



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Benefícios das Ferramentas *Lean Manufacturing*

Análise Setorial e por Tamanho da Empresa

José Nunes Ladeira

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Denis Alves Coelho

Covilhã, Junho de 2017

Folha em branco

Agradecimentos

Aos meus filhos, Pedro e Nuno Alexandre, pelos apoios e incentivos sem os quais não conseguiria atingir os objetivos pretendidos.

Ao Professor Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos pelo apoio, incentivo e compreensão, desde o início da minha chegada à UBI.

Ao Professor Doutor Carlos Manuel Pereira Cabrita pela disponibilidade, motivação e interesse no apoio que me facultou.

Ao Professor Doutor Denis Alves Coelho, meu orientador no presente trabalho, que compartilhou comigo o seu conhecimento no tema e colaborou imensamente para qualidade do documento que apresento.

Pela disponibilidade para fazer uma revisão geral à dissertação, pela generosidade, pela ajuda, pelo apoio, pela preocupação, pelos conselhos e pelas orientações dispensadas no decurso da realização desta dissertação, fatores indispensáveis para o êxito deste trabalho.

E principalmente pela paciência sempre presente.

Obrigado por tudo!

Não esquecendo todos os outros professores que direta ou indiretamente me ajudaram e apoiaram.

A todos os meus colegas de curso que me acompanharam nestes dois anos, obrigado pela ajuda tão em cima da hora e por todo o amor e carinho demonstrados.

Folha em branco

Resumo

Com o presente trabalho procura-se fazer a análise dos benefícios das ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing* em relação a duas variáveis: setor de atividade económica e tamanho da empresa.

Para tal, procedeu-se a um levantamento bibliográfico dos benefícios do *Lean Manufacturing* através da revisão bibliográfica com análise segmentada por domínio de atividade económica e categoria de Tamanho da Empresa.

Utilizaram-se as bases de dados bibliográficos do *Scopus*, que é um agrupamento de referências de artigos científicos ou referências de documentos, para fazer o levantamento bibliográfico, obtendo-se um banco de dados relacionados com os tópicos e informações específicas a pesquisar.

Procedeu-se a uma cuidada análise de todos eles, baseada na escolha de 5 parâmetros: , sendo 3 deles de existência obrigatória: setor de atividade económica ou tamanho da empresa, a ferramenta usada e os benefícios obtidos através dessa mesma ferramenta, e dois facultativos: a indústria e o país ou território de implementação, de maneira a retirarem-se as informações necessárias para responder às questões colocadas nas perguntas de investigação.

Foram analisados no total 381 documentos: 187 por setor económico e 194 por tamanho da empresa. Quando da aplicação das ferramentas Lean foram descartados 114 documentos da variável 1-por setor económico e 163 documentos da variável 2-por tamanho da empresa tendo ficado para análise 73 documentos da variável 1 e 31 documentos da variável 2.

Os benefícios mais encontrados na revisão bibliográfica efetuada foram a redução de custos, eliminação de resíduos e melhoria do desempenho dos processos. No setor secundário a ferramenta mais utilizada é o VSM seguida do JIT. No setor Terciário é o Kanban. No setor quaternário é o VSM. Por tamanho, o VSM é a ferramenta mais utilizada nas pequenas e médias empresas e o JIT nas grandes empresas.

Palavras-chave

Revisão bibliográfica, Setor de atividade económica, Tamanho empresarial, VSM, Seven wastes, 6 sigma, JIT, 5S+1.

Folha em branco

Abstract

This paper aims to analyze the benefits of the tools of the Lean Manufacturing philosophy in relation to two variables: economic activity sector and company size.

For this, a bibliographic survey of the benefits of Lean Manufacturing was carried out through the literature review with analysis segmented by economic activity domain and Company Size category.

The bibliographic databases of Scopus were used, which is a grouping of references of scientific articles or references of documents, to make the bibliographical survey, obtaining a database related to the topics and specific information to be searched.

A careful analysis was made of all of them, based on the choice of 5 parameters: 3 of them are mandatory: economic activity or company size, the tool used and the efficiency obtained through the same tool, and two The industry and the implementing country or territory in order to remove the information needed to answer the questions asked in the research questions.

A total of 381 documents were analyzed: 187 by economic sector and 194 by company size. When applying the Lean tools, 114 documents of variable 1-by economic sector and 163 documents of variable 2-by company size were discarded and 73 documents of variable 1 and 31 documents of variable 2 were analyzed.

In the secondary sector the most used tool is VSM followed by JIT. In the tertiary sector it is the Kanban. In the quaternary sector it is the VSM. By size, VSM is the most widely used tool in small and medium-sized enterprises and JIT in large enterprises.

Keywords

Bibliographical review, Economic activity sector, Business size, VSM, Seven wastes, 6 sigma, JIT, 5S + 1.

Folha em branco

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Palavras-chave	v
Abstract	vii
Keywords	vii
Índice	ix
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
Lista de Acrónimos	xviii
Capítulo 1. Introdução	1
1.1. Enquadramento Geral	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1. Objetivo Geral	1
1.2.2. Objetivos específicos	1
1.2.3. Perguntas de Investigação	2
1.3. Estrutura da Dissertação	2
1.3.1. Análise Documental	2
1.3.2. Recolha de Dados	3
1.4. Metodologia de Investigação	3
1.4.1. Revisão Bibliográfica	3
Capítulo 2. História da Toyota Production System, TPS	4
2.1. As Fundações	7
2.2. Os Pilares do Toyota Production System, TPS	8
2.2.1. O Pilar Just-In-Time, JIT	8
2.2.2. O Pilar Jidoka	8
Capítulo 3. A Filosofia <i>Lean Manufacturing</i>	10
3.1. Introdução ao <i>Lean Manufacturing</i>	10
3.2. Princípios do <i>Lean Manufacturing</i>	12

3.3. Os Desperdícios do <i>Lean Manufacturing</i>	14
3.4. As Principais ferramentas do <i>Lean Manufacturing</i>	18
3.4.1. Kayzen	18
3.4.2. Metodologia 5 S	19
3.4.2.1. 1º S Seiri – Senso de Utilização	20
3.4.2.2. 2º S Seiton – Senso de Arrumação	21
3.4.2.3. 3º S Seiso – Senso de Limpeza	21
3.4.2.4. 4º S Seiketsu – Senso de Saúde e Higiene	21
3.4.2.5. 5º S Shitsuke – Senso de Auto-Disciplina	21
3.4.2.6. 6º Segurança	21
3.4.3. Kanban	22
3.4.4. Value Stream Mapping, (VSM) ou Mapeamento ao Fluxo de Valor	24
3.4.5. Single Minute Exchange of Die, SMED	26
3.4.6. Standard Work	28
3.4.7. Ciclo Plan-Do-Check-Act, PDCA	29
3.4.8. Gestão Visual – Andon SN	30
3.4.9. W's 2H	32
3.4.10. 6 Sigma	32
3.4.11. Heijunka	34
3.4.12. Poka-Yoke	35
3.4.13. Takt Time – Balanceamento da produção	36
3.4.14. Diagrama de Spaghetti	36
3.4.15. Total Quality Management, TQM	37
3.4.16. Total Productive Maintenance, TPM	37
3.4.16.1. Princípios da Filosofia TPM	40
3.4.16.2. Pilares da Filosofia TPM	40
Capítulo 4. Resultados da Revisão Bibliográfica Focada	43
4.1. Análise por Setor Económico	53
4.2. Análise por Tamanho da Empresa	57
Capítulo 5. Discussão	62
Análise da Resposta às Perguntas de Investigação	63

Capítulo 6. Conclusão	63
6.1. Análise da Satisfação dos Objetivos	63
6.2. Limitações ao Trabalho	64
6.3. Trabalhos Futuros	64
Referências Bibliográficas	65
Anexo 1 – Glossário de Termos e Acrónimos do <i>Lean Thinking</i>	74

Folha em branco

Lista de Figuras

Figura 01 - Programa de Desenvolvimento da Investigação	03
Figura 02 - Origem do Lean	04
Figura 03 - Deming e a obtenção de qualidade	05
Figura 04 - Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda	06
Figura 05 - Origens do TPS	06
Figura 06 - Casa do Sistema Toyota de Produção	07
Figura 07 - Filosofia de Confúcio	08
Figura 08 - Conceito de autonomação	09
Figura 09 - <i>Princípios do Lean Manufacturing</i>	13
Figura 10 - Processamento em fluxo contínuo	13
Figura 11 - Vantagens do fluxo contínuo no arranjo celular	14
Figura 12 - Os 8 desperdícios	15
Figura 13 - Kaizen: palavra de origem japonesa	17
Figura 14 - Os 5 S's	18
Figura 15 - 5 S's	19
Figura 16 - Os Cinco S +1, ((5+1)S)	20
Figura 17 - O 6º S-segurança	20
Figura 18 - Técnicas e ferramentas Lean – kanban	22
Figura 19 - kanban – sistema empurrado	22
Figura 20 - kanban – sistema puxado	23
Figura 21 - Técnicas e ferramentas Lean – cartões kanban	23
Figura 22 - Exemplo de um VSM-mapa de fluxo de valor, VSM	24
Figura 23 - Alguns símbolos aplicados na elaboração do VSM	26
Figura 24 - Ilustração das diferentes fases da aplicação do método SMED	28
Figura 25 - Ciclo de melhoria contínua PDCA	29
Figura 26 - Exemplos de práticas de “controle visual”	31
Figura 27 - Quadro de informações de gestão	31
Figura 28 - Sistema de visualização Andon	32
Figura 29 - 6 Sigma DMAIC	34
Figura 30 - Representação do <i>Takt Time</i>	36
Figura 31 - Exemplo de um diagrama de <i>Spaghetti</i>	37
Figura 32 - História do TPM	38
Figura 33 - Quebra Zero, Defeito Zero e Acidente Zero	38
Figura 34 - Os Pilares do TPM	41

Folha em branco

Lista de Tabelas

Tabela 01 - Do artesanal ao Lean	10
Tabela 02 - A essência do Lean	14
Tabela 03 - Muda – combate aos desperdícios	16
Tabela 04 - Significado dos símbolos da cadeia de valor, VSM	25
Tabela 05 - Os 8 Pilares da manutenção produtiva total	41
Tabela 06 - Ferramentas usadas por setor económico e respetivos benefícios com identificação dos respetivos autores	47
Tabela 07 - Ferramentas usadas por tamanho industrial e respetivos benefícios com identificação dos respetivos autores	51
Tabela 08: Classificação por setores económicos	53
Tabela 09: Quantificação por ano das obras encontradas na pesquisa bibliográfica por “ Benefits and lean manufacturing and (industry or sector) “ antes da triagem	53
Tabela 10: Ferramentas encontradas na revisão bibliográfica com indicação do setor de atividade económica em que foram beneficemente aplicadas caso a caso	54
Tabela 11: Classificação por tamanho	58
Tabela 12: Quantificação por ano das obras encontradas na pesquisa bibliográfica por “ Benefits and lean manufacturing and (industry or size) “ antes da triagem	58
Tabela 13: Ferramentas encontradas na revisão bibliográfica com indicação do tamanho da empresa em que foram beneficemente aplicadas caso a caso	59
Tabela 14: Resultados obtidos pela análise dos documentos	61
Tabela 15: Quantificação por setor económico e por tamanho da empresa da distribuição das ferramentas de Lean Manufacturing benéficas mais encontradas na revisão bibliográfica	61

Folha em branco

Lista de Acrónimos

Heijunka – Nivelamento da produção

Jidoka – Automação das máquinas com toque humano

JIT – Just-in-time (produzir apenas o que é necessário)

Kaizen – Melhoria Contínua

Kanban – Cartão (Ferramenta de controlo de fluxo de materiais)

PDCA – Plan, Do, Check, Act

SDCA – Standardize, Do, Check, Act

Poka-Yoke – Mecanismo anti-erro.

SW – Standard Work

SMED – Single-Minute Exchange of Dies (Troca Rápida de Ferramentas)

TC – Tempo de Ciclo

TK – Takt Time

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)

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

TQM – Total Quality Management (Gestão pela Qualidade Total)

VSM – Value Stream Mapping (Mapa do Fluxo de Valor)

WIP – Work-in-Process

Folha em branco

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento Geral

De tempos a tempos, o mundo empresarial e a gestão industrial que neste se engloba, é assolado por uma vaga de novas filosofias e ferramentas que tendem a disseminar-se globalmente. Exemplos decorridos foram a implementação dos princípios da qualidade e a crescente importância dada à certificação. Neste âmbito, também a filosofia *Lean Manufacturing* tem sido gradualmente disseminada e implementada. Neste trabalho focam-se os benefícios já relatados na bibliografia científica especializada que a sua implementação traz para as empresas, com base em revisão bibliográfica, e propondo uma análise contemplado as dimensões de setor de atividade económica e tamanho da empresa.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Levantamento da utilização das ferramentas da filosofia *Lean Manufacturing* e dos seus benefícios.

1.2.2. Objetivos Específicos

Proceder a um levantamento das ferramentas *Lean Manufacturing* mais utilizadas e dos benefícios do *Lean Manufacturing* através da revisão bibliográfica com análise segmentada por:

- Domínio territorial;
- Categoria de tamanho.

1.2.3. Perguntas de investigação

1. Por setor

- Quais as indústrias e os setores que têm vantagens na implementação de uma ferramenta específica?

2. Por tamanho

- O tamanho de uma empresa é um fator mediador na obtenção de vantagens de uma ferramenta de produção LM?

1.3 Estrutura da Dissertação

Em termos de organização a dissertação foi estruturada em seis capítulos, para além do presente, que pretendem encadear de forma lógica a investigação efetuada.

O segundo capítulo é a revisão bibliográfica de publicações e artigos científicos dos aspectos mais importantes sobre a *Filosofia Lean*, assim como conceitos e definições da mesma.

O terceiro capítulo baseia-se numa explicação clara e breve das *Principais Ferramentas do Lean Thinking*.

O caso de estudo é descrito e caracterizado no quarto capítulo, através de análise de dados recolhidos, sendo explicados os critérios base da sua estrutura, as características fundamentais e o modo fundamental de funcionamento do processo de desmontagem/montagem dos Motores. Também é apresentada e comentada as ações e os registos realizados ao longo da investigação e é feita a avaliação dos resultados e objetivos alcançados.

No quinto capítulo são apresentadas as principais conclusões sobre as disposições apresentadas nos capítulos anteriores e são apontadas as limitações do estudo.

O sexto capítulo trata da conclusão a retirar do trabalho efetuado.

1.3.1 Análise Documental

A análise documental reportou-se a 73 documentos da variável 1, benefícios da Filosofia Lean Manufacturing em relação aos setores de atividades económicas e 31 documentos da variável 2, benefícios da Filosofia Lean Manufacturing em relação ao tamanho das empresas.

1.3.2 Recolha de Dados

A Figura 01 expõe esquematicamente a evolução do programa de investigação realizado nesta dissertação.

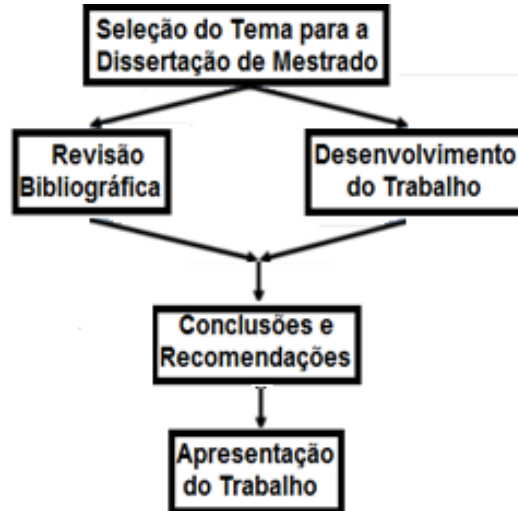


Figura 01. Programa de Desenvolvimento da Investigação
(Fonte: do autor).

1. 4. Metodologia de Investigação

Foi feita uma Metanálise aos resultados da pesquisa bibliográfica visando identificar respostas às perguntas de investigação.

1.4.1 Revisão Bibliográfica

Usou-se a pesquisa bibliográfica como metodologia através da análise da documentação obtida no motor de busca SCOPUS.

Os descritores (palavras certas) a usar na estratégia de busca para a pesquisa foram escolhidos tendo como referência as variáveis seguintes:

1. Industry Sector Benefits Lean Manufacturing
2. Industry Size Benefits Lean Manufacturing

Utilizaram-se operadores booleanos na pesquisa bibliográfica para:

- fazer o cruzamento de duas ou mais palavras: operador AND;
- somar palavras: operador OR.

Acrescentou-se o termo correspondente à ferramenta Lean a pesquisar.

Capítulo 2

História do Toyota Production System

Após a Segunda Guerra Mundial muitas empresas japonesas passavam por grandes e graves dificuldades. Os engenheiros japoneses Eiji Toyoda e Taiichi Ohno realizaram uma visita à linha de montagem dos automóveis Ford e perceberam que o modelo de produção que eles realizavam, (produção em massa), não seria possível implantar no Japão, por algumas limitações, como, por exemplo, o tamanho da empresa e a dificuldade de escoar grande quantidade de produtos a serem produzidos. Com isso, os engenheiros Eiji Toyoda e Taiichi Ohno começaram a desenvolver um novo método de produção, com base na produção em massa. A Toyota foi a criadora e pioneira desse método, mas, segundo Womack, (2004, p. 1) “ todo o mundo tenta agora adotar a produção Lean, porém o caminho é cheio de obstáculos”. Com a expansão desse sistema pelo mundo, começaram haver várias divergências e resistências na aceitação do sistema.

A excelência operacional da Toyota baseou-se nas ferramentas e técnicas de melhoria da qualidade descritas na filosofia *Lean*, assim como na constante inovação dos processos tendo revolucionado a indústria automóvel.

Esquemmatizando essa evolução:

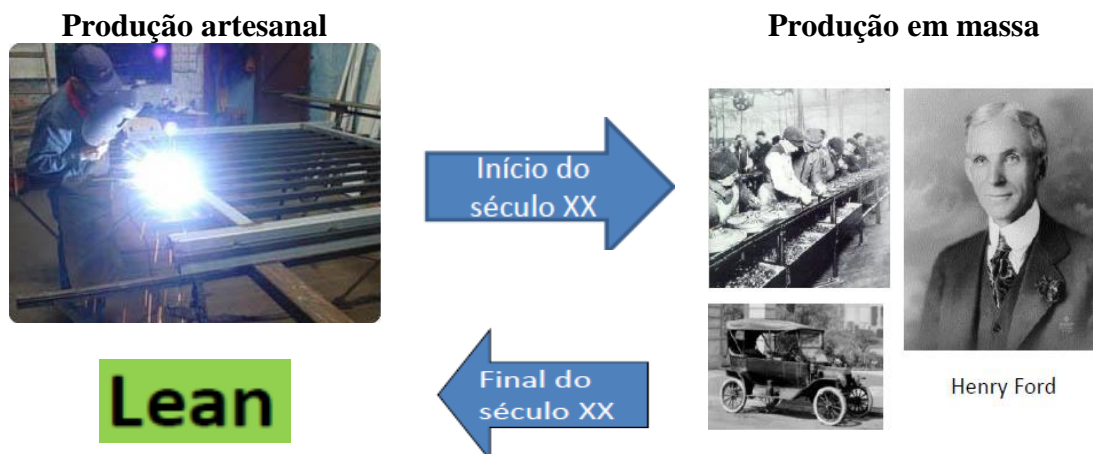


Figura 02: Origem do Lean

Fonte: <http://www.ft.unicamp.br/liag/semanaliag/Slides/Lean.pdf>

Muitas das ideias incluídas no conceito de Lean Manufacturing remontam a Frederic Taylor e aos seus conceitos de Scientific Management, por volta de 1910. Estes conceitos foram continuamente desenvolvidos e melhorados durante os 50 anos seguintes por Frank e Lilian Gilbreth, (Estudo do Movimento, Motivação de Colaboradores), Henry Ford, (O Modelo T e a Linha de Montagem), William E. Deming, (Teoria de Amostragem, Qualidade e Produtividade), entre outros.

Com base nestas primeiras ideias, o conceito de Lean Manufacturing emergiu no Japão do pós-segunda guerra mundial através de William E. Deming que foi para esse país de forma a desenvolver os conceitos aplicados nos Estados Unidos:


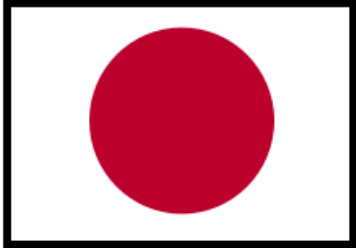
	<p>Deming</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durante a Segunda Guerra apoiou os EUA • Foi ao Japão para apoiar na reconstrução depois da Segunda Guerra 	
<p>“ Adotando apropriados princípios de gestão, as organizações podem aumentar qualidade e reduzir custos. A chave é praticar as melhorias contínuas e pensar na manufatura como um sistema Qualidade = $\frac{\text{Resultados do trabalho}}{\text{Custos totais}}$ “</p>		

Figura 03: Deming e a obtenção de qualidade
Fonte: <http://www.ft.unicamp.br/liag/semanaliag/Slides/Lean.pdf>

Sakichi Toyoda, (1867-1930), fundador da Toyoda Teares, (Toyoda Automatic Loom) criou, em 1924, o primeiro tear automatizado em que, além de fazer as trocas automaticamente, também parava a produção, caso o fio arrebentasse. Esse é o conceito *jidoka*, (capacidade do equipamento parar e sinalizar em caso de problema), que é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, (Marcos, 2011).

Kiichiro Toyoda, (1894-1952), filho de Sakichi, ao viajar para os Estados Unidos com o intuito de licenciar o fabrico de teares, ficou entusiasmado com os automóveis e a indústria que estava em franco crescimento nessa época. Voltando para o Japão, iniciou, em 1933, uma linha de fabricação de automóveis dentro da própria indústria do pai. Em 1936 é lançado o primeiro automóvel, o Standard Sedan AA 1936, ainda com a marca Toyoda, e não Toyota.

Em 1937, Kiichiro funda a Toyota Motor Co, e convida seu primo, Eiji Toyoda, (1913-2013), para trabalhar com ele. No ano seguinte, Kiichiro lança o JIT, (just-in-time), que significa entregar o que é pedido, quando e onde é requerido. Isso implica em eliminação de estoques desnecessários e aumento de produtividade. O JIT é o segundo pilar do Sistema Toyota de Produção.

Com o ingresso de Taiichi Onho, (1912-1990) na Toyota, em 1943, reforça-se a equipa que estava construindo as bases do modelo Toyota de Produção. Taiichi Ohno, um engenheiro nascido na China, por suas contribuições ao desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, é reconhecido como um dos maiores responsáveis pelo seu sucesso.

Em 1953, o engenheiro Shigeo Shingo, (1909-1990), que na época já fazia consultoria, inicia sua jornada na Toyota. Nesse mesmo ano, Taiichi adota o kanban na fábrica. Mais de 10 anos depois, seria adotado também com os fornecedores, completando todo o ciclo de puxada de material.

A criação do sistema deve-se, então, principalmente a 5 pessoas, (Marcos, 2011).:

- O fundador da Toyoda Teares e mestre de invenções, Sakichi Toyoda
- Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi, fundador da Toyota e segundo presidente
- Eiji Toyoda, primo de Kiichiro, tornou-se o quinto presidente
- Taiichi Ohno, executivo e engenheiro, criador do kanban
- Shigeo Shingo, engenheiro e criador do setup rápido e poka-yoke




		
Diretor nos anos 40 Desenvolveu TPS	SMED, (1970) Stock 0	Presidente até 1981 Atuou com Ohno

Figura 04: Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda
Fonte: <http://www.ft.unicamp.br/liag/semanaliag/Slides/Lean.pdf>

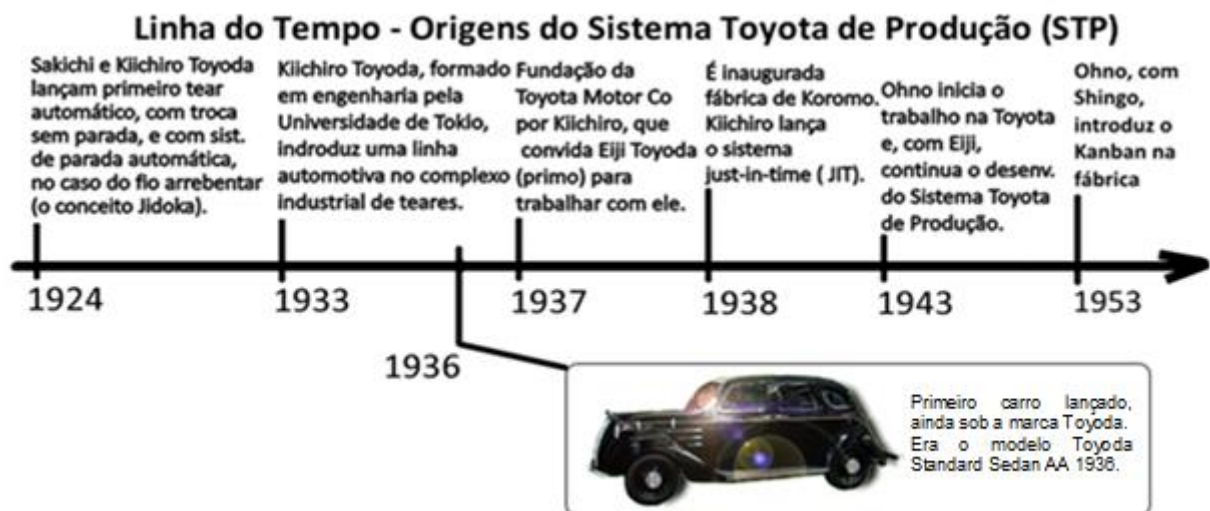


Figura 05: Origens do TPS
Fonte: <http://gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>

2.1. As fundações do Toyota Production System, TPS

O TPS não é apenas um conjunto de técnicas, mas é um sistema com base numa estrutura. Com o intuito de difundir as melhores práticas desenvolvidas na Toyota para outras organizações e também para fornecedores, Fujio Cho, ex-director da Toyota, desenhou uma representação simples do TPS, denominada a *Casa do TPS*, (Liker, 2004). Existem várias representações da casa do TPS, que apresentam pequenas variações, mas todas mantêm basicamente os mesmos elementos. Um exemplo da casa do TPS é apresentado na Figura 06:

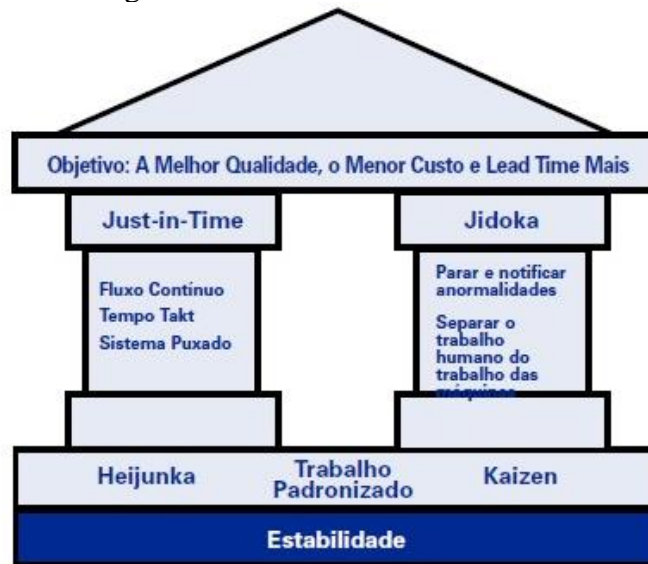


Figura 06: Casa do Sistema Toyota de Produção

Fonte: [http://www.lean.org.br/conceitos/117/sistema-toyota-de-producao-\(toyota-production-system---tps\).aspx](http://www.lean.org.br/conceitos/117/sistema-toyota-de-producao-(toyota-production-system---tps).aspx)

O motivo da representação do TPS ser através de uma casa é para explicitar o símbolo estrutural: -, (...) uma casa é um sistema estrutural. A casa só é forte se o telhado, as colunas e as fundações forem fortes, (Liker, 2003).

Basicamente, a casa encontra-se dividida em três partes:

- O telhado representa os objectivos do TPS;
- As colunas externas, (pilares) têm como função sustentar os objectivos;
- As fundações são a base de todo o sistema.

As fundações são a parte do sistema que sustenta a casa, sendo por isso consideradas como elemento principal. A *Estabilidade* é necessária antes de começar qualquer mudança dentro de uma empresa que tenha como objectivo a implementação de um sistema de produção seguindo os princípios do *Lean Thinking*.

A relação da Toyota com os fornecedores estrangeiros, que envolve a capacitação dos mesmos, tem sido utilizada por muitas empresas como ponto de partida de implementação do TPS. Inicialmente são trabalhados os elementos que fornecem uma *Estabilidade* básica dos processos, para nas etapas subsequentes, padronizar os processos e aplicar outros princípios e ferramentas de implantação, (Shingo, 1985; Liker, 2004; Gallardo, 2007).

Ao estabelecer de maneira bastante detalhada os procedimentos para o trabalho de cada um dos operadores num processo de produção, obtém-se o Processo Estável e Normalizado. Este tem como base os seguintes elementos: Takt Time, detalhe da sequência exata de trabalho das tarefas executadas no Takt Time e o stock padrão, necessário para manter o processo a funcionar sem muitas variações., (Greeting, 2009).

2.2 Os Pilares do Toyot Production System, TPS

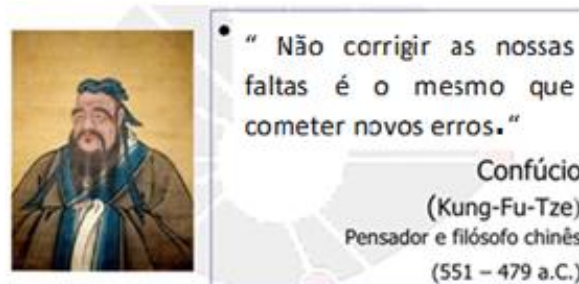


Figura 07: Filosofia de Confúcio
Fonte: do autor

2.2.1 O Pilar Just-In-Time, JIT

Baseia-se na Manufacturing “Pull, (puxar)” e define-se como um sistema no qual a Manufacturing e a movimentação ocorrem à medida que são necessários. Produto certo, no momento certo e na quantidade certa. Assenta no fornecimento instantâneo, fazendo desaparecer stocks.

O conceito de Just in Time estabelece que um processo deve produzir a peça certa, na hora certa e na quantidade certa exigida pelo processo seguinte. Para gerenciar isso, há um sistema de informação denominado Kanban que controla a produção. Segundo Monden, (1994), o sistema kanban é conhecido como um subsistema do TPS, (Toyota Production System). O kanban é um cartão utilizado no sistema Toyota de produção ou Pull System, que possibilita informar o processo fornecedor que o item já foi consumido pelo processo cliente e que é necessário repor. Então, o kanban é uma ordem que informa o processo fornecedor de que ele deve produzir determinado item.

2.2.2 O Pilar Jidoka ou Automação, JIT

Ghinato, (1994), afirma que Automação consiste em facultar à máquina ou ao operador a autonomia de interromper a produção sempre que alguma anormalidade seja detetada ou quando a produção requerida for atingida. Shingo, (1989) diferencia automação ou Jidoka de automação, dizendo que o primeiro está muito mais ligado a autonomia e inteligência com toque humano. Ele caracteriza como uma pré-automação, mesmo porque ela não é limitada a processos automáticos. Pode ser utilizada em operações manuais. Para a Toyota o importante é o equipamento detetar um determinado problema e parar imediatamente, sem a intervenção humana. Nesse caso o homem intervém somente na solução do problema. Segundo Monden, (1994) a Automação possui dois conceitos dentro do Sistema Toyota:

1. Mecanização: simplesmente passar de um processo manual para um processo automatizado, (Agostinho, 2001). É considerado insatisfatório, pois não apresenta um sistema de deteção de defeitos; não há o feedback para deteção de erros nem um dispositivo para parar o processo se o defeito é identificado.

2. Controle automático de defeitos: automação com toque humano.

Finalidade: não permitir que peças com defeito caminhem para a próxima operação. Projeto de equipamentos com dispositivos que não só detetam situações anormais como também param a máquina sempre que ocorrem irregularidades.

O conceito de automação é uma técnica para detecção e correção de erros na produção, que busca a qualidade assegurada ou o controle total da qualidade em seus produtos e processos para atender as necessidades do cliente ao menor custo possível.

JIDOKA é então a operacionalização do conceito de controle de qualidade zero defeitos, abandonando o paradigma de qualidade por inspeções especializadas.

Dentro da metodologia da Toyota, a inspeção deve ser incorporada ao próprio processamento, o que elimina a possibilidade de ocorrência de falhas e ainda elimina a necessidade de uma inspeção após o processamento. A automação incorpora:

1. Um Mecanismo para detecção de erros.
2. Um Mecanismo para parar a linha ou a máquina quando o defeito for gerado.

Sakichi Toyoda criou os mecanismos de parada automática e posteriormente inspirou o surgimento dos dispositivos a prova de erros. A Figura 08 exemplifica o conceito de automação, segundo Monden, (1994):

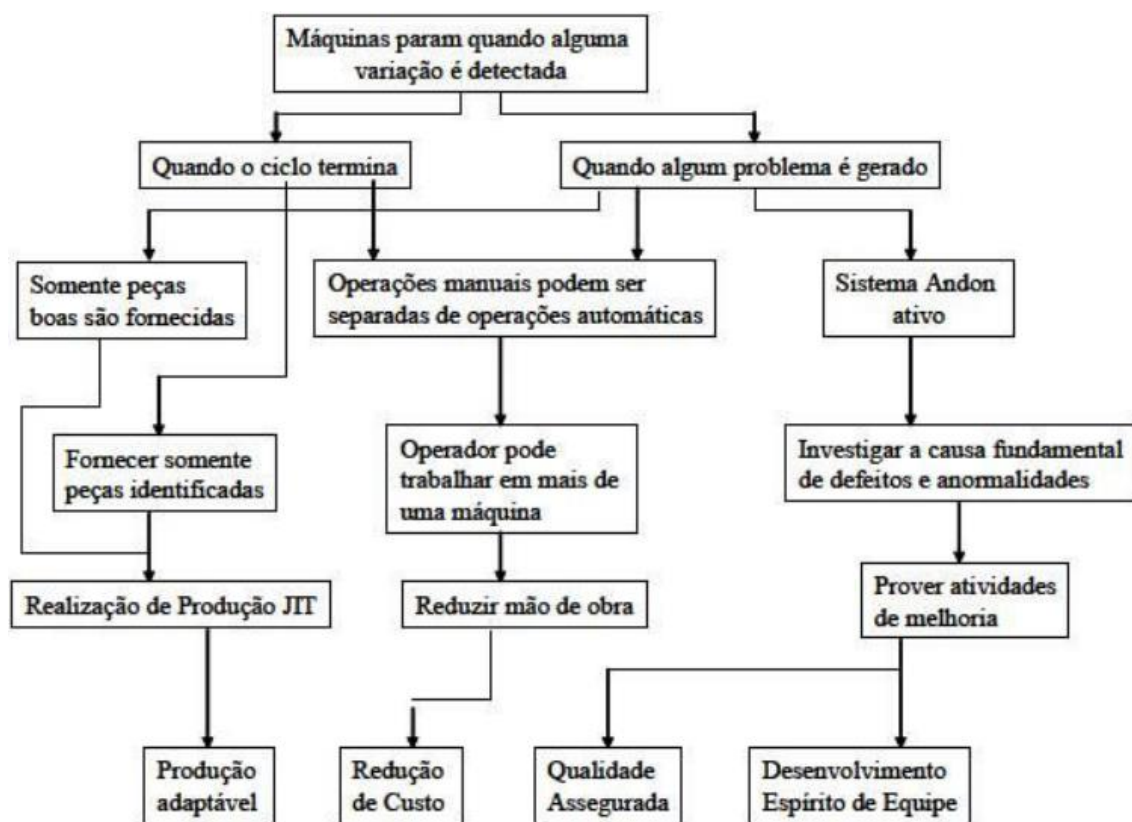


Figura 08: Conceito de automação

Fonte: Monden, (1994).

Capítulo 3

A Filosofia *Lean Manufacturing*

3.1 Introdução ao *Lean*

Lean Manufacturing é um sistema de produção que teve início na década de 50, no Japão, após a Segunda Guerra Mundial, através dos engenheiros japoneses Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, que começaram a desenvolver um novo método de produção com base na produção em massa. A Toyota foi a criadora e pioneira desse método, mas, segundo Womack, (2004, p. 1), “ todo o mundo tenta agora adotar o Lean Manufacturing porém o caminho é cheio de obstáculos”. Com a expansão desse sistema pelo mundo, começaram a haver várias divergências e resistências na aceitação do sistema.

O Lean Manufacturing surgiu na Toyota na década de 1950, a fim de enfrentar os desafios necessários para atender mercados menores com uma maior variedade de veículos, o que exigia maior flexibilidade de produção. Seu principal objetivo é executar operações com um mínimo de custo e sem desperdícios, a fim de alcançar uma melhoria na qualidade, custos e entrega e, para atingir esse fim, atua sobre as causas de variabilidade ou perdas, ou seja, sobre aquilo que o cliente não percebe como valor adicionado. Também, o Lean Manufacturing atua sobre as causas de inflexibilidade, ou seja, sobre tudo o que não se adapta à procura do cliente, (Womack et al., 1990). O Lean Manufacturing pode ser considerado um sistema de produção integrado que visa minimizar os níveis de *stock* e maximizar a capacidade utilizada, por meio da minimização da variabilidade no sistema, (Wacker, 2004; De Tréville e Antonakis, 2006).

A Tabela 01 apresenta a evolução dos sistemas de produção.

Tabela 01: Do artesanal ao Lean

Fonte: <http://www.ft.unicamp.br/liag/semanaliag/Slides/Lean.pdf>

Elementos	Artesanal	Massa	Lean
Mão de obra	Trabalhadores altamente qualificados	Trabalhadores não ou pouco qualificados	Equipas de trabalhadores multiqualificados
Equipamentos	Simplees ferramentas flexíveis	Caros, máquinas com único objetivo	Máquinas flexíveis
Produção	Produtos únicos, customizados e individualizados	Produtos padronizados	Alta variedade de produtos
Produtividade	Baixa produtividades e alto custo	Alta produtividade e alto custo	Alta produtividade e alto custo

Lean é basicamente tudo o que concerne a obtenção de materiais corretos, no local correto, na quantidade correta, minimizando o desperdício, sendo flexível e aberto a mudanças.

Lean Thinking consiste num conjunto de princípios que visam simplificar o modo como uma organização produz e entrega valor aos seus clientes enquanto todos os desperdícios são eliminados.

Trata-se de uma abordagem inovadora às práticas de gestão, orientando a sua ação para a eliminação gradual do desperdício, como meio de otimização de resultados através de procedimentos simples. Foi usado pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones, (1996) na obra de referência com o mesmo nome. Desde então, o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de liderança e gestão que tem por objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. A indústria automóvel foi o berço da filosofia *Lean* onde durante muito tempo cresceu e evoluiu para outros setores. O grave problema a combater com o *Lean Thinking* é que uma grande parte dos *inputs* se transformam em desperdício, comprometendo seriamente a competitividade dos negócios.

O desperdício refere-se a qualquer atividade que não acrescenta valor, isto é, atividades e recursos usados indevidamente e que contribuem para o aumento de custos, de tempo e da insatisfação do cliente ou das demais partes interessadas, (*stakeholders*) no negócio.

A aplicação do *lean thinking* é conseguida através de diversas ferramentas e metodologias que permitem a sua implementação. Contudo, para se começar a aplicar essas ferramentas e metodologias TPS/JIT dentro das organizações é necessário que, antes disso, haja uma mudança cultural, ou seja, uma vontade para querer mudar, (Pinto, 2006).

Esta mudança cultural envolve todas as pessoas da organização, de preferência a começar pela gestão de topo. É aqui que as práticas de trabalho e o estilo de gestão têm de começar a ser alteradas para, posteriormente, atingirem os níveis inferiores até chegarem aos colaboradores que têm de perceber que através da implementação destas ferramentas e técnicas todos ganham. Uma maneira mais fácil para os consciencializar disso é com a formação e treino, (Pinto, 2006).

Dois dos paradigmas da filosofia TPS/JIT são a melhoria contínua e o trabalho em equipa. O primeiro apoia-se no ciclo de melhoria contínua PDCA, (*Plan, Do, Check, Act*), (Pinto, 2006). Parte-se do princípio que tem de haver um planeamento, (*Plan*), onde se elabora um plano de ação, seguido da execução, (*Do*), onde se vão realizar as atividades previstas no plano de ação, seguindo-se a fase da verificação, (*Check*), para se confrontar os resultados obtidos com o que foi planeado e, por último, a ação, (*Act*), para agir de acordo com o que foi avaliado, eliminando defeitos ou corrigindo eventuais falhas, determinando novos planos de forma a melhorar a qualidade, eficiência e eficácia, (Liker, 2004). O segundo assenta no facto em que todas as pessoas na organização têm conhecimento e experiência e por isso devem participar na resolução dos problemas assim como no planeamento das atividades e não só serem especialistas pela alta repetibilidade das tarefas que realizam. Os colaboradores devem envolver-se livremente nas atividades da empresa e dar asas à sua criatividade e imaginação para uma melhoria contínua como meio para uma vantagem competitiva, (Pinto, 2006).

O Lean Manufacturing é um sistema que “representa fazer mais com menos: - menos tempo, - menos espaço, - menos esforço humano, - menos maquinaria, - menos

material”, (Dennis,2008, p.31). É um método de eliminar totalmente os desperdícios, que nada mais são que elementos que não agregam valor mas apenas custos.

Ohno, (1997) afirma que esse sistema é uma evolução do pensamento, porque exige que mudemos as nossas maneiras de pensar. O Lean Manufacturing recebe diversas críticas, mas elas são ocasionadas por não conseguirem compreender o sistema.

O Lean Manufacturing introduziu uma nova forma de pensamento, o Lean Thinking.

Lean Thinking é uma filosofia de estratégia de negócios para aumentar a satisfação dos clientes através da melhor utilização dos recursos. A gestão lean procura fornecer, de forma consistente, valor aos clientes com os custos mais baixos, identificando e sustentando melhorias nos fluxos de valor primários e secundário, por meio do envolvimento das pessoas qualificadas, motivadas e com iniciativas. O foco da implantação deve estar nas reais necessidades dos negócios e não na simples aplicação das ferramentas lean.

O pensamento Lean possui sete frases fundamentais, conforme Dennis, (2008,p. 35):

- parar a produção - para a produção nunca parar;
- produzir apenas o que o cliente pediu;
- produzir os objetos um de cada vez e movê-los rapidamente pelo sistema;
- o que acha?;
- ter padrões visuais simples para todas as coisas importantes;
- o pessoal mais próximo do trabalho desenvolve os padrões e chama os especialistas quando for necessário;
- tornar os problemas visíveis.

3.2. Princípios do Lean Manufacturing

Os princípios básicos do Lean Manufacturing foram descritos pelos autores que cunharam o termo: Womack et al., (1990) e Womack e Jones, (1996). No livro *Lean Thinking*, Womack e Jones, (1996) codificam a essência do Lean Manufacturing em cinco princípios básicos: especificar valor, identificar o fluxo de valor, evitar interrupções no fluxo de valor, produção puxada pelo cliente e perfeição.

Lean Manufacturing é composto por cinco princípios básicos, de acordo com Seleme, (2009):

- Valor;
- Fluxo de Valor;
- Fluxo Contínuo;
- Produção Lean;
- Perfeição.

O primeiro princípio é a base dos demais, o Valor. Esse princípio define-se como:

“valor é o que o cliente atribui ao bem ou serviço fornecido pela organização”, (Seleme, 2009, p.138).

Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo. Quando sentimos que não vale a pena, não vamos, não compramos, não dedicamos tempo ou atenção.

As Empresas existem para criar valor. O valor que as Empresas geram destina-se à satisfação simultânea de todas as partes interessadas, (ou *stakeholders*). Todas elas têm interesses e necessidades e a sua satisfação resulta no valor criado pela organização. Desta forma, todas as atividades realizadas e que não vão ao encontro das necessidades e expectativas das partes interessadas devem ser classificadas como “desperdício” por muito que pareça que essas atividades sejam úteis.



Figura 09: Princípios do *Lean Manufacturing*
Fonte: <https://www.citeve.pt/filedownload.aspx?schema>

- Fluxo de Valor é o princípio que verifica o que necessita ser retirado do processo, ou seja, o que não agrega valor.
- Fluxo Contínuo é o princípio que mostra que o *Lean Manufacturing* tem um pensamento sistêmico. “Ao pensarmos de forma sistêmica, levamos em conta o processo seguinte e a interface com este, permitindo, assim, um ganho de produtividade com a não criação de *stockks* ou paradas desnecessárias”, (Seleme, 2009, p.139).

A Figura 10 ilustra uma situação em que o fluxo contínuo é utilizado.

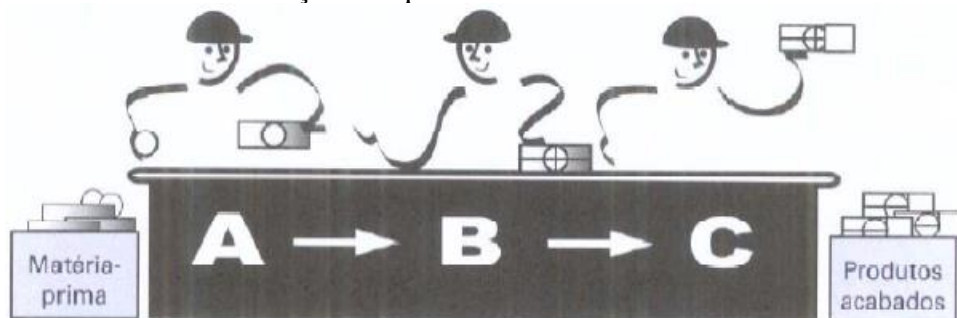


Figura 10: Processamento em fluxo contínuo
Fonte: Lean Enterprise Institute

Além da eliminação do *stock* em processo a utilização de células em fluxo contínuo possui vantagens relacionadas à qualidade, pois torna-se mais rápida a percepção de defeitos e peças não-conformes, visto que o consumo das peças pelo processo seguinte é praticamente instantâneo, (Silva, 2007).

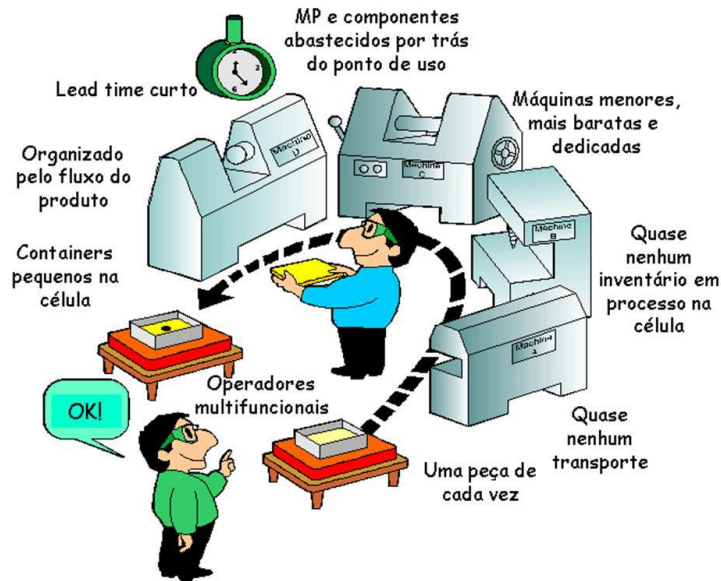


Figura 11: Vantagens do fluxo contínuo no arranjo celular

Fonte: <http://gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>

- Produção Lean, talvez, o mais conhecido, é aquele em que o cliente determina a aceleração da produção. Através desse princípio, eliminamos os *stockks* desnecessários e, a partir disso, valorizamos o produto.

- Perfeição. “A perfeição pode ser traduzida pela busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal”, (Seleme,2009, p.139).

A busca pelo aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa em processos transparentes, em que todos os membros da cadeia tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de se criar valor.

3.3. Os desperdícios do Lean Manufacturing

A essência do Lean Manufacturing consiste em reduzir desperdícios, através do Jidoka e do JIT, e com o uso das ferramentas.

Tabela 02: A essência do Lean

Fonte: <http://gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>

A ESSÊNCIA DO LEAN MANUFACTURING
REDUZIR DESPERDÍCIOS
Reduzindo tempo
Reduzindo <i>stockks</i>
Reduzindo área
Reduzindo etapas
Reduzindo defeitos

Podemos fazer isso atacando os 8 desperdícios, (chamados de "muda" pelos japoneses):


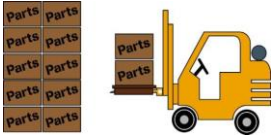
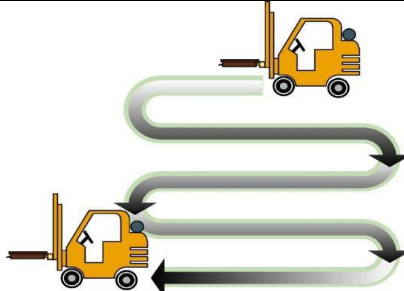





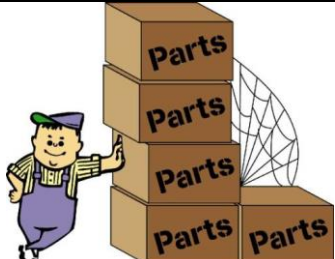
		
<p>ESPERA (Quando precisamos esperar por algo para poder fazer o trabalho)</p>	<p>SUPERPRODUÇÃO (Fabricar mais do que o cliente precisa no momento)</p>	<p>TRANSPORTE DESNECESSARIO (Deslocar materiais ou produtos mais do que necessário)</p>
		
<p>EXCESSO DE PROCESSAMENTO , (Processos adicionais pelos quais os Clientes não pagam)</p>		<p>DEFEITOS/RETRABALHO, (Ter que sucatear peças ou reparar Erros de produção)</p>
		
<p>DESPERDÍCIO DE MOVIMENTO (Ter de andar ou se mover mais do que necessário para fazer o trabalho)</p>	<p>CRIATIVIDADE INAPROVEITADA (Quando não se oferecem sugestões de melhora ou quando as ideias não são aproveitadas)</p>	<p>STOCK (Ter materiais ou produtos demais na sua Máquina ou nas areas de armazenamento)</p>

Figura 12: Os 8 desperdícios

Fonte: <http://www.ft.unicamp.br/liag/semanaliag/Slides/Lean.pdf>

Eles não agregam valor e devem ser combatidos na busca da satisfação do cliente.

De acordo com o desperdício encontrado, podemos fazer uso de determinadas ferramentas, como mostra a Tabela 03:

Tabela 03: Muda – combate aos desperdícios

Fonte: <http://gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>

A ESSÊNCIA DO LEAN - COMBATE AOS DESPERDÍCIOS, ("MUDA")		
DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Defeitos	Produto fora da especificação	<ul style="list-style-type: none"> - Poka-yoke, (dispositivo à prova de erro) - Desenvolvimento de competências, (treino) - DFA, (produto desenvolvido para requerer menos material, menos tempo e menos recursos durante o processo) - TPM, (manutenção básica realizada pelo operador de produção) - Evento Kaizen - PDCA - Ferramentas da Qualidade - Cell Design, (projeto e layout adequado na estação de trabalho)
Excesso de <i>stock</i>	Excesso de inventário de matéria-prima	<ul style="list-style-type: none"> - KanBan, (programação lean) - VSM, (mapeamento do fluxo de valor) - Gestão visual - Evento Kaizen - PDCA - Ferramentas da Qualidade, (na Organização ou no fornecedor)
Excesso de Produção	Produção de mais do que é necessário para atender o cliente	<ul style="list-style-type: none"> - KanBan, (programação lean) - Heijunka, (nivelamento da carga) - TPM, (manutenção básica realizada pelo operador de produção) - Gestão visual - VSM, (mapeamento do fluxo de valor) - Evento Kaizen - PDCA - Ferramentas da Qualidade
Tempos de Espera	Tempo de espera para materiais, pessoas, equipamentos ou	<ul style="list-style-type: none"> - KanBan, (programação lean) - Heijunka, (nivelamento da carga)

	informações	<ul style="list-style-type: none"> - Setup rápido - VSM, (mapeamento do fluxo de valor) - TPM, (manutenção básica realizada pelo operador de produção) - Lean SixSigma, (metodologia para melhoria de processos) - Gestão visual - Evento Kaizen - PDCA - Ferramentas da Qualidade
Movimentação	Movimento de pessoas que não agrega valor	<ul style="list-style-type: none"> - 5S - Cell Design, (projeto e layout adequado na estação de trabalho) - VSM, (mapeamento do fluxo de valor) - Evento Kaizen - PDCA - Ferramentas da Qualidade
Transporte	Transporte de materiais/produto que não agrega valor	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema Lean - VSM, (mapeamento do fluxo de valor) - Organização por fluxo de valor - KanBan, (programação puxada) - Evento Kaizen - PDCA - Ferramentas da Qualidade
Mau ou Super-Processamento	Esforço na produção da peça que não agrega valor do ponto de vista do Cliente	<ul style="list-style-type: none"> - DFA, (produto desenvolvido para requerer menos material, menos tempo e menos recursos durante o processo) - Lean SixSigma Design(metodologia para melhoria de processos) - Evento Kaizen - PDCA - Ferramentas da Qualidade

3.4. Principais ferramentas do Lean Manufacturing

Ao longo do tempo, desde o kanban e o smed, várias foram as ferramentas que se foram incorporando ao Lean. As definições das principais ferramentas do Lean Manufacturing são apresentadas a seguir:

3.4.1 Kayzen

Significa melhoria contínua. Representa todas as atividades no sentido de melhorar o desempenho dos processos e sistemas de trabalho. Pode envolver pessoas, equipamentos ou materiais. O objetivo é de passar do reprocessamento, ou reparação para a prevenção.

Anteriormente, a postura reativa imperava nas corporações, ou seja, as expectativas eram voltadas para as necessidades organizacionais. Hoje já existe a postura proativa, isto é, expectativas orientadas para o cliente. Neste contexto surgiram as técnicas de melhoria contínua do Kaizen que permitiram às empresas uma participação efetiva no mercado, (Espíndola, 1997).



Figura 13. Kaizen: palavra de origem japonesa
Fonte:, (Maltoni, 2009)

O Kaizen, em poucas palavras, significa a busca da melhoria contínua, refletida no aumento da produtividade e da qualidade com o mínimo de investimento.

De uma forma geral, mudanças feitas nos processos que objetivam melhorar continuamente as rotinas das empresas são intituladas de Kaizen. Neste subsistema de gestão visa-se eliminar as causas fundamentais que ocasionam os resultados indesejáveis e, a partir da introdução de novas idéias e conceitos, estabelecer novos “níveis de controle”, (Falconi, 1992).

Segundo Imai, (1990), existem dez mandamentos a serem seguidos na metodologia Kaizen:

- O desperdício deve ser eliminado;
- Melhorias graduais devem ser feitas continuamente;
- Todos os colaboradores devem estar envolvidos;
- As melhorias devem ser feitas sem a necessidade de grandes investimentos.

Deve-se usar a criatividade para a realização de mudanças simples que surtam grande efeito nos resultados;

- Aplica-se em qualquer lugar, e não somente dentro da cultura japonesa;
- Apoia-se numa gestão visual, numa total transparência de procedimentos, processos e valores. Torna os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos;
- Foco no principal local onde realmente o valor é criado;

- Orienta-se para os processos;
- Prioriza as pessoas e acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de uma nova mentalidade e do estilo de trabalho das pessoas, (orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipa, cultivo da sabedoria, elevação do moral, auto-disciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo).

Segundo Perin, (2005), o efeito cumulativo das melhorias de pequena escala é frequentemente maior que uma simples melhoria de grande escala. E é na implementação dessas melhorias de pequena escala que se encontram os eventos Kaizen.

Um evento Kaizen acontece quando uma equipa de trabalho focada e treinada realiza uma melhoria brusca num processo, num curto intervalo de tempo através de um intenso e dedicado trabalho. Durante o evento, após os treinos que a equipa recebe, uma análise é feita da situação atual e uma projeção é feita para a situação futura. Em seguida, o foco da equipa é trabalhar para que a situação atual chegue à situação futura desejada.

A equipa Kaizen deve ser composta por integrantes de diversas áreas da empresa e durante o evento todos realizam atividades diferentes daquelas com as quais estão habituados a fazer no dia-a-dia. É importante que o evento tenha o patrocínio e o apoio da alta gerência da empresa, como forma de estímulo e confiança de todos da equipa.

O evento kaizen deve buscar:

- eliminar atividades que não agregam valor;
- estabelecer um fluxo mais contínuo do processo;
- simplificar o processo;
- aumentar a qualidade do processo;
- reduzir o tempo do processo;
- reduzir o uso de material.

3.4.2 Metodologia 5 S + 1

5S é uma sigla que corresponde a cinco expressões japonesas que começam com a letra S e que descrevem as práticas do ambiente de trabalho. São usualmente traduzidas para o português como Senso de Utilização, (Seiri), Senso de Organização, (Seiton), Senso de Limpeza, (Seiso), Senso de Padronização, (Seiketsu) e Senso de Autodisciplina, (Shitsuke).



Figura 14: Os 5 S's

Fonte: Montagem do autor a partir de imagens de domínio público

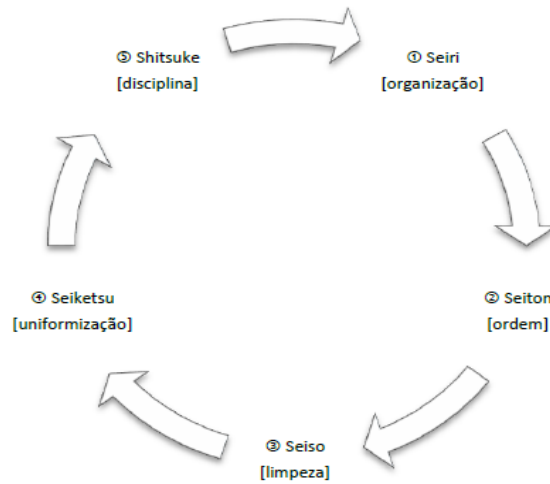


Figura 15: 5 S's

Fonte: Adaptado de Hirano, (1995).



Figura 16: Os Cinco S +1, ((5+1)S)

Fonte: Os seis, (5+1) S's e a eliminação do desperdício, CLT. www.cltservices.net/

3.4.2.1. 1º S Seiri – Senso de Utilização



- Cada pessoa deve saber diferenciar o útil do inútil
- Somente a quantidade certa deve estar disponível
- Diferenciar o que tem uso diário do que tem uso esporádico

3.4.2.2. 2º S Seiton – Senso de Arrumação



- Utilizar a forma mais adequada de organização, de modo que todos os objetos possam ser encontrados, retirados e recolocados em seus devidos lugares;
- Cada coisa deve estar em seu lugar, após o uso;
- Cada coisa tem seu único e exclusivo lugar.

3.4.2.3. 3º S Seiso – Senso de Limpeza



- Manter sempre limpo todo o ambiente de trabalho
- Limpar o que está visível e o que está escondido também
- Limpar os locais de fácil acesso e os de difícil acesso, também
- Estar atento às normas de segurança ao executar as atividades
- Ajudar a conservar limpos os locais de uso comum

3.4.2.4. 4º S Seiketsu – Senso de Saúde e Higiene



- Cuidar bem da nossa própria saúde
- Manter higiene pessoal
- Manter hábitos saudáveis e eliminar os prejudiciais
- Respeitar as regras de segurança, zelando pela sua segurança e de seu colega

3.4.2.5. 5º S Shitsuke – Senso de Auto-Disciplina



- Empenhar-se na busca da satisfação dos 4 itens anteriores, sempre
- Obedecer os regulamentos da empresa
- Trabalhar em equipa, respeitando os colegas e suas opiniões
- Buscar a melhoria constantemente
- Criar rotina das melhorias alcançadas
- Zelar pelo ambiente de trabalho
- Melhoria contínua

3.4.2.6. 6º S – Segurança

Um número cada vez maior de empresas vai acrescentando um sexto S à lista anterior). Trata-se do S de *segurança*, o qual não pode ser dissociado dos anteriores nem de qualquer atividade realizada. No dia-a-dia de uma empresa, as rotinas que mantêm a

ordem e a organização são essenciais para a otimização e eficiência das atividades realizadas. Estas técnicas *Lean* encorajam os colaboradores a melhorar o seu local de trabalho e facilitam o esforço de redução de desperdícios. Os 6S formam a base necessária, o terreno ideal, para a implementação de um número significativo de soluções *Lean*, dado que o envolvimento dos colaboradores é grande e o retorno da sua aplicação muito visível.



Figura 17: O 6º S-segurança

Fonte: Os seis, (5+1) Ss e a eliminação do desperdício, *CLT*. <https://www.citeve.pt/filedownload.aspx?schema=4c65f7f1-2e56-4968-a1af->

3.4.3. Kanban

Palavra japonesa, com o significado de cartão de sinalização, que controla os fluxos de Manufacturing, controla os níveis de *stocks* e a quantidade / momento para entregar os produtos. É utilizado para encomendar a matéria-prima, onde existe um cartão que sinaliza a necessidade de proceder à encomenda.

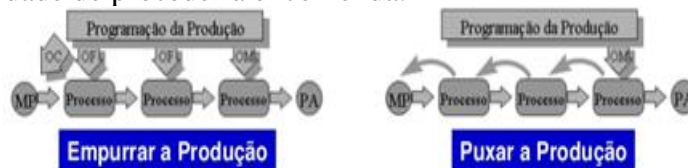


Figura 18: Técnicas e ferramentas Lean - kanban

Fonte: <http://www.freewebs.com/leanemportugal>

Kanban – Sistemas de puxar



Figura 19: kanban – sistema empurrado
 Fonte: <http://www.freewebs.com/leanemportugal>

Kanban – Sistemas de puxar



Figura 20: kanban – sistema puxado
 Fonte: <http://www.freewebs.com/leanemportugal>

Kanban – Sistemas de puxar

Cartões kanban

KANBAN	Ref. nº: _____	Capacidade: _____
Código: _____		
Designação: _____		
Fornecedor: _____	→	Cliente: _____
Nível de reposição: _____	Nível de urgências: _____	
Tempo de reposição: _____	Nº total de cartões: _____	

Peca nº: 7412		
Descrição: Anéis de encosto - Desenho 3564		
De: Torno M-2	Capacidade contendor: 20	Para: Célula montagem A-4
	Tipo contendor: A	
	Número contendor: 3/5	

77007a9987
 BOX JCS
 Machining to Assembly
 100 parts

Figura 21: Técnicas e ferramentas Lean – cartões kanban
 Fonte: <http://www.freewebs.com/leanemportugal>

3.4.4 Value Stream Mapping, (VSM) ou Mapeamento ao Fluxo de Valor

De acordo com Rother & Shook, (1999), fluxo de valor é toda a ação necessária, (agregando valor ou não), para trazer um produto através de todos os fluxos necessários: o fluxo de Manufacturing desde a matéria-prima até o consumidor e o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta necessária na implementação da Manufacturing Enxuta devido aos seguintes fatores, (Rother & Shook, 1999):

- auxilia na visualização do fluxo como um todo e não apenas dos processos isolados e desconectados;
- ajuda a identificar os desperdícios e também as fontes desses desperdícios;
- fornece uma linguagem comum para tratar dos processos;
- torna as decisões sobre o fluxo visíveis e facilita a discussão de todas as pessoas envolvidas;
- forma a base de um plano para a implementação enxuta;
- é a única ferramenta que mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais.

O Mapa de Fluxo de Valor é um método utilizado para analisar e diagnosticar a situação atual além de auxiliar no planejamento da situação futura de uma empresa. É através dele que os gestores da empresa podem enxergar as oportunidades de melhoria na situação atual e projetar a situação futura com as ferramentas certas para atacar cada tipo de desperdício. Para mapear um fluxo de valor é necessário conhecer todos os processos pelos quais o produto passa, desde a entrada da matéria-prima até a expedição do produto acabado. Em seguida, é necessário que estes processos sejam desenhados em sequência um ao lado do outro, acompanhados da representação do cliente e dos fornecedores, respetivamente no fim e no início do fluxo. O mapa deve também conter as informações dos fluxos de materiais e de informação, representados por setas específicas em cada um dos fluxos. A Figura 22 exemplifica um mapa de fluxo de valor da situação atual.

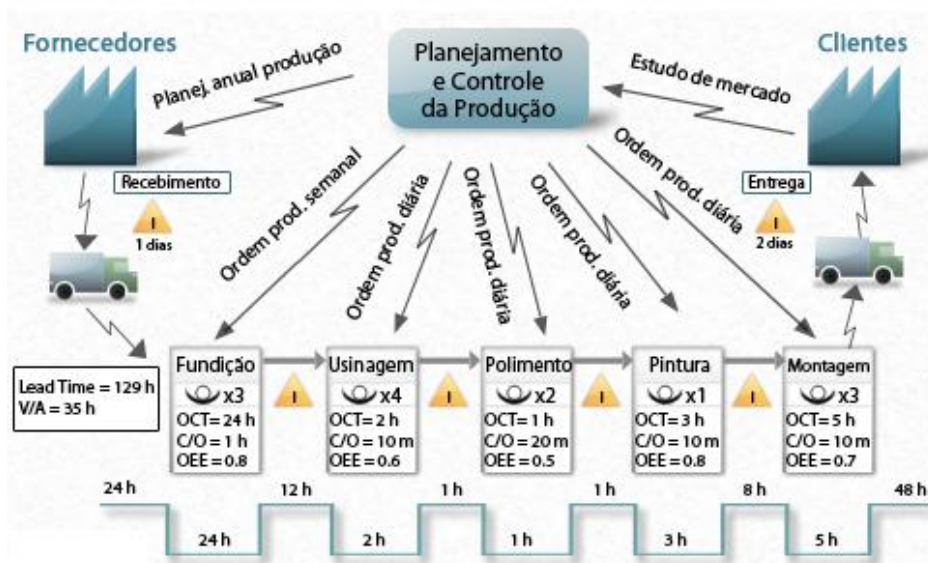


Figura 22: Exemplo de um VSM-mapa de fluxo de valor
Fonte: <https://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor-1/>

O mapeamento do fluxo de valor, (MCV), ou em inglês *value stream mapping*, (VSM), é uma atividade de análise de processo que visa identificar as etapas de um processo, tanto as que adicionam valor ao produto ou serviço, como aquelas que não.

O VSM liga etapas do processo, com materiais e informações. Isso possibilita observar uma fotografia do processo, facilitando perceber níveis de *stock*, tempos e lead times e, conseqüentemente, potenciais áreas para melhoria.

O mapeamento do fluxo de valor visa identificar o processo como está hoje, do jeito que ele está rodando neste momento, e não da maneira que deveria funcionar. Ele deve ser um retrato do agora, e não uma foto de uma situação teórica ou ideal. Somente identificando a realidade, é que conseguiremos identificar os problemas e as oportunidades.

Para realizar um mapa do fluxo de valor, recomenda-se seguir a seguinte seqüência:

- 1) identificação do cliente,
- 2) processos, equipamentos e recursos,
- 3) *stocks*,
- 4) fornecedor,
- 5) fluxos externos de materiais,
- 6) fluxos internos de materiais,
- 7) fluxo de informações,
- 8) lead times de produção, (incluindo etapas que não agregam valor),

Mas atenção, o mapa deve refletir a realidade, conservando um visual compreensível.

Deve mapear os processos-alvo, ou seja, aqueles em que se suspeita haver desperdício.

Os símbolos mais usados num mapa do fluxo de valor, (ainda que hajam variações) são os indicados na Figura 23. Habitualmente atribuem-se os significados aos símbolos patentes nos mapas de fluxo de valor como indicado na Tabela 04.

Tabela 04: Significado dos símbolos da cadeia de valor, VSM

Fonte: Comunidade Lean Thinking, www.scribd.com

SÍMBOLOS	CADEIA DE VALOR, VSM
Fornecedor / Cliente	Normalmente, o ícone do fornecedor aparece no canto superior esquerdo, e o do cliente, no canto superior direito. Coloca-se dentro do ícone informações relevantes, como o nome da empresa, volume mensal, número de turnos, etc.
Etapas do processo / Controle de produção	Usualmente, para evitar um interminável e confuso mapa, representa-se uma área ou linha numa mesma caixa, agregando, então, as etapas intermediárias. Caso existam etapas desconexas, ou <i>stocks</i> significativos, pode-se representar em caixas diferentes. Vale sempre o bom senso, pois o objetivo é visualizar o processo para atividades de melhoria. Cuide sempre das áreas onde haja problemas.
Transportes	Para indicar o transporte externo de materiais, indique se há transporte rodoviário, aéreo ou marítimo.
Dados do processo	Indique o C/T, (tempo do ciclo), C/O, (tempo de set up), up time, turnos, informações da qualidade do processo, etc.
Quantidade de Inventário	É um triângulo com um "I" no seu interior, serve para indicar <i>stock</i> em processo, ou como os americanos e ingleses chamam, WIP, (work in process, work in progress).
Atividade Kaizen	Indica um potencial de melhoria, ou evento kaizen.
Flexas de fluxo	Indicam o caminho percorrido pelo material, que pode ser através de um fluxo puxado ou

de produção	empurrado.
Flexas de fluxo de informação	Indicam o sentido do fluxo das informações, que podem ser eletrônicas ou não.
<i>Stock</i>	Serve para indicar volumes de <i>stock</i> em locais do processo, ou onde necessário. Existe um ícone específico para indicar <i>stock</i> de segurança.
Kanban de produção	Indica a necessidade de produção de peças para suprir o sistema kanban.
Kanban de retirada	Esse ícone representa o cartão de transporte de material para área que o necessita, transporte esse feito pelo abastecedor ou pelo próprio operador.
Sinal de kanban	Indica onde quer que haja um sinal kanban que deflagra um abastecimento, como no caso de duas caixas de material na célula de processo, onde uma caixa em pé significa que está vazia e que precisa ser reabastecida. O sinal pode ser também um espaço vazio, ou outro qualquer.
Painel de kanban	É o local onde ficam os cartões do kanban.

Na Figura 23 é possível visualizar alguns símbolos bastante aplicados na elaboração do VSM e os seus significados.

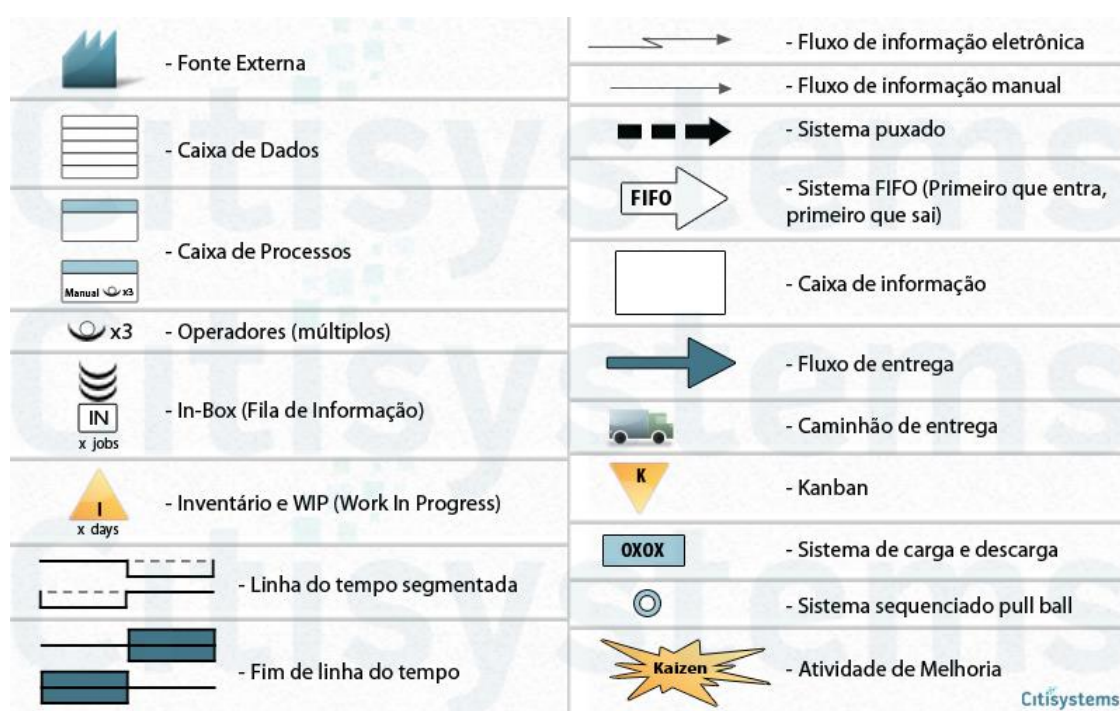


Figura 23: Alguns símbolos aplicados na elaboração do VSM
 Fonte: <https://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor-1/>

3.4.5 Single Minute Exchange of Die, SMED

A filosofia *Lean* tem como característica ser flexível, ou seja, produzir uma grande variedade de diferentes produtos. Para o conseguir, tem, obrigatoriamente, que trabalhar com pequenos lotes e para isso, foi necessário desenvolver um método que reduzisse o tempo de mudança de ferramenta de forma a tornar esta característica viável.

Em 1985, Shigeo Shingo apresentou a sua metodologia ao mundo, denominando-a de “Single Minute Exchange of Dies - SMED”. O método SMED representa um conjunto de técnicas que melhoram o processo de mudança de ferramenta permitindo uma

redução até 90% do tempo em que a máquina se encontra em não produção, com um investimento moderado.

Shingo assumiu que os fabricantes, para terem sucesso, têm que ter em máxima consideração pelos pedidos dos clientes. Considerou que possuir um leque alargado de vários produtos, de qualidade elevada, onde a sua entrega fosse eficaz e a um preço justo, seriam consideradas como mais-valias pelos clientes. Partindo desse pressuposto, concluiu que a flexibilidade era o futuro, e para possuir essa capacidade era obrigatório trabalhar com tempos de mudança de ferramenta o mais curto possível de forma a reduzir os tempos não produtivos e reduzir também o tamanho dos lotes dos produtos aumentando, consequentemente, a variedade da oferta, (Cakmakci, 2008).

Este processo tem como base a preparação atempada da mudança de ferramenta, fazendo com que a máquina pare a sua produção o mínimo tempo possível, aumentando, consequentemente, do tempo produtivo da mesma. É de capital importância eliminar todas as actividades desnecessárias contribuindo para a melhoria geral das linhas produtivas, (McIntosh et al., 2001).

Para a sua aplicação, Shingo dividiu as operações que compõem a troca de ferramenta em duas partes:

- Operações Internas - São aquelas que implicam a paragem da máquina, implicando uma quebra de produção;
- Operações Externas - São as que podem ser efetuadas com a máquina em produção.

A aplicação do método a um caso prático consiste no seguimento de três fases operacionais:

- Fase 1 – Separar as operações internas das externas – Este passo tem como objectivo, reduzir o tempo de mudança de ferramenta entre 30 a 40%;
- Fase 2 – Converter as operações internas em externas – Esta fase reduz o tempo total em que a máquina está em não produção. Preparações avançadas das operações contribuem para o melhoramento da mudança de ferramenta;
- Fase 3 – Melhoria de todos os aspectos da mudança de ferramenta – Contribui para a redução do tempo total, quer das operações internas quer das operações externas, através de métodos como a paralelização, ferramentas de aperto rápido, entre outros.

A Figura 24 resume a aplicação do método consoante os passos delineados enquadrando-o com as melhorias de tempo obtidas.

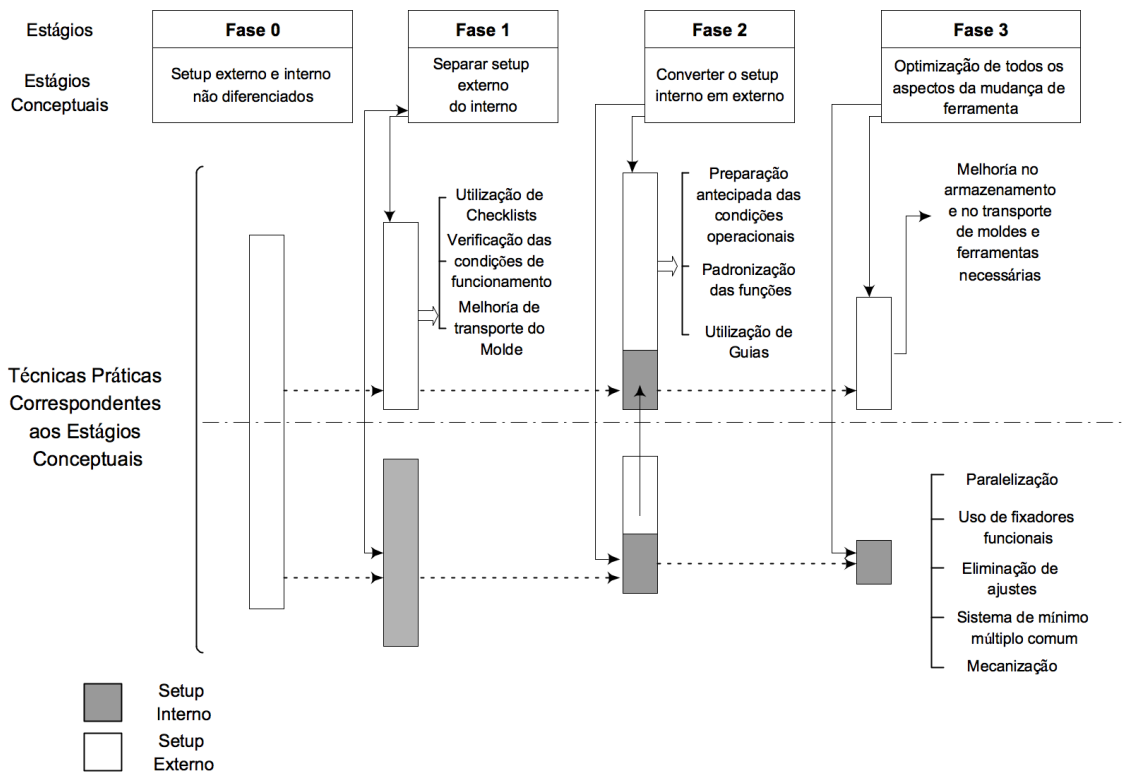


Figura 24: Ilustração das diferentes fases da aplicação do método SMED
 Fonte: Cakmakci, 2008

3.4.6. Standard Work, SW

A uniformização de processos é um dos aspetos mais importantes na filosofia *Lean Thinking*. Uniformizar, normalizar ou standardizar, significa fazerem todos do mesmo modo, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e utilizando as mesmas ferramentas.

A uniformização de processos passa pela documentação dos modos operatórios garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, utilizam do mesmo modo as mesmas ferramentas e sabem o que fazer quando confrontados com diversas situações. As vantagens são muitas, das quais se destacam o aumento da previsibilidade dos processos, redução de desvios e menores custos. Processos uniformizados podem ainda ser comparados com as melhores práticas e deste modo contribuir para a melhoria contínua. Neste domínio, a uniformização e a formalização, (pôr por escrito) são contributos fundamentais para o sucesso do *Lean Thinking*.

Ao uniformizar, (processos, materiais e equipamentos), a empresa estará a contribuir para a redução dos desvios, (variação ou oscilação dos processos) e a garantir consistência das operações, produtos e serviços. A consistência é, atualmente, uma das características de qualidade mais apreciadas.

O ciclo de melhoria contínua PDCA pode ser adaptado para gerar o ciclo da uniformização. Neste caso, o “P”, (*plan*) dará lugar ao “S”, (*standardizar*) criando assim o ciclo SDCA.

3.4.7. Ciclo PDCA, Plan-Do-Check-Act

Tal como a maioria das soluções de gestão, também a melhoria contínua não é uma solução com implementação e resultados imediatos. Esta assenta na evolução gradual como se se tratasse de uma bola de neve que aumenta em cada rotação efetuada, (Pinto, 2009). Cada pequeno progresso dado no sentido da melhoria contínua, é suportado num ciclo, que repetido continuamente, conduz á perfeição. É, pois, através da repetida identificação e resolução de problemas que o ciclo de melhoria contínua é implementado na organização.

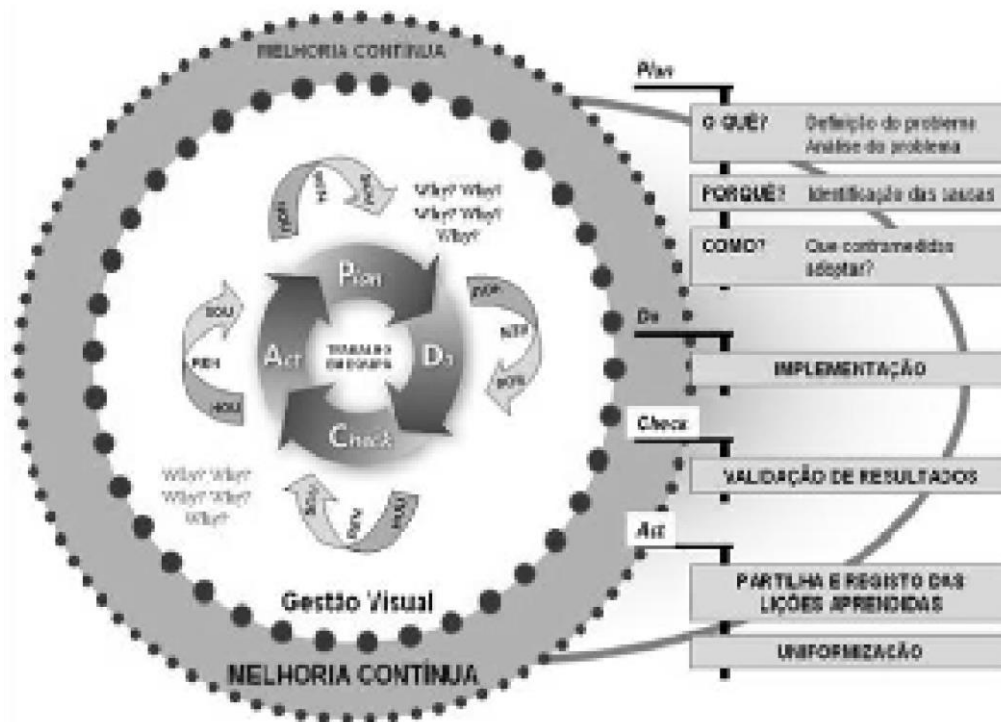


Figura 25: Ciclo de melhoria contínua PDCA
Fonte: Comunidade Lean Thinking, www.scribd.com

Deming definiu um método cíclico, composto por quatro quadrantes interdependentes entre si, que geram um fluxo contínuo de melhorias, (Periard, 2013).

O Ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Shewhart ou Ciclo de Deming, é uma ferramenta de gestão muito utilizada pelas empresas a nível mundial. Este sistema foi concebido por Walter A. Shewhart e amplamente divulgado por Willian E. Deming tendo como foco principal a melhoria contínua.

O seu objetivo principal é tornar os processos de gestão de uma empresa mais fáceis, rápidos e objetivos. Pode ser utilizado em qualquer tipo de empresa, como forma de alcançar um nível de gestão melhor a cada dia, atingindo ótimos resultados dentro do sistema de gestão do negócio.

O Ciclo PDCA tem como fase inicial o planeamento da ação; em seguida tudo o que foi planeado é executado, criando, posteriormente, a necessidade de verificação constante das ações implementadas. Com base nesta análise e comparação das ações com aquilo

que foi planejado, o gestor começa então a implantar medidas para correção das falhas que surgiram no processo ou no produto.

Vamos analisar cada uma das etapas separadamente:

P = Plan (planejar): Nesta etapa, o gestor deve estabelecer metas e/ou identificar os elementos causadores do problema que impede o alcance das metas esperadas. É preciso analisar os fatores que influenciam este problema, bem como identificar as suas possíveis causas. Ao final, o gestor precisa definir um plano de ação eficiente.

D = Do (executar): Aqui é preciso realizar todas as atividades que foram previstas e planejadas dentro do plano de ação.

C = Check (verificar): Após planejar e por em prática, o gestor precisa monitorar e avaliar constantemente os resultados obtidos com a execução das atividades. Avaliar processos e resultados, confrontando-os com o planejado, com objetivos, especificações e estado desejado, consolidando as informações, eventualmente confeccionando relatórios específicos.

A = Act (atuar): Nesta etapa é preciso tomar as providências estipuladas nas avaliações e relatórios sobre os processos. Se necessário, o gestor deve traçar novos planos de ação para melhoria da qualidade do procedimento, visando sempre a correção máxima de falhas e o aprimoramento dos processos da empresa.

O Ciclo PDCA deve “girar” constantemente, sem ter um fim obrigatório definido. Com as ações corretivas ao final do primeiro ciclo é possível (e desejável) que seja criado um novo planejamento para a melhoria de determinado procedimento, iniciando assim todo o processo do Ciclo PDCA novamente. Este novo ciclo, a partir do anterior, é fundamental para o sucesso da utilização desta ferramenta.

Ao implementar o Ciclo PDCA é importante que o gestor evite:

- Fazer sem planejar;
- Definir as metas e não definir os métodos para as atingir;
- Definir metas e não preparar o pessoal para as executar;
- Fazer e não verificar;
- Planejar, fazer, verificar e não agir corretivamente, quando necessário;
- Parar após uma “volta” do ciclo.

A não execução de uma das etapas do ciclo pode comprometer seriamente o processo de [melhoria contínua](#). Por este motivo, a ferramenta apresentada aqui deve ser encarada como um processo contínuo em busca da qualidade máxima requerida por um procedimento ou produto. Afinal, como dito no início deste post, o foco principal do Ciclo PDCA é a melhoria contínua.

3.4.8 Gestão Visual – Andon SN

Segundo Pinto, (2006), o controlo visual, (Figura 26) é um conjunto de sinais sonoros ou visuais que existem para auxiliar as pessoas do que fazer, quando fazer, o que está a correr mal e quem precisa de ajuda. São princípios simples e baseados em pessoas que devem mostrar como o trabalho deve ser executado, como as coisas são usadas,

guardadas ou armazenadas, os níveis de controlo dos inventários, o *status* dos processos, quando as pessoas precisam de ajuda, entre outros.



Figura 26: Exemplos de práticas de ‘controlo visual’.
 Fonte: <http://www.controlvisual.com/personalizados.html>

Este método tem como vantagem a implementação de sistemas simples e intuitivos que ajudam as pessoas a melhor gerir e controlar os processos, evitando erros, desperdícios de tempo e dando-lhes mais autonomia, (Pinto, 2006).



Figura 27: Quadro de informações de gestão
 Fonte: <http://www.freewebs.com/leanempportugal>

Metodologia que busca mostrar informação devida em locais apropriados, com o objetivo de melhorar a eficiência do processo, garantir a correta execução, ou distribuir a informação de forma mais efetiva. Exemplos:

- painel de produção semanal;
- edital com os valores, a missão e a visão da empresa;
- painel com problemas detectados, ações, datas e responsáveis pela execução;
- painel com indicadores da Qualidade;
- painel com os objetivos da Organização e seus resultados.

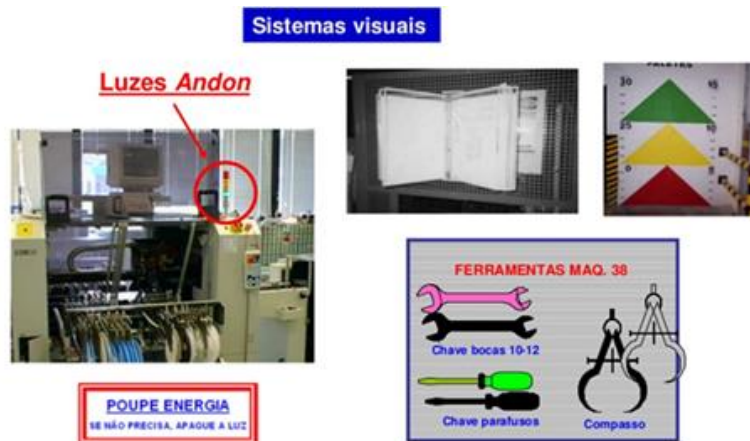


Figura 28: Sistema de visualização Andon
 Fonte: <http://www.freewebs.com/leanemportugal>

3.4.9. 5 W's 2H

Segundo Shingo, (1981), na Toyota, encontrar as causas dos problemas ou do desperdício era uma atividade-chave. Eles perguntavam repetidamente “Porquê?”, (“Why?”) até encontrarem a resposta que procuravam. Este método é tradicionalmente conhecido como 5W1H que significa:

- *Who* – quem, (quem era o responsável?)
- *What* – o que, (o que aconteceu?)
- *When* – quando, (quando aconteceu?)
- *Where* – onde, (onde aconteceu?)
- *Why* – porque, (porque aconteceu?)
- *How* – como, (como aconteceu?)

Atualmente, procura-se incluir um novo ‘H’ – “How much / How many?” passando esta a denominar-se agora 5W2H ou 5W3H, estando esta nova variável associada ao custo ou à quantidade – quanto / quantos?

Segundo o mesmo autor, (Shingo, 1981), na Toyota os cinco W’s significavam mesmo os 5 *porquês* – pois estes perguntavam cinco ou mais vezes “*porquê?*” até que a causa do problema fosse descoberta. Para todos os fatores – *what, who, where, when* e *how* – eles perguntavam “*Why, why, why, why, why?*”, pois perguntar uma só vez nunca é suficiente. Este autor refere também que ao se perguntar 5 vezes “*porquê?*” o como se resolver o problema, (*how*) fica também esclarecido.

3.4.10. 6 Sigma

A estratégia *Seis Sigma* é uma extensão dos conceitos da qualidade total com foco na melhoria contínua dos processos e iniciando-se naqueles que atingem directamente o cliente. A estratégia *Seis Sigma* não é uma proposta inovadora. Ela aproveita todas as

iniciativas de qualidade que já foram implementadas na instituição, harmonizando-as e estabelecendo metas desafiantes de redução de desperdício. A filosofia que sustenta o *Seis Sigma* é a da melhoria contínua e pode ser aplicada a empresas de todos os tamanhos, nos vários ramos de prestação de serviços ou de produção, seja de capital público ou privado, (Zu, Fredendall, & Douglas, 2008).

Uma preocupação permanente na estratégia *Seis Sigma* é a redução da quantidade de desperdício, que tecnicamente é denominada de defeitos. Na estratégia *Seis Sigma*, defeito é qualquer desvio de uma característica que gera insatisfação ao cliente, (externo ou interno). O fato de um processo *Seis Sigma* corresponder à redução de defeitos em produtos ou serviços para um nível de 3,4 defeitos por milhão causa um bloqueio inicial às instituições, que julgam que isso é praticamente impossível, (Cournoyer, Renner, & Kowalczyk, 2011), mas grandes e famosas empresas que adotaram a estratégia *Seis Sigma*, como a GE e a Motorola, alcançaram esse nível nalguns dos seus processos. A aprovação desta estratégia leva à busca permanente da melhoria nos demais processos. Muitos modelos de melhorias têm como referência o ciclo do *PDCA*, (Plan-Do-Check-Action), original do Lean Manufacturing e concebido por Deming, (Deming, 1989). A filosofia desse ciclo é a aplicação contínua, ou seja, a última etapa de um ciclo determina o início de um novo ciclo. Na estratégia *Seis Sigma* o ciclo DMAIC tem as mesmas características.

Esse ciclo é formado pelas seguintes etapas:

- D: DEFINIR. Nesta etapa é necessário definir com precisão:

As necessidades e desejos dos clientes;

Transformar as necessidades e desejos dos clientes em especificações do processo, a capacidade produtiva e o posicionamento do serviço ou produto no mercado, tendo em conta as ofertas dos concorrentes.

- M: MEDIR. Nesta etapa é necessário medir com precisão o desempenho de cada etapa do processo, identificando os pontos críticos e passíveis de melhoria. Todas as vezes que ocorrem defeitos no processo ocorrem gastos adicionais de recursos para repor o nível de produção: tempo, mão-de-obra para executar a actividade. Esses custos precisam ser mensurados.

- A: ANALISAR. Analisar os resultados das medições permite identificar as lacunas, ou seja, determinar o que falta nos processos para atender e cativar os clientes. A busca da causa raiz dos problemas leva ao desenvolvimento de hipóteses e à expressão analisar, visando à eficácia dos processos. Para realizar as melhorias nos processos são elaborados projectos ou planos de acção acompanhados de cronogramas, dimensionamento de recursos necessários, custos e retorno do investimento.

- I: IMPLEMENTAR. O sucesso da implementação das melhorias está relacionado com a forma de venda do plano às pessoas, que deve contemplar a demonstração das vantagens que a mudança vai trazer e, sempre que possível, aproveitar suas contribuições na forma de operacionalizar a estratégia.

- C: CONTROLAR. Implementar um sistema permanente de avaliação e controle é fundamental para garantia da qualidade alcançada e identificação de desvios ou novos problemas, os quais devem exigir acções correctivas e padronizações de procedimentos.



Figura 29: 6 Sigma DMAIC
 Fonte: (Malaysia & China, 2004)

3.4.11. Heijunka

Heijunka é o ato de nivelar a variedade ou o volume de itens produzidos num processo ao longo de um período de tempo. É um conceito que está relacionado à programação da produção e é a principal ferramenta aplicada para gerar estabilidade na produção. É utilizado para prevenir o excesso de lotes, tipos de produtos e flutuações no volume dos produtos.

“A tartaruga é mais lenta, mas consistente. Causa menos desperdício e é muito mais desejável do que a lebre veloz que corre à frente e depois para, ocasionalmente, a dormir. O sistema Toyota de Produção só se pode realizar quando todos os trabalhadores se tornam tartarugas.” – Taiichi Ohno, 1988.

Atualmente, muitas empresas têm como objetivo colocar em prática o *Lean Manufacturing* e produzir exatamente o que o cliente pede e quando ele pede. Todavia, o que acontece é que muitas empresas aceitam pedidos que oscilam de mês a mês. Desta forma é realizada a programação desigual da produção e isso acarreta uma série de problemas que abrangem desde o pagamento de horas extras a funcionários até ao stress de pessoas e equipamentos em determinado período. Esta situação pode criar grandes quantidades de *stock*, ocultar problemas e piorar a qualidade do produto, criando uma dificuldade para a empresa manter um fluxo de trabalho como o *Lean* requer.

A aplicação do *heijunka* consiste em fazer o nivelamento da produção de acordo com o pedido total do cliente, convertendo a instabilidade da procura dos clientes num processo nivelado e previsível.

Os principais benefícios da aplicação do conceito Heijunka são:

- Diminuição dos *stocks* de produtos acabados;
- Menor ocupação de armazéns;
- Redução de custos;
- Equilíbrio na utilização de recursos;
- Procura regular em processos anteriores;
- Elimina desperdícios;
- Favorece a padronização dos processos;
- Menos stress dos funcionários.

3.4.12. Poka-Yoke

O Dr. Shigeo Shingo foi provavelmente o maior contribuidor para as práticas de produção moderna. Ao aplicar a sua experiência e perícia no campo da engenharia industrial, foi capaz de proporcionar uma melhor forma de vida para operadores e para as empresas. As suas teorias ganharam reputação através dos resultados na produção entre as empresas que implementaram estas técnicas.

Destacou-se no desenvolvimento do TPS (Toyota Production System) em conjunto com Taiichi Ohno, concebeu e desenvolveu o SMED e foi o pioneiro do conceito de Poka Yoke e Controlo de Qualidade - Zero.

Shigeo Shingo introduziu o conceito de Poka Yoke em 1961, quando ele era engenheiro industrial na Toyota Motor Corporation. O termo inicial era *baka-yoke*, que significa *fool-proofing* (à prova de tolos). Em 1963 uma trabalhadora na Arakawa Body Company recusou-se a usar mecanismos *baka-yoke* na sua área de trabalho, devido ao termo ter uma conotação ofensiva e desonrosa. Assim o termo foi alterado para Poka Yoke, que significa *mistake-proofing* (à prova de erros), (Shingo, 1986).

Os Poka Yoke são mecanismos usados para colocar um processo completo à prova de erro. No Lean Manufacturing, o Poka Yoke assegura que as condições apropriadas existem antes de executar um passo do processo, impedindo que defeitos ocorram em primeiro lugar. Quando isto não é possível, o Poka Yoke executa uma função de detecção, eliminando defeitos no processo o mais cedo possível.

Muitas pessoas pensam em Poka Yoke como interruptores de limite, sistemas de inspeção óptica, pinos de guia, ou desligadores automáticos que devem ser implementados pelo departamento de Engenharia. Isto é uma visão muito estreita / limitada do Poka Yoke. Estes mecanismos podem ser eléctricos, mecânicos, procedimentais, visuais, humanos, ou outra qualquer forma que impede/previne execução incorrecta no processo.

O Poka Yoke também pode ser implementado em outras áreas como as vendas, entrada de ordens, compras, ou desenvolvimento do produto onde os custos dos erros são muito superiores do que no piso da fábrica. A realidade é que a prevenção de defeitos, ou

detecção e remoção de defeitos, tem aplicação largamente difundida na maioria das organizações, (Maa, 2006).

3.4.13. Takt Time – Balanceamento da produção

Takt é uma palavra alemã que significa ritmo/compasso. O *Takt Time* define a velocidade a que a linha de produção deve trabalhar e os tempos de ciclo das operações de produção.

Os seus principais benefícios são:

- Eliminar o desperdício da sobreprodução;
- Permitir uma programação precisa;
- Permitir sincronizar a produção com a procura dos produtos;
- Constituir a base de referência para medição do desempenho;
- Permitir um ritmo de produção mais estável;
- Permitir dimensionar as células de produção;
- Reduzir o trabalho em curso.

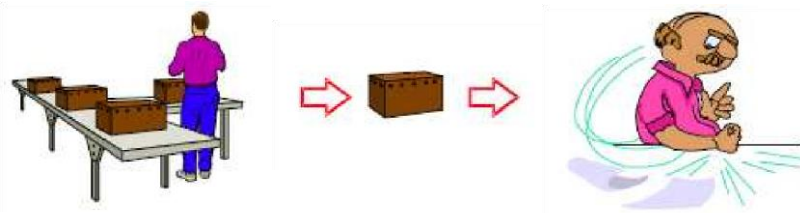


Figura 30: Representação do Takt Time
Fonte: <http://www.freewebs.com/leanemportugal>

A ideia é determinar o ritmo exato a que a produção necessita ser realizada, de modo a acompanhar a procura real. Em seguida a organização (empresa, célula, linha de produção) produz apenas as quantidades necessárias, ao ritmo necessário e na ocasião requerida.

O *Takt Time* é mais aplicável a linhas de produção contínua ou células de produção que produzam uma única família de produtos ou produtos similares. Centros de trabalho tipo *job shop* são contra-indicados para a aplicação do *Takt Time*.

3.4.14. Diagrama de Spaghetti

O diagrama de *Spaghetti* consegue, através de uma forma esquemática, representar o fluxo de material ou informação (Figura 31). Através desta ferramenta consegue-se visualizar a movimentação que se faz em cada processo, o que ajuda a identificar resíduos que muitas vezes nem se imaginam que existem. No fundo pode ser um grande

começo para identificar problemas de *layout* que criam má circulação, viagens extra e tempo perdido (Ross, 2013).

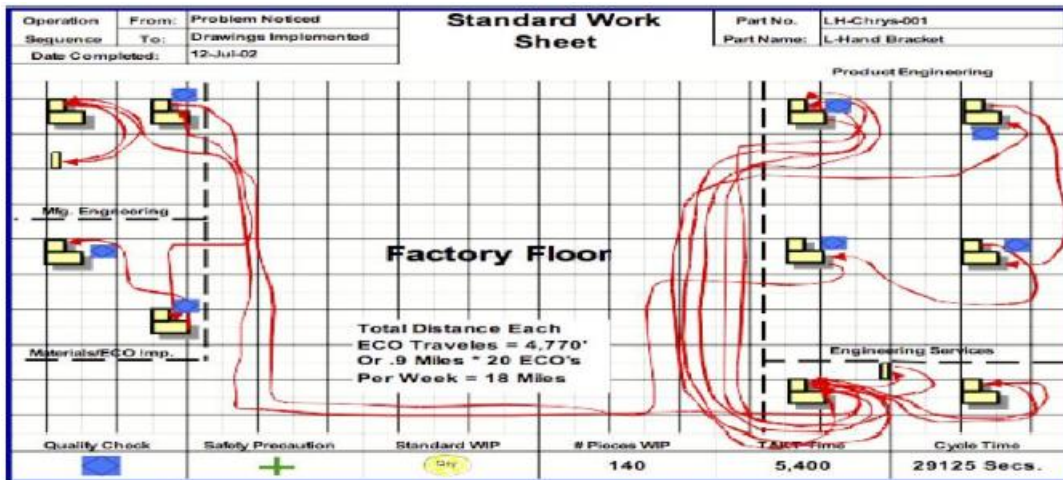


Figura 31: Exemplo de um diagrama de *Spaghetti*.

Fonte: <http://www.nwfpa.org/nwfpa.info/images/stories/articles/untangle%20your%20process1.jpg>.

3.4.15. Total Quality Management, TQM

A sigla **TQM** tem origem do termo em inglês Total Quality Management. Diz respeito a uma estratégia usada pelo setor administrativo para que todos tenham consciência da importância de agregar qualidade aos processos organizacionais.

Quando se usa a palavra total da sigla se busca a inserção no método não somente de todos os escalões de uma empresa, como também aqueles que indiretamente estão envolvidos no processo produto, como fornecedores, distribuidores e demais parceiros de negócios. Para tanto, o **TQM**, ou Gestão da Qualidade Total, é composto por diferentes estágios, entre eles, planejamento, organização, controle e liderança.

3.4.16. Total Productive Maintenance, TPM

A Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance - TPM) é uma filosofia de gestão da manutenção na qual todos são responsáveis pela utilização e manutenção de todos os equipamentos que utilizam (Pinto, 2006).

Inicialmente esta ferramenta era usada no departamento de produção mas é também aplicável no administrativo.

A TPM pretende a eliminação de todas as perdas ou desperdícios tanto nos setores produtivo como administrativo da organização.

O gráfico seguinte identifica o desenvolvimento histórico do TPM:

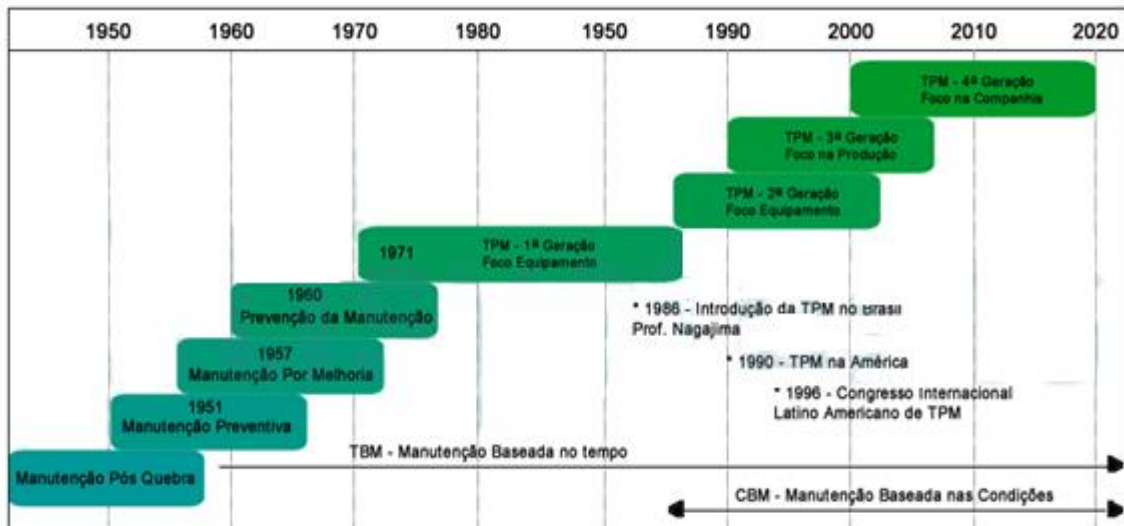


Figura 32: História do TPM

Fonte: <http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.pt/2009/05/tpm-manutencao-produtiva-total.html>

O TPM objetiva a eliminação das causas das quebras e dos defeitos a fim de garantir a manutenção planeada e programada. Ele se baseia no comportamento humano e entende que o aumento da disponibilidade, fácil operação e manutenção das máquinas e equipamentos contribuem para manter um ambiente produtivo e com qualidade total.

É fácil perceber que o TPM acaba proporcionando um ambiente limpo, organizado e seguro, e, portanto, mais saudável. Por isto, costumamos dizer que seu objetivo principal é composto por três sub-objetivos: a “Quebra Zero”, o “Defeito Zero” e o “Acidente Zero”.

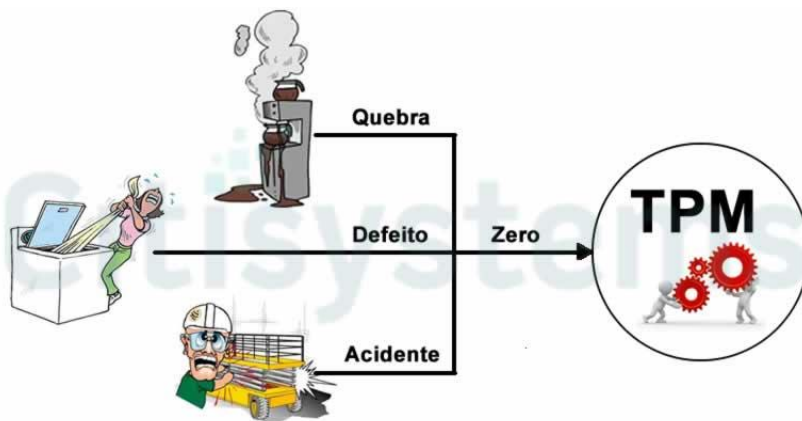


Figura 33: Quebra Zero, Defeito Zero e Acidente Zero.

Fonte: <http://www.freewebs.com/leanemportugal>

Só é possível atingir estes três objetivos com mudanças de comportamentos e atitudes de todos os funcionários da empresa. Se observarmos os japoneses, é fácil perceber porque eles possuem sucesso com a implantação desta ferramenta. Eles simplesmente entenderam o conceito e reorganizaram a empresa de forma a implantar uma cultura organizacional voltada a garantir a integração entre homem, equipamento e produto com o envolvimento de todos os departamentos, principalmente os de produção e manutenção, essenciais para o processo.

No livro “*TPM in Process Industries*”, o autor Tokutaro Suzuki, menciona que podemos dividir os benefícios conquistados com o TPM em duas categorias: os tangíveis (que podemos medir) e os intangíveis (que não podemos medir mas podemos sentir o efeito). Estes resultados foram medidos em organizações que implantaram esta ferramenta e conseqüentemente possuem fundamentos.

Para aumentar a produtividade, a TPM procura eliminar 6 grandes perdas sofridas no processo:

- Perda 1 – Quebras: quantidade de itens que deixam de ser produzidos porque o equipamento quebrou. Caso tivesse sido realizada a manutenção preventiva, provavelmente esse problema não ocorreria.
- Perda 2 – *Setup* (ajustes): quantidade de itens que deixam de ser produzidos porque a máquina está sendo ajustada para a produção de um novo. A empresa deve combater esta perda através de trocas rápidas.
- Perda 3 – Pequenas paragens/tempo ocioso: quantidade de itens que deixam de ser produzidos devido a paradas no processo para pequenos ajustes.
- Perda 4 – Baixa velocidade: é a quantidade de itens que deixam de ser produzidos porque o equipamento está operando numa velocidade menor que a normal. Esse fato dá-se devido à falta de manutenção preventiva.
- Perda 5 – Qualidade insatisfatória: é a quantidade de itens perdidos, quando o processo já entrou em regime (quando ocorre algum problema durante a operação, que vai gerar a perda do produto).
- Perda 6 – Perdas com *start-up*: é a quantidade de itens perdidos, quando o processo ainda não entrou em regime (quando é identificado problemas com os insumos, o que impede sua entrada no processo e gera sua perda).

- As perdas 1 e 2 definem o índice de disponibilidade do equipamento;
- As perdas 3 e 4 definem o índice de eficiência do equipamento;
- As perdas 5 e 6 definem o índice de qualidade do equipamento.

A filosofia TPM gera um comprometimento de todos os funcionários, para os quais são transferidas maiores responsabilidades sobre as operações realizadas, pois se o equipamento está com um ruído diferente ou operando abaixo da velocidade, o funcionário comprometido com o processo vai tentar solucionar o problema ou comunicar quem possa resolvê-lo. Portanto, é esse envolvimento que a TPM cria nas pessoas, mas para isso, a empresa não deve esquecer-se que além da manutenção dos equipamentos, deve cuidar também da manutenção e motivação de seus colaboradores, pois são eles os principais elementos do processo.

- Tornar possível a construção de uma organização incorporada com o objetivo de maximizar a eficácia dos sistemas de produção.
- Fazer a organização focar na prevenção de todos os tipos de perdas de forma a assegurar zero falhas, zero acidentes e zero defeitos garantindo a vida do sistema de produção através da utilização de metodologias no chão de fábrica.
- Na implantação do TPM, garantir o envolvimento de todos os departamentos da organização, incluindo vendas e administração.
- Garantir o envolvimento de todos, desde os funcionários até à alta gerência na execução do TPM;
- Condução das atividades com foco na perda zero de atividades de pequenos grupos.

3.4.16.1. Princípios da Filosofia TPM

A Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance* - TPM) é uma filosofia de gestão da manutenção na qual todos são responsáveis pela utilização e manutenção de todos os equipamentos que utilizam (Pinto, 2006).

Se cada um for responsável pelos equipamentos e ferramentas que utiliza, preservando a sua condição normal de funcionamento, será uma ajuda para a qualidade dos produtos e serviços, evitando-se assim um aumento de custos com os processos produtivos. A TPM ajuda a eliminar perdas, a reduzir paragens, a reduzir custos, a garantir a qualidade num processo de fluxo suave e contínuo, pois o sistema JIT não poderá funcionar se o equipamento falhar ou se a qualidade dos produtos for afetada por isso (Pinto, 2006).

Em síntese, a excelência operacional da Toyota baseia-se nas ferramentas e técnicas de melhoria da qualidade descritas acima (entre outras), assim como na constante inovação dos processos tendo revolucionado a indústria automóvel.

3.4.16.2. Pilares da Filosofia TPM

São oito os pilares da filosofia TPM conforme representado na Figura 34.

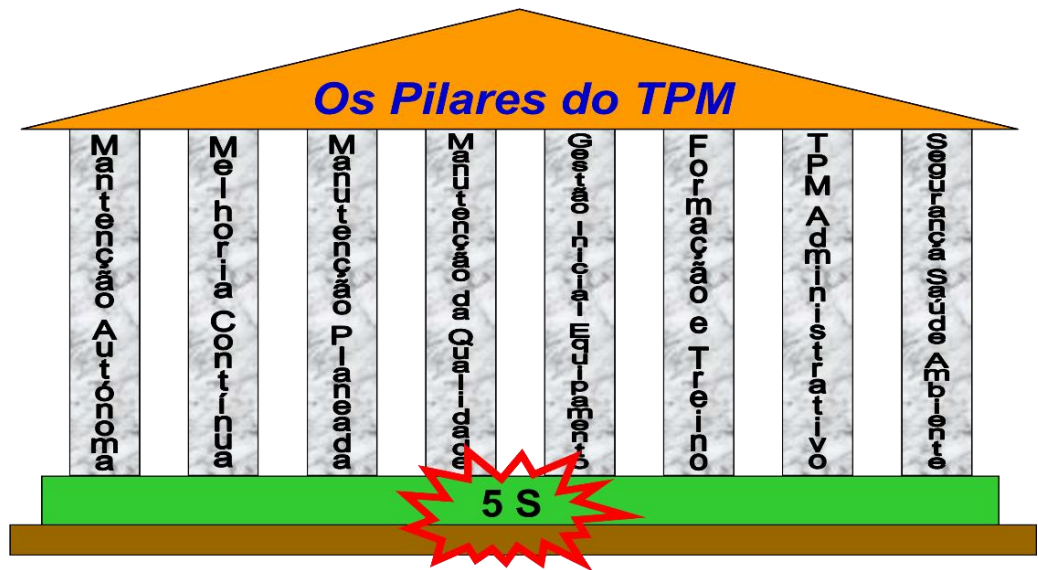


Figura 34: Os Pilares do TPM
 Fonte: <http://www.freewebs.com/leanemportugal>

Quando se fala em implantar uma ferramenta de manutenção produtiva total, que procura o autocontrole da produção e da manutenção como, a principal preocupação deve vir dos líderes e da alta gestão que devem ser capazes de definir as tarefas e indicadores eficientes para gerir melhor o processo e acompanhar os resultados.

A manutenção produtiva total é estruturada sob 8 pilares sendo que cada pilar tem um objetivo específico como se verifica na Tabela 05.

Tabela 05: Os 8 Pilares da manutenção produtiva total
 Fonte: <https://www.citisystems.com.br/pilares-manutencao-produtiva-total/>

Os 8 Pilares	Objetivo
Manutenção autônoma	Capacitação da mão de obra. Objetiva treinar e capacitar os operadores para que os mesmos se envolvam nas rotinas de manutenção e nas atividades de melhorias que previnem a deterioração dos equipamentos
Melhorias Específicas	Objetiva reduzir o número de quebras e aumentar a eficiência global do equipamento através do envolvimento de times multidisciplinares compostos por engenheiros de processo, operadores e manutentores. Com um time de pessoas com conhecimento diversificado, a chance de melhorias eficazes serem implantadas é muito maior.
Manutenção	Quebra zero e aumento da eficiência e eficácia do equipamento.

Planeada	Atua sob três formas: planeamento das manutenções preditivas, preventivas e paradas. Enquanto que as duas primeiras objetivam eliminar paradas, a terceira, quando é necessária deve ser muito bem planeada a fim de proporcionar uma parada assertiva que siga o cronograma e os custos planejados. Por isso é cada vez mais comum as empresas utilizarem ferramentas de gestão de projetos aplicadas nas paradas.
Manutenção da Qualidade	Zero Defeito, através do controle de equipamentos, materiais, ações das pessoas e métodos utilizados. Hoje em dia podemos citar algumas ferramentas que auxiliam neste processo como sistemas automáticos de inspeção e controle da qualidade (sensores de visão, Micrómetro Laser e softwares online de controle estatístico de processo).
Gestão Inicial do Equipamento	Reduzir o tempo de introdução do produto e processo. Baseia-se na análise detalhada dos produtos e equipamentos antes mesmo de serem fabricados ou instalados. O objetivo é focar a energia em criar produtos fáceis de fazer e equipamentos fáceis de utilizar.
Treino e Educação	Elevar o nível e capacidade da mão de obra. Mão de obra escassa e sem conhecimento é um dos grandes problemas industriais atuais. Como estamos numa época direcionada à indústria 4.0 em que a tecnologia muda rapidamente, o problema agrava-se ainda mais e o treino torna-se parte fundamental do sucesso das empresas. A Educação e treino devem ser sistemáticos na companhia.
Áreas Administrativas	Reduzir as <u>perdas</u> administrativas e criar escritórios de alta eficiência. Como o departamento administrativo fornece recursos às atividades de produção, a qualidade e a precisão das informações supridas por estes departamentos devem ser asseguradas.
Segurança, Higiene e Meio Ambiente	Acidentes Zero. Assegurar a segurança e prevenir impactos ambientais adversos, além de serem fundamentais atualmente, motiva os funcionários e faz com que a empresa conquiste mais clientes.

Capítulo 4

Resultados da revisão bibliográfica focada

As ferramentas encontradas em resultado da pesquisa com foco no setor de atividade económica foram:

- 5s+1 (Abolhassani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B., 2016; Ali Naqvi et al., 2016; Ramdass, K., 2015; Gupta, S., Jain, S.K., 2015; Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K., 2017; Siddh, M.M. et al., 2014; Sreedharan, S., Liou, F., 2007; Zhang, Y. L., 2013);

- 6 sigma (Da Graça Júnior, J.C., 2005; Dragulanescu, IAV., Popescu, D., 2015; Gates, G., 2008; Hassan, M.K., 2010; Hussaini, S., Lahrman, G., 2012; Popescu, D.; Prabhushankar, G.V. et al., 2015; Saygin, C., Sarangapani, J., 2011; Sinclair, K., Phelps, R., Sadler, B., 2005; Vinarcik, E.J., 2005; Wilson, R., 2003);

- 7 wastes (Ali Naqvi et al., 2016; Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., 2014; Mahamid, I., Elbadawi, I.A.Q., 2014);

- Automação (Esan et al., 2013; Gurumurthy, A., Kodali, R., 2007; Karim et al., 2011; Onori, M., Lee-Mortimer, A., 2006; Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J., 2015);

- Layout (Ali Naqvi, S.A. et al., 2017; Kumar et al., 2013; Martínez, S., Jardón, A., Vítores, J.G., Balaguer, C., 2013; Subha, M.V., Jaisankar, S., 2012; Da Graça Júnior, J.C. 2005);

- Lean-Agile (Elmoselhy, S.A.M. 2013, 2015; Gosling, J. et al e Gosling, J. et al, p. 113; Sreedharan, S., Liou, F., 2007);

- JIT (Ali Naqvi et al., 2016; Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., 2013, 2014; Bramorski, T., Madan, M.S., Motwani, J., 2000; Furlan, A., Vinelli, A., Pont, G.D., 2011; Hussaini, S., Lahrman, G., 2012; Koh, H.C., Sim, K.L., Killough, L.N., 2004; L.B., de Martins, L.M., da Silva, R.M.M., 2016; Michel, R., 2004; Murugesan, M., Subha, S.T., 2011; Pedroso et al., 2000; Rahani, A.R., Al-Ashraf, M., 2012);

- Kaizen (Da Graça Júnior, J.C., 2005; Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K., 2017; Ramdass, K., 2015; Rahani, A.R., Al-Ashraf, M., 2012; Vani, D.A., Deshpande, S.; Bradley, J.R., Willett, J., 2004);

- Kanban (Ali Naqvi et al., 2016; Ramdass, K., 2015; Singh, P., Singh, H., 2012; Murugesan, M., Subha, S.T., 2011; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Michel, R., 2004; [No author name available, 2004);

- Li, Z.C., 2011; Yip-Hoi, D.M., Welch, J.G., 2015);
- Mura (Yip-Hoi, D.M., Welch, J.G., 2015);
- Muri (Yip-Hoi, D.M., Welch, J.G., 2015);
- Poka-Yoke (Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., 2013; ; Beachum, D. 2005; Hassan, K., Kajiwara, H., 2013; Houti, M., Abbadi, L.E., Abouabdellah, A., 2016; Murugesan, M., Subha, S.T., 2011);
- Push/Pull (Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., 2013; ; Beachum, D. 2005; Hassan, K., Kajiwara, H., 2013; Houti, M., Abbadi, L.E., Abouabdellah, A., 2016; Murugesan, M., Subha, S.T., 2011);
- SW (Jaffar, A., Halim, N.H.A., Yusoff, N., 2012; Koerckel, A., Ballard, G., 2005; Sreedharan, S., Liou, F., 2007);
- SMED (Da Graça Júnior, J.C., 2005; Díaz-Reza et all, 2014; Jebaraj Benjamin et all, 2013; Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K., 2017; Sreedharan, S., Liou, F., 2007; Tmizharasi, G., Kathiresan, S., 2014);
- Takt-Time (Beachum, D., 2005);
- TPM (Ahuja, I.P.S., Khamba, J.S., 2008; Amin, S.S.at all, 2013; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Karim, M.A. At all; Peter, G.J., 2010; Ramdass, K., 2015);
- TPS (Dhakal, H.N., 2016; Stoll, T.S., Guiland, J.-F., 2012; Stewart, N. 2005. Yip-Hoi at all, 2015; Tamizharasi, G., Kathiresan, S., 2014; Vani, D.A., Deshpande, S., 2012);
- TQM (Furlan, A., Vinelli, A., Pont, G.D., 2011; Gruber, Scott, 2000; Karim, M.A. Et all, 2011 e 2015; Koh, H.C., Sim, K.L., Killough, L.N., 2004; Ramdass, K., 2015; Subha, M.V., Jaisankar, S., 2012);
- VSM (Abdulmalek, F.A., Rajgopal, J.,2007; Nayak, B., 2006; Da Graça Júnior, J.C., 2005; De Oliveira, R.P. at all, 2017; Garcia, P., Drogosz, J., 2007; Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K., 2017; Amrani, A., Ducq, Y., Goetz, C., 2016; Tamizharasi, G., Kathiresan, S., 2014; Omar, M.K., Abdullah, R., Rahman, M.N.A., 2011; Parmar, M.N., Thanki, S.J., 2014; Zhang, Y.-L., 2013; Martins, G.H., Cleto, M.G., 2013; Jiménez, E. at all, 2012; Singh, P., Singh, H., 2012; Rahani, A.R., Al-Ashraf, M., 2012; Sreedharan, S., Liou, F., 2007).

As ferramentas encontradas em resultado da pesquisa com foco no tamanho da empresa foram:

- 5s+1 (Wahba, M.M., Shihata, L.A., Talaat, A., 2016; Ali Naqvi et all, 2016; Dhakal, H.N. 2016; Dragulanescu, I.-V., Popescu, D. 2015; Siddh, M.M. et all, 2014; Shah, P.P., Shrivastava, R.L., 2013; Hussaini, S., Lahrman, G. "2012; Simmons, L., Holt, R., Dennis, G., Walden, C., 2010; Da Graça Júnior, J.C., 2005);
- 6 sigma (Abolhassani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B., 2016);
- 7 wastes (Abolhassani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B., 2016; Wahba, M.M., Shihata, L.A., Talaat, A., 2016; Ali Naqvi, S.A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., Shehzad, M.M. 2016; McKnight, D., 2014);
- Automação (Martínez, S., Jardón, A., Vítores, J.G., Balaguer, C., 2013);
- Layout (Martínez, S., Jardón, A., Vítores, J.G., Balaguer, C., 2013);
- JIT (Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., 2013 e 2014; Ali Naqvi, S.A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., Shehzad, M.M., 2016; Hussaini, S., Lahrman, G. "2012; Simmons, L., Holt, R., Dennis, G., Walden, C., 2010);
- Kaizen (Dhakal, H.N., 2016; Rahani, A.R., Al-Ashraf, M. 2012; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Gruber, Scott, 2000);
- Kanban (Nallusamy, S., 2016; Ramdass, K., 2015; Hassan, K., Kajiwara, H. 2013; Subha, M.V., Jaisankar, S. 2012);
- Poka-Yoke (Wahba, M.M., Shihata, L.A., Talaat, A.,2016);
- Push/Pull (Gruber, Scott, 2000);
- SW (Jaffar, A., Halim, N.H.A., Yusoff, N., 2012; Prabhushankar, G.V. et all, 2015; Murugesan, M., Subha, S.T. 2011; Simmons, L., Holt, R., Dennis, G., Walden, C., 2010);
- SMED (Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J., 2015; Tamizharasi, G., Kathiresan, S., 2014; Ribeiro, D., Braga, F., Sousa, R., Carmo-Silva, S., 2011; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Stewart, N., 2005);
- TPM (Dhakal, H.N., 2016; Dora, M.et all, 2014; Vinarcik, E.J. 2005.);
- Automação (Schmidt, T., Psilopoulos, J., 2015);

- TQM (Dhakal, H.N., 2016; Shah, P.P., Shrivastava, R.L., 2013; Singh, P., Singh, H. 2012);

- VSM (Amrani, A., Ducq, Y., Goetz, C., 2016; Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J. 2015; Tamizharasi, G., Kathiresan, S., 2014; Esan, A.O., Khan, M.K., Qi, H.S., Naylor, C. 2013; Jiménez, E., Tejada, A., Pérez, M., Blanco, J., Martínez, E. "2012; Subha, M.V., Jaisankar, S. 2012; Simmons, L. et all, 2010; Da Graça Júnior, J.C. 2005; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Gruber, Scott, 2000).

Nas Tabelas 06 e 07 apresentam-se os resultados das ferramentas *Lean Manufacturing* empregues especificando o setor de atividade económica (na Tabela 06) e o tamanho da empresa (na Tabela 07). Para cada variável estudada apresentam-se os benefícios obtidos do uso das ferramentas indicadas com identificação das obras revistas.

Tabla 06: Ferramentas usadas por setor económico e respetivos benefícios com identificação dos respetivos autores

Fonte: Do autor

Ferramentas por setor	Benefícios	Autores
5s+1	Reduzir o prazo de execução da produção; eliminar resíduos, reduzir custos, melhorar a qualidade do produto, diminuir os custos de compensação do trabalhador (diminuir as horas extras), reduzir o tempo perdido, melhorar a produtividade e a qualidade e reforçar as relações de trabalho-gestão. Redução da variação de processo, melhoria nas vendas. Melhoria no alcance dos objetivos com redução da taxa de erro, facilitando a aprendizagem experiencial através do ciclo "Ouvir, ver e fazer".	Abolhassani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B., 2016; Ali Naqvi at all, 2016; Ramdass, K., 2015; Gupta, S., Jain, S.K.2015; Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K.,2017; Siddh, M.M. at all, 2014; Sreedharan, S., Liou, F., 2007; Zhang, Y. L., 2013.
6 sigma	Melhoria no desempenho das empresas através de processamento mais rápido para custos mais baixos e com qualidade superior. Documentação de orientação com melhoria na gestão da cadeia de suprimentos e na logística; controle de ativos claramente compreendido com melhoria dos seus níveis de qualidade e controle de produção. Melhorar a confiabilidade das empresas nos processos usados com otimização de trabalho. Melhoria da produtividade com redução de variabilidade, desperdício e retrabalho; redução de variação de processos e de produtos e aumento do valor do negócio reduzindo os tempos de saída dos produtos e minimização do ensaio através da aplicação de métodos de fabrico lean para o ciclo de projeto do produto, melhorando o desempenho num ambiente de aplicação mais eficiente a custos mais baixos.	Da Graça Júnior, J.C., 2005; Dragulănescu, I.A.V., Popescu, D., 2015; Gates, G., 2008; Hassan, M.K., 2010; Hussaini, S., Lahrman, G., 2012; Prabhushankar, G.V. at all, 2015; Saygin, C., Sarangapani, J., 2011; Sinclair, K., Phelps, R., Sadler, B., 2005; Vinarcik, E.J., 2005; Wilson, R., 2003.
7 wastes	Eliminar resíduos, melhorar a qualidade com redução de erros. Melhorar os tempos de ciclo, aprimorar as decisões.	Ali Naqvi at all, 2016; Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., 2014; Mahamid, I., Elhadawi, I.A.Q., 2014.
Automação	Medições rápidas e fáceis de usar compatíveis com os atuais modelos de computador e simuladores. Redução de custos através da utilização de tecnologia. Minimizar resíduos com melhoria no crescimento e no emprego. Cultura de organização, compromisso de gestão e qualificação de trabalhadores, melhoria global do desempenho da organização, melhorias de qualidade.	Esan at all, 2013; Gurumurthy, A., Kodali, R., 2007; Karim at all, 2011; Onori, M., Lee-Mortimer, A., 2006; Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J., 2015;
Layout	Redução de custos com benefícios para a organização, melhorando a qualidade do produto. Eliminação de defeitos em produtos (semi-acabados e acabados) e subsequente diminuição dos custos. Flexibilidade e fatores de mobilidade, fornecendo um sistema versátil de fabrico e montagem que pode ser transportada para locais de construção, sem necessidade de permissões especiais. Melhoria dos benefícios operacionais e do desempenho organizacional. Otimização do trabalho com melhoria da produtividade, redução da variabilidade, resíduos e retrabalho.	Ali Naqvi, S.A. Et all, 2017; Kumar et all, 2013; Martinez, S. et all, 2013; Subha, M.V., Jaisankar, S., 2012; Da Graça Júnior, J.C. 2005.

Lean-Agile	Os benefícios superam os custos correspondentes resultando em valor presente positivo. Aumento da competitividade e rentabilidade, reduzindo os custos de fabrico. Habilitar as empresas a lidar com flutuações, fornecedores e a satisfazer requisitos da indústria de construção. Conhecer as cadeias de fornecimento específico e o trabalho que é necessário para produzir os resultados que podem ser generalizados mais rapidamente.	Elmosehly, S.A.M. 2013, 2015; Gosling, J. et al e Gosling, J. et al, p. 113; Sreedharan, S., Liou, F., (2007) Ali Naqvi et al, 2016; Allan, M.E. et al, 2013, 2014; Bramorski, T., Madan, M.S., Motwani, J., 2000; Furlan, A., Vinelli, A., Pont, G.D., 2011; Hussaini, S., Lahrman, G., 2012; Koh, H.C., Sim, K.L., Killough, L.N., 2004; L.B., de Martins, L.M., da Silva, R.M.M., 2016; Michel, R., 2004; Murugesan, M., Subha, S.T., 2011; Pedroso et al, 2000; Rahani, A.R., Al-Ashraf, M., 2012. Da Graça Júnior, J.C., 2005; Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K., 2017; Ramdass, K., 2015; Rahani, A.R., Al-Ashraf, M., 2012; Vani, D.A. et al, 2004. Ali Naqvi et al, 2016; Ramdass, K., 2015; Singh, P., Singh, H., 2012; Murugesan, M., Subha, S.T., 2011; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Michel, R., 2004; [No author name available, 2004.
JIT	Redução dos custos com benefício para as organizações. Melhoria da qualidade do produto. Melhorar a produtividade e a qualidade.	
Kaizen	Redução do desperdício e agregação de valor ao processo. Segurança no trabalho e melhoria da produtividade e qualidade. Redução das áreas de trabalho e otimização do trabalho. Redução de variabilidade, resíduos e retrabalho atendendo às necessidades financeiras dos fabricantes.	
Kanban	Redução de custos com benefício da organização. Melhoria da qualidade do produto. Cortar no trabalho extra com redução do tempo perdido. Melhoria da produtividade e da qualidade e reforço das relações de trabalho-gestão, eliminando resíduos. Melhoria em operações de processos. Otimização da melhoria da produtividade com redução da variabilidade, desperdício e retrabalho. Produzir em pequenos lotes com simplificação na execução: entregar o material rapidamente, os fornecedores são mantidos informados sobre os materiais e as peças exigidas pelas filiais numa base diária ou semanal.	
Muda	Controlar e eliminar as três fontes de resíduos: muda, muri e mura. Redução de desperdícios, maior produtividade, melhor qualidade e capacidade de resposta mais rápida	Baisie, E.A., Ahmed, Y., Li, Z.C., 2011; Yip-Hoi, D.M., Welch, J.G., 2015; .
Mura	Controlar e eliminar estas três fontes de resíduos, muda, muri e mura	Yip-Hoi, D.M., Welch, J.G., 2015.
Muri	Controlar e eliminar as três fontes de resíduos: muda, muri e mura.	Yip-Hoi, D.M., Welch, J.G., 2015.
Poka-Yoke	Eliminar resíduos. Abordagem para a integração laboral das pessoas com deficiência com ganho de acessibilidade ao local de trabalho. Otimização do trabalho, melhoria da produtividade, redução de variabilidade e de desperdício e retrabalho.	Abolhassani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B., 2016; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Miralles, C. et al, 2011.

Push-Pull	Melhorar a qualidade, removendo resíduos e reduzindo erros para medir os processos e melhorar os tempos de ciclo e reduzindo o desperdício. Eliminar resíduos, melhorar a eficiência do processo e melhoria do sistema de revestimento.	Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., 2013; Beachum, D. 2005; Hassan, K., Kajiwara, H., 2013; Houti, M., Abbadi, L.E., Abouabdellah, A., 2016; Murugesan, M., Subha, S.T., 2011.
SW	Aumentar a eficiência e a qualidade e estabilidade em termos de produtividade, qualidade e desempenho do operador de processo. Além disso, também ajuda a alcançar as filosofias de LM que são a eliminação de desperdícios e melhoria contínua durante a implementação, facilitado a aprendizagem experiencial através do ciclo "Ouvir, ver e fazer". Compensar o investimento inicial e criar um movimento em direção à inovação que pode ser estendido para outros projetos em todo o continente.	Jaffar, A., Halim, N.H.A., Yusoff, N., 2012 Koerckel, A., Ballard, G., 2005; Sreedharan, S., Liou, F., 2007.
SMED	Reduzir o prazo de execução da produção, identificar as atividades de produção interna e transformá-las em atividades externas, minimizar ou eliminar resíduos enquanto maximiza o fluxo de produção, reduzir ou eliminar a perda de tempo pequena parada, facilitado a aprendizagem experiencial através do ciclo "Ouvir, ver e fazer",	Da Graça Júnior, J.C., 2005; Diaz-Reza et al., 2014; Jebaraj Benjamin et al., 2013; Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K., 2017; Sreedharan, S., Liou, F., 2007; Timizharasi, G., Kathiresan, S., 2014.
Takt-Time	Melhoria do sistema de revestimento.	Beachum, D., 2005
TPM	Cortar custos com horas extras com redução do tempo perdido e melhorando a produtividade e a qualidade através do reforço das relações de trabalho-gestão. Reduzir o custo de fabrico e aumentar a produtividade, reduzindo o tempo de ciclo e o tempo de paragem. Estabelecer uma cultura de organização através de um compromisso de gestão e qualificação de trabalhadores. Ganho de experiência do mundo real nas próprias instalações. Gerenciamento de desempenho do equipamento com otimização de mão de obra e melhoria da produtividade com redução de variabilidade, resíduos e retrabalho.	Ahuja, I.P.S., Khamba, J.S., 2008; Amin, S.S. at all, 2013; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Karim, M.A. At all; Peter, G.J., 2010; Ramdass, K., 2015.
TPS	Aumentar o valor do negócio e dos clientes, reduzindo os desperdícios, equilibrando o fluxo do processo. Controlar e eliminar as três fontes de resíduos, muda, muri e mura enquanto maximiza o fluxo de produção. Definir linhas de base de desempenho, controle de melhorias contínuas e comunicar o progresso para perseguir a perfeição. Cultura de melhoria contínua com alteração fundamentalmente do fluxo de valor dos processos químicos para obter vantagens competitivas e fornecer valor aos clientes.	Dhakal, H.N., 2016; Stoll, T.S., Guillard, J.-F., 2012; Stewart, N. 2005. Yip-Hoi at all, 2015; Tamizharasi, G., Kathiresan, S., 2014; Vani, D.A., Deshpande, S., 2012.
TQM	Minimizar horas extras, reduzir o tempo perdido, melhorar a produtividade e a qualidade e reforçar as relações de trabalho-gestão. Melhoria dos benefícios operacionais e melhoria do desempenho organizacional, cultura de organização, compromisso de gestão e qualificação de trabalhadores. para reduzir os custos de produção (em termos de custos de fabricação e garantia), padronizar os requisitos de sistema da qualidade e documentação desenvolvido e mantido pelos fornecedores	Furlan, A., Vinelli, A., Pont, G.D., 2011; Gruber, Scott, 2000; Karim, M.A. et all, 2011 e 2015; Koh, H.C., Sim, K.L., Killough, L.N., 2004; Ramdass, K., 2015; Subha, M.V., Jaisankar, S., 2012.

<p>VSM</p>	<p>Menor tempo de espera com redução do prazo de execução. Oportunidades de melhoria, bem como a redução do tempo de liderança no processo de produção. Facilitar a flexibilidade e melhorar o desempenho global. Minimizar ou eliminar resíduos enquanto é maximizado o fluxo de produção. Eficácia organizacional com foco na redução de desperdícios e melhoria da produtividade. Redução da taxa de erro. Reduzir o tempo longo de paragem, eliminando o erro humano durante a análise e melhorar a precisão dos dados facilitado a aprendizagem experiencial através do ciclo "Ouvir, ver e fazer". Detetar e eliminar o desperdício, reduzir o tempo de espera da produção e menos trabalho no processo de inventário, melhorar significativamente o lucro de linha de fundo, aumentem o valor para os clientes de morrer e eliminam sem valor adicionado & desperdício funções, recursos, processos, operações e atividades em todo o sistema, otimização de mão de estações de trabalho, a melhoria da produtividade, redução de variabilidade, sucata e retrabalho.aumentar as taxas de throughput e capacidade, reduzir Lead-times e melhorar a qualidade e eficiência, reduzindo os custos operacionais.</p>	<p>Abdulmalek, F.A., Rajgopal, J.,2007; Nayak, B., 2006; Da Graça Júnior, J.C., 2005; De Oliveira, R.P. at all, 2017; Garcia, P., Drogosz, J., 2007; Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K., 2017; Amrani, A., Ducq, Y., Goetz, C., 2016; Tamizharasi, G., Kathiresan, S., 2014; Omar, M.K., Abdullah, R., Rahman, M.N.A., 2011; Parmar, M.N., Thanki, S.J., 2014; Zhang, Y.-L., 2013; Martins, G.H., Cleto, M.G., 2013; Jiménez, E. at all, 2012; Singh, P., Singh, H., 2012; Rahani, A.R., Al-Ashraf, M., 2012; Sreedharan, S., Liou, F., 2007;</p>
------------	---	--

Tabela 07 : Ferramentas usadas por tamanho industrial e respectivos benefícios com identificação dos respectivos autores
 Fonte: Do autor

Ferramentas por tamanho	Benefícios	Autores
5S+1	Redução de resíduos centrada no cliente, Melhoria da qualidade e do preço do produto, reduz o desperdício e agrega valor ao processo. A saúde e segurança, projeto de trabalho e produtividade, foram alcançados grandes benefícios na forma de ferramenta de busca de tempo, medir quantas 'defeitos' que você tem no processo, sistematicamente descobre como eliminá-los e obter mais próximo 'Zero defeito', otimizar as operações, aumentar o valor e reduzir o desperdício, modelo de simulação abrangente da facilidade de fabricação, redução das áreas, otimização de mão de estações de trabalho, a melhoria da produtividade, redução de variabilidade, sucata e retrabalho.	Wahba, M.M., Shihata, L.A., Talaat, A., 2016; Ali Naqvi et al., 2016; Dhakal, H.N., 2016; Dragulescu, I.-V., Popescu, D., 2015; Siddhi, M.M. et al., 2014; Shah, P.P., Shrivastava, R.L., 2013; Hussaini, S., Lahman, G., 2012; Simmons, L. at all, 2010; Da Graça Júnior, J.C., 2005.
7 wastes	Redução de resíduos centrada no cliente, Melhoria da qualidade e do preço do produto. Conhecimento exato das quantidades exigidas para o projeto de construção. Planejamento correto do horário exato para o material necessário chegar à fonte.	Abohussani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B., 2016; Wahba, M.M., Shihata, L.A., Talaat, A., 2016; Ali Naqvi et al., 2016; McKnight, D., 2014.
Automação	fornecendo custos quantificados e tempo	Martínez, S. at all, 2013.
Layout	fornecendo custos quantificados e tempo	Martínez, S. at all, 2013.
Lean-Agile	os benefícios superam os custos correspondentes, resultando em valor presente positivo	Elmoselby, S.A.
JIT	melhoria da qualidade e do preço do produto, com o tempo de ciclo redução e melhoria da qualidade, qualidade reduzida de tempo de ciclo e melhoria; profissionais de Geociências e engenharia podem passar mais tempo fazendo o trabalho criativo e menos tempo corrigindo problemas ou reagindo ao sistema perturba - tudo ao mesmo tempo reduzindo o desperdício, modelo de simulação abrangente da facilidade de fabricação, aumentar as taxas de throughput e capacidade, reduzir Lead-times e melhorar a qualidade e eficiência, reduzindo os custos operacionais.	Allan, M.F., Gold, D.K., Reese, D.W., 2013 e 2014; Ali Naqvi et al., 2016; Hussaini, S., Lahman, G., 2012; Simmons, L. et al, 2010.
Kaizen	reduz o desperdício e agrega valor ao processo. A saúde e segurança, projeto de trabalho e produtividade, melhoria da produtividade e qualidade, redução das áreas, otimização de mão de estações de trabalho, a melhoria da produtividade, redução de variabilidade, sucata e retrabalho, atender às necessidades financeiras dos fabricantes	Dhakal, H.N., 2016; Rahani, A.R., Al-Ashraf, M., 2012; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Gruber, Scott, 2000.
Kanban	melhoria da qualidade e do preço do produto, reduz o desperdício e agrega valor ao processo. A saúde e segurança, projeto de trabalho e produtividade, reduzir resíduos, reduziram o prazo de execução de produção, reduzir o trabalho em processo estoque [1] e utilização adequada da força de trabalho	Nallusamy, S., 2016; Ramdas, K., 2015; Hassan, K., Kalivara, H., 2013; Subba, M.V., Jaisankar, S., 2012.
Poka-Yoke	redução de resíduos centrada no cliente	Wahba, M.M., Shihata, L.A., Talaat, A., 2016
Push / Pull	atender às necessidades financeiras dos fabricantes	Gruber, Scott, 2000

SW	<p>melhoria contínua aplicada entre a eliminação de resíduos e aumentada de produtividade e os impactos, as condições ergonômicas para realizar operações e, conseqüentemente, os resultados alcançados na melhoria da produtividade e o bem-estar de seus colaboradores., aumentar a eficiência e a qualidade e estabilidade em termos de produtividade, qualidade e desempenho do operador de processo. produção mista de vários tipos de produtos para coincidir com a procura de produtos variados com impacto na redução de inventários, aumentar as taxas de throughput e capacidade, reduzir Lead-times e melhorar a qualidade e eficiência, aumentando os custos operacionais, redução das áreas, otimização de mão de obra e estações de trabalho, a melhoria da produtividade, redução de variabilidade, sucata e retrabalho. alterar fundamentalmente o fluxo de valor de processo químico para obter vantagem competitiva e fornecer valor aos seus clientes</p>	<p>Jaffar, A., Haim, N.H.A., Yusoff, N., 2012; Prabhushankar, G.V. et al, 2015; Murugesan, M., Subha, S.T. 2011; Simmons, L. et al, 2010.</p>
SMED	<p>o prazo de execução, tempo de mudança e sem valor adicionado atividades foram reduzidas, eliminar resíduos, produção mista de vários tipos de produtos para coincidir com a procura de produtos variados com impacto na redução de inventários</p>	<p>Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J., 2015; Tamizharasi, G., Kathiresan, S., 2014; Ribeiro, D. et al., 2011; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Stewart, N., 2005.</p>
Takt-Time	<p>Melhoria do sistema de revestimento.</p>	<p>Dhakal, H.N., 2016; Dora, M. et al, 2014; Vinarcik, E.J., 2005.</p>
TPM	<p>Reduz o desperdício e agrega valor ao processo. A saúde e segurança, projeto de trabalho e produtividade,</p>	<p>Dhakal, H.N., 2016; Dora, M. et al, 2014; Vinarcik, E.J., 2005.</p>
TPS	<p>o prazo de execução, tempo de mudança e sem valor adicionado atividades foram reduzidas</p>	<p>De Oliveira et al, 2017; Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J., 2015.</p>
TQM	<p>reduz o desperdício e agrega valor ao processo. A saúde e segurança, projeto de trabalho e produtividade.</p>	<p>Dhakal, H.N., 2016; Shah, P.P., Shrivastava, R.L., 2013; Singh, P., Singh, H., 2012</p>
VSM	<p>Facilitar a flexibilidade de produção e melhorar o desempenho global, o prazo de execução e o tempo de mudança, eliminar resíduos, redução de custos através da utilização de tecnologia, melhorar os sistemas de produção e logística, reduziram o prazo de execução de produção, reduzir o trabalho em processo "stock" e utilização adequada da força de trabalho, aumentar as taxas de transferência e de capacidade, reduzir Lead-times e melhorar a qualidade e eficiência, reduzindo os custos operacionais, reduzir o tempo de espera de produção e facilitar o processo de inventário. Redução das áreas de trabalho com otimização do mesmo, a melhoria da produtividade, redução de variabilidade, sucata e retrabalho. Atender às necessidades financeiras dos fabricantes.</p>	<p>Amrani, A., Ducq, Y., Goetz, C., 2016; Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J. 2015; Tamizharasi, G., Kathiresan, S., 2014; Esan, A.O. et al, 2013; Jiménez et al, "2012; Subha, M.V., Jaisankar, S. 2012; Simmons, L. et al, 2010; Da Graça Júnior, J.C., 2005; Gruber, Scott, 2000.</p>

4.1 Análise por setor económicos

Considera-se setor de atividade económica ao conjunto de atividades que produzem bens ou prestam serviços e aos quais a população se dedica.

A atividade económica está dividida em quatro setores definidos na Tabela 08.

Tabela 08: Classificação por setores económicos
Fonte: Do autor

Setor	Definição	Atividades incluídas
Primário	– Engloba as atividades que extraem recursos diretamente da natureza sem qualquer transformação.	- Agricultura; - Pecuária; - Silvicultura; - Extração mineira; - Apicultura; - Pesca.
Secundário	- Inclui as atividades que transformam matéria-prima em produtos acabados ou semi-acabados.	- Indústria; - Construção civil; - Obras públicas; - Fornecimento de gás, água e electricidade.
Terciário	- Engloba o comércio e os serviços; inclui atividades que não produzem bens mas prestam serviços.	- Saúde; - Educação; - Banca; - Seguros; - Transportes; - Turismo;
Quaternário	- Engloba os serviços altamente intelectuais.	- serviços altamente intelectuais tais como a investigação, o desenvolvimento e a inovação, pesquisa científica e tecnologia.

Se for feita uma pesquisa através do Scopus, a “Article title, Abstract, Keywords” através de benefits and “lean manufacturing” and (industry or sector) obtemos 187 documentos. Na Tabela 09 apresentam-se os resultados obtidos.

Tabela 09: Quantificação por ano das obras encontradas na pesquisa bibliográfica por “ Benefits and lean manufacturing and (industry or sector) “ antes da triagem
Fonte: Do autor

Por ano	Nº de Documentos
2017	3
2016	16
2015	10
2014	17
2013	19
2012	19
2011	12
2010	10
2009	10
2008	10
2007	17
2006	6
2005	14
2004	11

2003	6
2002	3
2001	1
2000	2
1999	0
1998	0
1997	0
1996	0
1995	1

Tabela 10: Ferramentas encontradas na revisão bibliográfica com indicação do setor de atividade económica em que foram beneficentemente aplicadas caso a caso

Fonte: Do autor

Setor económico	Ferramenta	Autor	Ano
Secundário	VSM	De Oliveira, R.P., Stefenon, S.F., Branco, N.W., De Oliveira, J.R., Rohloff, R.C.	2017
Secundário	VSM,5S, SMED e kaizen	Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K.	2017
Secundário	VSM	De Oliveira, R.P., Stefenon, S.F., Branco, N.W., De Oliveira, J.R., Rohloff, R.C.	2017
Secundário	sistema híbrido Push / Pull	Houti, M., Abbadi, L.E., Abouabdellah, A.	2016
Secundário	poka-yoke, 5S,	Abolhassani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B.	2016
Secundário	SMED	Díaz-Reza, J.R., García-Alcaraz, J.L., Martínez-Loya, V., (...), Jiménez-Macías, E., Avelar-Sosa, L.	2016
Secundário	VSM	Amrani, A., Ducq, Y., Goetz, C.	2016
Secundário	sistemática layout planning (SLP), Planta layout, 5S, 7 wastes, kanban, JIT,	Ali Naqvi, S.A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., Shehzad, M.M.	2016
Secundário	Gestão eficiente de "stocks"	Pedroso, L.B., de Martins, L.M., da Silva, R.M.M.	2016
terciário	TPS	Dhokal, H.N.	2016
terciário	5S, Kanban, Kaizen, TPM, TQM	Ramdass, K.	2015
Secundário	Seis Sigma	Prabhushankar, G.V., Kruthika, K., Pramanik, S., Kadadevaramath, R.S.	2015
Secundário	Lean-Agile	Elmoselhy, S.A.	2015
Terciário	Seis sigma	Dragulanescu, I.-V., Popescu, D.	2015

Secundário	5S	Gupta, S., Jain, S.K.	2015
Quaternário	TPS, Muda (trabalho desnecessário), Muri (sobrecarga) e Mura (desnível)	Yip-Hoi, D.M., Welch, J.G.	2015
Secundário	Correlação de imagem 3D Digital	Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J.	2015
Secundário	TPS, VSM, SMED	Tamizharasi, G., Kathiresan, S.	2014
Secundário	VSM	Parmar, M.N., Thanki, S.J.	2014
Secundário	Seis sigma	Siddh, M.M., Soni, G., Gadekar, G., Jain, R.	2014
Secundário	JIT, parar a produção, redução de resíduos	Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W.	2014
Secundário	JIT	McKnight, D.	2014
Secundário	eliminar os resíduos	Mahamid, I., Elbadawi, I.A.Q.	2014
Secundário	JIT	Jovanovic, V., Mann, M., Katsioloudis, P.J., Dickerson, D.L.	2014
Secundário	modelagem estrutural interpretativa (ISM).	Kumar, N., Kumar, S., Haleem, A., Gahlot, P.	2013
Secundário	Gestão visual, 5s, VSM	Zhang, Y.-L.	2013
Secundário	híbrido lean-agile	Elmoselhy, S.A.M.	2013
Secundário	JIT, parar a produção	Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W.	2013
Secundário	Push/pull/, JIT	Hassan, K., Kajiwara, H.	2013
Secundário	SMED	Jebaraj Benjamin, S., Murugaiah, U., Srikamaladevi Marathamuthu, M.	2013
Secundário	layout	Martínez, S., Jardón, A., Vítores, J.G., Balaguer, C.	2013
Secundário	TPM	Amin, S.S., Atre, R., Vardia, A., Gupta, V.D.K., Sebastian, B.	2013
Secundário	metodologia CAD/CAM	Esan, A.O., Khan, M.K., Qi, H.S., Naylor, C.	2013
Secundário	VSM	Martins, G.H., Cleto, M.G.	2013
Secundário	TPS, Kaizen	Vani, D.A., Deshpande, S.	2012
Secundário	SW	Jaffar, A., Halim, N.H.A., Yusoff, N.	2012
Terciário	seis sigma, jit	Hussaini, S., Lahrman, G.	2012
Secundário	VSM	Jiménez, E., Tejeda, A., Pérez, M., Blanco, J., Martínez, E.	2012
Secundário	TQM, PIM e (LMT)	Subha, M.V., Jaisankar, S.	2012

Secundário	kaizen	Rahani, A.R., Al-Ashraf, M.	2012
Primário	VSM, Kanban	Singh, P., Singh, H.	2012
Secundário	lead time, VSM	Rahani, A.R., Al-Ashraf, M.	2012
Secundário	VSM	Omar, M.K., Abdullah, R., Rahman, M.N.A.	2011
Secundário	fluxo de única peça, JIT, kanban	Murugesan, M., Subha, S.T.	2011
Terciário	Poka-Yokes	Miralles, C., Holt, R., Marin-Garcia, J.A., Canos-Daros, L.	2011
Secundário	planeamento computadorizado, TQM, CIP e otimização da manutenção	Karim, M.A., Aljuhani, M., Duplock, R., Yarlagaadda, P.	2011
Secundário	Six Sigma	Saygin, C., Sarangapani, J.	2011
Secundário	JIT e gestão pela qualidade total (TQM)	Furlan, A., Vinelli, A., Pont, G.D.	2011
Secundário	Muda	Baisie, E.A., Ahmed, Y., Li, Z.C.	2011
Quaternário	TPM	Peter, G.J.	2010
Quaternário	seis sigma	Hassan, M.K.	2010
Secundário	JIT	Bahne, A.	2009
Secundário	TPS	Stoll, T.S., Guillard, J.-F.	2009
Secundário	seis sigma	Gates, G.	2008
Terciário	TPM	Ahuja, I.P.S., Khamba, J.S.	2008
Quaternário	mapeamento de fluxo de valor, trabalho padrão, 5 S, SMED e VSM	Sreedharan, S., Liou, F.	2007
Quaternário	MADM, PVA	Gurumurthy, A., Kodali, R.	2007
Secundário	gerenciamento ágil	Gosling, J., Naim, M.M., Fowler, N., Fearne, A.	2007
Secundário	gerenciamento ágil	Gosling, J., Naim, M.M., Fowler, N., Fearne, A.	2007
Secundário	Gestão Visual	Lean engineering - Best practice in the automotive industry	2007
Terciário	Gerenciamento ágil	Sreedharan, S., Liou, F.	2007
Secundário	Mapeamento do fluxo de valor	Abdulmalek, F.A., Rajgopal, J.	2007

Secundário	gestão de valor	Nayak, B.	2006
Secundário	WIP	Onori, M., Lee-Mortimer, A.	2006
Secundário	6 Sigma, VSM, Kanban, células de manufatura, (5'S'), TPM, SMED, Poka-Yoke e Kaizen	Da Graça Júnior, J.C.	2005
Secundário	controle de fluxo de trabalho e gestão de materiais	Koerckel, A., Ballard, G.	2005
Secundário	TPS	Stewart, N.	2005
Secundário	Seis Sigma	Sinclair, K., Phelps, R., Sadler, B.	2005
Secundário	seis sigma	Vinarcik, E.J.	2005
Secundário	takt e fluxo de uma só peça	Beachum, D.	2005
Secundário	TQM e JIT	Koh, H.C., Sim, K.L., Killough, L.N.	2004
Terciário	Kaizen	Bradley, J.R., Willett, J.	2004
Terciário	Kanban, JIT	Michel, R.	2004
Quaternário	Kanban	[No author name available]	2004
Terciário	Seis Sigma	Wilson, R.	2003
Secundário	TQM	Gruber, Scott	2000
Quaternário	JIT	Bramorski, T., Madan, M.S., Motwani, J.	2000

4.2. Análise por tamanho da empresa

O novo Código do Trabalho, seguindo uma recomendação da Comissão Europeia, classifica as empresas como:

- «Microempresas», as que empreguem menos de 10 trabalhadores;
- «Pequenas empresas», as que empreguem entre 10 e 49 trabalhadores;
- «Médias empresas», as que empreguem entre 50 e 249 trabalhadores;
- «Grandes empresas», as que empreguem 250 ou mais trabalhadores.

Com esta alteração, uma empresa com 10 com trabalhadores que era microempresa, passou a ser pequena empresa, e uma empresa com 50 trabalhadores passou a ser uma média empresa. Por seu lado, deixaram de ser classificadas como grandes empresas as que empregam entre 200 e 249 trabalhadores.

Assim, as micro, pequenas e médias empresas são definidas em função dos efetivos de que dispõem e do seu volume de negócios ou do seu balanço total anual. Na Tabela 11 verifica-se a classificação relacionada com o tamanho das empresas.

Tabela 11: Classificação por tamanho
Fonte: Do autor

Categoria	Efetivos	Volume de Negócios (Milhões de €)	Balço total (Milhões de €)
Microempresa	<10, (inalterado)	≤ 2	≤ 2
Pequena empresa	<50, (inalterado)	≤ 10	≤ 10
Média empresa	<250, (inalterado)	≤ 50	≤ 43
Grande empresa	>250	-	-

A classificação das empresas tem repercussões em diversas matérias, uma vez que há regras distintas consoante a dimensão das empresas, nomeadamente no caso das micro-empresas.

Alguns exemplos de regras em que esta classificação é relevante:

- na afixação na empresa de alterações dos horários de trabalho;
- nos limites da duração do trabalho suplementar;
- nos regimes especiais de trabalho suplementar;
- marcação do período de férias;
- recusa da concessão de licença sem retribuição;
- planos de formação;
- número de trabalhadores relevantes para efeitos de despedimento colectivo;
- procedimento disciplinar;
- oposição à reintegração em caso de despedimento ilícito;
- créditos de horas dos membros das comissões de trabalhadores;
- informação e consulta do delegado sindical.

Realce-se ainda que, se uma empresa exceder apenas um dos limites no decurso do ano de referência, a sua situação não será afetada, ou seja, conservará a sua qualidade de PME. Contudo, se ultrapassar um dos limites em dois exercícios contabilísticos consecutivos, perderá essa qualidade.

Se for feita a pesquisa por “ Benefits and lean manufacturing and (industry or size) “ obtemos 194 documentos como representado na Tabela 12.

Tabela 12: Quantificação por ano das obras encontradas na pesquisa bibliográfica por “ Benefits and lean manufacturing and (industry or size) “ antes da triagem

Fonte: Do auto

Por ano	Nº de Documentos
2017	3
2016	15
2015	9
2014	18
2013	21
2012	17
2011	15
2010	12
2009	12
2008	12
2007	17

2006	7
2005	14
2004	10
2003	5
2002	3
2001	1
2000	2
1999	0
1998	0
1997	0
1996	0
1995	1

Tabela 13: Ferramentas encontradas na revisão bibliográfica com indicação do tamanho da empresa em que foram benéficamente aplicadas caso a caso

Fonte: Do autor

Tamanho	Ferramentas	Autores	Ano
Micro, pequena, média ou grande	5S	Gupta, S., Jain, S.K.	2015
Pequena	Smed, WIP	Ribeiro, D., Braga, F., Sousa, R., Carmo-Silva, S.	2011
PME	7 wastes	Rose, A.N.M., Ab Rashid, M.F.F., Nik Mohamed, N.M.Z., Ahmad, H.	2016
PME	Poka-Yoke, 5S, 7wastes	Abolhassani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B.	2016
PME	VSM	Amrani, A., Ducq, Y., Goetz, C.	2016
PME	5S, 7wastes, Kanban, JIT	Ali Naqvi, S.A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., Shehzad, M.M.	2016
PME	Agile	Nallusamy, S.	2016
PME	5S, Kanban, Kaizen, TPM, TQM	Ramdass, K.	2015
PME	Toyota de produção (TPS), VSM, SMED	Tamizharasi, G., Kathiresan, S.	2014
PME	Toyota de produção (TPS), VSM, SMED	Tamizharasi, G., Kathiresan, S.	2014
PME	TPM	Dora, M., van Goubergen, D., Kumar, M., Molnar, A., Gellynck, X.	2014
PME	Automação, layout	Martínez, S., Jardón, A., Vítores, J.G., Balaguer, C.	2013

PME	TPM, técnicas de automação	Amin, S.S., Atre, R., Vardia, A., Gupta, V.D.K., Sebastian, B.	2013
PME	LSD	Esan, A.O., Khan, M.K., Qi, H.S., Naylor, C.	2013
PME	Cadeia de abastecimento	Lau, K.H., Wang, J.	2013
PME	Seis Sigma, TQM	Shah, P.P., Shrivastava, R.L.	2013
PME	Mapeamento do fluxo de valor e análise de valor agregado	Martins, G.H., Cleto, M.G.	2013
PME	trabalho padronizado SW	Jaffar, A., Halim, N.H.A., Yusoff, N.	2012
PME	seis sigma, just-in-time	Hussaini, S., Lahrman, G.	2012
PME	VSM	Jiménez, E., Tejada, A., Pérez, M., Blanco, J., Martínez, E.	2012
PME	VSM, Kanban	Singh, P., Singh, H.	2012
PME	Kaizen	Silva, S.K.P.N., Perera, H.S.C., Samarasinghe, G.D.	2012
PME	TQM	Mohd. Salleh, N.A., Kasolang, S., Jaffar, A.	2012
PME	sistemas de planejamento computadorizados, TQM, CIP e otimização de manutenção	Karim, M.A., Aljuhani, M., Duplock, R., Yarlagaadda, P.	2011
PME	5S, trabalho padronizado, controles de linha de equilíbrio visual, ponto de uso de armazenamento e qualidade na origem,	Simmons, L., Holt, R., Dennis, G., Walden, C.	2010
PME	teoria das restrições	Cameron, A.	2007
PME	6 Sigma, Kaizen e padronização	Da Graça Júnior, J.C.	2005
PME	gestão da cadeia de abastecimento, célula de fabrico, técnicas de kaizen e comércio internacional	Gruber, Scott	2000
Grande	ergonomia	Santos, Z.G.D., Vieira, L., Balbinotti, G.	2015
Grande	seis sigma	Siddh, M.M., Soni, G., Gadekar, G., Jain, R.	2014

Grande	just-in-time	Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W.	2014
Grande	eliminar os resíduos	McKnight, D.	2014
Grande	just-in-time	Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W.	2013
Grande	Kanban	Hassan, K., Kajiwara, H.	2013
Grande	Gestão Visual	Garcia, P., Drogosz, J.	2007
Grande	Benchmarks-comparação de produtos, serviços e práticas empresariais	Cogdill, R.P., Knight, T.P., Anderson, C.A., Drennen III, J.K.	2007
Grande	mapeamento do fluxo de valor	Abdulmalek, F.A., Rajgopal, J.	2007
Grande	TPM	Stewart, N.	2005

Podemos resumir os dados obtidos, em relação ao número de documentos selecionados, na Tabela 14.

Tabela 14: Resultados obtidos pela análise dos documentos

Fonte: Do autor

Nº de documentos	Variável 1	Variável 2
	Por setor económico	Por tamanho da empresa
Globais	187	194
Aplicando as ferramentas	73	31
Descartados	114	163

Tabela 15: Quantificação por setor económico e por tamanho da empresa da distribuição das ferramentas de Lean Manufacturing benéficas mais encontradas na revisão bibliográfica

Fonte: Do autor

Ferramentas	Por setor económico				Por tamanho da empresa		
	Primário	Secundário	Terciário	Quaternário	Micro	PME	Grandes
VSM	-	15	-	2	-	6	1
JIT	-	9	2	1	-	2	2
6 Sigma	-	7	2	1	-	4	1
5 S+1	-	-	-	-	1	3	-
Kanban	1	3	3	1	-	3	1
7 Wastes	-	3	-	-	-	3	1

Pode-se apreciar na Tabela 15 a distribuição das ferramentas por categoria das duas variáveis focadas. No setor secundário a ferramenta mais utilizada é o VSM seguida do JIT. No setor Terciário é o Kanban. No setor quaternário é o VSM. Por tamanho, o VSM é a ferramenta mais utilizada nas pequenas e médias empresas e o JIT nas grandes empresas.

Capítulo 5

Discussão

Para a análise de cada documento consideraram-se como indicadores a usar, em relação à variável 1, o setor económico, as ferramentas *lean* a implementar e os respetivos benefícios como identificáveis para aceitação do mesmo. Em relação à variável 2, considerou-se o tamanho da empresa, as ferramentas e os respetivos benefícios.

1. Por Setor

Indústrias e os sectores que têm vantagens na implementação de uma ferramenta específica

Da análise por setores verifica-se que o secundário é o setor com uma maior representatividade essencialmente devido à indústria automotiva, com 59 documentos, seguido do terciário com 11 documentos e do quaternário com 7. O setor primário aparece só com um artigo classificado.

Apesar de não se terem encontrado resultados noutros setores com características diferentes (por exemplo, os setores indústria de alimentos e bebidas, metalúrgico, celulose e papel, produtos químicos, borracha e plástico, etc.), estes também poderão beneficiar de técnicas *lean*. A variação de intensidade na utilização de práticas depende do sector de atividade investigado. As ferramentas mais utilizadas na indústria foram o VSM e o JIT.

2. Por Tamanho

Tamanho da empresa como fator mediador na obtenção de vantagens de uma ferramenta de produção LM

A análise por tamanho identifica as pequenas e médias empresas como as mais representativas na obtenção de vantagens benéficas com 25 documentos encontrados e validados na triagem, seguidas das grandes empresas com 11 artigos e das micro empresas com apenas 2. Isto sugere que o tamanho de uma empresa constitui uma variável que controla a adoção dos benefícios das ferramentas de *Lean Manufacturing*. Em teoria, os princípios *Lean* deixam claro as várias alternativas de implementação devendo as empresas de menor dimensão minimizar investimentos e aumentar os benefícios proporcionados pelo *Lean Manufacturing*.

As empresas de grande porte são mais propensas a implementar a e a obter as vantagens *Lean* do que as pequenas e as de médio porte essencialmente devido a fatores económicos (o número de PMEs supera o número de grandes empresas em ordem de grandeza). O VSM é a ferramenta mais utilizada nas pequenas e médias empresas e o JIT nas grandes empresas.

Capítulo 6

Conclusão

6.1. Análise da satisfação dos objetivos

A produção lean consiste numa filosofia de gestão de trabalho que procura atender à procura dos clientes no menor tempo possível com a mais alta qualidade e o menor custo. A filosofia *Lean* e as suas ferramentas tiveram, na sua fase inicial, uma ampla aplicação na indústria automotiva tendo-se desenvolvido principalmente nesse tipo de indústria e passando a ser aplicada em outras indústrias, desde as pequenas às grandes indústrias e multinacionais. Englobando-se inicialmente no setor económico secundário, verifica-se que atualmente se alastrou pelos restantes setores e pelos vários empreendimentos, desde os micro aos grandes.

Para que a implementação deste sistema de produção seja realizada de forma correta, deve haver uma mudança de pensamento e de envolvimento das pessoas, pois é através da participação, colaboração de todos e atribuição de responsabilidades às pessoas certas que se obtêm os resultados pretendidos.

Verifica-se que o trabalho em equipa desenvolve a melhoria no desempenho. O LM destaca a importância das competências operacionais dos membros da equipa e é por isso que as qualificações são essenciais para o LM, não somente com base na transmissão de habilidades e conhecimentos do trabalho em si, mas também na formação contínua permanente, na mobilidade ocupacional ascendente, e na rotação de tarefas.

O LM envolve um aumento na variedade de trabalho, o que significa uma queda na tensão emocional do trabalhador e um aumento na autonomia responsável. O LM pode resultar numa grande redução do esforço humano, do espaço fabril, do investimento em ferramentas e do tempo de desenvolvimento do produto o que se reflete na satisfação do trabalhador e da chefia devido à implementação de uma melhoria económica. Identificam-se diversas melhorias nos processos, bem como nos tempos de espera e de produção, na padronização das atividades, mas principalmente na redução de custos e desperdícios. Os benefícios mais encontrados na revisão bibliográfica efetuada foram a redução de custos, eliminação de resíduos e melhoria do desempenho dos processos.

As ferramentas mais citadas nos documentos analisados foram reduzir desperdícios, *Value stream mapping* ou VSM, Just-in-Time ou JIT, 6 Sigma e 5s+1.

Destes resultados conclui-se que essas ferramentas permitem a melhoria de processos devido à satisfação dos funcionários, à eliminação e redução de desperdícios, a melhoria da qualidade e da segurança, a redução das necessidades a nível de espaço, a melhoria dos layouts e a redução de custos.

A adoção de produção lean requer investimentos em tecnologia e fatores humanos, para que os resultados surjam, o que requer ainda poder de negociação com os fornecedores. Essas são algumas características das grandes empresas que sinalizam favoravelmente o efeito positivo do tamanho da empresa na adoção de práticas lean. No entanto, as

empresas de menor dimensão devem ter práticas de gestão e utilização favoráveis ao seu tamanho de modo a implementar ferramentas *lean*. A aplicação do *Lean Manufacturing* e das suas ferramentas em pequenas empresas deve ser feita com um estudo inicial do impacto futuro, pois pode propiciar ganhos reais de desempenho e financeiros para as organizações mas, numa fase inicial, pode ser necessário um investimento económico que torna inviável essa aplicação.

6.2 Limitações

As limitações impostas à pesquisa bibliográfica diminuiram bastante a quantidade de documentos a analisar. Não obstante, verificou-se que as mesmas ferramentas se mantinham como as mais usadas. O pensamento Lean não se pode limitar apenas às ferramentas ou às metodologias apresentadas. As ferramentas Lean são meios de suporte à implementação e à manutenção do *Lean Manufacturing*. A essência da filosofia Lean está em algo menos tangível, como a liderança, a gestão do conhecimento, a visão e o envolvimento de todos no trabalho em equipa.

As ferramentas *Lean* devem aplicar-se através de uma visão partilhada a longo prazo. Não se podia de forma alguma, abranger todas as ferramentas Lean que se conhecem, uma vez que a lista é bem extensa e dispersa. O objetivo foi então identificar as mais importantes e aquelas que poderão ter uma aplicação mais generalizada.

6.3 Trabalhos Futuros

Como extensão do trabalho de investigação realizado numa perspetiva de complementaridade, expansão da teoria e atualização empírica, perspetivam-se algumas topologias de trabalhos futuros. Por um lado considera-se a relevância da realização futura de uma investigação baseada em entrevistas para validar e atualizar os resultados encontrados na pesquisa bibliográfica. Por outro lado adotando a abordagem de investigação de ação, considera-se também relevante e pertinente a condução de estudos de caso em contexto empresarial com foco na implementação e nos impactos benéficos do pensamento *Lean Manufacturing* e dos restantes componentes desta abordagem de gestão.

Referências Bibliográficas

Abdulmalek, F.A., 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. 107(1), pp. 223-236.

Abolhassani, A., Layfield, K., Gopalakrishnan, B., (2016). “ *Lean and US manufacturing industry: popularity of practices and implementation barriers* “. International Journal of Productivity and Performance Management. 65(7), pp. 875-897.

Agostinho, O. L., “ *Sistemas de Manufatura* “. Volume 1. UNICAMP, 2001.

Ahuja, I.P.S., Khamba, J.S., (2008). “ *Total productive maintenance implementation in a manufacturing organisation* “. International Journal of Productivity and Quality Management. 3(3), pp. 360-381.

Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., (2014). “ *Application of toyota's principles and lean processes to reservoir management: More tools to overload the toolbox or a step change in our business?* “. SPE Economics and Management. 6(2), pp. 67-87.

Ahmad Fakhri, S., Muhammad Hafiz, J., Mohamed, A.R., (2012). Advanced Materials Research. 576, pp. 731-734.

Ali Naqvi, S.A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., Shehzad, M.M., (2016). “ *Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning* “. Cogent Engineering 3(1), 1207296.

Allan, M.E., Gold, D.K., Reese, D.W., (2014). “ *Application of Toyota's principles & lean processes to reservoir management: More tools to overload the toolbox or a step change in our business?* “. Society of Petroleum Engineers - SPE Western Regional / Pacific Section AAPG Joint Technical Conference 2013: Energy and the Environment Working Together for the Future. pp. 207-224.

Amin, S.S., Atre, R., Vardia, A., Gupta, V.D.K., Sebastian, B., (2013). “ *Indigenous development amongst challenges: Munjal Showa Limited and the implementation of total productive maintenance* “. International Journal of Productivity and Performance Management. 62(3), pp. 323-338.

Baisie, Emmanuel A., Yasser Ahmed, and Z. C. Li., (2011). " Lean thinking for biofuel manufacture ". IIE Annual Conference. Proceedings. Institute of Industrial and Systems Engineers, (IISE).

Beachum, D., (2005). “ *Lean manufacturing beefs up margins pull systems, takt time, and one-piece flow benefit the operation of a powder coating system. Metal Finishing* “. 103(1), pp. 20-25.

Bradley, J.R., Willett, J., (2004). “ *Cornell students participate in Lord Corporation's kaizen projects* “. Interfaces. 34(6), pp. 451-459.

Bramorski, T., Madan, M.S., Motwani, J., (2000). “ *QS 9000 registration for lean manufacturing* “. TQM Magazine. 12(4), pp. 275-283.

Cakmakci, O., (2008). Optimal local shape description for rotationally non-symmetric optical surface design and analysis. 16, (3), 1583-1589.

Cameron, A., (2007). “ *Applying dynamic resource buffering and the theory of constraints to software engineering* “. WMSCI 2007 - The 11th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Jointly with the 13th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis, ISAS 2007 - Proc. 1, pp. 121-126.

Cournoyer, M. E., Renner, C. M., Kowalczyk, C. L., Lee, Roy. J., (2011). Lean Six Sigma Tools, Part III: Input metrics for a Glovebox Glove Integrity Program. Journal of Chemical Health & Safety , Vol 18, Iss 1, Pgs 1-56.

Curran, R., Gilmour, M., McAlleenan, C., Kelly, P., (2009). “ A KBE genetic-causal cost modelling methodology for manufacturing cost contingency management “. 9th AIAA Aviation

De Oliveira, R.P., Stefenon, S.F., Branco, N.W., De Oliveira, J.R., Rohloff, R.C., (2017). “ *Lean manufacturing em associação à automação industrial: Estudo de caso aplicado à indústria moveleira* ”. Espacios 38(17),24, (Espacios Volume 38, Issue 17, 2017, Article number 24).

De Oliveira, R.P., Stefenon, S.F., Branco, N.W., De Oliveira, J.R., Rohloff, R.C., (2017). “ *Lean manufacturing in association to the industrial automation: Case study applied to furniture industry* “. Espacios 38(17),24.

De Tréville, S., Antonakis, J., (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, conFigurational, and levels-of-analysis issues. Journal of Operations Management. 24(2), pp. 99-123.

Deif, A.M., Elmaraghy, H., (2014). “ *Cost performance dynamics in lean production leveling* “. Journal of Manufacturing Systems. 33(4), pp. 613-623.

Dennis, Pascal. *Produção Lean Simplificada*. Tradução Rosalia Angelita Neumann Garcia. – 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008, 190p.

Dhakar, H.N., (2016). “ *Critical success of lean implementation: Philosophy, people, culture and continuous improvement* ”. OR58: The OR Society Annual Conference pp. 52-56.

Díaz-Reza, J.R., García-Alcaraz, J.L., Martínez-Loya, V., (...), Jiménez-Macías, E., Avelar-Sosa, L., (2016). “ *The effect of SMED on benefits gained in maquiladora industry* “. Sustainability, (Switzerland). 8(12),1237.

Dora, M., van Goubergen, D., Kumar, M., Molnar, A., Gellynck, X., (2014). “ *Application of lean practices in small and medium-sized food enterprises* “. British Food Journal. 116(1), pp. 125-141.

- Dragulanescu, I.-V., Popescu, D., (2015). “ *Quality and competitiveness: A lean six sigma approach* “. Amfiteatru Economic. 17(SpecialIssue9), pp. 1167-1182.
- Elmoselhy, S.A.M., (2013). “ *Hybrid lean-agile manufacturing system technical facet, in automotive sector* “. Journal of Manufacturing Systems. 32(4), pp. 598-619.
- Elmoselhy, S.A., (2015). “ *Hybrid Lean-Agile Manufacturing System Strategic Facet in Automotive Sector* “. SAE International Journal of Materials and Manufacturing . 8(1), pp. 153-171.
- Elmoselhy, S.A., (2015). “ *Implementing the Hybrid Lean-Agile Manufacturing System Strategically in Automotive Sector* “. SAE International Journal of Materials and Manufacturing 8(2), pp. 592-601.
- Esan, A.O., Khan, M.K., Qi, H.S., Naylor, C., (2013). *Integrated manufacturing strategy for deployment of CAD/CAM methodology in a SMME* “. Journal of Manufacturing Technology Management. 24(2), pp. 257-27.
- Furlan, A., Vinelli, A., Pont, G.D., (2011). “ *Complementarity and lean manufacturing bundles: An empirical analysis* “. International Journal of Operations and Production Management. 31(8), pp. 835-850.
- Gallardo, C. A., (2007). *Princípios e Ferramentas do Lean Thinking na Estabilização Básica: Diretrizes para Implantação no Processo de Fabricação de Telhas de Concreto Pré-Fabricadas*. Campinas - SP: Dissertação de Mestrado.
- GHINATO, P., (1994). “ *Elementos para a compreensão de princípios fundamentais do Sistema Toyota de Produção: Automação e Zero Defeitos* ”. Dissert. Mestrado PPGEP/uFRGS, Porto Alegre.
- Greeting, J. W., (2009). *Lean Enterprise Institute*. Obtido em 23 de Abril de 2011, de Lean Enterprise Institute: www.lean.org .
- Gosling, J., Naim, M.M., Fowler, N., Fearne, A., (2007). “ *Manufacturers preparedness for agile construction* “. IET Conference Publications., (528 CP), pp. 103-110.
- Gruber, Scott, (2000). “ *Bankers in blue jeans. Manufacturing Engineering* “. 125(6), pp. 54-57.
- Gupta, S., Jain, S.K., (2015). “ *An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific* “. International Journal of Lean Six Sigma. 6(1), pp. 73-88.
- Gurumurthy, A., Kodali, R., (2007). “ *Performance value analysis for the justification of lean manufacturing systems* “. IEEM 2007: 2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. 4419215, pp. 377-381.

Hassan, K., Kajiwara, H., (2013). “ *Application of pull concept-based lean production system in the ship building industry* “. Journal of Ship Production and Design. 29(3), pp. 105-116.

Holmes, F.B, (2007). “ *Is your office as lean as your production line?* “. Manufacturing Engineering. 139(3).

Houti, M., Abbadi, L.E., Abouabdellah, A., (2016). “ *Lean ERP: A hybrid approach Push /Pull Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Logistics Operations Management* “. GOL 2016. 7731702.

Huff, S., (2012). “ *A study of how LEAN manufacturing benefits both manufacturers and customers Or what has LEAN done for me lately?* “. Web Coating.

Hussaini, S., Lahrman, G., (2012). “ *Using modeling and simulation in the manufacturing of medical devices, Advanced Materials Research* “. 488-489, pp. 1032-1038.

Jiménez, E., Tejada, A., Pérez, M., Blanco, J., Martínez, E., (2012). “ *Applicability of lean production with VSM to the Rioja wine sector* “.

Johnson, A., Prasad, S., Sharma, A.K., (2017). “ *Manufacturing lead time reduction in a scaffold making industry using lean manufacturing techniques - A case study* “. International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 8(2), pp. 137-148.

Jovanovic, V., Mann, M., Katsioloudis, P.J., Dickerson, D.L., (2014). “ *Enabling multidisciplinary perspective in student design project: Fast fashion and sustainable manufacturing systems* “. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.

Jaffar, A., Halim, N.H.A., Yusoff, N., (2012). “ *Effective data collection and analysis for efficient implementation of Standardized Work, (SW)* “. Journal of Mechanical Engineering. 9(1), pp. 45-78.

Jebaraj Benjamin, S., Murugaiah, U., Srikamaladevi Marathamuthu, M., (2013). “ *The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm. Journal of Manufacturing Technology Management* “. 24(5), pp. 792-807.

Jiménez, E., Tejada, A., Pérez, M., Blanco, J., & Martínez, E., (2012). “ *Applicability of lean production with VSM to the Rioja wine sector* “. International Journal of Production Research, 50(7), pp. 1890-1904.

Júnior, J. C. D. G., (2005). “ *LEAN MANUFACTURING AND 6 SIGMA: THE ROLE OF TOP MANAGEMENT* “. (No. 2005-01-4102). SAE Technical Paper.

Karim, M.A., Aljuhani, M., Duplock, R., Yarlagadda, P., (2011). “ *Implementation of lean manufacturing in saudi manufacturing organisations: An empirical study* “. Advanced Materials Research. 339(1), pp. 250-253.

Koh, H.C., Sim, K.L., Killough, L.N., (2004). “ *THE INTERACTION EFFECTS OF LEAN PRODUCTION MANUFACTURING PRACTICES, COMPENSATION, AND INFORMATION SYSTEMS ON PRODUCTION COSTS: A RECURSIVE PARTITIONING MODEL* “. *Advances in Management Accounting*. 12, pp. 115-135.

Kumar, N., Kumar, S., Haleem, A., Gahlot, P., (2013). “ *Implementing lean manufacturing system: ISM approach* “. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 6(4), pp. 996-1012.

Liker, J.K., 2003. *The Toyota Way* 1st ed., New York: McGraw-Hill.

Liker, J.K., 2004, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill;

Mahamid, I., Elbadawi, I.A.Q., (2014). “ *Construction material waste: Recognition and analysis* “. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 8(11), pp. 1312-1318.

McKnight, D., (2014). “ *Minimizing energy risk in manufacturing* “. *Technical Paper - Society of Manufacturing Engineers*. TP14PUB24.

Marcos, J.A.B., (2011). “ *LEAN MANUFACTURING FERRAMENTAS E APLICAÇÕES EM PROCESSOS PRODUTIVOS E TRANSACIONAIS* “. Universidade de Campinas. Acedido a 19.01.2017. <http://www.ft.unicamp.br/liag/semanaliag/Slides/Lean.pdf>.

Martínez, S., Jardón, A., Vítores, J.G., Balaguer, C., (2013). “ *Flexible field factory for construction industry* “. *Assembly Automation*. 2533(2), pp. 175-183.

Martins, G.H., Cleto, M.G., (2013). “ *Value stream mapping and earned value analysis: A case study in the paper packaging industry in Brazil* “. 22nd International Conference on Production Research, ICPR 2013.

McIntosh, R.I., Culley, S.J., Mileham, A.R., Owen, G.W., (2001). “Changeover improvement: A maintenance perspective”. *Int. J. Production Economics* 73 153-163.

Meybodi, M.Z., (2013). “ *The links between lean manufacturing practices and concurrent engineering method of new product development: An empirical study* “. *Benchmarking*. 20(3), pp. 362-376.

Michel, R., (2004). “ *Lean layers leveraged* “. *MSI*. 22(9), pp. 38-39.

Mohd. Salleh, N.A., Kasolang, S., Jaffar, A., (2012). “ *Simulation of Integrated Total Quality Management, (TQM) with Lean Manufacturing, (LM) practices in forming process using Delmia Quest* “. *Procedia Engineering*. 41, pp. 1702-1707.

Monden, Y., (1994). “ *Toyota Production System: an integrated approach to just in time* “. Yasuhiro Monden. London: Chapman and Hall. cap.1-2 p.1-35; cap. 6 p.89-104; cap. 10 p.158; cap. 12, p.177-185; cap. 14 p. 221-234.

Murugesan, M., Subha, S.T.86., (2011). “ *Implementation of lean E-AIR concepts for mass production motor assembly line* “. Proceedings - 2011 Annual IEEE India Conference: Engineering Sustainable Solutions, INDICON-2011. 6139603.

Nayak, B., (2006). “ Lean manufacturing and value management convergence of divergent tools “. 46th Annual Conference of SAVE International 2006: Managing Projects to Maximize Value. pp. 342-359.

Ohno, Taiichi. *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Tradução Cristina Schumache. Porto Alegre: Bookman, 1997, 132p.

Omar, M.K., Abdullah, R., Rahman, M.N.A., (2012). “ An integrated architecture for lean waste analysis “. 62nd IIE Annual Conference and Expo 2012. pp. 2354-2361.

Onori, M., Lee-Mortimer, A., (2006). “ *A lean route to manufacturing survival* “. Assembly Automation. 26(4), pp. 265-272.

Panwar, A., Nepal, B.P., Jain, R., Rathore, A.P.S., (2015). “ *On the adoption of lean manufacturing principles in process industries* “. Production Planning and Control. 26(7), pp. 564-587.

Parmar, M.N., Thanki, S.J., (2014). “ *Implementation of lean manufacturing in Indian dairy industry: A case study* “. International Journal of Applied Engineering Research . 9(7 SPEC. ISSUE), pp. 773-782.

Parveen, C.M., Kumar, A.R.P., Narasimha Rao, T.V.V.L., (2011). “ Integration of lean and green supply chain - Impact on manufacturing firms in improving environmental efficiencies “. Proceedings of the International Conference on Green Technology and Environmental Conservation, GTEC-2011. 6167659, pp. 143-147.

Pedroso, L.B., de Martins, L.M., da Silva, R.M.M., (2016). “ *Proposta de um modelo matemático para cálculo dos estoques de segurança de componentes importados em uma indústria fabricante de equipamentos de limpeza*”. Espacios, 37(35). www.scopus.com/authid/detail.uri?origin=resultslist&authorId=57189034001&zone=. Acedido em 21 de Março de 2017.

Periard, G., (2013). <http://www.sobreadministracao.com/o-ciclo-pdca-deming-e-a-melhoria-continua/>. <http://www.sobreadministracao.com/>. Acedido em 22 de Junho de 2017.

Perin, P. C. (2005). *Metodologia de padronização de uma célula de fabricação e de montagem, integrando ferramentas de produção enxuta*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Pinto, J. (2006). *Gestão de operações*. Lidel – Edições técnicas, Lisboa.

Pinto, João P. (Junho 2009). *Melhoria continua: compromisso a longo prazo com um a mudança Comunidade Lean Thinking*. Acedido em www.scribd.com a 21 de Fevereiro de 2017.

Prabhushankar, G.V. et al., (2015). “ *Lean manufacturing system implementation in Indian automotive components manufacturing sector - An empirical study* ”. International Journal of Business and Systems Research. 9(2), pp. 179-194.

Ramdass, K., (2015). “ *Integrating 5S principles with process improvement: A case study* “. Portland International Conference on Management of Engineering and Technology. 2015-September,7273045, pp. 1908-1917.

Rose, A.N.M., Ab Rashid, M.F.F., Nik Mohamed, N.M.Z., Ahmad, H., (2016). Similarities of lean manufacturing approaches implementation in SMEs towards the success: Case study in the automotive component industry. MATEC Web of Conferences, 87, 02024.

Ross, G. (2013). *The Spaghetti Diagram*. Acedido Junho 20, 2013, em <http://www.leankaizen.co.uk/spaghetti-diagram.html>.

Rother, M.; Shook, J. (1999). *Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil.

Salem, R., Musharavati, F., Hamouda, A.M., Al-Khalifa, K.N., (2016). “ *An empirical study on lean awareness and potential for lean implementations in Qatar industries* “. International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 82(9-12), pp. 1607-1625.

Saygin, C., Sarangapani, J., (2011). “ Radio Frequency Identification, (RFID) enabling lean manufacturing “. International Journal of Manufacturing Research. 6(4), pp. 321-336.

Seleme, Robson. (2009). *Métodos e Tempo: racionalizando a produção de bens e serviços*. Curitiba: Ibpx,2009,160p.

Shah, P.P., Shrivastava, R.L., (2013). “ *Identification of performance measures of Lean Six Sigma in small- and medium-sized enterprises: A pilot study* “. International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage. 8(1), pp. 1-21.

Saygin, C., Sarangapani, J., (2011). “ Radio Frequency Identification, (RFID) enabling lean manufacturing “. International Journal of Manufacturing Research. 6(4), pp. 321-336.

Shingo, S. (1981). *Study of Toyota Production System - From an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press.

Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.

Shingo, Shigeo,, (1989). “ *A Study of Toyota Production System*, Productivity Press ”. Productivity Press.

Silva, S.K.P.N., Perera, H.S.C., Samarasinghe, G.D., (2012). “ *Viability of Lean Manufacturing tools and techniques in the apparel industry in Sri Lanka* “. Applied Mechanics and Materials. 110-116, pp. 4013-4022.

Sinclair, K., Phelps, R., Sadler, B., (2005). “ *The integration of lean and Six Sigma a powerful improvement strategy for Carbon Plants* “. TMS Light Metals. pp. 641-646.

Singh, P., Singh, H., (2012). “ *Application of lean tool, (value stream mapping) in minimisation of the non-value added waste:, (A case study of tractor industry)* “. Applied Mechanics and Materials. 110-116, pp. 2062-2066.

Sobral, M.C., Sousa Jabbour, A.B.L., Chiappetta Jabbour, C.J., (2013). “ *Green benefits from adopting lean manufacturing: A case study from the automotive sector* “. Environmental Quality Management. 22(3), pp. 65-72.

Sousa Jabbour, A.B.L., Chiappetta Jabbour, C.J., (2013). “ *Green benefits from adopting lean manufacturing: A case* “. Environmental Quality Management. 22(3), pp. 65-72.

Sreedharan, S., Liou, F., (2007). “ *Can lean manufacturing be applied to university laboratories?* “. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.

Stevenson, L., Jain, R., (2005). “ *Lean manufacturing in the food industry* “. Food Science and Technology “. 19(3), pp. 32-34.

Stewart, N., (2005). “ *Lean beyond manufacturing - Competitive advantage for the process industries* “. AIChE Annual Meeting, Conference Proceedings. pp. 3919.

Stoll, T.S., Guillard, J.-F., (2009). “ *Harvesting the benefits of LEAN in biopharmaceutical manufacturing* 122 “. BioPharm International. 22(10), pp. 36-49.

Subha, M. V., & Jaisankar, S., (2012). “ *Balanced adoption of lean manufacturing practices in engineering goods manufacturing firms* “. European Journal of Social Sciences, 28(2), 273-279.

Suzuki, T., (1994). “ *TPM in Process Industries* “. Productivity Press Reference - 416 Pages
ISBN 9781563270369 - CAT# PP7036

Tamizharasi, G., Kathiresan, S., (2014). “ *Lean manufacturing in carriage building press shop* “. Middle - East Journal of Research. 20(12), pp. 2384-2390.

Tan, Z., Shirwaiker, R.A., (2012). “ *A review of emerging industrial and systems engineering trends and future directions in biomanufacturing* “. 62nd IIE Annual Conference and Expo 2012. pp. 2354-2361.

Tilina, D.I., Zapciu, M., Bendic, V., (2014). “ *The link between lean and green manufacturing - A way to reach sustainable development* “. Applied Mechanics and Materials. 656, pp. 534-541.

Tyson, J., Schmidt, T., Psilopoulos, J., (2015). “ *Optical metrology the key to lean manufacturing* “. International SAMPE Technical Conference. 2015-January.

Wilson, R., (2003). “ *Quest for excellence: PPG industries. Automotive Industries* “. AI. 183(6).

Vani, D.A., Deshpande, S., (2012). “ *Implementation of BorgWarner Production System - Case Study at DivgiWarner Private Limited* “. SAE International Journal of Passenger Cars - Mechanical Systems. 5(4), pp. 1294-1315.

Vinarcik, E.J., (2005). “ *Design through six sigma. Engineered Casting Solutions* “. 7(1), pp. 48-49.

Weber, A., (2013). “ *Prescribing a dose of lean logic* “. Assembly. 56(1). 38-39.

Womack, J. P., & Jones, D. T., (2004). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, EUA: Simon and Schuster.

Yip-Hoi, D.M., Welch, J.G., (2015). “ *Enhancing a Blended Learning Approach to CAD Instruction Using Lean Manufacturing Principles* “. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings 122nd ASEE Annual Conference and Exposition: Making Value for Society, (122nd ASEE Annual Conference and Exposition: Making Value for Society).

Zu, X., Fredendall, L.D., Douglas, T.J., (2008). “ *The evolving theory of quality management: the role of Six Sigma* “. Journal of operations Management, vol. 26, no. 5, pp. 630-650.

[No author name available], (2004). “ *Finding the right solution to lean manufacturing* “. Engineering Technology. 7(7), pp. 21.

Anexo 1 - Glossário de termos e acrónimos do *Lean Thinking*

Por João Paulo Pinto, Prof.. <https://pt.scribd.com/document/345333258/Glossario-de-Termos-Lean-Thinking-pdf>

1- 3G – refere-se a três palavras Japonesas que orientam os processos de tomada de decisão: Gemba (o verdadeiro local onde as coisas acontecem), Gembutsu (a coisa tal como ela é, the real thing!) e Genjitsu (dados reais).

2- 4M - Material, machine, man, method – Os quatro básicos componentes de uma tarefa. Entenda-se 4M como uma perspectiva de melhoria de processos.

3- 4P (problem solving, people, processes & philosophy) – modelo desenvolvido por J Liker (The Toyota Way, 2003) para melhor explicar o sistema TPS.

4- 5Ss – cinco palavras japonesas, todas começadas com o som “s”, que estabelecem o ambiente cultural para a melhoria contínua e que permitem a criação de ambientes de trabalho adequados ao controlo visual e lean production.

5- Sigma (6σ) – metodologia de disciplinada que, através do uso de dados provenientes do processo, reduz a variação (mura) dos processos de forma sistemática. Para tal, baseia-se num conjunto de métodos, ferramentas estatísticas e planos, para observar e gerir as variáveis críticas dos processos, bem como a relação entre elas. A metodologia 6σ foi desenvolvida pela Motorola nos anos 1990s e rapidamente ganhou adeptos por toda a indústria e serviços norteamericanos. Atualmente é muito frequente a aplicação do 6σ após a estabilização dos processos conseguida pela filosofia lean thinking. Desta forma, o termo lean-six-sigma tem ganho cada vez mais popularidade ao nível empresarial. No entanto, 6σ não deixará de ser um método de fine-tuning (ajuste refinado) de processos.

Um nível de qualidade 6σ corresponde aproximadamente a 3.4 defeitos por milhão de oportunidades (3.4 ppm), representando elevada qualidade e mínima variabilidade do processo. Para um processo industrial ou de serviços, o valor sigma (σ) é uma métrica que indica qual a capacidade do processo. Quanto mais reduzido for o valor de sigma, melhor a sua capacidade, e menos provável será a ocorrência de defeitos. Um defeito é algo que dá origem à insatisfação do cliente. O valor de σ mede a capacidade do processo se realizar sem erros. Assim sucedendo, aumenta a satisfação do cliente (interno e externo).

6- Desperdícios – Os sete desperdícios referem-se a actividades que não acrescentam valor ou que limitam a rentabilidade de um negócio. A identificação destas sete formas (clássicas) de desperdício devem-se a Taiichi Ohno (1912-1990) e são as seguintes (resumidamente):

1. Excesso de produção;
2. Atrasos;
3. Transportes;
4. Sobre-processamento;
5. Movimentos;

6. Stocks;
7. Defeitos de qualidade.

Esta é uma lista terrível e é largamente aceite como muito abrangente. No entanto, a CLT alargou esta lista incluindo outras formas de desperdício como “não aproveitar o potencial das pessoas”, falhas de informação e burocracias.

7- **8D** – As oito disciplinas dos processos de resolução de problemas em equipa (ver TOPS78D).

8- **ABC – activity based costing** – um sistema de custeio que determina o custo de produtos/serviços baseado nos recursos usados para realizar cada processo no fabrico ou na prestação do serviço.

9- **Análise ABC** – método de gestão desenvolvido por Vilfredo Pareto (1848 - 1923) que orienta os gestores no sentido do que é importante (vital) sem se dispersarem com o que é trivial ou acessório. Também conhecido como a regra 20/80 dada a regularidade da mesma (ex. 20% dos defeitos resultam em 80% das reclamações dos clientes).

10- **Andon** – dispositivo de controlo visual sob a forma de um quadro. Utilizado para fazer o acompanhamento dos processos de trabalho informando os colaboradores do andamento (status) dos mesmos. Ver também “quadro andon”.

11- **APS (advanced planning and scheduling)** – Sistema de planeamento e scheduling (programação) das operações de fabrico utilizado de forma complementar aos sistemas MRP/ERP, que assumem capacidade infinita. Um sistema APS pode criar programações detalhadas de actividades produtivas, enquanto que o MRP cria planos baseados em lead times fixos. Isto é feito através de rotinas e de algoritmos de optimização.

12- **AQL (acceptable quality level)** – Aquando da decisão de aceitar ou não um lote, é retirada uma amostra de n itens e o lote é aceite se a % de defeitos da amostra é inferior ao AQL definido.

13- **ATO (assemble-to-order)** – Estratégia produtiva de interface com o cliente que possibilita a resposta a um pedido deste através da montagem de módulos e componentes. Esta abordagem permite oferecer uma grande variedade de produtos com um lead time relativamente baixo (apenas compreende montagem, embalagem e expedição).

14- **ATP (available-to-promise)** – Capacidade ou inventário disponível que permita a definição de uma data de entrega fixa e que será cumprida ao cliente. O ATP é calculado aquando da validação do MPS e da sua respectiva implementação. Pode-se considerar a porção de capacidade/horas de trabalho/stock disponíveis sem comprometer o presente planeamento e programação da produção.

15- **Autonomation** – transferência de inteligência humana para equipamento automatizado de modo que o equipamento seja capaz de detectar erros ou defeitos nos

processos e imediatamente parar o processo evitando a propagação dos problemas. Este conceito é também conhecido como Jidoka.

16- **Backflushing** – Redução dos custos e número de transacções associadas a stocks reduzindo os inventários globais apenas quando um item ou ordem são completados.

17- **Balanced scorecard** – Ferramenta estratégica utilizada na interface entre a visão e estratégia de uma organização e um conjunto coerente de métricas associadas. Permite aferir de que forma a empresa segue a estratégia definida, através da análise de indicadores financeiros, de operações, clientes, colaboradores e fornecedores. Desenvolvido por Robert Kaplan e David Norton.

18- **Benchmarking** – avaliação e comparação do atual desempenho (ou perfil) de uma organização com organizações similares (ou que realizem operações similares) que são consideradas as melhores na sua classe.

19- **Best in class** – o melhor na sua classe! Refere-se à organização (empresa ou instituição) que numa determinada área de intervenção exhibe o melhor desempenho.

20- **Bill of material (BOM)** – Lista de componentes, partes, semi acabados e outros materiais utilizados na manufactura de um produto, onde são apresentadas as quantidades necessárias de cada componente nos diversos níveis. Possui uma estrutura em árvore, estando os produtos finais colocados no topo. Está organizada em níveis que podem ser inventariados.

21- **Black belt** – líder de equipa em ambiente six sigma responsável pela implementação de projectos de melhoria continua na empresa.

22- **Blitz** – termo de origem alemã que significa “iluminar/iluminação”. Um blitz é um processo de melhoria orientado à rápida mudança de algo num negócio (produto, serviço ou processo de fabrico). Recorre a equipa multi-funcionais para a resolução rápida de problemas, que se focalizam na resolução rápida de problemas e no alcance de resultados bem definidos.

23- **Bottleneck** – qualquer recurso que crie estrangulamento ou dificuldade ao normal funcionamento de um sistema. Pode ser algo fixo (ex. uma máquina) ou imaterial (ex. cultura empresarial ou as práticas de gestão da empresa), como pode ser interno à empresa (ex. falta de formação dos colaboradores) ou externo a esta (ex. falhas de fornecedores). É o bottleneck que determina a capacidade de um sistema e governa a existência de WIP no mesmo.

24- **BPR** (business process re-engineering) – Envolve um repensar completo e radical dos sistemas e actividades de negócio de uma organização. O BPR inclui a eliminação de actividades NVA (que não acrescentam valor), a automação de outras acções, alteração de estruturas de carreiras e sistemas de recompensas. O BPR possui uma má reputação porque está normalmente associado ao downsizing (despedimento de colaboradores).

25- **BTS** – build to Schedule – métrica de desempenho para avaliar a robustez dos planos de fabrico. Determina-se obtendo o rácio entre as encomendas (ordens ou pedidos) realizados de acordo com o programado e o total de encomendas (em %).

26- **Brown field** – Instalações ou actividades de desenvolvimento que utiliza filosofias e métodos de produção em massa, incluindo liderança, departamentalização e sistemas sociais de organização.

27- **Cadeia de fornecimento** – sequência de actividades ou organizações envolvidas na produção e fornecimento de um produto ou serviço. A cadeia de fornecimento (supply chain) pode ser interna (a empresa) ou externa.

28- **Cadeia de valor** – sequência de actividades e operações envolvidas na criação e entrega de um produto ou serviço. O conceito é mais abrangente que o anterior dado que uma cadeia de valor inclui a cadeia de fornecimento.

29- **Capabilidade** - Este termo não existe em Português no entanto utilizar o termo “capacidade” como tradução de “capability” é incorrecto dado que capacidade mede o que um sistema é capaz de fazer (ex. peças/hora) enquanto que a capabilidade mede quanto capaz é esse sistema de produzir dentro das especificações.

30- **Capacidade** – é o volume de output que um sistema consegue realizar em condições normais, ie, aquilo que o sistema é capaz de fazer. Deve ser medida em tempo (ex. horas) evitando-se unidades como por exemplo: peças/tempo ou clientes/tempo.

31- **Carga** – é a quantidade de trabalho (ordens, pedidos, encomendas ou alterações a estes) que é solicitado ao sistema de trabalho/operações. Deve ser apresentada na mesma unidade que a capacidade para que possam ser comparadas. Desta comparação resulta o indicador “ocupação”.

32- **Catch-ball** – refere-se aos processos de discussão entre gestores e os seus colaboradores durante os quais ideias, e análises são “atiradas” ao ar como as bolas. Isto promove o diálogo produtivo e criativo por toda a organização. É uma das abordagens utilizadas pelo Hoshin Kanri e por QFD.

33- **Célula** - Uma célula é um grupo de processos concebido para produzir uma família de produtos de uma forma flexível. O movimento de materiais segue a lógica de uma peça atrás da outra, e pequenos lotes são transferidos entre células. Os colaboradores nas células dominam múltiplos conhecimentos e podem transitar entre células de acordo com as necessidades. Uma célula tem geralmente menos que 10 estações (máquinas ou postos de trabalho), e usualmente cada colaborador tem a seu cargo mais que uma estação. O output da célula (ou capacidade) pode ser variado pela adição ou remoção de pessoas. Para produtos complexos, múltiplas células podem ser interligadas através de kanbans ou outros métodos.

34- **Chaku-chaku** – método de condução do processo de fabrico baseado no fluxo peça-atraz-de-peça (fluxo contínuo). A peça é transferida de máquina a máquina até à sua conclusão.

35- **Ciclo de produção** – corresponde ao lead time (tempo) necessário para realizar um produto.

36- **Ciclo PDCA**: ciclo de melhoria contínua que significa “Planear-Fazer-Verificar-Agir”. O PDCA é a descrição da forma como as mudanças devem ser efectuadas numa organização. Não inclui apenas os passos do planeamento e implementação da mudança, mas também, a verificação se as alterações produziram a melhoria desejada ou esperada, agindo de forma a ajustar, corrigir ou efectuar uma melhoria adicional com base no passo de verificação.

37- **CLT** – Comunidade Lean Thinking – Associação criada para a investigação, desenvolvimento, inovação e transferência de conhecimento no âmbito da filosofia de gestão lean thinking (pensamento magro). Ver em “leanthinkingcommunity.org”.

38- **Concurrent engineering** – Concurrent Engineering (CE) é uma aproximação sistemática a uma abordagem integrada e simultânea dos processos de design de novos produtos e processos associados (engenharia, processos, produção, etc.). Pretende-se assim considerar todos os aspectos ligados ao ciclo de vida dos produtos, incluindo qualidade, custos, programação e requisitos do cliente. Envolve a formação de equipas transversais, permitindo a colaboradores de diferentes áreas a realização de um trabalho simultâneo, obtendo-se coerência em todo o processo de desenvolvimento.

39- **Conformidade** – Grau ou taxa de satisfação de um produto ou serviço perante standards ou especificações predefinidas. A unidade de medida é o yield rate.

40- **Controlo visual** – gestão visual. Práticas de gestão desenvolvidas pelo TPS para facilitar a gestão de operações e apoiar pessoas e gestores nas suas actividades. Trata-se de sistemas simples, intuitivos e que facilitam as operações. Sinais luminosos, marcas no pavimento e sinais sonoros são exemplos de controlo visual. A implementação destes conceitos leva à criação da Fábrica Visual.

41- **CONWIP** – (continuous work in process) Sistema de planeamento e controlo da produção que mantém um WIP (stocks) constante no sistema produtivo. Sempre que a última tarefa do processo completa uma unidade, a primeira tarefa recebe autorização para iniciar a produção de outra unidade, mantendo-se assim um WIP constante ao longo do processo.

42- **DBR** (drum-buffer-rope) – Conceito da Teoria das Restrições (desenvolvida por Goldratt) que permite a sinalização de um evento sempre que o bottleneck ou gargalo produz uma unidade ou lote.

43- **Desperdício** (muda) – toda a actividade, material ou não, que não é reconhecida pelo cliente como valor e que resulta no aumento de custo e de tempo. Tal como P Druker (1909-2005) uma vez disse: “é fazer na perfeição o que não necessita de ser feito”.

DFA/DFM – Desenho orientado ao fabrico e à montagem – estes conceitos reflectem a preocupação de conceber produtos e serviços que para além de satisfazerem os

requisitos, vão de encontro à gestão dinâmica dos processos de design e desenvolvimento.

44- **DFSS** – design for six sigma.

45- **DMAIC** – metodologia standard seguida por projectos six sigma (ver 6Sigma).

46- **DPMO (defects per million opportunities)**. Defeito entende-se como um erro, falha, ou acção realizada fora dos limites de tolerância e que originam insatisfação do cliente.

47- **Diagrama de Causa-Efeito (Ishikawa)**: também conhecido como Diagrama de Ishikawa, porque foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa (1915-1989) e como Diagrama Espinha de Peixe, devido a sua aparência. É uma representação gráfica que ajuda a identificar, explorar e mostrar as possíveis causas de uma situação ou problema específico. Cada diagrama tem uma grande seta apontando para o nome de um problema. Os ramos que saem dessa seta representam as categorias de causas, tais como: mão-de-obra, materiais, máquinas, meio ambiente, medidas, métodos. As setas menores representam itens dentro de cada categoria.

48- **Divisão do trabalho** – repartição de um processo de trabalho em pequenas partes (tarefas) de modo que cada trabalhador execute um pequeno conjunto de tarefas. Quanto maior a divisão menor a necessidade de formação.

49- **DOE (design of experiments)** – O objective do DOE é a de providenciar qualidade nos produtos e nos processos de design e desenvolvimento associados, de forma a reduzir a necessidade de inspecção. Isto é alcançado através criação de produtos e sistemas robustos em relação às variações nos processos. Estas experiências são utilizadas para identificar factores ou comportamentos que possam afectar os processos.

50- **DSI (days supply of inventory)** – total de dias (admitindo que o nível de produção é zero) necessário para esgotar a totalidade dos stocks de um dado artigo ou SKU. Num ambiente lean, DSI deve ser o mais baixo possível.

51- **Economia de escala** – aplicação dos princípios da produção em massa (iniciados com H Ford, 1863 – 1947) que protagoniza o uso de grandes lotes de produção e a massiva utilização de recursos como forma de reduzir custos unitários.

52- **Eficiência** – É o rácio entre o resultado alcançado e o valor esperado (padrão). Mede a capacidade de um sistema em alcançar os seus objectivos.

53- **Empowerment** – iniciativa de liderança de pessoas que procura dar maior autonomia e responsabilidade ao colaborador visando reduzir os níveis hierárquicos. Vai mais longe do que as meras teorias da gestão participativa ao incentivar a participação e a tomada de decisão.

54- **Engenharia de valor (value engineering)** – Aplicação sistemática de técnicas de investigação por parte de uma equipa multidisciplinar no sentido de analisar produtos e serviços sob a perspectiva funcional ou melhor, “vendo” um produto como um conjunto

de funções. Deve ser agregado um valor ponderado a cada função ou conjunto funcional, tentando visualizar-se assim oportunidades de melhoria, conformidade do produto com os requisitos actuais de clientes, possibilidade de utilização de materiais e tecnologias alternativas. Tem por objectivo proceder permitir a simplificação dos produtos, com custos menores e melhor performance.

55- **EPEI - Every part every interval/instant** – cada peça em cada intervalo – num ambiente de produção em mixed-model é tido como o intervalo de tempo usado para nivelar o fabrico.

56- **ERP** (enterprise resources planning) – Aplicações integradas de software utilizadas pelas organizações para gestão e controlo dos seus processos de negócios. Inclui módulos associados a várias áreas como Controlling, MRP (Operações e Produção), Qualidade, etc. O Manufacturing Resource Planning (MRPII) é uma versão melhorada do MRP (Material Requirement Planning). Um ERP é outra denominação de MRPII. O módulo MRPII de um sistema ERP permite o lançamento de ordens de produção e compra, usando o planeamento de produção como input. Os três inputs chave para o funcionamento de um ERP são o MPS, o registo de inventário e as listas de estruturas de produtos e componentes.

57- **Estrangulamento** (bottleneck) – algo que impede o normal funcionamento de um sistema. Trata-se de uma limitação ou constrangimento. Pode ser algo físico (pessoa, equipamento ou espaço) ou não (política, cultura, regulamentação), interno ou externo ou sistema.

58- **Estratégia de operações** – Ferramenta ou método, consistente e derivado da estratégia global da empresa, que gere a função “operações” na empresa. Permite uma coerência entre o sistema organizacional/liderança e as respectivas decisões estratégicas com as actividades do dia a dia, geridas ao nível da função “operações”, que incluem a gestão de recursos, planeamento, logística, marketing, etc.

59- **Família** – grupo de produtos finais que partilham características de design ou de fabrico e que podem ser agrupados para que possam ser planeados em grupo. Ver também a “produção celular”.

60- **Faxban** – Modificação do sistema kanban utilizando faxes para sinalizar as necessidades e procuras dos postos a montante.

61- **Feedback** – fluxo de informação no sentido contrário. Informação gerada ao nível das funções de controlo de operações e que permitem ao planeamento avaliar a execução dos planos e programas e ainda o registo de dados.

62- **FIFO (first in first out)** – sistema usado para manter ordem no processo de satisfação de pedidos dos clientes atendendo em primeiro lugar (first out) os primeiros pedidos (first in).

63- **Fill rate** – Mede a percentagem de ordens dos clientes que são satisfeitas directamente através da disponibilidade do stock. Esta expressão também se utiliza para explicitar a percentagem de ordens satisfeitas nos prazos acordados com os clientes.

64- **Five whys (5W)** – Técnica de origem japonesa em que se pergunta “porquê” repetidas vezes de forma a descobrir as causas de um determinado problema. É um método extremamente simples e eficaz e que produz resultados.

65- **Flexibilidade** – é a capacidade de adaptação a novas circunstâncias permitindo à empresa que melhore a sua capacidade de resposta e entrega. A flexibilidade pode-se manifestar em tempo, variedade e volume.

66- **Fluxo** – é um dos maiores objectivos do sistema lean e um dos importantes conceitos que a Toyota adaptou da Ford. Henry Ford (1863-1947) reconheceu que a produção deveria fluir continuamente desde a matéria-prima até ao cliente.

67- **FMEA** (failure mode and effects analysis) – É uma ferramenta utilizada na facilitação de processos de prevenção de falhas, planeamento de medidas preventivas, estimativas de custos causados pelas falhas e planeamento de procedimentos redundantes e de segurança ou sistemas de resposta a falhas. Analisa o potencial de falhas dos processos e actividades. Utiliza uma fórmula de cálculo, correspondente ao valor de escala da Severidade (S), Probabilidade de Ocorrência (O) e Probabilidade de Detecção (D). $RPN = S \times O \times D$.

68- **FMS** (flexible manufacturing system) – Sistemas integrados de equipamento que possuem automatização ao nível do transporte, handling e movimentação de materiais entre as diversas máquinas.

69- **Fórmula 5W2H** – para quem está a iniciar uma actividade, seja ela qual for, procurar dar resposta a cinco questões importantes poderá trazer muitos dividendos. Estas questões são: quem (who), o quê (what), onde (where), quando (when), porquê (why), como (how) e quanto (how much). Estas questões são conhecidas como a formula 5WH e têm aplicação em qualquer processo de decisão.

70- **Gemba:** Gemba é a palavra Japonesa para “local de trabalho” (planta fabril ou shop floor). Gemba kaizen significa melhoria contínua no local de trabalho.

71- **Gembutsu** - termo Japonês para o “estado atual” ou o “produto atual”. Refere-se às ferramentas, materiais e peças que são alvo da acção dos processos de melhoria contínua.

72- **Genchi genbutsu** – Expressão Japonesa que significa “vai e vê tu mesmo – vai ao gemba e vê o que realmente lá se passa e não te apoies em relatórios feitos por outros”.

73- **Genjitsu** – termo Japonês para “os factos” ou a “realidade”.

74- **Gestão** – A gestão é uma actividade dinâmica que envolve funções como o planeamento, a coordenação, a monitorização e o controlo de recursos.

75- **Gestão de operações** – a concepção, a operação e a melhoria do sistema que concebe, produz e entrega ao cliente os produtos e serviços da empresa. A gestão de

operações envolve a gestão e o controlo dos processos e as suas entradas para alcançar as saídas desejadas de forma a ir ao encontro dos pedidos dos clientes.

76- **Gráfico de Gantt** – um gráfico de controlo desenhado para o acompanhamento da execução dos planos de fabrico. Desenvolvido por Henry Gantt (1861-1919) no início do século XX.

77- **Green belt** – um técnico formado e treinado na metodologia six sigma que é envolvido em processos de melhoria ou em equipas de melhoria da qualidade.

78- **Green field** – Novos processos de desenvolvimento ou instalações onde os conceitos Lean são intrínsecos à gestão e organização das actividades processos, ou em alternativa, onde são implementados desde o início da actividade. Expressão associada ao Lean Manufacturing.

79- **Hanedashi** – dispositivo automático que ejecta a peça da máquina quando o ciclo de fabrico é concluído.

80- **Heijunka** -palavra de origem japonesa que significa: nivelar ou tornar nível. A programação heijunka envolve o nivelamento da carga de forma a garantir um fluxo contínuo de materiais e de informação pela fábrica. Por exemplo: a produzir a sequência abacababac em vez de aaaaabbbcc (onde a, b, c são modelos ou produtos). Desta forma consegue-se a minimização de stocks e de tempos mortos.

81- **Histograma** – uma ferramenta de análise de problemas que graficamente apresenta dados numa distribuição. Gráfico de barras verticais.

82- **Hoshin kanri** – Ferramenta de decisão estratégica que coloca ênfase e esforços nas iniciativas críticas necessárias para alcançar os objectivos da empresa.

83- **ID&I** (investigação, desenvolvimento e inovação) – esforços de uma organização para aumentar o conhecimento científico ou a inovação de produtos, processos ou serviços.

84- **Ijo-Kanri** – termo de origem Japonesa para se referir à gestão anormal.

85- **Inspecção** – Processo de avaliação de peças ou produtos, logo após a sua produção, de forma garantir que foram produzidos da forma correcta. Pode implicar decisões de aceitação/rejeição de lotes ou verificação da capacidade/controlo de processos. Idealmente a inspecção deve ser realizada na fonte e não nas etapas finais de produção. A inspecção deve ser mais activa imediatamente antes de um processo ou actividade estrangulamento, de modo a que o tempo disponível no mesmo não seja consumido em actividades decorrentes da não qualidade.

86- **ISO 14001** – Conjunto de orientações de certificação que incentivam as organizações a considerarem na sua gestão as questões ambientais e que a nível operacional criem os processos necessários para a implementação de políticas e procedimentos coerentes com os requisitos legislativos e que minimizem possíveis impactos.

87- **ISO 9000** – Conjunto de orientações de certificação que incentivam as organizações a realizar a documentação e abordagem por processos, de forma a criar as bases para a melhoria contínua. Permite criar disciplina ao nível das actividades e processos da organização, ao incentivar a documentação do que se faz e estimular agir segundo o que foi documentado. Apresenta ainda como factor diferenciador a relação com clientes e fornecedores.

88- **Jidoka** – palavra de origem japonesa que significa “automação com características humanas”. Isto significa que equipamentos e processos param na presença de erros ou defeitos.

89- **Jishu kanri** – termo Japoneses para se referir ao controlo autónomo (feito pelo próprio operador).

90- **Jishuken** – termo de origem Japonesa para se referir a “autonomia”. No contexto lean refere-se a grupos autónomos de estudo, os quais são tidos como veículos para explorar os vários tipos de desperdício e o modo como esses afectam o sistema de operações.

91- **Just-in-time (JIT)** – sistema de produção repetitiva no qual o processamento e movimentação de materiais ocorre à medida que estes são necessários, usualmente em pequenos lotes. Tal como Taiichi Ohno explica, este sistema que produza mesmo no momento exacto da necessidade porque utiliza o sistema pull (apoiado no kanban).

92- **Kai-aku** - o oposto de kaizen. Mudar para pior.

93- **Kaikaku** - Melhoria ou mudança radical de uma actividade para lhe extrair as operações que não acrescentam valor.

94- **Kaizen** – palavra de origem japonesa (“kai,” mudança, modificar, melhorar e “zen,” bom, virtude) que significa melhoria contínua. Todas as actividades levadas a cabo pelos colaboradores no sentido da melhoria do desempenho dos processos e sistemas de trabalho. Pode envolver pessoas e equipamentos. Outros esforços de melhoria são o kaikaku (mudança radical) levado a cabo através do sensei (mestre).

95- **Kaizen blitz** – termo que inicialmente se referia aos esforços de rápida mudança de layouts de processos com o objectivo de melhorar o seu desempenho. Atualmente referem-se a workshops de melhoria.

96- **Kanban** – palavra de origem japonesa que significa “cartão”. É um dos mais simples sistemas de controlo de operações que se conhece e um dos elementos primários do TPS. O sistema kanban coordena o fluxo de materiais e de informação ao longo do processo de fabrico de acordo com o sistema pull.

97- **Karoshi** – termo de origem Japonesa para se referir à morte por excesso de trabalho.

98- **Keiretsu** – Termo japonês que significa conglomerado. Define um conjunto de companhias, com core businesses diferentes, que se aliam de forma a utilizarem de forma cooperativa as suas valências financeiras e de conhecimento, estabelecendo-se assim parceiras estratégicas. Como exemplo, um keiretsu tradicionalmente é composto por um banco, uma companhia de seguros e uma indústria ou grupo industrial de referência, para além de outros parceiros. Os vários constituintes de um keiretsu partilham, para além de conhecimento, acções e investimentos.

99- **KM** (knowledge management) – Estratégia ou filosofia de gestão do conhecimento gerado pelas organizações. O conhecimento pode ser “arquivado” e processado através de sistemas informáticos, estando assim disponível a todos os colaboradores. Uma outra forma de gestão de conhecimento é a sua ligação intrínseca às pessoas, sendo estas as responsáveis pela distribuição do conhecimento, também com a ajuda de meios informáticos.

100- **Kpi** (key performance indicator) – Métricas de índole estratégica normalmente associadas ao Balanced Score Card.

101- **Layout** – arranjo físico dos recursos num determinado espaço de trabalho. Existem vários tipos de layouts em função de diferentes estratégias de fabrico ou de serviço.

102- **Lead time** – tempo necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço. É um tempo composto pelo tempo útil (ex. tempo de processamento) e o tempo não produtivo (ex. avarias, armazenamento, transportes e setups).

103- **Lean** – termo de origem inglesa que significa magro, sem gordura. Algo que contém apenas o que é necessário.

104- **Lean manufacturing** – Filosofia que processa a organização de actividades produtivas tendo em vista a eliminação de desperdício. Também ligado a este conceito está o estabelecimento de um compromisso de melhoria contínua de todos os processos operacionais por parte dos colaboradores.

105- **Lean production** – produção de uma grande variedade de produtos em pequenos lotes e em reduzidos tempos de fabrico. Qualidade, flexibilidade e baixos custos são outras características da lean production.

106- **Lean thinking** – filosofia de gestão através da qual as organizações desenvolvem competências no sentido da gradual eliminação do desperdício e criação de valor.

107- **Logística** – é a actividade de obter, produzir e distribuir materiais e produtos a um local específico e em quantidades específicas (no momento, qualidade e quantidade).

108- **Logística inversa** – Gestão de todo o fluxo de materiais e produtos devolvidos, danificados e sucitados, que são enviados de novo para uma organização industrial ou distribuidor. Envolve a gestão da movimentação dos bens e respectiva informação, dos pontos de consumo para montante. O interesse nesta abordagem prende-se com a possibilidade de redução de custos através de reciclagem ou sucata de materiais e

produtos e obviamente tendo em conta a questão ambiental. Os itens devolvidos podem ser re-usados, reparados, reciclados, remontados ou manufacturados ou inutilizados.

109- **Manutenção** – Actividades destinadas a manter em condições próprias de funcionamento os equipamentos, através d intervenções, reparação de avarias e substituição de peças.

110- **Master black belts** – são especialistas em six sigma, responsáveis pela implementação estratégica nas organizações. Pessoa no topo da hierarquia six sigma.

111- **Matrix A3** – ferramenta de melhoria contínua apresentada numa folha de formato A3 (420mmX210mm) usada pela Toyota como um formato único de: avaliação de problemas, análise de causas de problemas, e planeamento de acções correctivas.

112- **Métodos error proofing** – referem-se a actividades de identificação e prevenção de causas prováveis de erros ou defeitos nos processos. Estes métodos são também conhecidos por mistake-proofing, foolproofing, idiot-proofing, ou fail-safe.

113- **Métricas** – padrões de medição, ou índices de referência, utilizados na avaliação do desempenho. Também conhecidos como Kpi (key performance indicator).

114- **Milk run** – veiculo de transporte de materiais (interno ou externo) que faz o abastecimento ponto a ponto de acordo com as necessidades just in time. É também um modo de disciplinar o fluxo de materiais, evitando falhas ou excessos. O meio de transporte faz rotineiramente as suas viagens e pára em vários pontos para fazer abastecimento ou fornecimento.

115- **Missão** – a razão de existência de uma organização. Define o propósito de uma organização e deve ser a linha de orientação da mesma.

116- **Mizusumashi** – vocábulo de origem Japonesa que significa aranha da água. No âmbito do lean manufacturing refere-se a um operador de abastecimento (interno) que fornece materiais aos diversos pontos de trabalho. Tal como o milk run, os operadores seguem rotas normalizadas e transportam pequenas quantidades e em horários bem definidos.

117- **MPS** (master production schedule) – Listagem de produtos finais resultantes das encomendas firmes dos clientes e previsões de procura e consumo.

118- **MRP** (materials requirements planning) – Sistema de informação utilizado para gerar o planeamento quer das ordens de produção, quer das ordens de purchasing e compras, ou seja vai cronologicamente gerar as necessidades dos materiais. Considera a capacidade produtiva como infinita.

119- **MTO** (make-to-order) – Processo produtivo activado pela colocação de uma ordem por parte do cliente. Implica a não posse de stock de produto acabado.

120- **MTS** (make-to-stock) – Actividades de produção de produtos standard destinados a armazenamento. Esses produtos podem depois ser rapidamente entregues ao cliente. A métrica associada é o fill rate.

121- **Muda** – palavra de origem japonesa que significa desperdício. Desperdício ou actividade que consome recursos e não acrescenta valor.

122- **Mura** – palavra de origem japonesa que significa variação e variedade indesejáveis nos processos de trabalho ou no output de um processo.

123- **Muri** – palavra de origem japonesa que significa excesso, exagero, o que não é razoável. O Muda, o Muri e a Mura são conhecidos como os 3M.

124- **Nagara** – vocábulo Japonês para o amortecimento do fluxo de produção através da sincronização da produção e do fornecimento, particularmente através da utilização de pequenos lotes e da aplicação dos conceitos da tecnologia de grupo (GT). NAGARA - fazer mais que uma tarefa num movimento. Em japonês significa “while doing something”. Ver também “shojinka”.

125- **Ocupação** – rácio entre a carga e a capacidade. Mede a parte da capacidade ocupada pela carga pedida ao sistema de operações (produção ou serviço). Deve ser sempre inferior a 100% para garantir a satisfação dos pedidos e evitar a formação de filas de espera infinitas.

126- **OEE** (overall equipment efficiency) – OEE é uma métrica que avalia o desempenho global do sistema de operações ao considerar os três elementos envolvidos na criação de valor: pessoas (E), processos (Q) e tecnologia (D). Engloba na sua fórmula de cálculo parâmetros respeitantes à disponibilidade (D, %), eficiência (E, %) e qualidade (Q, %), ou seja: $OEE = D \times E \times Q$ [%].

127- **OEM** – original equipment manufacturer – refere-se a uma empresa, um entidade que tem clientes e fornecedores numa dada cadeia de fornecimento (supply chain). Termo usado em logística e SCM (supply chain management) para se referir à empresa na cadeia de fornecimento.

128- **OTED** - One-touch Exchange of Die – mudança de molde (ferramenta) através de um só toque. É um dos resultados da aplicação do SMED.

129- **One-piece flow** – Conceito utilizado em sistemas produtivos caracterizado pela produção de um único artigo de cada vez (lot size = 1), em cada posto de trabalho.

130- **One point lesson** (lição de um só ponto) – trata-se de uma abordagem rápida a um assunto específico. É um modo de formação muito objectivo e que pretende alcançar rápidos resultados. Em vez de procurar ensinar tudo de uma vez, opta-se por ensinar um aspecto de cada vez. Muito utilizado no âmbito do TPM e na generalidade das situações lean.

131- **Operações** - Operações ou actividades de fabrico, operações de montagem, operações de atendimento a clientes, operações de processamento de informação, etc.

Regra geral, o termo operações é utilizado para se referir a actividades ligadas à satisfação dos pedidos dos clientes; para empresas industriais as operações referem-se às actividades de produção e de montagem bem como as actividades de suporte (ex. manutenção, compras, qualidade, entre outras); para empresas de serviços a definição é mais difícil atendendo à particularidade de cada serviço.

132- **OSKKK** - É um método LT desenvolvido pela Delphi para apoiar o seu sistema de melhoria contínua designado por DMS (Delphi manufacturing system) no sentido da melhoria da produtividade, redução de custos e aumento da qualidade. A abordagem da Delphi ao lean thinking foca na observação (O), uniformização (S, standardization), na melhoria contínua (kaizen) nos processos e fluxos (K), na melhoria do equipamento (K), e na melhoria contínua do layout (K), formando deste modo o método OSKKK.

133- **Pacemaker** – dispositivo para manter o ciclo de trabalho de acordo com o takt time definido.

134- **PDCA (plan-do-act-check)** – ciclo de melhoria contínua desenvolvido nos anos 1930's e popularizado no Japão duas décadas depois por WE Deming (1900-1993). Também conhecido como ciclo de Deming.

135- **Pitch** – refere-se ao passo e ao fluxo de um produto.

136- **Planeamento** – é o primeiro passo no processo de gestão. Consiste na selecção dos objectivos mensuráveis e nas decisões das acções que levarão à realização desses objectivos. Trata-se de reunir os meios e definir os modos de acção para alcançar objectivos.

137- **Poka-Yoke** – expressão de origem Japonesa que significa à “prova de erro” (error proffing).

138- **Point of use** – uma técnica que assegura que os operários têm exactamente o que necessitam para realizar o seu trabalho (instruções, materiais e ferramentas).

139- **ppm** – abreviatura para “partes por milhão”. Unidade de medida dos defeitos de qualidade em processos de fabrico com grande maturidade de organização e de gestão.

140- **Previsões (forecasting)** – Previsão do futuro comportamento ou evolução de uma determinada variável. Quase todas as organizações necessitam de realizar previsões ao nível da procura ou vendas. Também é necessário em alguns casos realizar previsões ao nível da evolução do custo das matérias-primas, disponibilidade de força de trabalho, tecnologias, etc.

141- **Procura** – Quantidade de um produto específico que o mercado poderá comprar a determinado preço.

142- **Produção celular** – é um tipo de fabrico/produção que se caracteriza pelo fabrico de um produto ou famílias de produtos (ie, artigos similares) numa área específica (célula).

143- **Produção em fluxo** – uma forma de fabrico em pequenas quantidades numa série de passos sequenciais. Baseada na estratégia just in time (JIT).

144- **Produtividade** – Medida ou rácio do valor produzido por um sistema em relação a um determinado nível de inputs utilizados. Indica o qual o nível a que uma pessoa, organização ou país utiliza os seus recursos. De forma sucinta, produtividade resume-se à fórmula resultados/meios fornecidos. Genericamente a produtividade é afectada pela gestão de recursos, organização burocrática das empresas e métodos de trabalho.

145- **Programação finita** (finite scheduling) – Ordenação e periodização de actividades associadas a tempos de trabalho de forma a cada recurso (colaborador, máquina, ferramenta) não realize tarefas para além do tempo disponível (leva em conta o factor de capacidade finita, ao contrário do MRP).

146- **QFD** (quality function deployment) – Método utilizado no design e desenvolvimento de produtos que garante que os requisitos e desejos do cliente são levados em consideração. O QFD utiliza equipas de trabalho transversais, que incluem membros da Engenharia, Operações, Marketing e Processos. Em primeiro lugar recebe-se o feedback dos clientes para se definirem os requisitos dos novos produtos. A esses requisitos é dado um peso ou ponderação e os próprios clientes avaliam os produtos da empresa em comparação com os concorrentes. Isto permite aferir quais os factores que o cliente de facto valoriza e como integrar essas especificações no contexto industrial e tecnológico da empresa.

147- **Quadro andon** – sistema de controlo visual utilizado em áreas de trabalho, normalmente sob a forma de um quadro (eletrico ou electrónico), que mostra o atual status do sistema de produção e pode também ser utilizado para alertar as pessoas para problemas ou pedidos de intervenção.

148- **Qualidade** – é a característica de um produto ou serviço que se manifesta pela sua adequação ao uso. É a conformidade entre os requisitos e os resultados.

149- **Qualidade na fonte** – Filosofia que apresenta como conceito base o facto de não ser necessário inspeccionar a qualidade nas várias etapas do processo. Deve-se garantir que os materiais e produtos são conformes em todas as etapas do processo. Isto passa por garantir que os colaboradores são responsáveis por manter esse nível de qualidade.

150- **RIE** (rapid improvement events) – eventos lean destinados a procurar mudanças rápidas ao nível dos processos de trabalho. Os métodos baseados no RIE recorrem a workshops de rápida melhoria para fazer pequenas e rápidas mudanças. Começa, por norma, com um período de preparação de duas a três semanas, seguidas de um evento de cinco dias para identificar as alterações necessárias e um período de três a quatro semanas de seguimento (follow up) após cada evento onde as mudanças são implementadas

151- **Sensei** – professor ou mestre (de artes marciais); utilizado para se referir a um especialista de TPS. Alguém que se dedica a ensinar os outros (ie, um mestre ou orientador).

152- **Setup** (changeover) – refere-se às actividades de mudança, ajuste e preparação do equipamento para o fabrico de um novo lote ou um novo produto. Também inclui as actividades realizadas durante o processamento (ex. ajustes, mudanças de ferramenta, etc.)

153- **Shojinka** - Termo Japonês utilizado no âmbito da filosofia lean thinking para denotar a variação nos processos de fabrico de modo a adequar-se às flutuações da procura. Através deste processo procurase otimizar o número de pessoas num centro de trabalho de forma a ir ao encontro do tipo e do volume da procura imposta a esse centro de trabalho.

154- **Shusa** – Termo que identifica o líder do sistema de desenvolvimento de Produtos da Toyota.

155- **SIPOC** – diagrama usado para caracterizar os fornecedores (S), os inputs (I), os processos (P), os outputs (O) e os clientes (C). É uma das ferramentas da metodologia Six Sigma mais usadas na fase D (define).

156- **Sistema pull** – é um dos três sistemas do JIT. Trata-se de um sistema de fabrico coordenado pelo cliente. É um dos elementos base da filosofia TPS/JIT. As actividades de fabrico iniciam-se apenas na presença de um pedido ou ordem do cliente. As operações vão acontecendo das fases finais até às iniciais.

157- **Sistema push** – é o sistema clássico de gestão da produção que se caracteriza pelo empurrar dos produtos da empresa para o cliente. Caracterizado por sistemas de planeamento e controlo muito rígidos e baseados em previsões e nada orientado ao mercado.

158- **SKU** (stock keeping unit) – Normalmente é um número exclusivo de identificação associado a um determinado item ou família de itens para efeito de gestão de stocks. Através desta codificação podem ser definidos, por exemplo, estilos, tamanhos e cores. Este número também é associado à definição de localizações nos armazéns de determinados produtos. É utilizado em todos os itens inventariáveis. Está associado à gestão de stocks através de MRP's e códigos de barras.

159- **SMED** (single minute exchange of dies) – métodos que levam à rápida mudança de ferramenta (setup). O método SMED foi inicialmente proposto e desenvolvido por Shigeo Shingo (1909-1990).

160- **Stock de segurança** (safety stock) – A definição mais simples de stock de segurança é aquela que o define como sendo o stock disponível (calculado segundo várias variáveis como lead times de fornecedores, consumo médio, custos de posse, etc.) que permite a uma empresa prevenir qualquer eventualidade que possa causar uma ruptura de stocks. Outra definição define-o como sendo o stock médio disponível aquando da recepção de uma nova ordem. Em muitos casos o SS é definido em relação aos desvios na procura no lead time correspondente ao re-fornecimento.

161- **Supermercado** – técnica de gestão de stocks utilizada no âmbito do lean manufacturing para o controlo de fluxo de materiais no gemba. É um modo de disciplinar a oferta e de garantir uma satisfação da mesma.

162- **Supply chain management** – Criação e aplicação de um sistema total e abrangente que permita a gestão do fluxo de materiais, informação e serviços, desde os fornecedores de matéria-prima, passando por indústrias e armazéns, até aos consumidores finais. Como resultados desta abordagem obtêm-se menores custos (associados stocks mais pequenos e melhor qualidade) e melhores níveis de serviço. Todavia, os benefícios devem ser partilhados por todos os que integram esta cadeia.

163- **Takt time** – Palavra de origem Alemã que significa batuta (instrumento utilizado pelo maestro na condução de uma orquestra). É um tempo de ciclo definido de acordo com a procura. Se a procura aumenta, o takt de time terá de diminuir, e vice-versa.

164- **Tebanare** – termo Japonês para “mãos-livres” (hands-free). O termo é utilizado para referir o uso de automação de baixo custo em equipamento simples e que permite às pessoas trabalhar de forma mais eficiente.

165- **Tecnologia de grupo** - filosofia de organização desenvolvida na antiga União Soviética que se baseia no simples princípio de que coisas similares devem ser feitas de forma similar. Trata-se de um método de organização caracterizado por simples fluxos de materiais e de informação, no qual as empresas são divididas em pequenas unidades autónomas capazes de produzir por completo um produto ou família de produtos.

166- **Tempo de ciclo** (cycle time) – para uma máquina ou célula, representa o tempo de saída de peças consecutivas. É o tempo definido pela mais longa das operações. o tempo de ciclo tem de estar em harmonia com o takt time (o qual é um tempo de ciclo definido em função da procura definida pelo cliente). Muitas vezes, o tempo de ciclo é confundido com o lead time, no entanto são tempos diferentes.

167- **Tempo de espera** (waiting time) – referem-se a todos os tempos improdutivos (que não acrescentam valor a produtos ou serviços), ex. Avarias e armazenamento.

168- **Tempo padrão** – tempo de referência para a execução de uma dada tarefa, produto ou serviço. Refere-se a um tempo obtido junto de um operário normal a trabalhar a um ritmo normal e em condições de trabalho bem definidas. Não se trata do tempo mínimo mas sim do tempo normal (deve ser calculado pelo departamento de engenharia de processos).

169- **Teoria das restrições** – Mais conhecida por theory of constraints (TOC), é uma filosofia de gestão industrial desenvolvida pelo Dr. Eliyahu Goldratt nos anos 1980's. A TOC afirma que existem poucas áreas verdadeiramente críticas, quer ao nível de materiais, recursos, ou políticas. Segundo este conceito, são os estrangulamentos que marcam o passo e que definem o ritmo de um processo produtivo. A abordagem proposta passa por identificar quais os estrangulamentos, torna-los os mais eficientes possíveis, reduzindo desperdícios e equilibrando o fluxo, alinhar o resto

dos processos em função do comportamento e regulação do estrangulamento (mesmo que reduza a eficiência dos outros processos e por fim repetir o ciclo.

170- **TMC** – Toyota Motors Corporation, ver site oficial em: www.toyota.co.jp/en/index.html

171- **Toyota production system** (TPS) – o único exemplo válido de um sistema lean production. Os pilares do TPS são o JIT, o sistema pull e o jidoka. Estes assentam na programação nivelada (heijunka) e no balanceamento das operações, e na redução do tempo (lead time). A forma básica do TPS evoluiu na Toyota de 1948 a 1973, em grande parte sob a orientação de Taiichi Ohno.

172- **TOPS/8D** (team orientated problem solution/8 disciplines) – O método de resolução de problemas em equipa usando as oito disciplinas, vai ajudar na "extinção de fogos", que surgem frequentemente à medida que o ciclo de vida do produto ou serviço se vai desenvolvendo.

O processo de resolução de problemas consiste numa sequência de fases, que deverão ser seguidas a partir do momento em que o problema se torne evidente. Essas fases, (quando executadas correctamente) vão permitir que o problema seja resolvido no mais curto espaço de tempo. Esta metodologia, baseada em factos, vai permitir que todo o processo de planeamento, de decisão e de resolução do problema seja feito consistentemente, garantindo desta maneira que o problema seja efectivamente resolvido em vez de simplesmente mascará-lo. As oito fases do método são as seguintes:

1. Criar uma equipa e trabalhar com ela;
2. Descrever o problema tal como ele é;
3. Implementar e verificar as acções intermédias de contenção;
4. Definir e verificar a(s) causa(s)-raiz;
5. Escolher e verificar as acções correctivas permanentes;
6. Implementar as acções correctivas permanentes;
7. Prevenir a recorrência; 8. Felicitizar a equipa.

173- **Throughput** – ritmo a que um sistema de operações (empresa) gera dinheiro através das vendas.

174- **Throughput time** – tempo total (lead time) necessário para entregar o produto/serviço ao cliente. Inclui todas as fases, ex. design, fabrico e fornecimento.

175- **TPM** (total productive maintenance) – O sistema TPM procura maximizar a performance global dos equipamentos, através da gestão do seu funcionamento, reparação e intervenções. O TPM gera ordens de intervenção programadas e mantém um histórico de reparações e operações realizados em determinado equipamento. Serve de filosofia base para aumentar o envolvimento e responsabilidade dos operadores perante os equipamentos que utilizam no dia a dia.

176- **TQM** (total quality management) – Abordagem global que incentive a melhoria contínua e a abordagem pela qualidade envolvendo todas as áreas de uma organização, desde as vendas, engenharia, compras, produção, etc. Tem como enfoque a satisfação do cliente através da gestão integrada de uma liderança adequada, do empowerment dos

colaboradores e da correcta definição dos processos, responsabilidades e interligação entre os mesmos. O TQM é um acrónimo de Excelência, tendo evoluído das filosofias e ferramentas da qualidade implantadas no Japão a partir dos anos 50. Utiliza uma grande variedade de ferramentas ao nível do controlo da qualidade (a nível empírico e estatístico), resolução de problemas, brainstorming, definição e mapeamento de processos, customer service, definição de indicadores de desempenho e gestão do conhecimento.

177- **Trabalho uniformizado** (standard work): é a forma mais eficiente de combinar pessoas, materiais e equipamento. Os três elementos do trabalho standard são: 1) takt time, 2) sequência de trabalho, e 3) fluxo de WIP uniformizado. Executar trabalho uniformizado permite um melhor controlo das operações, algo mais estável e previsível. É uma oportunidade de melhoria contínua e de deteção de anormalidades

178- **TS 16949** – Referencial de Qualidade para a indústria automóvel baseado nas normas ISO 9000, mas com especificidades e critérios bastante focalizados na especialidade desta industria. Foi criado um sistema independente que permitisse a uniformização dos procedimentos e critérios a observar por parte dos construtores, harmonizando assim os sistemas de gestão da qualidade e procedendo à sua documentação.

179- **Uniformização** – ausência de variação num produto, processo ou serviço. Associado à manutenção de um nível de desempenho constante, sem oscilação (estável).

180- **Valor** – aquilo que é entregue (sob a forma de produto ou serviço) ao cliente e que este considera como importante. Refere-se ao nível de satisfação que o cliente experimentou resultado da entrega que lhe foi feita. Apenas o valor justifica o tempo, o esforço e o investimento do cliente.

181- **Valor acrescentado** – é a diferença entre o custo dos inputs e o valor ou o preço dos outputs.

182- **VSM** (value stream mapping) – mapeamento da cadeia de valor; trata-se de um método sistemático de identificação de todas as actividades (dock-to-dock) necessárias para produzir um produto ou serviço. O “mapa” inclui o fluxo de materiais e de informação.

183- **VSD** – value stream design – ferramenta usada para desenhar e alcançar o estado futuro (to-be) da cadeia de valor.

184- **WCM** – world class manufacturing – organização industrial de classe mundial, excelente a todos os níveis.

185- **WIP** (work in process inventory) – Material de inventário que está correntemente a ser utilizado/trabalhado no shop-floor. Isto inclui materiais associados a ordens em espera, ordens paradas devido à necessidade de setups nos equipamentos e materiais e a serem processados.

186- **Yamazumi** – termo Japonês que significa empilhar. No contexto lean thinking é tido como um gráfico de barras verticais que mostra o balanço entre a carga e a capacidade (ou em algumas situações o tack time).

187- **Yield** – taxa de qualidade obtida à primeira (ie, sem a existência de retrabalho). Trata-se da verdadeira taxa de qualidade e a única a considerar no cálculo do OEE (overall equipment efficiency).

188- **Yokoten** – vocábulo de origem Japonesa que significa partilha de informação (feedback) através das áreas de trabalho (planta fabril, shop floor ou gemba). Refere-se também à partilha de perguntas e respostas comuns por todos os colaboradores.