



**Modelo de Implementação de Sistema de Produção Lean no
INESC Porto**

Bruno Miguel Magalhães Azevedo

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Américo Azevedo

Orientador no INESC Porto: Eng. António Correia Alves



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

2011-02-25

Ao meu filho Afonso

Resumo

Hoje em dia as organizações têm colocado um esforço enorme na tentativa de se tornarem cada vez mais competitivas de modo a responder da melhor forma possível à competitividade do mercado e exigência dos consumidores. Para tal, têm procurado investir na melhoria contínua de modo a reduzir custos, aumentar qualidade dos produtos otimizando recursos e operações através de conceitos da Produção *Lean*. Para isso, são utilizadas ferramentas próprias de modo a atingirem-se os objectivos pretendidos.

Esta dissertação passa por isso mesmo, o desenho de um modelo de implementação de um sistema *Lean* aplicado a uma carpintaria mecânica.

Esse modelo aparece dividido em duas fases. Uma primeira onde será introduzido o pensamento *Lean* na organização de modo a motivar os operários, passando conceitos e ideias através de acções/formações, e posteriormente, numa segunda fase será analisado o estado actual e serão verificadas oportunidades de melhoria de modo a atingirem-se os objectivos pretendidos. Esta segunda fase passa pela implementação do modelo criado. Inicialmente será alvo de implementação um projecto-piloto ao que lhe seguirá a generalização a toda a organização.

Model to Implement a Lean Production System in a Carpentry unit

Abstract

Today's organizations have put a huge effort in trying to become more competitive in order to respond optimally to market competition and consumer demand. For that aims at investing in continuous improvement to reduce costs and improve product quality through concepts of Lean production. For this, adequate tools are used in order to achieve the desired objectives.

This thesis is therefore, the design of an implementation model of a Lean system applied to a mechanical carpentry.

This model appears divided into two phases. The first will be the introduction of Lean thinking in the organization in order to motivate the workers, passing ideas and concepts through activities / training, and later, in the second phase the current status will be analyzed and opportunities for improvement will be checked in order to achieve the desired objectives. This second phase involves the implementation of the model. Initially there will be room to implement a pilot project that will follow the widespread throughout the organization.

Agradecimentos

Ao INESC Porto por ter pedido e me ter aceite para a realização desta dissertação.

Ao Eng. António Correia Alves pela orientação no INESC Porto durante esta dissertação.

A todos os colaboradores do INESC Porto com os quais trabalhei durante esta dissertação e outros presentes com a sua amizade, Marta Fonseca, Daniel Oliveira, Daniel Delgado, Paulo Sá Marques.

Ao Prof. Américo Azevedo, como orientador da FEUP, pela ajuda prestada e conselhos durante a minha dissertação.

À FEUP, em particular ao departamento de Mecânica composto pelos seus funcionários e docentes, pelo acompanhamento durante a minha formação académica.

Aos professores da Opção de Gestão de Produção por me terem ajudado a concluir a minha opção.

Ao Prof. João Barros Basto, talvez o responsável máximo por eu ter aceite realizar uma dissertação sobre o tema *Lean*, pois despertou-me o interesse por este tema.

Aos amigos que me acompanharam durante a minha formação em especial Tiago Batista, Marcelo Martins, João Pedro, Samuel Sousa, Ivo Pereira e Bruno Rocha.

Aos meus pais pelo apoio, dedicação e carinho que tiveram comigo durante a realização desta dissertação, mas também durante todo o meu percurso académico e escolar. O meu muito obrigado pela possibilidade que me deram de um dia me formar.

Ao meu irmão pela ajuda e motivação dada e pela grande amizade que existe em todos os momentos.

À minha noiva pelo apoio, força, motivação, amizade e companheirismo.

Ao meu filho pelos momentos em que estive ausente e não lhe ter prestado a atenção devida que ele merecia.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento.....	2
1.2	Objectivo	2
1.3	Metodologia.....	2
1.4	Organização da dissertação.....	2
2	Fundamentos e Conceitos no âmbito do <i>Lean</i>	4
2.1	Contextualização histórica da Produção <i>Lean</i>	4
2.2	Conceito <i>Lean</i>	6
2.3	Princípios <i>Lean</i>	6
2.4	A importância da formação de uma cultura <i>Lean</i> na empresa	9
2.5	Principais fontes de desperdícios.....	9
2.6	Ferramentas <i>Lean</i>	12
3	Caracterização do problema	32
3.1	Apresentação da Empresa.....	32
3.2	Apresentação do problema	33
4	Solução proposta	34
4.1	Descrição do modelo do desenho do sistema de implementação	34
4.2	Detalhe Acção 1	36
4.3	Detalhe Acção 2.....	37
4.4	Detalhe Acção 3.....	37
4.5	Detalhe Acção 4.....	38
4.6	Descrição projecto-piloto.....	40
4.7	Calendarização e sequência do projecto	44
4.8	Ferramenta de Simulação para apoio à implementação	44
5	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	46
5.1	Principais conclusões.....	46
5.2	Perspectivas de trabalho futuras.....	47
	Referências	48
	ANEXO A: Apresentação e descrição Jogo <i>Lean</i>	50
	ANEXO B: Jogo <i>Lean</i> – apresentação de indicadores e análise comparativa (utilização da ferramenta Excel).....	55
	ANEXO C: Metodologia 5S – 5S Semanal no posto de trabalho	57
	ANEXO D: Metodologia 5S – Folhas auditorias internas 5S.....	58
	ANEXO E: Metodologia 5S – <i>Red Tag</i>	63
	ANEXO F: Metodologia 5S – Folha de registo de <i>Red Tag</i>	64
	ANEXO G: SMED.....	65
	ANEXO H: <i>Kaizen</i> – folha A3.....	66
	ANEXO I: <i>Kaizen</i> – folha A4.....	67

ANEXO J:	<i>Standard Work</i> – Formato A4.....	68
ANEXO L:	<i>Standard Work</i> – Formato A3.....	71
ANEXO M:	Ferramenta de simulação.....	72

Siglas

C/T – *Cycle Time* ou tempo de ciclo

IMVP - *International Motor Vehicle Program*

INESC Porto – Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto

JIT – *Just In Time*

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*

MTO – *Make to Order* ou Produzir para encomenda

NVA – *Non-Value Added* ou sem acréscimo de valor

OEE – *Overall Equipment Efficiency* ou Eficiência Global dos Equipamentos

OMCD – *Operations Management Consulting Division*

PDCA – Ciclo *Plan, Do, Check, Act*

SMED – *Single Minute Exchange of Die* ou Troca rápida de ferramentas

TMC – *Toyota Motors Company*

TPM – *Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total

TPS – *Toyota Production System* ou Sistema de Produção Toyota

TT – *Takt Time*

UESP – Unidade de Engenharia de Sistemas de Produção

VA – *Value Added* ou acréscimo de valor

VS – *Value Stream* ou Cadeia de Valor

VSM – *Value Stream Mapping* ou Mapeamento da Cadeia de Valor

WIP – *Work in Process*

Índice de Figuras

Figura 1 – A casa do TPS, <i>House of Toyota</i> (adaptado de Liker <i>et al</i> , 2004)	5
Figura 2 – Objectivo <i>Lean</i> de eliminação de actividades que não acrescentam valor (adaptado de www.ngpharma.com/article/Design-for-Six-Sigma-and-Lean-Six-Sigma-for-the-Pharmaceutical-and-Medical-Industries/ , consultado em 2010-10-11)	6
Figura 3 – Princípios <i>Lean Thinking</i> revistos (Fonte: CLT, 2008).....	8
Figura 4 – Divisão das actividades (Fonte: Taiichi Ohno, <i>Toyota Production System</i>)	10
Figura 5 – Relação entre a percentagem de valor acrescentado e os desperdícios num processo	12
Figura 6 - Esquema de utilização da ferramenta VSM (adaptado de Mike Rother e John Shook “ <i>Learning to See</i> ”, 1999)	15
Figura 7 – Cinco fases da metodologia 5S	17
Figura 8 - Exemplo de Quadro Andon de uma fábrica da Toyota	20
Figura 9 – Operário da Toyota accionando o Andon	20
Figura 10 - <i>Kanban</i> do tipo cartão usado pela Toyota	25
Figura 11 - Circulação do <i>kanban</i>	25
Figura 12 – Pilares TPM (adaptado de Suzuki, Tokutaro. <i>TPM in Process Industries. Portland (OR - USA) Productivity Press, Inc., 1994, p. 12.</i>).....	27
Figura 13 – Objectivos dos pilares do TPM	27
Figura 14 – Descrição OEE – factores a considerar para o seu cálculo	28
Figura 15 – Ciclo PDCA	30
Figura 16 – Evolução ao longo do tempo do modelo de implementação	36
Figura 17 – Sistematização da generalização a toda a organização	39
Figura 18 – Metodologia adoptada	42
Figura 19 – Passos para implementação utilizando o DMAIC.....	42
Figura 20 – <i>Roadmap</i> de implementação Lean	43
Figura 21 – <i>Gantt</i> com a duração e sequência no tempo das acções a realizar	44

1 Introdução

Encontramo-nos numa era em que a crescente globalização dos mercados, a abertura comercial e o aumento da competitividade tem levado as empresas a um novo padrão de concorrência, onde as estratégias empresariais tradicionais já não fazem sentido e relevam-se insuficientes para garantir a sobrevivência das organizações nos mercados.

A procura por um ambiente de qualidade tem vindo a ganhar uma preocupação, cada vez mais frequente, dos administradores de forma a atingir os objectivos das organizações. O completo envolvimento das pessoas nas tomadas de decisão, tornando-as mais empenhadas e responsáveis pelos rumos das organizações na qual trabalham, tem sido um desejo por parte dos gestores.

É a fidelização dos antigos e a conquista de novos clientes que permite a sobrevivência das empresas hoje em dia, devido essencialmente a esse mercado globalizado e acessível a todos. É por esse motivo que as organizações devem procurar garantir a total satisfação dos seus clientes, sobretudo porque estes se revelam cada vez mais exigentes, principalmente no que diz respeito à qualidade e ao preço a pagar pelos produtos adquiridos.

Para isso, procura-se cada vez mais a racionalização e a optimização de todas as actividades que não agregam valor aos produtos, os chamados desperdícios. A meta é a redução e até a eliminação dessas actividades, diminuindo assim os custos, e conseqüentemente aumentando a produtividade e os lucros da empresa.

É neste contexto que a filosofia *Lean Production*, Produção *Lean* (Magra) surge como uma metodologia fundamental às empresas, pois focaliza a redução de desperdício ao mesmo tempo que aumenta a flexibilidade da produção e garante a qualidade dos produtos e serviços. O *Lean* possibilita à empresa atender de maneira competitiva as necessidades de cada cliente, reduzindo principalmente os custos da produção.

É nesta perspectiva que surgiu esta dissertação, o desenho de um modelo de implementação de um sistema *Lean* para uma carpintaria mecânica.

Neste capítulo é feita uma apresentação dos objectivos da dissertação, sendo também descrito o método seguido, os temas abordados e a sua organização no relatório.

1.1 Enquadramento

Esta dissertação foi realizada no âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica especialidade de Gestão da Produção e dedicou-se ao desenho de um modelo de implementação de um sistema de Produção *Lean*.

Pretendeu-se criar um modelo capaz de apoiar a implementação de um sistema de produção *Lean* genérico que num futuro próximo será utilizado numa unidade de carpintaria.

Como objectivo principal, propunha-se inculcar o pensamento *Lean* na organização, ao mesmo tempo que se procurava otimizar recursos e operações, reduzindo custos de produção, prazos de entrega e de *lead time*¹, de modo a aumentar a produtividade através da implementação de um sistema de produção baseado em Produção *Lean*.

1.2 Objectivo

A dissertação teve como principais objectivos aplicar conhecimentos de Produção *Lean* no desenho de um modelo de implementação a ser aplicado numa organização industrial. Para tal, foi necessário realizar um estudo e caracterização do negócio de modo a elaborar planos de acções a implementar.

Após isso, será possível integrar os conhecimentos *Lean* e utilizá-los correctamente na organização com o intuito de aumentar a eficiência do processo² de modo a eliminar perdas, reduzindo actividades que não agregam valor às operações. Basicamente eliminar desperdícios e melhorar continuamente os processos de produção de modo a atingir o objectivo principal que passa pela optimização de recursos e operações, aumentando a motivação, a produtividade e conseqüente redução de prazos de entrega.

1.3 Metodologia

Numa primeira fase foi necessário realizar uma pesquisa bibliográfica de modo a adquirir e conhecer os fundamentos, técnicas e ferramentas dos sistemas de produção *Lean*.

Durante a fase de revisão bibliográfica foi criado um jogo de simulação de implementação de ferramentas *Lean*, que irá servir de apoio ao desenho do modelo do sistema de implementação, dando assim uma componente de formação/acção para a organização de modo a ser possível uma melhor compreensão do modelo a implementar.

A segunda fase passará pela aplicação do modelo criado, onde será realizada uma análise inicial da situação actual e percepção dos objectivos pretendidos de modo a realizar e preparar o trabalho de campo. Nesta fase, será criado um projecto-piloto onde será implementado o modelo numa área restrita sendo posteriormente generalizado a toda a organização.

1.4 Organização da dissertação

A dissertação foi estruturada em cinco capítulos.

¹ Tempo de processamento de um pedido, desde que chega à empresa até que o produto é entregue ao cliente

² Sequência de actividades que transformam um bem ou serviço

No presente capítulo encontram-se as secções de cariz introdutório e organizativo onde é apresentado o âmbito, objectivos e estrutura da dissertação. É feito um enquadramento da dissertação, assim como os objectivos estipulados e a metodologia adoptada.

No segundo capítulo é apresentado o conceito *Lean Production*, onde é feito o enquadramento teórico que serviu de base ao estudo do caso. A sua origem, filosofia, princípios e conceitos, assim como definição e ferramentas são aqui apresentadas.

No capítulo três é descrito o problema assim como a organização actual da empresa e problemas detectados relativamente a essa organização.

O quarto capítulo apresenta a solução em função dos problemas e objectivos detectados anteriormente aquando da abordagem inicial do estado actual. É apresentada, com detalhe, a solução encontrada, ou seja, é descrito o modelo criado para implementação.

Por fim, no último capítulo são descritas as conclusões, assim como, trabalhos futuros e perspectivas relativamente a esses trabalhos.

De salientar que em anexo são apresentados todos os documentos, assim como material criado para suportar toda a implementação do modelo desenvolvido.

2 Fundamentos e Conceitos no âmbito do *Lean*

Neste cenário competitivo com o qual nos vemos confrontados actualmente, uma das medidas adoptadas pelas empresas em geral é a redução de desperdícios gerados na produção com aplicações de ferramentas da Produção *Lean*.

Para a realização desta dissertação, foi adoptado como ponto inicial dos trabalhos, o estudo, conhecimento e interpretação dos princípios, conceitos e ferramentas da Produção *Lean*. Tal foi importante pois permitiu um conhecimento teórico importante para o desenho do modelo de implementação do sistema *Lean* no caso de estudo.

O referencial teórico será alvo de descrição neste capítulo.

2.1 Contextualização histórica da Produção *Lean*

A Produção *Lean* teve origem no *Toyota Production System*³ (TPS) na década de 80, sendo por isso um termo genérico para definir o TPS. Este termo surge quando um grupo de investigadores do *International Motor Vehicle Program*⁴ (IMVP), liderados por Womack, decidem criar um programa de investigação ligado ao *Massachusetts Institute of Technology*⁵ (MIT) para definir um sistema de produção eficiente, flexível, ágil e inovador, superior à produção em massa, um sistema habilitado a enfrentar melhor um mercado em constante mudança.

Após a Primeira Grande Guerra, Alfred Sloan, da General Motors, e Henry Ford introduzem um sistema produtivo que tinha como objectivo a redução de preços dos produtos em função do alto volume de produção.

Tal sistema utilizava uma grande especialização do projecto, baixa qualificação na mão-de-obra, máquinas dispendiosas que produziam produtos padronizados com um enorme volume de produção, mas em contrapartida, uma baixa variedade de produtos.

Esta nova técnica de Ford reduzia drasticamente os custos, assim como os preços dos produtos, acabando por melhorar a qualidade do produto. Ford chamou-lhe a “Produção em Massa”.

É na primavera de 50 que um jovem japonês, Eiji Toyoda, a convite de Ford, realiza uma visita de três meses à fábrica *Rouge*⁶. Após vários estudos, Eiji volta ao Japão e já com a ajuda do seu engenheiro de produção, Taiichi Ohno, concluíram que a produção em massa nunca poderia funcionar no Japão. Na altura existiam muitos problemas no Japão, o mercado interno era pequeno e existia uma procura diversificada de veículos e precisavam de soluções mais eficientes e menos dispendiosas.

³ Sistema de produção desenvolvido no Japão na fabricante de automóveis Toyota.

⁴ É o maior e mais antigo consórcio de pesquisa internacional e tem como objectivo compreender os desafios enfrentados pela indústria automóvel mundial.

⁵ É um instituto privado de pesquisa científica e tecnológica, localizado em Cambridge - Massachusetts.

⁶ Fabrica FORD do Rio Rouge, ou mais conhecida como Rouge Complex

É nesta altura que o TPS começa a surgir. É considerada uma filosofia de gestão que procura otimizar a organização de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, com a melhor qualidade e ao mais baixo custo, ao mesmo tempo que pretende aumentar a segurança e a moral dos colaboradores.

Para tal, foram criados vários conceitos e ferramentas de modo a atingir esses objectivo. Objectivos esses que se focam na absoluta eliminação de desperdícios na organização. Podemos verificar de seguida na Figura 1 a Casa da Toyota – “*House of TPS*”, onde nos aparece descrita a filosofia adoptada pela Toyota na criação do seu sistema produtivo.

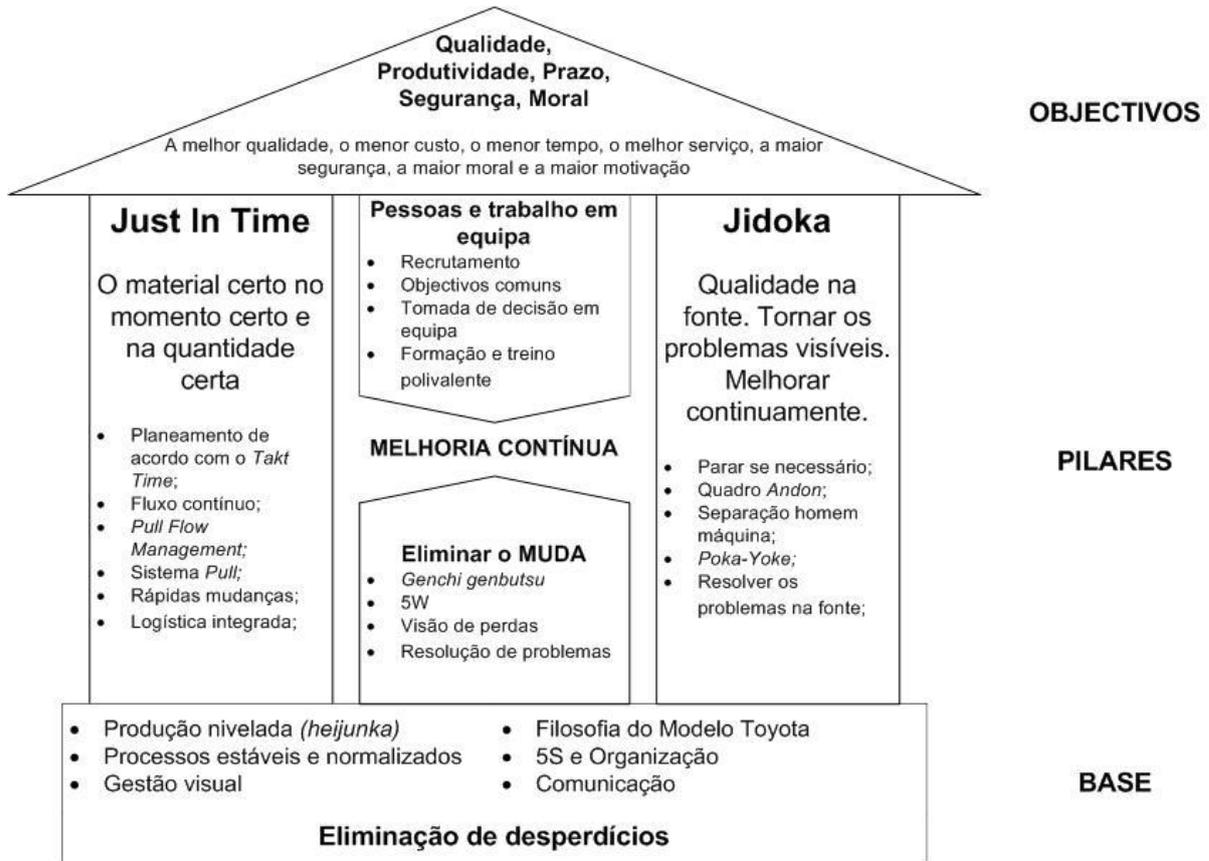


Figura 1 – A casa do TPS, *House of Toyota* (adaptado de Liker et al, 2004)

Como qualquer casa, a Toyota projectou a sua da base para o topo, sendo fundamentais os pilares para a sustentação de toda esta filosofia numa organização.

Na base diversas práticas e conceitos conferem o suporte necessário. De acordo com Ohno (1997), a base do TPS é a total eliminação dos desperdícios, os “*Mudas*”⁷. Os dois pilares necessários à sustentação do sistema são, o *Just-in-Time*⁸ (JIT) e a Autonomia⁹ (*Jidoka*).

⁷ É um termo tradicional japonês que significa uma actividade que é considerada desperdício e não agrega valor ou é improdutivo

⁸ É um sistema de administração da produção que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exacta

⁹ Recurso utilizado pelo TPS que previne produtos defeituosos, elimina superprodução e foca a atenção na compreensão do problema e assegura que esse problema não se repita

No “telhado” da casa, ou seja, no topo do desenho, está o que todas as empresas procuram com a implantação da Produção *Lean*, redução dos custos e prazos, com melhoria na qualidade dos seus produtos.

O *Lean* foi buscar essas ideias e Womack em 1988, ao analisar a *Toyota Motor Company* (TMC), verifica as vantagens do desempenho do TPS que traziam enormes diferenças em produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos (Womack et al., 1990).

É então que surge a denominação *Lean*, como um conceito essencial para a sobrevivência das organizações.

2.2 Conceito *Lean*

O termo *Lean* é utilizado para denominar uma filosofia de negócios baseada no TPS, sendo este definido como o local onde nasceu o *Lean*.

Podemos definir como uma abordagem sistemática na tentativa de identificar e eliminar desperdício (actividades que não acrescentam valor) através da melhoria contínua na procura da perfeição.

O *Lean* olha com detalhe para as actividades básicas envolvidas no negócio e identifica o que é o desperdício e o que é o valor a partir da óptica dos clientes e utilizadores, procurando eliminar o que não acrescenta valor, como nos mostra a Figura 2.

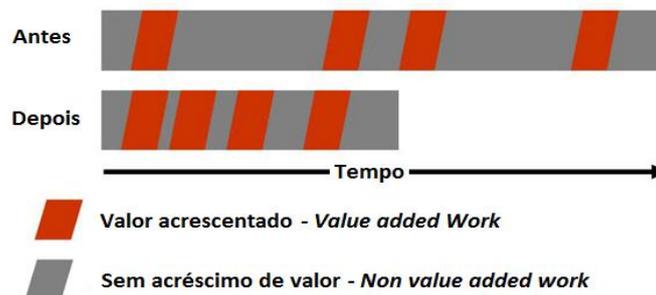


Figura 2 – Objectivo *Lean* de eliminação de actividades que não acrescentam valor (adaptado de www.ngpharma.com/article/Design-for-Six-Sigma-and-Lean-Six-Sigma-for-the-Pharmaceutical-and-Medical-Industries/, consultado em 2010-10-11)

É um processo contínuo evolutivo de mudanças e adaptações não sendo possível pensar neste como um departamento ou grupo funcional, mas sim como um conjunto de práticas multidisciplinares que atravessam toda a organização do negócio com o intuito de atingir mais conhecimento, organização, capacidade, produtividade e acima de tudo mais satisfação do cliente e sucesso a longo prazo.

O *Lean* foca sistematicamente o Cliente, apoiando-se nele para as tomadas de decisão no sentido de somente produzir aquilo que o Cliente deseja, eliminando toda a forma de desperdício.

2.3 Princípios *Lean*

O *Lean* consiste numa filosofia que fornece auxílio à gestão de uma organização. Esta filosofia rege-se por alguns princípios que Womack et al. (1996) identificaram, princípios que

procuram a satisfação total do Cliente. É o Cliente quem recebe o nosso produto identificando nele o valor correspondido. São cinco os princípios:

Valor

Normalmente quando nos referimos a um produto que adquirimos somos tentados a usar a designação de Valor para o avaliarmos. Quando há satisfação dizemos que valeu a pena a compra.

Mas Valor é mais do que aquilo que recebemos em troca do que pagamos, consiste nas características visíveis ao Cliente, que cada produto ou serviço oferece. São essas características que fazem a diferença no momento da decisão do cliente em adquiri-los pois o Cliente analisará o preço e esforço que fará para adquirir o bem/serviço, assim como, as características inerentes. Quanto maior o valor percebido pelo cliente maior será a satisfação do mesmo e deste modo a fidelidade será crescente.

Não são as empresas mas sim o Cliente que define o Valor. Para ele, a necessidade gera o Valor e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico para manter a empresa no negócio e aumentar os lucros via melhoria contínua dos processos, reduzindo os custos e melhorando a qualidade.

Segundo a Comunidade *Lean Thinking*¹⁰, numa organização 95% das actividades não acrescentam valor, em consequência e assumindo uma postura proactiva passaremos a dispor de 95% de oportunidades de melhoria.

Cadeia de Valor

O próximo passo consiste em identificar a Cadeia de Valor. Esta define um processo ou um conjunto de etapas do processo que cada produto tem de percorrer até estar concluído.

Ao analisar a Cadeia procura-se identificar os desperdícios existentes para que estes sejam eliminados. Tal análise é realizada operação a operação ao longo de todo o processo e permite identificá-las segundo três critérios: aquelas que efectivamente geram valor, aquelas que não geram valor mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade e, por fim, aquelas que não acrescentam valor, devendo ser eliminados imediatamente.

Ao efectuar este tipo de análise, consegue-se uma perspectiva da Cadeia como um todo, facilitando a redução do desperdício. Ao eliminar as actividades que não criam valor e são desnecessárias, automaticamente otimiza-se o processo permitindo entregar o mesmo Valor ao Cliente a um custo menor para a organização.

Fluxo

De seguida a preocupação prende-se com o objectivo de estabelecer Fluxo. Este Fluxo percorre toda a Cadeia de Valor e pretende-se que seja contínuo, ou seja, que não existam estrangulamentos que impliquem a paragem ou redução de uma operação em determinados pontos da cadeia. Esses estrangulamentos detectados devem ser reduzidos ou eliminados de modo a aumentar a capacidade de resposta.

¹⁰ É uma entidade criada com o objectivo de desenvolver e transferir conhecimento no âmbito da filosofia Pensamento *Lean*

Para isso, é exigida uma mudança na mentalidade, as pessoas devem deixar de lado a ideia de produzir por operações. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e em *stocks*. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá à empresa capacidade de atender às necessidade dos clientes quase que instantaneamente.

É necessário fazer com que o Valor flua continuamente através das operações que criam Valor e de maneira estável. O objectivo é o lote unitário, onde for possível, com a eliminação das interrupções, dos movimentos desnecessários e de filas na produção.

Sistema *Pull*

O princípio de criação de um Sistema *Pull* (Sistema Puxado) vem em sequência da criação de fluxo. Com este princípio a produção passa a ser iniciada quando o cliente a solicita. Aqui aplicamos o conceito do JIT, produzindo no momento nas quantidades certas, reduzindo o excesso de produção e conseqüente redução de *stocks*¹¹ excessivos e mão-de-obra desnecessária.

Este princípio permite inverter o Fluxo produtivo: as empresas deixam de empurrar os produtos para o consumidor, passando o consumidor a “puxar” a produção reduzindo desperdícios e procurando aumentar o Valor do produto.

Perfeição

Por último, a procura da Perfeição deve ser o objectivo constante da Cadeia de Valor. Procura pela melhoria contínua com o objectivo de atingir o estado ideal deve conduzir os esforços da empresa, processos transparentes onde todos os membros da Cadeia tenham conhecimento profundo do processo como um todo. Este princípio tem implícito a importância da qualidade, apostando-se na formação dos colaboradores, distribuindo instruções de qualidade para as principais tarefas e definindo padrões e critérios de qualidade ajustados de modo a garantir um bom acompanhamento de todas as etapas do processo.

Pode-se perceber que com a prática do *Lean* as organizações alcançam, melhorias que são essenciais para a sobrevivência das empresas num mercado de consumo tão concorrido como o actual.



Figura 3 – Princípios *Lean Thinking* revistos (Fonte: CLT, 2008)

¹¹ Designação usada para definir quantidades armazenadas ou em processo de produção

2.4 A importância da formação de uma cultura *Lean* na empresa

Muitas empresas que têm o desejo de se tornarem empresas *Lean*, simplesmente tentam imitar as ferramentas do TPS e acabam com sistemas de produção rígidos e inflexíveis que funcionam bem no curto prazo de tempo, mas não resistem ao teste do tempo (Spear, 2004). O problema é que estas empresas agarram-se somente as ferramentas e técnicas do Sistema de Produção *Lean* e não aos seus princípios.

De acordo com Liker (2004), *“ferramentas e técnicas não são armas secretas para transformar uma empresa. O contínuo sucesso da Toyota na implementação dessas ferramentas origina-se de uma filosofia empresarial mais profunda baseada na compreensão das pessoas e da motivação humana. O seu sucesso, essencialmente, baseia-se na sua habilidade de cultivar liderança, equipas e cultura para criar estratégias, construir relacionamentos com fornecedores e manter uma organização de aprendizagem”*.

Na Toyota, trabalhadores e gerentes de todos os níveis e de todas as funções são capazes de viver tais princípios e ensinar os outros a aplicá-los (Spear, 2004).

Liker (2004) afirma que na Toyota as pessoas são a chave do perfeito funcionamento do sistema. Ele estimula, ampara e de facto exige o envolvimento dos funcionários. O Sistema de Produção *Lean* é um sistema criado para oferecer ferramentas para as pessoas continuamente melhorarem o seu trabalho. Trata-se de uma cultura, muito mais do que um conjunto de técnicas para eficiência e melhoria.

2.5 Principais fontes de desperdícios

O *Lean* procura conseguir criar a fábrica perfeita em que esta seria balanceada, sincronizada, simplificada, sem desperdícios e racionalizada.

A aplicação desta filosofia abrange todos os sectores e níveis da estrutura organizacional tendo como principal objectivo eliminar o desperdício, reduzindo custos, aumentando a produtividade e a entrega de valor ao cliente.

Para se começar a compreender melhor esta filosofia, há conceitos que têm que ser introduzidos pois são a sua base, iniciando pela compreensão da importância dos desperdícios (ou *Muda*, em Japonês) para iniciar a actividade *Lean*.

Desperdício refere-se a todas as actividades que são realizadas e que não acrescentam valor. É partindo da eliminação deste desperdício que começa a jornada *Lean*. Segundo Womack (1996) *“Desperdício é qualquer actividade humana que absorve recursos mas não cria nenhum valor”*.

A Figura 4 mostra a divisão realizada por Ohno relativamente ao tipo de actividades que são realizadas.



Figura 4 – Divisão das actividades (Fonte: Taiichi Ohno, *Toyota Production System*)

Os criadores do TPS afirmam que o sistema criado por eles se resume a 15% de produção sendo que os restantes 85% se preocupam com a eliminação dos desperdícios nos processos de negócio.

Identificar e eliminar desperdícios no processo é um dos aspectos mais interessantes, mas também mais difíceis da transformação *Lean*.

O *Muda* aparece-nos dividido em sete categorias mais conhecidas, tendo sido identificadas por Taiichi Ohno aquando da criação do TPS e mais tarde verificado por Shingo (1996) no estudo que fez do TPS.

Assim, as sete formas de desperdício identificadas são:

Superprodução

Produzir além do necessário ou antes do momento necessário resulta em fluxo ineficiente de informações ou peças e alto inventário em processo. Desperdício que surge sempre que há excesso de produção, quando se produz mais do que o cliente necessita neste momento, como por exemplo produzir produtos para stock baseado na previsão de vendas, produzir mais para evitar *setups*¹² e produzir em lotes grandes. Uma forma de eliminar este tipo de desperdício é a produção puxada. “*Deve ser considerado um crime produzir mais do que o necessário.*” (Imai, 1997)

Transporte

Movimentação excessiva de pessoas, informações ou componentes, resultando em tempos, esforços e custos improdutos. É o movimento do produto que não acrescenta valor. A deslocação dos produtos para *stock* ou entre postos de trabalho são um bom exemplo deste tipo de desperdício. Resulta da produção em lotes grandes, produção empurrada e da produção por processos em *layout*¹³ funcional. Devem ser tomadas algumas medidas para

¹² É o tempo decorrido para a troca (ferramenta, programa, equipamento) de um processo em execução até a inicialização do próximo processo.

¹³ Estabelece a relação física entre as várias actividades. Arranjo de máquinas ou equipamentos.

combater este tipo de desperdício como a utilização de linhas em fluxo, sistema puxado, organização por fluxo de valor e utilização de *Kanban*¹⁴.

Inventário

Inventários resultam em altos custos, baixo nível de serviços e atrasos de informações ou componentes aos clientes. É o desperdício associado ao excesso de *stock* e refere-se a qualquer material ou produto existente para além da quantidade necessária e antes de ser necessário. Resulta do excesso de produção. Este tipo de desperdício pode ser eliminado reduzindo o nível de *stock* até atingir o fluxo de uma só peça.

Tempo de espera

Períodos longos de inactividade das pessoas, informações e componentes provocam fluxo inadequado e tempos de processamento longos. É o tempo de espera que ocorre quando o operador está impedido de executar a operação seguinte, espera de peças, espera de desenhos, espera da inspecção, espera das máquinas, espera da informação, espera da reparação da máquina. Estabelecer prioridades é uma boa forma de combater este desperdício.

Movimentação

Falta de organização nos locais de trabalho. São todos os movimentos associados ao corpo do operador, como por exemplo deslocamentos entre os postos de trabalho ou trajectos desnecessários. Resultam da má organização dos postos de trabalho, dando origem a uma procura de peças e ferramentas muito demorada. Uma forma de eliminar este desperdício é através da implementação da metodologia 5S nos postos de trabalho.

Processos extra

Desperdício provocado pela tendência de todos os operadores para atingirem níveis de especificação que vão além do pedido do cliente, fornecer ao cliente mais do que ele está disposto a pagar. O uso improdutivo de uma prensa e as rebarbas são um exemplo de *Muda* pelo excesso de processamento.

Defeitos

Erros frequentes de documentação, problemas na qualidade dos produtos ou baixa performance de entregas. Quando o trabalho contém erros, enganos ou falta de algo necessário, quando existe uma não conformidade do produto, como por exemplo sucata, *rework*, defeitos, correcções, variações e peças em falta. Este desperdício resulta da falha do processo e de máquinas incapazes.

¹⁴ É uma palavra japonesa que significa um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção ou transporte

Embora alguns autores considerem apenas sete tipos de desperdícios pode-se acrescentar outro, este oitavo *Muda* já havia sido considerado também por Ohno, uma vez que afirmou que um dos objectivos era “*criar pessoas pensantes*”.

Não utilização da criatividade dos funcionários

Resulta da falta de ideias dos colaboradores ou do mau aproveitamento das mesmas por parte da direcção das empresas. A não utilização do talento das pessoas desperdiçando o seu capital intelectual na identificação de oportunidades de melhoria, independentemente da sua função dentro da organização. Quando as pessoas deixam de pensar, acontece o inevitável: menos melhorias e mais *Muda*. Não utilização da criatividade dos funcionários origina perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e aprendizagens.

Ohno considerou o excesso de produção como o principal desperdício, que gera todos os outros. Produzir mais do que o seu cliente necessita, necessariamente irá gerar excesso de inventário em algum ponto do processo e este material irá aguardar para ser processado. Seguidamente, na figura 5, é possível verificar a percentagem que existe numa actividade de valor acrescentado, sendo no entanto uma percentagem reduzida.

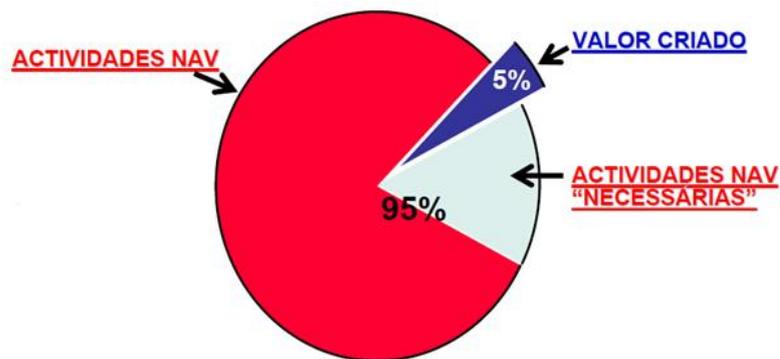


Figura 5 – Relação entre a percentagem de valor acrescentado e os desperdícios num processo

2.6 Ferramentas *Lean*

Um conjunto de ferramentas e métodos práticos foi desenvolvido ao nível operacional para apoiar a implementação da Produção *Lean*. Estas procuram atingir um dos objectivos principais do *Lean*, sendo por isso considerado como um sinónimo do *Lean*, o *Just-in-Time* - JIT.

O JIT é uma abordagem disciplinada para melhorar a produtividade e a qualidade total, através do respeito pelas pessoas e da eliminação das perdas. Na produção e/ou montagem de um produto, o JIT proporciona às etapas a entrega apenas das peças necessárias com qualidade, na quantidade certa, no tempo e lugar certos, enquanto usa o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos (Moura, 1989).

Segundo Shingo (1996), em japonês as palavras *Just-in-Time*, significam “no momento certo”, “oportuno”. Portanto o JIT procura produzir peças ou produtos exactamente na quantidade necessária e apenas quando são requeridas.

De acordo com Almeida e Rosa (2007), o JIT possui duas obsessões: a simplicidade e a redução de desperdícios. A simplicidade pode ser percebida, na utilização de técnicas de controlo de produção, somente mediante requisição imediata. A técnica *Kanban* é um exemplo e possibilita o accionamento da ordem uma vez emitida pela operação imediatamente posterior. Quanto à redução de desperdícios dá-se essencialmente pela redução do fluxo de materiais na linha de produção e nos *stocks* de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais.

É importante realçar que o JIT se rege em torno de um objectivo principal, atender as necessidades dos clientes, sejam eles internos ou externos à empresa. Para que estes desperdícios sejam reduzidos e até eliminados o JIT possui algumas metas. Segundo Moraes e Sahb (2004), as metas são conhecidas como “Os Zeros do JIT” e são:

- Zero *stocks*;
- Zero defeitos;
- Zero movimentações;
- Zero tempos de *setup*;
- Zero avarias de máquina;
- Zero *Lead Time*¹⁵

As empresas que adoptam a filosofia JIT alcançam algumas vantagens competitivas sobre as outras empresas. As vantagens são:

- Custo: o custo da produção é reduzido
- Qualidade: o sistema garante a qualidade total
- Flexibilidade: tanto os operadores quanto a empresa ficam mais flexíveis
- Velocidade: devido a flexibilidade e a redução dos tempos do ciclo e *setup*, os clientes são atendidos mais rapidamente
- Confiança: devido a junção de todos os itens anteriores, a empresa alcança uma confiança muito maior de seus clientes.

Seguidamente são apresentadas algumas ferramentas que nos levam a atingir a optimização da organização durante a jornada *Lean*.

Value Stream Mapping – VSM

Value Stream Mapping (VSM), ou em português Mapeamento do Fluxo de Valor, é uma ferramenta desenvolvida pelo *Operations Management Consulting Division* (OMCD) da *Toyota Motor Company*, divisão organizada por Ohno (1997) originalmente para implementar o TPS nos fornecedores da Toyota.

¹⁵ É o período entre o início de uma actividade, produtiva ou não, e o seu término. É o tempo entre o momento de entrada do material até à sua saída do inventário

A ferramenta sintetiza os princípios do TPS, ajudando a visualizar como está o processo em relação a esses princípios e auxilia a sua implementação (Ghinato, 1996). Apesar de a ferramenta ter sido desenvolvida na Toyota na década de 80, ela era desconhecida do público fora da Toyota até aos anos 90 quando foi difundida por Rother *et al.* (2003) a pedido de Womack.

O VSM é uma ferramenta usada em ambiente de Produção *Lean* com o principal objectivo de ajudar a compreensão e optimização do fluxo do material e de informação necessário para a que o produto circule através das várias etapas do processo desde o início, como matéria-prima, até chegar ao cliente final, como produto acabado. Como nos é descrito por Pinto (2006) “ (...) garante ao gestor ter uma visão global dos processos não se concentrando apenas em processos individuais ou na optimização das partes.”

No fundo resume-se a uma análise da Cadeia de Valor do produto, mais concretamente nas várias etapas do processo produtivo, que permite separar essas mesmas etapas no que diz respeito à agregação de valor.

Ao realizar esta análise da Cadeia de Valor são então detectados pontos da organização passíveis de virem a ser melhorados de modo a contribuir para a melhoria da produtividade.

“ (...) o mapeamento da cadeia de valor é uma ferramenta particularmente interessante para a identificação e posterior redução de desperdícios.” (Pinto, 2006)

Apesar de o VSM aparecer sistematicamente associado a sistemas de produção, ele também pode ser usado em áreas de logística, prestação de serviços, manutenção industrial e desenvolvimento do produto. O motivo pelo qual se justifica o seu uso prende-se com o facto que se obtêm resultados satisfatórios, evidenciando facilmente os desperdícios existentes, aliado ao facto de ser bastante intuitivo e de fácil utilização.

De acordo com Rother *et al.* (2003) a implementação do VSM encontra-se organizada da seguinte forma (ver esquema Figura 6):

- Inicialmente é fundamental identificar o produto ou serviço alvo;
- Seguidamente, realiza-se o desenho do estado actual da cadeia de valor, ou seja, as operações, fluxos de materiais e informação, assim como informações relativas aos processos, clientes e fornecedores. É elementar que o desenho seja feito desde o cliente e no sentido oposto à sequência dos processos;
- Após o desenho é feita a avaliação da cadeia de valor sob o ponto de vista da criação de valor, sendo detectados os pontos onde é acrescentado valor, assim como identificados os locais onde se encontram presentes desperdícios;
- Identificação das situações passíveis de serem melhoradas através da colocação de acções *kaizen*¹⁶
- Por fim desenho e implementação de uma nova cadeia de valor através de um VSM Futuro.

¹⁶ É uma palavra de origem japonesa com o significado de melhoria contínua

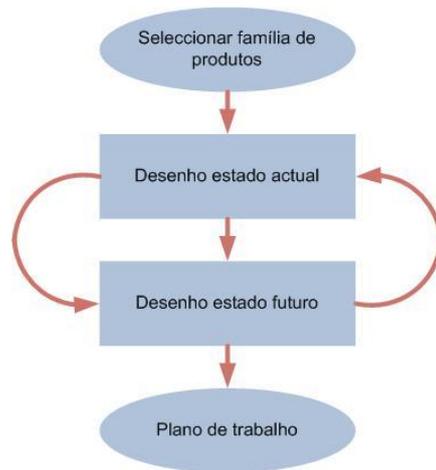


Figura 6 - Esquema de utilização da ferramenta VSM (adaptado de Mike Rother e John Shook “*Learning to See*”, 1999)

O VSM é uma ferramenta essencial porque:

- Ajuda a visualizar o fluxo de valor em vez dos processos individualmente;
- Ajuda a identificar as fontes de desperdício no fluxo de valor;
- Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de fabrico;
- Torna visíveis as decisões sobre a cadeia de valor, sendo fácil discuti-las;
- Agrega conceitos e técnicas da Produção *Lean*, evitando a implementação de técnicas isoladas;
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material
- Descreve o que é necessário fazer para se obter valores quantitativos, possibilitando a comparação entre o estado actual e o futuro.

Metodologia 5S

Esta filosofia é uma prática de qualidade idealizada no Japão no início dos anos 70 e assenta em cinco pontos fundamentais, que tiveram origem em cinco palavras japonesas: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*. De acordo com Liker (2004) é possível eliminar o desperdício em cinco fases. O método 5S foi um dos factores que contribuíram para a recuperação das empresas japonesas e a base para a implantação da qualidade total.

O Método 5S visa combater eventuais perdas e desperdícios nas empresas e nas indústrias, educar as pessoas envolvidas directamente com o método para aperfeiçoar e manter o sistema de qualidade na produção.

A alteração das atitudes e comportamentos das pessoas é um ponto importante. É necessário consciencializar a importância dos conceitos e a forma como devem ser usados para a implementação do programa.

O 5S ajuda na reorganização da empresa, facilitando a identificação de materiais, exclusão de itens desnecessários e obsoletos e melhoria na qualidade de vida e ambiente de trabalho para a equipa.

Uma fase encontra-se intimamente ligada à outra, sendo considerada um pré-requisito para a consolidação da seguinte.

Na essência, 5S tenta gerar uma mudança na conduta, hábitos e comportamentos. Tende a mobilizar toda a organização, desde a administração até aos operários, passando por todas as áreas. Porém, para que seja um exemplo e sirva de modelo, necessita de liderança para que possa ser assimilado por todos.

É uma filosofia que promove a organização, limpeza e disciplina através da consciência e responsabilidade de todos, tornando o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo.

A filosofia dos 5S é um compromisso de melhoria do ambiente e das condições de trabalho e não apenas uma simples “campanha de limpeza”, que tem como arma a prevenção da deterioração dos equipamentos e instalações.

É um conjunto de cinco conceitos simples que, ao serem praticados, são capazes de modificar o ambiente de trabalho, sempre na procura da Qualidade Total, eliminando o desperdício (tudo o que gera custo extra) em cinco fases:

1. **SEIRI** (Separar): significa separar e rejeitar tudo o que não é necessário no posto de trabalho, a fim de libertar mais espaço e melhorar a organização do local e racionalizar o uso de materiais e equipamentos, reduzindo os desperdícios e os custos;
2. **SEITON** (Organizar): organização e identificação de tudo que foi seleccionado como necessário ao posto de trabalho, com isso há uma redução no tempo e no custo, através de um melhor controlo de todo o material;
3. **SEISO** (Limpar): limpar e manter limpo o local de trabalho. Este passo facilita a identificação de fontes de desperdícios e problemas, pois as áreas ficam limpas e organizadas, tornando estas fontes visíveis;
4. **SEIKETSU** (Padronizar): padronização e elaboração de procedimentos para manter os três primeiros passos;
5. **SHITSUKE** (Disciplinar): auto-avaliação para verificar a execução e melhoria contínua dos padrões estabelecidos.

Estes cinco passos são uma maneira de mudar hábitos e a cultura das pessoas, procurando sempre melhorias constantes na empresa.

Como principais objectivos e vantagens deste método podemos destacar a criação de gestão visual, de forma a ajudar a realçar os problemas e a torná-los visíveis, eliminar desperdícios básicos, como procurar ou movimentar materiais ou ferramentas, identificar avarias e maus funcionamentos, visualizar os problemas facilmente e eliminar tempos de espera, o que se traduz em tempo libertado para tarefas úteis.

“ A eficácia dos 5S (...) significa que todas as máquinas em operação fabriquem produtos de boa qualidade.” (Imai, 1997)

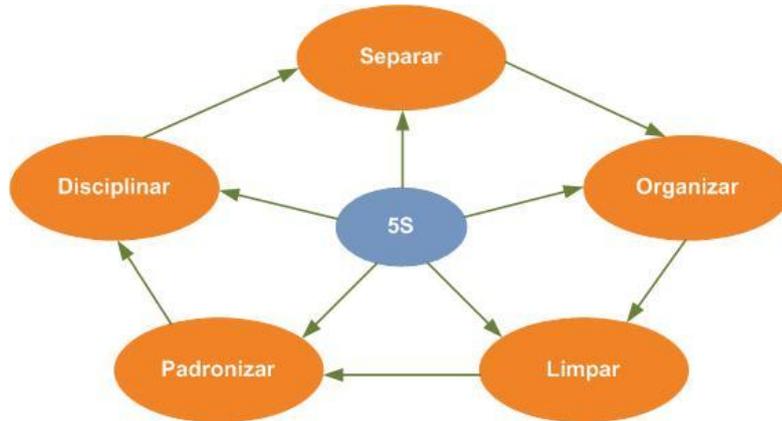


Figura 7 – Cinco fases da metodologia 5S

Para que esta metodologia alcance o sucesso deve procurar-se o envolvimento de todos, de modo a integrar os princípios dos 5S na rotina do trabalho diário, transmitindo a necessidade da implementação dos 5S e o papel de cada participante. O envolvimento periódico da gerência é imprescindível.

Trabalho Padronizado - *Standard Work*

Não se pode pensar em produção *Lean* sem a existência de trabalho padronizado, sendo este um factor fundamental para garantir um fluxo contínuo de produção.

Este conceito é usado para garantir a estabilidade no processo, garantindo que as operações sejam realizadas sempre numa determinada sequência e da mesma forma, num determinado intervalo de tempo e com um menor nível de desperdícios, conseguindo elevada qualidade e alta produtividade.

O trabalho padronizado deve ser elaborado utilizando informações sobre: qualidade, segurança, manutenção e padrões de trabalho, sendo composto pelos seguintes elementos:

- Sequência de operações – operações realizadas numa sequência pré-determinada;
- *Work in process*¹⁷ (WIP) – quantidade mínima de peças necessárias para realização do processo;
- *Takt Time*¹⁸ (TT) – tempo imposto para efectuar uma operação em função da procura;
- *Cycle Time* (CT) – tempo mínimo requerido para realizar um ciclo de uma sequência de trabalho.

Esta ferramenta é centrada no movimento e trabalho do operador e é aplicada em operações repetitivas, respeitando a ordem das actividades executadas pelo operador, visando a eliminação de desperdícios, tornando-se uma referência para a melhoria contínua.

¹⁷ Quantidade de produto inacabado ou em produção no processo

¹⁸ Taiichi Ohno define-o como “o resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia”

A padronização é o grande sucesso do TPS e existem quatro regras básicas nas operações:

- Todo o trabalho deve ser altamente especificado quanto ao conteúdo, sequência, funcionamento e resultado;
- Cada ligação cliente/fornecedor tem de ser directa;
- O caminho de cada produto ou serviço deve ser simples e directo;
- Qualquer melhoria deve ser feita de acordo com o método correcto.

O trabalho padronizado gera ganhos mensuráveis em produtividade, redução de falhas, redução do tempo das operações, regulamentação das funções e melhor organização do espaço físico contribuindo para a estabilidade do processo, onde define claramente o início e o fim de cada processo. Além disso, funciona como um instrumento de aprendizagem, auxiliando na resolução de problemas, onde todos os colaboradores são envolvidos, contribuindo ainda para o treino e disciplina dos mesmos. Um dos principais benefícios é fornecer bases para a melhoria. É importante dizer que “ (...) *os padrões não são apenas a melhor forma de garantir a qualidade, mas a forma mais eficaz de executar o trabalho.*” (Imai, 1997)

Em resumo, o Trabalho Padronizado é definido como a combinação mais eficiente dos elementos homem, material e máquina os quais são baseados no TT, na sequência das operações e na quantidade de material em processo sendo utilizadas Folhas de Trabalho Padronizado colocadas nos postos de trabalho. Estas folhas possuem todas as instruções e informações de forma clara e completa.

SMED¹⁹ - *Single Minute Exchange of Die*

Segundo Sugai *et al.* (2007), o SMED foi desenvolvido no Japão, no início dos anos 50 por Shigeo Shingo e trata-se da redução do tempo de *setup* de máquinas, em que o tempo de *setup* é o período em que a produção é interrompida para que os equipamentos sejam ajustados.

De acordo com Shingo (1996), o TPS apela repetitivamente a necessidade de eliminar a perda “superprodução” e somente a produção com pequenos lotes é capaz de lidar com procuras de alta diversidade e pequeno volume. Para isso a adopção de *setups* rápidos é um pré-requisito essencial, pois assim facilitam a resposta rápida a mudanças da procura.

Shingo (1985), formulou a hipótese que qualquer *setup* poderia ser executado em menos de 10 minutos, chamando a técnica *Single Minute Exchange of Die* – SMED – ou em português Troca Rápida de Ferramenta, que mais tarde foi adoptada pela Toyota, como um dos elementos principais do seu sistema.

O SMED visa reduzir os tempos de paragens das máquinas através da optimização das mudanças de ferramentas respondendo à exigência do mercado em termos de prazos e diversidades de produtos, ou seja, redução de *setup* tanto interno, como externo.

As reduções de *setup* podem ser feitas de maneiras variadas, que vão desde as mais simples como uma mudança no local onde se guardam as ferramentas até sofisticados dispositivos de preparação e troca de matrizes. Uma das melhores abordagens da redução do *setup*, é o de converter o que se chama de *setup* interno, onde a preparação da troca de ferramentas é feita

¹⁹ Troca rápida de ferramentas

com a máquina parada, para *setup* externo, ou seja, com dispositivos que sejam preparados fora da máquina enquanto ela ainda esta a trabalhar. (Slack *et al.*, 2001).

Autonomação e a Separação Homem/Máquina

Ohno (1997) afirma de forma categórica que a Autonomação em conjunto com o JIT, compõe os pilares do TPS. A Autonomação consiste em máquinas capazes de detectar anormalidades e paralisar o processo autonomamente.

“A Autonomação também muda o significado de gestão. Não será necessária a presença de um operador enquanto a máquina estiver a funcionar normalmente. Apenas quando a máquina pára, devido a uma situação anormal, será necessária atenção humana. Como resultado, um operador pode atender diversas máquinas, tornando possível reduzir o número de operadores e aumentar a eficiência da produção” (Ohno, 1997)

A partir daí, Ohno procurou organizar o *layout* das máquinas, de maneira que um trabalhador pudesse operar 3 ou 4 máquinas ao longo do ciclo de fabricação, conseguindo com isso, aumentar a eficiência da produção em 2 a 3 vezes.

A implementação deste novo arranjo só foi possível após Ohno compreender que as máquinas na Toyota Motor teriam que estar preparadas para detectar anormalidades no processamento e paralisar ao menor sinal, capacidade esta presente nos teares desenvolvidos por Sakichi Toyoda e utilizados na Toyoda Têxtil. A este conceito Ohno chamou de *Jidoka*, ou seja, facultar ao operador ou à máquina a autonomia de paralisar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade.

Ainda que *Jidoka* esteja frequentemente associado à automação, ele não é um conceito restrito às máquinas. No TPS, *Jidoka* é ampliado para a aplicação em linhas de produção com funcionamento manual. Neste caso, qualquer operador da linha pode parar a produção quando alguma anormalidade for detectada.

A ideia central é impedir a geração e propagação de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando a máquina interrompe a produção ou o operador pára a linha, imediatamente o problema torna-se visível ao próprio operador, aos seus colegas e a sua supervisão. Isto desencadeia um esforço conjunto para identificar a causa fundamental e eliminá-la, evitando a reincidência do problema e consequentemente reduzindo as paragens da linha.

Conforme Ohno costumava dizer:

“Nós parámos as linhas com o objectivo de não termos que pará-las novamente.”, “ [...] para nós parar a linha significa garantir que ela se tornará uma linha mais forte, que não terá que ser paralisada novamente pelo mesmo motivo.”, “Supervisores que nunca dizem “Pare a linha” são falhados. Assim como também aqueles que param a mesma linha duas ou três vezes pelo mesmo motivo.”, “ [...] a linha que nunca pára é uma linha extraordinária ou é absolutamente terrível.”

Quando Ohno iniciou as suas experiências com o *Jidoka*, as linhas de produção paravam a todo instante, mas à medida que os problemas iam sendo identificados, o número de erros começou a diminuir vertiginosamente. Actualmente, o rendimento das linhas nas fábricas da Toyota aproxima-se de 100%, ou seja, as linhas raramente param.

O *Jidoka* está para a “garantia da qualidade” assim como o JIT está para a redução do *lead time*. No TPS a garantia da qualidade não é um programa, mas resulta da aplicação de uma abordagem científica capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação das causas, aplicando mecanismos capazes de detectar anormalidades na operação e acção imediata quando estes desvios são detectados.

A garantia da qualidade praticada no TPS está estruturada sobre quatro pontos fundamentais:

- Utilização da inspecção na fonte é capaz de eliminar completamente a ocorrência de defeitos pois é aplicada na origem e não sobre os resultados;
- Utilização de inspecção 100% ao invés de inspecção por amostragem;
- Redução do tempo decorrido entre a detecção de uma anormalidade e a aplicação da acção correctiva;
- Reconhecimento de que os trabalhadores não são infalíveis. Aplicação de dispositivos à prova de erros, *Poka-Yoke*, cumprindo a função de controlo junto à execução.

Segundo Shigeo (1996) “o *Poka-Yoke* é uma técnica de prevenção para evitar possíveis erros humanos na realização de qualquer actividade produtiva”. É bom que as soluções adoptadas sejam as mais simples possíveis e de custo reduzido, definidas desde o início de um projecto do posto de trabalho, dos equipamentos e, sobretudo, do produto.

O sistema *Poka-Yoke* permite atingir zero defeitos e eliminar a inspecção após a produção. A meta desta abordagem não é somente a fabricação de um produto isento de defeitos, mas a garantia de que um sistema seja capaz de produzir "consistentemente" produtos livres de defeitos.

Quando surge um problema um dos métodos de aviso utilizados é o *Andon*. Suzuki (1996) afirma que *Andon* significa lanterna em japonês. E como uma lanterna que dirige as pessoas para que possam caminhar no escuro, a luz *Andon* ajuda a expor condições anormais na fábrica. Em outras palavras, *Andon* faz com que as condições anormais e os problemas se tornem suficientemente óbvios para chamar a atenção das pessoas. De uma maneira bem simples, *Andon* é um painel indicador com lâmpadas instaladas num local bem visível, que podem ser accionadas com cordões ou botões, a fim de controlar e indicar problemas de qualidade e paragens nas máquinas ou linhas de montagem.

É um sistema que funciona como um semáforo de trânsito e pode ser accionado automaticamente por um dispositivo instalado numa máquina ou pelo próprio operador. Quando as condições estão normais a luz verde fica acesa, quando se percebe algum problema não resolvido vai parar a produção, acende-se a luz amarela, que significa que o operador está a solicitar ajuda. Por fim, a luz vermelha é accionada, quando o problema não é resolvido e a linha pára (Ohno, 1997).



Figura 8 - Exemplo de Quadro Andon de uma fábrica da Toyota



Figura 9 – Operário da Toyota accionando o Andon

Nota-se que esta é uma ferramenta essencial para garantir o perfeito fluxo da produção, garantido a qualidade e a solução rápida dos problemas que podem ocorrer na linha de produção.

Sistemas de informação visual – gestão visual

Conforme já visto, Autonomia significa parar a linha de produção ou a máquina sempre que houver alguma situação anormal. Este conceito não surge apenas com o objectivo de paragem de produção, como o *Andon* e o *Poka-yoke*, mas também para desenvolver um sistema de controlo autónomo do processo, exigindo sempre menos da supervisão da fábrica.

Para que haja esta autonomia, a ferramenta Controlo Visual, ou ainda Gestão Visual, é utilizada nas empresas (Ohno, 1997).

Esta gestão envolve a exposição com total visibilidade de diversos itens, tais como: identificação de ferramentas e materiais, indicadores de desempenho e objectivos, quadro de melhorias com exemplos de antes e depois das melhorias, fotos da fábrica que representam exemplos de organização e limpeza, entre outros, mas principalmente, o quadro de metas de produção, que é constantemente actualizado, detectando e relatando problemas ocorridos durante a produção (Suzaki, 1996).

Gestão visual é afixar informação, representar parâmetros, gráficos e dados, indicar e controlar operações, identificar e marcar riscos, pontos de referência e padrões.

Podemos considerar que os objectivos da gestão visual são a visualização de indicadores, descrição de estrutura e processo, mostrar a evolução e acções tomadas e estabelecer ajudas visuais para trabalhos práticos. Assim, pode ser dada aos colaboradores toda a informação que eles necessitam, fazendo-os assumir responsabilidades.

Em consequência destas acções é aumentada a motivação dos colaboradores, incutindo-lhes orgulho e aumentando a sua confiança, é esse o caminho a seguir para se obter alta eficiência, boa qualidade e baixo absentismo.

A gestão visual é uma ferramenta muito importante no controlo do processo uma vez que através da visão é recebida a maior parte da informação. A grande vantagem da criação de padrões que valorizem a gestão visual, é que estes serão compreendidos e cumpridos por todos muito mais facilmente do que um procedimento escrito, “ (...) *ajudam as pessoas a melhor gerir e controlar os processos, evitando erros, desperdícios de tempo e dando-lhes mais autonomia.*” (Pinto, 2006)

Melhoria de *Layout*

Layout ou arranjo físico pode ser definido como o modo pelo qual máquinas, pessoas e materiais estão distribuídos dentro de uma fábrica. Quanto menos movimentação existe no interior da fábrica melhor será o *layout*. Esta redução de movimentos gera também redução de custos. São cinco os principais tipos de *layout*:

- *Layout* Funcional: neste tipo de *layout*, todas as operações e equipamentos do mesmo tipo são desenvolvidos na mesma área, operações ou montagens semelhantes são agrupadas na mesma área. O material desloca-se para a operação.

- *Layout* em Linha: as máquinas ou estações de trabalho são colocadas de acordo com a sequência das operações e são executadas de acordo com a sequência estabelecida sem caminhos alternativos. O material percorre um caminho previamente determinado dentro do processo.
- *Layout* Celular: a célula de produção consiste em arranjar num só local (a célula) máquinas diferentes que possam fabricar o produto inteiro. O material desloca-se dentro da célula através das operações necessárias.
- *Layout* por Posição Fixa: o material permanece fixo numa determinada posição e são as máquinas que se deslocam até o local executando as operações necessárias.
- *Layouts* Combinados: ocorrem para que sejam aproveitadas num determinado processo as vantagens do *layout* funcional e da linha de montagem.

Redução do tamanho de lote

O objectivo do JIT é produzir em lotes ideais de uma unidade. Na maioria dos casos, isto é economicamente inviável, devido aos custos de preparação das máquinas comparados com os custos de manutenção dos *stocks*.

O que se procura é reduzir ao mínimo os tempos de preparação (*setup times*). Tempos reduzidos de preparação propiciam ciclos mais rápidos, menores lotes de produção e resultam em menores *stocks*. A redução dos tempos de preparação é um dos pontos-chave do sistema JIT. Com tempos de preparação reduzidos e um menor número de peças em processo, o sistema torna-se muito mais flexível às mudanças da procura do produto final.

Fluxo contínuo

O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção. A implementação de um fluxo contínuo na cadeia de valor normalmente requer uma reorganização e rearranjo do *layout* fabril, convertendo os tradicionais *layouts* funcionais (ou *layouts* por operações) em células de fabrico compostas pelas diversas operações necessárias ao fabrico de determinada família de produtos. A transformação das linhas tradicionais de fabrico e montagem em células de fabrico é somente um pequeno passo em direcção à implementação da Produção *Lean*.

O que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de implementação de um fluxo unitário de produção, caso em que, no limite, o inventário entre operações seja completamente eliminado.

Produção nivelada – Heijunka

De acordo com Ohno (1997), o Sistema TPS exige produção nivelada e os menores lotes possíveis. Niimi (2004) afirma que a definição mais simples de *Heijunka* é produção nivelada e significa a utilização de recursos ao longo do tempo de maneira uniforme. De maneira simples, o *Heijunka* procura a produção de todos os itens dentro de um intervalo de tempo, para isso, quanto menores os lotes de produção, melhor.

Mas para que a prática do nivelamento seja alcançada com sucesso, é importante incentivar a adopção de pedidos regulares dos clientes, aumentar a frequência das entregas, tornar o processo mais flexível e reduzir o tempo de *setup*.

Um conceito essencial para o nivelamento da produção é o *Takt Time* (TT), que é a taxa de procura dos clientes, ou seja, de quanto em quanto tempo, existe a procura de um produto.

Por exemplo, se existe uma procura de 320 peças por dia e a fábrica trabalha 960 minutos no dia, o TT é de 3 minutos. Isto quer dizer que a cada 3 minutos um produto é vendido, e, portanto a cada 3 minutos um produto deve ser fabricado. Se a produção for mais lenta que o TT não conseguirá atender a procura, porém se a produção for mais rápida que o TT haverá produção em excesso, gerando desperdícios (Rother *et al.*, 2003).

Diante de todos esses conceitos pode-se afirmar que o nivelamento da produção possibilita a redução dos *stocks* e aumenta a flexibilidade da empresa, possibilitando uma resposta mais rápida aos clientes, inclusive mudanças na procura.

Kanban* – sistema de produção *Pull

Para que se possa diminuir os *stocks* e nivelar a produção é necessária uma ferramenta de controlo. Esta ferramenta de controlo é o *Kanban* e permite produzir somente o necessário na hora necessária. Segundo Ohno (1997), o *Kanban* é o meio pelo qual o TPS flui suavemente.

Kanban é uma palavra de origem japonesa, que significa cartão. É uma técnica que permite a implementação de uma das principais características do JIT, a produção puxada (*Pull*), ou seja, a produção das peças necessárias e no momento da necessidade do cliente, que sinaliza esta necessidade, geralmente, através do cartão (Ohno, 1997).

Para Moura (1989), *Kanban* é uma técnica de gestão de materiais e de produção no momento exacto da necessidade, sendo controlado através do movimento de um cartão. O Sistema *Kanban* é um método de puxar as necessidades de produtos acabados sendo oposto aos sistemas de produção tradicionais. É um sistema simples de auto-controlo a nível de fábrica, independente de gestões paralelas e controlos computacionais.

Inicialmente denominado de Sistema de Supermercado, o *Kanban* foi desenvolvido por Taiichi Ohno, por volta de 1953 e aplicado na TMC, através da utilização de pedaços de papéis que listavam o número do item de uma peça e também outras informações referentes ao trabalho de fundição. O sistema surgiu devido às observações de Taiichi Ohno nos supermercados americanos, onde as prateleiras tinham espaços limitados para cada item, portanto eram reabastecidas somente quando esvaziavam, ou seja, somente quando havia a real necessidade (Ohno, 1997).

Segundo Moura (1989), o sistema *Kanban* funciona basicamente da seguinte maneira:

Cada operação tem um supermercado, ou local, que armazena uma quantidade preestabelecida de cada item ali produzido, esta operação só irá produzir quando for necessário repor esta quantidade.

A operação subsequente retira deste supermercado os itens necessários à sua procura, e então sinaliza com um cartão, a necessidade de reposição deste item. Assim a operação repositora irá produzir o item.

De acordo com Pace (2003), a principal diferença do sistema *Kanban* do sistema tradicional de controlo, é o facto de a produção ser puxada pelo centro consumidor em vez de ser empurrada por ordens de produção baseadas em previsões de vendas.

Portanto, só será produzido aquilo que foi vendido, evitando assim os excessos de *stocks*. Percebe-se também que o *Kanban* é uma forma muito simples de se trabalhar, pois, cada

operação é responsável pela sua produção. Os operários começam a trabalhar por si mesmos, a gerir e tomar as decisões quanto a produção e melhorias no processo, portanto o controlo do inventário é transferido para o chão de fábrica.

Para a implementação de um sistema *Kanban* são necessários os seguintes materiais responsáveis pelo seu perfeito funcionamento (Pace, 2003):

- Contentor – armazena a quantidade estipulada no *Kanban*;
- Cartão – contém informações da capacidade do contentor, referência do componente em questão, origem do contentor, destino do contentor;
- Quadro de planeamento – destina-se a afixar os *Kanbans* e a servir de orientação ao operador de cada secção;
- Caixa de recolha – É o local onde o operador da secção cliente deposita os cartões *Kanban* dos contentores que se vão consumindo.

Tipos de Sistemas *Kanban*:

- *Kanban* produção – cartões usados nos processos de fabrico;
- *Kanban* movimentação – cartões usados no transporte de componentes entre sectores ou entre um sector e o armazém;
- *Kanban* recepção – cartões usados em componentes vindos de fornecedores externos.

Sendo o mais comum o cartão o *Kanban* pode assumir outras formas, tais como:

- *Kanban* electrónico – Sistema computadorizado;
- Marcação no chão;
- *Kanbans* fixos nos contentores;
- Indicação luminosa;
- Modelo gravitacional.

Seguidamente será apresentado a fórmula usada para o cálculo do número de *Kanban*'s, assim como um exemplo de um cartão *Kanban* e um esquema de movimentação:

$$K = D * L * (1 + S) / C$$

Onde:

K: número de *kanban*

D: procura num período de tempo

L: *lead time* para responder a um pedido

S: *stock* de segurança

C: tamanho do contentor



Figura 10 - *Kanban* do tipo cartão usado pela Toyota

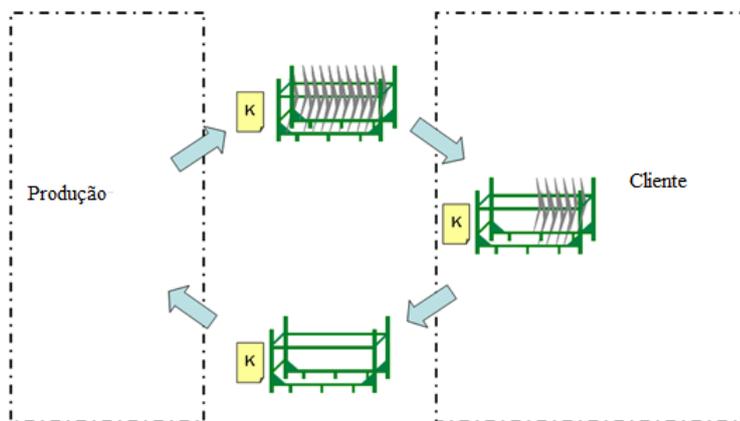


Figura 11 - Circulação do *kanban*

TPM – OEE

O *Total Productive Maintenance* (TPM) ou Manutenção Produtiva Total, é mais que uma filosofia de manutenção, é um sistema de gestão de equipamentos com vista à optimização da eficiência operacional durante a vida útil desses equipamentos. Foi introduzido no Japão em inícios da década de 70, decorrente da implantação da técnica produtiva *kanban* na empresa Nippon Denso, do grupo Toyota. Veio substituir o antigo sistema de manutenção que consistia apenas na manutenção correctiva, ou seja, resolver as avarias na medida em que as máquinas iam apresentando problemas. Porém, este tipo de sistemas gerava uma série de problemas como desperdícios, retrabalhos, perdas de tempo e esforços humanos, além de prejuízos financeiros.

Foi então que o TPM surgiu baseando-se na análise desses problemas em conjunto com a sistematização de novos conceitos de manutenção.

Pode ser aplicada praticamente a todos os sectores, pois pretende atingir o máximo de eficiência através da eliminação de todos os factores de desperdício. O resultado é uma técnica de manutenção de equipamentos que optimiza a eficiência, elimina avarias e promove manutenção autónoma por parte dos operadores dos equipamentos. Envolve o pessoal da produção activamente na manutenção, explorando o facto de o operador ser quem melhor conhece a máquina, é uma manutenção conduzida com a participação de todos.

O TPM envolve todos, em todos os departamentos e em todos os níveis. Motiva as pessoas para a manutenção da fábrica através das actividades voluntárias e em pequenos grupos e envolve elementos básicos, como o desenvolvimento de um sistema de manutenção, o ensino sobre organização básica, a habilidade para resolver problemas e as actividades para chegar a zero quebras de máquinas. (Moura, 1989)

De acordo com Willmott *et al.* (2001), o TPM tem como objectivo atingir a máxima eficiência, maximizando a vida útil dos equipamentos e máquinas. Para que isso seja possível, todos os operadores são envolvidos no processo de manutenções preventivas e planeadas para a prevenção de perdas nas máquinas.

O objectivo principal é a eliminação das falhas, defeitos e outras formas de perdas e desperdícios, visando a maximização do *Overall Equipment Efficiency* (OEE) ou Eficiência Global dos Equipamentos.

Segundo Willmott *et al.* (2001) os objectivos do TPM são:

- Maximizar a eficiência dos equipamentos e do sistema de produção;
- Envolver todos os departamentos;
- Envolver todos os colaboradores;
- Alcançar Zero perdas (Zero acidentes, Zero defeitos e Zero avarias).

Tal como uma casa, o TPM assenta numa base sólida, na qual vão sendo construídos pilares até que sejam atingidos os objectivos: uma estrutura sólida, eficaz e que cumpra a sua função. Sendo os objectivos a que o TPM se propõe:

- Produtividade: aumento do rendimento das máquinas; redução de paragens não planeadas;
- Qualidade: melhoria da capacidade de processo; menor índice de refugo; diminuição de reclamações dos clientes.
- Custos: redução dos custos industriais; menor consumo de peças de reposição nas máquinas e equipamentos; redução de retrabalho.
- Entrega: redução de *stocks*; melhor confiança nos prazos de entregas.
- Segurança/Meio ambiente: redução dos acidentes de trabalho; diminuição de lixo e desperdícios; economia de material e energia.
- Motivação dos funcionários: aumento do número de sugestões de melhoria; motivação para trabalhos em grupo; criação de uma “mentalidade” de melhoria contínua.

Seguidamente, nas Figura 12 e Figura 13 são apresentados os pilares e objectivos nos quais o TPM se baseia:

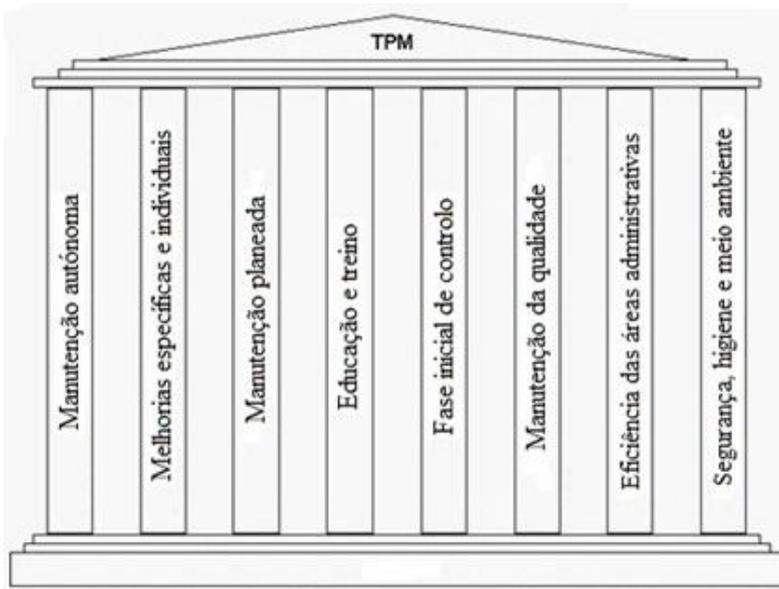


Figura 12 – Pilares TPM (adaptado de *Suzuki, Tokutaro. TPM in Process Industries. Portland (OR - USA) Productivity Press, Inc., 1994, p. 12.*)



Figura 13 – Objectivos dos pilares do TPM

Para a aplicação do TPM, podem se utilizadas duas técnicas: a manutenção autónoma ou a manutenção planeada.

A manutenção autónoma propõe que o próprio operador cuide da sua máquina e equipamentos sendo cada um responsável por executar e controlar as suas operações. Este processo requer que os operadores tenham capacidades e desenvolvam algumas habilidades. Pode ser alcançada com a utilização de sete passos, sendo eles: limpeza, eliminação das fontes de lixo, criação de normas de limpeza, inspecção e actividades para manutenção das

máquinas, inspecção-geral, inspecção autónoma, padronização e gestão autónoma (Willmott *et al.*, 2001)

A manutenção planeada procura estabelecer um plano de manutenção preventiva, para evitar as paragens devido a quebras, falhas de manutenção e também a fim de manter o desempenho efectivo das máquinas. Não apenas planeia o calendário e técnicas de manutenção, mas também estabelece os métodos para manter o funcionamento dos equipamentos.

Como tal, a técnica TPM procura eliminar desperdícios de tempo e estabelecer um fluxo contínuo entre operações, evitando paragens de máquinas e equipamentos.



Figura 14 – Descrição OEE – factores a considerar para o seu cálculo

Esta metodologia é voltada para a maximização da eficiência global das máquinas e equipamentos: OEE. Tem por objectivo eliminar as perdas relacionadas com disponibilidade, performance e qualidade do equipamento.

É uma forma de medir e avaliar de forma precisa a eficácia das máquinas utilizadas para adicionar valor aos produtos, ou seja, é uma forma de medir a produtividade de um equipamento.

Seguidamente apresenta-se a explicação do seu cálculo:

Disponibilidade

$$\text{Disponibilidade} = \text{Tempo de operação} / \text{Tempo de carga} \quad (2.1)$$

A equação 2.1 dá-nos a comparação do tempo potencial de operação – tempo de carga – da máquina com o tempo em que ela realmente está a operar.

Performance

$$\text{Performance} = \text{Tempo efectivo de operação} / \text{Tempo de operação} \quad (2.2)$$

Para o cálculo da performance é utilizada a equação 2.2 onde podemos realizar a comparação entre o tempo efectivo de produção e o tempo disponível para operação. Porém a equação 2.3

também pode ser válida no cálculo deste factor onde é comparado o que está a ser produzido com o que deveria estar a ser produzido.

$$\text{Performance} = (\text{Itens produzidos} \times \text{Tempo real de ciclo}) / \text{Tempo operação} \quad (2.3)$$

Qualidade

$$\text{Qualidade} = \text{Tempo efectivo de produção} / \text{Tempo efectivo de operação} \quad (2.4)$$

O último parâmetro necessário calcular para o OEE é a qualidade, onde a equação 2.4 mostra a comparação entre o tempo efectivo de produção e o tempo efectivo de operação. Este factor também pode ser calculado recorrendo à equação 2.5, onde é calculado o ratio entre os itens produzidos com o número de itens que saíram atendendo as exigências do cliente perante o total produzido.

$$\text{Qualidade} = \text{Itens de boa qualidade} / \text{Total produzido} \quad (2.5)$$

Por fim para obtermos o valor do OEE, necessitamos de multiplicar o valor dos 3 factores calculados anteriormente – Disponibilidade; Performance e Qualidade – usando para isso a equação 2.6.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (2.6)$$

Este indicador é muito importante nas empresas uma vez que o seu aumento favorece a disponibilidade e origina um melhor aproveitamento dos equipamentos, assim como provoca um aumento do valor acrescentado. Ao mesmo tempo identifica e mostra possíveis melhorias necessárias ao aumento do OEE, ou seja, em qual dos factores é necessário concentrar esforços, pois é perfeitamente possível identificar a contribuição que cada perda tem no respectivo factor utilizado no cálculo do OEE.

Melhoria contínua – *Kaizen*

De acordo com Moraes e Sahb (2004), *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa, que tem o significado de *kai* – mudança e *zen* – para melhor, portanto é a melhoria contínua e necessita da envolvimento de todos, desde a direcção aos operadores e envolve poucas despesas. Este processo proporciona resultados significativos ao longo do tempo, uma vez que as melhorias são pequenas e incrementais.

A prática do *Kaizen* nunca tem fim, é utilizado sempre que se procura uma melhoria em qualquer operação, sempre com o objectivo principal de criar mais valor com menos desperdícios.

No fundo tal prática baseia-se na eliminação de desperdícios com base no uso de soluções baratas e na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática dos seus processos de trabalho. Segundo Slack *et al.* (2001) esta filosofia não visa apenas ganhos de produtividade, redução de custos e eliminação de desperdícios, mas também a melhoria contínua das condições de trabalho dos colaboradores.

O *Kaizen* proporciona à empresa resultados concretos, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, num curto espaço de tempo e a um baixo custo.

A direcção tem um papel fundamental neste processo, tendo como principais funções a manutenção e a melhoria: manter e melhorar os padrões através do treino e da disciplina.

O ciclo PDCA é um dos conceitos mais importantes do processo, indispensável para a continuidade do *Kaizen*. É constituído por quatro fases, *Plan* (planear), *Do* (executar), *Check* (verificar) e *Act* (actuar) possuindo uma característica de aplicação contínua e constante. Cada quarto do círculo é representado por uma fase que deve ser aplicada para que a seguinte possa ser realizada.



Figura 15 – Ciclo PDCA

P – Planear/*Plan*

Em primeiro lugar há que ter a consciência de que não existe nada, e aqui entendemos por nenhum processo, que não possa ser melhorado. Esta é a fase inicial, onde é escolhido o processo e os problemas a serem resolvidos. São definidos os objectivos e estabelecidos os padrões de medidas, assim como também as formas e ferramentas que serão usadas. É desenvolvido um plano de acção com parâmetros quantificáveis de acompanhamento. É uma fase importante para todo o processo, pois serão estabelecidos todos os caminhos a serem seguidos.

D – Executar/*Do*

Depois de definido o plano de acção é necessário colocá-lo em prática. É a execução de tudo o que foi elaborado, definido e detalhado durante a fase de planeamento, colocar em prática todos os objectivos traçados, utilizando as melhores ferramentas de gestão em busca dos melhores resultados e recolhendo dados e medidas continuamente, documentando as mudanças do processo. Nesta fase, o treino e a disciplina dos colaboradores é indispensável para uma execução eficiente e eficaz de todo o projecto de modo a que as primeiras acções venham a ter sucesso.

C – Verificar/*Check*

Nesta fase são verificados os resultados práticos da implementação do plano atrás definido. É o acompanhamento de toda a execução do projecto, dos procedimentos e métodos implementados, recolha de dados para uma avaliação e análise dos resultados atingidos em cada fase da execução. Se existirem grandes distorções para alcançar os resultados, pode ser necessário retornar à primeira fase e alterar ou refazer o plano inicial, de modo a realizar correcções de desvios, adequação dos planos às mudanças imprevistas, além de permitir a identificação de erros no planeamento e corrigi-los a tempo de evitar problemas ao projecto. Caso os resultados obtidos sejam satisfatórios, em relação às metas estabelecidas, o programa deve prosseguir para a próxima fase.

A – Actuar/Act

Fase que permite encerrar o ciclo com sucesso. Comprovada a eficácia do plano implantado e adoptado, é necessário torná-lo padrão. O novo procedimento é documentado para garantir que será sempre utilizado até que uma nova melhoria o modifique. Esta fase garante que as melhorias resultantes das mudanças sejam colocadas em prática nos processos adoptados internamente.

É o momento de se actuar sobre todo o sistema organizacional estimulando comportamentos e emoções que mantenham a motivação daqueles que foram os grandes responsáveis pelo sucesso de todo o projecto. Criar mecanismos que assegurem a manutenção de um bom ambiente de trabalho, é o que vai determinar a continuidade do sucesso, com aumento da produtividade e eliminação de desperdícios.

3 Caracterização do problema

É perceptível o desconhecimento generalizado sobre a filosofia Produção *Lean*, levando a que as empresas atribuam sempre a factores externos os fracassos na utilização das ferramentas e metodologias *Lean*. Tal deve-se, na maioria dos casos, ao desconhecimento da filosofia *Lean Thinking* e que esta se inicia dentro da própria empresa. Aliado a isto, podemos realçar também, o pensamento difundido de que a implementação deste tipo de ferramentas só se aplica a grandes empresas.

O objectivo desta dissertação passou pela eliminação deste paradigma, assim como desenvolver um modelo de implementação das ferramentas *Lean* de modo a criar um sistema produtivo mais eficaz, tendo em consideração as características e possibilidades específicas da empresa.

3.1 Apresentação da Empresa

Esta dissertação teve lugar no INESC Porto – Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto – no âmbito de uma parceria criada com uma empresa de mobiliário – Empresa X²⁰.

O INESC Porto é uma associação privada sem fins lucrativos reconhecida como instituição de utilidade pública, tendo adquirido em 2002 o estatuto de Laboratório Associado.

De acordo com o INESC Porto, as suas actividades passam por áreas tão vastas como investigação e desenvolvimento, consultoria, formação avançada e transferência de tecnologia nas áreas de Telecomunicações e Multimédia, Sistemas de Energia, Sistemas de Produção, Sistemas de Informação, Comunicação e Optoelectrónica.

Esta instituição foi criada para constituir uma interface entre o mundo académico e o mundo empresarial da indústria e dos serviços.

O INESC surge em 1985 e é no pólo do Porto, que em 18 de Dezembro 1998, em resultado de uma reestruturação do INESC que é constituído o INESC Porto. Passando a ter como associados o INESC, a Universidade do Porto e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. É já em 2006 que a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e o Instituto Politécnico do Porto passam a figurar na lista de associados do INESC Porto.

O INESC Porto encontra-se dividido em várias unidades em função das suas áreas de actividade, sendo que esta dissertação foi realizada na Unidade de Engenharia de Sistemas de Produção – UESP.

A UESP desenvolve a sua actividade nas áreas de Produção, Logística, Negócio Electrónico, Tele-trabalho, Negócio Electrónico entre Empresas e Engenharia Empresarial.

Tendo a UESP várias áreas de intervenção, é na área de Consultoria que esta dissertação foi desenvolvida. Esta unidade disponibiliza para empresas industriais e outras organizações, um conjunto alargado de serviços de consultoria. Desses podemos destacar Consultoria em

²⁰ Por motivos de confidencialidade não será revelado o verdadeiro nome da empresa em questão. Tendo por isso sido adoptado o nome de Empresa X

Organização Industrial e Sistemas de Informação Empresariais, Concepção e Gestão de projectos, Auditorias tecnológicas, Benchmarking, Transferência de Tecnologia e Formação.

Esta dissertação foi realizada no âmbito do pedido feito pela Empresa X, com o objectivo da realização de um projecto de consultoria na área da gestão da produção.

A Empresa X é uma empresa da área do mobiliário clássico – estilo Francês e Italiano – localizada a norte de Portugal e conta já com mais de 40 anos de experiência.

É uma empresa que tem na sua política a preocupação em satisfazer os clientes, os colaboradores, os accionista e a comunidade, uma vez que tem uma preocupação ambiental estando em vista uma certificação.

No seu negócio a exportação aparece com um grande peso, cerca de 90%, onde Espanha aparece como o grande mercado consumidor com 50%. Tem uma política de vendas em que possui agentes comerciais com representações em Portugal, Espanha, Grécia, Rússia, Estados Unidos da América e Angola. Possui também 2 distribuidores – EUA e Coreia – e apresenta ainda cerca de 27 clientes pontuais espalhados pelos vários continentes.

3.2 Apresentação do problema

Após uma observação e abordagem inicial do modelo de negócio da empresa em questão, assim como uma visão geral do sistema produtivo, foram detectados alguns problemas que necessitam porém de uma análise posterior mais cuidada aquando da fase seguinte de implementação do modelo de sistema de produção *Lean*.

Uma grande lacuna detectada inicialmente prendia-se com a inexistência de familiarização com as ferramentas mais básicas do *Lean*, podendo-se afirmar que o pouco conhecimento se restringe a informações obtidas em leituras e palestras. Este ponto foi considerado fundamental, partindo deste a montagem do modelo a implementar.

Também foi detectado um sistema de produção o qual pode ser alvo de melhorias com o intuito de o tornar mais produtivo, uma vez que assenta num *Layout* funcional, ou seja, uma organização por operação, onde o *WIP* percorre longos caminhos entre secções, ficando inclusive longos tempos em espera até ser transformado.

Dado o tipo de produção ser muito diversificado, uma vez que a empresa possui uma gama de produtos bastante elevada e diferenciada, sendo inclusive possível realizar alterações ao modelo de catálogo o que aumenta a exclusividade do produto, levanta grande problemas em termos de *setup*. Este tipo de produção origina um número de lote extremamente baixo, sendo muitas vezes igual a 1, dado que a produção é iniciada pela encomenda criada pelo cliente. Deparamo-nos com um sistema produtivo que produz para encomenda – *Make to Order* (MTO).

Outro problema detectado está relacionado com a quantidade, ainda considerada grande, de matéria-prima, sendo interessante criar condições para que tal possa ser reduzida.

Aliado ao facto do *layout* utilizado, é visível uma desorganização, sendo necessário apostar na formação e implementação de uma solução para essa situação.

Posto isto, uma vez que ainda não foi realizada uma intervenção mais profunda na perspectiva de análise da situação actual, partiu-se para o desenho do modelo que irá servir de apoio à futura implementação das melhorias e oportunidades identificadas.

4 Solução proposta

A partir dos conceitos apresentados no capítulo 2 para o conjunto de técnicas oferecidas pela Produção *Lean*, assim como compreendidos os problemas e objectivos pretendidos por parte da empresa, será apresentado neste capítulo um estudo de caso referente ao desenho de um modelo de implementação destas técnicas.

Esta solução tem como objectivo resolver os principais problemas existentes na empresa, eliminar os factores que levam à criação de desperdícios das operações e da cadeia de valor, sem esquecer a segurança, criar gestão visual, organizar as áreas de trabalho, eliminar operações sem valor acrescentado, aumentar a qualidade e a produtividade, reduzir os stocks e as distâncias percorridas e ainda reduzir o *lead time*.

Porém, a maior preocupação prendia-se com a criação de uma mentalidade *Lean Thinking* transversal a toda a organização, aumentando a motivação e optimizando recursos e operações.

A produção *Lean* não é só um conjunto de técnicas e normas que devem ser rigidamente seguidas, mas sim, uma nova visão de gestão da produção. Ao longo do tempo tem vindo a procurar que sejam conciliadas as culturas de trabalho com a consciencialização de todos em relação às mudanças necessárias nos modelos de gestão da produção que estão em constante alteração. No fundo a Produção *Lean* não se pode resumir, única e exclusivamente, a aplicação das ferramentas e conceitos na produção, ou seja, restringindo-se a um conjunto de projectos. A verdadeira transformação que ocorre devido ao *Lean* rende-se com a aprendizagem e mudança de pensamento e paradigmas.

A obtenção de resultado com a implementação, encontra-se dependente da mudança de atitudes e pensamento por parte de todos os envolvidos, pois é de esperar que as decisões sejam tomadas no chão de fábrica, no *Gemba*²¹, de modo a obter flexibilidade no processo e acções imediatas na resolução dos problemas. Tal só é possível quando os colaboradores se encontram comprometidos com a Melhoria Contínua, tanto no processo como no desenvolvimento pessoal.

4.1 Descrição do modelo do desenho do sistema de implementação

Sendo o objectivo desta dissertação a criação de um modelo de desenho de implementação de um sistema de produção baseado em princípios da Produção *Lean*, foi criada uma sugestão de um plano de acções para esse fim.

A sequência sugerida para a implementação do conceito *Lean* passa, numa primeira acção, por uma fase de preparação conceptual antes de se desenvolver sistemas produtivos e de auto gestão.

Tal fase é necessária para que se possa compreender as ferramentas que servirão de apoio à implementação do sistema de Produção *Lean*, e ao mesmo tempo, prepare culturalmente a administração para que esta suporte as mudanças, sem desistências precoces dos objectivos de implementação.

²¹ É uma palavra japonesa que em português representa o local onde ocorrem as acções. É o local onde os produtos são fabricados.

A criação de uma cultura e desenvolvimento de competências *Lean*, através de um programa de formação/acção alargado aos processos da empresa (Desenvolvimento do produto; Vendas; Compras; Logística interna; Produção; Logística externas; Marketing; Administrativo e financeiro; outros processos de suporte) é a finalidade desta primeira acção.

Esta acção cultural tem como objectivo que exista, por parte dos colaboradores, uma aprendizagem de conceitos, princípios e ferramentas *Lean*, assim como o modo de os implementar e usar. Ajudar a descobrir e identificar desperdícios, procurar eliminar paradigmas antigos que visam dificultar a mudança para o Pensamento *Lean* investindo na formação dos colaboradores serão as metas a atingir.

É de vital importância inculcar nos colaboradores a ideia de Pensamento *Lean*, de modo a criar um propósito de trabalho na resolução dos problemas.

Numa segunda acção é sugerido um planeamento da intervenção em fábrica. Nesta acção, de modo a garantir um processo de implementação tranquilo e sustentado, sugere-se que a implementação comece por ser realizada num projecto-piloto em ambiente controlado, que permita testar e validar os conceitos apreendidos na acção 1.

Este projecto-piloto é montado de acordo com as ferramentas, habilidades, conhecimentos e nível educacional de cada colaborador, proporcionando-lhes crescimento profissional e satisfação.

Os objectivos principais estão voltados para a implementação do conceito de Produção *Lean*, e pontos como eliminação de desperdícios, redução de custos, aumento de produtividade e melhorias contínuas.

Este projecto será montado de acordo com as necessidades de intervenção prioritárias das áreas produtivas, focando-se na procura dos objectivos.

É importante investir na potencialização dos colaboradores, aumentando a participação na melhoria dos processos de qualidade e produtividade, de modo a gerar um mecanismo de motivação, onde estes se sentirão respeitados, reconhecidos e valorizados, melhorando, consideravelmente, o ambiente de trabalho.

A terceira fase passará pela implementação do projecto-piloto em fábrica. Aqui será desenvolvido o projecto-piloto planeado na acção anterior. Serão criadas equipas de modo a implementar os conceitos desenvolvidos na primeira acção.

Nesta fase serão aplicadas ferramentas *Lean*, identificação de oportunidades e eliminação de desperdícios, implementação de novos sistemas e melhoria da produtividade.

Por fim, a última etapa passará pela generalização da aplicação dos conceitos *Lean* a toda a fábrica onde será privilegiada a iniciativa própria dos colaboradores na melhoria contínua sendo apenas apoiados nesta fase.

É muito importante que a administração e os líderes, se comprometam com os novos objectivos, para uma administração através do exemplo, pois os colaboradores tendem a perder o interesse nos programas de melhoria, quando sentem que a administração não está comprometida.

Posto isto, e ultrapassadas as várias acções e concluída a implementação, é de esperar que a organização consiga caminhar, detectando por si só oportunidades e encontrando as devidas soluções na perspectiva da melhoria contínua obtendo com isso uma capacidade de autogestão.

Em seguida é apresentada a evolução ao longo do tempo do modelo.



Figura 16 – Evolução ao longo do tempo do modelo de implementação

4.2 Detalhe Acção 1

Nesta primeira acção a principal preocupação prende-se com a criação de uma cultura e desenvolvimento de competências *Lean*. Como descrito anteriormente, esta fase será realizada recorrendo a um programa e formação/acção alargado aos processos da empresa.

Este método é baseado na realização de jogos didácticos que permitem realizar simulações/aprendizagens dos conceitos *Lean* aplicados ao cenário concreto do modelo de negócio da empresa, aliados de apresentações, imagens e filmes exemplificativos.

A base da formação passa por um jogo que simula uma unidade produtiva e que evoluirá perante cenários onde se pretendem implementar melhorias ao processo produtivo de modo a caminhar no sentido da criação de um sistema *Lean*. Em cada cenário existem passos importantes dados no sentido da criação da cultura *Lean*. Assim sendo, após a realização de cada cenário haverá lugar a uma avaliação, onde serão medidos alguns indicadores previamente estabelecidos e criados para o efeito, sendo também realizado o desenho do VSM. Tal avaliação é importante para que seja mais fácil a explicação das necessidades de obter mudanças no sentido de melhoria. Será realizada uma discussão do cenário concluído, tendo como objectivo identificar oportunidades e objectivos que nos conduzirão a um cenário seguinte. Aquando da passagem entre cenários serão introduzidos conceitos e ferramentas *Lean* indispensáveis.

Este tipo de formação, organizado por turmas compostas por colaboradores dos diversos departamentos, permite criar ambientes altamente interessantes, criativos e desafiadores.

Nesta primeira acção pretende-se estudar e aprender os princípios *kaizen*, pois este conceito de aprendizagem tem como objectivo fazer com que os colaboradores deste método passem a verificar e observar os processos de uma maneira diferente da até então aplicada, construindo uma cultura de melhoria contínua, onde a empresa deve questionar-se continuamente sobre onde e porque há ocorrência de problemas.

Aqui pretende-se que os colaboradores aprendam a identificar oportunidades, assim como identificar quais as ferramentas a utilizar e como as utilizar. Ao mesmo tempo, durante esta aprendizagem, criar um firme propósito de trabalhar na solução dos problemas de acordo com os princípios da Melhoria Contínua.

Para dar suporte nesta fase, foram criadas várias apresentações e preparado o material necessário para isso, encontrando-se neste momento reunidas todas as condições para o início da implementação desta acção.

A descrição e pormenorização do “Jogo *Lean*” criado encontra-se em anexo.

4.3 Detalhe Acção 2

A acção 2 será uma acção de observação e será conjugada em conjunto com a acção 1. Serão identificadas áreas produtivas de intervenção prioritária sendo definido um projecto-piloto para a implementação.

Durante esta acção será necessário realizar uma análise da área produtiva objecto da intervenção e realizar o respectivo diagnóstico recorrendo a recolha de informação relativa a esta.

Após isso, o plano de acções de melhoria deverá ser realizado, onde será definido um planeamento detalhado da intervenção do projecto-piloto.

A elaboração de um cronograma de implementação deve ser providenciada.

4.4 Detalhe Acção 3

A acção 3 será de implementação do projecto-piloto planeado anteriormente. Este projecto-piloto será restrito a determinados produtos/áreas/secções devendo, por isso, ser iniciado a uma escala substancialmente menor. Esta área poderá ser usada como local de treino para os demais colaboradores. Ao realizar este treino e os princípios de funcionamento na prática, eles irão ficar convencidos mais facilmente das vantagens oferecidas por este sistema.

Durante a etapa de montagem do projecto-piloto, deve ser observado se a empresa apresenta competência suficiente para proceder a modificações com os seus próprios recursos ou se há a necessidade de contratação de alguma mão-de-obra especializada. Também devem ser apontados todos os possíveis gastos com implementação de melhorias.

Paralelamente às mudanças, um programa de treino deve ser elaborado e posto em prática. Este treino deve focar na mudança de cultura que irá ocorrer. Deve ser realçada a importância da polivalência dos colaboradores. De forma bastante didáctica os colaboradores terão a responsabilidade de empregar uma cultura de melhoria contínua (*kaizen*) no chão de fábrica.

É necessário então criar equipas piloto para implementar os conceitos *Lean* reforçando as competências desenvolvidas na acção 1. Este grupo de trabalho deverá ser coordenado por alguém que tenha conhecimento e possa transmitir, de forma correcta e clara, os conhecimentos necessários para que sejam aceites pelos colaboradores. Existe, por isso, um investimento na sua formação, de modo a aumentar a participação destes na melhoria dos processos, gerando um mecanismo de motivação da equipa. Pretende-se que se venham a sentir respeitados, reconhecidos e valorizados, o que irá originar um melhor ambiente de trabalho.

A utilização desta alternativa em conjunto será a mais indicada, pois, desta forma a empresa cria um “consultor interno” capaz de resolver possíveis problemas gerados, sendo capaz também de implementar esta nova filosofia noutros sectores da empresa.

A selecção das pessoas adequadas a compor a equipa piloto é fundamental porque além de serem responsáveis pela implementação das melhorias identificadas, serão responsáveis por transmitir a todos os outros colaboradores, de modo a que aceitem e acolham a nova forma de trabalho.

Devem fazer parte da equipa piloto os melhores colaboradores da área a intervir, mas também de outras áreas de modo a ganhar rotinas de modo a ser capazes de responder as necessidades aquando da generalização na acção 4. É importante e fundamental que um representante da administração faça parte do grupo. A sua presença irá trazer credibilidade à situação proposta, além da necessidade que a administração tem em se manter informada e a par da nova situação.

Nesta fase é feito, inicialmente, um nivelamento dos conhecimentos a fim de que todos os membros da equipa saibam o que estão a realizar, porque estão a realizar e para que estão a realizar este tipo de mudança. Devem ser fortemente sobressaídos pontos onde será mostrado as vantagens que podem ser alcançadas.

O grupo de trabalho deve ser mantido constantemente motivado. Reconhecer e recompensar o grupo terá de ser uma preocupação da administração. Devem ser estimuladas as iniciativas do grupo, de modo a desenvolver um ambiente onde as mudanças sejam bem-vindas e as novas ideias sejam encorajadas.

Após estarem plenamente integrados os passos da implementação da Cultura *Lean*, deve ser realizado o desenvolvimento do projecto-piloto. Este será realizado pela equipa e supervisionado pelo responsável pela passagem de conhecimentos.

Para a implementação no projecto-piloto das ferramentas *Lean*, foram criados documentos para poderem ser utilizados aquando da criação do sistema *Lean*. Documentos esses que se encontram em anexo.

Para apoio da implementação será utilizado um software de simulação que permitirá analisar os resultados das alterações propostas antes de estas mesmas serem efectuadas.

4.5 Detalhe Acção 4

A partir da obtenção do sucesso da implementação dessas técnicas na área piloto deve-se iniciar a expansão do projecto. Com a obtenção de resultados favoráveis na área piloto, será mais simples de convencer outras áreas a seguir os passos de implementação do conceito *Lean*, generalizando a aplicação dos mesmos a toda a fábrica.

Será uma responsabilidade incumbida aos dinamizadores internos e tutoriados/apoiados pela equipa do INESC Porto. Serão realizadas visitas regulares de acompanhamento para verificação e discussão.

Uma vez implementados os sistemas necessários para a criação da Cultura *Lean* e da implementação do projecto-piloto e conseqüente generalização a toda a planta, a empresa encontra-se apta a implementar sistemas de motivação e melhoria contínua nos colaboradores e administração, pois os fluxos produtivos encontram-se a caminhar sozinhos em função da organização e compromisso obtido nas acções anteriores.

A figura 17, a seguir apresentada, mostra uma sistematização da análise que deverá ser feita aquando da generalização da implementação do *Lean* a toda a organização.

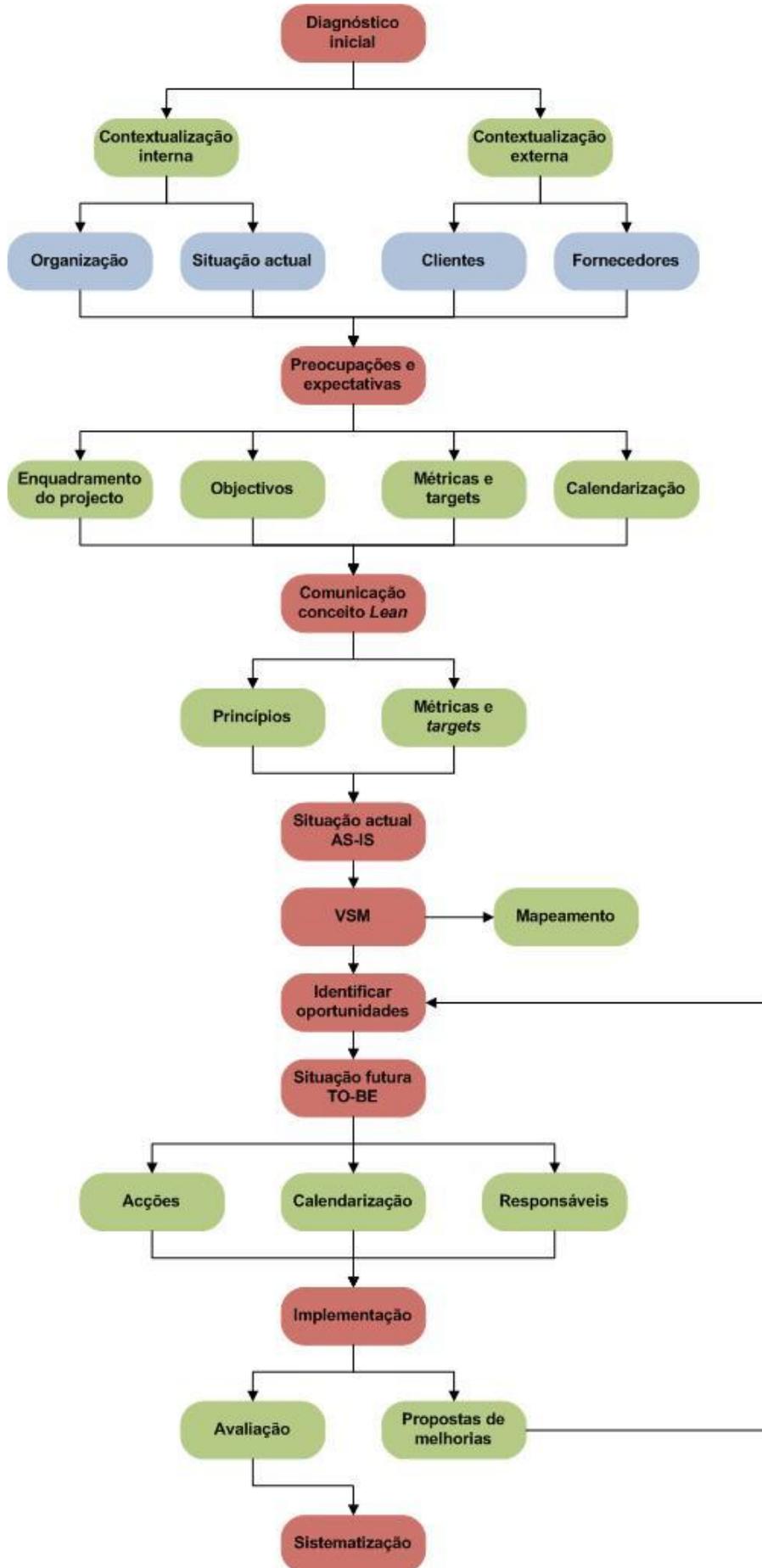


Figura 17 – Sistematização da generalização a toda a organização

4.6 Descrição projecto-piloto

Cada empresa tem necessidades diferentes. Por isso, para que se alcance o sucesso no desenvolvimento de um Plano Estratégico para a criação de uma cultura de trabalho *Lean*, é essencial começar por uma avaliação do estado actual.

Esta avaliação começa pela compreensão equilibrada das necessidades da empresa em termos de Fornecedores, Pessoas, Processos, Produtos e Clientes, ou seja, o Negócio.

Melhoria do processo *Lean* é uma iniciativa para toda a empresa de modo a alcançar a excelência operacional. É uma abordagem que facilita a melhoria da eficiência do processo e qualidade ao entregar um serviço mais rápido com custos menores.

A seguir são demonstrados os passos a percorrer para a criação de um projecto-piloto.

Diagnóstico

Enquanto uma avaliação considera uma gama mais extensa de aspectos e factores, o diagnóstico considera uma gama mais selectiva de informações para chegar a soluções mais específicas num curto espaço de tempo.

Desenvolvimento de uma estratégia

Há 5 etapas básicas para o desenvolvimento de uma estratégia de melhora do processo *Lean*:

- Avaliar o Estado Actual
- Determinar o Estado Futuro
- Identificar a estrutura organizacional do Estado Futuro – Identificar as ferramentas e técnicas *Lean*
- Identificar as prioridades
- Desenvolver os planos

Avaliar o Estado Actual

Mapa da cadeia de valor do estado actual do processo e recolher dados reais do processo. Aquando da recolha de dados, fazer anotações sobre informações e fluxos de materiais. Rever os dados de modo a que fique claro que todos os dados necessários foram recolhidos.

Determinar o Estado Futuro

Workflow é dependente do produto e do *layout* do processo. Para a maioria das organizações, o fluxo de trabalho é o melhor lugar para começar. Muitas outras coisas ficam mais fáceis com um fluxo de trabalho simplificado.

Irá ser determinado o novo *layout* e disposição final da fábrica, identificar e determinar alterações que se venham a tornar benéficas para o processo de modo a agilizar e melhorar o fluxo de trabalho.

Identificar a estrutura organizacional do Estado Futuro

Criar uma infra-estrutura que consiste de elementos que sustentam e suportam a organização. Estes não podem acrescentar valor aos olhos do cliente mas facilitam ou apoiam os processos. São eles a programação, formação, cultura, estrutura organizacional, métodos de qualidade. Muitos deles estão enraizados nas atitudes, hábitos e cultura em vez de explícitos nas políticas e procedimentos específicos.

Identificar as ferramentas e técnicas *Lean*

Com base na visão do Estado Futuro, escolher as ferramentas adequadas e os princípios de *Lean* que visam a melhoria de processos. Devem ser utilizadas as técnicas aconselhadas a cada caso e não seguir um guião de ferramentas a usar, pois cada caso é um caso.

Identificar as prioridades

Identificar as prioridades e os precedentes. Precedência pode exigir a utilização de certos princípios para fazer algum outro princípio prático. Por exemplo, as rápidas transições (SMED) podem ser necessárias para permitir que *Kanban* e células de produção sejam implementados. Células de produção também funcionam melhor com pequenos lotes.

As prioridades dependem em parte da precedência, mas também dependem do retorno sobre o investimento. Devem ser dadas prioridades às melhorias *Lean* em produtos e áreas que prometem retornos maiores e mais rápidos. Devem ser usadas ferramentas de melhoria focadas, tais como, eventos *Kaizen* para obter ganhos imediatos e retorno para o investimento.

Por diversos motivos, pode ser mais rápido e fácil de implementar uma ou outra das melhorias *Lean* seleccionadas. Assim, faz mais sentido dar a essa melhoria uma prioridade superior, sendo por isso um factor na definição das prioridades.

Desenvolver o plano

Com uma visão ampla da situação actual e uma visão do Estado Futuro, assim como o conhecimento de antecedentes e as prioridades, o plano de acção pode começar a ser criado.

Há oito passos para a implementação e manutenção de melhorias *Lean*:

- Ganhar o compromisso da Gestão
- Identificar o processo ou a cadeia de valor
- Treinar os funcionários em conceitos *Lean*
- Mapa do estado actual do processo ou da cadeia de valor
- Identificar as métricas *Lean* que melhor se adequam à organização
- Mapa do Estado Futuro do processo ou cadeia de valor
- Desenvolver projectos *Kaizen* para atingir o Estado Futuro
- Implementar o Estado Futuro

As próximas figuras apresentam esquemas definidos para a realização da implementação do projecto-piloto necessário para a implementação do modelo criado.



Figura 18 – Metodologia adoptada

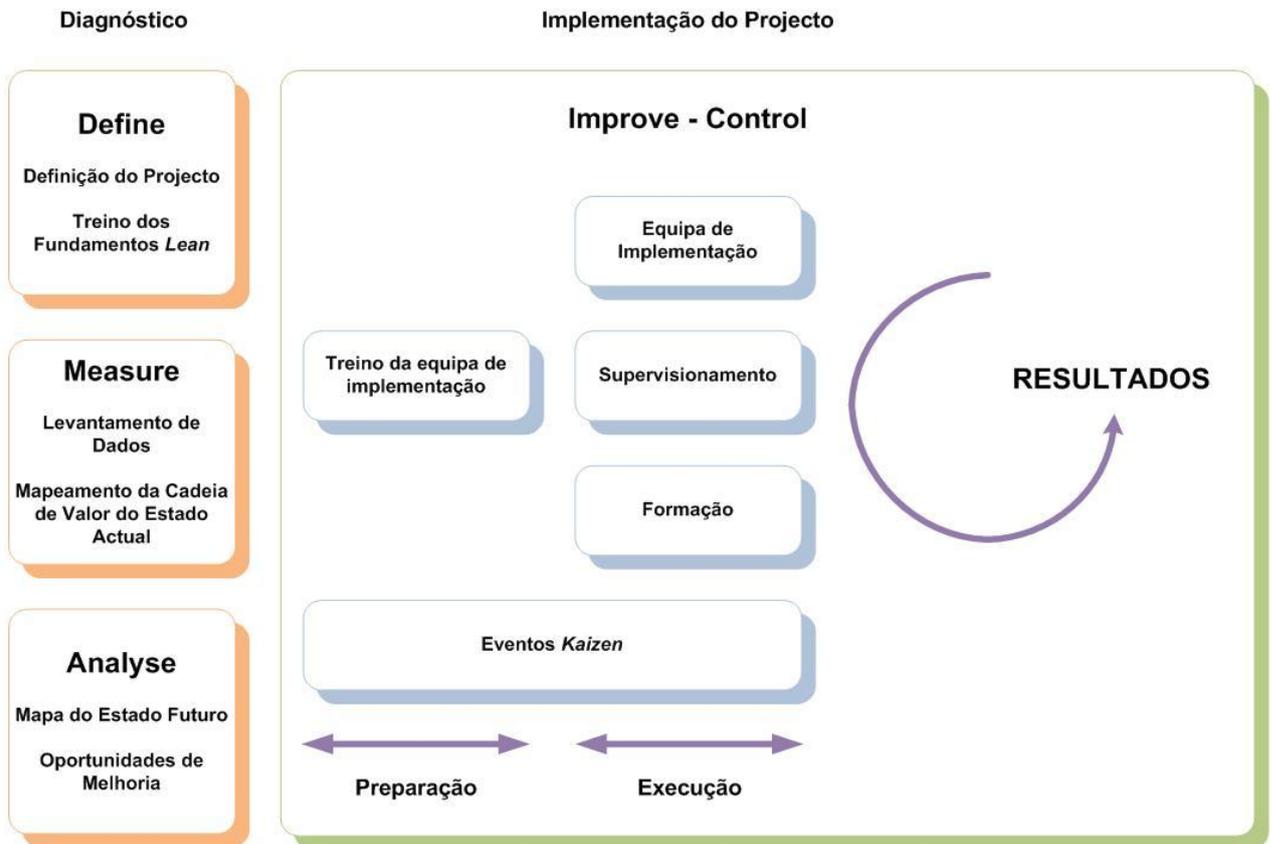


Figura 19 – Passos para implementação utilizando o DMAIC

Seguidamente, na Figura 20, será apresentado um modelo de implementação *Lean*, dividido em várias fases. Este modelo serve de complemento às acções definidas anteriormente. Podemos ver a evolução de uma jornada *Lean* durante várias fases do modelo de implementação. Este modelo poderá ser considerado um *Roadmap* de implementação, onde são fornecidas as técnicas utilizadas servindo por isso de guião para a jornada de implementação.

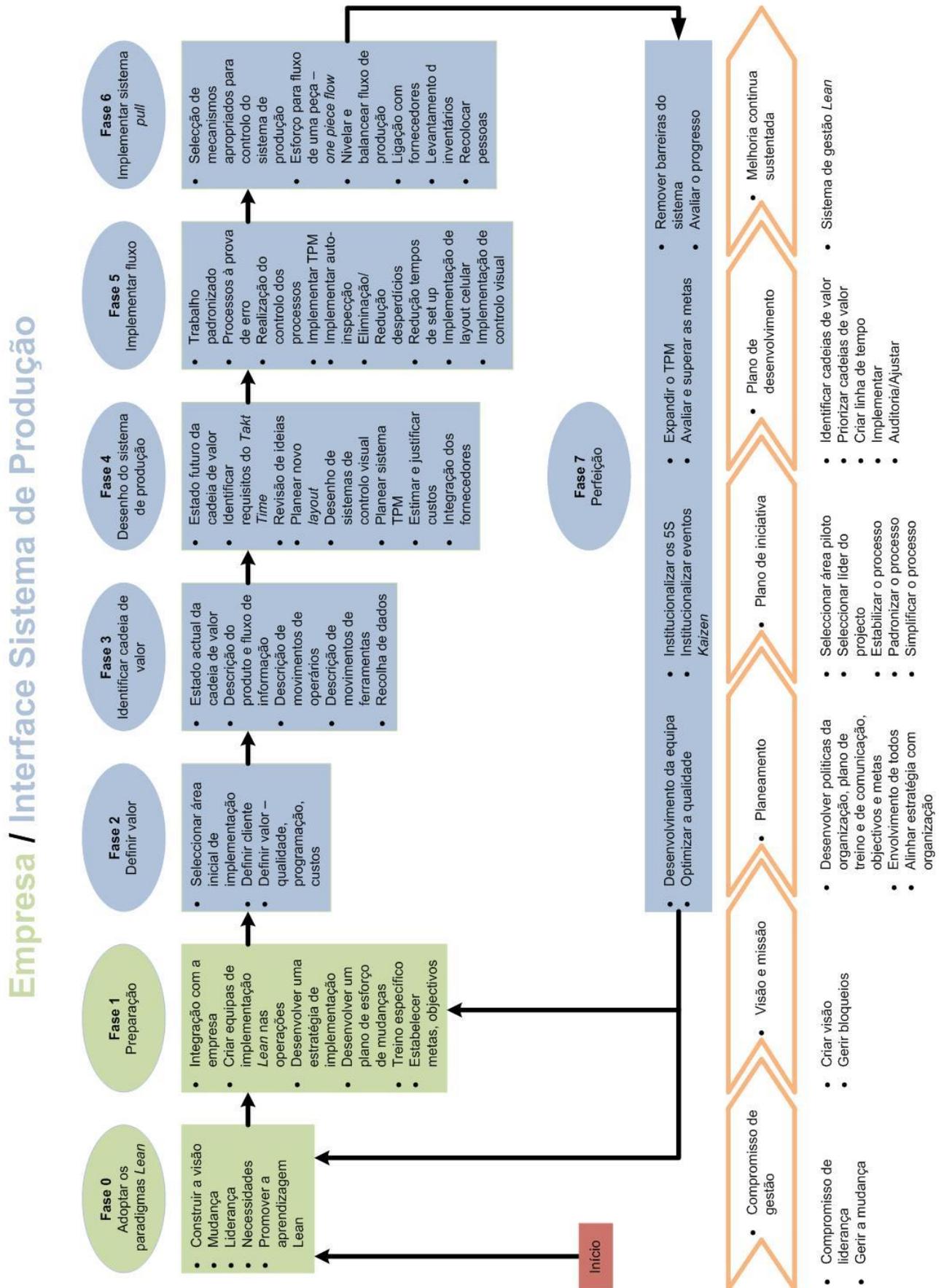
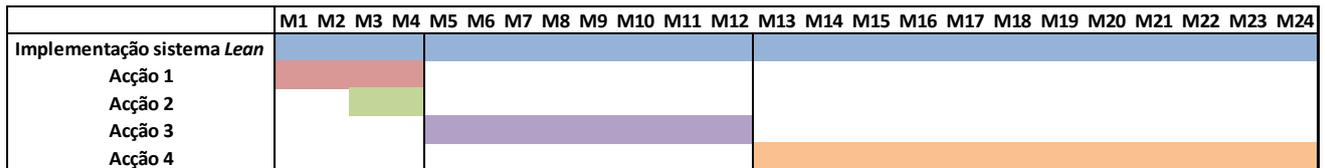


Figura 20 – Roadmap de implementação Lean

4.7 Calendarização e sequência do projecto

A Figura 21 mostra a sequência das acções no tempo, assim como a duração estimada para a realização de cada uma. Inicialmente encontra-se programado que a duração total da implementação seja de 24 meses.

Tendo a acção 1 uma duração de 4 meses e a acção 2, 2 meses, estas poderão ser realizadas em paralelo. Findadas estas duas, dá início a acção 3 com uma duração prevista de 8 meses e por fim a ultima acção aponta para que seja necessário 1 ano até estar concluída.



M* Mês do projecto

Figura 21 – *Gantt* com a duração e sequência no tempo das acções a realizar

4.8 Ferramenta de Simulação para apoio à implementação

A Produção *Lean* é considerada a razão do sucesso das companhias de produção japonesas. Nas análises ao processo produtivo é comum realizar o mapeamento do fluxo de valor, tendo como resultado o mapa do estado actual, que depois de analisado pela equipa de projectos será redesenhado, apresentando o mapa do estado futuro. São então programadas as acções *kaizen* para implementação das melhorias.

Porém, essa forma de analisar, propor e implementar melhorias entra normalmente no ciclo de tentativa e erro da experimentação directa, onde se pode identificar como principais falhas:

- As equipas *kaizen* nem sempre têm o conhecimento do processo em estudo ou estão preparadas para análise do processo;
- O mapeamento do fluxo de valor é focado no momento, ou seja, são dados instantâneos e quando trabalhando com dados históricos, utilizam a média, que não representa o comportamento real do sistema;
- As acções *kaizen* são normalmente caracterizadas por um envolvimento de grande número de pessoas de diversas áreas e por aquisições imediatas de equipamentos e serviços, alterando o processo, *layout*.

Como resultado de tudo isso, tem-se a implementação de projectos com custos elevados que não trazem o retorno visualizado no mapa do estado futuro.

A simulação permite a visualização, a baixo custo, das implicações de mudanças nos processos. Dará à gerência, a base para a tomada de decisão consciente e consistente, eliminando as insatisfações e os altos custos associados aos projectos implementados através da tentativa e erro.

Simulação é a utilização, num computador, de um modelo que representa o processo real, com o objectivo de análise do comportamento deste. De acordo com Banks et al. (2005): “simulação é a imitação de uma operação de um processo ou sistema reais”. É utilizada para testar alternativas de mudanças sem alterar o processo actual e identificar gargalos no

processo produtivo. Pode também ser utilizada para simular novos sistemas, antes das implementações.

Pidd (1998) declara: “*Simulação por computador envolve a experimentação num modelo computacional de algum sistema. O modelo é usado como veículo para ensaio, frequentemente numa forma de tentativa e erro para demonstrar os efeitos de várias políticas desejadas. Desta maneira, aquelas que produzem os melhores resultados no modelo, poderiam ser implementadas no sistema real*”.

Por isso estudos de simulação têm sido aplicados na simulação de processos de produção com o intuito de permitir a sua melhoria no caminho da sua optimização.

Durante a realização desta dissertação foi estudado um *software* de simulação, o *Sigma Flow*. Esta ferramenta visa apoiar a implementação na organização, mostrando resultados antes de serem realizadas as alterações propostas.

O *Sigma Flow* permite modelar e simular num curto prazo, assim como, visualizar os resultados do processo estudado se uma ou outra alternativa de mudança fosse adoptada.

As vantagens encontradas do uso do *Sigma Flow* para estudo do processo de produção são:

- Simulação de um sistema que ainda está em fase de projecto, antes de sua implementação, para observação do comportamento operacional;
- Suporte à análise económico-financeira de investimentos em projectos envolvendo novos equipamentos e operações;
- Teste de novas políticas e procedimentos operacionais sem interrupção do sistema real;
- Teste de condições de segurança associadas às mudanças a serem implementadas;
- Determinação e estudos de gargalos existentes no sistema;
- Determinação de como o sistema realmente opera ao invés de como as pessoas pensam que ele opera;
- Em consequência dos pontos acima tratados, tem-se um menor custo da simulação comparado com o custo de experimentação directa, que envolvem grandes somas de dinheiro e de pessoas, nem sempre alcançando os resultados desejados.

Após o estudo da ferramenta podem ser apontados alguns resultados que podem ser tido em conta na tomada de decisão para alterações a implementar no processo produtivo:

- Mapeamento do processo, levantando-se os tempos de ciclo de cada operação e de transporte, o número de funcionários envolvidos, tempos de *setup* e *stock* de produto semi-acabado antes de cada operação;
- Determinação do *lead time* e do tempo *takt*;
- Identificação dos gargalos de produção;
- Estudo de alternativas de mudanças com base nas técnicas e ideias aplicáveis à produção *Lean*, que permitirão visualizar melhorias no sistema;
- Estudo de viabilidade técnica, económica e financeira para implementação das alternativas simuladas, como base para a tomada de decisão.

No anexo M são apresentadas imagens do *software* estudado.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Esta dissertação focou os aspectos da Produção *Lean* e sua implementação numa organização. O entendimento e estudo teórico inicial de tudo que envolve a Produção *Lean*, desde os fundamentos, conceitos até às ferramentas utilizadas e exemplos de casos de sucesso, permitiu a criação de um modelo de implementação que permitirá atingir os resultados pretendidos.

5.1 Principais conclusões

O objectivo principal deste trabalho foi evidenciar de forma clara os passos necessários para uma eficiente implementação de algumas técnicas oferecidas pela Produção *Lean*, visando principalmente, numa primeira fase, inculir o Pensamento *Lean* na organização, e posteriormente avaliar a situação actual da organização e desenvolver um conjunto de boas práticas de modo a melhorar a mesma organização.

Este método foi desenvolvido com esse intuito, porém, dado tratar-se de uma implementação de longo prazo, a concretização prática da aplicação do modelo ainda não se encontra concluída.

Com a conclusão da aplicação do método espera-se obter resultados que visam:

- Ganho no espaço físico e redução de transportes internos devido ao estudo do *layout*, o que permitirá aumentar a capacidade;
- Redução de investimento inicial reduzindo ao mínimo necessário a compra de matéria-prima, passando a comprar atempadamente;
- Redução de inventário decorrente da implementação de fluxos contínuos e sistemas puxados;
- Através da utilização de cartões *kanban* na área de produção e de montagem, será possível produzir sem excesso e ao ritmo da procura, resultando num nivelamento da produção, com um importante impacto na redução do *stock* e *WIP*. O *kanban* poderá também ser aplicável no departamento de compras;
- Com técnicas de redução do tempo de *setup*, espera-se ganhar flexibilidade e rapidez na entrega de produto, o que irá originar diminuição do *lead time*;
- Espera-se que sejam identificados e reduzidos os desperdícios existentes de modo a que possa ser aumentada a produtividade;
- Por fim, um sistema de sugestão de ideias permitirá: reduzir custos; melhorar a qualidade do serviço prestado aos clientes; melhorar estações de trabalho; reduzir tempos de execução e tornar os clientes, fornecedores e colaboradores mais satisfeitos.

Desta forma podemos concluir que a Produção *Lean* se trata de uma poderosa ferramenta para qualquer gestor de produção, uma vez que sua aplicação é de fácil assimilação e desenvolvimento.

Dado tratar-se de um plano com uma duração estimada de 2 anos, é de verificar que se encontra ainda numa fase inicial de implementação. Por isso, é de esperar que durante a implementação, o modelo aqui apresentado possa ser alvo de modificações ajustando-se para melhor, de modo a responder de forma mais rigorosa aos objectivos pretendidos.

Como conclusão também é de salientar a importância da utilização de *software* de simulação para ajudar a implementação de melhorias, mostrando os resultados que virão a ser atingidos.

5.2 Perspectivas de trabalho futuras

Neste estudo foi criado um modelo de implementação pensado de forma a ser adaptado à empresa em questão, sendo que esta se insere no ramo da indústria de produção. Dado este modelo ter sido desenhado tendo em atenção os problemas e objectivos da empresa, será interessante visualizar até que ponto será aplicável noutra empresa do ramo de produção, que irá ter outro tipo de problemas e objectivos, assim como outro tipo de produtos e requisitos de produção.

Sugere-se também que o modelo criado seja aplicado noutras áreas a fim de ver a sua aplicabilidade, podendo servir de guião genérico, ou no caso de ser necessário proceder a alguma reformulação, tornar o modelo mais completo.

Outra sugestão de trabalho futuro prende-se com o estudo de outras ferramentas de simulação existentes no mercado de modo a realizar a comparação com a estudada, de modo a verificar se ambas apresentam o mesmo resultado para situações iguais, assim como verificar se existem ferramentas mais completas e poderosas em termos de avaliação.

Referências

- Almeida, D. A., Rosa, E. B. (2007), *Gerência da Produção*, Itajubá/MG: EFEI
- Banks, J., Carson II, J.S., Nelson, B.L., Nicol, D.M. (2005), *Discrete - Event System Simulation*. 4ª ed., Upper Saddle River, Prentice Hall.
- Ghinato, P. (1996), *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-Time*, 1ed. Caxias do Sul: EDUSC.
- Imai, Masaaki. (1997), *Gemba-Kaizen: A Commonsense, Low-cost Approach to Management*, New York: McGraw-Hill.
- Liker, J. K. (2004), *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, New York: McGraw-Hill.
- Moraes, J. A. R. Sahb, L. M. (2004), *Manufatura Enxuta*
- Moura, R. A. (1989), *Kanban, A Simplicidade do Controle da Produção*, São Paulo, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais - IMAN.
- Niimi, Atsumi. (2004), *Sobre o nivelamento (Heijunka)*. Disponível em <<http://www.geteq.ufsc.br/controle/upload/arquivos/nivelamento.pdf>>. Acesso em 05 Jan. 2011
- Ohno, Taiichi. (1997), *Toyota Production System: beyond large-scale production*, New York: Productivity Press
- Pace, J. H. (2003), *O Kanban na Prática*, Rio de Janeiro: Qualitymark
- Pidd, M. (1998), *Computer Simulation in Management Science*. 4th Edition. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Pinto, João Paulo (2006), *Gestão de operações na indústria e nos serviços*, Lisboa: Lidel – Edições Técnicas, Lda.
- Rother, M., Shook, J. (2003), *Learning to See: value-stream mapping to create value and eliminate muda*, Cambridge: The Lean Enterprise Institute.
- Shingo, Shingeo. (1985), *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*, Cambridge, Massachusetts: Productivity Press.
- Shingo, Shingeo. (1996), *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint*, New York: Productivity Press.
- Slack N., Chambers S., Johnston R. (2001), *Operations Management*, 3rd Ed. Harlow: Pearson Education Limited
- Spear, S. (2004), *Learning to Lead at Toyota*, Harvard Business Review, p.54-63.
- Sugai, M., McIntosh, R. I., Novaski, O. (2007), *Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso*, Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335.
- Suzaki, Kiyoshi. (1996), *New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement*, New York: A Division of Simon & Schuster
- Willmott, P., Mccarthy, D. (2001), *TPM, a route to world-class performance*, Oxford: Butterworth-Heinemann

Womack, J. P.; Jones, D. T. (1996), *Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection*, Harvard Business Review.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990), *The Machine That Change The World: The Story of Lean Production*, New York: Macmillan Publishing Company.

ANEXO A: Apresentação e descrição Jogo *Lean*

O jogo criado é a base de apoio à implementação do modelo desenvolvido, mais concretamente a acção 1.

1 - Objectivo:

- Introduzir os princípios do *Lean* e as diferentes ferramentas
- A tarefa é construir o cenário de uma fábrica de produção

2 - Descrição:

- O Jogo está dividido em 4 cenários
- No final de cada cenário haverá tempo para um debate
- É essencial motivar a equipa para que a experiência de jogo seja inspiradora e permita umas boas risadas
- O Jogo pode ser jogado com 7 a ... participantes e um instrutor (+ que 7 → consultores).

3 - Caracterização da empresa:

- Nome
- Área de negócio
 - Montagem de produtos
- Dimensão
 - Volume de negócios
 - Unidades organizacionais
 - Área coberta: 500 m²
 - N° de funcionários: 10
- Recursos Humanos – Organograma
 - 1 Presidente
 - 1 Empregado de escritório
 - 2 Armazenistas (Matéria prima + Produto acabado)
 - 4 Operadores
 - 1 Transportador de Material
 - 1 Encarregado

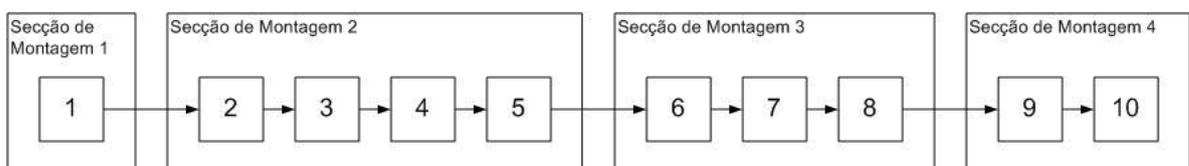
- *Layout*



- Clientes e fornecedores
 - N° de clientes: 1 distribuidor
 - N° de fornecedores: 1 fornecedor
- Disponibilidade de funcionamento
 - 5 dias por semana
 - N° de turnos: 1
 - N° de horas de trabalho: 8h/dia
- Tipologia de produção
 - MTS e possibilidade de responder a encomendas

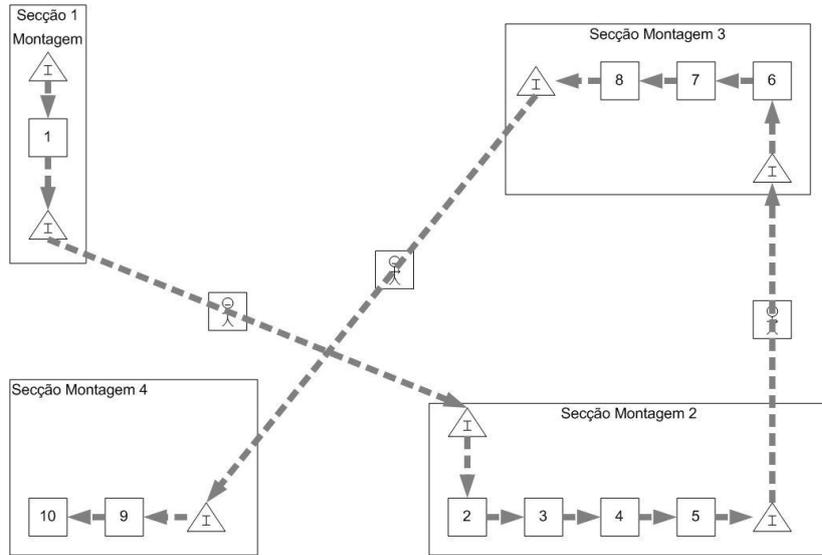
4 - Caracterização do *mix* de produtos e sua procura:

- Famílias e sub-famílias
 - Uma única família de produtos
 - Produtos podem ter alterações em função da encomenda
- Dossier do produto
 - Estrutura
 - Gama operatória



5 - Caracterização do sistema de produção actual:

- Modelo de organização – push



6 - Caracterização das secções de montagem

- Secção 1
- Secção 2
- Secção 3
- Secção 4

7 – Preparação do material

8 – Realização do jogo

- Composição de cada cenário percorre o ciclo apresentado:



- Ponto 1 do ciclo: Ensinaamentos – no início de cada cenário serão transmitidos conceitos e ensinamentos necessários para a realização do cenário proposto. Para isso foram criadas várias apresentações sobre temas e conceitos *Lean*, assim como metodologias e ferramentas. Estas apresentações são apresentadas aquando da sua introdução num determinado cenário. Estes ensinamentos podem ser apoiados também por jogos didácticos.
 - Apresentações criadas em *powerpoint* com recurso a imagens e vídeos:
 - Contextualização *Lean* – conceitos, fundamentos e princípios
 - 5S
 - Balanceamento de linhas
 - Desperdícios – *mudas*
 - Kanban
 - Métodos de gestão
 - Tipologias de produção
 - TPM
 - Trabalho padronizado
 - VSM
 - *Continuous Process Improve*
 - Fluxo contínuo
 - *Jidoka*
 - *Kaizen* – PDCA
 - Jogos de apoio:
 - *Lean Bicycle Factory*
 - *Kanban game*
 - *5S game*
- Ponto 2 do ciclo: Apresentação
 - Objectivo – é apresentado o objectivo de cada cenário objectivo
 - *Layout* – é apresentado *layout* que irá ser utilizado
- Ponto 3 do ciclo: Produção
 - Instruções – são apresentadas as instruções para o cenário em questão, assim como a função a desempenhar por cada interveniente
 - Regras – são apresentadas as regras para a realização de cada cenário
 - Jogo – é realizado o cenário

- Ponto 4 do ciclo: Avaliação – é feita a avaliação do cenário em questão através de indicadores criados para o efeito e apresentados no anexo seguinte. É realizado também o desenho da cadeia de valor utilizando a metodologia *Value Stream Map*.

- Ponto 5 do ciclo: Discussão – após a conclusão da avaliação tem lugar uma discussão entre os intervenientes sobre o cenário finalizado, onde serão discutidos os resultados e o modo como decorreu o cenário.

- Ponto 6: Oportunidades – finalizada a discussão do cenário, serão identificadas oportunidades de melhoria que deverão ser implementadas para o cenário seguinte. Estas oportunidades irão gerar os ensinamentos do cenário seguinte e será repetido o ciclo aqui descrito.

ANEXO B: Jogo *Lean* – apresentação de indicadores e análise comparativa (utilização da ferramenta Excel)

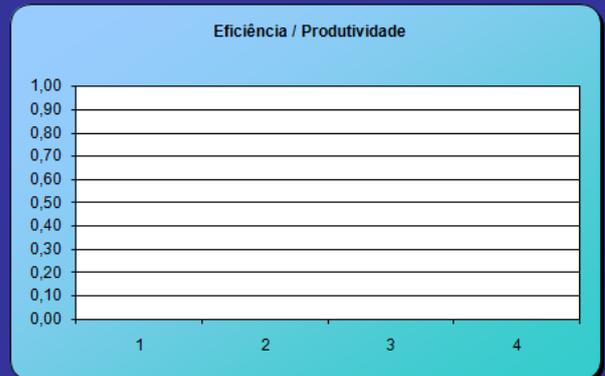
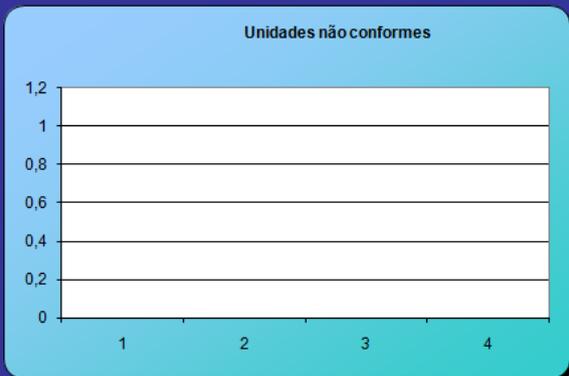
	Unidades monetárias
Preço de venda unitário	25
Custo do material por unidade fabricada	8
Custo do trabalho por unidade fabricada	9
Custo por unidade de fraca qualidade	17
Custo por unidade WIP	1,5
Custo por espaço ocupado	0,5

	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Tempo Total decorrido (min)				
Nº Itens em curso (WIP)				
Nº de Empregados				
Quantidade de Itens entregues				
Espaço (nº secções)				
Unidades não conformes				
Tamanho lote				
Tempo atravessamento - Lead Time (min)				
Efficiência / Produtividade	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Demonstração financeira da empresa				
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Vendas	0	0	0	0
Total das receitas	0	0	0	0
Material	0	0	0	0
Custos de laboração	0	0	0	0
Custos sucata	0	0	0	0
Custos Itens vendidos	0	0	0	0
Lucro bruto	0	0	0	0
Outros Custos				
Custos do WIP	0	0	0	0
Custo do espaço	0	0	0	0
Total de outros custos	0	0	0	0
Lucros/Perdas	0	0	0	0

Vendas	→ $Qt \text{ entregue} \times Pr \text{ venda}$
Total das receitas	→ Vendas
Material	→ $Qt \text{ entregue} \times \text{Custo material por unidade fabricada}$
Custos de laboração	→ $Qt \text{ entregue} \times \text{Custo trabalho por unidade fabricada}$
Custos sucata	→ $Qt \text{ fraca qualidade} \times \text{Custo por unidade de fraca qualidade}$
Custos Itens vendidos	→ Material + Custos de laboração + Custos de sucata
Lucro bruto	→ Receitas - Custos
Outros Custos	
Custos do WIP	→ $Qt \text{ WIP} \times \text{Custo por unidade WIP}$
Custo do espaço	→ Espaço x Custo por espaço ocupado
Total de outros custos	→ Custos WIP + Custo do espaço
Lucros/Perdas	→ Lucro Bruto – Outros custos

Quadro Pontuação Empresa



ANEXO C: Metodologia 5S – 5S Semanal no posto de trabalho

5S Semanal										
Posto										
Secção										
Responsável						Mês				
Problemas	>5	3;4	2	1	0	Ano				
Pontuação	0	1	2	3	4	Dia	Dia	Dia	Dia	Dia
Observações										

Categoria	Item	Pontuação								
Utilização	Distinguir o que é necessário e desnecessário									
	Equipamentos desnecessários									
	Máquinas/ferramentas desnecessárias									
	Materiais desnecessários									
	Informação desnecessária									
Ordenação	Lugar para tudo e tudo no lugar									
	Existe local para todos os materiais, todas as zonas encontram-se									
	Há itens fora do seu local correcto									
	O local correcto dos itens não é óbvio, o local é o mais correcto									
	Os itens são guardados após utilização									
Limpeza	São óbvias as quantidades limite de itens necessários									
	Limpar e procurar soluções para manter limpo									
	Locais encontram-se livres de qualquer espécie de lixo									
	Equipamentos são mantidos limpos e sem qualquer espécie de lixo									
	Materiais de limpeza encontram-se em local de fácil acesso									
Normalização	Sinalização e marcações estão limpas									
	Outros problemas de limpeza estão presentes									
	Manter os primeiros 3S									
	Informação necessária está visível									
	Todas as normas são conhecidas e estão visíveis									
Disciplina	Existe <i>checklist</i> para todos os trabalhos de limpeza e manutenção									
	Quantidades e limites são reconhecidos facilmente									
	É fácil a localização de materiais									
	Cumprimento de regras									
	Quantos trabalhadores não tiveram treino 5S									
Quantas vezes não foi realizado o 5S na última semana										
Quantas vezes os pertences pessoais não são armazenados facilmente										
Quantas vezes as ajudas de trabalho não estão disponíveis ou são obsoletas										
Quantas vezes na última semana não foram realizadas inspecções 5S										
TOTAL										

Comentários

--

ANEXO D: Metodologia 5S – Folhas auditorias internas 5S

Sector:	Responsável:	Data:
----------------	---------------------	--------------

Senso de utilização

Itens observados		Sim	Não
1	Há objectos desnecessários (sobre ou sob) nos armários, mesas, estantes e arquivos?		
2	O espaço está a ser utilizado de modo racional?		
3	Foram eliminados os excessos de ferramentas, armários, estantes entre outros objectos e utensílios desnecessários?		
4	Os documentos obsoletos com validade expirada foram substituídos?		
5	Tem vindo a ser eliminado o tempo de procura por materiais e documentos?		
6	Após a eliminação de objectos e utensílios inúteis, foi verificada a sua utilidade por parte de outros sectores?		
7	Há desperdício de matéria-prima neste sector?		
8	Existem vazamentos neste sector?		
9	Existem procedimentos e práticas que visem a reciclagem de materiais?		
10	Os itens são usados de acordo com a sua verdadeira função?		
11	Há evidências de melhoria neste sector?		

Posto de trabalho	Pontos a melhorar	Avaliador	Data

Sector:	Responsável:	Data:
----------------	---------------------	--------------

Senso de ordenação

Itens observados		Sim	Não
1	Existe um local definido para cada ferramenta, encontrando-se identificadas?		
2	Os Equipamentos Protecção Individuais (EPI) estão guardados e identificado em local apropriado?		
3	Objectos de uso pessoal são guardados em local específico?		
4	Os armários, gavetas, mesas encontram-se organizados?		
5	Existe um local definido para cada ferramenta, sendo estas identificadas e controladas?		
6	Existe sucata no sector?		
7	Os documentos estão organizados, identificados e disponíveis?		
8	O posto de trabalho está identificado e devidamente sinalizado?		
9	O layout reflecte um estado de organização e segurança?		
10	Há evidências de melhoria neste sector?		

Posto de trabalho	Pontos a melhorar	Avaliador	Data

Sector:	Responsável:	Data:
----------------	---------------------	--------------

Senso de limpeza

Itens observados		Sim	Não
1	O sector contribui de modo satisfatório para a limpeza?		
2	As ferramentas, utensílios e equipamentos encontram-se limpos durante o trabalho?		
3	Existe material disponível em local adequado para limpeza?		
4	O local apresenta-se limpo?		
5	Os resíduos estão a ser colocados em locais próprios?		
6	Os recipientes de lixo e resíduos são limpos regularmente?		
7	As principais fontes de lixo encontram-se identificadas e controladas?		
8	Existem sinas de eliminação dessas fontes?		
9	Há lixo nos armários, mesas, gavetas?		
10	Os procedimentos e instruções de limpeza são suficientes para orientar os colaboradores?		
11	Existe distribuição das tarefas e responsabilidades de limpeza pelos colaboradores?		
12	Os equipamentos de protecção estão limpos?		
13	Há evidências de melhoria neste sector?		

Posto de trabalho	Pontos a melhorar	Avaliador	Data

Sector:	Responsável:	Data:
----------------	---------------------	--------------

Senso de normalização

Itens observados		Sim	Não
1	Os EPI são usados correctamente?		
2	Os Equipamentos Protecção Colectiva (EPC) são usados correctamente e encontram-se em número suficiente?		
3	Há excesso de pó, ruído, calor no sector?		
4	Os riscos no sector são mínimos?		
5	Há ventilação e luminosidade adequada?		
6	As normas de segurança são suficientes e normalizadas?		
7	Todos os colaboradores têm conhecimento das normas de segurança?		
8	Os colaboradores têm cuidado com higiene, pessoal e do local?		
9	As áreas colectivas reflectem a prática dos 5S?		
10	Os aspectos relativos á qualidade de vida são verificados?		
11	Existe um bom relacionamento interpessoal?		
12	Há evidências de melhoria neste sector?		

Posto de trabalho	Pontos a melhorar	Avaliador	Data

Sector:	Responsável:	Data:
----------------	---------------------	--------------

Senso de disciplina

Itens observados		Sim	Não
1	O sector contribui de modo satisfatório para a sensibilização?		
2	Os colaboradores participam nos treinos, formações e programas promovidos pela empresa?		
3	É do conhecimento dos colaboradores as suas responsabilidades dentro do programa 5S?		
4	Existe análise de causas e medidas de controlo para as não conformidades?		
5	Os colaboradores encontram-se motivados?		
6	Existe controlo de documentação?		
7	Os 5S são abordados e considerados pontos importantes no sector?		
8	Os colaboradores encontram-se comprometidos com o bom desempenho do sector?		
9	As normas estabelecidas pela empresa estão a ser seguidas?		
10	As placas de sinalização e educativas são respeitadas?		
11	De uma maneira geral os colaboradores estão comprometidos com o programa 5S?		

Posto de trabalho	Pontos a melhorar	Avaliador	Data

ANEXO F: Metodologia 5S – Folha de registo de *Red Tag*

<p>Folha de registo e controlo de Etiquetas de não-conformidade - RED TAG</p>
<p>Posto</p>
<p>Secção</p>
<p>Instruções: Ao criar uma etiqueta de não-conformidade deve de imediato registar nesta folha os dados mencionados nessa etiqueta, para registo de todas as não-conformidades</p>

A preencher por quem detectou a não-conformidade				A preencher por quem vai resolver a não-conformidade							
Nº etiqueta	Data detecção	Descrição da não-conformidade	Posto de trabalho	Detectado por	Descrição da das acções		Estado		Responsável implementação	Previsão / evolução	
							Em estudo	Em realização			
							Em estudo	Em realização		Data fim prevista	Data de conclusão
							Parado	A nulado			
							Em estudo	Em realização		Data fim prevista	Data de conclusão
							Parado	A nulado			
							Em estudo	Em realização		Data fim prevista	Data de conclusão
							Parado	A nulado			
							Em estudo	Em realização		Data fim prevista	Data de conclusão
							Parado	A nulado			
							Em estudo	Em realização		Data fim prevista	Data de conclusão
							Parado	A nulado			
							Em estudo	Em realização		Data fim prevista	Data de conclusão
							Parado	A nulado			
							Em estudo	Em realização		Data fim prevista	Data de conclusão
							Parado	A nulado			
							Em estudo	Em realização		Data fim prevista	Data de conclusão
							Parado	A nulado			

ANEXO H: Kaizen – folha A3

Tema do Kaizen		Data		Nº de operários	
		Linha	Tempo de trabalho / dia		
Cliente		Posto	Produção diária		
		Modelo	Ciclo de produção		
		Secção	Takt Time		
Antes do Kaizen		Depois do Kaizen			
Problemas identificados		Resultados do Kaizen	Antes	Depois	Ganho
Melhorias implementadas					
		Próximas melhorias			

ANEXO I: Kaizen – folha A4

Folha Kaizen rápido		Data começo																																								
Folha nº	Operação	Responsável																																								
Sector	Equipamento	Colaborador																																								
<p>1 - Descrição do problema (80% diagrama, 20% palavras)</p>																																										
<p>2 - Lista de possíveis causas do problema</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td></tr> </table>			1		2		3		4		5		6		7		8		9																							
1																																										
2																																										
3																																										
4																																										
5																																										
6																																										
7																																										
8																																										
9																																										
<p>3 - Detectar causas do problema, verificar:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>O que</th> <th>Como</th> <th>Resultados</th> <th>Causa (S/N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			O que	Como	Resultados	Causa (S/N)	1				2				3				4				5				6				7				8				9			
O que	Como	Resultados	Causa (S/N)																																							
1																																										
2																																										
3																																										
4																																										
5																																										
6																																										
7																																										
8																																										
9																																										
<p>4 - Acções para resolução do problema</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Acção</th> <th>Quem</th> <th>Quando</th> <th>Concluído?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Acção	Quem	Quando	Concluído?	1				2				3				4				5				6				7				8				9			
Acção	Quem	Quando	Concluído?																																							
1																																										
2																																										
3																																										
4																																										
5																																										
6																																										
7																																										
8																																										
9																																										
<p>5 - Data de conclusão</p> <p style="text-align: center;">Observações</p>																																										

ANEXO J: Standard Work – Formato A4

Local:		Operação standard		Documento nº	Data:	
Linha:		Seção:		Nível de revisão:	Página:	
Nº		Descrição:		Tempo:	TT:	
1				Fotos e legenda:		
2						
3						
4						
5						
6						
Emitido		Data	Verificado	Aprovado	Data	Op. Qualificado
Nome			Nome	Nome		Nome:
Função			Função	Função		

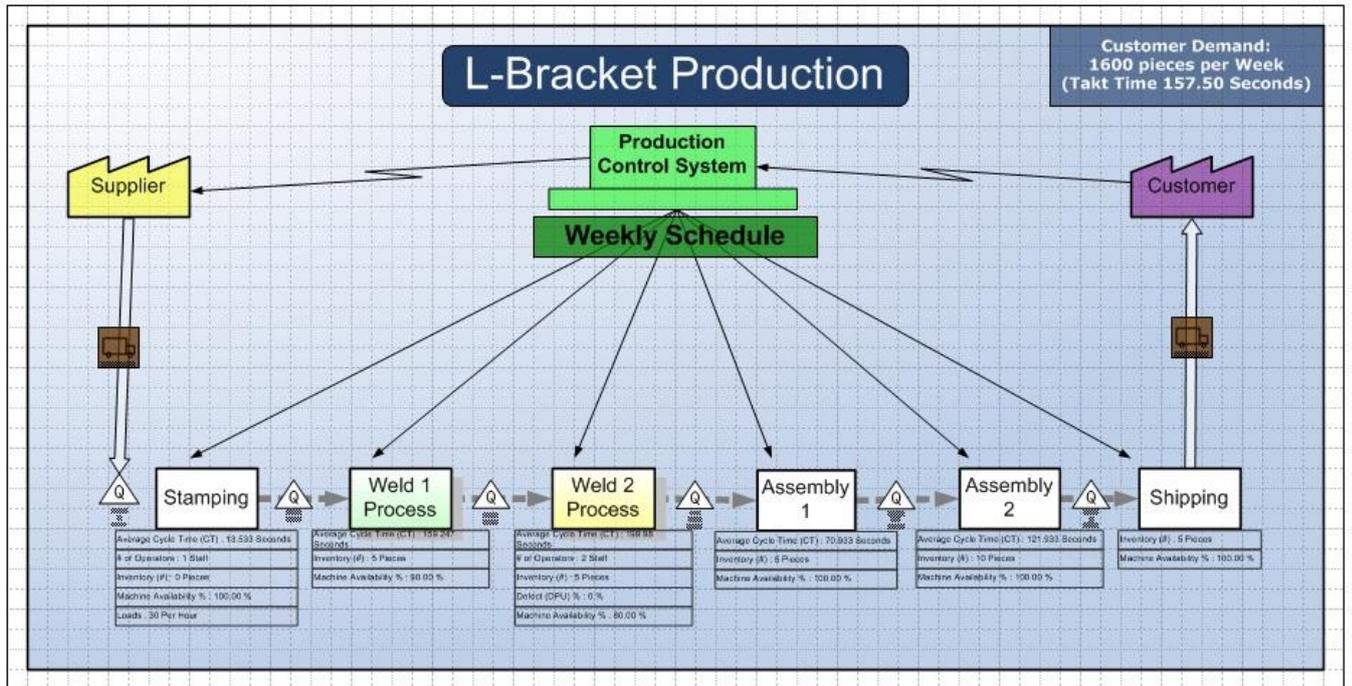
		Operação standard		Documento nº		Data:	
				Nível de revisão:		Página:	
Local:		Linha:		Tempo:		TT:	
Layout		Secção:					
Emitido		Data		Verificado		Data	
Nome				Nome		Nome	
Função				Função		Função	
				Aprovado		Data	
				Nome		Nome	
				Função		Função	
				Op. Qualificado		Nome:	

		Operação standard		Documento nº		Data:	
				Nível de revisão:		Página:	
Local:		Linha:	Secção:	Tempo:		TT:	
Diagrama de spaghetti							
Emitido		Data	Verificado	Data	Aprovado	Data	Op. Qualificado
Nome			Nome		Nome		Nome:
Função			Função		Função		

ANEXO L: Standard Work – Formato A3

Folha de trabalho padronizado											
Designação:		Processo:		Operação:		Sector:		Máquina:			
P r o d u t o Referências:		Ferramentas:		Legenda: M-Manual: A-Automático: T-Transporte: E-Espera: Lay-Out:		Prazo de aprendizagem:		Equipamento de segurança:			
		Posto de trabalho analisado por:		Formação necessária:							
Elaborado por: Revisão por: Data: Validado por:		TI: CT: Tempo disponível: Qtdade / turno: Turnos: Departamento: Chefe secção: Supervisor: Eng. Produção: Produção:		Data: Data: Data:							
Formação do operador:											
Observações:											
Tempos											
Modo Operatório		M		A		T		E		Acum	
Nº Descrição da operação											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
Totais											
										TT	
										Fotos explicativas / Regras operatórias	

ANEXO M: Ferramenta de simulação



SigmaFlow VSM

File Edit View Insert Format Tools Simulation Help

SigmaFlow VSM™ Drawing Simulation Tools Reports Settings

scorecard | value analysis

Scorecard for Value Analysis by Time

	As-Is	To-Be	Improvement	Opportunity	Most NVA by %	Most NVA by Value
Cycle Time	226.00	44.67	163.43 Seconds	80.45%	Shipping	Assembly 2
Processing Cost	163.00	31.55	131.45	80.64%	Shipping	Assembly 2
# of Resources	6.00	1.07	4.93 Staff	82.17%	Shipping	Shipping

Cycle Time NVA Analysis

Rate per Time Unit: 50 / Hour

Frequency of Occurrence: 5 / Hour

Estimated NVA Reduction %: 50 %

Total Savings Opportunity: 125 / Hour

Yield Analysis

Rolled Throughput Yield %: 100.00%

Final Traditional Yield %: 100.00%

Activity	Predecessor Activity	Cycle Time	VA (%)	BVA (%)	NVA (%)	VA	BVA	NVA
Function		Select	Select	Select	Select	Sum	Sum	Sum
Total		0.000	11.833	4.500	83.667	32.810	11.760	183.430
Units		Seconds	%	%	%	Seconds	Seconds	Seconds
Stamping		1.000	8.000	5.000	87.000	0.080	0.050	0.870
Weld 1	Stamping	39.000	15.000	3.000	82.000	5.850	1.170	31.980
Weld 2	Weld 1	46.000	10.000	4.000	86.000	4.600	1.840	39.560
Assembly 1	Weld 2	62.000	14.000	5.000	81.000	8.680	3.100	60.220
Assembly 2	Assembly 1	80.000	17.000	7.000	76.000	13.600	5.600	60.800
Shipping	Assembly 2	0.000	7.000	3.000	90.000	0.000	0.000	0.000

Refresh Revert