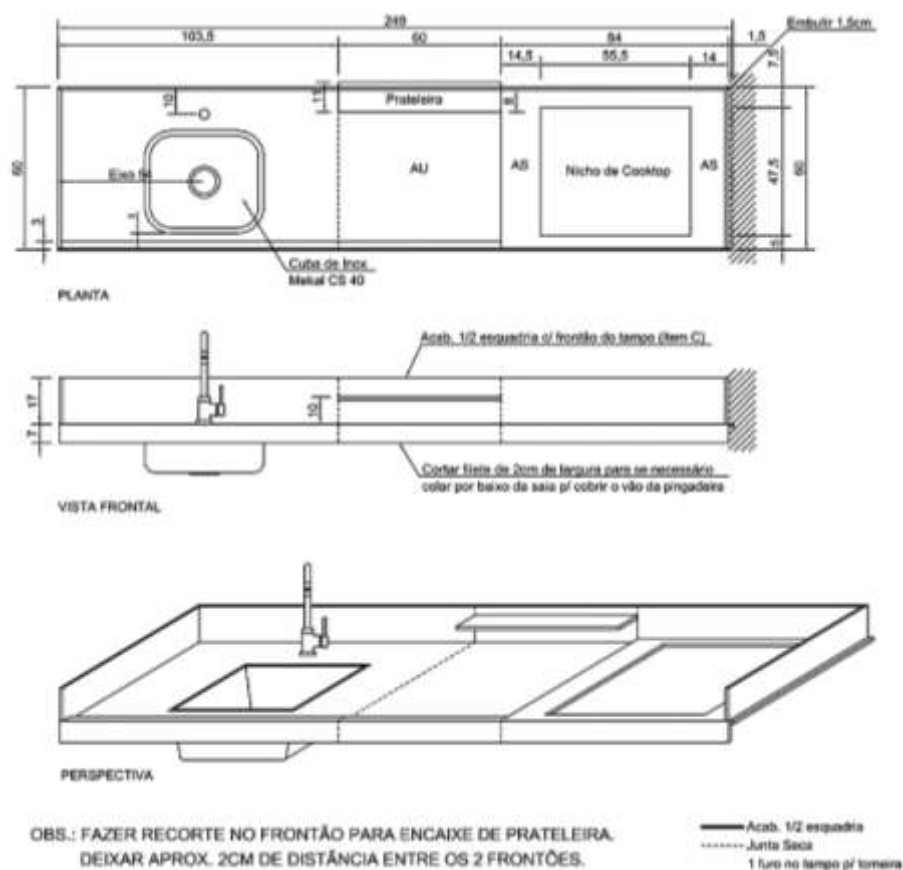


Figura 64 – Exemplo de desenho técnico referente a uma bancada de cozinha, com indicações de dimensões e acabamentos requeridos. Imagem da Internet. Acedido em agosto de 2020 em: <https://www.betoguimaraes.com.br/>

Grande parte dos acabamentos estão relacionados com os tipos de guarnições que são definidos para as bordaduras das peças e que se encontram mais ou menos padronizadas no mercado (Figura 65).

Uma vez realizado este processo e aprovado o orçamento, o desenho técnico e demais informações a ele anexas, é enviado para a área de Aproveitamento e Gestão de *Stocks* de matérias primas.

É nesta divisão da empresa que é realizado o controlo das matérias primas e de outros materiais e equipamentos necessários para a realização dos trabalhos.

Os colaboradores da TORRE adstritos à Gestão de *Stocks*, ficam responsáveis pelo controlo das matérias primas, registando qualquer saída ou entrada das mesmas.



Figura 65 – Exemplos de guarnições que podem ter lugar nas bordaduras de tampos de cozinha. Imagem da Internet. Acedido em agosto de 2020 em: <http://www.lustrolmarmoraria.com.br/acabamentos/>.

As matérias primas na TORRE dividem-se em duas categorias, as chapas que chegam diretamente dos fornecedores externos e as sobras de chapas utilizadas em processos anteriores que apresentam dimensões e qualidade que permitem que estas possam ainda vir a ser utilizadas em futuras obras de fabrico solicitadas pelos clientes.

5.2 Qualidade da matéria prima

É interessante a visão que o Engenheiro Filipe Marques apresenta relativamente à importância da qualidade das matérias primas na TORRE.

No vídeo do Canal Youtube *Lean Crawl* da TORRE, com o título (PT) *Como aplicar o Lean com os fornecedores?* fica evidente que o pensamento *Lean* se deve estender também ao processo de procura de fornecedores de matérias primas de qualidade, pois desta irá depender muito o êxito e eficácia da produção da Empresa (Marques, 2018 f)).

“... A maior parte das pessoas e dos empresários pensa que comprar bem é comprar barato. Tal como Deming [William Edwards Deming] afirmou, o ponto fundamental é qualidade, qualidade na origem. Quando temos uma matéria Prima de menor qualidade isso faz aumentar imenso os nossos problemas e aumentar imenso os desperdícios e o custo. Os defeitos na matéria prima vão causar custos muitíssimo superiores à medida que o processo de fabrico avança. Os custos da não qualidade podem disparar para 100%, 200% ou 300%. Se não houver qualidade com os fornecedores, vamos ter problemas e vamos ter que os resolver. E vamos ter que gerir reclamações, vamos ter que gerir problemas na produção e lidar com burocracia administrativa, com notas de crédito para um lado e para o outro. ISSO É SÓ DESPERDÍCIO! Não cria valor nenhum. E em vez de estarmos focados nos nossos clientes, andamos apenas a apagar incêndios. Sem qualidade a nossa vida e a dos nossos clientes fica um inferno e toda a gente perde. Com qualidade, toda a gente ganha” (Marques, 2018 f)).

5.3 Gestão de Stocks

A nossa presença na TORRE, para além do contacto com toda a dinâmica *Lean* nela existente, e do qual resultou uma clara aprendizagem sobre esta Filosofia, teve o maior foco em atividades na divisão da Gestão de Stocks.

Como referido anteriormente a equipa de Gestão de Stocks é responsável pelo controlo do stock de matérias primas da empresa.

Este stock pode ser visto como tendo duas entradas de alimentação, chapas que vêm diretamente do fornecedor ou sobras provenientes da divisão fabril que possuam ainda dimensões que permitam um uso posterior (Figura 66). As saídas deste stock resumem-se às necessárias para satisfazer as obras dos clientes e sua inclusão no processo produtivo.

Os resíduos são temporariamente armazenados na unidade fabril e depois transferidos para os contentores situados no exterior da unidade fabril.

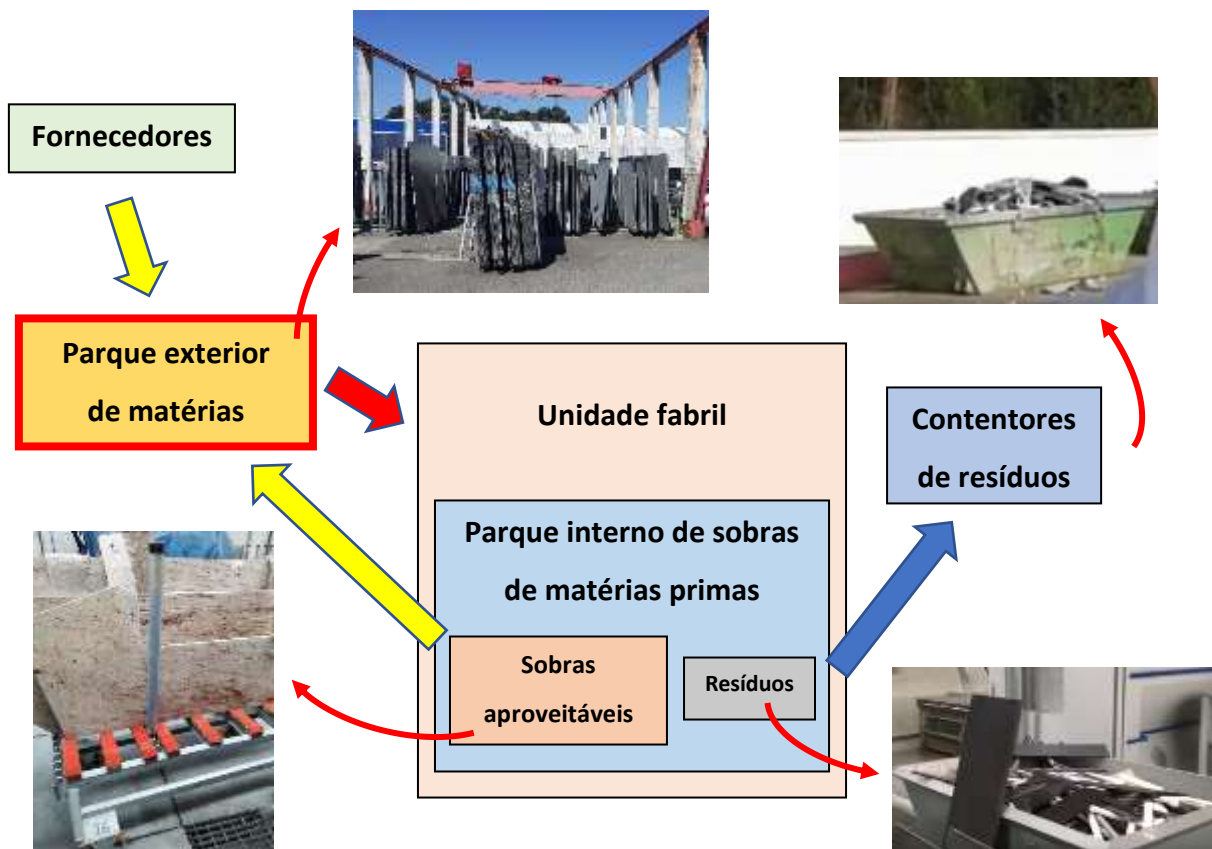


Figura 66 - Fluxos de matérias primas na TORRE.

Ao longo do tempo, o parque de chapas, como os demais setores da Empresa, foi sendo alvo de melhorias contínuas. Ainda antes da chegada da Filosofia de gestão e produção *Lean* chegar à TORRE, o parque de matérias primas situava-se bastante distante do hangar da unidade fabril (Figura 67). Posteriormente foi deslocado para a sua atual localização (Figura 34).



Figura 67 - O antigo parque de matérias primas da TORRE. Imagem *Street View* do Google Earth.

Numa posição já muito próxima da zona de utilização das chapas, este parque foi sendo intervencionado, tendo evoluído de uma organização dos materiais onde era grande a dificuldade de aproximação às peças, não existindo corredores francos entre os diferentes lotes estacionados (Figura 68), para um *layout* muito mais melhorado como o que atualmente ocorre.



Figura 68 – Fotogramas de vídeo sobre a organização de chapas no parque de matérias primas da TORRE, com um *layout* de difícil acesso às peças estacionadas. (Marques, 2016 d)).

No vídeo do Canal *Yutube Lean Crawl* da TORRE, com o título *Coast to Coast for the first time!* (Marques, 2016 d)), o Engenheiro Filipe Marques evidência o êxito que foi conseguir-se promover uma organização dos lotes de matérias primas, permitindo a circulação de pessoas de um lado ao outro deste parque.

O registo dos *stocks*, no período em que permanecemos em atividade na Empresa, era realizado através de uma folha de cálculo digital *Google Documents*, da Plataforma *Google*. Este registo é realizado através de um sistema de entradas e saídas, isto é, sempre que é dada uma entrada de matéria prima, é registado na folha de cálculo um número de lote, dimensões e especificações gerais das chapas, contendo o litotipo e a eventual presença de defeitos que, entretanto, tenham sido detetados numa inspeção no ato de receção. Também faz parte do registo, a identificação da zona onde a matéria prima fica armazenada.

As chapas rececionadas ficam identificadas com uma etiqueta contendo informação sobre o tipo de material, denominação e acabamento. Para além das respetivas dimensões

das peças (comprimento, largura e espessura) e da data de entrada no parque de matérias primas, constam também desta etiqueta indicação do respetivo fornecedor (Figura 69).



Figura 69 - Exemplo de etiqueta identificadora de matérias primas na TORRE

A área da Gestão de *Stocks*, assim como do Aproveitamento, é ainda responsável pelo controlo do *stock* mínimo de matérias primas, que na TORRE é implementado através de um sistema denominado de *Kanbans*.

5.3.1 *Kanban*

Na década de 1960 do século passado, a empresa Toyota criou o sistema *Kanban* como um método para garantir um maior controlo sobre as linhas de fabrico. Trata-se de uma forma de organizar, visualmente, o fluxo de produção. Um dos principais objetivos deste método é permitir eliminar “gargalos” na cadeia produtiva e obter produtos finais mais rapidamente.

Kanban quer dizer quadro visual (Birch, 2016):

看 - Kan - “visual”;

板 - Ban - “quadro”.

5.3.1.1 Painéis e plataformas digitais *Kanban*

Este método recorre a painéis, quadros e murais de gestão visual que permitem gerar modelos mentais compartilhado dos processos produtivos. Em cada instante, os painéis *Kanban* evidenciam a posição de cada processo em curso, nomeadamente no que diz respeito ao que estão em análise, aos já planeados para serem executados, os que estão a decorrer e os já finalizados (Figura 70).

A variedade de painéis *Kanban* é imensa, sendo que cada empresa, fruto da sua experiência, naturalmente desenvolverá este método à sua maneira, fazendo-o evoluir de forma *Lean*, em melhoria contínua.



Figura 70 - Exemplo de um painel *Kanban* de gestão de processos em Minas da Cornualha (Kelly, 2013).

O *Kanban* é um sistema que, na prática, utiliza cartões de cores ou tamanhos diferentes para designar e especificar tarefas sobrepostos às colunas do painel *Kanban*. Desta forma é possível saber em qualquer dado momento quais as tarefas que ainda não estão a ser feitas, quais as que estão em processo de realização e quais as que já foram terminadas (Shingo, 1996). Estes cartões são também conhecidos como cartões de *Kanban*.

Kanban é assim definido como uma estratégia para melhorar o fluxo de valor através de um sistema visual que limita a quantidade de trabalho em andamento através de um sistema de produção puxada. O *Kanban* melhora o fluxo ao melhorar a eficiência, eficácia e previsibilidade de um processo (Vacanti, 2019).

O objetivo do *Kanban* é limitar a acumulação de excesso de inventários em qualquer ponto da produção, estabelecendo limites no número de itens à espera em pontos de abastecimento. Sempre que um limite é excedido significa que há uma ineficácia no processo que tem de ser resolvida (Schonberger, 2001).

Taiichi Ohno (Ohno, 1988) refere que o *Kanban* tem de seguir rigidamente uma série de regras para que seja eficaz. A *Toyota* enumera 6 regras para a aplicação do *Kanban*:

1. Cada processo formula requerimentos aos seus fornecedores quando consome matéria prima;
2. Cada processo produz apenas de acordo com a quantidade e sequência dos pedidos;
3. Não pode haver transporte ou produção de materiais sem necessidades;
4. O pedido associado a um dado item tem de vir sempre junto com ele;
5. Os processos não devem enviar itens com defeito de forma a garantir que o produto final não tenha defeitos;
6. Limitar o número de pedidos torna o processo mais sensível e revela desperdícios.

Existem já hoje sistemas de planeamento *Kanban* em formato digital como, por exemplo, as plataformas Fabro e Trello (Figura 71), que agilizam a organização e o desenrolar dos projetos de fabrico, permitindo mapear o fluxo de trabalho. Apresentam-se como ferramentas de trabalho individual e de equipa, aumentando significativamente a

produtividade coletiva através da partilha de informação e comunicação visual que estes recursos disponibilizam.

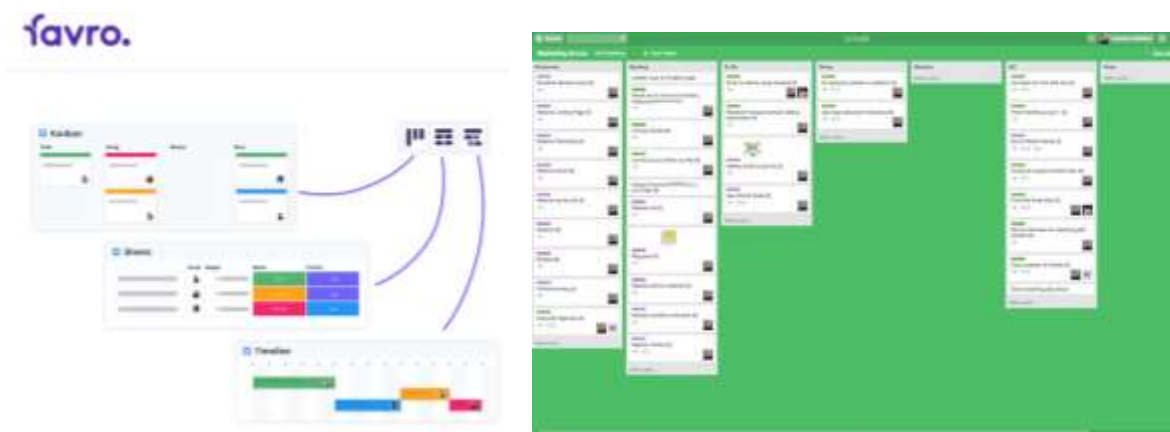


Figura 71 - Plataformas digitais Favro (esquerda) (<https://learn.favro.com>) e Trello (direita) (<https://trello.com/>) para implementação do sistema de planeamento Kanban.

5.3.1.2 Cartões Kanban na gestão de stocks

Os cartões Kanban podem ainda ser usados como sinal para mover materiais dentro de uma instalação de produção, ou de um fornecedor exterior para a instalação. Neste caso os cartões de Kanban sinalizam um esgotamento de um produto ou material, que dispara um sistema de alerta para a reposição do stock desse produto.

Com este sistema, não se corre o risco de acumular um excesso de produtos em stock e consegue-se reabastecer os contentores dos materiais sempre que necessário; neste caso, quando aparecer um indicador visual – o cartão Kanban; um cartão estrategicamente localizado nos contentores de materiais. Trata-se de um sistema de aviso muito à semelhança da luz indicadora no painel dos automóveis que acende quando o combustível entrou na reserva, indicando que será prudente reabastecer. Na Filosofia de gestão e produção Lean, os cartões Kanban têm a função de evitar excesso de stock, bem como recursos financeiros e espaço desperdiçados, mas também eliminar paragens na produção por falta de recursos.

São também variados os tipos de cartões Kanban para a gestão de stocks (Figura 72). Destes pode constar o tipo de material, o fornecedor frequente e seus contactos, a

quantidade de elementos máxima que deve estar em *stock* e o número mínimo de elementos que despoletará o aviso de necessidade de reposição de *stock*. Muitas vezes também consta do cartão *Kanban*, a informação da localização do material nos espaços de armazém.



Figura 72 - Exemplos de cartões *Kanban* de gestão de *stocks*. À esquerda Toyota (Ohno, 1997). À direita TORRE.

Sempre que um colaborador detete um determinado *stock* de material a atingir o seu limite mínimo, deve recolher o respetivo *Kanban* sinalizador dessa ocorrência (o que deverá ocorrer de forma expedita e eficaz) e enviá-lo para a secção de aprovisionamento para que seja emitida a respetiva nota de encomenda à entidade fornecedora desse material.

5.3.2 *Kanban* na TORRE

Na TORRE recorre-se ao sistema de *Kanban* essencialmente para o planeamento, acompanhamento e coordenação dos trabalhos das equipas de produção, bem como para a gestão de *stocks* dos mais diversos materiais, desde as matérias primas aos mais diversos materiais consumíveis.

No que toca à gestão dos trabalhos de produção, estratégia desenvolvida na Empresa tem vindo a evoluir à medida da experiência. Como já referido anteriormente (ver

3.2), atualmente o sistema *Kanban* resume-se a um conjunto de quadros, alguns fixos e outros amovíveis, onde são especificados visualmente os trabalhos a fazer durante o dia de produção, os seus responsáveis, o planeamento de atividades para os dias subsequentes, bem como a listagem de encomendadas organizadas por clientes (Figura 73).



Figura 73 - Quadros *Kanban* na TORRE.

É frequente a realização de reuniões entre os elementos das várias equipas de produção, juntamente com as equipas técnicas de planeamento, enfrente destes quadros no final da Reunião Matinal. Nesses encontros, e perante o planeamento exibido nos quadros, é possível aprofundar os diversos problemas que vão ocorrendo nas linhas de produção e desenvolver estratégias para as suas resoluções.

Para além destes quadros a TORRE recorre também a cartões de *Kanban* na gestão de *stocks*. O objetivo destes cartões é de permitir identificar de forma explícita o *stock* mínimo de matéria prima ou de um material consumível. Se esse *stock* for atingido será necessário encomendar mais material para nunca se correr o risco de parar a produção por causa de falta de matéria prima ou equipamentos.

Os formatos de cartões *Kanban* de controlo de *stocks* também tem vindo a evoluir na TORRE.

Na Figura 74, do lado esquerdo, apresenta-se um cartão *Kanban* de controlo de latas de determinado tipo de cola em stock na TORRE. Este tipo de *Kanban*, terá que ser recolhido seguindo-se um determinado procedimento (Figura 75), entregue à área do Aprovisionamento que, por sua vez deverá implementar um conjunto de ações (e são várias!) que permitam estabelecer um contacto por mail com o fornecedor para solicitar o fornecimento deste consumível. No conteúdo do mail deverá constar número da quantidade de latas que a Empresa deseja adquirir. Na Figura 74, do lado direito, é possível ver um cartão *Kanban* desenvolvido muito recentemente na TORRE, do qual já consta um código de barras bidimensional (QR) no seu canto superior direito. Com este código e com um simples *smartphone* com uma aplicação de leitura de códigos QR, é já possível em chão de fábrica de forma automática, com um simples clique, enviar um mail programado ao fornecedor do material identificado como estando a ser necessária a reposição de *stock*.



Figura 74 - Exemplos de cartões *Kanban* de controlo de stocks na TORRE.

No vídeo do Canal Youtube *Lean Crawl*, intitulado *Encomenda de Kanbans com 1 só click!* (Marques, 2020) (<https://www.youtube.com/watch?v=9UL7-XbAlDo>), é possível ver as mais valias desta melhoria implementada em junho de 2020 na TORRE.



Figura 75 - Pannel de *Kanbans* recolhidos diariamente na unidade fabril da TORRE, à espera de serem processadas as respetivas notas de encomenda dos materiais.

5.3.3 *Kanban* das chapas

Relativamente ao controlo de *stocks* de matérias primas, chapas de rochas ornamentais naturais e produtos artificiais compósitos, na TORRE são usados cartões *Kanban* em tudo semelhantes aos exibidos na Figura 74. Destes constará a relevante informação do stock mínimo a existir no parque de matérias primas.

A definição dos *stocks* mínimos não é a mesma para todos os tipos de chapas. Esta é feita com base na frequência de uso das mesmas. Por exemplo, o *stock* mínimo do Granito de Zimbabwe é maior que o *stock* mínimo de um outro tipo de material que tenha menos saída, por ser menos procurado pelo mercado para o fabrico de tampos de cozinha. Pode mesmo haver matérias primas das quais não existe um *stock* mínimo, sendo a sua encomenda realizada conforme a necessidade junto dos fornecedores.

Foi possível identificar que as etiquetas que são fixadas nas chapas e exibidas na Figura 69, também sofreram uma melhoria recentemente na TORRE, vindo a incorporar um código QR com toda a informação relevante sobre as respetivas chapas (Figura 76).



Figura 76 - Exemplo de etiqueta de chapas melhorada da TORRE.

5.4 Defeitos de Origem e Processamento - Importância dos Fornecedores

Uma outra responsabilidade atribuída à área da Gestão de *Stocks* é a avaliação da qualidade das chapas rececionadas na Empresa com base na análise de eventuais defeitos que possam aparecer de origem.

São vários os tipos de defeitos que podem ocorrer, quer intrínsecos à própria pedra, ou ocasionados pelo seu manuseamento indevido durante o processo de transporte e deposição.

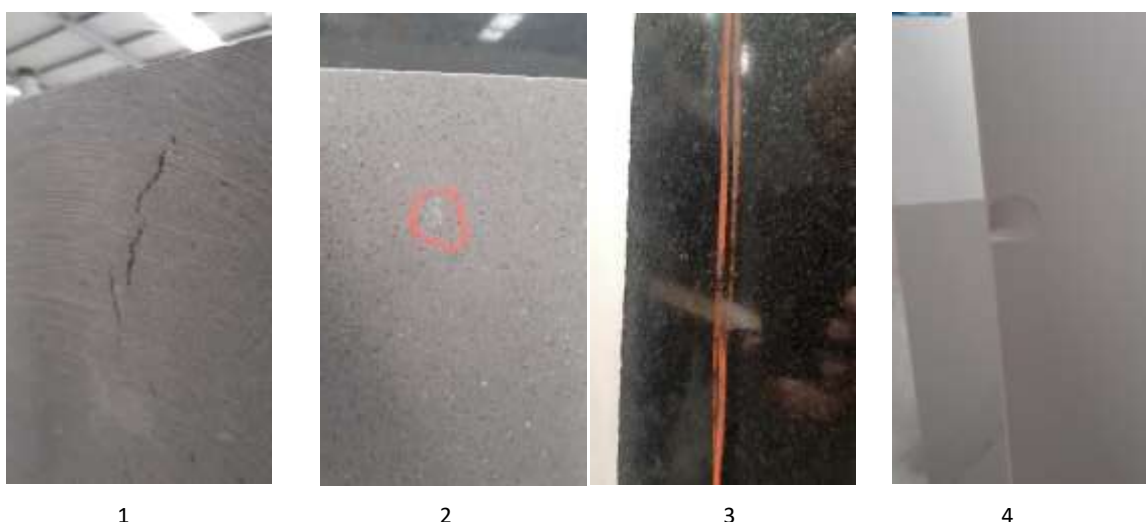


Figura 77 - Exemplo de defeitos em chapas: 1 – rachadela, 2 – picadela, 3 – fratura e 4 – escanadela.

Estes defeitos podem aparecer, por exemplo, sobre a forma de arranhadelas, rachadelas ou picadelas, fraturas inerentes à própria litologia, ou acabamentos não uniformes, defeitos esses que podem colocar em causa o seu valor para o consumidor final (Figura 77).

Caso estes defeitos sejam insignificantes ou apareçam muito localizados apenas numa zona lateral da chapa, a Empresa aproveita a chapa rejeitando somente as partes com defeito. Caso os defeitos sejam mais evidentes ou tenham uma maior dispersão ao longo da área da chapa, então a chapa é devolvida ao fornecedor para sua substituição.

É nesta instância que surge a importância da escolha dos fornecedores. A qualidade das matérias primas que chega à TORRE depende unicamente das empresas fornecedoras, e cabe à Empresa selecionar os fornecedores com melhor garantia de qualidade das matérias primas de modo a evitar desperdícios futuros.

Como já realçamos no Subcapítulo 5.2, nas palavras do Engenheiro Filipe Marques, comprar bem nem sempre significa comprar barato, sendo o ponto fundamental a qualidade na origem. Portanto aplicar o *Lean* na escolha dos fornecedores resume-se não à procura do fornecedor mais barato mas sim aquele que oferece a melhor qualidade. Um defeito de origem pode causar custos muito superiores àqueles consequentes da escolha de um fornecedor com melhor qualidade, ainda que com valores mais caros dos seus materiais.

Os defeitos de processamento aparecem exclusivamente nas sobras utilizadas na TORRE resultantes de fabricos anteriores. Quando se diz defeitos de processamento, está-se a referir a qualquer defeito que possa aparecer que seja resultado de processos de fabrico a que a chapa esteve sujeita anteriormente. Entre outros, estes defeitos podem aparecer sobre a forma de pré-corte (Figura 78 – esquerda), ou corte em forma de pistola (Figura 78 – direita), conferindo à peça uma forma em L.

Estes defeitos são esperados, no entanto podem colocar em causa áreas inteiras da sobra, condicionando a sua utilização em trabalhos futuros, originando por isso desperdícios.



Figura 78 - Exemplos de defeitos de processamento: à esquerda um pré-corte e à direita um corte em forma de “pistola”.

5.5 Aproveitamento das Sobras

A TORRE faz questão de aproveitar sobras dos processos de fabrico que possuam dimensões que as permitam ser usadas em trabalhos posteriores. Para tal o armazenamento das sobras é realizado em função do tipo de material e lote, sendo apontadas na folha de cálculo digital *Google Documents* atrás referida (ver 5.3), as novas dimensões das peças, assim como existência de defeitos de processamento (Figura 79).



Figura 79 - Lotes de sobras de chapas na TORRE.

O objetivo desta prática é poder aproveitar as sobras em trabalhos futuros que utilizem o mesmo material. Estas sobras são, então, utilizadas para produções de pequenas dimensões que não justifiquem a utilização de uma chapa inteira, ou para complementar trabalhos para os quais uma chapa não chega, evitando deste modo a utilização de uma nova chapa. Desta forma a empresa consegue eliminar desperdícios relacionados com utilização excessiva de material, recorrendo apenas ao necessário para a realização do produto pretendido.

5.6 Alguns problemas identificados e propostas de melhoria

A nossa estadia na TORRE, embora breve, para além de nos possibilitar contactar com o “mundo *Lean*”, permitiu que identificássemos um pequeno conjunto de problemas que colocam em causa o bom funcionamento da área da Gestão de *Stocks* das chapas e sobras.

Ainda que de forma muito simples e com o intuito de contribuir para a melhoria contínua procurada permanentemente na Empresa, propomo-nos descrever alguns desses problemas detetados, assim como contribuir com propostas para os eventualmente resolver.

Embora não tenha sido possível averiguar a eficácia destas soluções, devido à brevidade da estadia na Empresa, isto não invalida que estas sejam expostas, podendo ser de mais valia para trabalhos futuros que sejam realizados com a TORRE. Para além disso, tivemos conhecimento que no período de tempo, entre o término da nossa estadia na TORRE e o momento de escrita deste documento, algumas das soluções que iremos apresentar, foram implementadas por iniciativa própria da Empresa.

Apesar disso foi decidido que, mesmo que algumas das nossas ideias já tenham sido aplicadas pela empresa, tal não invalida que estas sejam descritas neste documento. Pelo contrário, o facto de estas terem sido aplicadas, apenas reforça a ideia de que são efetivamente viáveis.

O primeiro problema foi identificado logo no início da estadia na Empresa. Este problema é relativo ao colaborador que é responsável pela identificação de defeitos de origem nas chapas. Este trabalho é normalmente realizado por um colaborador especializado na observação e detecção de defeitos que, no entanto, no início da estadia na TORRE este colaborador se encontrava de baixa médica. De tal forma que a identificação de defeitos passou a ser realizada por vários colaboradores, a maior parte sem experiência adequada nessa tarefa. O resultado foi uma série de chapas que passou pela inspeção, mas que na verdade eram defeituosas. Esta situação levantou dois problemas, o primeiro e mais óbvio, é que havia várias placas defeituosas já armazenadas. Por outro lado, era impossível saber quem deixou passar as placas defeituosas uma vez que havia várias pessoas a fazer a mesma tarefa. A solução a este problema é relativamente simples, e baseia-se no treino de um outro colaborador nesta tarefa, para que em situações semelhantes futuras, não ocorram o mesmo tipo de situações, geradoras de diversos desperdícios.

Um outro problema é relativo ao desgaste das etiquetas de identificação das placas. As placas são identificadas com etiquetas onde são especificadas as dimensões, o lote, o tipo de material, o fornecedor assim como a data de chegada à TORRE da chapa. O problema surge porque as placas são armazenadas ao ar livre, estando expostas aos elementos atmosféricos. Esta exposição ocasiona que as etiquetas percam a tinta e, em alguns casos, cheguem mesmo a descolar ou rasgar (Figura 80).



Figura 80 - Etiquetas de chapas na TORRE em processo de descolagem.

Este problema dificulta a tarefa de identificar futuramente a placa, e embora seja sempre possível determinar o tipo de material e as suas dimensões, em alguns casos o lote, a identificação do fornecedor e a data ficam perdidos. Para resolver este problema propõe-se que o parque exterior de matérias primas seja coberto, abrigando as placas das condições atmosféricas, ou então, numa solução mais simples e menos onerosa, que as etiquetas sejam impressas e plastificadas, em vez de serem simplesmente em papel e escritas com caneta permanente.

Após uma conversa recente com o Engenheiro Filipe Marques, foi possível averiguar que este problema já está a ser resolvido. A solução utilizada pela TORRE foi a utilização de etiquetas com um código QR (ver Figura 76), estando neste momento também a ser feitos planos para a construção de um armazém coberto para as mesmas

Um terceiro tipo de problema que identificamos, diz respeito ao *software* utilizado pela Empresa para o registo dos *stocks* de placas e sobras. Na altura de estadia na empresa e como já referido, este registo era realizado recorrendo a uma folha de cálculo digital *Google Documents*, da Plataforma *Google*.



Sendo uma folha de cálculo uma ferramenta bastante versátil, ela, no entanto, possuiu limitações no que diz respeito à sua versatilidade e “amigabilidade” com o utilizador, nomeadamente quando se pretende que funcione como uma base de dados. Como resultado, tivemos oportunidade de constatar que, fruto da interação dos utilizadores com esta base de dados, existiam várias chapas na empresa que não tinham sido registadas, as mesmas chapas registadas várias vezes e chapas registadas que na verdade já não estavam em *stock*.

Assim, para resolver este inconveniente, apresenta-se como muito importante que a TORRE procure no mercado um software especializado e exclusivamente dedicado à tarefa de construção e manutenção de uma rigorosa base de dados das chapas em *stock*.

Muito recentemente, tivemos oportunidade de constatar que a Empresa já tomou medidas para resolver este problema, neste caso com a aquisição de um *software* dedicado à construção de bases de dados e no qual é possível inserir informação através da leitura de um conjunto com os códigos de barras como os já descritos (etiquetas com um código

QR (ver Figura 76)). Esta metodologia vem tornar o registo de informação na base de dados mais expedita, muito rápido em comparação com os procedimentos do passado. Naturalmente, é sempre recomendável que os Colaboradores responsáveis pela manutenção da base de dados, tenham uma formação específica para lidar com o novo *software* e estejam sempre munidos da informação correta para essa manutenção em tempo útil. É sempre recomendável que essas Equipa de Colaboradores tenha um líder que vá verificando a eficácia, a atualização e a boa utilização do *software*.

Por fim, um último problema foi identificado na área da Gestão de *Stocks*, nomeadamente relacionado com a organização física das chapas no parque de matérias primas. O que acontece é que as chapas de menores dimensões, ao serem armazenadas para futura utilização, ficam muitas vezes escondidas no meio de outras muito maiores, ocasionando perdas de tempo na sua pesquisa quando estas forem necessárias (Figura 81).



Figura 81 - Alguns pormenores da arrumação de chapas no parque de matérias primas da TORRE. À esquerda, chapas originais e à direita sobras de chapas.

A solução deste problema resume-se à organização das placas em função do seu tamanho de modo a que o seu acesso seja simplificado.

Para nossa grata surpresa, já mesmo na fase final de revisão do presente trabalho por parte do Engenheiro Filipe Marques, este partilhou connosco que esta última melhoria por nós proposta já está em fase de implementação, como pode ser comprovado pela Figura 82 que gentilmente este nosso Orientador na TORRE nos fez o favor de enviar. Trata-se de um espaço de armazenamento de chapas de *Silestone*, com estas arrumadas por tamanhos e mesmo num espaço com cobertura, minimizando a influência das condições atmosféricas que potenciam a degradação de etiquetas de identificação das chapas, problema também por nós referido anteriormente.



Figura 82 - Armazenamento de chapas de *Silestone* por tamanhos na TORRE (fotografia de Filipe Marques de setembro de 2020).

6 - Considerações Finais

Em paralelo com a aprendizagem pessoal da Filosofia de gestão e produção *Lean* ocorrida, um objetivo específico da presente Dissertação foi inicialmente definido como sendo o estudo e melhoria do desempenho da divisão de Gestão de *Stocks* da TORRE, recorrendo à aplicação das ferramentas desta Filosofia, em paralelo com a metodologia 6 *Sigma*.

Devido à pandemia Covid 19 gerada pelo novo corona vírus, neste atípico ano de 2020, não foi possível atingir com a dinâmica desejada, este objetivo específico definido inicialmente.

Foi então necessário redefinir novos objetivos, tendo-se optado pela realização de um estudo de caráter mais teórico acerca das ferramentas e técnicas *Lean* em geral, e as suas aplicações na unidade fabril da TORRE, não deixando de ser prestada alguma especial atenção às áreas da Gestão de *Stocks* e Aprovisionamento da Empresa.

Não obstante esta indesejada situação, foi ainda assim possível identificar vários problemas na gestão de *stocks*, passíveis de colocarem em causa o bom funcionamento das linhas de produção da unidade fabril da TORRE. Também tivemos oportunidade de refletir e avançar com algumas propostas de possíveis soluções para melhorar o desempenho desta área fulcral da Empresa.

A identificação destes problemas foi feita durante a curta estadia na Empresa, onde foi levada a cabo uma análise e avaliação da metodologia de gestão de *stocks* na altura em prática. Dessa análise e avaliação, foram quase de imediato identificados vários problemas, eventualmente por sermos uma pessoa vinda de fora, olhando a metodologia existente nesta área da Empresa com alguma distância, muitas vezes difícil de ocorrer por quem está tão por dentro dos processos.

No Capítulo 5 deste trabalho, procuramos apresentar esses problemas e propostas de soluções, nomeadamente os relacionados com a necessidade de haverem vários colaboradores especializados para uma correta vistoria das chapas que chegam dos fornecedores, a substituição do software gestor da base de dados das chapas por um outro

mais adequado para esse efeito, a criação de um novo modelo de etiquetas de identificação das chapas no parque exterior de matérias primas e, por fim, uma reorganização física das chapas reaproveitadas e estacionadas nesse parque, tendo em vista eliminar vários desperdícios de tempo na sua procura.

Apesar de não ter sido possível aplicar e estudar o impacto das várias propostas de melhorias adiantadas, viemos a saber posteriormente que algumas delas estavam já a ser implementadas pela Empresa por sua própria iniciativa.

Este trabalho de Dissertação de Mestrado permitiu-nos estudar e aprender muito sobre a Filosofia *Lean* e sobre o modo como ela chegou à TORRE e é continuamente aplicada.

Foi gratificante verificar que, para a Empresa, o seu bem mais precioso são as pessoas, isto é, os colaboradores, sendo feito um esforço permanente de envolvimento destes no *Lean*, através de um significativo processo de formação a ocorrer diariamente.

Para tal, a Empresa coloca um grande empenho na realização da reunião da manhã (a *morning meeting*) que tem uma função dupla. Para além de permitir consciencializar o andamento das atividades em curso para os objetivos definidos diariamente, assim como para a partilha das melhorias implementadas pelos colaboradores nos vários setores da TORRE, acaba por permitir a criação de uma verdadeira cultura *Lean* da qual todos têm de fazer parte.

Segundo as palavras de Paul Akers, o maior desafio para uma empresa *Lean* é a criação de uma cultura *Lean* onde os próprios colaboradores buscam a melhoria contínua autonomamente. A reunião da manhã surge, então, como uma forte ferramenta nesse processo, uma vez que ajuda a convencer os colaboradores que é efetivamente melhor trabalhar segundo esta inovadora Filosofia.

A melhoria dos processos de uma empresa é um esforço coletivo, e a implementação do *Lean* não é exceção, sendo necessário um empenho de todos de modo a conseguir aplicar e contextualizar os princípios *Lean* com as necessidades da empresa. Devido à natureza coletiva deste processo é normal encontrar dificuldades nomeadamente no que toca à resistência por parte de alguns colaboradores. Muitas vezes despoletada pelo medo à evolução e mudança. Não obstante, construindo uma progressiva cultura *Lean* é possível

contornar estas dificuldades e até mesmo converter os resistentes em apoiantes devotos, uma vez que construir um ambiente de trabalho melhor e mais expedito é do interesse de todos.

Ficou para nós claro que, na TORRE, muito mais importante do que explicações de princípios e orientações presentes em muitos documentos teóricos que existem sobre a Filosofia de gestão e produção *Lean*, (e foram muitos os que tivemos a oportunidade de consultar e que constam da Bibliografia deste trabalho), talvez seja suficiente o conteúdo do livro *2 second Lean* de Paul Akers, quando compreendido e levado à prática através da implementação perseverante dos seus simples princípios.

Este livro e a realização muito frequente de pequenos vídeos do tipo “antes e depois”, envolvendo os colaboradores da Empresa nas suas realizações, são talvez a melhor ferramenta que a TORRE usa para a sua melhoria contínua procurada.

E a TORRE, não temos dúvidas em afirmar, é uma Empresa *Lean*, muito na linha do que o Engenheiro Filipe Marques define no seu vídeo *Which is Lean?* do Canal Youtube *Lean Crawl* (ver <https://www.youtube.com/watch?v=9qEhE7NsvjY>) (Marques, 2018 b)).

6.1 Transferibilidades

Na Tese de Doutoramento recentemente defendida na FEUP, da autoria do Professor José Cardoso Guedes, nosso Coorientador, com o título *Pedreira da Madalena – Objeto Mutante da Indústria Extrativa* (Guedes, 2020), é apresentado um interessante conceito que, em particular no que diz respeito à aplicação da Filosofia de gestão e produção *Lean*, nos parece ser de aplicação fundamental e imediata. Trata-se do conceito de Transferibilidade, muitas vezes presentes em determinados Estudos de Caso. Ele surge nessa Tese de Doutoramento por a mesma constituir um Estudo Retrospectivo de Caso, no qual se criam condições para eventuais generalizações analíticas, passíveis de aplicações em outros contextos diferentes dos que serviram de base à investigação realizada (Guedes, 2020).

“Para que a transferabilidade possa ocorrer, o pesquisador deve proporcionar todos os elementos que permitam ao leitor concluir se os resultados de seu estudo se aplicam ou não (transferem-se ou não) para a situação particular de interesse do leitor. Assim, uma descrição detalhada do ambiente no qual se deu o estudo, consubstanciada numa rica base teórico-contextual, é a condição fundamental para permitir que ocorra a transferabilidade.” (Leite e Pinheiro, 2005 em Guedes, 2020).

Pela estadia e vivências que nos foi possível ter na TORRE, envolvendo-nos no ambiente da Empresa, e pelo estudo teórico realizado em torno da Filosofia *Lean*, parece-nos que o contacto com experiências concretas da aplicação da diversidade de ferramentas *Lean* em variadas empresas, se afigura fundamental para quem deseja incorporar nas suas unidades industriais, ou mesmo em contextos de carácter pessoal, esta cultura de gestão. Isto precisamente pelo facto do conceito de Transferibilidade se adaptar perfeitamente a este tipo de temática.

Aliás, ao consultar e estudar o Canal *Youtube Lean Crawl* da TORRE, deparamo-nos com variadíssimos vídeos onde fica demonstrado que o próprio Engenheiro Filipe Marques procurou, e ainda procura, visitar inúmeras empresas envoltas na Filosofia *Lean*, para nelas “beber” exemplos da construção desta cultura promotora de claras melhorias dos processos de gestão e produção, afim de despertar em si mesmo, ideias para serem replicadas e/ou adaptadas à sua Empresa TORRE.

Será a consciencialização desta facilidade de ocorrência de Transferibilidades na abordagem à temática *Lean*, que estará na base da disponibilização gratuita na Internet do livro *2 second Lean* de Paul Akers e das inúmeras visitas de grupos de pessoas à TORRE, permitidas pelo Engenheiro Filipe Marques, numa clara cultura de partilha incondicional para a melhoria da realidade industrial em empresas e na vida das pessoas.

7 - Bibliografia

Abdulmalek, F. Rajgopal, J. (2007), *Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study*. International Journal of Production Economics. Science Direct. Elsevier.

Akers, P. (2009). *Lean Manufacturing - Morning Meeting – FastCap*. Video do Youtube. Acedido em junho de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=nY8nec2wmCg>

Akers, P. (2014). *Two Second Lean*. FastCap Press. EUA. Acedido em fevereiro de 2020 em: https://paulakers.net/wp-content/uploads/dlm_uploads/2015/12/2SL-3rd-Portuguese-20191231.pdf

Bell, S. (2006). *Lean Enterprise Systems, Using IT for Continuous Improvement*. John Wiley & Sons, Inc, Nova Jersey, EUA.

Béndek, P. (2016). *Beyond Lean*. Springer – International Publishing – Switzerland.

Birch, T. (2016). 14 things every agilist should know about Kanban. Site Agileadvice. Acedido em julho de 2020 em: <http://www.agileadvice.com/about-agile-advice/>

Cakmacki, M. (2009). *Process improvement: performance analysis of the setup time reduction- SMED in the automobile industry*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Spriger.

Campos, R. Oliveira, L. Silvestre, B. Ferreira, A. (2005). *A Ferramenta 5S e suas Implicações na Gestão da Qualidade Total*. Universidade de São Paulo. Brasil. Acedido em março de 2020 em: https://www.researchgate.net/publication/268011854_A_Ferramenta_5S_e_suas_Implicacoes_na_Gestao_da_Qualidade_Total#fullTextFileContent

Castro, M. González, P. González, D. (2013). *Modelo Organizativo para la Gestión del Conocimiento Orientado a Procesos de Calidad Industrial desde la Perspectiva Six Sigma*. V

Congreso Iberoamericano SOCOTE – Soporte del Conocimiento con la Tecnología – Universidad de San Martín de Porres. Acedido em junho de 2020 em:

https://www.researchgate.net/publication/319987913_Modelo_Organizativo_para_la_Gestion_del_Conocimiento_Orientado_a_Procesos_de_Calidad_Industrial_desde_la_Perspectiva_Six_Sigma/figures?lo=1

Chiavenato, I (2014). *Introdução à Teoria Geral da Administração*. Editora Manole, Ltda. São Paulo, Brasil.

Da Silva, B., Filho, M. G. (2018). *Single Minute Exchange of Die (SMED): a State of the Art Literature Review*. Springer-Verlag, Reino Unido.

Fonseca, J. (2009). *SMED – Melhoria contínua do tempo de set-up das unidades UP8 Simon e UP10 Revicart*. Relatório do Projecto Curricular do MIEIG 2008/2009. FEUP. Acedido em maio de 2020 em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/67351/1/000134775.pdf>

Ghinato, P. (1995). *Sistema Toyota de Produção: Mais do que Simplesmente Just-in-Time*. Edições Scielo. São Paulo. Brasil. Acedido em maio de 2020 em:

<https://www.scielo.br/pdf/prod/v5n2/v5n2a04>

Gijo, E. V., Sarkar A (2011). *Application of Six Sigma to Improve the Quality of the Road for Wind Turbine Installation*. The TQM Journal vol. 25. Emerald Group Publishing Limited.

Grout, J. Toussaint, J.(2010). *Mistake-proofing healthcare: why stopping processes may be a good start*. Business Horizons.

Guedes, J. (2020). *Pedreira da Madalena – Objeto Mutante da Indústria Extrativa*. Tese de Doutoramento em Engenharia de Minas e Geo-Recursos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto. Acedido em setembro de 2020 em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/128468>

Habu, N. Koizumi, Y. Ohmori, Y. (1992). *Implementação do 5S na prática*. Editora Icea. Campinas. Brasil.

Hines, P. Rich, N. (1997). *The seven value stream mapping tools*. International Journal of Operations & Production Management. MCB University Press Ltd. England.

Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the visual workplace: The sourcebook for 5S implementation*. New York: Productivity Press

Hoobs, W. (2016). *6 Reasons Why We Love Stand Up Meetings*. TTT Studios. Acedido em junho de 2020 em: <https://ttt.studio/blog/6-reasons-we-love-stand-up-meetings/>

Imai, M (2012). *Gemba Kaizen: a Commonsense approach to a Continuous Improvement Strategy*. McGraw-Hill Education – Europe

Jirasukprasert, P., Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Lim, M. K. (2014). *A Six Sigma and DMAIC Application for the Reduction of Defects in a Rubber Gloves Manufacturing Process*. International Journal of Lean Six Sigma.

Kelly, A. (2013). *Lessons from the Cornish Software Mines*. Slideshare.net. Acedido em Agosto de 2020 em: <https://www.slideshare.net/allankellynet/cornwall-case-study>

Krafcik, J. (1988). *Triumph of the Lean Production System*. MIT – Massachusetts Institute of Technology Sloan Management Review. USA. Acedido em maio de 2020 em: <https://www.lean.org/downloads/MITSloan.pdf>

Lean Manufacturing. Blog *Lean Lab*. Acedido em maio de 2020 em: <http://www.leanlab.name/the-7-wastes>

Liepina R. Lapina, I. Mazais, J. Janauska, J. (2013). *Innovations, Standards and Quality Management Systems: Analysis of Interrelation*. 8ª Conferência de Inovação e Empreendedorismo. Bruxelas, Bélgica.

Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill. Acedido em maio de 2020 em:

[https://gtu.ge/Agro-Lib/%5BJeffrey_Liker%5D_The_Toyota_Way_-_14_Management_Principles\(BookFi.org\).pdf](https://gtu.ge/Agro-Lib/%5BJeffrey_Liker%5D_The_Toyota_Way_-_14_Management_Principles(BookFi.org).pdf)

McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., Owen, G. W. (2010). *Critical Evaluation of Shingo's SMED (Single Minute exchange of Die) Method*. Department of Mechanical Engineering, University of Bath, Reino Unido.

Maia, L. Alves, A. Leão, C. (2011). *Metodologias para implementar Lean Production: uma revisão crítica da literatura*. Universidade do Minho. Acedido em maio de 2020 em:

https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/18874/1/CLME2011LM_AA_CL.pdf

Manos, T (2006). *Value Stream Mapping – An Introduction*. Lean Lessons.

Marques, F (2015 a)). *Our DARK DAYS before Lean. Os nossos tempos sombrios antes do Lean*. Canal Youtube Lean Crawl. Acedido em julho de 2020 em:

<https://www.youtube.com/watch?v=6-XvgSFekqM>

Marques, F. (2015 b)). *TORRE - Lean Hub presentation vídeo*. Canal Youtube Lean Crawl.

Acedido em julho de 2020 em: https://www.youtube.com/watch?v=N8gEHBE_qg8

Marques, F. (2016 a)). *Simple recipe for a Lean culture on fire!!* Canal Youtube Lean Crawl.

Acedido em julho de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=cJJ7v2xe0DI>

Marques, F. (2016 b)). *Lean: Simple SMED*. Canal Youtube Lean Crawl. Acedido em julho de

2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=pUhVQhcCyaw>

Marques, F. (2016 c)). *Ongoing Lean Improvements Board*. Canal Youtube Lean Crawl.

Acedido em julho de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=mhshbXyPig8>

Marques, F. (2016 d)). *Coast to Coast for the first time!*. Canal Youtube Lean Crawl. Acedido

em agosto de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=kvEX12sRboE>

Marques, F. (2017 a)). *Paddling to the source*. Canal Youtube *Lean Crawl*. Acedido em julho de 2020 em: https://www.youtube.com/watch?v=c_k4n1Y3L28

Marques, F. (2017 b)). *Lean: the key is waste not speed*. Canal Youtube *Lean Crawl*. Acedido em maio de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=HTXxr-qgTtk>

Marques, F. (2017 c)). *Lean: SMED example at Disneyland Paris*. Canal Youtube *Lean Crawl*. Acedido em maio de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=00dgE0HNz1Y>

Marques, F. (2018 a)). Visita “2 Second Lean” à fábrica TORRE (Portugal). Canal Youtube *Lean Crawl*. Acedido em julho de 2020 em:
<https://www.youtube.com/watch?v=ufRoj9TJXyQ&list=UU5CExDFEYTHHV2ifB2DCXtA&index=64>

Marques, F. (2018 b)). *Which is Lean?*. Canal Youtube *Lean Crawl*. Acedido em julho de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=9qEhE7NsvjY>

Marques, F. (2018 c)). *Lean: Onde está o maior “gargalo”/“bottleneck”?*. Canal YouTube *Lean Crawl*. Acedido em julho de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=-LsFxOCiGP8>

Marques, F. (2018 d)). (EN) *Batch vs One Piece Flow @ Airport*. Canal YouTube *Lean Crawl*. Acedido em maio de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=OOoDv4I7SI0>

Marques, F. (2018 e)). (EN) *Lean: The Art of Subtraction... toilet style!*. Canal YouTube *Lean Crawl*. Acedido em maio de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=T27pC958QX0>

Marques, F. (2018 f)). (PT) *Como aplicar o Lean com os fornecedores?*. Canal YouTube *Lean Crawl*. Acedido em maio de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=5MxhJA4kw7c>

Marques, F. (2020). *Encomenda de Kanbans com 1 só click!*. Canal Youtube *Lean Crawl*, Acedido em agosto de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=9UL7-XbAlDo>

Martins, T. (2019). *Manufatura “puxada” (“Pull system”) ou “empurrada” (“Push system”)?*. Blog Túlio Martins. Brasil. Acedido em maio de 2020 em:
<https://tuliomartins.com.br/manufatura-puxada-ou-empurrada/>

Milteburg, J. (2001). *One-piece Flow Manufacturing on U-shaped Production Lines: a Tutorial*. School of business, McMaster Universtiy, Ontário, Canada.

Monden, Y. (1988). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-time*. Springer. US.

Mulholland, B. (2018). *9 Lean Manufacturing Principles to Kill the Jargon and Get Quality Results*. Site de Process.st. Acedido em maio de 2020 em:
<https://www.process.st/lean-manufacturing-principles/>

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: An integrated Approach to Just.In-Time*. Productivity Press, Portland, Oregon.

Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Editora Bookman. Porto Alegre. Brasil.

Omachono, V. K. e Ross, J. E. (2004). *Principles of Total Quality*. CRC Press.

Oribe, C. (2009). *PDCA - origem, conceitos e variantes dessa ideia de 70 anos*. Editora EPSE. São Paulo. Brasil

Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. Taylor and Francis Group, LLC. Nova York, EUA.

Pietri, P. H. (1974). *Organizational Communication: The pioneers*. Mississipi State University. Mississipi, EUA.

Rebelo, C. (2019). *A Teoria das Restrições*. Logística Moderna – Revista Independente dos Profissionais de Logística. Acedido em julho de 2020 em:

<https://logisticamoderna.com/a-teoria-das-restricoes/>

Rodrigues (2011). *Fayol's 14 Principles of Management then and now: a framework for managing today's organizations effectively*. MCR University Press. Acedido em julho de 2020 em: <http://dx.doi.org/10.1108/EUM00000000006527>

Rosemberg, A. (2019). Metodologia japonesa 5S para la mejora productiva y ambiental. Blog Portinos. Portinos Agencia Creativa Digital. Buenos Aires. Argentina. Acedido em março de 2020 em: <https://blog.portinos.com/la-mateada/metodologia-japonesa-5s-para-la-mejora-productiva-y-ambiental>

Rother, M., Shook, J. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.

Santos, V. (2017). *O que é SMED? Como isso ajuda a reduzir o SETUP?* Blog FM2S. Parque Tecnológico UNICAMP. Caminas, São Paulo. Brasil. Acedido em maio de 2020 em: <https://www.fm2s.com.br/smed/>

Santos, V. (2018). *O que é a Andon no Sistema Toyota de Produção?* Blog FM2S. Parque Tecnológico UNICAMP. Caminas, São Paulo. Brasil. Acedido em maio de 2020 em: <https://www.fm2s.com.br/andon-no-sistema-toyota-lean/>

Schonberger, R. J. (2001). *Let's Fix It! Overcoming the Crisis in Manufacturing*. New York: Free Press. Nova York, EUA.

Shah, K. A. (2017). *5 Functions of Management by Henri Fayol*. LinkedIn. Acedido em julho de 2020 em: <https://www.linkedin.com/pulse/5-functions-management-henri-fayol-kalpesh-shah>

Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press. Cambridge. England.

Shingo, S. (1996). *O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção*. Artes Médicas. Porto Alegre – Bookman (edição de 2007). Brasil

Stamatis, H. D. (2004). *Six Sigma Fundamentals: A Complete Guide to the System, Methods, and Tools*. Productivity Press, Nova York, EUA.

Tapping, D. Shucker, T. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office: 8 steps to planning and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*. Productivity Press, Nova York, EUA.

Taylor, F. W. (1911). *The Principles of Scientific Management*. LTC.

Thorp, S. (2018). *DevOps, Deming, and Pulling the Andon Cord*. Site Caylent.com. Acedido em junho de 2020 em: <https://caylent.com/devops-deming-andon-cord>

Vacanti, D. (2018). *Guia do Kanban Para Times Scrum*. Scrum.org

Womack, J. Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. Editora Simon & Schuster, New York.

Womack, J. Jones, D. Ross, D. (1996). *The machine that changed de world*. Free Press. New York, London, Toronto, Sydney.

Zhan, W. e Ding, X. (2016). *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers*. Momentum Press. Nova York, EUA.