



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Lean Manufacturing
Aplicação do conceito a células de trabalho

Cristina Alves dos Santos Pereira

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

Orientador: Prof. Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos

Covilhã, Outubro de 2010

Dedicatória

Ao meu filho Martin...

Agradecimentos

Ao meu filho, pelas minhas ausências constantes.

À minha família pelo apoio incondicional que sempre me ofereceu.

Ao meu orientador, pela sua ajuda, disponibilidade e correcções preciosas.

Aos meus verdadeiros amigos, que sempre me incentivaram e acreditaram em mim.

Resumo

O conceito de *lean manufacturing* tem vindo a revolucionar o sistema produtivo a nível mundial. Com origem no sector automóvel, tem sido implementado em diferentes tipos de indústria e serviços.

Este trabalho tem como objectivo aplicar o conceito *lean* em células de trabalho, que surgiram como resposta às variações actuais da procura e como alternativa às tradicionais linhas de montagem, preparadas para produzir em massa, com pouca ou nenhuma flexibilidade.

As células de trabalho respondem de forma eficaz e eficiente às flutuações da procura e às variedades do produto. A melhoria na optimização do espaço, proporcionado por este tipo de *lay-out*, aumenta o desempenho e reduz substancialmente o desperdício. O conceito de valor está na base desta filosofia, dirigida para a competitividade e para a melhoria contínua através de ideais *kaizen*.

Para este trabalho, contribuiu a leitura e análise fundamentada de conceitos e obras teóricas de autores de referência em *lean manufacturing* bem como a experiência em desenvolvimento e implementação de fluxos produtivos na indústria automóvel.

Palavras-chave

Lean manufacturing, célula de trabalho, valor, melhoria contínua.

Abstract

The concept of lean manufacturing has been revolutionizing the production system worldwide. Originated in the automotive sector it has been implemented in various industries and services.

This written assignment aims to apply the concept of lean in work cells, which arose as a response to changes in the current demand and as an alternative to traditional assembly lines to mass production prepared with little or no flexibility.

The work cells respond effectively and efficiently to fluctuations in demand and product varieties. The improvement in the optimization of space afforded by this type of lay-out, increases performance and reduces waste significantly. The concept of value is the basis of this philosophy, addressed to the competitiveness and continuous improvement through kaizen ideas.

For this written assignment, has contributed the reading and reasoned analysis of concepts and theoretical works of major authors in lean manufacturing as well as experience in development and implementation of production flows in the automotive industry.

Keywords

Lean manufacturing, work cell, value, continuous improvement.

Índice

1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objectivos	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura da dissertação	2
2 Introdução ao pensamento <i>lean</i>	4
2.1 Breve Historial	4
2.2 Definição de <i>lean manufacturing</i>	5
2.3 Evolução do <i>lean</i> - Dos cinco aos sete princípios	6
2.4 Significado de valor e desperdício	10
2.5 Os 3MU's na organização	11
2.6 Eliminar os desperdícios	12
2.7 Resumo	14
3 Soluções e <i>lean manufacturing</i>	16
3.1 Melhoria contínua - Kaizen	16
3.2 Trabalho normalizado	21
3.2.1 Elementos de trabalho normalizado	23
3.3 Pull System & kanban	26
3.3.1 Kanban de produção	35
3.3.1.1 Cartão kanban	35
3.3.1.2 Sequência <i>pull</i>	36
3.3.1.3.Troca de contentor	38
3.3.2 Kanban de transporte	39
3.3.2.1 Cartão <i>pull</i>	39
3.3.2.2 Troca de contentor	40
3.4 SMED - Single Minute Exchange of Dies	41
3.5 Mapa de fluxo de valor	43
3.6 Controlo visual	51
3.6.1 Organização do local de trabalho	53
3.6.1.1 <i>Seiri</i> - Senso de utilização	54
3.6.1.2 <i>Seiton</i> - Senso de organização	55
3.6.1.3 <i>Seiso</i> - Senso de limpeza	56
3.6.1.4 <i>Seiketsu</i> - Senso de padronização	57
3.6.1.5 <i>Shitsuke</i> - Senso de autodisciplina	58
3.6.2 Gestão visual	61
3.7 Nivelamento da produção - <i>Heijunka</i>	63

3.8 Os 5 Porquês	70
3.9 Resumo	71
4 Aplicação do conceito <i>lean</i> a células de trabalho	72
4.1 Sintetização dos requisitos da produção lean	72
4.2 Objectivo de uma célula lean	73
4.3 Fases de implementação de uma célula de trabalho	74
4.4 Importância do <i>lay-out</i> numa célula de trabalho	75
4.5 Elementos estruturais numa célula de trabalho	80
4.5.1 Pessoas	81
4.5.2 Equipamentos	82
4.5.3 Fluxo de materiais	88
4.5.4 Método	89
4.4.5 Fluxo de informação	90
4.6 Resumo	91
5 Conclusões	92
6 Referências bibliográficas	94

Lista de Figuras

- Fig. 2.1 - Os cinco princípios do *lean thinking*
- Fig. 2.2 - Os sete princípios *lean thinking* revistos
- Fig. 2.3 - Actividades sem valor acrescentado numa linha de montagem
- Fig. 3.1 - Ciclo de melhoria contínua PDCA
- Fig. 3.2 - A criação dos hábitos
- Fig. 3.3 - Fases de um processo de trabalho normalizado
- Fig. 3.4 - Relação entre sequência, elemento e trabalho
- Fig. 3.5 - Fluxo não definido
- Fig. 3.6 - Fluxo unitário de peças visualmente definido
- Fig. 3.7 - Lay-out de célula de trabalho com fluxo unitário para diferentes modelos de produtos
- Fig. 3.8 - Lay-out de célula de trabalho com sistema puxado pela operação C, na produção do modelo 2 - 1ª Fase
- Fig. 3.9 - Lay-out de célula de trabalho com sistema puxado pela operação C, na produção do modelo 2 - 2ª Fase
- Fig. 3.10 - Lay-out de célula de trabalho para fluxo sequencial, alta variedade de produtos
- Fig. 3.11 - Sucesso de Implementação do sistema Pull vs variação do sistema
- Fig. 3.12 - Os dois tipos de cartão kanban
- Fig. 3.13 - Quadro Kanban 1
- Fig. 3.14 - Quadro kanban 2
- Fig. 3.15 - Representação se setup, ou tempo de mudança de serie
- Fig. 3.16 - Vantagens da metodologia SMED
- Fig. 3.17 - Etapas iniciais do mapa de fluxo de valor
- Fig. 3.18 - Símbolos do fluxo de materiais
- Fig. 3.19 - Símbolos gerais e do fluxo de informação
- Fig. 3.20 - Exemplo de formulário V.S.M. - estado actual / estado futuro / estado ideal
- Fig. 3.21 - VSM do estado actual
- Fig. 3.22 - VSM do estado futuro
- Fig. 3.23 - “Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar”
- Fig. 3.24 - Metodologia 5S
- Fig. 3.25 - Seiri
- Fig. 3.26 - Seiton
- Fig. 3.27 - Seiso
- Fig. 3.28 - Seiketsu
- Fig. 3.29 - Shitsuke

- Fig. 3.30 - Quadro de seguimento do 5S
- Fig. 3.31 - Libertação de espaço
- Fig. 3.32 - Boas práticas de gestão visual
- Fig. 3.33 - Boas práticas de organização fabril
- Fig. 3.34 - Exemplos de sinais visuais
- Fig. 3.35 - Vantagem da redução de lotes
- Fig. 3.36 - *Heijunka* box 1
- Fig. 3.37 - *Heijunka* box 2
- Fig. 3.38 - Evolução do nivelamento da produção
- Fig. 3.39 - Solução de nivelamento ideal
- Fig. 4.1- Aplicação do ciclo PDCA na melhoria continua
- Fig. 4.2 - Tipos de lay-out
- Fig. 4.3 - Evolução do conceito tradicional para a célula de trabalho
- Fig. 4.4 - *Lay-out* de uma célula de trabalho com um operador
- Fig. 4.5 - *Lay-out* de uma célula de trabalho linear
- Fig. 4.6- Célula de trabalho em “U”
- Fig. 4.7- “Poka-Yoke”
- Fig. 4.8- Organização e aproveitamento do espaço
- Fig. 4.9 - Zonas de operação primária
- Fig. 4.10 - Exemplo de um lay-out de abastecimento de uma célula de trabalho

Lista de Tabelas

Tabela 3.1 - Estratégias e ferramentas para a estandardização do trabalho

Tabela 3.2 - Quadro de variação de indicadores MFVA vs MFVF

Tabela 4.1 - Princípios de racionalização de movimentos

Lista de Acrónimos

5S	Seiri, Selton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
CLT	Comunidade Lean Thinking
FIFO	First-in-first-out
JIT	Just-in-time
MFVA	Mapa de fluxo de valor actual
MFVF	Mapa de fluxo de valor futuro
PDCA	<i>Plan - Do - Check - Act</i>
SMED	Single Minute Exchange of Dies
STP	Sistema Toyota de produção
TPS	Toyota Production System
TT	Tack-time
VSM	Value Stream Mapping

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento

Nas décadas seguintes à Revolução Industrial, apesar do forte impulso que esta causou, a produção continuou a ser essencialmente artesanal. O comércio e a indústria começavam a ser explorados e a expandirem-se rapidamente. Com o aparecimento do motor aplicado à produção industrial, a produtividade aumentou de uma forma explosiva e as empresas que surgiram no mercado tinham sucesso.

Com o aparecimento da linha de montagem de Ford e com os princípios de gestão e produção de Taylor, as melhorias na produtividade industrial foram enormes, devido à produção de alto volume e à especialização do trabalho.

À medida que a concorrência aumentou, a oferta começou a ser maior que a procura e os produtos começaram a ser mais variados e também mais rapidamente substituídos por outros que preenchessem melhor as necessidades das pessoas.

Com o passar do tempo, a produção gradualmente começou a responder com maior rapidez à procura e gradualmente a produção em massa tem vindo a ser substituída por produção de baixo volume, com evoluções constantes nas características dos produtos e rápidas respostas às exigências dos mercados. O número de empresas dispostas a oferecer o mesmo, com melhores preços fez com que as organizações comesçassem a olhar para o desperdício como algo a eliminar para diminuir os custos e aumentar o lucro.

Actualmente, o mercado internacional cada vez mais competitivo, faz com que as empresas abandonem a produção uniformizada e se dediquem a produções cada vez mais adaptadas aos gostos e necessidades de cada consumidor. A linha de montagem tradicional, ainda funciona hoje como a base dos sistemas produtivos de muitas empresas, mas depressa serão ultrapassadas por sistemas mais flexíveis, capazes de fornecer ao mercado rápidas respostas às suas necessidades.

O *lean manufacturing*, surge como uma forma organizada de gestão produtiva, capaz de responder a estas mudanças criando flexibilidade, rapidez e qualidade no que é produzido e oferece vantagem competitiva às organizações que pratiquem esta filosofia de gestão.

1.2 Objectivos

Este trabalho reflecte os resultados de uma pesquisa sobre o tema *lean manufacturing*, que tem vindo a ser desenvolvido e implementado mundialmente com bons resultados em empresas que adoptam esta filosofia como caminho de crescimento e aumento da competitividade.

A análise de várias técnicas e ferramentas lean, suportadas por leitura e análise de bibliografias de referência neste tema, bem como de outros artigos de interesse, serviram de base para definir uma metodologia para desenvolver e implementar uma célula de trabalho flexível e capaz de responder com eficiência e rapidez às grandes mudanças dos comportamentos do mercado.

1.3 Metodologia

As técnicas e métodos utilizados são baseados na leitura prévia de obras sobre *lean manufacturing*. A selecção de artigos publicados por instituições de suporte a esta filosofia e a análise de casos reais, serviu como guia condutor na aplicação destes a uma célula de trabalho.

A experiência e trabalho desenvolvidos numa empresa do ramo automóvel, com um sistema produtivo implementado segundo os princípios *lean manufacturing* e o desenvolvimento de *lay-out's* produtivos, ajudou na adaptação destes conceitos à realidade.

1.4 Estrutura da dissertação

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, com o respectivo conteúdo apresentado a seguir:

- Capítulo 1 - Introdução: Apresenta o tema abordado, os objectivos, metodologias utilizadas no desenvolvimento do trabalho e respectiva estrutura final;
- Capítulo 2 - Introdução ao pensamento lean: Inicia com um breve historial, referindo as causas que estiveram na origem do aparecimento do *lean*, define *lean thinking* e *lean manufacturing* e descreve a relação directa entre as diversas formas de desperdício e a criação de valor ao longo do fluxo produtivo;

- Capítulo 3 - Soluções e lean manufacturing - Este capítulo suporta bibliograficamente o desenvolvimento deste trabalho, explora diversas ferramentas e técnicas utilizadas em lean manufacturing, acompanhadas com exemplos das suas aplicações práticas;
- Capítulo 4 - Aplicação do conceito lean a células de trabalho: Apresenta a proposta de desenvolvimento duma célula de trabalho, com base na aplicação de técnicas e ferramentas analisadas nos capítulos 2 e 3 e refere a importância do desenvolvimento de lay-out adequado aos objectivos de funcionamento de uma célula lean;
- Capítulo 5 - Conclusões: Apresenta as conclusões finais alcançadas com este trabalho e outras considerações finais;
- Capítulo 6 - Referências bibliográficas: Apresenta a bibliografia consultada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Capítulo 2

Introdução ao Pensamento Lean

O objectivo deste capítulo, é descrever a relação directa existente entre a criação de valor e a eliminação de desperdício. Definir-se-ão os termos de criação de valor e desperdício e analisar-se-á a forma como ocorrem, como podem ser classificados e como podem ser removidos dos processos.

Ao eliminar todos os desperdícios, restam na organização todas as actividades que geram valor. É desta forma que as organizações, seguindo uma filosofia *lean*, conseguirão reforçar as vantagens competitivas.

2.1 - Breve Historial

É comum aceitar-se que o conceito lean, surgiu após a Segunda Guerra Mundial com a marca Toyota. Não podemos negar nem ignorar este facto, mas com mais rigor concluímos que os principais conceitos e bases desta filosofia surgiram antes da criação da empresa em 1937.

O fundador da Toyota Motor Co., Sakichi Toyoda, nasceu em 1867, quando o Japão iniciava um processo de modernização. Filho de um humilde carpinteiro, vivia numa pequena aldeia de camponeses e desde muito cedo se preocupou em modernizar o tear manual da sua mãe. Com 24 anos patenteou o seu primeiro tear automático e mudou-se para Tóquio, onde começou um negócio de teares.

Em 1893, Sakichi casa e tem um filho, chamado Kiichiro Toyoda. De volta à terra Natal, continua a desenvolver novos e melhores teares. Em 1896 criou um mecanismo que permitia parar imediatamente o tear se alguma falha ocorresse durante o processo de tecelagem. Com a utilização deste sistema o homem foi separado da máquina e nasceu aqui o conceito de automação, um dos pilares do que viria a ser o “Sistema Toyota de Produção”. O êxito desta invenção fez com que a empresa Mitsui, celebrasse um contracto para a comercialização dos teares Toyoda.

As máquinas criadas por Toyoda custavam um décimo dos teares fabricados na Alemanha e um quarto dos fabricados em França.

No ano de 1894, a guerra entre o Japão e a China, fez com que se instalasse uma recessão na indústria de teares e Sakichi dedicou-se novamente ao aperfeiçoamento das suas máquinas.

Dez anos mais tarde, a guerra entre a Rússia e o Japão fez com que a procura de algodão aumentasse e com ela a venda de teares Toyoda.

Em 1907, Sakichi funda a empresa *Toyoda Loom Works* e três anos mais tarde, viaja para os Estados Unidos da América onde se “encanta” pela complexidade do mundo automóvel.

De volta ao Japão, o empresário vende os direitos da empresa de teares á britânica Platt Brothers e funda a *Toyoda Spinning and Weaving Co. Ltd* e encarrega ao seu filho Kiichiro os investimentos da empresa automóvel.

Sakichi morre em 1930 e o seu filho inicia o seu trabalho, no desenvolvimento de motores de combustão a gasolina.

Em 1937 Kiichiro produz o primeiro protótipo de automóvel e estabelece as bases para fundar a *Toyota Motor Compagny Ltd*.

Após a segunda guerra Mundial, com a economia japonesa arrasada, a Toyota define 7 tipos de desperdícios e adopta uma estratégia para os eliminar. Esse conceito de eliminação de desperdícios tornou-se a base do Sistema Toyota de Produção, trazido para o ocidente com o nome de *Lean Manufacturing*.

O foco estabelecido no combate aos tempos não produtivos, á desorganização, á produção descontrolada, á falta de padrões de qualidade e ao excesso de produção cria ferramentas e conceitos discutidos em todas as organizações do nosso tempo, seja por empresas de consultoria organizadas seja por equipas internas de melhoria contínua.

Para ir ao encontro destas necessidades, as empresas nos dias de hoje devem operar com a máxima flexibilidade, e com os menores custos associados. Só desta forma se pode tornar uma empresa competitiva. Podemos afirmar que a chave para o sucesso é a optimização/redução dos custos - A chave do sucesso é “Ser LEAN”.

2.2 - Definição de *lean manufacturing*

Segundo João P. Pinto, presidente da Direcção Nacional da Comunidade Lean Thinking, a designação *lean thinking* ou pensamento *lean*, foi utilizado a primeira vez por James P. Womark e Daniel Jones, no livro com o mesmo nome, publicado em 1996. Estes dois autores estiveram durante a década de 80, no Japão, a estudar as formas de gestão e métodos de trabalho das empresas nipónicas, tendo publicado em 1990 o livro “*The Machine That Changed the World*”, considerada hoje como a principal obra de referência do pensamento *lean*. Esta obra faz referência, à máquina que mudou o mundo, o automóvel, e apresenta a

indústria que se desenvolveu rapidamente e de forma consistente á volta deste - *Toyota Production System (TPS)* (Pinto, 2008).

Por ter sido inicialmente aplicado na indústria, deste conceito resultou a designação de *lean manufacturing*, ou *lean production*. Este, aplicado á indústria é considerado um sistema de gestão que ao envolver ferramentas de gestão, produção e qualidade elimina desperdícios e cria valor no produto ou serviço, satisfazendo desta forma o cliente e o consumidor final.

João P. Pinto (Pinto, 2006) define o pensamento *lean*, como

“... uma abordagem inovadora às práticas de gestão, orientando a sua acção para a eliminação gradual das fontes de desperdício, através de abordagens e procedimentos simples, procurando a perfeição dos processos, sustentada numa atitude de permanente insatisfação e de melhoria contínua, e fazendo do “tempo” uma arma competitiva”.

2.3 Evolução do lean - Dos cinco aos sete princípios

Quando se eliminam desperdícios eliminam-se custos, caso contrário não se pode considerar que se implementou uma acção eficaz na organização. O pensamento *lean* sugere que se efectuem mudanças que acrescentem valor ao produto ou serviço e se eliminem todas as outras que não agreguem valor.

Womark *et al* (2003) identificam cinco fases para implementar a filosofia *lean* numa organização:

1. Criar valor - Este é o ponto de partida e a base para uma gestão empresarial. Não é a empresa, mas sim o cliente final que define o que é valor, o que satisfaz as próprias necessidades. A necessidade gera valor, e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade, procurando satisfazê-la e cobrar para isso um preço específico para manter a empresa no mercado e aumentar os lucros através duma melhoria continua.
2. Definir a cadeia de valor - Nesta segunda fase a organização deve identificar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que geram valor, os que não geram valor mas que são necessários para a manutenção dos processos e da qualidade da empresa e os que não acrescentam valor nenhum, devendo por isto ser eliminados. Todavia, as empresas, continuamente olham para a sua cadeia produtiva e focam-se na redução de custos não acompanhados pela análise da geração de valor, olham apenas para números indicadores e alheiam-se dos processos reais de fornecedores e clientes. As empresas devem ter em conta o processo global, desde a criação do

produto até ao consumidor final, não podendo ignorar o serviço de pós-venda (quando aplicado).

3. **Optimização do fluxo** - Seguidamente, deve-se criar fluidez ao longo de todo o fluxo produtivo. Esta optimização exige uma completa mudança na mentalidade da organização e na cultura da empresa. Torna-se necessário abandonar a ideia de divisão da empresa por departamentos, como sendo a melhor solução de tomada de decisão. Construir um fluxo contínuo com as restantes etapas é uma tarefa exigente, mas aliciante. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução de tempos de concepção dos produtos, de processamento de pedido e em quantidades de stock (tanto em matéria prima, como em produto acabado). O aumento da capacidade de resposta da empresa em conceber, desenvolver, produzir e distribuir faz com que esta reaja de imediato, a qualquer flutuação do mercado e necessidades dos clientes.
4. **Pull System** - O sistema *pull* permite inverter o fluxo produtivo. Actualmente, as empresas não empurram os produtos e serviços para o consumidor. De nada servem as grandes promoções e o escoar de stocks, pelas empresas, se estas não forem de encontro às necessidades do consumidor. Este passa a “puxar” a produção. É o *Pull System*, ou produção puxada. Quando a actividade da empresa não permite estabelecer um fluxo contínuo, a alternativa é optar por um sistema onde os processos são puxados e desencadeados pela procura, ou seja pelo consumidor final.
5. **Perfeição** - O quinto e último passo da filosofia lean, e que deve ser o objectivo constante e presente em todos os fluxos de valor de toda a organização, é a perfeição. A procura do aperfeiçoamento contínuo em direcção a um estado ideal deve conduzir e encaminhar todos os esforços da empresa, em processos bem definidos, onde todos os participantes e membros da cadeia, tenham um conhecimento bem claro e profundo do processo como um todo, podendo participar e procurar continuamente melhores formas de criar valor.

Estes cinco princípios, foram sequenciados para que o cumprimento dessa ordem servisse como linha orientadora para a filosofia *lean* nas organizações.



Fig. 2.1 - Os cinco princípios do *lean thinking* (Pinto, 2006)

No entanto quando seguidos rigorosamente, estes cinco princípios colocavam em risco alguns dos princípios e ideais das organizações. Estes tendem a dirigir a organização para um constante ciclo de reduções de desperdício, ignorando a crucial actividade da empresa através da inovação de produtos, serviços e processos. Outra lacuna é que eles consideram a criação de valor apenas na óptica do cliente.

Numa organização não existe uma cadeia de valor mas sim várias - uma para cada *stakeholder*, ou seja para cada parte interessada na organização (clientes, fornecedores, funcionários, economia, ...). Muitas vezes os esforços falham porque todas as partes interessadas não estão envolvidas na mudança. Identificar os *stakeholders*, é fundamental para implementar uma transformação *lean* numa organização, (Sarkar, 2008).

Não é correcto considerar que apenas os clientes esperam receber valor das organizações com quem interagem. Todos os restantes interlocutores, bem como a sociedade em geral, esperam receber algo em troca (quer se fale de salários, bem estar, ...), para poderem continuar a apoiar o desenvolvimento da organização.

A troca de valor destina-se á satisfação geral e simultânea de todas as partes interessadas. Numa organização torna-se fundamental saber o que cria ou não valor para as partes interessadas. É importante conhecê-las, saber a quem a organização serve, para depois se conhecerem as suas necessidades e saber como satisfaze-las. Segundo João Paulo Pinto, (CLT,

2008), estes princípios deixam por este motivo de ser cinco e passam a ser sete, definidos da seguinte forma:



Fig. 2.2 - Os sete princípios *lean thinking* revistos (Fonte: www.leanthinkingcommunity.org em 04/04/2010))

1. Conhecer bem os *skateholders* - Uma empresa que concentre esforços no cliente final poderá estar a negligenciar e a comprometer o futuro. A resposta às necessidades de todos os parceiros de negócios é fundamental para a sobrevivência e crescimento da empresa.

A focalização no cliente continua a ser primordial mas não pode ser única. A cadeia de valor não começa e termina no cliente. O foco deverá ser o cliente final - consumidor, que compra, consome e avalia o produto ou serviço;

2. Definição de valores - Uma organização não se pode limitar a, como já foi referido atrás, satisfazer o cliente, negligenciando todos os outros *skateholders*. É de conhecimento geral, que frequentemente, situações de empresas com o objectivo de lucros rápidos, conseguidos á custa de destruição ambiental ou á custa da pouca importância dada aos funcionários, saíram do mercado por não terem satisfeito as partes interessadas;

3. Definição das cadeias de valor - Por terem valores diferentes para, e dentro da organização, esta deverá definir para cada um deles respectiva cadeia de valor;
4. Optimizar o fluxo - A sincronização de pessoas, materiais, informação e capital deve ser maximizada para levar a empresa á criação de valor e á satisfação de ambas as partes da organização;
5. Sistema *Pull* - A implementação do sistema *pull* em todas as cadeias de valor, fará com que seja o cliente (e de forma indirecta todos os outros *stakeholders* a liderarem os processos na organização. O cliente desencadeará os pedidos e esperará da empresa uma rápida e correcta resposta, ás necessidades deste. Evita-se desta forma que sejam as empresas que empurrem para fora (sistema *push*), aquilo que julgam ser as necessidades dos consumidores;
6. Procura da perfeição - Incentivar a melhoria continua em todos os sectores da organização, tendo em conta todos os interesses, necessidades, e as expectativas das diferentes partes. A empresa deverá considerar as necessidades do cliente procurar ser rápida e exceder as expectativas deste;
7. Inovar - Um passo mais á frente, a inovação, a criação de produtos e serviços novos com novos processos deverá ser a chave da organização para a criação de valor.

O pensamento *lean*, baseia-se num conjunto de princípios que eliminam todos os desperdícios e visam simplificar a forma da organização produzir e entregar valor aos clientes, (Pinto, 2008). Na actualidade, cada vez mais, o cliente é o centro e a razão de todas as movimentações dentro das organizações.

2.4 - Significado de valor e desperdício

Actualmente o conceito de “valor” tem múltiplas interpretações. Valor é definido pelo cliente/consumidor e refere-se ao conjunto das características que um bem ou serviço deve ter, para satisfazer as suas necessidades. Este conceito não deve ser confundido com preço. “Valor é o que se leva, preço é o que se paga”, ou seja, o preço deverá pagar o valor justo pelas características que o bem ou serviço oferece, (Pinto, 2008).

Para Womack et al, (2005), os princípios do consumo fornecem uma nova definição de valor para o consumidor de hoje. Estes devem:

- Resolver completamente a necessidade do consumidor;
- Fornecer exactamente o que ele procura;
- Entregar no local pretendido;
- Proporcionar-lhe valor, no momento exacto;
- Reduzir o número de escolhas nas resoluções de problemas.

Definimos como operações de valor acrescentado, todas as que aumentam valor ao produto do ponto de vista do cliente (Cuatrecasas, 2010) Estas incluem operações de processamento, tais como alterações da forma, aumento de qualidade ou a junção de vários elementos num elemento global. A transformação de materiais em bruto, a têmpera de aços e a pintura de objectos, são exemplos reais de operações de valor acrescentado. Por outro lado, o transporte de materiais, o deslocamento de operadores entre operações de valor acrescentado, a inspecção e correcção são consideradas operações que não acrescentam qualquer mais-valia ao produto final, logo são consideradas desperdício (Liker, 2006).

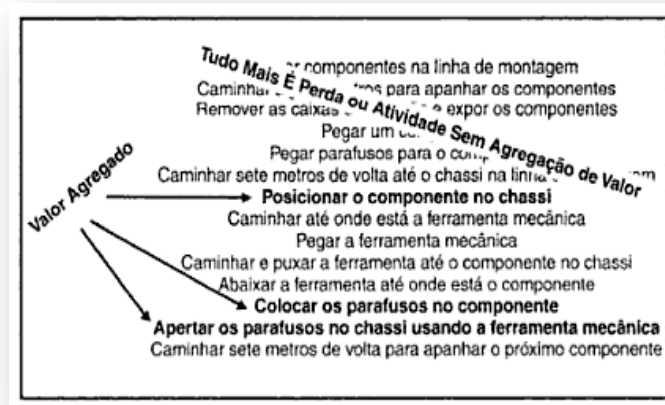


Fig.2.3 - Actividades sem valor acrescentado numa linha de montagem (Liker, 2006, p. 47)

2.5 - Os 3 MU's na organização

Seguindo a abordagem de identificação dos desperdícios, o objectivo é chegar á condição onde a capacidade produtiva é igual ao que é produzido - a procura constante da perfeição. Por outras palavras, tem de existir a quantidade de trabalhadores, materiais e equipamento para produzir as quantidades certas na hora certa, com a qualidade desejada para entrega ao cliente. Todas as outras definições de capacidade instalada são consideradas desperdício (Lean Enterprise Institute, 2004).

Para a gestão empresarial japonesa, estas formas de desperdício são expressas em 3 MU's:

- 1) Muda - Desperdício;
- 2) Mura - Falta de regularidade;
- 3) Muri - Sobrecarga.

O exemplo seguinte mostra como *muda*, *mura* e *muri*, frequentemente estão relacionados entre si, ou seja, pela eliminação de um tipo de desperdício consegue-se de forma indirecta eliminar os outros (exemplo adaptado (Lean Enterprise Institute, 2004)).

Supondo que a empresa 2W, necessita de transportar 6 toneladas de material até ao cliente, com um transporte de carga máxima 3 toneladas. 2W deve então ponderar, qual das formas é a mais eficiente para o fazer:

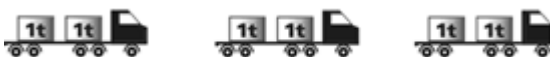
- a) A primeira hipótese é colocar as 6 toneladas de material de uma única vez sobrecarregando o camião (*muri*), e sujeitar-se a quebras no fluxo, como poderá acontecer se o camião avariar, ou se parte da carga cair (*mura* e *muda*);



- b) A segunda hipótese a ponderar pela 2W, seria o transporte da carga por duas vezes, uma de carga de 4 toneladas, outra de 2 toneladas. Existiria nesta hipótese um desperdício (*mura*), causando a irregularidade na entrega de matéria. Por outro lado, a carga na primeira entrega estaria novamente em excesso (como na primeira hipótese) e na segunda entrega o camião estaria como uma carga abaixo da capacidade;



- c) A terceira forma de entrega, ponderada pela 2w é a repartição em três partes iguais da totalidade da carga a entregar no cliente. Esta forma de desperdício (*muda*), apesar de não existir *muri*, nem *mura*, vai prejudicar a 2W, uma vez que o camião fará 3 percursos parcialmente carregado;



- d) A quarta hipótese, (e a única que evitaria algum dos três tipos de desperdício), é efectuar o transporte por duas vezes, repartindo de forma igual carga pelas duas deslocações.



2.6 - Eliminar o desperdício

Por definição, desperdício é tudo o que não acrescenta valor ao produto final, ou contribui para a sua transformação. Quando consideramos a relação entre custos de produção e valor, essas actividades não contribuem para a valorização do mesmo. O desperdício torna-se evidente pelo impacto que causa nos fluxos produtivos.

Produzir bem, na Toyota, significa fazer bem á primeira, de forma consistente e eficaz, produzir a quantidade necessária e com o mínimo de recursos, ou seja, produzir sem desperdícios. Atingindo este patamar de qualidade consegue-se clientes satisfeitos e lucros elevados, (Ohno, 1997).

Para eliminar o desperdício, é necessário em primeiro lugar identifica-lo. São sete as formas possíveis deste se revelar num processo, num fluxo ou numa organização (Ohno, 1997), (Sullivan et al, 2002), (Liker, 2006) e (Cuatrecasas, 2010):

1. Correção (má qualidade) - Entende-se por correção todas as formas de inspecção ou reparação. Esta forma de desperdício é causada pela má definição do processo ou do desenho do produto, á inexistência de métodos operativos, á falta de manutenção preventiva, erro humano, á superprodução ou inadequado sistema de detecção e prevenção de defeitos nos produtos. A reavaliação, segregação e correção são considerados desperdício provocados por má qualidade.
2. Superprodução - O desperdício por superprodução está presente quando se produz mais ou antes que o necessário. Aumentam os stocks e muitas vezes geram produtos obsoletos nunca procurados pelos clientes.
3. Movimento de material ou transporte - O transporte por longas distâncias de matéria-prima, produtos em curso ou produtos acabados são consideradas formas de movimentação de material desnecessárias na hora, logo são consideradas desperdício.
4. Deslocamento - São todos os movimentos desnecessários que os funcionários tenham de efectuar durante o processo produtivo.
5. Espera - Desperdício por espera é estar parado entre duas operações. Esta forma de desperdício é evidente quando um operador tem de esperar pelo término de um processo automático de uma máquina, para completar a tarefa ou o processo em curso. É também evidente, quando um operador tem de esperar até receber uma peça para começar ou continuar o processo produtivo, ou ainda, quando tem de parar/esperar para entregar a peça, ao operador seguinte para poder começar um novo ciclo. Por vezes, esta forma de desperdício pode não ser aparentemente visível quando observamos uma operação, requer por isso uma especial atenção por parte dos responsáveis da organização.

6. Stock (excesso de produção) - Excesso de matéria-prima, de produtos em curso ou produtos acabados causam tempos de fabrico maiores, custos de armazenamento e produtos obsoletos.
7. Processos desnecessários - São todos os esforços adicionais que depois de efectuados não adicionam valor ao produto, na óptica do cliente. Pode incluir inspecções extra, ou incorrectas como transformações “*just-in-case*”. O aumento do ritmo produtivo, pelo não cumprimento de prazos de entrega também está incluído nesta forma de desperdício.

No ambiente competitivo em que as empresas se inserem actualmente, deverão fazer dentro dos seus processos produtivos somente o necessário, na quantidade que precisam, no momento certo e com qualidade. Essa é a fórmula que as organizações preocupadas com o seu alto grau de desperdício podem utilizar. A busca da qualidade é o caminho, talvez único, para a sua sobrevivência e manutenção no mercado em longo prazo.

2.7. Resumo

Este capítulo procurou alertar para a importância das diferentes manifestações de desperdício.

Desperdício é uma actividade que apenas consome recursos e que em nada contribui para a satisfação dos clientes. O potencial de ganho dentro de uma organização é enorme com a identificação destes.

Geralmente numa organização quando é contabilizado o valor dos produtos e serviços, apenas se tem em conta o seu resultado final, dando-se pouca atenção a todos os processos utilizados a montante. Todos os processos internos para criar esse produto ou serviço final ficam na maioria das vezes nas mãos do fabricante (ou nas do prestador de serviços).

O levantamento preciso de todos os desperdícios ao longo do processo interno, leva à possibilidade de os eliminar e de tomar medidas para que no futuro não se implementem acções que não criem valor.

A identificação dos desperdícios, não implica que os mesmos sejam fáceis de eliminar. Todavia, se a empresa tiver a noção clara do que é desperdício, é meio caminho para conseguir mudar a mentalidade das pessoas envolvidas e procurar que tudo o que seja feito crie valor acrescentado.

Existem também actividades durante o processo produtivo que embora não possam ser eliminadas são necessárias. Nestes casos a organização deve unir esforços para que o seu impacto no valor final do produto ou serviço seja mínimo. Perante situações destas as empresas devem estudar a possibilidade da sua automação ou a realização em paralelo de valor acrescentado.

Após a identificação do desperdício, as organizações devem focar a atenção para a criação de valor. É importante criar um equilíbrio entre estas duas actividades. Numa fase inicial, o combate ao desperdício é fundamental, no entanto o empenho na criação de valor, se não for efectivo, a organização pode correr risco de atrofiar as próprias capacidades de expansão e desenvolvimento.

A criação de valor dentro da empresa pode ser vista por diferentes perspectivas, ou por diferentes canais. Poderá passar pela criação de novos produtos (ou serviços), implementação de novos processos e canais de distribuição. Compete pois a cada organização promover um processo de análise e de orientação neste sentido.

Capítulo 3

Soluções e *lean manufacturing*

O presente capítulo tem por objectivo, apresentar e definir a aplicação de ferramentas e técnicas utilizadas em *lean manufacturing*. Algumas, necessitam de condições específicas para que possam ser implementadas, outras podem ser utilizadas independentemente do ambiente onde estejam a ser aplicadas. A ordem pela qual estão apresentadas não refere a maior ou menor importância das mesmas, pois todas dependem do objectivo com que são aplicadas e da relevância que esses ganhos têm na organização.

3.1 Melhoria contínua - Kaizen

O termo Kaizen, definido pelo Glossário de Termos, (Pinto *et al*, 2007), tem origem japonesa (“Kai” mudança, melhorar e “Zen” bom, virtude), significa melhoria continua. Kaizen, é uma filosofia em que as iniciativas da organização estão alinhadas com os objectivos de negócio para impulsionar o crescimento e melhoria constante.



Segundo Slack (Slack *et al*, 2008), todas as operações ainda que consideradas óptimas são passíveis de melhoria, incluindo acções ao nível de equipamentos ou processos. Considera-se melhoria contínua, a diminuição da diferença entre o estado actual e o estado desejado, ou ideal. A avaliação desta diferença deverá ser considerada como ponto de partida para a implementação de uma abordagem *Kaizen*, na organização.

Esta avaliação requer dois tipos de abordagens:

- 1) Avaliar o desempenho corrente de cada processo ou operação;
- 2) Definir uma meta de desempenho.

A avaliação de desempenho na organização requer uma decisão acerca de como e quais os aspectos que deverão ser medidos e quais as medidas detalhadas que devem ser usadas. *Balanced scorecard*, desenvolvido por Robert Kaplan e David Norton, (publicado na Havard

Business Review, 1993), é uma ferramenta estratégica utilizada numa organização que permite aferir de que forma a empresa segue uma estratégia. Esta avaliação é baseada em função de indicadores, financeiros, de operações, de clientes e fornecedores.

As metas de desempenho podem ser:

- Metas estratégicas, reflectindo objectivos estratégicos da organização;
- Metas de desempenho externo, relacionadas com operações externas;
- Metas absolutas, baseadas em limites teóricos de desempenho (como subida de cotação no mercado e aumento dos lucros);
- Metas históricas.

Tanto as inovações como as pequenas alterações de melhoria, integram-se numa filosofia Kaizen. As inovações focam-se nas mudanças drásticas, mais direccionadas para aumentos de desempenho, como as alterações profundas de reengenharia de um processo produtivo. As melhorias contínuas baseiam-se em “pequenas mas, nunca finitas” alterações que fazem parte das operações correntes (Slack et al, 2008).

Com frequência as empresas optam por definir ciclos de melhorias, envolvendo várias equipas de trabalho e etapas cíclicas de forma a garantir um empenho global de todos no processo.

A filosofia *kaizen*, ou melhoria contínua, deve fazer parte da cultura da organização. Um dos focos da direcção deve ser a preservação da ideia de melhorar, com o passar do tempo. Nenhuma resposta para um problema é considerada única e definitiva. Todas as acções implementadas devem ser consideradas válidas, de valor acrescentado. Todavia, deverá permanecer a ideia de que essa mesma melhoria pode, e deve ser melhorada.

“ ... *Kaizen*, é uma directriz cultural, um valor que determina um esforço de aprimoramento contínuo. O que nos remete á busca da perfeição, nunca atingida mas sempre desejada.” (Ferreira *et al*, 1997).

A abordagem *Kaizen* mais efectiva baseia-se numa cultura em que para todos os problemas identificados são implementadas soluções tão cedo quanto possível. É através da repetida identificação e resolução de problemas que o ciclo de melhoria contínua é implementado na organização. Este ciclo, idealizado por Shewhart e divulgado por W. E. Deming, “identifica onde e, muitas vezes, como a qualidade e a produtividade de um processo podem ter continuamente melhorias” (Drucker, 1992).

O ciclo PDCA, segundo a Comunidade Lean Thinking, (Pinto et al, 2007), descreve como devem ser efectuadas as mudanças numa organização. Não inclui apenas os passos de planear

e implementar a mudança ou melhoria, mas também o acto de verificar se as acções foram bem implementadas, de forma a ajustar ou planear algumas mudanças mais eficazes.

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

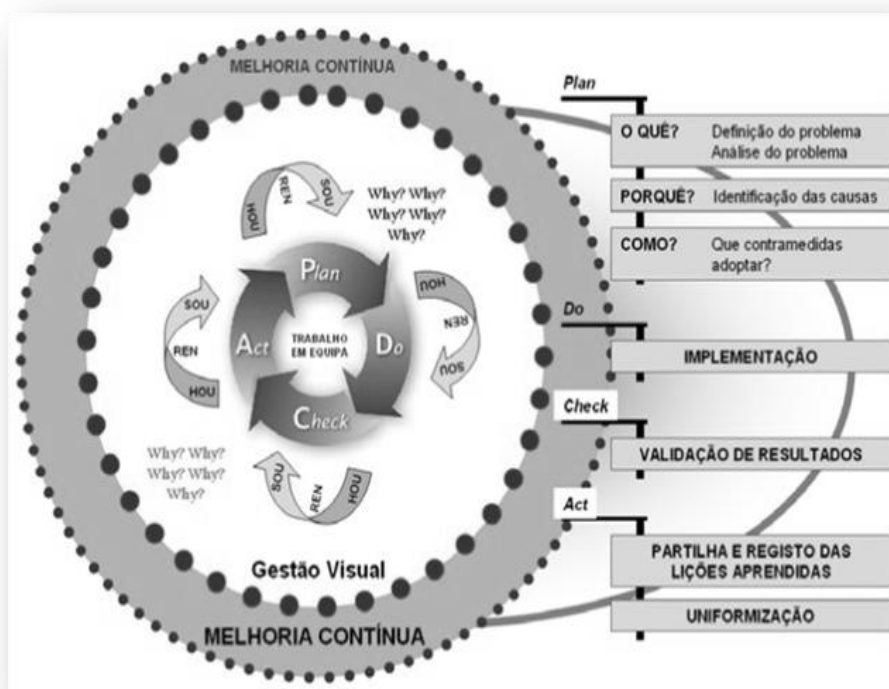


Figura 3.1: Ciclo de melhoria contínua PDCA (Fonte: Comunidade Lean Thinking, www.scribd.com)

Deming definiu um método cíclico, composto por quatro quadrantes interdependentes entre si, que geram um fluxo contínuo de melhorias (Filho, 2007). São eles:

- 1) *Plan* (=Planear) - Planeamento do processo da actividade

Nesta primeiro quadrante deverá ser definido o tempo entre a emissão de um pedido e a resposta ou atendimento a esse mesmo pedido. A organização deverá nesta fase, já ter

identificado o estado actual e o estado desejado. Estes ajudam a evidenciar as oportunidades de melhoria nas diversas formas de desperdícios presentes no estado da organização.

2) *Do* (=Fazer) - Execução do processo conforme planeado

Deve-se garantir que estão reunidas todas as condições para que a execução do pedido se efectue de acordo com o que foi planeado. Esta fase passa também por estabelecer metas de curto prazo e de médio prazo que ajudem a reduzir ou eliminar, o intervalo entre o estado actual e o estado ideal.

3) *Check* (=Verificar) - Verificação do processo

Nesta fase a organização deverá verificar se as metas propostas no planeamento da acção, foram cumpridas durante a execução do processo. Esta etapa de não só ajuda a garantir que os ganhos são realizados, como também se torna num passo fundamental para a criação de uma cultura de aprendizagem:

- O que foi bem feito?
- O que pode ser ainda melhorado?
- O que poderia ter sido feito melhor?

4) *Act* (=Agir) - Corrigir o que foi verificado

No último quadrante do ciclo a fase de análise de resultados, deverá detectar falhas e possíveis melhorias, definir acções correctivas para que o problema não volte a ocorrer. Este quarto quadrante, ligado ao primeiro, faz com que se inicie um novo ciclo, tornando-se este, num sistema de melhoria contínua.

Para identificar e definir oportunidades de melhoria contínua do estado actual deverá ser constituída uma equipa para observar e analisar o processo como um todo. Geralmente, a primeira iniciativa, ou o primeiro grande passo, é a implementação da normalização do processo e a extensão a toda a organização.

Masaki Imai, na sua obra, “Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success”, 1986, defende que não pode haver Kaizen sem normalização. A normalização é o ponto de partida para a melhoria contínua, (Liker *et al*, 2007, p. 118).

A normalização estabelece o método mais indicado para completar uma serie de tarefas, resultando num processo destinado a produzir níveis contínuos de qualidade, segurança e controlo dos custos de produção. Adicionalmente esta regularização, cria uma base sólida para o próximo nível de melhoria, facilita a identificação e posterior eliminação das causas raiz dos problemas quando estes ocorrem. Após implementada, o próximo passo é identificar

outras oportunidades de melhoria. Depois de efectuado o levantamento das próximas metas de melhoria, estas devem ser organizadas de forma a dar prioridade às de resolução rápida e que podem trazer um benefício imediato à organização.

A verdadeira equipa de melhoria contínua é a equipa que trabalha directamente com o processo. Num processo *kaizen*, tem de estar sempre presente uma cultura de melhoria. Para se adoptar hábitos de melhoria é necessário ter conhecimento do processo, perceber o porquê da mudança pretendida e ter vontade de o fazer, pois a melhoria contínua surge como um acto voluntário e não por ter sido imposta pela gestão de topo. Por fim, o colaborador deverá saber como fazer para que a melhoria aconteça (Pinto, 2009).



Fig. 3.2: A criação dos hábitos (adaptado de Covey, 1984) (Fonte:www.scribd.com)

João P. Pinto (2009) defende que a melhoria contínua assenta em três componentes:

- A primeira encoraja as pessoas a errar. Pode parecer estranho e incongruente, no entanto, é importante que quem participa de forma activa e voluntária não tenha medo de falhar. Errar não deve desmotivar mas sim, ser a razão para cada um perceber a causa do erro e evitar que o mesmo se repita;
- A segunda incentiva e recompensa os colaboradores a identificarem e repararem os erros, com base no princípio de que quem faz é quem melhor conhece o processo. Um gestor não terá o mesmo conhecimento acerca do funcionamento de um equipamento, como o operário que trabalha todos os dias com a máquina, nem este

terá as mesmas competências como alguém do sector de compras para resolver problemas de logística;

- Finalmente a terceira incute nos colaboradores a insatisfação constante pelo estado actual, levando estes a superarem-se constantemente e a identificarem formas para fazer sempre melhor.

A equipa precisa de confiar em si mesma para identificar oportunidades e implementá-las. Deverá ser dada particular atenção a iniciativas de pequena escala, que poderão produzir resultados significativos, ao envolvimento de todos os colaboradores da organização neste processo e à formação e divulgação destas acções de forma a fomentar o ambiente de melhoria contínua e excelência.

3.2 Trabalho normalizado

O trabalho normalizado, ou padronizado é definido como um método efectivo e organizado para produzir sem perdas. Documenta o melhor método conhecido para desempenhar um trabalho eficiente, seguro e que cumpra com os níveis de qualidade pretendidos. É a base para uma sequência de trabalho que após repetição, conduz a níveis elevados de segurança, qualidade e processamento (Ghinato, 1999). Uma organização que pratique a normalização ou standardização do trabalho, apoia a resolução de problemas e actividades de melhoria contínua para proporcionar acções mais eficazes e sustentáveis (Liker, 2007).

No quadro seguinte, Jeffrey K. Liker e Meier (2007), apresentam uma tabela com estratégias e ferramentas que promovem a normalização do trabalho.

Estratégias	Ferramentas Lean
<ul style="list-style-type: none">• Criar um método de trabalho repetitivo que se torne base para o kaizen;• Estabelecer expectativas bem definidas;• Desenvolver processos para garantir a coerência de todos os elementos de trabalho:<ul style="list-style-type: none">• Mão-de-obra;• Métodos de trabalho;• Materiais;• Equipamento e ferramentas.	<ul style="list-style-type: none">• Método operativo descritivo de processos e sequências produtivas;• Controlo visual;• Políticas e procedimentos;• Grelhas de verificação de processo;• Formação.

Tabela 3.1 - Estratégias e ferramentas para a standardização do trabalho (Fonte: adaptado de Liker *et al*, 2007, p. 123)

Para se conseguir um trabalho normalizado, o primeiro passo é desenvolver e elaborar um método descritivo, com todos os processos e operações envolvidas, do início ao fim do ciclo produtivo.

A aplicação do método operatório na prática, é a fase seguinte. Este deve ser seguido rigorosamente e de uma forma consistente pelos operadores, e acompanhado pelo responsável da área de trabalho e por quem o elaborou. Nesta fase, muitos problemas são revelados e devem ser corrigidos logo que detectados (tanto por parte dos operadores que não cumprem o método, como por parte de quem elaborou, que por algum motivo não o fez correctamente).

Finalmente é necessário avaliar com frequência o trabalho normalizado que está definido, implementando acções de melhoria no método actual ou definindo muitas vezes um outro método completamente diferente. Todas as mudanças deverão ser novamente validadas na prática e auditadas, até que se obtenha uma normalização válida do que deve ser e como deve ser efectuado o trabalho.

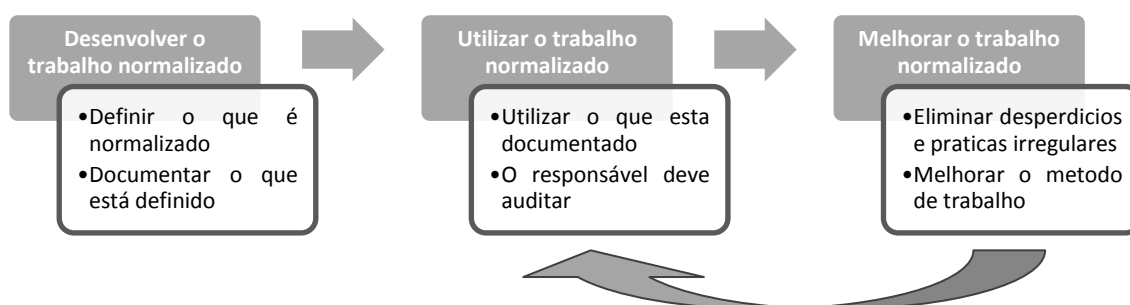


Fig. 3.3- Fases de um processo de trabalho normalizado

Shigeo Shingo (2005), salienta que com a normalização dos processos, o desperdício é eliminado nas mais simples atitudes diárias, modificando a posição dos equipamentos, analisando alternativas de transporte e abastecimento, aperfeiçoando ferramentas... ou seja, é otimizando a combinação de pessoas, materiais e equipamentos que se obtêm a normalização dos processos.

A uniformização de processos de trabalho é um dos aspectos mais negligenciados pelas organizações, uma vez que a documentação de métodos operatórios e procedimentos de trabalho é demorada e vista por alguns gestores como perdas de tempo. Todavia, o seguimento destes, por parte dos colaboradores conduz a boas práticas e contribui para a melhoria contínua, Pinto (2009).

As vantagens são muitas e destacam-se as seguintes (Liker *et al*, 2007), Shingo (2005):

- Fornece uma base segura para a melhoria contínua;
- Melhora a ergonomia nos postos de trabalho e aumenta a segurança para os trabalhadores;
- Melhorar a qualidade dos produtos e serviço;
- Aumenta a efectividade na resolução de problemas;
- Reduz as variações e oscilações da produção;
- Elimina o desperdício em práticas irregulares e variáveis;
- Melhora o aproveitamento dos recursos (mão-de-obra e equipamentos);
- É uma ferramenta indicadora do que é normal ou anormal.

3.2.1 Elementos de Trabalho Normalizado

Para Shing (2005) os elementos fundamentais do trabalho normalizado são os seguintes:

- 1) Takt-time;
- 2) Sequência de operações;
- 3) Inventário padronizado do processo.

1) Takt-time

Tack-time (TT) é o tempo durante o qual, o produto necessita ser produzido para satisfazer a procura do cliente, ou seja, “é o tempo alocado para fazer uma peça ou unidade”, Shing (2005). Este termo tem origem na língua alemã, onde “tack” significa compasso, ritmo e é considerado “a pulsação” de qualquer sistema lean, ou seja é o grau de necessidade do cliente dividido pelo tempo disponível para produção.

O *takt-time* é medido em unidade de tempo (normalmente utilizam-se as minutos e segundos). O exemplo seguinte mostra de forma clara como se calcula o *tack-time* (este exemplo foi adaptado de Torrents *et al*(2004)):

Supondo uma empresa com uma procura de 30.000 unidades por mês, que labora num turno de 8 horas diárias. Considerando um mês com 20 dias úteis, em que as pausas contratuais por período laboral são de 15%, sem descansos adicionais, tem-se:

$$\text{Produção diária} = 30.000 / 20 = 1.500 \text{ unidades/dia}$$

$$\text{Tempo produtivo} = 8 * 3600 * (1 - 0,15) = 24.480s$$

Logo,

$$\text{Tack-time} = 24.480 / 1.500 = 16,32 \text{ s/unidade}$$

Produzir ao um ritmo igual ao *takt-time* é o desejado. Todavia, considerando que durante o processo se produzem peças defeituosas, ou tempos mortos de produção, normalmente as empresas definem um menor tempo de produção por peça para garantir e colmatar estes desvios.

Estas decisões em cada empresa têm sempre um custo associado. Cabe a cada organização identificar e eliminar a origem destes desvios para que o sistema possa ser redefinido e funcionar com um ritmo igual ao *tack-time*.

2) Sequência de trabalho

A sequência de trabalho ou sequência de operações define a ordem pela qual um operador processa os diferentes elementos. Esta definição não deve ser confundida com a sequência dos processos pelos quais os produtos passam até se tornarem produto acabado, Shingo (2005). Numa sequência de trabalho, cada elemento é uma tarefa composta por vários movimentos.

A fig.3.4 mostra a relação entre trabalho, elemento e sequência de trabalho.

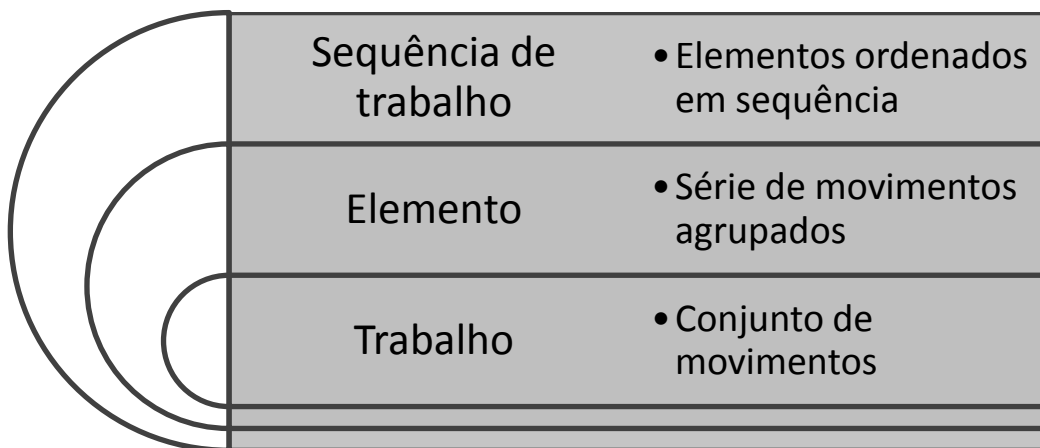


Fig. 3.4 - Relação entre sequência, elemento e trabalho

Existem aspectos importantes que devem ser considerados, quando se definem os elementos de trabalho:

- Os elementos de trabalho devem ser transferíveis. Um elemento de trabalho deve incluir todos os movimentos necessários para começar e terminar uma tarefa. Esta característica faz com que em caso de necessidade seja fácil transferir um elemento de trabalho para outro operador em caso de balanceamento do posto de trabalho.
- A duração de um elemento de um posto de trabalho é importante. Se a duração é muito curta, a medição de tempo do ciclo torna-se difícil. Se por outro lado é muito comprida, a transferência de elementos entre operadores torna-se muito complicada.
- Definir com exactidão onde começa e termina um elemento. Para medir claramente um elemento é necessário que não reste nenhuma dúvida para quem analisa o posto de trabalho onde começa e termina o elemento. Estes devem ser definidos, sempre que possível por sinais visuais ou sonoros.
- Localização geográfica. Definir um elemento de trabalho para que este ocorra dentro da mesma localização geográfica ou seja, os movimentos que são separados por deslocamento não devem ser parte do mesmo elemento.
- Não definir caminhar/deslocar como um elemento. Caminhar não é um elemento de trabalho. O deslocamento quer do operador, quer de material normalmente separa dois elementos de trabalho. Nos casos em que para a realização do elemento de trabalho seja necessário existir movimento (como o caso de aplicação de cera num pavimento), este não é descrito como caminhar, mas caminhar é parte do processo.

Quando se define uma sequência de trabalho, é muito importante organizar o espaço onde se desenvolverá todos os movimentos humanos, para criar uma eficiente sequência de produção. Esta atenção dada ao operador é importante, na medida em que promove uma sequência que ajuda á produção eficiente de produtos de qualidade e de alguma maneira reduz a sobrecarga para minimizar o risco de lesões.

Ao definir-se a sequência de trabalho dos diversos elementos deve-se eliminar ou reduzir ao mínimo, o trabalho de valor não acrescentado, como deslocamentos e movimentação de materiais e estes devem ser ordenados de forma a garantir a verificação da qualidade do elemento anterior pelo elemento seguinte. Devem também ser evitados os elementos que dificultem o trabalho dos operadores de forma contínua. Manter um ambiente estável, é um pré-requisito para que o operador tenha a capacidade de repetição dos elementos ao longo do dia.

3) Inventário padrão do processo

O inventário entre processos define-se como a quantidade mínima necessária de peças em fabrico, existente entre dois processos, para manter um fluxo contínuo. Elimina-se desta forma a necessidade do operador ou de uma máquina esperar pela próxima peça a entrar no fluxo produtivo. Esta quantidade inclui também peças que estejam em máquinas ou outros equipamentos (Shing, 2005).

A existência deste tipo de inventário em processo justifica-se quando (Pascual *et al*, 1999) :

- Um processo automático decorre independente do trabalho manual do operador;
- Existe uma transferência de peças em processo entre operadores
- O fluxo produtivo da sequência de trabalho ocorre em sentido oposto ao do fluxo produtivo
- Existe tempo de transição entre processo e produtos diferentes

Quando um operador está a carregar ou descarregar uma máquina automática, o trabalho faz-se mais eficientemente quando existe um stock em processo. Desta forma o operador pode deixar a máquina enquanto esta opera o seu ciclo. Quando, durante o processo produtivo é necessário passar de um operador para outro, peças em processo, torna-se vantajoso a existência de um stock padrão intermédio nos pontos de transferência. Elimina-se assim a necessidade do operador esperar que, o operador seguinte e o anterior terminem as tarefas em curso. No entanto é preciso definir, e fazer com que se cumpra o número de peças no inventário intermédio, para evitar sobre-produção.

3.3 Pull System & Kanban

Nos capítulos anteriores, o conceito de valor tem sido evidenciado, por traduzir o ajuste entre necessidades dos consumidores e oferta de mercado (quer em serviços, quer em produtos). Este capítulo especificará como deve ser feita essa transmissão de valor durante o processo, minimizando, ou sempre que possível, eliminando todas as formas de desperdício envolvente.

No sistema produtivo tradicional, as ordens produtivas são elaboradas com base na capacidade máxima, da célula ou área de trabalho, ou seja, cada processo produz tudo quanto a capacidade produtiva assim o permitir. Logo que terminado um lote, este deve ser empurrado até ao processo seguinte e assim sucessivamente. Tudo o que é produzido é vendido “possivelmente” num futuro próximo (Dias, 1995) e (Berry *et al*, 2006). Este processo tem o nome de *Push System*, ou produção empurrada.

No livro *Gestão*, Taiichi Ohno, refere que é do senso comum que manter a área produtiva sempre ocupada e sem parar é o objectivo principal da empresa. É precisamente aqui, que tem origem, um dos maiores e mais frequentes desperdícios de uma organização. Se oferecermos ao mercado um produto que este não necessita, haverá desperdício em stock, em matéria-prima tempo utilizado inadequadamente e espera do cliente pelo produto que realmente irá satisfazer as suas necessidades.

Com o sistema puxado, *Pull System*, cria-se um processo contínuo que dá resposta ao que o cliente necessita, quando necessita e como necessita.

Lluís C. Arbós (Junho 2008), presidente do *Instituto Lean Management*, refere que quando se trabalha com um fluxo contínuo, estável e ininterrupto, se eliminam problemas ao nível de:

- Sobre-produção: Evitar produzir grandes lotes;
- Stocks: Acumular de stocks entre operações e no final;
- Tempo de espera entre operações;
- Transporte e deslocamento de materiais desnecessário;
- Problemas de qualidade: Pequenos lotes são sempre mais simples de controlar;
- Desperdício de recursos (materiais e humanos).

Há três elementos fundamentais que segundo Liker (2006) diferenciam o Pull System (sistema puxado - base do JIT) do Push System (sistema empurrado - tradicional):

- 1) Definido: É acordado entre cliente e fornecedor (volume, mix e sequência de produção);
- 2) Dedicado: Itens compartilhados entre cliente e fornecedor (recursos humanos e materiais, tempos de referência, armazéns...) devem ser exclusivos;
- 3) Controlado: Métodos de controlo do processo devem ser visuais, fisicamente restritivos e fáceis de perceber.

Num sistema Push, de produção empurrada, não existe qualquer acordo entre o que é produzido, como, quando e com quem.

O sistema Pull, é um sistema de produção que funciona sem stocks intermédios, apenas existe o mínimo para garantir um fluxo contínuo. A produção é puxada, cada posto processa de acordo com uma ordem fornecida pelo posto seguinte, conforme as suas necessidades. Quem inicia todo o processo é o último posto, que pede ao anterior e assim sucessivamente até ao primeiro posto do processo.

O exemplo seguinte mostra o funcionamento e criação de um fluxo unitário de peças, onde a operação A fornece peças á operação B e esta por sua vez fornece a operação C.

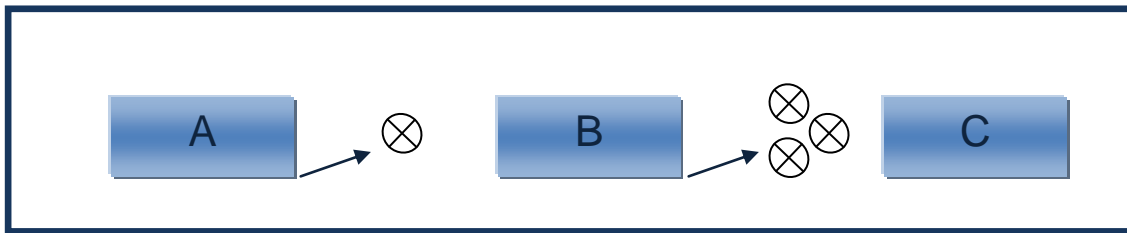


Fig. 3.5 - Fluxo não definido (adaptado Liker, 2006)

O fluxo analisado visualmente está de acordo com o especificado e definido pelas condições do Pull System?

Vejamos se se verificam os três critérios:

- ✓ Qual o acordo definido entre cliente e fornecedor? E qual a especificidade?
 - Fornecer lotes unitários;
- ✓ Quando é fornecida a peça?
 - Quando a operação seguinte retira apanha a peça anterior.

Analisando o esquema da unidade de trabalho, verifica-se que o acordo não está a ser cumprido entre as operações B e C, visto ter-se acordado o fornecimento de peças unitárias e visualmente não é isso que acontece.

Como resolver o problema, para que os critérios do fluxo sejam cumpridos?

É necessário criar uma estrutura que impeça que sejam colocadas mais que uma peça entre operações:

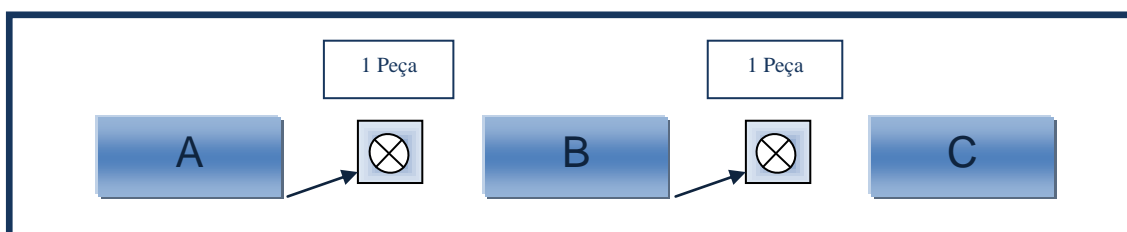


Fig. 3.6 - Fluxo unitário de peças visualmente definido (adaptado Liker, 2006)

Adicionalmente poderá também ser colocada uma marcação visual na estrutura onde a peça é colocada, mas sempre acompanhada de uma sinalização suspensa para esclarecer o significado da marcação.

Quando o processo é implementado, estabelecem-se regras e os problemas são facilmente detectados visualmente. Na ocorrência de desvios é muito frequente a organização culpabilizar os operadores argumentando que *“eles sabem o que têm que fazer, não podemos fazer com que eles o façam”*, (Liker, 2006, p.105). Para este autor, as causas para o não cumprimento do fluxo por parte dos operadores deve-se sobretudo a 3 razões:

- Desbalanceamento de tempos de ciclo - É comum que em processos onde existe tempo extra, a pessoa provoque desvios de sobreprodução;
- Paragens e atrasos no processo, por motivos alheios ao processo (abastecimento, paragens de equipamento, correcção de defeitos, ...);
- Outras questões, como trabalharem antecipadamente para compensar saídas ou mudanças de equipamento que ocorrerão durante o dia.

Em situações de fluxos mais complexos, onde são produzidos vários modelos nas mesmas células de trabalho, o Pull System funciona com o mesmo princípio e acordo entre cliente e fornecedor, embora o lay-out sofra pequenas alterações ou variações.

Este exemplo de Liker (2006, p. 107) mostra um lay-out possível de uma célula produtiva que produz segundo uma sequência, vários modelos diferentes. Esta célula de trabalho, tem de ser flexível, capaz de produzir cada modelo por sua vez e a qualquer momento.

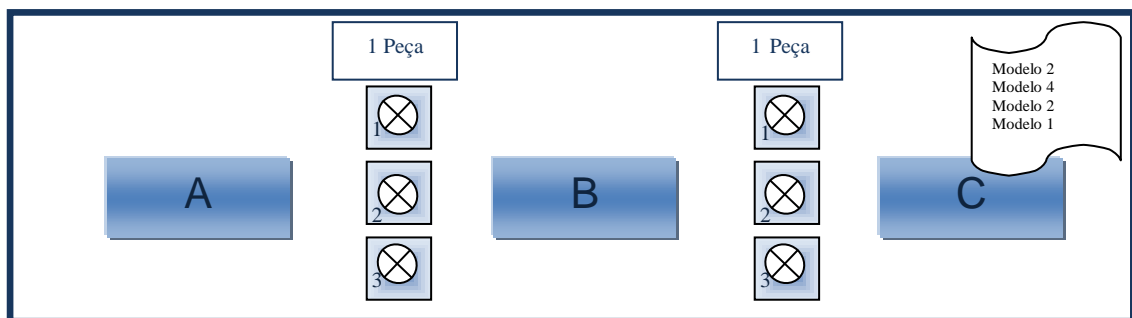


Fig. 3.7: Lay-out de célula de trabalho com fluxo unitário para diferentes modelos de produtos (adaptado Liker, 2006)

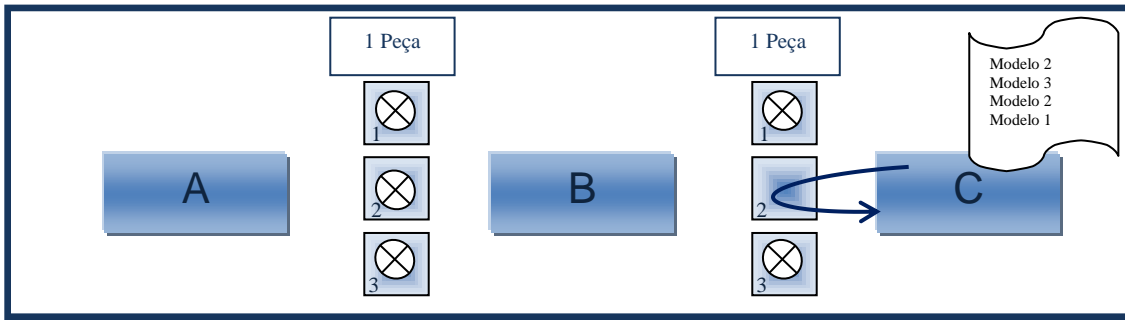


Fig. 3.8 - Lay-out de célula de trabalho com sistema puxado pela operação C, na produção do modelo 2 - 1ª Fase (adaptado Liker, 2006)

Seguindo o exemplo da programação da célula, a operação C deve produzir o modelo 2. Para isso deve retirar a única peça colocada nessa localização (entre a operação B e a operação C).

A retirada da peça, funciona como sinal para a operação B substituir a peça que foi retirada. Esta deve então retirar a peça modelo 2 colocada entre a operação A e a operação B, e no final esta deve ser colocada entre a operação B e a operação C, como se mostra na figura seguinte:

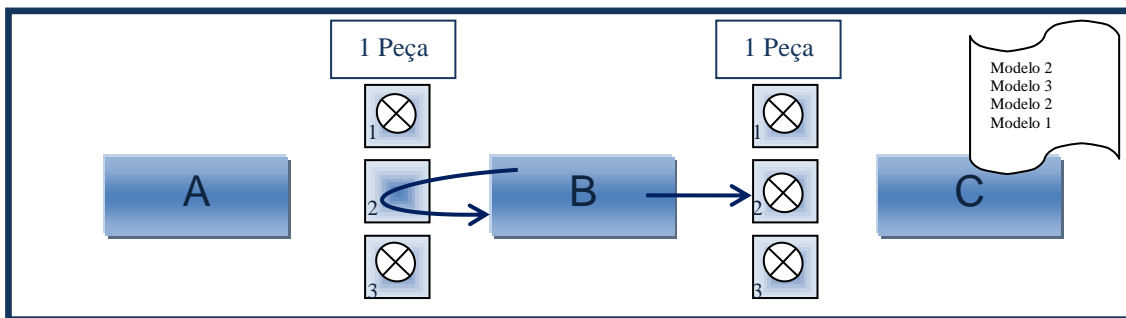


Fig. 3.9 - Lay-out de célula de trabalho com sistema puxado pela operação C, na produção do modelo 2 - 2ª Fase (adaptado Liker, 2006)

Apesar de se tratar de um exemplo simples, as três condições para que exista um sistema Pull, são ilustradas visualmente.

Um sistema pull tem como principal vantagem ser um sistema muito flexível, o que permite responder rapidamente às variações da procura de mercado. Liker (Liker, 2006), refere ainda,

que muitas das críticas levantadas a estes sistemas, prendem-se com o facto, deste não ser viável num ambiente de grande variedade produtiva. Todavia, a única alteração que a organização terá de fazer é dar a *instrução o que tem de fazer a seguir*, não á operação C, mas sim á operação A, que seguirá a sequência planeada.

Depois da operação A finalizar a peça, passa-a á operação B, e esta fará da mesma forma até a finalizar e entregar á operação C. Desta forma o trabalho flui pelas operações seguintes. A este sistema dá-se o nome de “fluxo sequencial” ou “sistema puxado sequencial”, (Liker, 2006).

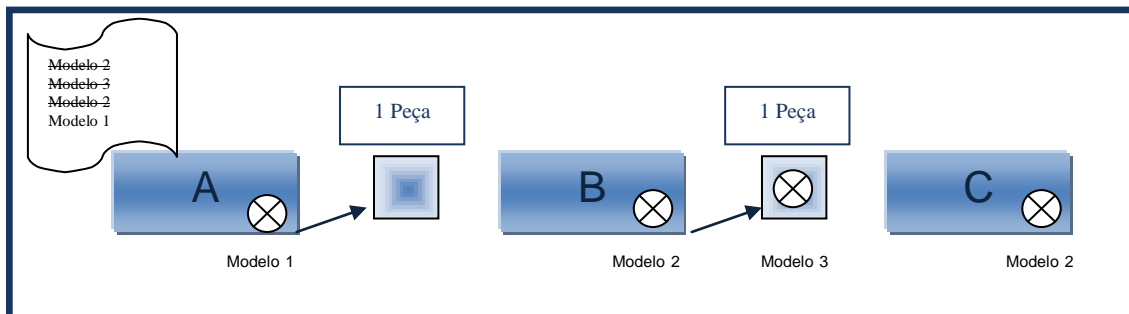


Fig. 3.10 - Lay-out de célula de trabalho para fluxo sequencial, alta variedade de produtos (adaptado Liker, 2006)

É comum o termo Pull System ou sistema puxado ser confundido com fluxo. Os dois estão relacionados, mas são conceitos distintos. O fluxo é o percurso que o material percorre e onde é transformado ao longo do processo produtivo e o sistema puxado define a forma como esse material é movimentado (Liker, 2006).

As regras do sistema puxado são da mesma forma respeitadas, pois nenhuma operação produz se não houver um espaço vazio que sirva de autorização de produção, ou seja, a operação A, que inicia o processo de acordo com o que está programado, não inicia a produção se o espaço do cliente estiver ocupado.

“A regra estabelece que uma operação pode finalizar a peça em processo se o espaço do cliente estiver preenchido, mas não pode poderá passar a peça para aquele espaço. A peça permanecerá na estação de trabalho.” (Liker, 2006, p.109).

No exemplo apresentado, se o operador B finalizar antes do operador C, o operador deve manter a peça na estação B e esperar pelo sinal (espaço vazio) da operação C para abastecer esta e retirar a peça seguinte da estação A.

A maior exigência deste tipo de fluxo é o equilíbrio do *lead time* no *mix* de produtos dentro da mesma célula de trabalho e a capacidade produtiva que cada operador deve ter para responder, produzindo qualquer modelo em qualquer instante. Todavia, cabe à organização a análise de cada caso que poderá passar pela criação de sub-operações para melhorar a resposta de uma ou mais operações durante o processo produtivo. Neste exemplo e para garantir que nenhuma peça altera a ordem pré definida, a organização deverá garantir o sistema FIFO (*fist-in-first-out*) entre operações.

Também no fluxo sequencial os três elementos necessários para o sistema se verificam.

- ✓ Existe acordo definido entre operações?

Sim. Ainda se trata de um fluxo unitário.

- ✓ Os meios são dedicados?

Sim. Os espaços são exclusivos (existe espaço para uma única peça).

- ✓ Existem meios que possam controlar o processo visualmente?

Sim. Tal como no exemplo anterior, o processo é controlado visualmente.

Nestes exemplos as operações são interdependentes, ou seja, ao ocorrer um problema numa estação, este afecta de imediato as restantes, tanto a jusante como a montante. É desejável que a estabilidade produtiva se mantenha, e que perante a ocorrência de ruídos, estes sejam rapidamente corrigidos.

O sucesso da implementação do sistema é dependente em grande parte da estabilidade ou variação que existe no sistema.

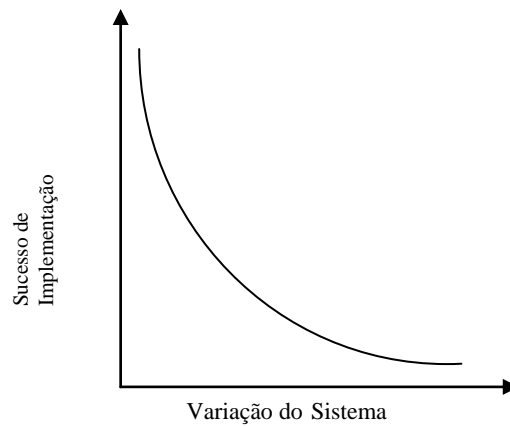


Fig. 3.11: Sucesso de Implementação do Sistema Pull vs Variação do sistema

A instabilidade no sistema deve-se frequentemente à variação da procura, que cria instabilidade no processo. Todavia, esta pode ser minimizada através de processos de nivelamento. O processo de nivelamento é um pré-requisito para a implementação correcta de um sistema Pull. A variação não impede a execução do sistema Pull numa área ou célula de trabalho, apenas o torna mais complexo.

Shingo (1983), Ohno (1997) e Monden (1994) defendem que uma correcta implementação pode superar muitos problemas organizacionais:

- Estabelece um método estandardizado, simples de controlar e equilibra o fluxo produtivo (tanto a nível de recursos humanos como materiais);
- Fornece rapidamente um controlo da qualidade produtiva e do transporte de materiais;
- Apoio à passagem de lotes grandes para lotes mais reduzidos;
- Elimina-se desperdícios de manuseamento, armazenamento, controle, obsolescência, reparação, equipamentos, stock em excesso e escassez;
- Apenas se abastece o que é consumido;
- Apoio à melhoria continua;
- Redução do tempo total do processo (do início ao fim).

A ordem da movimentação do sistema Pull é dada pelo *Kanban*. *Kanban* é um termo de origem japonesa que significa quadro de aviso, ou cartão de aviso. É uma ferramenta utilizada nos sistemas puxados que funciona como método de comunicação, ou seja, indica que “*estou pronto para mais*”, (Liker, 2006).

Os *kanban* são utilizados para movimentar materiais e informação (ordens de produção). O sistema *kanban* para além de controlar as operações, disciplina o sistema Pull.

De acordo com João P. Pinto, no artigo “Toyota Production System” e Moden (1994), existem dois tipos de *kanban*:

- *Kanban de produção (production ordering kanban ou in process kanban)* - O *kanban* funciona como ordem de produção e a sua movimentação é a única ordem para produzir;
- *Kanban de transporte (withdrawal kanban também chamado de kanban de retirada)* - Autoriza a movimentação de material de um lado para o outro.

A figura seguinte mostra o exemplo de dois cartões *kanban*:



Fig. 3.12 - Os dois tipos de cartão *kanban* (Fonte: TPS - a filosofia de um vencedor, João Paulo Pinto, Comunidade Lean Thinking)

A imagem mostra o conteúdo dos cartões *kanban* de produção e de transporte. O segundo cartão, normalmente contém as mesmas informações que o *kanban* de produção com as indicações de origem e destino do material. Nenhuma actividade de produção ou de movimentação pode ser efectuada sem um *kanban*.

Oishi (1995) determina alguns procedimentos para o correcto funcionamento dos *Kanban*, apresentados seguidamente.

3.3.1 Kanban de produção

Como referido anteriormente, o kanban de produção autoriza a fabricação ou a montagem de componentes ou produtos acabados a pedido do próximo ponto de utilização.

Existem três tipos de sistemas utilizados frequentemente em sistemas de produção puxada:

- 1) Cartão (cartão kanban);
- 2) Sequencia puxada;
- 3) Troca de recipiente (contentor).

3.3.1.1 Cartão kanban

Este é um sistema que utiliza cartões como autorização para produzir peças. A utilização destes cartões é válida quando se produzem peças em sequência e na quantidade exacta que é consumida.

Funcionamento:

- 1) Assim que uma caixa, ou uma peça é utilizada, o cartão é removido do recipiente e é colocado numa caixa, própria para o efeito, ou noutra local designado;
- 2) Com uma frequência pré-determinada, os cartões são removidos para o abastecimento e organizados por sequência;
- 3) Usando o primeiro cartão da sequência, o operador do processo produz o número de peças especificado na quantidade designada no cartão (o lote também pode ser unitário);
- 4) Após a conclusão da produção da quantidade de peças especificadas no cartão, este é colocado no juntamente com as peças no recipiente respectivo;
- 5) O recipiente é colocado novamente no local de abastecimento (vulgarmente chamado de supermercado). Completa-se desta forma o ciclo.

Vantagens:

- Avaliação e controlo visual da produção;
- Controlo do stock;
- Facilita a ligação entre o processo de produção e o processo de abastecimento;
- Adapta-se a uma produção de vários modelos na mesma área ou célula de trabalho;

Desvantagens:

- Manutenção de cartões (cartões perdidos, danificados, em alterações do número, de peças, da localização... é necessário alterar todos os cartões);
- O aumento do stock intermédio é obrigatório.

3.3.1.2 Sequencia *pull*

É um sistema que funciona num quadro sequencial, que tem por base uma quantidade definida de cartões com a mesma referência e que altera segundo as necessidades do processo.



Fig. 3.13 - Quadro Kanban 1 (Fonte www.isofex.com.br)

O quadro é constituído por tantas colunas quantas as referencias a serem fabricadas. Cada coluna possui três níveis assinalados normalmente por cores.

- Limite máximo: Indica o número máximo de cartões por referência;
- Limite verde (nível de reposição): Indica que a produção se deve iniciar;
- Limite amarelo (nível de alerta): Funciona como uma chamada de atenção para o utilizador produzir com alguma rapidez a referência em causa;
- Limite vermelho (nível de urgência): Atingido este nível a produção deve ser iniciada imediatamente, sob o risco de ruptura e paragem das operações seguintes.

Funcionamento:

- 1) Quando um recipiente com peças é retirado do supermercado, o cartão que o acompanha é retirado e colocado numa caixa designada, ou num local próprio para o efeito.
- 2) Com uma frequência pé estabelecida, os cartões são transferidos para um quadro e colocados nas ranhuras das respectivas frequências (do nível verde para o nível vermelho).



Fig. 3.14: Quadro kanban 2 (Fonte: www.isofex.com.br)

- 3) As peças ou modelos diferentes são produzidos em sequência, da esquerda para a direita, assumindo a quantidade definida no cartão de forma a atingir o nível verde.

O operador deve dar prioridade aos que estão no nível de urgência, depois ao nível de alerta e posteriormente ao nível de reposição normal, seguindo a sequência definida. Tal como acontece num outro sistema de cartão, em cada lote de peças que é produzido, é colocado um cartão kanban a acompanhar. Pode também acontecer, durante um determinado período, uma ou mais referências não estejam em produção. Neste caso, devem ser retirados todos os cartões em circulação para evitar produzir peças desnecessariamente.

- 4) O cartão juntamente com o lote é colocado novamente no supermercado e começa um novo ciclo.

Vantagens:

- Minimiza o tempo de transmissão de trocas visto que as mudanças de referência são minimizadas;

- Apoia a produção de lotes;
- Fornece um controlo visual para o usuário.

Desvantagens:

- Não é evidente o inventário existente por referência;
- Pode ter um tempo de reposição muito elevado;
- Manutenção dos cartões.

3.3.1.3 Troca de contentor (ou caixa)

É um sistema que utiliza um contentor, ou um carrinho vazio que é usado como sinal físico para autorizar a produção de material.

Funcionamento:

- 1) Quando um contentor de peças é consumido, percorre um ciclo de regresso á célula de trabalho e é colocado na sequência para a produção.
- 2) O usuário da célula de trabalho ao receber o carro, ou a caixa produz na sequência e quantidade correcta com base na informação que consta no recipiente.
- 3) Após a conclusão da produção especificada no cartão que consta no contentor, este é concluído, colocado no supermercado. Encerra-se assim este ciclo.

Vantagens:

- Elimina a necessidade de manutenção de cartões;
- Fácil de aplicar quando se trata apenas da produção de um modelo ou referencia;

Desvantagens:

- Pode ser difícil avaliar o estado da produção;
- A aplicação torna-se mais complicada quanto maior for a distância entre células de trabalho;
- Cada contentor deve ser dedicado a uma única referência;
- Informações do recipiente devem ser mantidas;
- Torna-se mais complexo se aumentar o número de peças;
- Não fornece o controlo adequado sobre a sequência e a quantidade do produto produzido.

Este processo devido às grandes variações do mercado e devido á incapacidade de se conseguir prever as variações deste, é o menos recomendado dos 3 analisados.

3.3.2 Kanban de transporte

O kanban de transporte, autoriza a movimentação de material, desde o armazenamento até ao ponto de uso.

Existem dois tipos de kanban para o efeito:

1. Cartão Pull
2. Mudança de contentor (ou caixa)

3.3.2.1 Cartão *pull*

É um sistema que utiliza a retirada de cartões para autorizar a circulação de peças ou materiais. É útil quando se utilizam várias referências e se gerem vários processos.

Funcionamento:

- 1) Quando um recipiente de peças é consumido pelo processo, o cartão *pull* é retirado do recipiente e colocado num local designado para o efeito (normalmente uma caixa);
- 2) Os cartões *pull* são recolhidos no local, em intervalos de tempo pré definidos;
- 3) A pessoa designada, usando as instruções fornecidas pelo cartão *pull*, recolhe as peças correspondentes no supermercado e coloca no respectivo recipiente.
- 4) As peças juntamente com o cartão *pull* de transporte, são repostas no ponto de consumo e o ciclo é fechado.

Vantagens:

- Fornece um controlo de stock periódico;
- Facilita a ligação entre o processo de abastecimento e o processo produtivo;
- É o sistema de movimentação de peças ou de retirada mais flexível;
- As rotas de entrega fornecem uma base fiável para a implementação do supermercado interno.

Desvantagens:

- Manutenção de cartões (cartões perdidos, deteriorados, quando altera o ponto de uso ou a quantidade do lote, também altera a informação dos cartões...)

3.3.2.2 Troca de contentor ou caixa

Este tipo de sistema utiliza um recipiente vazio como sinal físico de movimentação de material.

Funcionamento:

1. Quando um recipiente de peças é consumido, é retirado do ponto de uso e colocado num local designado para o efeito. Posteriormente é recolhido e reabastecido com o mesmo número de peças;
2. O recipiente cheio é entregue de seguida no local de uso.

Vantagens:

- Elimina a necessidade de movimentação de cartões *pull*;
- Fácil de utilizar com lotes de pequenas dimensões.

Desvantagens:

- Pode dificultar a visualização dos níveis de stock em fábrica;
- O abastecimento pode tornar-se mais complicado quando os processos estão mais distantes;
- Cada recipiente deve ser dedicado a uma referência exclusiva de peças;
- Se o número de peças por abastecimento aumentar pode causar transtornos no abastecimento.

De acordo com a filosofia da produção lean, um sistema deve sempre procurar trabalhar com lotes cada vez mais pequenos e com uma frequência de abastecimento cada vez maior, às células de trabalho.

A metodologia do kanban, visa a redução gradual do tamanho dos lotes e dos recipientes até um limite de lote unitário (uma peça). A organização que consegue implementar um sistema produtivo que funcione com lotes unitários consegue uma sincronização perfeita entre a produção, abastecimento e eliminação total do stock intermédio entre processo.

De acordo com João P. Pinto, no artigo *TPS - a filosofia de um vencedor*, o sistema kanban, torna visíveis, muito rapidamente os problemas do fluxo. Por esta razão, este passo deve ser um dos últimos a dar na implementação de um sistema lean. O autor refere ainda, que “ As tentativas de implementação deste sistema sem a devida preparação pode levar a situações complicadas do ponto de vista de gestão, provocando o descrédito das pessoas no sistema.”

3.4 SMED - *Single Minute Exchange of Dies*

As fontes de desperdício estão interligadas, eliminando uma fonte, podem-se eliminar ou reduzir, indirectamente outras. Uma das fontes, que sobrecarrega com mais custos uma organização é o inventário gerado por superprodução de produtos acabados ou peças em curso de fabrico.

Ao reduzirem-se as existências, muitos dos problemas do fluxo produtivo revelam-se e é este o momento exacto para a organização agir e resolver problemas que estavam encobertos pelo excesso de produtos (Lopez, 2007).

As formas para reduzir as existências num fluxo produtivo são diversas, mas a de maior impacto é a redução do tamanho dos lotes. Esta redução tem implícita uma redução do tempo de ajuste dos *setups*, também chamado de tempo de mudança de série, e na Toyota surgiu com o nome de SMED.

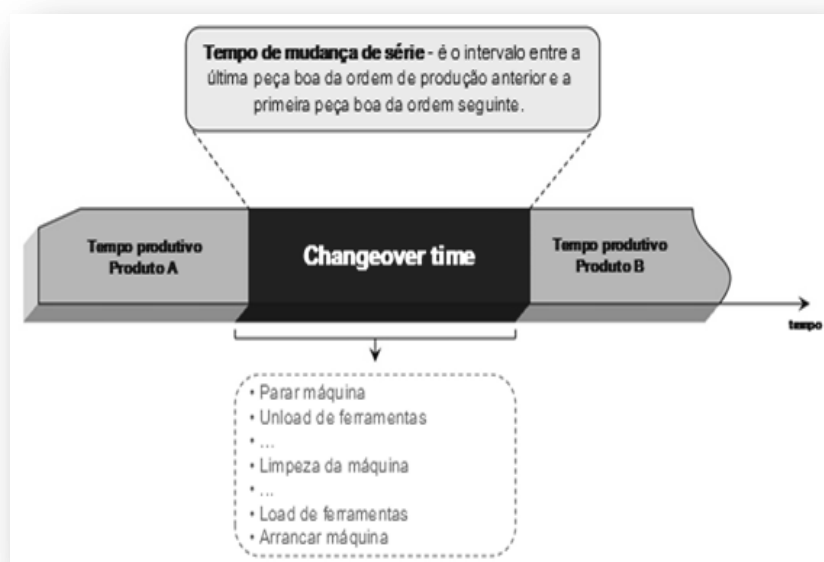


Fig. 3.15 - Representação se setup, ou tempo de mudança de serie (Fonte: www.scribd.com/doc/38463416/SMED-Training)

Esta metodologia, traduzida em *Troca de Ferramentas em Único Dígito*, foi desenvolvida por Shigeo Shingo, publicada em 1985 e tornou-se uma referência para reduções de tempos de mudanças em equipamentos, ferramentas, materiais ou configurações de lay-out, (Liker, 2007).

O livro “Just in Time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico”, (1993), os autores Irineu G. N: Giansesi e Henrique L. Corrêa, baseados no método de Shingo, sugerem que o tempo de preparação de uma máquina pode ser reduzido com ajuda de algumas “prescrições práticas”:

- Em primeiro lugar, deve-se documentar a forma como a preparação é realizada actualmente. Para tal, recomendam a gravação deste processo e uma posterior análise detalhada de todas as operações efectuadas;
- Deve-se separar, o que Shingo (1985) classifica como *setup* interno (conjunto de actividades realizadas com o equipamento parado) e *setup* externo (actividades realizadas com o equipamento em funcionamento);
- Converter todas as actividades de *setup* interno em *setup* externo, ou seja, durante um *setup*, é importante que todas as actividades envolvidas, passíveis de serem realizadas com o equipamento em funcionamento, o sejam, para evitar tempo de paragem desnecessário;
- Elaborar cuidadosamente, com base nas informações recolhidas, o processo de *setup* que irá ser implementado no equipamento futuramente;
- Modificar o equipamento de modo a permitir uma preparação fácil, e uma quantidade mínima de pequenos ajustes;
- Desenvolver formas para permitir a elaboração do *setup*, (na maior parte, ou se possível na totalidade), apenas por um operador;
- Utilizar o equipamento apenas para o fim a que se destina, não incluído outros processos que não lhe estejam atribuídos nem outros usos mais variados;
- Alocar por equipamento produtos semelhantes, que pelas características utilizem a mesma preparação ou exijam pequenas alterações na troca de um produto para o outro;
- Treinar o processo de *setup*. A prática deste processo é tão importante como a prática de processos para a redução dos tempos de execução das tarefas.

Estas fases, deverão ser revistas frequentemente e acções de melhoria contínua deverão ser implementadas, ou seja, deve-se voltar ao início do processo, e repetir todo o procedimento com vista a obter uma nova redução do *setup*.

As vantagens desta metodologia não se limitam, á redução do tempo de mudança entre series, mas possibilitam um maior número de mudanças no mesmo intervalo de tempo. Esta

implementação é fundamental para qualquer implementação lean numa organização, uma vez que a flexibilidade é imprescindível para a nivelamento da produção, (Feld, 2000).

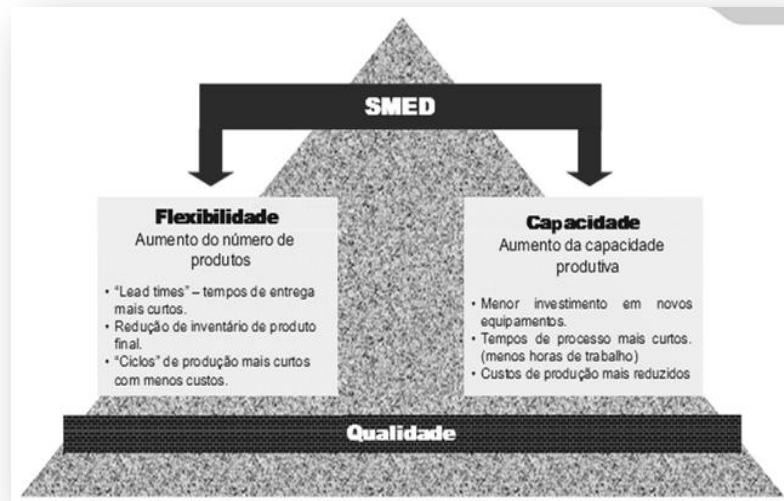


Fig. 3.16 - Vantagens da metodologia SMED (Fonte: www.scribd.com/doc/38463416/SMED-Training)

Com esta metodologia, um setup, poderá ser reduzido para menos de dois dígitos, ou seja, para menos de 10 minutos. Esta alteração fará com que o tempo entre series seja mínimo, possibilitando a redução do tamanho de lotes e aumentando a possibilidade de produzir um *mix* de produtos com recurso apenas a um equipamento (Feld, 2000).

3.5 Mapa de Fluxo de Valor - Value Stream Mapping (VSM)

O fluxo de valor, para os sistemas de produção, inclui todos os elementos (os de valor acrescentado e os que não adicionam valor), que ocorrem num determinado produto, desde o início (matéria-prima) até a chegada ao cliente (Modarress *et al*, 2005). As etapas que não acrescentam qualquer valor ao produto são consideradas desperdício e o objectivo é eliminá-las (como referido no capítulo 2), sendo necessário identificá-las previamente.

Cada operação durante o processo deve ser vista sob uma “perspectiva de fluxo de valor”, (Liker et al, 2007). Taiichi Ohno, enquanto responsável pela *Operation Management Consulting Division* da empresa Toyota, foi responsável pelo desenvolvimento de uma ferramenta que representasse visualmente o fluxo de material e o fluxo de informação como um sistema único e não como um somatório de processos individuais. A esta ferramenta, mais tarde, deu-se o nome de “Mapa de fluxo de valor” ou “Diagrama de Fluxo de Material e Informação”.

Segundo Mike Rother e Jonh Shook (1999), *value stream mapping (VSM)*, é uma ferramenta que utiliza diagramas e ajuda a perceber o fluxo desde o consumidor até ao fornecedor e “cuidadosamente desenhe uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Então formule um conjunto de questões chave e desenhe um mapa do “estado futuro” de como o valor deve fluir.”, (Rother e Shook, 1994, p.4). Este processo deve ser repetido várias vezes tornando o caminho cada vez mais simples para evidenciar todos os desperdícios envolventes. O VSM permite uma visualização clara dos processos de valor acrescentado e respectivos desperdícios associados, promovendo uma melhoria contínua e a evolução para a satisfação dos clientes.

Para a implementação e antes de se avançar para o desenho do fluxo, deve-se compreender as necessidades do cliente, ou seja, deve-se ter uma ideia clara do verdadeiro valor que o produto tem para o consumidor. Isso vai-se reflectir na actividade da organização, na definição do número de peças por dia/semana/mês, tamanho do lote, n.º de turnos produtivos, tipo de transporte....

O mapa do fluxo de material deve ser desenhado na parte de baixo do mapa, da esquerda para a direita. À medida que se percorre o fluxo poderão ser encontrados processos onde existe stock intermédio. É importante que sejam bem identificados para uma posterior análise.

O fluxo de informação é desenhado na parte superior do mapa, da direita para a esquerda. Aqui verifica-se como flui a informação em cada processo, ou seja, como cada um é informado acerca do que tem que fazer e quando fazer. Devem ser identificados todos os movimentos que não seguem o sistema Pull (Rother e Shook, 1999).

Para os mesmos autores, a elaboração do mapa de fluxo de valor deve seguir os passos seguintes:

1. Escolher uma família de produtos, constituída por um grupo de produtos idênticos, que possam ser produzidos com os mesmos meios e processos produtivos;
2. Desenhar o estado actual a partir da recolha prévia de informações no terreno e desenhar seguidamente o estado futuro. Durante esta fase, é normal que as ideias de

estado actual e estado futuro se sobreponham e os dois mapas sejam corrigidos várias vezes;

3. Elaborar um plano de trabalho sucinto que descreva como irá ser feita a transição para o estado futuro e implementá-lo logo que possível.

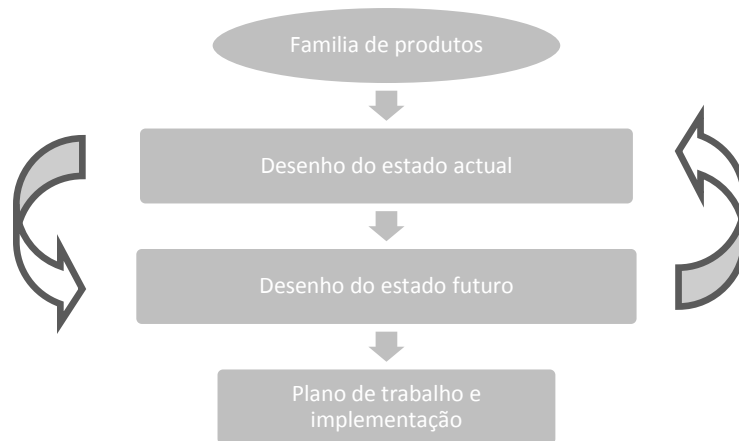


Fig. 3.17: Etapas iniciais do mapa de fluxo de valor (adaptado Rother e Shook, 1999, p. 9)

As figuras seguintes mostram alguns dos símbolos utilizados na elaboração de mapas de fluxo de valor, no entanto não há uma uniformização rígida podendo a organização optar por outros diferentes ou com ligeiras alterações.

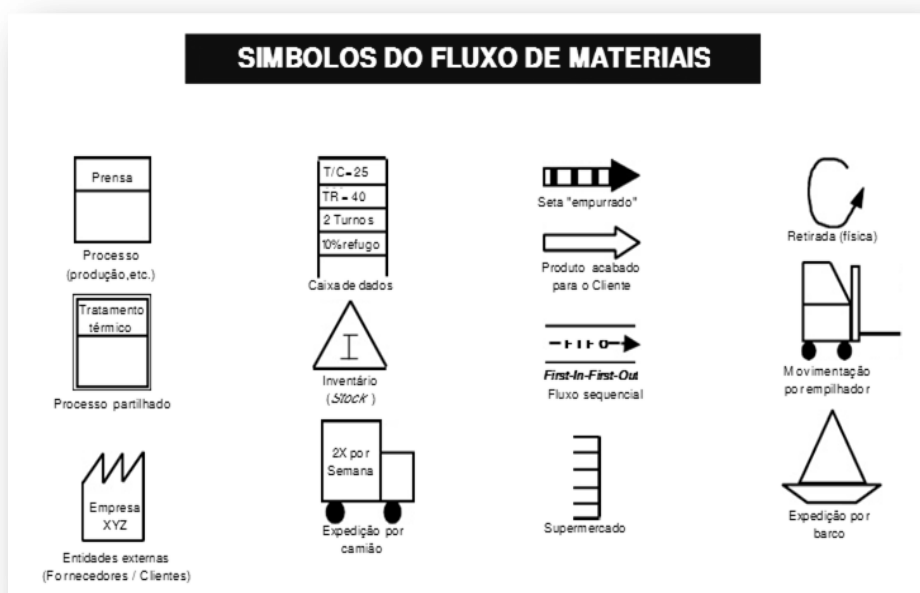


Fig. 3.18 - Símbolos do fluxo de materiais (Fonte: www.scribd.com)



Fig. 3.19 - Símbolos gerais e do fluxo de informação (Fonte: www.scribd.com)

Este modelo de formulário, fig. 23 é bastante prático, podendo ser utilizado para a elaboração do mapa de fluxo de valor em qualquer fase (estado actual, estado futuro e estado ideal). A coluna da direita, com os símbolos mais utilizados auxilia a elaboração e a interpretação do mesmo, para quem elabora e quem interpreta. No entanto, não existe nenhum formulário de VSM rígido para este fim, podendo ser utilizados vários tipos ou mesmo uma folha branca, desde que bem identificada e datada.

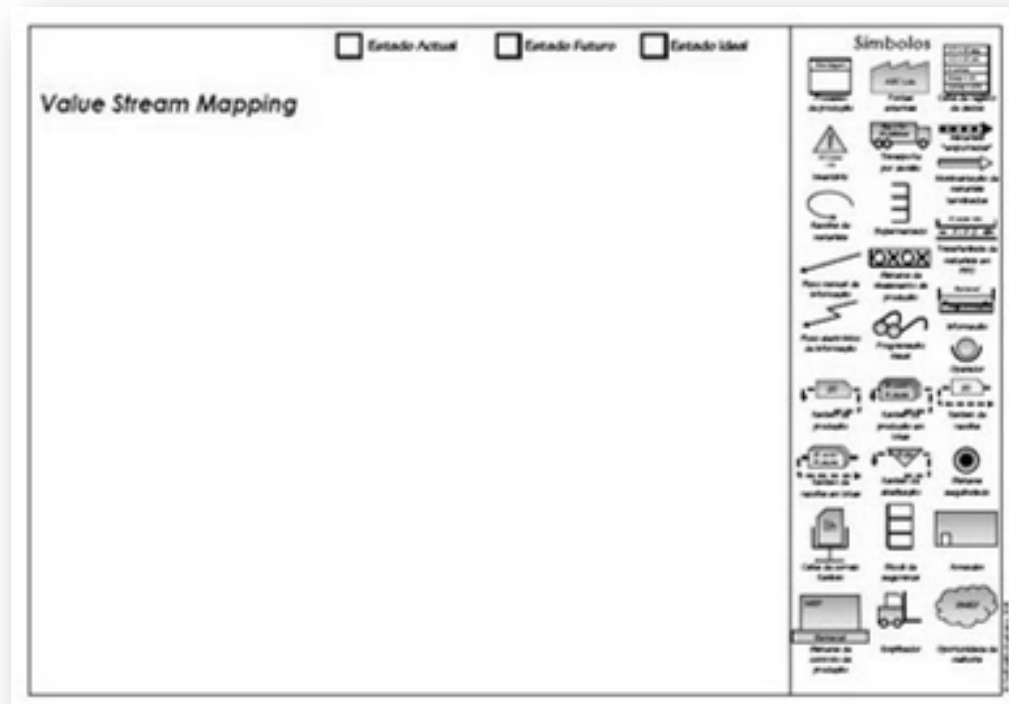


Fig. 3.20 - Exemplo de formulário V.S.M. - estado actual / estado futuro / estado ideal
(Fonte: engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com)

Jeffrey K. Liker e Meier David (2007) referem alguns pontos-chave que devem ser considerados por quem elabora mapas de fluxo de valor:

- O mapa de estado actual deve ser usado apenas para elaborar o mapa do estado futuro. É frequente que logo após a identificação de situações que não estão correctas, o primeiro impulso é sair para o terreno e tentar corrigir o problema no momento. No entanto esta situação não é desejável, pois não nos conduz ao verdadeiro fluxo;
- O mapa de fluxo de valor deve ser efectuado por alguém com formação e experiência em *lean*. A suposta simplicidade do desenho leva a que se acredite que por se tratar de um processo simples, qualquer pessoa consegue desenhar este fluxo. O mapa de estado actual, poderá ser elaborado por alguém menos experiente, mas quando se trata do mapa do estado futuro é obrigatório ser alguém que conheça realmente o objectivo do sistema lean e o que se está a desenhar.
- O objectivo do mapa é a acção final. É frequente, a fase do desenvolvimento do plano de acção e a implementação dessas mesmas acções serem deixadas para segundo plano, considerando que o principal é o desenho do mapa do estado futuro. O

objectivo é a implementação e não “a criação de papel de parede em forma de mapa de fluxo de valor”, (Liker et al, 2007, p.57);

- Não elaborar o mapa antes da hora - Todos os fluxos de valor são atingidos mais profundamente quando se elabora um mapa pormenorizado para uma família com o objectivo de agir logo de seguida. É preferível exercer esforço sobre uma família de especifica de produtos e implementar o plano de acções, para essa família individualmente do que ter o mapa completo de todas as áreas de forma inconsistente e irregular;
- A liderança deve ser da responsabilidade de alguém com poder administrativo na organização. O mapa do fluxo de valor pode ser visto apenas como uma ferramenta do sistema lean, no entanto, está implícita nele, uma mudança organizacional para que a mentalidade dos trabalhadores e a cultura da empresa criem mudanças positivas e realistas, sobre a nova abordagem do conceito de valor e se sintam motivados para a mudança. O objectivo deste mapa de fluxo é evitar a melhoria apenas em processos individuais, ou seja, a mudança deverá envolver toda a cadeia de valor. É por este motivo que o responsável deverá ser alguém com poder na hierarquia e na organização da empresa;
- Não planejar apenas - É necessário acompanhar e agir corrigindo ou melhorando o que foi implementado após o desenho do mapa de estado futuro. Todas as acções implementadas devem ser acompanhadas, vigiadas e auditadas, pois caso contrario depressa voltarão ao estado inicial. Quando atingido a maioria dos objectivos que foram planeados e implementados, torna-se necessário repensar novamente o estado actual e começar novamente a desenvolver um novo plano futuro, pois a melhoria é contínua e há sempre algo que se possa fazer para melhorar.

Um dos erros mais frequentes na elaboração do mapa de estado actual, é cometido pela equipa, ou pelo responsável pelo desenho, quando desenha o estado correcto e não a realidade do fluxo produtivo. Este é um procedimento que na maioria das vezes induz resultados catastróficos.

Nas figuras seguintes, são apresentados dois exemplos de mapa de fluxo do estado actual e fluxo do estado futuro de uma organização:

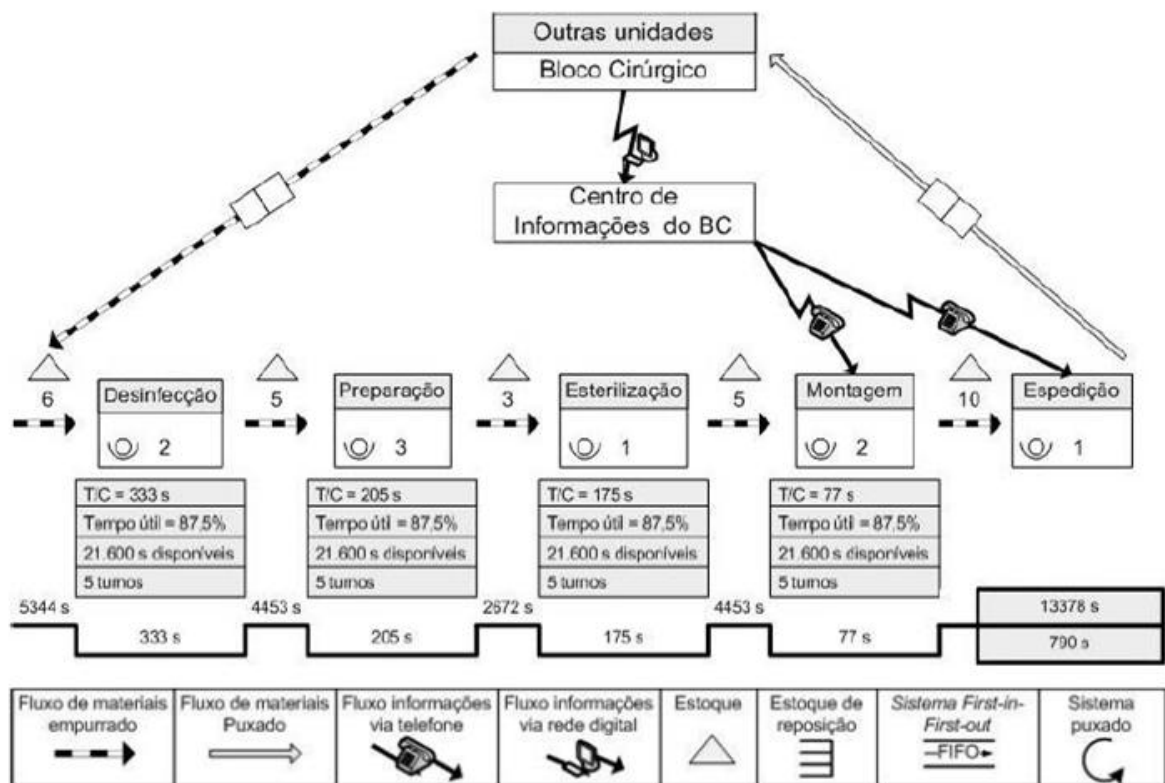


Fig. 3.21 - VSM do estado actual (Fonte: www.producao.ufrgs.br)

O VSM do estado actual ilustra situações bastante frequentes em organizações empurradas, ou seja que actuam em sistemas *Push* ou tradicionais.

Recorrendo às legendas dos símbolos utilizados, verifica-se que os pequenos triângulos, desenhados entre processos, representam stocks intermédios não definidos pelo fluxo (não está definida a quantidade exacta de peças em processo, nem está estabelecido um valor máximo e mínimo).

A informação e comunicação do que é planeado são feitas para dois centros distintos, e por via telefónica (sem suporte válido). A linha de tempo na parte inferior do mapa reflecte a comparação entre o tempo produtivo e tempos não produtivos durante o fluxo produtivo (13378'' vs 790'', ou seja apenas cerca de 17% do tempo é gasto em actividades que realmente acrescentam valor ao produto ou serviço).

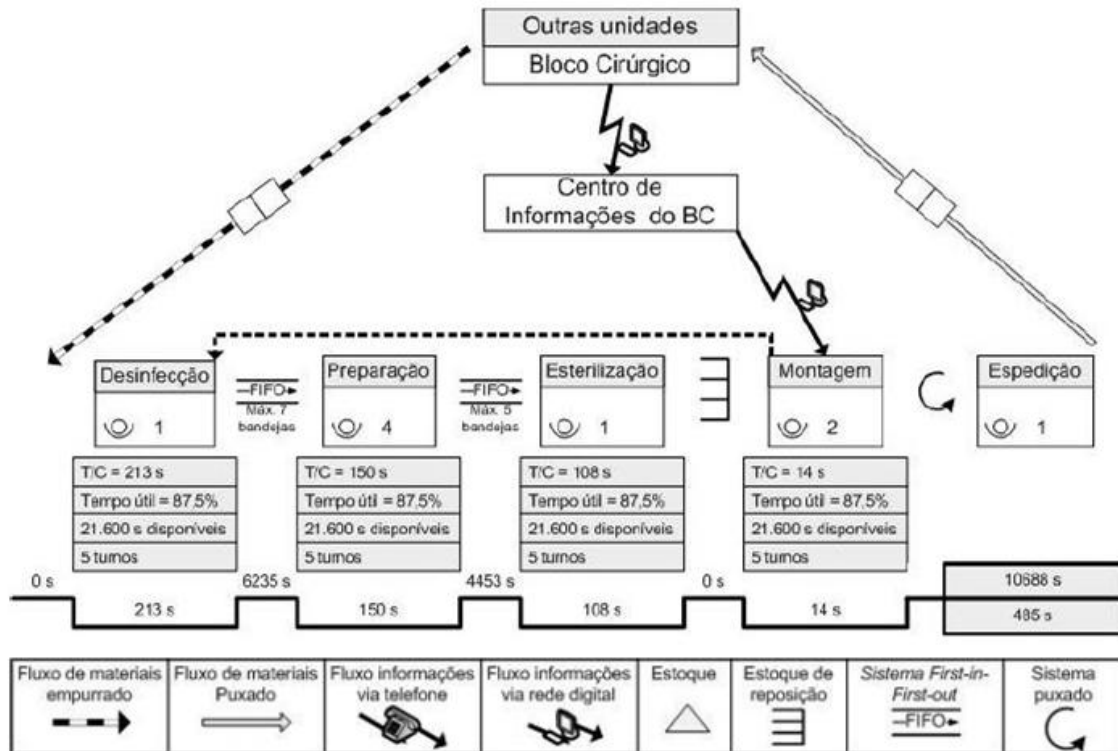


Fig. 3.22: VSM do estado futuro (Fonte: www.producao.ufrgs.br)

Comparando agora os dois mapas de fluxo, de estado actual e estado final, e de acordo com os autores deste artigo (Sanches *et al*, 2007), na construção deste último, optou-se por implementar um sistema Pull, ou puxado, de forma a otimizar o fluxo de materiais. Entre as etapas de desinfecção e esterilização, para reduzir os stocks intermédios entre dois processos, adoptou-se o sistema FIFO, limitando assim o número de peças entre processos. Entre o processo de esterilização e montagem criou-se um sistema de reposição onde a retirada de um recipiente provoca a reposição de um outro (implementação do sistema kanban), da responsabilidade do sistema de desinfecção. A criação do sistema *Pull* entre a montagem e a expedição avisa as etapas anteriores das respectivas necessidades das etapas seguintes, eliminando os stocks intermédios em excesso, entre estas operações. A reorganização do fluxo, levou a que se deslocasse um operador do processo de desinfecção para a preparação, para que os processos ficassem balanceados.

O quadro abaixo, mostra a variação de indicadores que existe entre os dois estados representados pelos mapas anteriores (MFVA, ou mapa de fluxo de valor actual e MFVF, ou mapa de fluxo de valor futuro).

	Conceitos	MFVA	MFVF	Variação
<i>Lead time</i>	Tempo desde o recebimento até á entrega ao cliente	3:56:02 s	3:06:00 s	-21,20%
Tempo de ciclo	Operação com maior tempo de produção	333 s	213 s	-36,04%
Tempo de agregação de valor	Tempo das actividades que agregam valor	790 s	485 s	-38,61%
Tempo sem agregação de valor	Tempos das actividades que não agregam valor	13.378 s	10.688 s	-20,11%

Tabela 3.2 - Quadro de variação de indicadores MFVA vs MFVF (Fonte: adaptado de www.producao.ufrgs.br)

Verifica-se que existiu uma redução:

- 21% do *lead time* de produção;
- 36% do tempo de ciclo;
- 40% do tempo em actividades produtivas;
- 20% do tempo em actividades não produtivas.

João P. Pinto (2008), refere que este processo é uma ferramenta óptima e um bom ponto de partida para organizações que querem iniciar uma caminhada *lean*:

- ✓ Permite uma visão global da cadeia de valor;
- ✓ Permite identificar as origens do desperdício ao longo da cadeia produtiva;
- ✓ Utiliza uma linguagem quase universal, por meio de símbolos;
- ✓ Fornece uma base para um plano de implementação no futuro;
- ✓ Mostra a ligação entre o fluxo de materiais e de informação.

A partir do momento em que o fluxo for capaz de dar resposta às necessidades, de uma forma eficaz, é realizada uma análise á melhoria conseguida com a implementação, e esta deverá servir de base para uma nova análise e para um novo processo de melhoria.

3.6 Controlo visual e organização do local de trabalho

A organização do local de trabalho, associada a uma correcta gestão visual, fornece uma boa base para a implementação Lean numa organização.

Este capítulo sugere detalhes de implementação de estratégias para a organização do local de trabalho e controlo visual do mesmo.

A organização do local de trabalho é um processo que fornece segurança, limpeza, um ambiente organizado para que seja gasto o mínimo tempo possível em actividades que não fornecem valor acrescentado ao produto ou serviço.

De acordo com Liker (2006), a gestão visual, ou controlo visual são sinais visuais, facilmente compreendidos pelos colaboradores para identificar, instruir, indicar condições normais ou anormais durante o processo produtivo, ou seja, são formas para perceber anomalias rapidamente.

“Um lugar para tudo e tudo no lugar correcto”, é o objectivo desta disciplina de organização.



Fig. 3.23 - “Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar” (Fonte: sosimbolos.com.br)

São várias as vantagens para a organização em promover uma cultura de ligação e interacção entre estes dois processos:

- Cria um ambiente onde as condições actuais de trabalho podem ser facilmente avaliadas, para que possam ser tomadas acções rápidas e eficazes;
- Ajuda os colaboradores a manterem o local de trabalho limpo e organizado;
- Estabelece uma base sólida para a melhoria contínua.

O desenvolvimento e aplicação de boas formas de controlo visual são passos fundamentais para a implementação da organização do posto de trabalho. Durante a etapa de padronização ou estandardização do processo produtivo as formas de controlo visual devem ser colocadas para ajudar o operador a manter organizado o local de trabalho. A gestão visual da organização deve ser desenvolvida e utilizada independentemente do processo de organização do local de trabalho.

3.6.1 Organização do local de trabalho

A organização do local de trabalho é um processo que proporciona aos colaboradores, um ambiente de trabalho seguro, limpo, organizado elimina tudo o que não é necessário e determina um local para tudo. A implementação deste tipo de organização, desenvolve procedimentos e normas de execução, assegurando que a ordem é mantida, facilitando o processo de melhoria contínua e tornando os resíduos mais visíveis.

No livro “*Fast Track To Waste-Free Manufacturing*”, o autor Jonh W. Davis defende que a organização do local de trabalho, definida como *workplace organization*, é o primeiro passo para uma correcta implementação Lean numa organização.

A finalidade da organização do local de trabalho é:

- Proporcionar um ambiente de trabalho mais seguro;
- Minimizar o potencial de erros e custos associados;
- Melhorar a qualidade e aumentar a eficiência;
- Proporcionar a rápida diferenciação entre estado normal e anormal no processo produtivo;
- Proporcionar uma base sólida para a melhoria contínua e eliminação de resíduos no processo.

Existem várias formas de implementação deste processo, mas de uma forma geral com uma base comum.

- 1) Remover todos os itens desnecessários da área de trabalho;
- 2) Organizar a área de trabalho, colocando cada item necessário no local correcto;
- 3) Limpar a área de trabalho e todos os equipamentos utilizados;
- 4) Aplicar normas e procedimentos, mediante a utilização de sinais visuais, planos de auditorias, fichas de manutenção... de forma a manter um ambiente limpo e organizado na área de trabalho.
- 5) Melhorar continuamente o estado actual.

Este processo é usualmente chamado de 5S's.

No artigo “Qual a origem do 5S?”, de W. Campos (2009), esta metodologia deve-se provavelmente a Kaoru Ishikawa, responsável por métodos de controlo da qualidade. Todavia não existe referência em nenhuma obra sua ao 5S.

No início da década de 50, no pós 2ª Guerra Mundial, a economia japonesa lutava por um alargamento de mercado e aumento de produtividade. Após esse objectivo alcançado as empresas japonesas começaram a ser foco de análise por várias organizações mundiais, onde se concluiu que o 5S, foi a base unânime para o sucesso de todas as empresas e passou a ser adoptado por várias organizações a nível mundial. De acordo com Liker (2006), na obra O Modelo Toyota, o método 5S quando não é utilizado em organizações de produção em massa, acumulam muitas perdas, encobrem problemas e criam-se situações anormais mas aceites por todos. O 5S cria um fluxo contínuo de melhoria constante do ambiente de trabalho.



Fig. 3.24: Metodologia 5S

Em português e para não descaracterizar a sigla 5S, os termos foram traduzidos para princípios ou sentidos: senso de utilização, senso de organização, senso de limpeza, senso de padronização, senso de autodisciplina, (Feld, 2000).

3.6.1.1 *Seiri*: Senso de utilização



Fig. 3.25 - Seiri (Fonte: adaptado de Comunidade Lean Thinking, www.slideshare.com)

Um dos objectivos da organização do local de trabalho, é manter todos os materiais, equipamentos e ferramentas utilizados frequentemente, organizados e armazenados no local de trabalho. Todos os itens restantes armazenados em outras localizações.

O primeiro passo deste processo é eliminar da área de trabalho tudo o que não é necessário, armazenar esses itens fora do local de trabalho, atribuindo a cada um uma alocação diferente segundo a sua normal utilização. Esta prática deve ser iniciada pela elaboração de instruções de trabalho do respectivo posto de trabalho ou área. Desta forma, torna-se mais simples determinar quais os itens que são normalmente usados durante o processo. Seguidamente, todos deverão ser classificados e etiquetados com cores diferentes de acordo com a utilização dos mesmos.

3.6.1.2 Seiton: Senso de organização



Fig. 3.26 - Seiton (Fonte: adaptado de Comunidade Lean Thinking, www.slideshare.com)

O objectivo deste segundo passo é definir um lugar para tudo e garantir que tudo está no lugar correcto.

Para a implementação deste passo, deverá começar-se por otimizar a alocação dos itens usados com frequência, tendo como grande objectivo, diminuir o desperdício, principalmente o de deslocações e movimentação.

É necessário considerar que o lugar escolhido deverá:

- Garantir segurança;
- Garantir a qualidade;

- Promover a ergonomia;
- Reduzir ou eliminar a deslocação dos operadores, colocando os itens nos pontos de uso.

Após a alocação de todos os itens usados com frequência estar completa, passa-se então para a alocação dos restantes. No final deverá estar garantido que a localização destes últimos, não afectará o manuseamento dos itens utilizados com frequência.

3.6.1.3 *Seiso*: Senso de limpeza



Fig. 3.27 - Seiso (Fonte: Adaptado de Comunidade Lean Thinking, www.slideshare.com)

O objectivo desta terceira fase é limpar completamente o local de trabalho, identificar e corrigir possíveis fontes e formas de resíduos e desperdícios.

A limpeza do local de trabalho contribui para promover a higiene, segurança, qualidade bem como para manter uma definição clara do fluxo produtivo. Um local limpo permite uma rápida identificação de anomalias.

A organização deverá ter sempre presente que a realização do processo de limpeza proporciona a melhor oportunidade interna de identificar as actuais anomalias e possíveis problemas que de outra forma passariam despercebidos.

A melhor abordagem para colocar em prática a actividade de limpeza é mapear a área em zonas e atribuir responsabilidades aos diferentes membros da equipa. Torna-se necessário assegurar que todos possuem formação adequada para cada tipo específico de limpeza e que se encontra disponível o equipamento de protecção necessário.

Imediatamente após cada tarefa de limpeza, deve ser efectuado um registo da mesma no respectivo mapa de controlo.

3.6.1.4 *Seiketsu*: Senso de padronização



Fig. 3.28 - Seiketsu (Fonte: adaptado de Comunidade Lean Thinking, www.slideshare.com)

O objectivo desta etapa é desenvolver um método que permita obter ganhos com a realização das três primeiras etapas, incluído a alocação optimizados de todos os itens utilizados frequentemente e um ambiente de trabalho limpo.

Os colaboradores da área e todos os membros da equipa, conseguem realizar um melhor acompanhamento do processo se este estiver normalizado, ou seja, um processo com regras fáceis de entender por todos e bem documentadas.

A optimização e manutenção do local de trabalho organizado, é conseguida também com a utilização de uma correcta gestão visual (como marcações dos solos, placas de sombra, identificação de áreas...), para que cada localização seja facilmente identificada. Esta sinalética visual auxilia os operadores das respectivas áreas a identificar facilmente a troca, falta ou excesso de qualquer item no local de trabalho.

O ambiente de trabalho deverá ser mantido limpo. Deverão ser desenvolvidas regras padronizadas no plano de manutenção, integrando todos os membros da equipa e não esquecendo que todas as observações relevantes deverão ficar registadas no plano.

Este deve conter:

- Todas as tarefas que devem ser realizadas;
- Frequência de cada tarefa;

- Pessoa responsável para executar a tarefa.

Para demonstrar a importância da limpeza e organização do local de trabalho, a administração deve demonstrar um compromisso activo, controlando, avaliando, tendo como objectivo o estado final desejado.

Para a normalização do processo na empresa deve ser estabelecido um cronograma de realização de auditorias internas onde confirmem os padrões estabelecidos e onde situações anormais possam ficar registadas, bem como, as respectivas acções estabelecidas. O processo deverá incluir auditorias finais diárias do supervisor ou do líder da equipa. O sistema de auditorias entre os vários escalões hierárquicos reforça a importância dada à organização e manutenção do local de trabalho. Os líderes responsáveis deverão assumir todas as responsabilidades, por todas as mudanças, assim como as actividades de auditoria e feedback da área.

Para auxiliar o processo de auditoria deverá ser utilizada uma lista de verificação do local de trabalho, clara e objectiva e fácil de preencher, deverá ter campos para assinalar as não conformidades, bem como as acções que deverão ser tomadas.

3.6.1.5 *Shitsuke*: Senso de autodisciplina



Fig. 3.29 - Shitsuke (Fonte: adaptado de Comunidade Lean Thinking, www.slideshare.com)

Através do cumprimento das quatro etapas anteriores, o local de trabalho poderá ser criado e mantido. O objectivo desta quinta e última etapa é a promoção de uma filosofia de melhoria contínua.

Com a standardização do método revelam-se novas formas de desperdícios no local de trabalho e no processo produtivo que aí se desenvolve e que até ao momento estavam ocultas.

KANBAN DO 5S SETOR DE ARMAZENAMENTO					
CONCEITO	COMO ESTÁ NOSSA ÁREA				
	Seg.	Ter.	Qui.	Qui.	Sex.
<i>Utilização</i>	😊 Bom	😊 Bom	😞 Ruim		
<i>Organização</i>	😞 Ruim	😊 Bom	😊 Bom		
<i>Limpeza</i>	😊 Bom	😞 Ruim	😊 Bom		
<i>Asseio</i>	😊 Bom	😊 Bom	😊 Bom		
<i>Disciplina</i>	😊 Bom	😊 Bom	😊 Bom		

Fig. 3.30- Quadro de seguimento do 5S (Fonte: www.isoflex.com.br)

É da responsabilidade de toda a equipa procurar identificar estes resíduos, bem como a resolução destes problemas, revendo se necessário as normas definidas anteriormente. É este acompanhamento constante de promoverá a melhoria contínua. Um quadro de seguimento idêntico ao da figura anterior poderá ajudar o seguimento desta boa prática e o envolvimento das áreas da organização.

As figuras seguintes mostram exemplos de áreas onde foi aplicada a metodologia 5S com os respectivos ganhos:

Antes



Depois



Fig. 3.31 - Liberação de espaço (Fonte: Comunidade Lean Thinking, www.slideshare.com)



Fig. 3.32 - Boas práticas de gestão visual (Fonte: Comunidade Lean Thinking, www.slideshare.com)

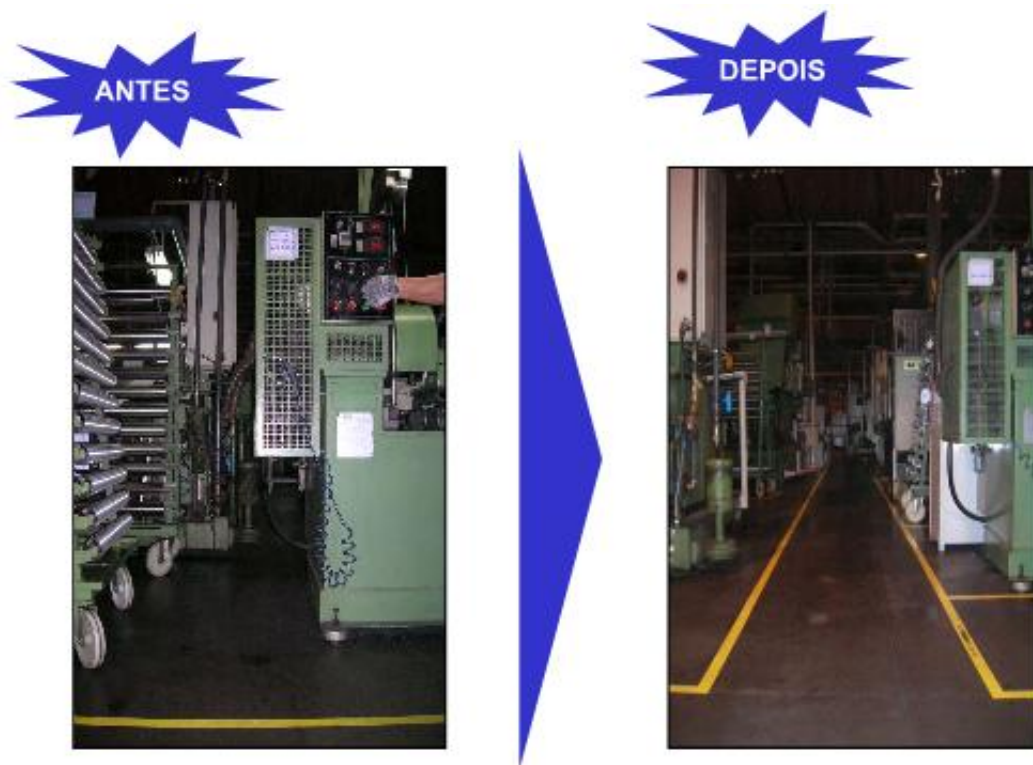


Fig. 3.33 - Boas práticas de organização fabril (Fonte: Comunidade Lean Thinking, www.slideshare.com)

3.6.2 Gestão Visual

A gestão visual ou controlo visual são claros indicadores utilizados para comunicar rapidamente e que têm como resposta uma rápida acção por parte de quem os lê.

Os exemplos de gestão visual dentro de uma organização incluem letras, símbolos, cores, imagens que tornam o que se deseja comunicar rapidamente perceptível.



Fig. 3.34 - Exemplos de sinais visuais (Fonte: www.isoflex.com.br)

O objectivo destes símbolos é criarem um ambiente de trabalho facilitado para os colaboradores e para toda a organização. Eles permitem que todos os colaboradores identifiquem de forma clara e rápida as condições de um determinado produto ou situação (distinguir normal de anormal), compreendam e tomem medidas para voltar á condição normal. Este tipo de comunicação favorece a capacidade e autonomia para gerir variações do processo produtivo (mão de obra, máquinas, materiais, qualidade...).

A gestão visual tem benefícios na organização da empresa, ou de um posto de trabalho:

- Melhora a segurança, alertando os colaboradores para os vários perigos no local;
- Fornece um feedback imediato sobre o estado de um processo;
- Permite aos colaboradores tomarem decisões correctivas na hora;
- Auxilia na resolução de problemas, destacando as anormalidades.

Ao implementar sinaléticas de controlo visual numa área ou local deve-se ter em conta o seguinte:

1. Previamente deve-se identificar de forma clara o que precisa ser comunicado. É esta necessidade de comunicação que deve impulsionar a escolha da melhor forma de sinalização visual.
2. Seleccionar o tipo de controlo visual mais adequado. Por exemplo, a fita de chão, poderá ser a mais indicada para identificar a localização de um carro de stock, e uma ajuda visual suspensa para identificar uma área ou um local de trabalho.
3. Quando a sinalização visual indica a chamada de atenção para uma condição anormal, dever-se-ão definir medidas concretas para corrigir a situação. Devem ser definidas as funções e responsabilidades de cada colaborador, para que sejam tomadas medidas o mais rápido possível. O acontecimento deve ser documentado, como parte do processo de normalização.
4. O último passo será estabelecer e implementar um processo regular de auditorias para que o que está definido como anormal, não se torne uma situação normal.

Se as auditorias revelarem pouca efectividade das ajudas visuais implementadas, deverão ser revistas as medidas para reforçar a importância de seguimento deste processo de controlo.

É importante não esquecer que a gestão de controlo visual é implementada para facilitar o processo produtivo e é importante manter esta ideia sempre presente.

Este processo evita a necessidade de deslocamento de colaboradores entre áreas. Para facilitar este trabalho deve ser criada uma base normalizada dentro da organização, comum a todas as áreas, e de fácil leitura para todos os colaboradores.

3.7 Nivelamento da produção - *Heijunka*

Ao desenvolver e implementar uma filosofia lean na organização, as técnicas e ferramentas de aplicação farão com que esta provoque reduções de equipamentos, tempos de produção e recursos. A organização deve ter como objectivo produzir apenas o necessário, nem mais nem menos uma unidade.

Daniel Jones e James Womark (2006) respondem a este desafio de forma eficaz com um sistema de nivelamento a que a Toyota dá o nome de *heijunka* - um nivelamento por volume e por variedade ao longo de um período de tempo. A implementação do *heijunka* fará com que o processo produtivo funcione sem ruídos, ou seja, de uma forma estável, com um ritmo constante, em vez de reagir por impulsos momentâneos em *mix* e quantidade de produtos.

O nivelamento da produção provoca a estandardização do trabalho e uma redução de stocks (matérias-primas, stocks intermédios e produtos acabados), horas extra, desgaste de equipamentos e custos de transporte.

Este processo tem como objectivo nivelar:

- Volume de produção;
- Tipo de produtos;
- Tempo de produção.

Conseguindo cumprir estes três objectivos a organização consegue produzir e implementar o conceito de fabrico peça a peça, de acordo com o *tack-time* estabelecido previamente. Este nivelamento, com poucas oscilações ou estável cria condições para a manutenção de um fluxo contínuo de fabrico dando maior estabilidade e consistência aos processos envolvidos (Pinto, 2008, p.17).

Para Liker (2007), este conceito é muito mais que nivelar o volume e o mix de produtos numa linha de montagem. Normalmente os pedidos não chegam às empresas em quantidades compatíveis com as definidas internamente para a dimensão do lote.

A ideia *lean* defende lotes muito pequenos, e se possível produção unitária, pois implicam uma grande capacidade de resposta e flexibilidade, às variações da procura do mercado (Spear et al, 1999).

As alterações na procura têm na organização um efeito de chicote,

“Um leve movimento da mão de alguém hábil no manejo de um chicote, produz uma tremenda força destrutiva na outra extremidade” (Ohno, 1988, p.124).

Por mínima que seja uma variação, o efeito reflecte-se por todo o fluxo produtivo e com um impacto crescente com cada operação sucessiva. Estas oscilações produzem efeitos que tornam mais complexos a estandardização de do processo, pois o equilíbrio entre operações torna-se mais complexo devido aos diferentes *tack-times* que são necessários conjugar.

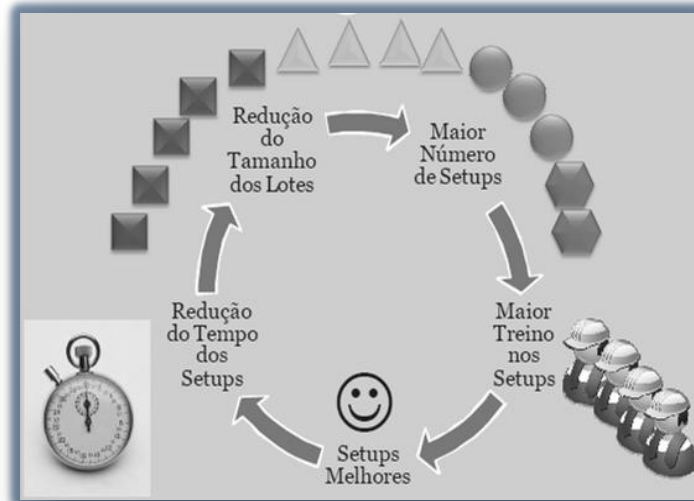


Fig. 3.35 - Vantagem da redução de lotes (Fonte: www.desenvolver-consultoria.com)

Ter lotes cada vez mais pequenos implica, ter ciclos cada vez menores e mudanças de equipamento e ferramentas cada vez mais rápidas. Estes tempos, considerados tempo de preparação ou “*setup*”, são tempos de produção perdidos, que se não forem bem definidos causam perdas de produção muito avultadas. Com a redução do número de peças por lote, não existe alternativa diferente da standardização dos processos de *preparação* e da redução ao mínimo dos tempos envolvidos nestas mudanças. Por outro lado, o nível de exigência e desempenho de toda a organização aumenta de forma substancial.

A ferramenta *heijunka*, como é utilizada na Toyota permite a minimização de stocks e a produção em pequenos lotes, através da combinação dos diferentes itens que vão ser produzidos.

Associados a esta ferramenta de programação estão dois conceitos que convém ter presente:

- *Pitch*;
- Quadro de nivelamento ou *heijunka box*.

Para João P. Pinto, Comunidade Lean Thinking (Maio, 2010), *pitch*, não é mais que a quantidade (lote) mínima que o cliente quer receber numa embalagem. Normalmente, as peças não são embaladas individualmente, mas em pequenos lotes. Este termo também pode significar, a quantidade máxima que pode ser transferida entre postos de trabalho, ou processos num fluxo produtivo. Associado a *pitch*, está o termo *pitch-time*, ou seja o tempo necessário para produzir essa quantidade.

Quando se trabalha com *pitch* e não com lotes unitários, para evitar a produção de quantidades que não sejam múltiplos do lote mínimo, as ordens de fabrico devem ser sempre emitidas com referência ao número de contentores a produzir. Como consequência desta definição, um cartão *kanban* de produção, não significa produzir uma peça mas sim a quantidade definida por lote (por *pitch*).

O *heijunka box*, ou quadro de nivelamento é uma ferramenta de programação e de controlo visual que disciplina as ordens de fabrico (ou de expedição), coordena o fluxo e indica o quê e quando deve ser produzido (ou expedido).

Este quadro tem uma imagem semelhante a uma tabela, com linhas que representam os produtos e colunas que representam o tempo.

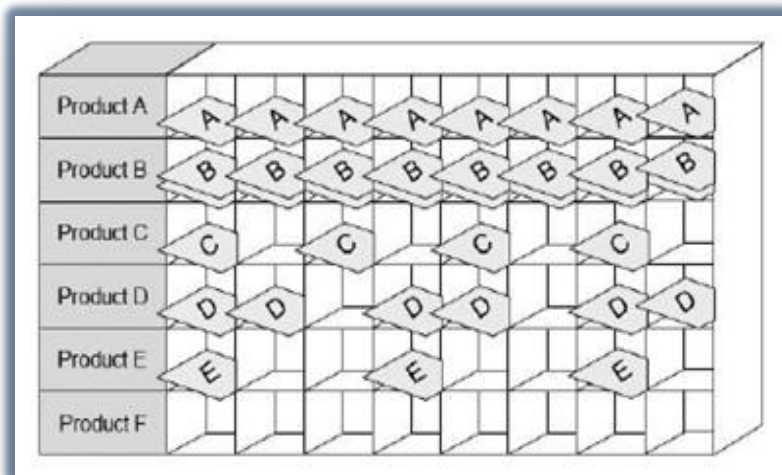


Fig. 3.36 - *Heijunka box* (Fonte: www.scribd.com)

O funcionamento do quadro de nivelamento ocorre por duas fases:

1. O responsável pelo planeamento e programação dos pedidos, coloca os cartões *Kanban*, nos locais designados;
2. O colaborador responsável pela movimentação de materiais (transportador), desloca-se à *heijunka box*, em intervalos de tempo de acordo com o que está pré-definido e retira os *kanbans* de transporte, recolhe o respectivo material e entrega-o na zona de expedição.

O exemplo seguinte, ilustra o funcionamento da *heijunka box*, no sector de expedição de uma fábrica, de 3 modelos de bolas (futebol, praia e *golf*).

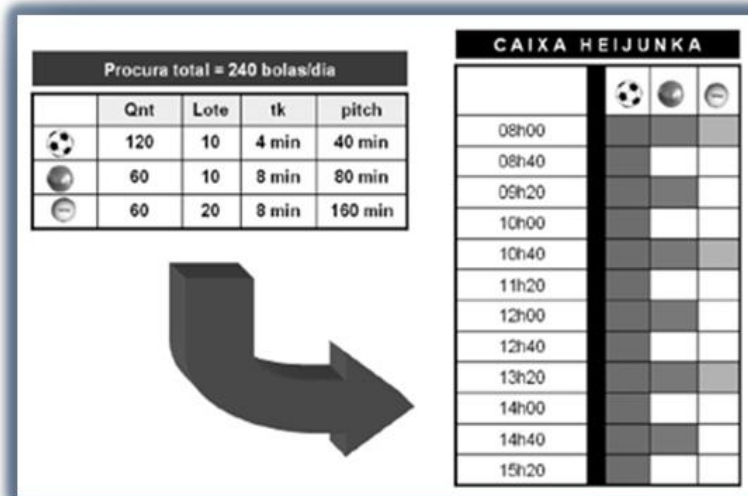


Fig. 3.37 - Heijunka box (Fonte: www.scribd.com)

Neste exemplo, temos um *pitch-time*, de 40 minutos. O transportador da área, deslocar-se-á à célula de trabalho, no início do turno onde retirará os respectivos cartões kanban correspondentes às 8:00h (bolas de futebol, bolas de praia e bolas de *golf*). Cada cartão, dá-lhe autorização para retirar um contentor de produto acabado referente a cada cartão kanban e entregá-lo no sector de expedição. Passados 40 minutos, ou seja, às 8:40h, o transportador deverá deslocar-se novamente à *heijunka box* e retirar o respectivo kanban correspondente (neste caso, é apenas o das bolas de futebol) e realizar novamente o mesmo procedimento. Passados 14 minutos, iniciará novamente um ciclo, e assim sucessivamente até ao final do turno.

Aplicando o conceito *heijunka*, a um caso adaptado de um artigo de João P. Pinto (2010), compreende-se mais facilmente o funcionamento desta ferramenta de nivelamento da produção.

Considerando então o caso de uma empresa que pretende nivelar, o fabrico de 3 modelos de caixas, que opere em dois turnos diários de 8 horas durante 20 dias/mês (4 semanas de 5 dias). A procura dos três modelos de caixas é dada por:

Modelo caixa	Produção diária (unid)
<ul style="list-style-type: none"> • A • B • C 	<ul style="list-style-type: none"> • 6000 • 4000 • 2000

No início a empresa, laborava segundo o método tradicional, ou seja, produziu com três lotes mensais, passou depois a lotes semanais e por fim a lotes diários, embora segundo a filosofia lean, este último ainda não seja suficiente.

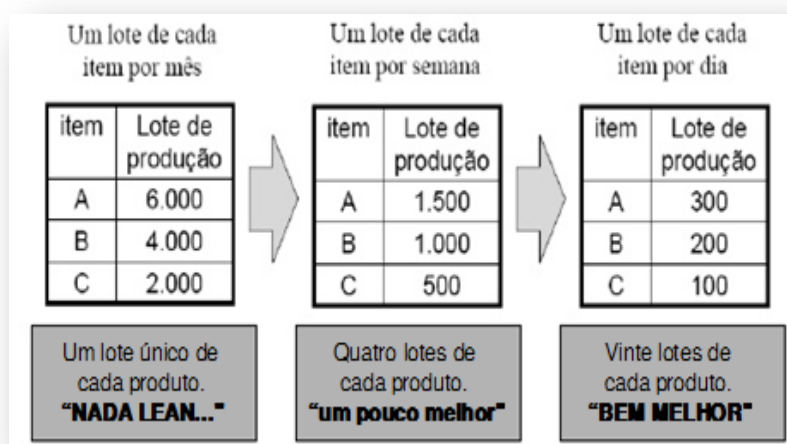


Fig. 3.38 - Evolução do nivelamento da produção (Fonte: www.scribd.com)

Nivelando a produção, obtêm-se lotes mais reduzidos. Tem-se então, um total de 12000 unidades para produzir em 20 dias úteis, ou seja, a empresa deverá produzir 600 unidades por dia, 300 unidades por turno.

Modelo caixa	Produção diária (unid)	Templo ciclo (min)
<ul style="list-style-type: none"> • A • B • C 	<ul style="list-style-type: none"> • $6000/20=300$ • $4000/20=200$ • $2000/20=100$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $960/300=3,2$ • $960/200=4,8$ • $960/100=9,6$

Em cada 9,6 minutos, deverão ser produzidas:

- 3 caixas modelo A;
- 2 caixas modelo B;
- 1 caixa modelo C.

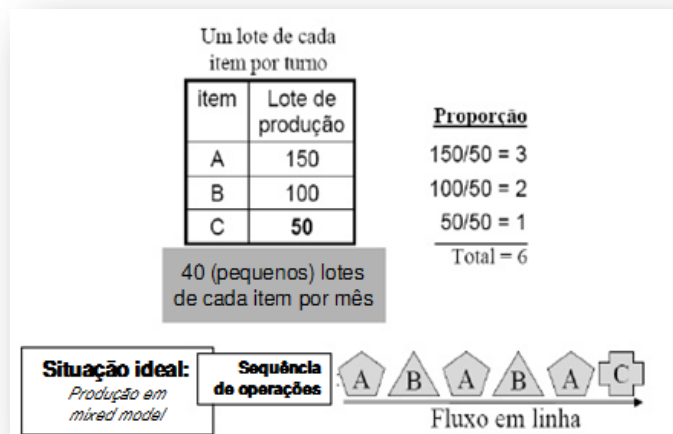


Fig. 3.39 - Solução de nivelamento ideal (Fonte: www.scribd.com)

Logo a sequência ótima será ABABAC. Esta deve ser repetida 50 vezes por turno ($480/9,6=50$).

Se admitirmos que a data de entrega é mensal, ou seja que todos os produtos deverão ser entregues na mesma data, os benefícios da produção nivelada mantêm-se. Senão vejamos:

- Os três produtos têm ciclos de produção distintos, no entanto o *tack-time* da célula terá que se manter para criar um fluxo contínuo e sem interrupções e isso apenas se consegue com o nivelamento. Caso contrário na mudança de um produto para o outro existiriam sempre quebras;
- As perdas de qualidade são mais frequentes, pois ao ser detectada uma peça não conforme, já poderão existir muitas outras produzidas;
- Têm de ser previstos possíveis atrasos no processo. Se o ultimo pedido a entregar sofrer atrasos (por avarias de máquinas, absentismo, ruptura de stock...), o efeito deste atraso recairá apenas sobre um produto. Se o efeito, for repartido pelos três produtos, na óptica do cliente causará um impacto menor.

No entanto, Liker (2007), salienta que não há regra sem exceção, e que por vezes existem situações que devido á procura ser extremamente baixa, não compensam serem niveladas. Situações como essas deverão ser isoladas e tratadas como tal. Existem ferramentas e técnicas específicas para tratar situações desta natureza chamadas de *slide and dice*, mas que não são desenvolvidas neste trabalho. É necessário começar por identificar os produtos que trarão maior benefício de nivelamento á organização, e assim sucessivamente.

3.8 Os 5 Porquês

Para Taichii Ohno (Ohno, 1997) e Liker (Liker, 2006) a abordagem dos “5 Porquês”, tem sido a base científica da evolução do Sistema Toyota de Produção. É um método para encontrar as causas reais de um problema, perguntando e respondendo sucessivamente cinco vezes á pergunta “Porquê”, quando surge um problema.

Taichii Ohno, apresenta um problema bem esclarecedor do funcionamento desta metodologia, acerca de um equipamento que parou de funcionar (Ohno, 1997, p. 37):

1. Porque é que a máquina parou?

Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou-se.

2. Porque é que houve uma sobrecarga?

Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.

3. Porque é que não estava suficientemente lubrificado?

Porque a bomba de lubrificação não estava a bombear suficientemente.

4. Porque é que não estava a bombear suficientemente?

Porque o eixo da bomba estava gasto e a vibrar.

5. Porque é que o eixo estava gasto?

Porque não havia uma tela acoplada e entravam limalhas.

Se todas as perguntas não tivessem sido feitas e respondidas sucessivamente, provavelmente a resolução do problema teria passado pela substituição do fusível e o problema voltaria a ocorrer em pouco tempo.

Por cada vez que se conseguir responder á pergunta “Porquê?”, consegue-se avançar cada vez mais em direcção ao interior do processo e da organização. É um método para encontrar causas mais profundas e sistemáticas de um problema com o objectivo de encontrar soluções igualmente profundas (Liker, 2006).

Após a solução ser encontrada esta deverá ser avaliada pelos responsáveis, contrapondo custos e proveitos e posteriormente ser estandardizada, ou seja, deve servir de base de resposta para a ocorrência do mesmo problema com a mesma origem.

Só com a padronização, ou normalização desta acção, a solução poderá servir de base para a melhoria continua, de outra forma ficaria esquecida e de nada serviria futuramente a análise realizada.

3.9 Resumo

Nos pontos anteriores, foram apresentadas as principais técnicas utilizadas para implementar a filosofia *lean* em ambientes industriais.

Um dos aspectos fundamentais que deve estar sempre presente antes de utilizar qualquer destas ferramentas ou técnicas é que um sistema baseado *lean manufacturing*, só tem sucesso com pessoas qualificadas, com formação adequada e inseridas numa forte cultura empresarial, em todos os níveis hierárquicos.

Com a análise das ferramentas aqui descritas, é notória a procura de estratégias que visem aumentar a competitividade das indústrias, baseadas numa redução de desperdícios e valorizando cada vez mais a capacidade de adaptação das mesmas aos mercados actuais.

A utilização de ferramentas como o VSM, Heijunka, SMED ou Pull System, por exemplo, ajudam de forma inequívoca as empresas a simplificarem os fluxos e os processos produtivos, tornando-as mais capazes de responder ás oscilações e variações do mercado onde estão inseridas.

A eliminação dos desperdícios e a diminuição das actividades que não agregam valor ao produto, devem ser aspectos constantes de melhoria contínua, devendo a organização criar rotinas e auditorias para a sua concretização.

Capítulo 4

Aplicação do conceito *lean* a células de trabalho

O objectivo deste capítulo é sintetizar todos os capítulos anteriores, procurando adaptá-los á realidade, na definição de uma célula de trabalho, segura, eficiente e flexível de forma a obter um fluxo produtivo com elevada taxa de valor acrescentado.

Embora não haja regras definidas para a concepção de células de trabalho, o processo apresentado deverá ajudar a ultrapassar obstáculos e definir uma unidade produtiva baseada numa filosofia *lean*.

4.1. Sintetização dos requisitos da produção Lean

Para dar resposta aos objectivos propostos por um sistema lean, a organização deverá sistematizar toda a informação, dando resposta aos 7 pontos seguintes:

a) Filosofia lean:

- ✓ Eliminar desperdícios;
- ✓ Garantir um montante mínimo de equipamento, pessoas, duração do processo produtivo, inventário (matéria-prima, produto em curso, produto acabado).

b) Flexibilidade:

- ✓ Concepção do equipamento (sempre que possível optar por equipamento multifuncional e portátil);
- ✓ Capacidade de adicionar ou retirar pessoas, como resposta às variações de volume;
- ✓ Formar operadores capazes de produzir produtos do início ao fim;
- ✓ Produzir (de acordo com as necessidades do cliente), todos os produtos todos os dias.

c) Produção nivelada:

- ✓ Unidades produtivas capazes de executar eficientemente vários modelos de produtos;
- ✓ Optimizar mudanças de setup entre produtos.

d) Passagem / Transferência de material:

- ✓ Lote mínimo (preferir, sempre 1 peça = 1 lote).

e) Fluxo de material:

- ✓ Acrescentar valor em cada operação.

f) Takt-time:

- ✓ Ter sempre presente o rácio Tempo disponível vs Quantidade necessária.

g) Pessoas

- ✓ Envolvimento cultural organizacional, ergonomia, segurança e motivação.

4.2. Objectivo de uma célula de trabalho

Integrada numa visão lean, o objectivo fundamental de uma unidade produtiva deste tipo é ser capaz de criar um fluxo contínuo e permitir que um único operador execute a produção pedida de forma eficiente.

As células de trabalho, têm vindo a substituir os sistemas de produção em massa, como resposta á variabilidade e mudança da produção do mercado e á eliminação dos vários tipos de resíduos.

Objectivos a atingir:

- ✓ Garantir o correcto fluxo de material na célula;
- ✓ Capacidade de qualquer pessoa executar o processo de forma eficiente e estandardizada;
- ✓ Lay-out da célula é determinada por pessoas, processos e fluxos de informação;
- ✓ Manter os operadores ocupados durante um ciclo completo de máquina;
- ✓ Revisão de oportunidades de melhoria;
- ✓ Passagem de todo o trabalho não cíclico para fora da célula;
- ✓ Utilização das competências máximas de cada operador.

4.3. Fases de implementação de uma célula de trabalho baseada numa filosofia lean

Como referido no início deste capítulo, não existe uma única forma para definir e implementar uma célula de trabalho, no entanto algumas indicações podem ser úteis para esse processo:

1. Observar o estado actual (quando se trata de alteração de uma célula definida tradicionalmente e que se pretende alterar de acordo com o pensamento lean):
 - Observar com rigor todas as actividades e operações desenvolvidas pelos operadores e supervisores durante o processo, bem como todas as transferências de materiais e tarefas de manutenção (tanto preventiva como curativa);
 - Identificar todas as quebras de fluxo;
2. Normalizar o estado actual do processo produtivo;
 - Desenvolver processos normalizados (quando não existam) e documentá-los;
 - Minimizar e se possível, eliminar as interrupções de fluxo.
3. Aplicar os objectivos *kaizen* ao estado do fluxo actual:
 - Em primeiro lugar deverá ser dada importância à melhoria da organização do posto, ou postos de trabalho (correcto balanceamento dos postos de trabalho, melhor apresentação, garantir que existe um lugar para cada ferramenta, para cada peça e garantir que todas as peças utilizadas no fluxo produtivo estão identificadas e com os respectivos endereços);
 - Melhoria do desempenho dos equipamentos (activação da libertação automática das peças (sempre que possível), garantir que o tempo de máquina necessário e utilizado é o menor possível);
 - Optimizar o lay-out com melhorias de fluxo, questões ergonómicas e de segurança.
4. Implementação do ciclo PDCA:
 - Observar e reavaliar continuamente todas as actividades de melhoria. O objectivo da observação das células é compreender, melhorar e normalizar cada operação realizada, cada deslocamento de matéria-prima, produtos em

curso, produto acabado e actividades de manutenção realizadas durante o fluxo.



Fig. 4.1- Aplicação do ciclo PDCA na melhoria contínua (Fonte: Lean Thinking, Pinto (2008))

Antes de se efectuar qualquer actividade de melhoria, é necessário garantir que o balanceamento da célula está efectuada, implementada e a funcionar correctamente. A implementação de uma célula de trabalho, baseada numa filosofia *lean*, exige um foco constante na avaliação das tarefas do fluxo produtivo e na redução do desperdício nas diversas formas (ver Capítulo 2).

Todavia, não deve ser nunca esquecido o operador. O trabalho deste, deve ser apoiado e simplificado tanto quanto possível com dispositivos automáticos e de segurança.

Outro foco a ter em atenção é a combinação entre células de trabalho. Dever ser dada preferência á combinação entre células, reduzindo os resíduos em excesso (pessoas, equipamentos, tempo de espera entre operações), tornando assim, as unidades produtivas mais flexíveis e a organização mais competitiva, como mostra o ponto seguinte deste trabalho.

4.4. Importância do *lay-out* numa célula de trabalho

O conceito de linha de montagem continua a ser uma forma, atractiva de produzir em larga e média escala. Todavia, actualmente não existem muitas indústrias capazes de operar apenas com estes modelos, dadas as variações e oscilações constantes das tendências do mercado. A

evolução do *lay-out* tende cada vez mais para células independentes de trabalho, mais flexíveis do que as pesadas linhas de montagem criadas por Ford, (Urze, 2008).

Segundo Taiichi Ohno (Ghinato, 1996), em 1947 na Toyota era imprescindível aumentar a eficiência da linha de produção. Foi necessário optar uma das seguintes hipóteses:

- i. Aumentar a quantidade produzida;
- ii. Reduzir o número de operacionais.

Em função da situação económica do país na altura, não restava dúvida alguma que a primeira hipótese estava posta de lado. Partindo então da segunda hipótese, não havia outra alternativa, senão reorganizar o *lay-out* da fábrica, de maneira a que um único operador conseguisse trabalhar com dois ou mais equipamentos num só ciclo. Surgiu assim este conceito de células de trabalho que tem vindo a evoluir e revolucionar a indústria nos dias de hoje.

As diversas formas de organização física dos postos de trabalho, têm vindo a desenvolver-se como resposta às diferentes estratégias implementadas pelas organizações.

De acordo com as prioridades competitivas de cada organização, o *lay-out* vem dar resposta à principal finalidade para a qual é definido (Russel, 2002):

- Facilitar o fluxo de materiais e informação;
- Aumentar a correcta utilização de mão-de-obra e capacidade dos equipamentos;
- Aumentar a respostas às necessidades de clientes e consumidores;
- Aumentar a segurança e ergonomia para os trabalhadores;
- Promover um melhor ambiente de trabalho, dentro da organização.

Tompkins *et al* (1996) e Russel (2002), apresentam quatro tipos básicos de *lay-out's* organizados, passíveis de serem implementados em células de trabalho:

- *Lay-out* por processo - Os equipamento e os operadores estão agrupados por funções similares ou por processos idênticos;
- *Lay-out* por produto - O equipamento e os operadores distribuem-se de acordo com a sequência de operações;
- *Lay-out* de células independentes - A equipa agrupa-se em células independentes, como resposta ao fabrico de uma família de produtos;
- *Lay-out* de posição física - A equipa e os equipamentos colocam-se em redor do produto que mantém uma posição fixa, desde o início ao final do ciclo produtivo.

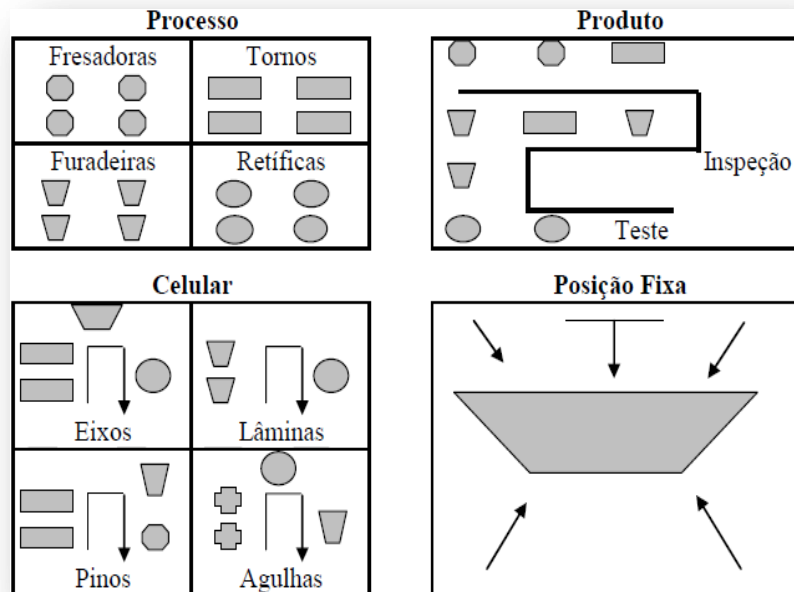


Fig. 4.2 - Tipos de lay-out (Fonte: Askin e Goldberg (2002) *apud* Dalmas (2004))

O lay-out formado por células independentes é o que mais favorece a integração de uma organização numa filosofia lean e representa uma combinação entre o lay-out por processo e o lay-out por produto.

A produção em células expandiu o conceito de trabalho, envolvendo o operador em vários processos, apostando na flexibilidade dos colaboradores e atribuindo-lhe mais do que uma tarefa. É frequente existirem células de trabalho, com apenas um operador, onde este produz uma peça do início ao fim do processo.

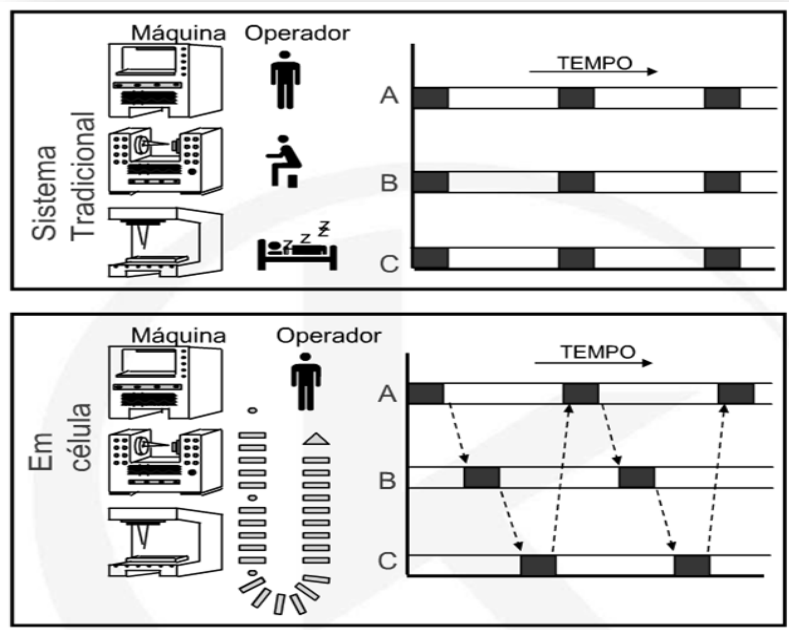


Fig. 4.3 - Evolução do conceito tradicional para a célula de trabalho (Fonte www.slideshare.net/taktica)

A atribuição de uma máquina a um operador levava a que frequentemente, enquanto a máquina processava o produto, o operador mantinha-se parado á espera, até que o ciclo do equipamento estivesse concluído. Para eliminar este tempo de espera deverão ser atribuídas mais actividades ou equipamentos ao operador. Desta forma, a subutilização da mão-de-obra é eliminada porque enquanto o operador desenvolve outras actividades, ou opera noutra equipamento, o primeiro processa o produto. Esta forma de *lay-out* é na generalidade triangular ou quadrangular, dependendo do número de máquinas com que o operador trabalhe.

Promovendo o trabalho em células independentes e atribuindo vários equipamentos ou processos a cada trabalhador a quantidade de peças produzidas por operador aumenta. No entanto, o número de produtos em fluxo também aumenta quando comparado com um equipamento por operador, todavia flui de forma mais rápida entre processos. A probabilidade de ocorrerem peças defeituosas também aumenta e nesta situação cabe á organização desenvolver dispositivos á prova de erro, que auxiliam o operador e promovem a qualidade do que é fabricado.



Fig. 4.4 - *Lay-out* de uma célula de trabalho com um operador (Fonte: CLT, www.slideshare.com)

A fim de tornar o fluxo de material linear e continuando a promover o trabalho de um operador em várias tarefas, a Toyota começou ainda a colocar os equipamentos em linha recta. Com este tipo de lay-out, os produtos em fluxo, poderiam ser eliminados, quase na totalidade, permitindo um fluxo, mais contínuo e rápido através das máquinas, (Zilbovicius, 1999).



Fig. 4.5 - *Lay-out* de uma célula de trabalho linear (Fonte: CLT, www.slideshare.com)

Diversos problemas surgem com este tipo de lay-out. A disposição dos equipamentos faz com que quem trabalhe com eles se desloque demasiado e frequentemente de processo para processo até finalizar a sequencia, (Pinto, 2007). O problema torna-se mais grave ainda se se tratar de um único operador numa célula, pois terá de a percorrer tantas vezes por período de trabalho, quantas forem as peças a produzir. Para evitar o cruzamento de trajectórias entre operadores de forma a manter esta linearidade de fluxo, os operadores eram na generalidade subaproveitados.

Uma posterior análise levou á separação dos equipamentos e á reorganização destes em *lay-outs* que melhorassem o fluxo de materiais e de pessoas, mantendo o fluxo produtivo linear

com formas de U, J, T... Com esta forma de *lay-out* consegue-se um melhor aproveitamento dos recursos humanos, mantendo a flexibilidade e reduzindo assim o número de operadores por célula de trabalho. As fig. 48 ilustra a forma das células de trabalho em e a adaptação destas a diferentes situações de procura de uma empresa.

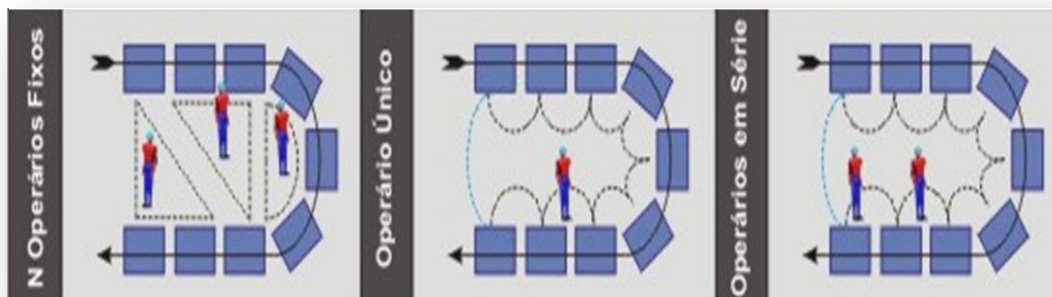


Fig. 4.6- Célula de trabalho em “U” (Fonte: <http://takt-time-conceito-lean.net/>)

No entanto quando o volume é alterado este tipo de *lay-out's* requer sempre um novo balanceamento e com frequência, uma nova reorganização dos equipamentos e das tarefas dos operadores. A dificuldade aumenta ainda mais, quando o balanceamento é provocado por uma redução drástica de uma ou mais famílias de produtos (como acontece com os produtos sazonais). Frequentemente, pela análise de tempo de ciclo, são atribuídas, por exemplo, 1,6 ou 2,4 pessoas! E agora?! - A solução passa por eliminar as operações subutilizadas, combinando as células de trabalho para que as actividades atribuídas ocupem o tempo total dos operadores.

4.5. Elementos fundamentais numa célula de trabalho

Numa célula de trabalho lean, “... tudo deve ser coreografado e afinado como uma orquestra, para que todo o movimento tenha um propósito” (Murrels Inlet, SC *apud* Weber, 2005)

Um correcto funcionamento da célula de trabalho implica uma coordenação entre os diferentes elementos que a constituem:

- Pessoas;
- Equipamentos;

- Fluxo de materiais;
- Métodos;
- Fluxo de informação.

4.5.1 - Pessoas

O aumento da importância dada ao ser humano como parte integrante da organização fez com que desde o final da década de 70 e durante a década de 80, as empresas desenvolvessem esforços que motivassem e mobilizassem os trabalhadores. Assiste-se à "tomada de consciência, por parte de teóricos e práticos, da importância dos factores culturais nas práticas de gestão, e a crença no facto de a cultura constituir um factor de diferenciação das organizações bem sucedidas das menos bem sucedidas, sendo a "boa cultura" de organização (no sentido de adequada) um factor explicativo do sucesso económico." (Ferreira *et al.*, 1996: 315).

Somasse et al (2006) acreditam que a forma mais eficiente, para a empresa adoptar um pensamento *lean*, é a criação de pequenas equipas independentes, lideradas por alguém com "total acesso aos altos gerentes", capaz de renovar processo e com aptidão e para se abstrair de ideias pré-concebidas.

As pessoas deverão ser inseridas na cultura *lean* da empresa. A filosofia *lean* deve desenvolver nos colaboradores uma visão crítica, capaz de melhorar o sistema de produção e alcançar os objectivos da organização. A habilidade, o conhecimento e responsabilidade adquirida com a exigência de flexibilidade na célula de trabalho, devem dar aos colaboradores confiança e autonomia para mudanças com base em ideias *kaizen*.

É necessário que todos tenham um objectivo comum de identificação dos resíduos e o comuniquem aos responsáveis para que possam ser eliminados. Um grupo falhará por desconhecimento deste objectivo. Todos os níveis hierárquicos da organização devem ser envolvidos na transição para o pensamento *lean* mantendo conceito de desperdício, presente nas diversas formas.

Os operadores devem ser flexíveis, para que a organização consiga responder com rapidez e qualidade a mudanças na procura.

O cálculo do número de trabalhadores deve ser exacto para que a empresa seja eficiente. A procura deve ser sempre equiparada a um volume, ou seja se para produzir uma peça 1 peça são precisos Y operadores, para produzir 5 serão necessários exactamente (5*X).

Dentro da organização é necessário articular expectativas de comportamento de todos os funcionários, promovendo um ambiente de trabalho favorável á flexibilidade e resposta eficaz às necessidades do cliente e alcançarem a melhoria contínua.

4.5.2 - Equipamentos

Equipamentos são todas as ferramentas utilizadas para realizar uma tarefa. No caso de uma célula de trabalho, é tudo o que serve para equipar a célula de trabalho (instalações, ferramentas, máquinas...).

Os equipamentos que constituem uma célula *lean* devem, em primeiro lugar, suportar de forma fiável e segura o trabalho do operador, garantindo segurança e criando a máxima fluidez no fluxo produtivo. O design dos equipamentos produtivos deve auxiliar o operador na detecção de anormalidades, como peças defeituosas, misturadas, ou o incorrecto posicionamento das mesmas.

Uma propriedade que se designa por “poka-yoke” previne exactamente os problemas anteriores. “Poka-yoke” é uma expressão de origem japonesa que significa prova de erro (Lean - Glossário de Termos, 2007), destinado a prevenir a ocorrência de erros e defeitos em processos de fabricação. Um equipamento com “poka-yoke” integrado possibilita a inspecção baseada em características físicas das peças, em todos os lotes e na totalidade das peças. Ao detectar alguma peça não conforme este equipamento deverá emitir uma informação ao utilizador, (por meio de sinais luminosos, sonoros ou escritos), para que o erro seja corrigido. O processo fica paralisado até que o problema seja corrigido.

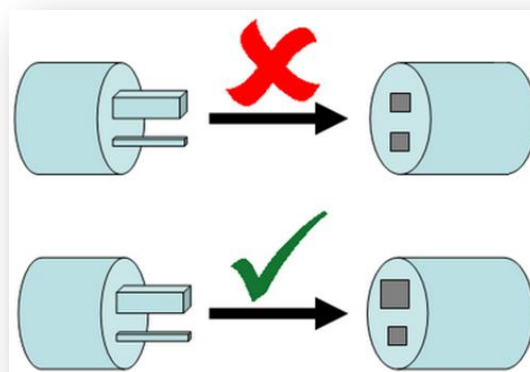


Fig. 4.7- “Poka-Yoke” (Fonte: <http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com> em 5/05/2010)

A automação é outra característica de auxílio ao trabalho dos operadores que previne ou detecta defeitos no produto. Também conhecida por *Jidoka*, ou transferência de inteligência humana para o equipamento (Lean - Glossário de Termos, 2007), permite detectar defeitos no produto, garantido a conformidade deste. Por exemplo, pela leitura da cor, passagem de corrente, pela estanquicidade... detecta-se se uma peça está boa ou com problemas.

A quantidade de peças em fluxo, deve ser respeitada e garantida através de meios que impeçam a produção superior à quantidade planeada e antes do que é necessário.

Os equipamentos devem ser flexíveis. Devem adaptar-se às variações e mudanças de forma rápida e eficiente, ou seja devem permitir modificações rápidas de um produto para outro. A mudança rápida, é extremamente importante para o sistema produtivo de uma organização que produz com lotes mínimos, ou com peças unitárias. A célula de trabalho deve ter a capacidade de se adaptar e de produzir todos os dias, todos tipos de produtos e com frequência mais que uma vez por dia, (Drew, 2004).

Para evitar movimentações desnecessárias a matéria-prima, ferramentas e equipamentos, devem estar alocados no ponto de uso e devem ser facilmente acedidas pelo operador.

O transporte sempre que possível deve ser evitado. A existir, deve ser minimizado e funcionar apenas como passagem entre dois pontos do fluxo produtivo que acrescentem valor ao produto. Se o transporte funcionar como armazenamento, buffer, ou transporte desnecessário deve ser eliminado.

Todas as máquinas e restantes equipamentos, devem permitir o abastecimento do material no ponto de uso e pela parte de trás do mesmo, para facilitar as rotas de abastecimento e não interromper o operador durante o ciclo produtivo.

Os equipamentos devem ser adaptados, ou projectados de raiz, para permitir alocar uma quantidade mínima, mas suficiente, que permita ao operador trabalhar, até ao próximo abastecimento sem quebras produtivas.

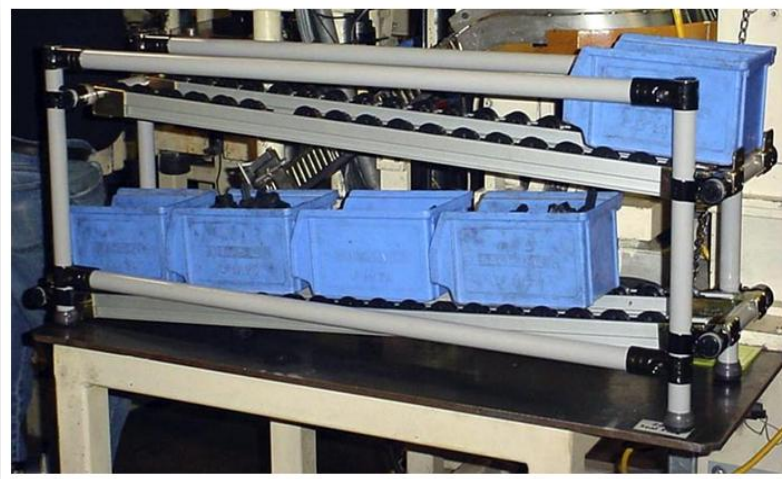


Fig. 4.8- Organização e aproveitamento do espaço (Fonte <http://news.thomasnet.com>, em 5/05/2010)

O exemplo seguinte mostra como deve ser calculada a quantidade mínima de peças no ponto de uso:

Um operador utiliza, no máximo, 10 unidades de uma peça por hora. A rota de abastecimento coincide com a rota de recolha dos cartões kanban e é efectuada com uma periodicidade horária. Qual deve ser a quantidade mínima, mas suficiente no ponto de uso? - 10 Peças? 20 Peças? - A quantidade correcta deve ser 30! - A primeira reacção é não existir lógica neste número, afinal, com uma rota horária, porque não existir um número menor?! - Senão, vejamos:

Pode acontecer que logo após o primeiro minuto, após a passagem do transportador que efectua a rota, o operador termine o consumo do primeiro recipiente de 10 unidades, colocando a caixa no buffer, para esta ser substituída por outra cheia.

Na próxima rota, o transportador recolherá o cartão kanban e a respectiva caixa vazia e dirigir-se-á ao supermercado de matéria-prima para reabastecer ou trocar o recipiente vazio por outro. Por esta altura, já o operador do posto de trabalho terminou o consumo da segunda caixa de 10 unidades, e começou a consumir a terceira.

Na rota seguinte, o abastecimento é efectuada, antes de o operador esgotar o conteúdo da terceira caixa, e é recolhido o cartão kanban da segunda caixa, para ser reposta passado 1:00 hora.

Este ciclo efectuar-se-á com uma periodicidade horária, se o consumo continuar a ser de 10 peças por hora, ou com uma periodicidade superior a uma hora, no caso de não serem necessárias 10 peças por hora, através de rotas de abastecimento, que devem ser desenvolvidas pela organização.

Cada equipamento deve ter também um local para entrega/recolha de recipientes vazios e um local próprio para recolha dos cartões *kanban* de transporte.

Ao definir-se de uma célula de trabalho, a ergonomia e a segurança, devem ser consideradas como pontos-chave para o trabalho dos operadores.

O material necessário deverá estar perto do operador e ao alcance das suas mãos. A colocação estratégica de peças ou ferramentas fará com que este as alcance de uma forma natural e com as duas mãos. O'Kelly (Weber, 2005) afirma que o maior desperdício de movimentos é o que se efectua quando se tenta alcançar alguma coisa, e que pode ser facilmente eliminado pela altura, tamanho e configuração da célula de trabalho.

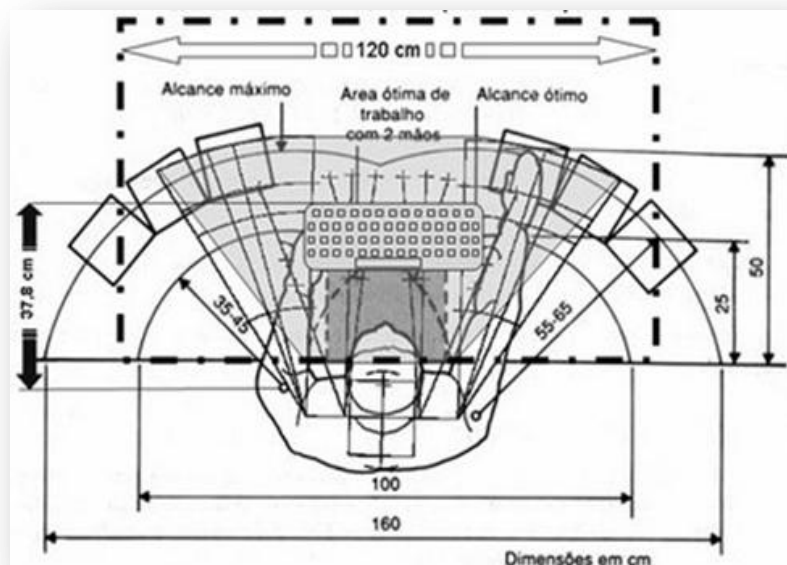


Fig. 4.9 - Zonas de operação primária (Fonte <http://centralseg.blogspot.com>)

Gottlieb (Weber, 2005) refere que é importante conhecer bem as três zonas de ergonomia primária, fig. 51:

1. Zona de trabalho otimizada (com um raio de alcance do operador até 45 cm);
2. Zona de manuseamento otimizada (com um raio de 45 até 65 cm);

3. Zona de manuseamento maximizada (com um raio superior a 65 cm).

As pessoas não se movimentam de uma forma natural em linha recta, os movimentos normais dos braços são em curvas. Logo uma célula de trabalho não deve ter uma forma rectangular, pois os extremos da célula ficam muito afastados e aumentarão o número de movimentos e deslocações. O formato rectangular faz com que peças e ferramentas se afastem da proximidade do corpo, tornando-as difíceis de alcançar. Estas devem estar alocadas na célula de trabalho com uma distribuição horizontal e vertical, em redor do operador e ordenadas de forma a permitir efectuar o ciclo de trabalho, segundo a sequência ideal. As utilizadas com maior frequência devem localizar-se mais perto do operador.

Princípios de Racionalização de Movimentos

As duas mãos devem começar e terminar os movimentos ao mesmo tempo e não devem ficar paradas simultaneamente, excepto durante os períodos de descanso

Os movimentos dos braços devem ser feitos em direcções opostas e simétricas e em simultâneo

Os movimentos das mãos devem ser o mais simples possíveis

Se o movimento através de esforço muscular for necessário, deve ser minimizado

Os movimentos contínuos e suaves das mãos são preferidos ao invés de movimentos em *zig-zag* ou movimentos rectilíneos com mudança súbita e brusca de direcção;

Os movimentos dinâmicos são mais rápidos, fáceis e de maior exactidão do que movimentos restritos ou controlados

O ritmo auxilia o desempenho suave e automático. O trabalho deve ser organizado para que tenha um ritmo natural e fácil

Deve haver um local definido e fixo para todas as ferramentas e materiais

Ferramentas, materiais e sinalizações de controlo visual devem estar localizadas próximo e em frente ao operador

Recipientes abastecidos por gravidade devem ser usados sempre que possível

Os materiais e ferramentas devem estar localizados de forma a permitir a melhor sequência de movimentos

Substituir o trabalho manual que pode ser feito com dispositivos eléctricos ou accionados pelos pés

Pré-posicionar as ferramentas e os materiais para um acesso rápido e directo

Nas actividades onde cada dedo realiza algum movimento específico, a carga deve ser distribuída de acordo com a capacidade do dedo

Alavancas, barras e volantes manuais devem ser colocados em posições que o operador possa manipulá-las com o mínimo de mudanças da posição do corpo e com o máximo de vantagem mecânica

Tabela 4.1 - Princípios de racionalização de movimentos (Fonte: Adaptado Strategos Inc. *apud* Weber, 2005)

4.5.3 - Fluxo de materiais

Idealmente o fluxo de materiais está estritamente relacionado com o fluxo de informação. A Toyota usa *kanban's* que circulam no fluxo, da mesma forma que circulam os materiais para abastecimento (Womack et al, 2006).

A actividade do sistema produtivo funciona como ligação entre a produção e a área de compras, não acrescentando valor ao produto e por isso deve ser uma actividade muito bem definida e rigorosamente controlada. As actividades de movimentação e armazenamento de produtos, estão identificadas como desperdícios, apesar de serem fundamentais para a actividade de produtiva, (Filho, 2006). A optimização destes serviços deve ser considerada um desafio para a organização.

No desenvolvimento de uma célula de trabalho, o abastecimento é algo que deve ser previsto para não causar impacto negativo na produção. O ideal para os membros da equipa é não notarem a sua presença, tanto no abastecimento como na recolha de produtos.

Há alterações que podem ser implementadas para que isso seja possível:

- ✓ Desenvolvimento de sistemas de comunicação (*kanban*), que funcionem como informação das necessidades da célula de trabalho;
- ✓ Definição e implementação de rotas de abastecimento distintas para produtos distintos;
- ✓ Promover nas células de trabalho dispositivos que optimizem o abastecimento e recolha dos vários recipientes;
- ✓ A localização da zona de produto acabado na célula de trabalho deve ser junto a um corredor de passagem da rota definida, para evitar o deslocamento de transportadores de recolha às zonas produtivas;
- ✓ Permitir o abastecimento através do circuito definido na rota, ou seja por uma passagem exterior á célula de trabalho;
- ✓ Promover um sistema de identificação e de endereços, de todos os itens (desde o início ao final do fluxo produtivo).

As rotas de abastecimento são eficientes e eficazes para produtos que possam ser abastecidos em pequenos lotes e com uma periodicidade regular. No entanto a organização deve ponderar e analisar cada produto individualmente e definir a melhor forma de abastecimento na respectiva célula de trabalho. Por exemplo, uma bobine de componentes metálicos não utilizados com frequência, que não pode ser abastecida em partes, não deve ter o mesmo tipo de abastecimento que uma peça pequena, consumida frequentemente. Geralmente este abastecimento é feito através de uma sinalização luminosa, ou de outro sinal. Este melhora a organização no local de trabalho e promove uma melhor utilização do espaço da célula.

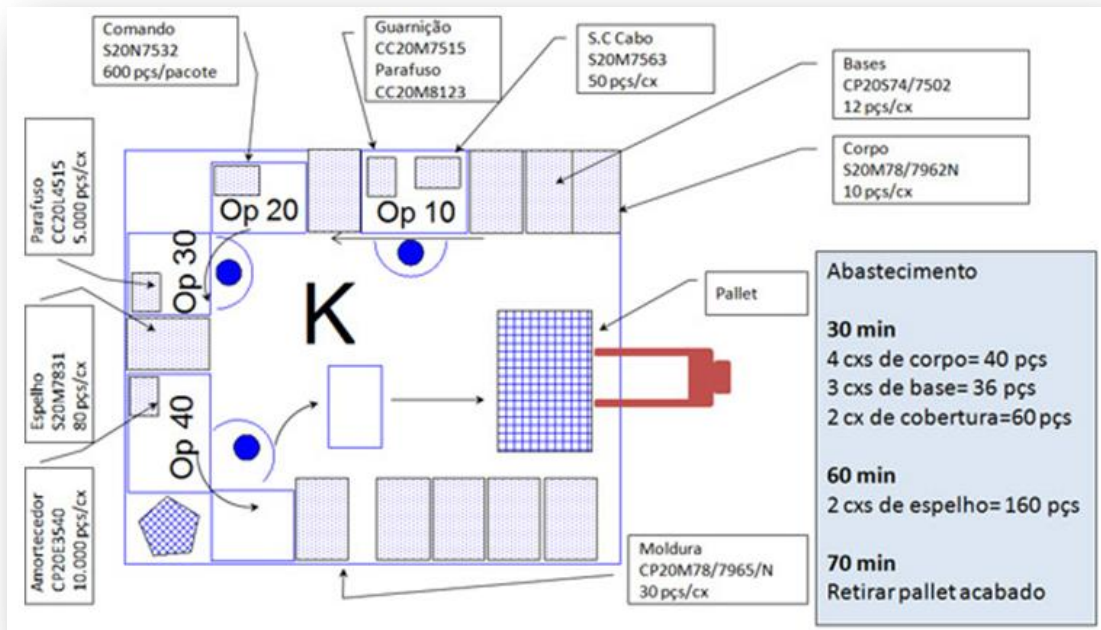


Fig. 4.10 - Exemplo de um lay-out de abastecimento de uma célula de trabalho (Fonte: <http://www.taktica.com.br/site/> em)

Os buffers (ou stock de segurança) de materiais devem ser evitados ao longo do fluxo produtivo da célula de trabalho, no entanto podem existir, em casos extremos e utilizados de forma disciplinada e racional. Por ser considerado buffer, só deve ser utilizado quando a resposta às necessidades do cliente estejam postas em causa, ou em casos muito excepcionais, por isso devem ser alvo de rotinas de controlo para evitar deterioração e garantir o sistema FIFO.

4.5.4 - Métodos

Um sistema com base na procura requer processos directamente ligados às necessidades do cliente. Como os requisitos do cliente são variáveis e oscilam muito facilmente, o sistema de produção tem que ser dinâmico e responder com flexibilidade às alterações da procura.

O trabalho de desenvolvimento destes processos requer análises e simulações prévias antes da implementação real, na célula de trabalho.

A construção de protótipos de uma célula de trabalho deve ser utilizada, principalmente quando a participação dos operadores tem uma parcela significativa no tempo de ciclo do produto.

Devem ser analisados os relacionamentos entre operadores, ferramentas, máquinas, movimentos, deslocações... As simulações permitem, às equipas de trabalho, analisar, identificar potenciais problemas e definir o método operatório que irá ser futuramente implementado por produto, na célula de trabalho.

O desenho planificado do lay-out da célula de trabalho também deve ser uma etapa fundamental do processo. Uma planta desenhada á escala (1:100, por exemplo) ilustra de uma forma bastante clara, o funcionamento da célula de trabalho. Essa planta deve evidenciar:

- As trajectórias do fluxo do produto;
- A distribuição física dos equipamentos;
- Marcações no solo (que definem e limitam zonas dentro da célula de trabalho);
- Pontos de verificação de qualidade;
- Escala da planta;
- Indicação das zonas de produto acabado;
- Zona de produto não conforme.

O objectivo desta representação é permitir visualizar como fluirá futuramente o fluxo produtivo dentro da célula de trabalho. As trajectórias desenhadas devem ser suaves e sem interrupções. No caso de existirem quebras, ou fortes perturbações, o lay-out deve ser revisto e otimizado. Deve-se repetir este processo até que as perturbações desapareçam e o fluxo se torne contínuo. No caso de existirem obstáculos que não possam ser contornados, deve ser ponderada a hipótese de duplicação de equipamentos na célula de trabalho.

4.5.5 - Fluxo de informação

O fluxo de informação numa célula de trabalho, informa cada processo acerca do que tem de ser feito. Este deve ser rápido e frequente, de forma a ser utilizado como ferramenta que informa cada processo do que deve ser produzido, com a respectiva sequencia e destino.

Cada célula de trabalho deve ter uma área de informação dedicada e disponível a toda a organização. Deve incluir informações actualizadas diariamente sobre taxas de produção, eficiência, absentismo, segurança, plano de manutenção, formação dos operadores, ... Estas informações devem ser normalizadas para todas as células de produção da organização.

O mapa de controlo da produção deve ser preenchido, pelo responsável da célula que trabalho. No inicio do turno, o mapa deve ser elaborado com indicações claras do numero de peças a produzir por hora, tipo de produto a produzir, quantidade de peças previstas para

produzir durante o turno, hora prevista de conclusão do trabalho da célula (não esquecer que como a célula de trabalho funciona de acordo com a informação recebida do cliente, o término pode ser antes do final do turno). Este deve ser actualizado com uma frequência horária e auditado frequentemente pelo responsável pelo funcionamento do turno. Em caso de variações relativamente ao planeado, deverão ser accionadas medidas para minimizar o problema nos períodos seguintes e recuperar as peças em atraso. A origem dos problemas deve ser questionada na momento, ter resposta imediata e sempre que se justifique, a informação deve ser transmitida aos níveis hierárquicos superiores.

4.6 Resumo

A flexibilidade é a característica principal das células de trabalho, devendo estas adaptar-se e reagir rapidamente a variações da procura, quer por alterações do volume, que por alterações das características dos produtos.

Ao projectar-se uma célula de trabalho, devem ser considerados aspectos tecnológicos, humanos, materiais, capacidades produtivas, ergonomia, segurança...

A criação de células de trabalho mostra-se indispensável quando a maioria das actividades no processo produtivo continuam a ser manuais. Com as formas de lay-out's optimizados, promovem-se oportunidades uma melhor utilização dos operadores. Um bom lay-out proporciona optimização e melhoria do uso do espaço, minimiza a distância entre operadores e equipamento (reduzindo o *lead time* e o tempo de deslocamento entre operações) e proporciona um fácil acesso às operações e máquinas com segurança e ergonomia.

A simulação prévia numa célula protótipo, fará com que se identifiquem previamente potenciais problemas e se consigam contornar antes da implementação real da célula de trabalho. O fluxo produtivo e de materiais deverá também ser testado e o lay-out deve ser revisto, até que se consiga um fluxo contínuo, nivelado, sem quebras e flexível.

Capítulo 5

Conclusões

O lean manufacturing representa uma mudança nas regras do sistema de produção tradicional.

A pesada linha de montagem, desenvolvida por Ford para responder às produções em larga escala, dá agora lugar a pequenas células de trabalho.

A principal característica destas unidades de produção é a flexibilidade que lhes está associada, pelas características físicas dos equipamentos e pela polivalência das pessoas que trabalham nestas células. Quando comparadas com as linhas de montagem as vantagens são significativas:

- Redução do *lead time*;
- Menor tempo de preparação dos equipamentos;
- Fluxo produtivo bastante simplificado;
- Melhoria da qualidade dos produtos;
- Melhor utilização dos operadores;
- Simplificação do controlo produtivo;
- Redução do movimento de peças e produtos e de deslocamento de pessoas.

As células de trabalho devem ser definidas para produzir todos os modelos ou variantes de uma determinada família de produtos. Cada família de produtos possui características semelhantes, logo todos os equipamentos das células de trabalho devem ser desenvolvidos com características que os possibilitem adaptar com facilidade ao *mix* produzido na célula.

A gestão visual, com recurso a cores, sinalizações e informação fácil de perceber, torna-se uma mais-valia para a organização e promove a autonomia dos operadores na tomada de decisões.

Os lay-out's em U, J, T promovem a integração da pessoas num grupo, que tende a trabalhar com um grupo independente na produção de peças completas, aumentando os níveis de qualidade.

Relativamente á ergonomia, verifica-se que este tipo de lay-out é definido segundo princípios ergonómicos, promovendo sempre que possível, o bem-estar dos operadores. A flexibilidade que lhes é exigida por manusearem mais que um equipamento ou processo, promove uma maior diversidade de movimentos reduzindo o número de doenças profissionais. No entanto, o

trabalho de montagem continua a ser cíclico e os postos de trabalho continuam a ser preparados para movimentos regulares e simétricos, efectuados com as duas mãos (ver Tabela 4.1), ritmado pelo *tack-time* da célula de trabalho.

O trabalho normalizado, se por um lado reduz o tempo em operações sem valor acrescentado, por outro promove o absentismo e um aumento da rotação de funcionários. Na minha opinião, estes são os aspectos menos benéficos e atractivos para quem trabalha num sistema produtivo lean, e por consequência em qualquer célula de trabalho.

O funcionamento correcto de uma célula de trabalho reduz drasticamente, os desperdícios de transporte, armazenamento, tempos de espera e de inspecção diminuindo assim o rácio entre o tempo de actividades que não agregam valor ao produto e as actividades de valor agregado.

O sistema Pull deve tornar-se princípio de produção de uma célula de trabalho *lean*. A utilização do kanban como sinal de produção, indica ao operador o momento em que tem de produzir. A produção só deve ser iniciada na presença do respectivo kanban.

A organização deve cumprir um plano rigoroso de formação aos colaboradores. Estes devem conhecer técnicas e ferramentas lean, ainda que no seu dia-a-dia não as utilizem. A mudança de um sistema tradicional para um sistema lean, requer uma alteração não só de mentalidade mas de comportamento. A cultura organizacional tem de ser cultivada todos os dias por todos os colaboradores e principalmente por todas as chefias. Vulgarmente se houve, que “o exemplo vem de cima” e o lean manufacturing não foge á regra! - A eliminação de desperdícios deve estar na base de todas as acções de melhoria contínua, kaizen. Nenhuma organização consegue implementar um sistema lean, só porque é bom, ou porque está na moda. Este exige uma mudança na forma de pensar e um envolvimento global da organização.

Capítulo 6

Referências bibliográficas

- ✓ Arbós, Lluís Cuatrecasas (2008). “Como implantar realmente el lean management (4). El desperdício: Coste per no value. Acedido em www.instituolean.org a 21 de Fevereiro de 2010;
- ✓ Arbós, Lluís Cuatrecasas (2010). “Como implantar realmente el lean management. El flujo de valor”. Instituto Lean Mangement. Acedido em www.institutolean.org/ a 18 de Novembro de 2009;
- ✓ Berry, William L., Vollman, Thomas E. e Whybark, D Clark (2006). “Sistemas de planeamento & controle de produção para o gerenciamento da cadeia de supermercados”. 5ª Edição. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, Brasil;
- ✓ Campos, Wemerson (2009). “Qual a origem do 5S?”. acedido em www.administrdaores.com.br a 13 de Março de 2010;
- ✓ Drew, Jonh, Mc Callum, Blair e Roggenhofer, Stefan (2004). “Jouney to lean - Making operational change stick”. Palgrave McMillan, New York;
- ✓ Druker, Peter F. (1992). “Managing the non-profit organization” . Harper Business, New York;
- ✓ Feld, William M. (2000). “Lean manufacturing: tool tecniques and how to use them. Boca Ratom, St. Lucie Press;
- ✓ Ferreira, Ademir A. , Reis, Ana C. F., Pereira, Maria I.. “Gestão operacional : de Taylor aos nossos dias - evolução e tendências da moderna administração de empresas”. Pioneira, São Paulo, Brasil;
- ✓ Ghinato, Paulo (1996). “Autonomia e multifuncionalidade no trabalho: Elementos fundamentais na busca da competitividade - Ergonomia do processo”. 2ª Edição, Universidade Federal do rio Grande do Sul, porto alegre, Brasil;
- ✓ Ghinato, Paulo (2000). “Produção e competitividade: Aplicações e inovações”. Adiel de Almeida & Fernando M. C. Sousa, Recife, Brasil;
- ✓ Gianesi, Irineu G. N., Correa, Henrique L., (1993). “Just-in-time MRP II e OPT: Um enfoque estratégico”. Atlas, Portugal;
- ✓ Lean Enterprise Intitute (2008). “ Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers”- One Cambridge, Cambridge MA 02142 USA;
- ✓ Liker, Jeffrey K. (2004). “O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo”. McGraw Hill Companies, New York;
- ✓ Liker, Jeffrey K. (2006). “O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo”. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, Brasil;

- ✓ Liker, Jeffrey K. e Meier, David (2007). “O modelo Toyota: Manual de aplicação: Um guia prático para a implementação dos 4PS da Toyota. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, Brasil;
- ✓ Lopez, Patxi R. A. (2007). “La gestion de costes en um sistema lean”. Netbiblo, la Coruna, Espanha;
- ✓ Modarress, B., Ansari, A. and Lockwood, D. L.(2005). ”Kaizen costing for lean manufacturing: a case study’, International Journal of Production Research,43:9,1751 – 1760;
- ✓ Monden, Yasuhiro (1994). “Production System: an integrated approach to just-in-time”. Chapman an Hall, Londres;
- ✓ Ohno, Taiichi (1997). “O sistema Toyota de produção”. Artes Médicas Sul Ltda., Porto Alegre, Brasil;
- ✓ Ohno, Taiichi (1997). “O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala”. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, Brasil;
- ✓ Pascual, Ramón C. e Guardiet, Joan B. F. (1999). “22 Novas técnicas de gestion de stocks: MRP y JIT”. Productica Marcombo, Barcelona, Espanha;
- ✓ Pinto, João P. (2006). “Novas oportunidades”. Exame, Setembro 2006, p.24;
- ✓ Pinto, João P. (2006). “Princípio de criação de valor nas organizações”. Acedido em www.leanthinkingcommunity.org/ a 5 Janeiro de 2010;
- ✓ Pinto, João P. (2008). “Lean thinking: Introdução ao pensamento magro”. Acedido em <http://molar.crb.ucp.pt/> a 5 de Janeiro de 2010;
- ✓ Pinto, João P. (2010). “Melhoria continua: compromisso a longo prazo com a mudança”. Comunidade Lean Thinking. Acedido em www.scribd.com em 10 de Setembro de 2010;
- ✓ Pinto, João P. (Junho 2009). Melhoria continua: compromisso a longo prazo com um a mudança”. Comunidade Lean Thinking. Acedido em www.scribd.com a 21 de Fevereiro de 2010.
- ✓ Pinto, João P. e Gonçalves, Hugo (2007). “Glossário de termos”. Comunidade Lean Thinking. Acedido em www.scribd.com em 17 de Janeiro de 2010;
- ✓ Rother , Mike e Shook, Jonh (1999). “Aprendendo a enxergar. Mapeando o o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdicio”. Lean Institute Brasil, São Paulo, Brasil;
- ✓ Rother , Mike e Shook, Jonh (2008). “Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda”. Shingo Prize, Lean Enterprize Intitute, USA;
- ✓ Sarkar, Jayati e Sarkar, Subrata (2008). “Debt and corporate governance is emerging economies: Evidence from Índia”. Vol. 16, issue 2, p. 293-334, April 2008. Acedido em www.onlinelibrary.wiley.com/ a 18 de Novembro de 2009;
- ✓ Shingo, Shigeo (2003). “Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos”. Productivity Press, São Paulo, Brasil.

- ✓ Shingo, Shigeo (2005). “O sistema Toyota de produção, do ponto de vista da engenharia da produção”. ISBN 978-86-7307-169-6. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, Brasil;
- ✓ Slack, Nigel, Chambus, Stuart e Johnson, Robert (2002). “Administração da Produção”. Edição 2, Atlas, Portugal;
- ✓ Spear, Steven e Bownen, H. Kent (1999). “Decoding the DNA of the Toyota Production System”. Harvard Business Review”. Reprint 99509, Setembro-Outubro, p. 96-106;
- ✓ Sullivan, William G., McDonald, Thomas N. e Aken, Eilee M. V. (2002). “Equipment replacement decisions and lean manufacturing”. Robotic and Computers Integrated Manufacturing, 18, p. 255-265;
- ✓ Tardin, Gustavo G.(2001). “O sistema puxado e o nivelamento da produção”. Dissertação (mestrado). Faculdade de engenharia mecânica, Campinas. Universidade Estadual de Campinas;
- ✓ Urze, Paula (2008). “Linha de montagem: instrumentos, ritmos e pausas”. VI Congresso Português de Sociologia. Acedido em www.aps.pt/vicongresso/pdfs/635.pdf em 1 Setembro de 2010;
- ✓ Womack, James P. e Jones, Daniel T. (2000) “Lean thinking: como utilizar el pensamiento lean para eliminar los despifarrones y crear valor en la empresa”. Ediciones Gestion 2000, Espanha;
- ✓ Womack, James P. e Jones, Daniel T. (2003) “Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Free Press, New York, 2003;
- ✓ Womack, James P. e Jones, Daniel T. (2006). “Soluções enxutas: lean solutions - como empresas e clientes conseguem criar valor e riqueza”. Editora Campus, Brasil;
- ✓ Womack, James P., Jones, Daniel T. e Ross Daniel (2008). “The machine that chenged the world: the story of lean prodution - Toyota secret weapon in the global cars wars that is revolutionizing Word industry. Free Press, NY 10020;
- ✓ Zanchet, Tiago, Surin, Tarcisio A. e Missel, Elencia C. “Aplicação do mapeamento de fluxo de valor em um centro de material e esterilização de um complexo hospitar”. Acedido em www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes em 3 de Março de 2010.