

Série  
**SEIS SIGMA**  
VOLUME 4

# Lean Seis Sigma

Introdução às Ferramentas  
do *Lean Manufacturing*



**WERKEMA**  
EDITORA

**Cristina WERKEMA**

# Seis Sigma

**Cristina WERKEMA**

Série  
**SEIS SIGMA**  
VOLUME 4

# ***Lean Seis Sigma***

**Introdução às Ferramentas  
do Lean Manufacturing**



Copyright © by Maria Cristina Catarino Werkema

Todos os direitos desta edição são reservados à Werkema Editora Ltda.

São proibidas a duplicação ou reprodução deste volume ou de parte do mesmo, através de qualquer meio, sem autorização expressa da editora.

**Direção EDITORIAL**

**Cristina Werkema**

**Diagramação e Produção Gráfica**

**Ana Flávia Fantoni**

CIP - Brasil. Catalogação-na-fonte

Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

W516c

Werkema, Maria Cristina Catarino

Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing / Cristina Werkema;

Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006

120p. - (Seis Sigma; v.4)

Edição: 1<sup>a</sup>

Anexo

Inclui bibliografia

ISBN 85-98582-04-2

1. Controle de qualidade

3. Controle de processos

2. Administração da produção - Controle de qualidade.

I. Título

II. Série

01-700

CDD 658.562

CDU 658.562

2006 - Impresso no Brasil

**Werkema Editora**

[www.werkemaconsultores.com.br](http://www.werkemaconsultores.com.br)

### **Proteção aos direitos autorais desta edição**

Todos os direitos desta edição são reservados à Werkema Editora Ltda..

Nos termos da lei nº 9610/98, que resguarda todos os direitos autorais, nenhum trecho deste livro pode ser reproduzido sob qualquer meio ou forma, sejam eles eletrônicos ou mecânicos, sem a expressa autorização da editora.

Ainda de acordo com o previsto na lei nº 9610/98, em caso de utilização desta obra ou de parte dela, é obrigatória a menção da autora e da fonte. **A omissão dessa autoria constitui grave violação ao direito autoral** e sujeita o infrator às penas previstas na Lei de Direito Autoral e no Código Penal Brasileiro. Essas regras se aplicam também às características gráficas e editoriais do livro.

# agradecimentos

Agradeço à “família Werkema Consultores” por toda eficiência, eficácia, dedicação e preciosas contribuições para a consolidação do sucesso de nossa empresa.

Agradeço a Elizabeth Cabral e Luiz Fernando Atela Barbosa, meus “braços direitos” na Werkema Consultores:

Beth e Luiz, meu sincero “muito obrigada”. Sem vocês, teria sido impossível produzir esta obra.

Agradeço à Jussara Álvares de Oliveira, consultora dos setores jurídico e administrativo-financeiro da Werkema Consultores:

Jussara, muito obrigada por tudo.

# Sumário

## capítulo 1

### **14 Introdução ao *Lean Manufacturing***

- 15 O que é *Lean Manufacturing*?
- 18 O que é Seis Sigma?
- 22 Como ocorre a integração entre o *Lean Manufacturing* e o Seis Sigma?

## capítulo 2

### **26 Mapeamento do Fluxo de Valor**

- 27 O que é fluxo de valor?
- 27 O que é Mapeamento do Fluxo de Valor?
- 27 Por que usar o Mapeamento do Fluxo de Valor?
- 30 Como conduzir o Mapeamento do Fluxo de Valor?
- 32 O que deve ser feito após a construção do mapa do estado atual?
- 35 Como desenhar o mapa do estado futuro?
- 38 Como alcançar o estado futuro?
- 39 Alertas quanto ao uso do Mapeamento do Fluxo de Valor.
- 40 Perguntas de *Champions*, *Black Belts* e *Green Belts*.

## capítulo 3

### **42 Métricas *Lean***

- 43 O que são as Métricas *Lean*?
- 43 Quais são as principais Métricas *Lean*?
- 43 O que é a Lei de *Little*?
- 49 Como diminuir o trabalho em processo?
- 49 Alertas quanto ao uso das Métricas *Lean*.
- 50 Perguntas de *Champions*, *Black Belts* e *Green Belts*.

# capítulo 4

## **52** **Kaizen**

- 53 O que é *Kaizen*?
- 53 Como o *Kaizen* deve ser conduzido?
- 56 Quando usar o *Kaizen*?
- 54 Alertas quanto ao uso do *Kaizen*.

# capítulo 5

## **58** **Kanban**

- 59 O que é *Kanban*?
- 60 Qual o conteúdo de um cartão *Kanban*?
- 60 Por que usar o sistema *Kanban*?
- 60 Como funciona o sistema *Kanban*?
- 61 Quais são as diretrizes para o uso do sistema *Kanban*?
- 62 Como determinar o número necessário de *Kanbans* em um processo?

# capítulo 6

## **63** **Padronização**

- 64 O que é Padronização?
- 64 Quais são os passos para a Padronização?
- 67 Por que usar a Padronização?
- 67 Quais são os principais tipos de documentos usados para Padronização no *Lean Manufacturing*?
- 69 Alertas quanto ao uso da Padronização.

# capítulo 7

## **70 5S**

- 71 O que é 5S?
- 71 Por que adotar o 5S?
- 72 Quais são os passos para a implementação do 5S?
- 73 Alertas quanto ao uso do 5S.

# capítulo 8

## **74 Redução de Setup**

- 75 O que é Redução de *Setup*?
- 75 Quais são as etapas de um processo de *setup*?
- 75 Como a Redução de *Setup* deve ser conduzida?
- 80 Por que usar a Redução de *Setup*?
- 80 Como usar a Redução de *Setup* em processos administrativos e de prestação de serviços?

# capítulo 9

## **82 TPM - Total Productive Maintenance**

- 83 O que é *TPM*?
- 84 Como implementar o *TPM*?
- 87 Por que implementar o *TPM*?



# capítulo 10

## 88 **Gestão Visual**

- 89 O que é Gestão Visual?
- 89 Por que usar a Gestão Visual?
- 89 Como implementar a Gestão Visual?
- 90 Que ferramentas são usadas na Gestão Visual?

# capítulo 11

## 94 **Poka-Yoke**

- 95 O que é *Poka-Yoke*?
- 95 Quais são as categorias de *Poka-Yoke*?
- 98 Quais são os possíveis *designs* para um dispositivo *Poka-Yoke*?
- 99 Quais são as etapas para a criação de um dispositivo *Poka-Yoke*?
- 99 Perguntas de *Champions*, *Black Belts* e *Green Belts*.

# anexo A

## 102 **Ícones do Mapeamento do Fluxo de Valor**

# anexo B

## 106 **Comentários e referências**

# anexo C

## 112 **Referências bibliográficas**

# Capítulo 1. ■

---

## Introdução ao *Lean Manufacturing*

*“The world fears a new experience more than it fears anything. Because a new experience displaces so many old experiences... The world doesn’t fear a new idea. It can pigeon-hole any idea. But it can’t pigeon-hole a real new experience.”*

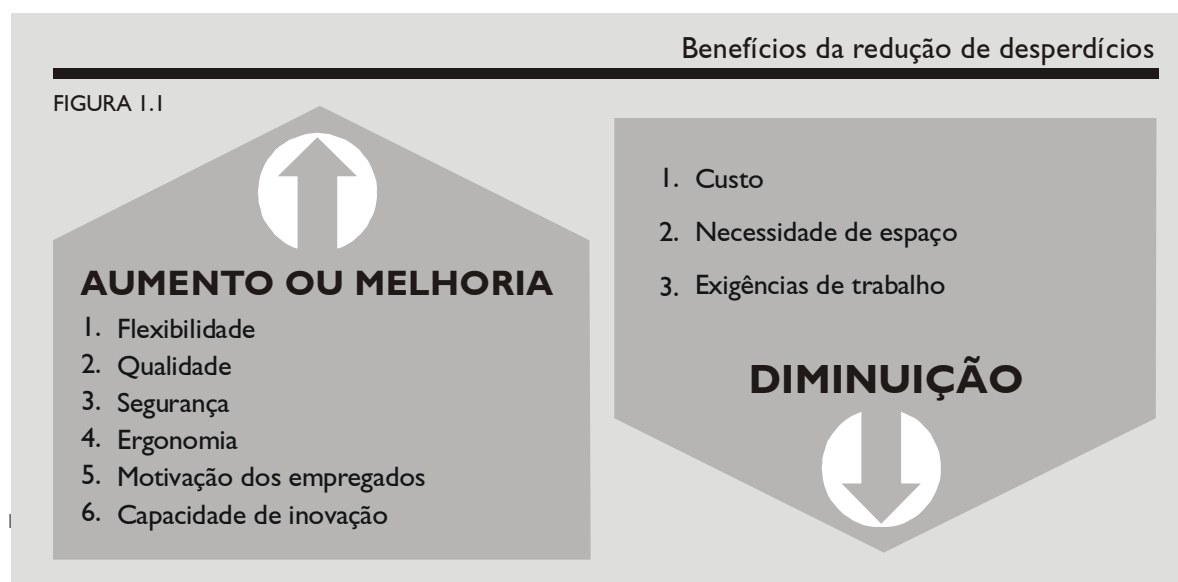
*D. H. Lawrence*

## O que é *Lean Manufacturing*?

O *Lean Manufacturing* é uma iniciativa que busca eliminar desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e imprimir velocidade à empresa. **Como o *Lean* pode ser aplicado em todo tipo de trabalho, uma denominação mais apropriada é *Lean Operations* ou *Lean Enterprise*.**

As origens do *Lean Manufacturing* remontam ao Sistema Toyota de Produção (também conhecido como Produção *Just-in-Time*). O executivo da Toyota Taiichi Ohno iniciou, na década de 50, a criação e implantação de um sistema de produção cujo principal foco era a identificação e a posterior eliminação de desperdícios, com o objetivo de reduzir custos e aumentar a qualidade e a velocidade de entrega do produto aos clientes. O Sistema Toyota de Produção, por representar uma forma de produzir cada vez mais com cada vez menos, foi denominado produção enxuta (*Lean Production* ou *Lean Manufacturing*) por James P. Womack e Daniel T. Jones, em seu livro “A Máquina que Mudou o Mundo”<sup>1</sup>. Essa obra – publicada em 1990 nos Estados Unidos com o título original *The Machine that Changed the World* – é um estudo sobre a indústria automobilística mundial realizado nos anos 80 pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que chamou a atenção de empresas de diversos setores.

No cerne do *Lean Manufacturing* está a redução dos sete tipos de desperdícios identificados por Taiichi Ohno<sup>2</sup>: “**defeitos** (nos produtos), **excesso de produção** de mercadorias desnecessárias, **estoques** de mercadorias à espera de processamento ou consumo, **processamento** desnecessário, **movimento** desnecessário (de pessoas), **transporte** desnecessário (de mercadorias) e **espera** (dos funcionários pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior)”. Womack e Jones acrescentaram a essa lista “o projeto de produtos e serviços que não atendem às necessidades do cliente”<sup>2</sup>. A figura 1.1 apresenta os benefícios da redução de desperdícios e a figura 1.2 mostra alguns exemplos de desperdícios em áreas administrativas e de prestação de serviços.



### Exemplos de desperdícios em áreas administrativas e de prestação de serviços

FIGURA 1.2

Tipo de desperdício	Exemplos
<b>Defeitos</b>	Erros em faturas, pedidos, cotações de compra de materiais.
<b>Excesso de produção</b>	Processamento e/ou impressão de documentos antes do necessário, aquisição antecipada de materiais.
<b>Estoques</b>	Material de escritório, catálogos de vendas, relatórios.
<b>Processamento desnecessário</b>	Relatórios não necessários ou em excesso, cópias adicionais de documentos, reentrada de dados.
<b>Movimento desnecessário</b>	Caminhadas até o fax, copiadora, almoxarifado.
<b>Transporte desnecessário</b>	Anexos de e-mails em excesso, aprovações múltiplas de um documento.
<b>Espera</b>	Sistema fora do ar ou lento, ramal ocupado, demora na aprovação de um documento.

Ainda nas palavras de Womack e Jones<sup>3</sup>, “existe um poderoso antídoto ao desperdício: o pensamento enxuto (*Lean Thinking*), que é uma forma de especificar valor; alinhar na melhor seqüência as ações que criam valor; realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de modo cada vez mais eficaz”.

De acordo com o *Lean Institute Brasil*<sup>4</sup>, os princípios do *Lean Thinking* são:

- ◆ Especificar o **valor** – aquilo que o cliente valoriza.

O ponto de partida para o *Lean Thinking* consiste em definir o que é valor. É o cliente e não a empresa que define o que é valor. Para o cliente, a necessidade gera o valor e cabe às empresas determinarem qual é a necessidade, procurar satisfazê-la e cobrar por isso um preço específico para manter a empresa no negócio e aumentar os lucros via melhoria contínua dos processos, reduzindo os custos e melhorando a qualidade.

- ◆ Identificar o **fluxo de valor**.

O próximo passo consiste em identificar o fluxo de valor, que significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que efetivamente geram valor; aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade e, por fim, aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados imediatamente.

- ◆ Criar **fluxos contínuos**.

A seguir, deve-se dar “fluidez” para os processos e atividades restantes, o que exige uma mudança

de mentalidade. A idéia de produção por departamentos como a melhor alternativa deve ser deixada de lado. Constituir o fluxo contínuo com as etapas restantes é uma tarefa difícil, mas também é a mais estimulante. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos e de processamento de pedidos e na diminuição de estoques. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá ao produto uma “atualidade”: a empresa pode atender à necessidade dos clientes quase instantaneamente.

♦ **Produção puxada.**

O fluxo contínuo permite a inversão do fluxo produtivo: as empresas não mais empurram os produtos para o consumidor através de descontos e promoções. O consumidor passa a “puxar” a produção, eliminando estoques e dando valor ao produto.

♦ **Buscar a perfeição.**

A perfeição deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor. A busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa, em processos transparentes nos quais todos os membros da cadeia (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor.

As principais ferramentas usadas para colocar em prática os princípios do *Lean Thinking* são:

- ♦ Mapeamento do Fluxo de Valor.
- ♦ Métricas *Lean*.
- ♦ *Kaizen*.
- ♦ *Kanban*.
- ♦ Padronização.
- ♦ 5S.
- ♦ Redução de *Setup*.
- ♦ *TPM (Total Productive Maintenance)*.
- ♦ Gestão Visual.
- ♦ *Poka-Yoke (Mistake Proofing)*.

Nos últimos anos, o número de empresas praticantes do *Lean Manufacturing* vem aumentando significativamente em todos os setores industriais e de serviços. No entanto, vale destacar que **a adoção do *Lean Manufacturing* representa um processo de mudança de cultura da organização e, portanto, não é algo fácil de ser alcançado.** O fato de a empresa utilizar ferramentas *Lean* não significa, necessariamente, que foi obtido pleno sucesso na implementação do *Lean Manufacturing*.

## O que é Seis Sigma?

O Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar expressivamente a performance e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores. Ele nasceu na Motorola, em 15 de janeiro de 1987, com o objetivo de tornar a empresa capaz de enfrentar seus concorrentes, que fabricavam produtos de qualidade superior a preços menores. A partir de 1988, quando a Motorola foi agraciada com o Prêmio Nacional da Qualidade Malcolm Baldrige, o Seis Sigma tornou-se conhecido como o programa responsável pelo sucesso da organização. Com isso, outras empresas, como a Asea Brown Boveri, AlliedSignal (hoje, Honeywell), General Electric, Kodak e Sony passaram a utilizar com sucesso o programa e a divulgação dos enormes ganhos alcançados por elas gerou um crescente interesse pelo Seis Sigma. Podemos dizer que o Seis Sigma foi celebrizado pela GE, a partir da divulgação, feita com destaque pelo CEO Jack Welch, dos expressivos resultados financeiros obtidos pela empresa através da implantação da metodologia (por exemplo, ganhos de 1,5 bilhão de dólares em 1999).

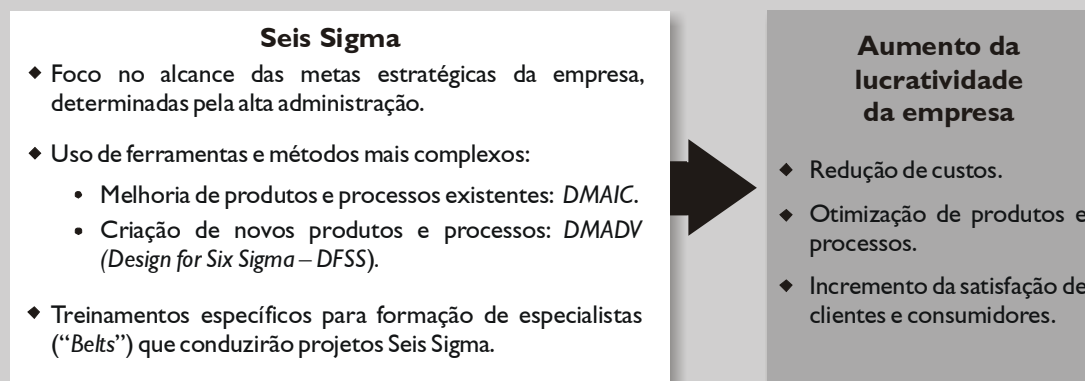
No Brasil, o interesse pelo Seis Sigma está crescendo a cada dia. Já há alguns anos, as empresas cujas unidades de negócio no exterior estavam adotando esse programa o conhecem. A pioneira na implementação do Seis Sigma com tecnologia nacional foi o Grupo Brasmotor (Multibrás e Embraco), que, em 1999, obteve mais de 20 milhões de reais de retorno, a partir dos primeiros projetos Seis Sigma concluídos. Atualmente, várias outras empresas no país estão implementando a estratégia, geralmente com o suporte de consultorias nacionais.

Os resultados das organizações que estão adotando o programa têm superado o indicador “quinze reais de ganho por real investido” e há vários projetos Seis Sigma cujo retorno é da ordem de cinco milhões de reais anuais.

A lógica do programa é apresentada na figura 1.3. O Seis Sigma enfoca os objetivos estratégicos da empresa e estabelece que todos os setores-chave para a sobrevivência e sucesso futuros da organização possuam metas de melhoria baseadas em métricas quantificáveis, que serão atingidas por meio de um esquema de aplicação projeto por projeto. Os projetos são conduzidos por equipes lideradas pelos especialistas do Seis Sigma (*Black Belts* ou *Green Belts*), com base nos métodos **DMAIC** (**Define, Measure, Analyze, Improve, Control**) e **DMADV** (**Define, Measure, Analyze, Design, Verify**). Os patrocinadores e especialistas do Seis Sigma são apresentados na figura 1.4.

## Lógica do Seis Sigma

FIGURA 1.3

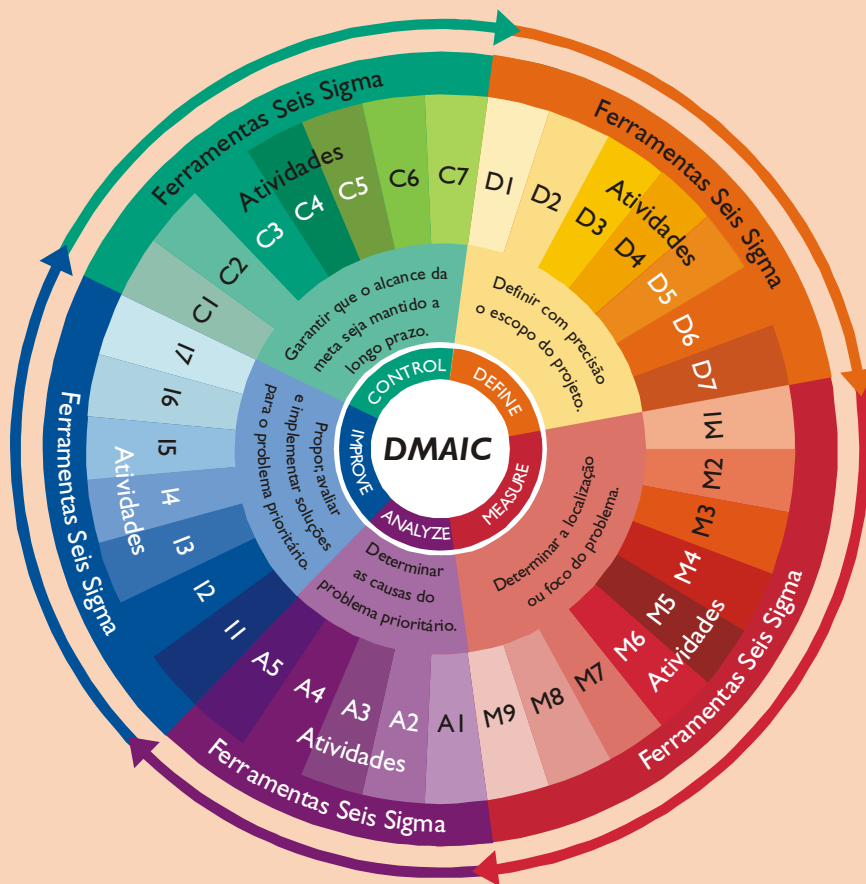


## Patrocinadores e especialistas do Seis Sigma

FIGURA 1.4

	Patrocinador/ Especialista	Nível de atuação	Principais atribuições
Patrocinador	<b>Sponsor</b>	Principal executivo da empresa	Promover e definir as diretrizes para a implementação do Seis Sigma.
	<b>Sponsor Facilitador</b>	Diretoria	Assessorar o <i>Sponsor</i> do Seis Sigma na implementação do programa.
	<b>Champion</b>	Gerência	Apoiar os projetos e remover possíveis barreiras para o seu desenvolvimento.
Especialista	<b>Master Black Belt</b>	Staff	Assessorar os <i>Sponsors</i> e <i>Champions</i> e atuar como mentores dos <i>Black Belts</i> e <i>Green Belts</i> .
	<b>Black Belt</b>	Staff	Liderar equipes na condução de projetos multifuncionais (preferencialmente) ou funcionais.
	<b>Green Belt</b>	Staff	Liderar equipes na condução de projetos funcionais ou participar de equipes lideradas por <i>Black Belts</i> .
	<b>Yellow Belt</b>	Supervisão	Supervisionar a utilização das ferramentas Seis Sigma na rotina da empresa e executar projetos mais focados e de desenvolvimento mais rápido que os executados pelos <i>Green Belts</i> .
	<b>White Belt</b>	Operacional	Executar ações na operação de rotina da empresa que irão garantir a manutenção, a longo prazo, dos resultados obtidos por meio dos projetos.

Um dos segredos do sucesso do Seis Sigma é a utilização do método *DMAIC* (figura 1.5) para o desenvolvimento dos projetos de melhoria. Os pontos fortes do *DMAIC* são apresentados na figura 1.6.



Integração das ferramentas Seis Sigma ao DMAIC

FIGURA 1.5

