

Departamento de Engenharia de Minas

ALGUNS RECURSOS DA FILOSOFIA DE GESTÃO E PRODUÇÃO LEAN



(<https://www.auctus.com.br/o-que-e-lean/>)

João Miranda
Mestre FEUP

Cardoso Guedes
Professor Auxiliar FEUP

Alexandre Leite
Professor Associado FEUP

FEUP – DEM
novembro de 2020

Índice

Índice	2
Índice de Figuras	4
Índice de Tabelas	6
1 Introdução.....	7
1.1 Organizadores Avançados	7
2 A Filosofia de Gestão e Produção Lean	8
2.1 O que é o Lean.....	9
2.2 História	10
2.2.1 Produção Artesanal vs Produção em Massa.....	11
2.2.2 Toyota Production System (TPS)	12
2.2.3 Contributos das Administração Clássica de Fayol e da Administração Científica de Taylor para a Filosofia <i>Lean</i>	14
2.2.3.1 Administração Científica de Taylor	14
2.2.3.2 Administração Clássica de Fayol.....	16
3 Princípios <i>Lean</i>	18
3.1 Especificar valor	19
3.2 Identificar cadeia de valor.....	20
3.3 Fluxo contínuo de valor	20
3.4 Extração do valor.....	21
3.5 Perfeição	21
4 O ciclo PDCA.....	21
4.1 Uma cultura de produção de vídeos sobre melhorias	22
5 Desperdícios ou Muda.....	24
5.1 Sobreprodução	26
5.2 Tempo de espera	26
5.3 Transporte	27
5.4 Processamento incorreto.....	28

5.5 Inventário.....	29
5.6 Movimento desnecessário.....	29
5.6.1 Diagramas Esparguete.....	29
5.7 Defeitos.....	31
5.8 O oitavo desperdício.....	31
6 Os 5 S's.....	32
7 <i>One Piece Flow</i>	36
7.1 Tempo Takt.....	37
7.2 Células de produção em U.....	38
7.3 Trabalho Normalizado.....	41
7.4 Controlo de Produção Puxada.....	41
7.5. Automação ou <i>Jidoka</i>	43
8 ANDON.....	44
9 <i>Value Stream Mapping</i>	45
10 <i>Lean + 6 Sigma</i>	51
10.1 O ciclo DMAIC.....	54
11 <i>Morning Meeting</i> (Reunião da Manhã).....	55
12 SMED – <i>Single Minute Exchange Die</i>	57
13 <i>Kanban</i>	61
13.1 Painéis e plataformas digitais <i>Kanban</i>	61
13.2 Cartões <i>Kanban</i> na gestão de stocks.....	63
14 Conclusão.....	64
14.1 Como definir uma Empresa <i>Lean</i>	65
15 Bibliografia.....	67

Índice de Figuras

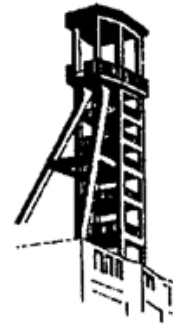
Figura 1 - Linha de Produção da Ford Motor Company (Acedido em novembro de 2020 em: https://www.logisticadescomplicada.com/os-avancos-da-linha-de-montagem-de-1913-ate-os-dias-de-hoje/).....	12
Figura 2 - The Toyota Production System House (Acedido em novembro de 2020 em: https://blog.5stoday.com/the-toyota-production-system-house/).....	13
Figura 3 – Os Princípios do Lean Thinking (Maia et al, 2011).	19
Figura 4 – 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).	22
Figura 5 – O Canal Youtube Lean Crawl da Empresa TORRE - Mármore.	23
Figura 6 – Fotogramas do vídeo “ Paddling to the source ” (Marques, 2017).	24
Figura 7 – 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).....	25
Figura 8– Kaizen em japonês (Mulholland, 2018).	27
Figura 9 – 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).	28
Figura 10 - Modificação de layout para minimização de movimento através de uma observação de diagrama esparguete (Acedido em novembro de 2020 em: https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-esparguete).	30
Figura 11 - Os oito desperdícios propostos por Ortiz (Akers, 2014).	32
Figura 12 – Os 5 S’s – (Rosemberg, 2019).	33
Figura 13 – Fotogramas do vídeo Batch vs One Piece Flow (Marques, 2018).	37
Figura 14 – Exemplo de uma célula de produção em U. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:	39
Figura 15 - A mesma célula em U a ser utilizada por 1 ou 2 operadores. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:	39

Figura 16 – 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:.....	40
Figura 17 – Produção Empurrada vs. Produção Puxada (Martins, 2019).....	42
Figura 18 – Exemplo de um painel ANDON para acompanhamento de um processo produtivo. Site ExportersIndia.com. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em:.....	44
Figura 19 – Sistema ANDON CORD da Toyota (Thorp, 2018).....	45
Figura 20 - 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	46
Figura 21 – 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:	47
Figura 22 – Os quatro passos da criação de um Value Stream Mapping.	48
Figura 23 – Matriz de identificação de famílias de produtos (Manos, 2006).....	48
Figura 24 - Exemplo de mapa representando uma situação concreta de um processo produtivo (Manos, 2006).....	49
Figura 25 - Exemplo de um Value Stream Mapping futuro (Manos, 2006).....	50
Figura 26 – Distribuição Normal de frequências de acontecimentos $F_x(x)$ para um conjunto de intervalos de tempos x de uma atividade	52
Figura 27 – Funções de Distribuição Normal para situação de maior (linha vermelha) e menor (linha azul) aleatoriedade do tempo de realização de uma atividade.	53
Figura 28 – Funções de Distribuição Normal para situação de maiores (linha azul) e menores (linha vermelha) tempos médios de atividade de realização de uma atividade.	53
Figura 29 – Ciclo DMAIC de aplicação dos princípios Lean 6 Sigma (Castro et al, 2013).....	55
Figura 30 – As Reuniões da Manhã devem ser curtas e agradáveis (Hoobs, 2016).	56
Figura 31 – 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:	57
Figura 32 - Os principais passos do processo SMED (Fonseca, 2009).....	59
Figura 33 – Fotogramas de vídeo de um processo moroso de troca de ferramentas num sistema de elevação na TORRE (Marques, 2016 a).....	60

Figura 34 - Fotogramas de vídeo de duas soluções para obviar a um processo moroso de troca de ferramentas num sistema de elevação na TORRE - Mármore (Marques, 2016 a)).	60
Figura 35 - Exemplo de um painel Kanban de gestão de processos em Minas da Cornualha (Kelly, 2013).	62
Figura 36 - Plataformas digitais Favro (esquerda) (https://learn.favro.com) e Trello (direita) (https://trello.com/) para implementação do sistema de planeamento Kanban.	63
Figura 37 - Exemplos de cartões Kanban de gestão de stocks. À esquerda Toyota (Ohno, 1997). À direita Empresa TORRE - Mármore.	64
Figura 38 - Qual das empresas é Lean? Fotogramas de vídeo (Marques, 2018 a)).	66

Índice de Tabelas

Tabela 1 - As denominações 5S, conceitos e objetivos	34
--	----



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UP

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

ALGUNS RECURSOS DA FILOSOFIA DE GESTÃO E PRODUÇÃO LEAN

1 Introdução

Pretende-se com este documento, apresentar alguns recursos da denominada Filosofia de Gestão e Produção *Lean*, para como ferramentas auxiliares de processos organizativos e produtivos, as quais podem seguramente ter lugar em empreendimentos da indústria extrativa.



Foto: nikkytok / Shutterstock.com

Uma empresa é como um organismo, ela é composta por vários “órgãos” [engrenagens] e é preciso que todos estejam a funcionar em sintonia para que o mesmo seja saudável e dê frutos.

Bruno Guerra

<https://www.gestaoporprocessos.com.br/para-uma-empresa-crescer-suas-engrenagens-precisam-funcionar-untas/>

1.1 Organizadores Avançados

Orienta também a construção deste texto de apoio à **Unidade Curricular de Sistemas de Carga e Transporte (SCT)** do **Curso de Engenharia de Minas e Geo-Ambiente**, o possibilitar aos Estudantes possuírem alguns “Organizadores Avançados”, à maneira de David Ausubel, que permitam durante a frequência da UC e mesmo ao longo da frequência de outras UC do Curso subsequentes, estabelecer ligações ao que aqui se expõe. É nossa opinião que os conceitos abordados neste documento poderão apresentar-se com significativa importância na vida profissional futura dos Engenheiros de Minas e Geo-Ambiente formados na FEUP.

Ausubel, na sua **Teoria da Aprendizagem Significativa** (David, 2003), recomenda o recurso a “Organizadores Avançados” como forma de ancoragem de novos conceitos que irão facilitar o entendimento de ideias novas, apresentadas em momentos futuros do processo de aprendizagem. Surgem assim como matérias introdutórias, de carácter muitas vezes geral, que facilitarão os processos cognitivos de aprendizagem que terão lugar posteriormente.

“Organizadores avançados consistem no material introdutório a um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão do que a própria tarefa de aprendizagem. A função do organizador é proporcionar um suporte (ancoragem) ideário para a incorporação e retenção estáveis do material mais pormenorizado e diferenciado que resulta da situação de aprendizagem, bem como aumentar a capacidade de discriminação entre esta situação e as ideias ancoradas relevantes da estrutura cognitiva”.

(David, 2003).

É assim o nosso objetivo apresentar neste documento uma série de princípios, conceitos e ideias da Filosofia de Gestão e Produção Lean que seguramente podem ser presentes em empreendimentos mineiros diversos.

Este texto de apoio à UC de SCT é parte integrante da Dissertação de Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente como título, “**A Filosofia de Gestão e Produção Lean numa Empresa de Transformação de Rocha Ornamental**” da autoria do Mestre João Miguel Nogueira Miranda, defendida na FEUP em 2020 (Miranda, 2020). Esta Dissertação pode ser encontrada em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/129887> .

2 A Filosofia de Gestão e Produção Lean

No presente documento, procuraremos fazer uma descrição de um conjunto de conceitos e princípios associados à denominada Filosofia de Gestão e Produção *Lean*, com o intuito de despertar no leitor a curiosidade para aprofundar esta provadamente eficaz Filosofia de condução de processos produtivos.

Numa primeira parte 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, será realizada uma descrição de algumas das muitas ferramentas associadas à gestão e produção *Lean*, que normalmente estão presentes nas unidades industriais em todo o mundo que por elas optaram e que seguramente fazem uma diferença positiva nos seus processos produtivos.

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 (Figura 1), e viria a ficar conhecido com *Fordismo*.



Figura 1 - Linha de Produção da Ford Motor Company (Acedido em novembro de 2020 em: <https://www.logisticadescomplicada.com/os-avancos-da-linha-de-montagem-de-1913-ate-os-dias-de-hoje/>).

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 dos 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 automação (Figura 2).

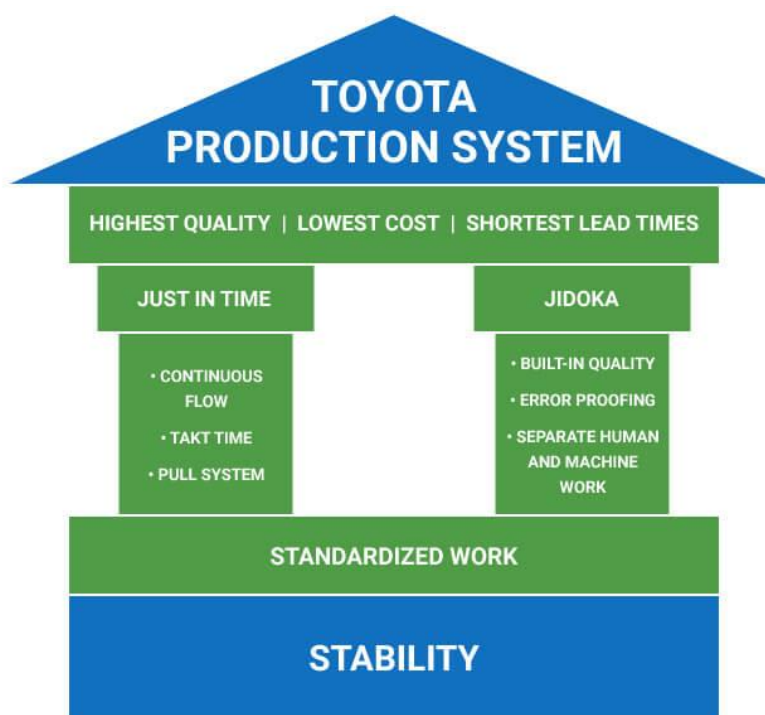


Figura 2 - The Toyota Production System House (Acedido em novembro de 2020 em: <https://blog.5stoday.com/the-toyota-production-system-house/>).

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 automação (*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 (Figura 2). 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 conseqüentemente 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.

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 3):



Figura 3 – Os Princípios do *Lean Thinking* (Maia et al, 2011).

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.

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.

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.

3.3 Fluxo contínuo de valor

Apos identificar a cadeia de e 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.

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*.

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 conceito de melhoria contínua, núcleo duro da Cultura *Lean*, que abordaremos recorrentemente ao longo deste trabalho.

4 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 4).

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.

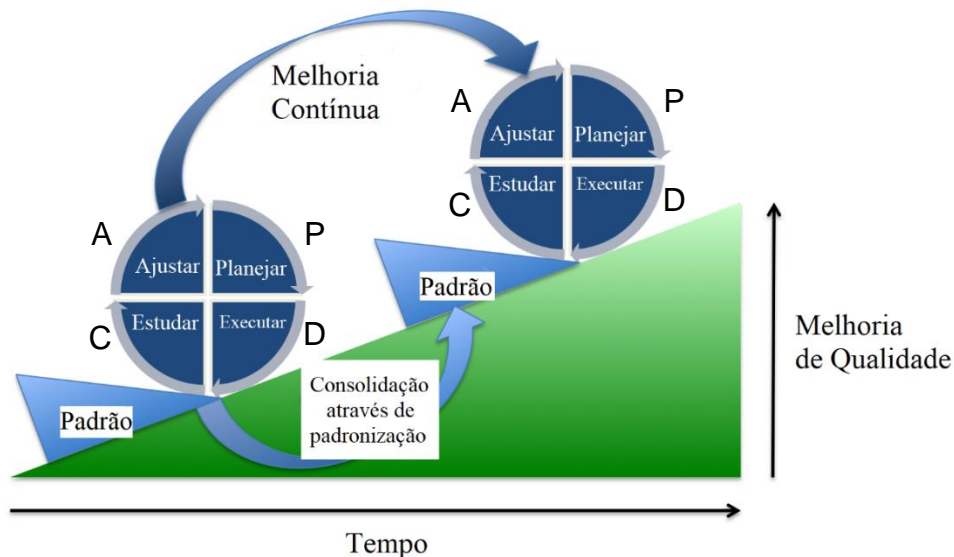


Figura 4 – O Ciclo PDCA da Cultura Lean (Adaptado). Imagem da Internet. (Acedido em agosto de 2020 em <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=73842945>).

O ciclo PDCA, sendo mais antigo, acaba por incorporar o ciclo DMAIC da metodologia *6 Sigma* (ver 9.1).

Estes ciclos são possuídos, conceptualmente e na prática, de grande simplicidade e valor, pelo que nas Empresas *Lean* eles são levados a cabo de forma muito natural, apresentando-se como verdadeiros impulsionadores de toda a atividade que tem lugar no seio da organização.

4.1 Uma cultura de produção de vídeos sobre melhorias

A das principais formas de implementação do ciclo PDCA nas Empresas 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 muito processos.

A título de exemplo, apresentamos a prática na Empresa TORRE – Mármore, dedicada à transformação de Rochas Ornamentais e sediada em Esmoriz, Concelho de Ovar, que procurando ser uma Empresa *Lean*, desde 2015 possui o habito de realização de filmes “Antes e Depois”, encontrando-se várias centenas destes filmes disponíveis no Canal *Youtube Lean Crawl* (Figura 5), acessível em: <https://www.youtube.com/channel/UC5CEXDFEYTHHV2ifB2DCXtA> .

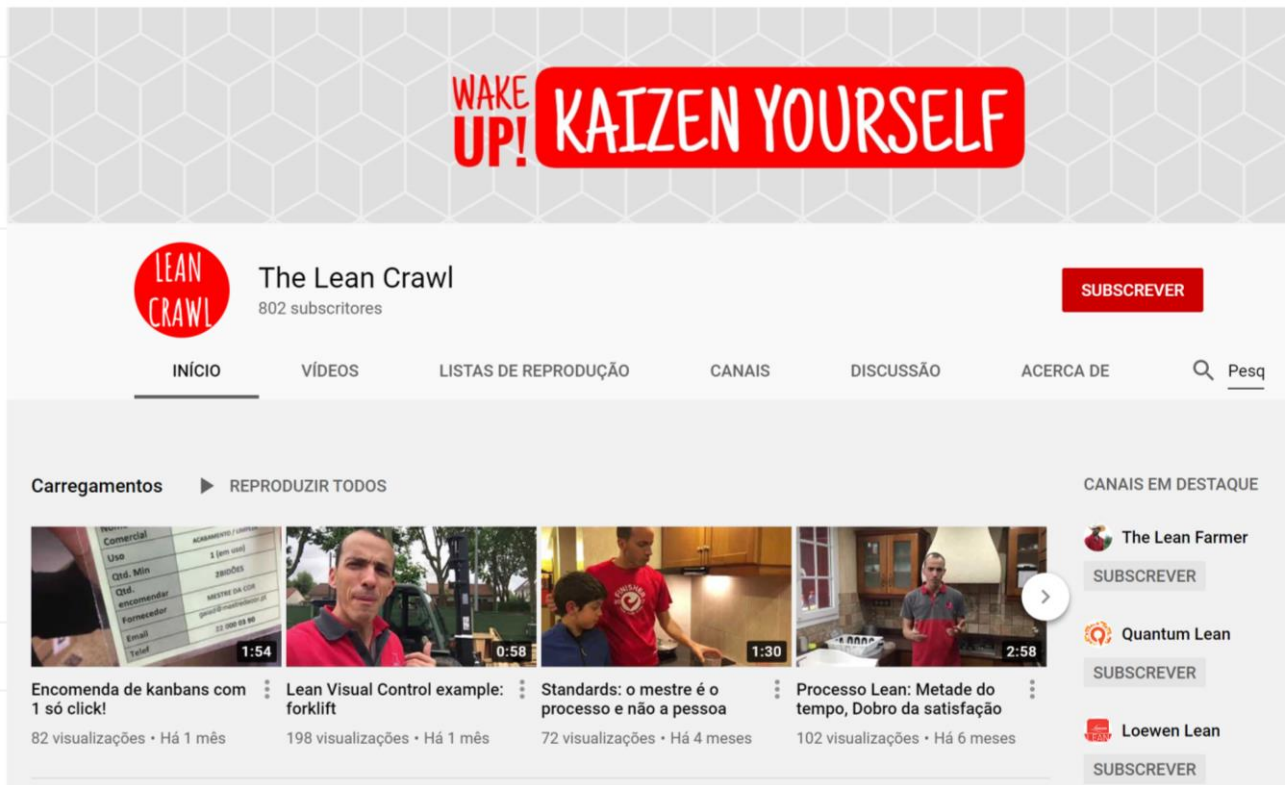


Figura 5 – O Canal Youtube Lean Crawl da Empresa TORRE - Mármore.

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 da Empresa TORRE - Mármore, “Os vídeos colocam a Cultura *Lean* em fogo” (Marques, 2016).

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), apresenta uma interessante definição do pensamento *Lean* sobre a resolução de problemas para uma melhoria contínua, que ele mesmo procura aplicar no dia a dia da Empresa, juntamente com todos os colaboradores desta (Figura 6).

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.

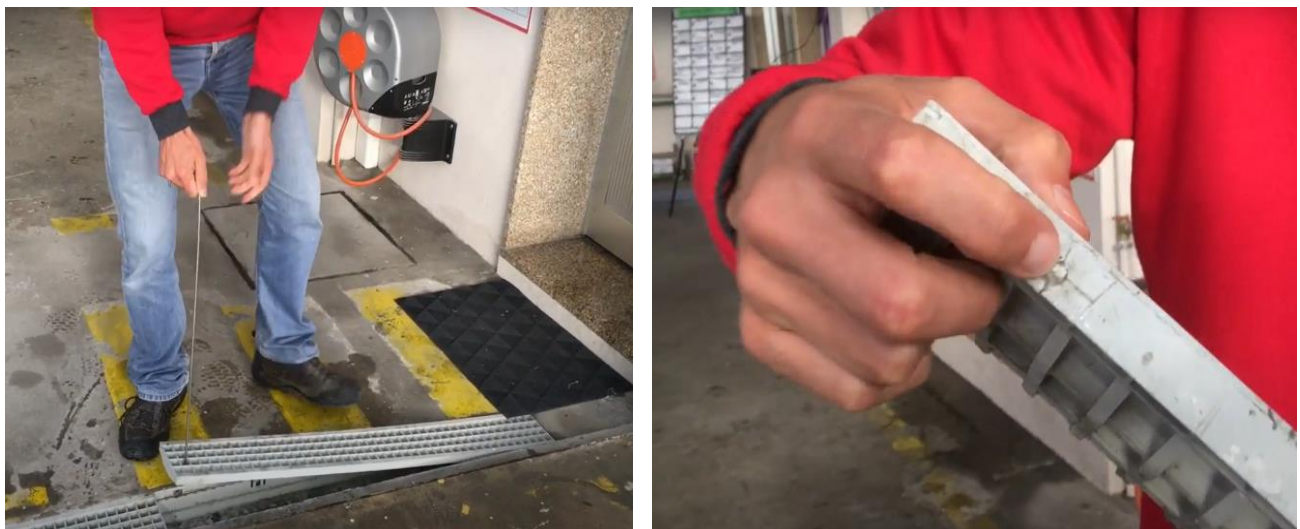


Figura 6 – Fotogramas do vídeo “***Paddling to the source***” (Marques, 2017).

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

5 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.



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

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 7): sobreprodução, tempos de espera, transporte, sobre processamento ou processamento incorreto, inventário, movimento desnecessário e defeitos.

5.1 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 a 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).

5.2 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 conseqüente fluxo de trabalho mais rápido. Sempre que um equipamento não está a produzir, não está a cumprir a missão para que foi criado.

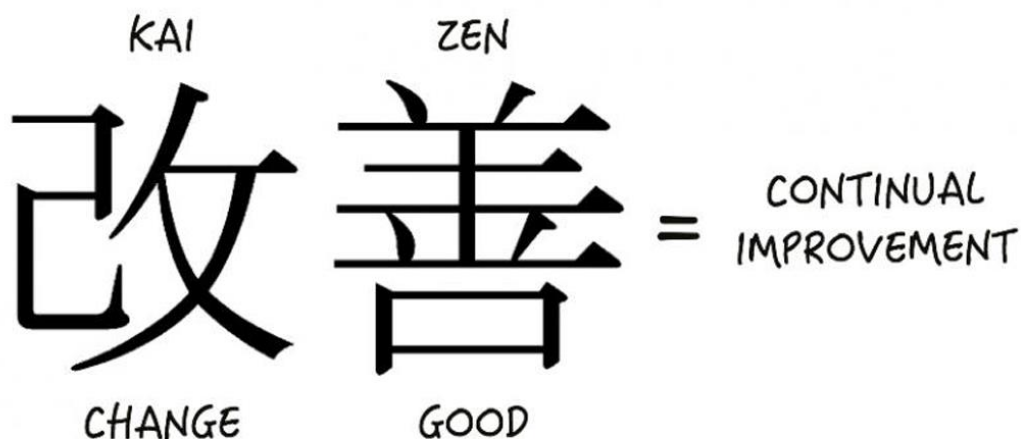


Figura 8– Kaizen em japonês (Mulholland, 2018).

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 8) (Hines e Rich, 1997).

5.3 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.



Figura 9 – 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).

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 9*).

5.4 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).

5.5 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).

5.6 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).

5.6.1 Diagramas Esparguete

Segundo Tiago Ferrera (Ferreira, 2011), na sua Dissertação de mestrado intitulada **“Desenvolvimento de uma ferramenta de suporte à implementação do Lean Manufacturing em ambientes de produção intermitentes”**:

“O primeiro passo para se analisar o desperdício de movimentos, pode começar pelo levantamento dos fluxos de materiais de uma forma visual, até para se perceber a complexidade ou não dos mesmos. Neste sentido a utilização de um diagrama de esparguete revela ser um bom método para expor essas movimentações. Esta ferramenta, permite visualizar os fluxos existentes no chão de fábrica. O nome dado a esta ferramenta, diagrama de esparguete, está

relacionado com o resultado obtido com esta técnica em processos que não foram bem definidos, resultando na representação de um diagrama complexo.

A elaboração de um diagrama de esparguete é conseguida de uma forma simples e intuitiva: o processo passa por desenhar linhas representativas do fluxo e as direções da matéria-prima desde que entra até que sai sobre a forma de produto acabado. Esta representação é feita em cima da planta de implantação dos equipamentos por onde o produto e os materiais que lhe assistem se movimentam.

A elaboração deste diagrama é simples e confere a visualização da geografia do processo, conseguindo desde já quantificar as distâncias percorridas, movimentações desnecessárias, obtendo uma fotografia dos fluxos em causa (Bicheno, 2004). Este exercício vai dinamizar e sensibilizar para a existência de um número elevado de desperdícios, nomeadamente movimentações e implantações pouco eficientes que são passivos de serem encontrados nas organizações, em particular nas caracterizadas por fluxos de produção intermitentes”. (Ferreira, 2011).

Um exemplo de uma melhoria através da eliminação de movimentos, conseguida por meio da análise de diagramas esparguete e recorrendo a uma modificação de *layout*, pode ser observada na Figura 10.

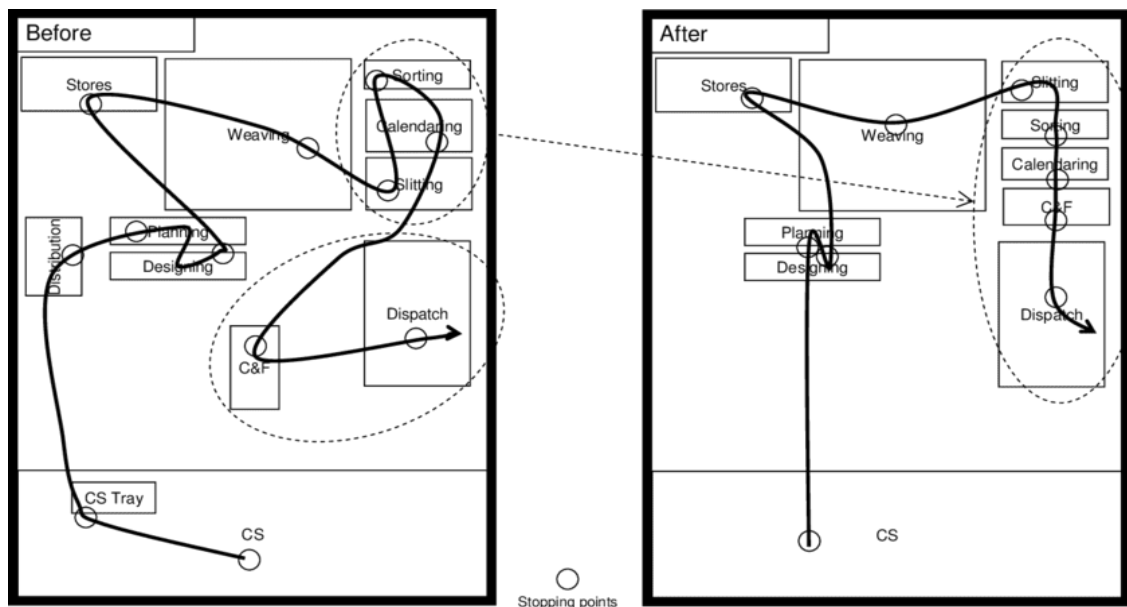


Figura 10 - Modificação de *layout* para minimização de movimento através de uma observação de diagrama esparguete (Acedido em novembro de 2020 em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-esparguete>).

5.7 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).

5.8 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 11*), 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”.



Figura 11 - Os oito desperdícios propostos por Ortiz (Akers, 2014).

A representação é de Paul Akers (Akers, 2014), 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 ***Two Second Lean***.

Recomendamos a leitura deste livro que está disponível na Internet e mesmo na versão Áudio.

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.

6 Os 5 S's

O conceito dos 5 S's consiste na implementação nas organizações das ideias subjacentes a cinco palavras japonesas que constituem, no seu conjunto, uma definição para uma boa organização do local de trabalho (Figura 12).



Figura 12 – 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	Seisö	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 a 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.

7 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 deteção de erros e defeitos presentes no processo.

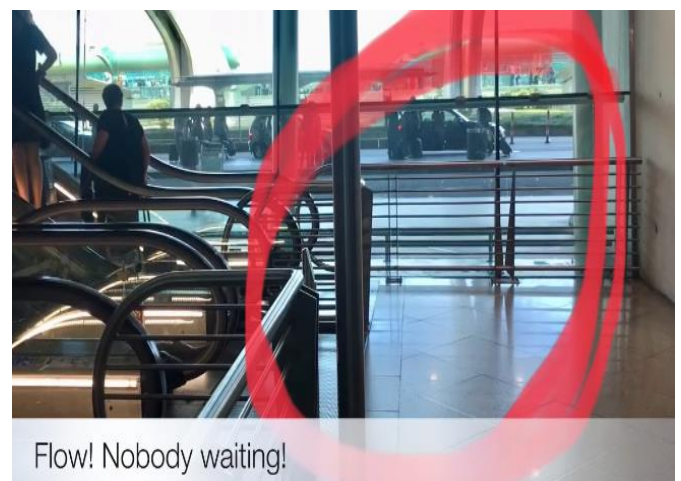


Figura 13 – Fotogramas do vídeo *Batch vs One Piece Flow* (Marques, 2018).

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 13) (Marques, 2018). Encontra-se no seguinte endereço da Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=OOoDv4I7SI0>.

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. autonomação, *Jidoka* em japonês;

7.1 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.

7.2 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 14). 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.

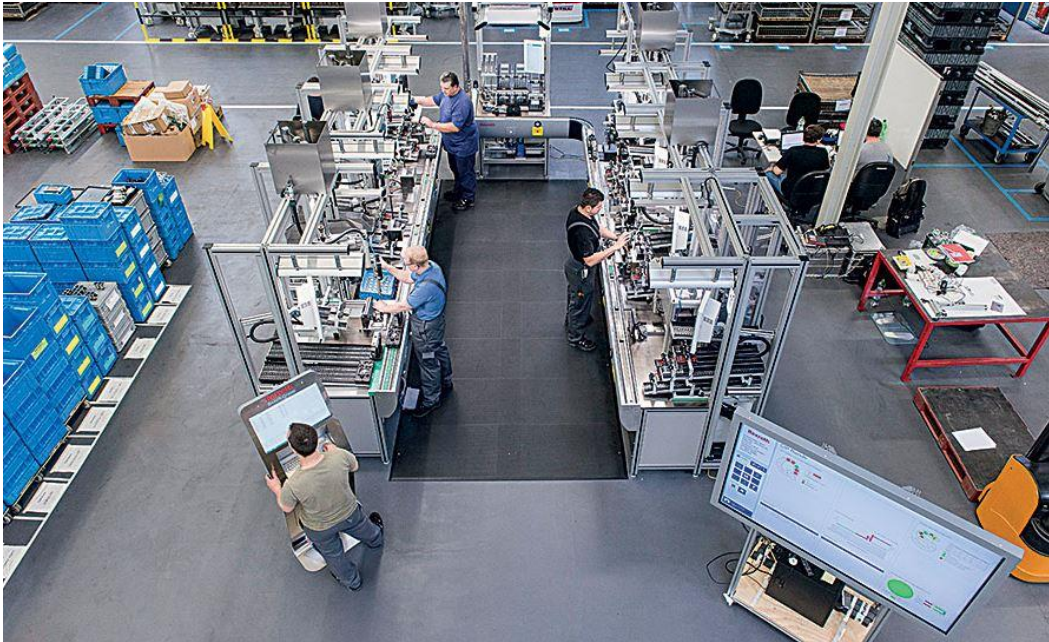


Figura 14 – Exemplo de uma célula de produção em U. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:

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

Os operadores responsáveis pelas atividades relacionadas com processo produtivo, trabalham, no interior da célula. O fluxo do produto, e conseqüente movimento do operador, podem ser no sentido horário ou anti-horário.

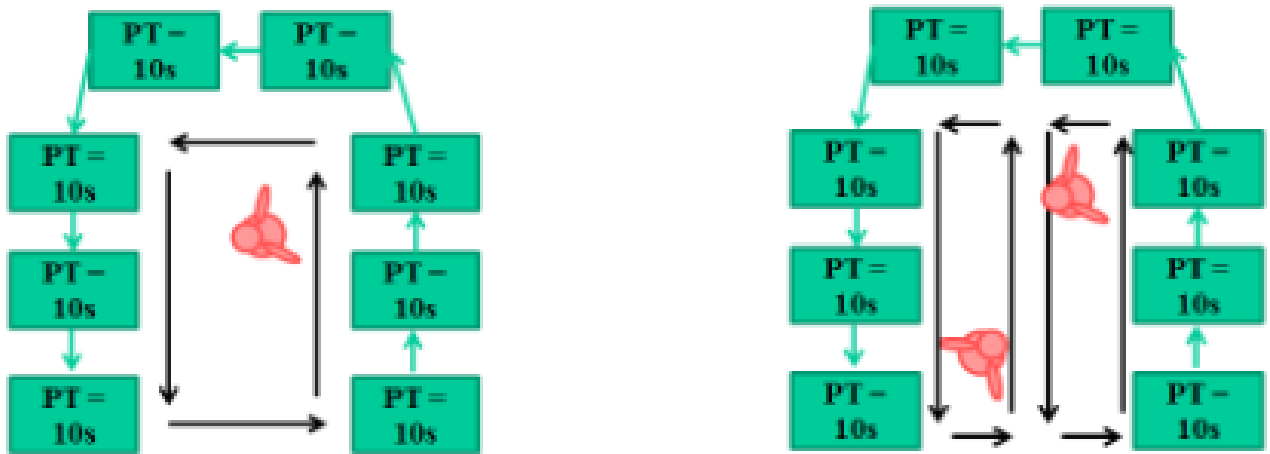


Figura 15 - A mesma célula em U a ser utilizada por 1 ou 2 operadores. Imagem da Internet. Acedido em maio de 2020 em:

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

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 15).

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 16 A). A situação oposta é ter um único operador para múltiplas tarefas a realizar na célula (Figura 16 B).

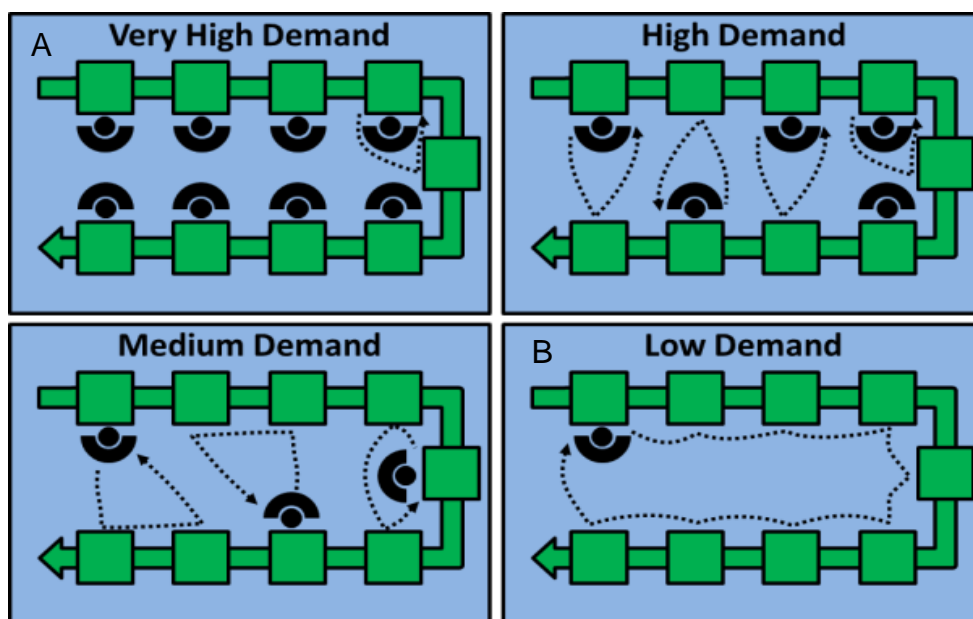


Figura 16 – Correlação da produtividade com diferentes números de operadores em células de produção. Adaptado do Site Allaboutlean.com. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em:

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

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.

7.3 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.

7.4 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 pizzaria. 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.

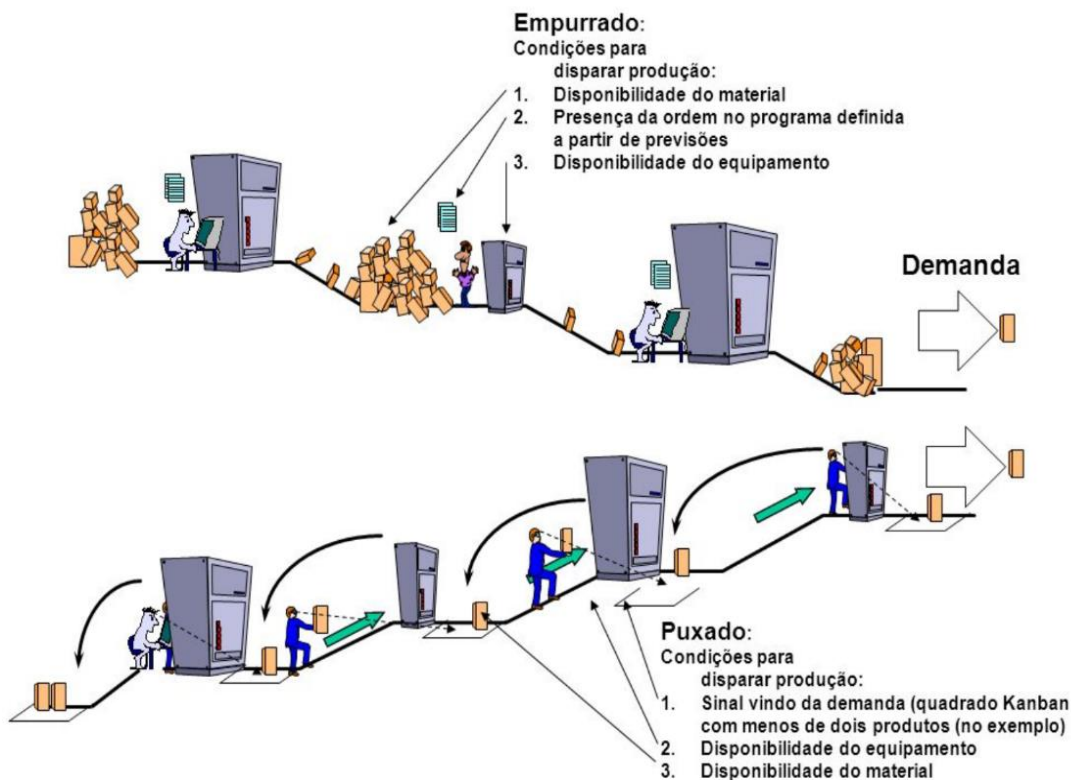


Figura 17 – Produção Empurrada vs. Produção Puxada (Martins, 2019).

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 17).

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.

7.5. 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).

8 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 18).



Figura 18 – 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 19).

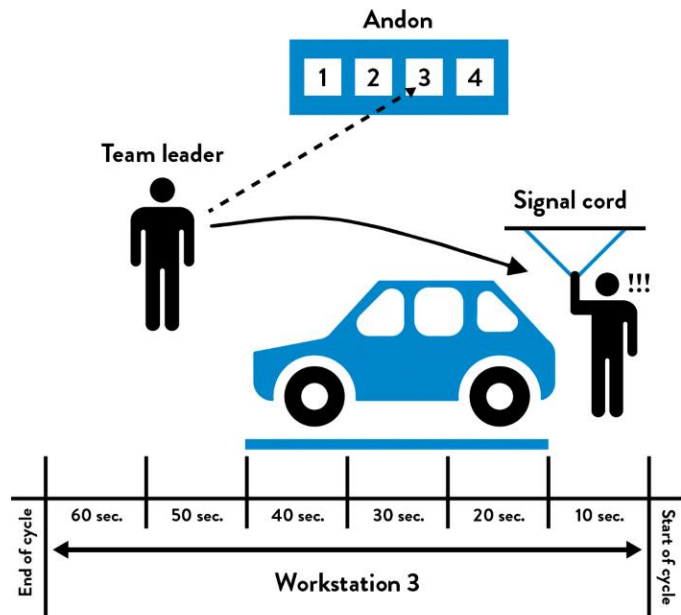


Figura 19 – Sistema ANDON CORD da Toyota (Thorp, 2018).

9 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 a 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, eliminado “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 20 e Figura 21). 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 20 - 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

Magnetite dressing plant process flow

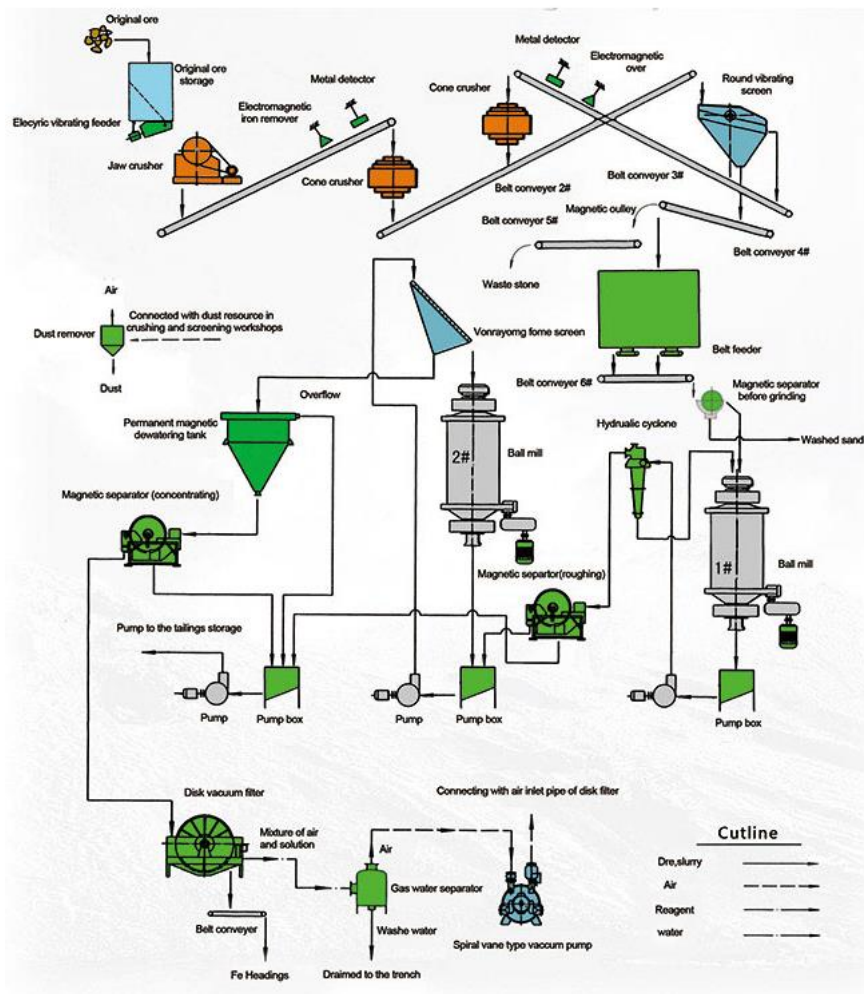


Figura 21 – Exemplo de um diagrama de fluxo de uma unidade extrativa e de produção de concentrados de magnetite. Imagem da Internet. Acedido em junho de 2020 em: <https://www.sudburyminingsolutions.com/featured/new-era-in-digital-mining-1605771>

O *Value Stream Mapping* surge como uma ferramenta de gestão *Lean* que oferece uma representação visual de um processo estruturado com os fluxos de materiais e de informação (Tapping e Shucker, 2003). O propósito desta ferramenta é, então, identificar e remover e/ou reduzir desperdícios ao longo da cadeia de valor, aumentando consequentemente a eficiência da mesma (Manos, 2006).

Quando usado corretamente, o VSM permite, para além da eliminação de desperdícios, manter um controlo do inventário, melhorar a qualidade dos bens ou serviços produzidos e oferece um maior controlo financeiro e operacional (Abdulmalek & Rajgopal, 2007).

O processo de criação de um *Value Stream Mapping* pode ser separado em quatro passos distintos (Figura 22): a escolha da família de processos a avaliar, o mapeamento do estado atual, o mapeamento do estado futuro e o plano de ação para chegar o estado futuro (Manos, 2006).



Figura 22 – 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 23 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. Embosing	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	X	2	Ornamental
020 AI Stuco	1,000 pcs/mo	X	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	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	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
EAW435?	150 pcs/mo	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	X	X	7	Coil to sheet to size
601	250 pcs/mo	X	X	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	X		
Stock Plate	250,000 lb/mo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										X	X	9	Stock plate

Figura 23 – 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.

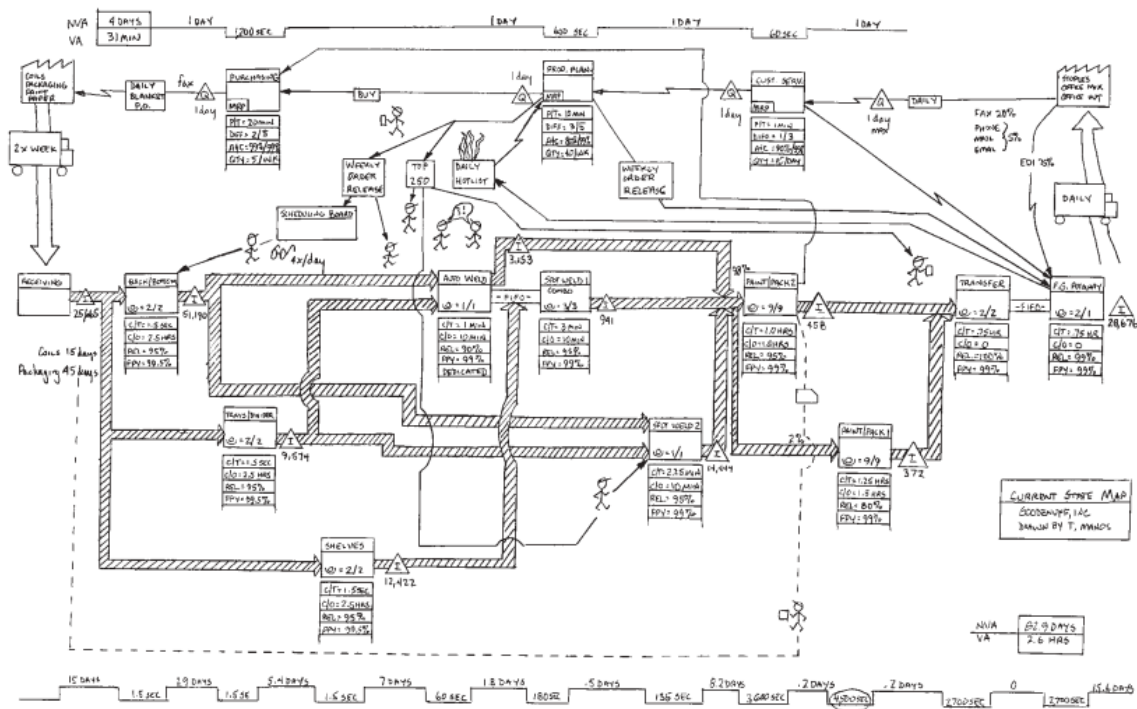


Figura 24 - Exemplo de mapa representando uma situação concreta de um processo produtivo (Manos, 2006).

Construído o mapa representativo da situação atual do processo produtivo (Figura 24), o passo seguinte é a construção produção do mapa do estado futuro procurado. Para a realização deste mapa vários autores sugerem que se procure responder a uma série de perguntas, no entanto estas dependem do tipo de produção que é realizada. Existem, no entanto, alguma perguntas que se enquadram na maior parte dos empreendimentos.

- **Qual é tempo Takt?:** o *Takt*, como já referido, permitirá quantificar a capacidade produtiva de um produto para satisfazer as exigências dos clientes. Em termos

matemáticos, corresponderá à razão entre tempo disponível por turno e a procura do bem;

- **Há congestionamentos ou travagens?:** para responder a esta pergunta será necessário olhar para os tempos de ciclo. Se algum destes tempos for maior que o tempo *Takt*, então, trata-se, provavelmente, de um congestionamento;
- **Onde é que se pode reduzir inventário ou onde é que se podem usar *supermercados*?:** estudar os *stocks* de matéria prima e averiguar se é possível reduzir o inventário e se faz sentido aplicar um sistema de reabastecimento de 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.

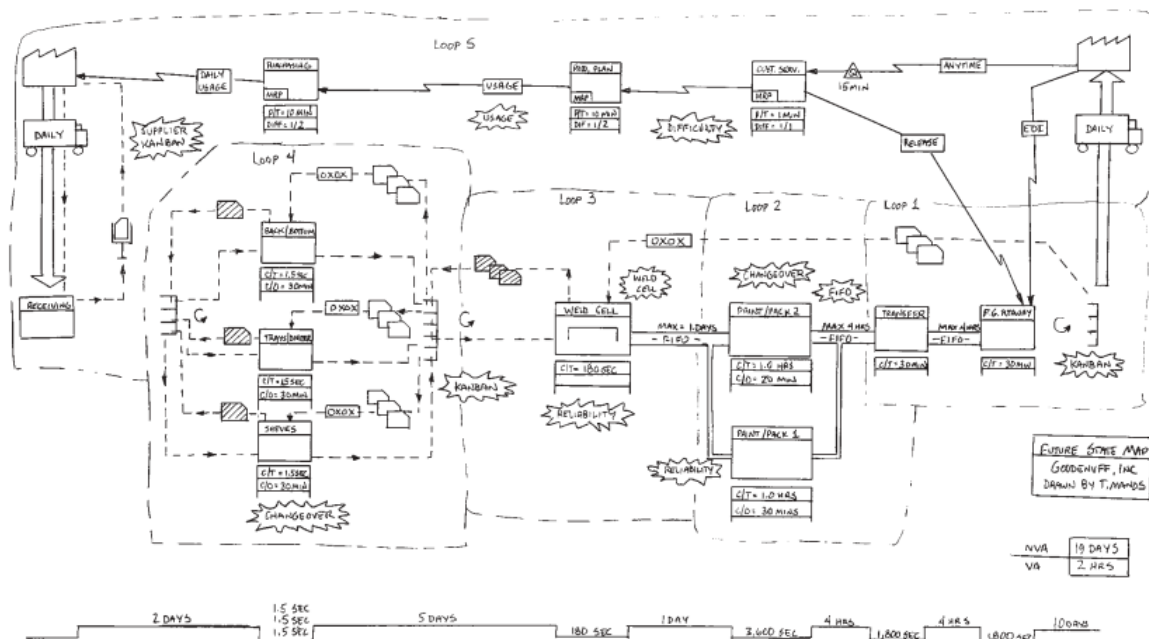


Figura 25 - Exemplo de um Value Stream Mapping futuro (Manos, 2006).

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.

10 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 26*).

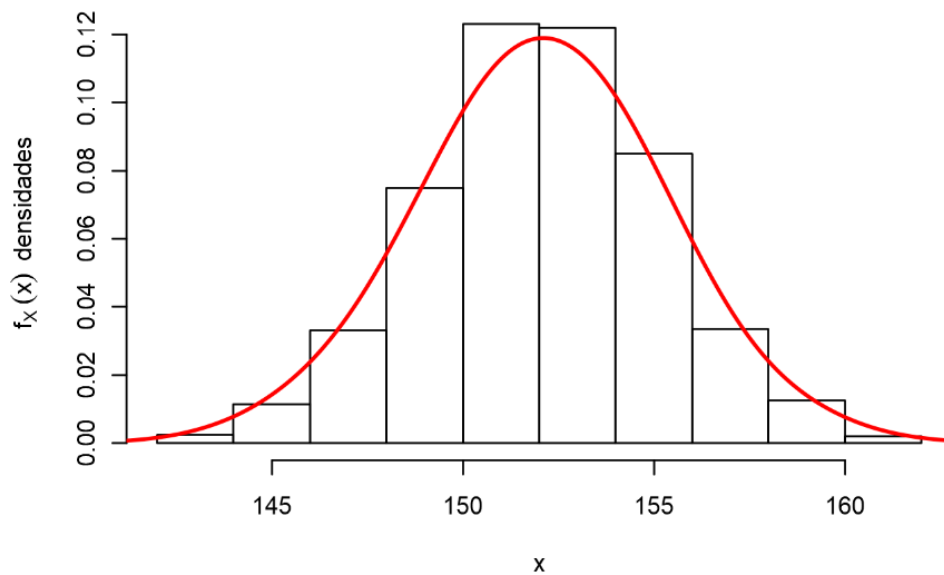


Figura 26 – Distribuição Normal de frequências de acontecimentos $F_x(x)$ para um conjunto de intervalos de tempos x de uma atividade

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 27).

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.

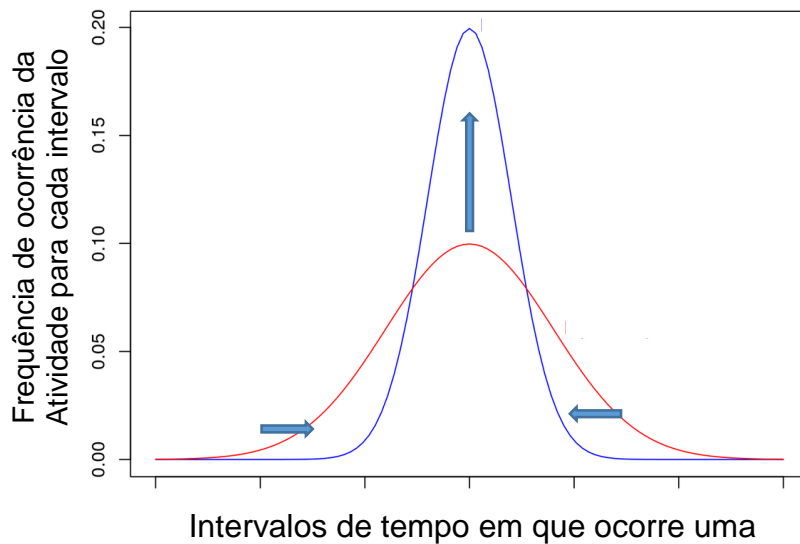


Figura 27 – Funções de Distribuição Normal para situação de maior (linha vermelha) e menor (linha azul) aleatoriedade do tempo de realização de uma atividade.

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 28*).

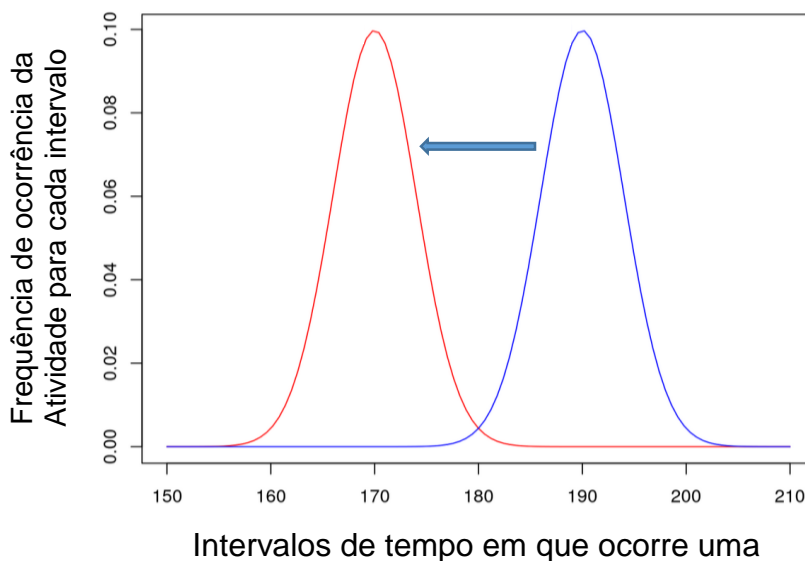


Figura 28 – Funções de Distribuição Normal para situação de maiores (linha azul) e menores (linha vermelha) tempos médios de atividade de realização de uma atividade.

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*.

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*.

10.1 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 29):

- *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 (Stamatis, 2004) de modo a garantir que não há regressões na qualidade dos processos.



Figura 29 – Ciclo DMAIC de aplicação dos princípios Lean 6 Sigma (Castro et al, 2013)

11 Morning Meeting (Reunião da Manhã)

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

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 30).

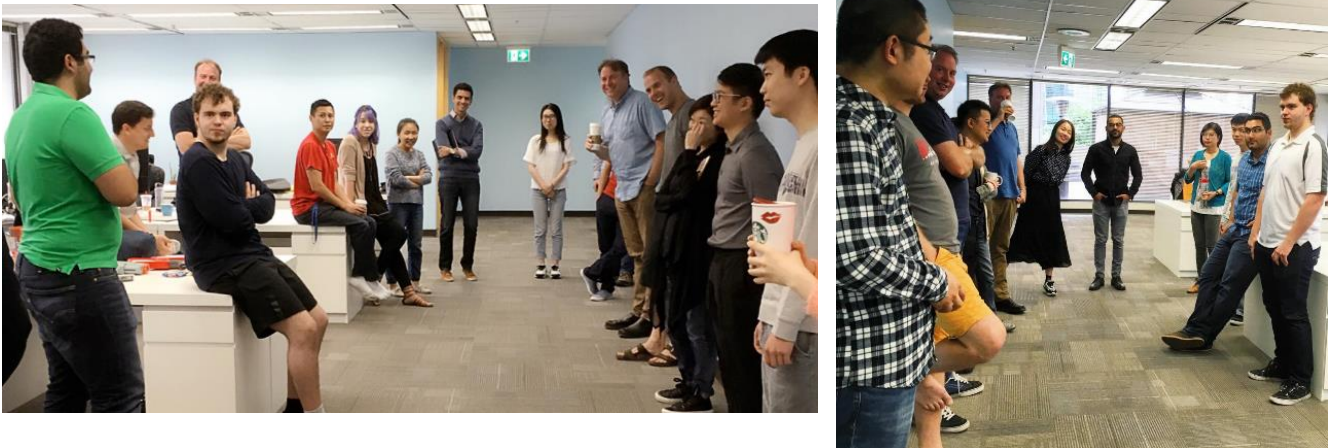


Figura 30 – As Reuniões da Manhã devem ser curtas e agradáveis (Hoobs, 2016).

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).

12 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).



Figura 31 – 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

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 31*).

A troca de quatro pneus nestas corridas pode despende menos de 15 segundos, quando para muitas pessoas, a troca de um único pneu pode levar facilmente 15 minutos.

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 32*) (Fonseca, 2009):

1. **Separar os *setup*'s 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 32 - Os principais passos do processo SMED (Fonseca, 2009).

No Canal *Youtube Lean Crawl* da Empresa TORRE – Mármore de transformação de Rocha Ornamental já atrás referida, é possível encontrar um vídeo de uma interessante melhoria SMED (Marques, 2016 a)), 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 33).

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 34 - esquerda).

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.



Figura 33 – Fotogramas de vídeo de um processo moroso de troca de ferramentas num sistema de elevação na TORRE (Marques, 2016 a)).

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

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 34 – 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 a). Pode ser encontrado neste link da Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=00dqE0HNz1Y>

13 *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”.

13.1 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 35).

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 35 - 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 Favro e Trello (Figura 36), 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.

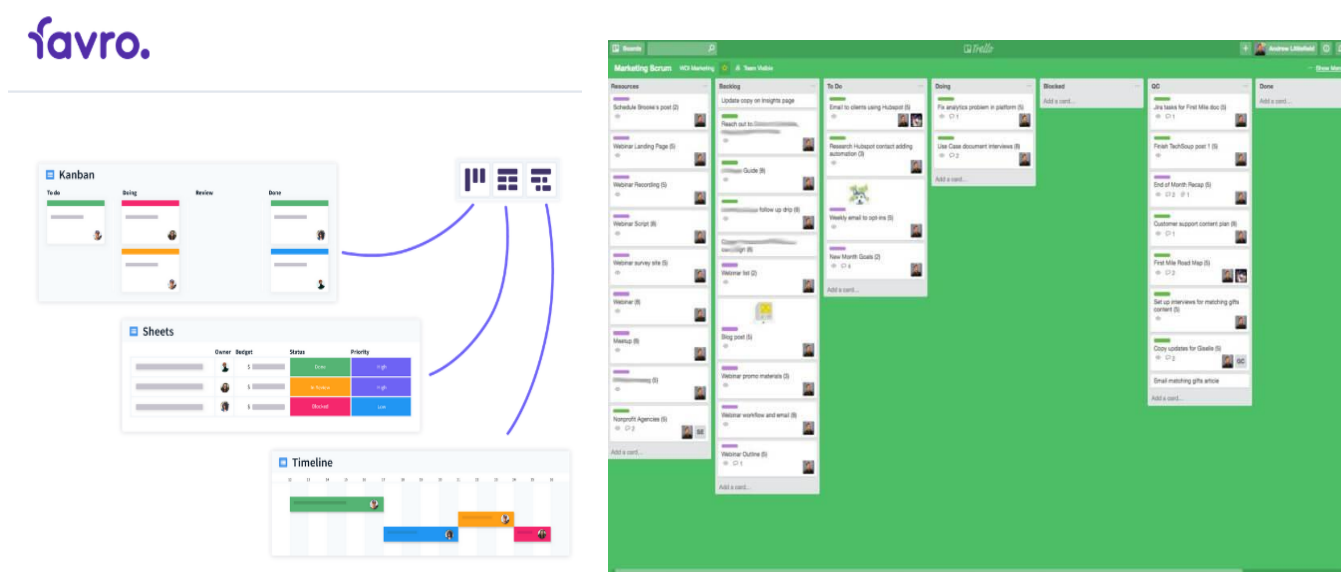


Figura 36 - Plataformas digitais Favro (esquerda) (<https://learn.favro.com>) e Trello (direita) (<https://trello.com/>) para implementação do sistema de planeamento Kanban.

13.2 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 37). 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.

Hora da Entrega 10:30	Área de Estocagem A 1 - 1	Fábrica Central da Toyota Motors
Fundição Ohashi Prateleira nº 1 – Embaixo	Número do Item 53018-60011	Identificação Montagem nº 2
	Nome do Item Linha de pressão do radiador	Usado em FJ Carro tipo (1)
21	Tipo de caixa Especial	50
	Capacidade da caixa 30	
Kanban de pedido de peças		

Nome		COLA SILESTONE
Nome Comercial		COLA BRANCO ZEUS
Uso		PRODUÇÃO
Qtd. Min		1
Qtd. encomendar		2
Fornecedor		COSENTINO
Email		armazem-porto@cosentinogroup.net
Telef		

Figura 37 - Exemplos de cartões *Kanban* de gestão de stocks. À esquerda Toyota (Ohno, 1997). À direita Empresa TORRE - Mármore.

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.

14 Conclusão

A chamada globalização, observada a diversos níveis e também na área da economia, têm originado o desenvolvimento e introdução contínua de novas tecnologias nas organizações

empresariais, gerando cada vez mais um elevado nível de competitividade e impondo às empresas a procura de melhorias contínuas, tendentes à eliminação de desperdícios e à otimização dos seus processos, de modo a garantirem a sustentabilidade dos seus negócios.

Os recursos da Filosofia de Gestão e Produção *Lean* aqui abordados, e muito outros que dela fazem parte, são ferramentas que efetivamente têm impacto ao nível operacional nos empreendimentos, mas também ao nível da cultura organizacional.

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 perceção da eficácia do mesmo.

E a Cultura *Lean* passa, definitivamente, a estar nelas presente.

14.1 Como definir uma Empresa *Lean*

Quando em 2018, o Engenheiro Filipe Marques, da Empresa TORRE – Mármore, 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 a)).

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 38).

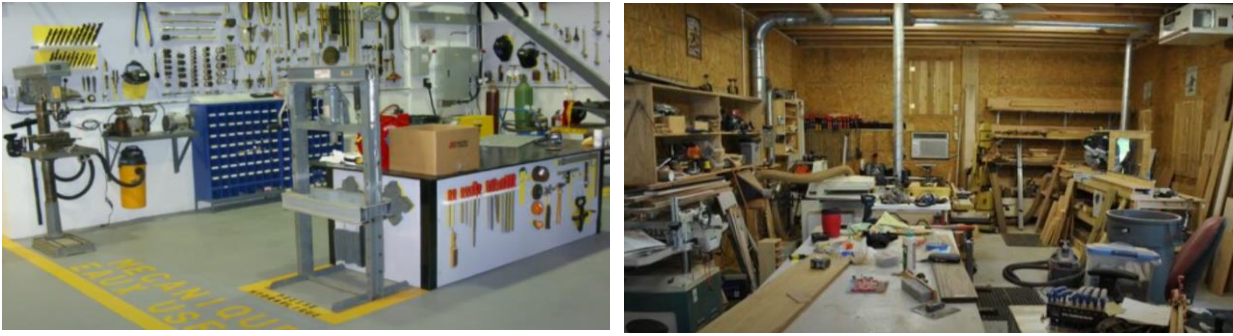


Figura 38 - Qual das empresas é *Lean*? Fotogramas de vídeo (Marques, 2018 a)).

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 a)).

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.

15 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. (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.

Bicheno, J. (2004). **The New Lean Toolbox: Towards Fast**. Flexible Flow.

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.

David, A. (2003). **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** Platano, Edições Técnicas. Acedido em outubro de 2018 em: <http://files.mestrado-em-ensino-de-ciencias.webnode.com/200000007-610f46208a/ausebel.pdf>

Ferreira, T. (2011). **Desenvolvimento de uma ferramenta de suporte à implementação do Lean Manufacturing em ambientes de produção intermitentes.** Dissertação de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial. Universidade da Beira Interior. Acedido em novembro de 2020 em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3851/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o-%20Tiago%20Ferreira.pdf>

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.

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: ProductivityPress

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>

Kracik, 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>

Liepina R. Lapina, I. Mazais, J. Janauska, J. (2013). **Innovations, Standards and Quality Management Systemas: 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.or.pdf](https://gtu.ge/Agro-Lib/%5BJeffrey_Liker%5D_The_Toyota_Way_-_14_Management_Principles(BookFi.or.pdf)

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

Marques, F. (2016). **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 a)). **Lean: Simple SMED**. Canal Youtube Lean Crawl. Acedido em julho de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=pUhVQhcCyaw>

Marques, F. (2017). **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 a)). **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). **(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 a)). **Which is Lean?**. Canal Youtube Lean Crawl. Acedido em julho de 2020 em: <https://www.youtube.com/watch?v=9qEhE7NsvjY>

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/>

Miranda, J. (2020). **A Filosofia de Gestão e Produção Lean numa Empresa de Transformação de Rocha Ornamental**”. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente da FEUP, da autoria de João Miguel Nogueira Miranda. FEUP. Acedida em novembro de 2020 em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/129887>

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/>

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

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

Ohno, T. (1988). **The Toyota Production System: beyond large-scale production**. Productivity Press, Portland, Oregon.

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**. Mississippi State University. Mississippi, EUA.

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

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/EUM0000000006527>

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>

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

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

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

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.

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

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

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