

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Guilherme Sgarbi Junior**

**LEAN SEIS SIGMA NA LOGÍSTICA – UMA  
APLICAÇÃO NA GESTÃO DE ESTOQUE DE UMA  
EMPRESA DE AUTOPEÇAS**

**Taubaté – SP**

**2011**

**Guilherme Sgarbi Junior**

**LEAN SEIS SIGMA NA LOGÍSTICA – UMA  
APLICAÇÃO NA GESTÃO DE ESTOQUE DE UMA  
EMPRESA DE AUTOPEÇAS**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Curso Mestrado Profissional de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.  
Área de Concentração: Produção.  
Orientador: Prof. Álvaro Azevedo Cardoso, PhD

**Taubaté – SP**

**2011**

**GUILHERME SGARBI JUNIOR**

**LEAN SEIS SIGMA NA LOGÍSTICA – UMA APLICAÇÃO NA GESTÃO DE  
ESTOQUE DE UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Curso Mestrado Profissional de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.  
Área de Concentração: Produção Mecânica.  
Orientador: Prof. Álvaro Azevedo Cardoso, PhD

**Data: 16/12/2011**

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Álvaro Azevedo Cardoso, PhD - Universidade de Taubaté

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Carlos Alberto Chaves – Universidade de Taubaté

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Cesar Augusto Botura – Departamento de Ciência e Tecnologia  
Aeroespacial

Assinatura \_\_\_\_\_

Dedico este trabalho aos meus professores, aos meus colegas e a minha família que se constituíram nos maiores incentivadores para realização do mesmo, assim como as pessoas e entidades que contribuíram sobremaneira para meu enriquecimento.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Doutor Álvaro Azevedo Cardoso, PhD pela orientação segura e objetiva na execução desta dissertação.

Agradeço também ao grupo de estudos do curso de Mestrado de Engenharia Mecânica – modalidade produção, pela convivência agradável e produtiva nestes 18 meses que compartilhamos um ambiente de estudo.

Agradeço a todos os mestres das disciplinas ministradas no curso de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção pelos ensinamentos oportunos, a franca discussão e troca de experiências que suas aulas propiciaram a mim e ao grupo de mestrandos.

Se temos uma tradição é esta: tudo pode sempre ser feito melhor do que está sendo feito.

Ford

“Desperdícios não existem para serem medidos, e sim eliminados.”

*Taichi Onno*

## RESUMO

SGARBI, Guilherme Jr. LEAN SEIS SIGMA NA LOGÍSTICA – UMA APLICAÇÃO NA GESTÃO DE ESTOQUE DE UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS. 2011. 103p. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica com área de concentração em Produção) - Departamento de Engenharia Mecânica - Universidade de Taubaté, Taubaté, Brasil.

*O objetivo deste trabalho é apresentar uma aplicação do Lean Seis Sigma na Logística de uma empresa de autopeças visando à redução do nível do inventário por meio da eliminação dos desperdícios e redução da variabilidade nos processos de gestão de estoque. O estudo de caso usou como espinha dorsal para condução do projeto a metodologia DMAIC e foram aplicadas ferramentas de análise de dados e estatística tais como matriz de causa e efeito, mapa do processo, cartas de controle e análise da capacidade, juntamente com as ferramentas do Lean: Value Stream Mapping, JIT, Kanban, 5'S e Padronização. O resultado alcançado teve uma redução no inventário de aproximadamente 30%, ou seja, no início do projeto o estoque estava em torno de R\$ 4.700.000,00 e após implantação reduziu para R\$3.350.000,00. Estes números foram alcançados mantendo-se o nível de serviço em torno da média histórica da empresa de 98% para um faturamento estável dentro do período analisado. Em outras palavras, se a empresa puder entender e controlar os desperdícios e as variações nos processos, do fornecedor ao cliente, então será capaz de reduzir a dependência dos estoques e melhorar a produtividade, portanto, desta forma a empresa pode alavancar competitividade em relação aos seus concorrentes.*

**Palavras-chave:** *Lean Seis Sigma, Logística, Gestão dos Estoques e Produtividade.*

## ABSTRACT

SGARBI, Guilherme Jr. LEAN SIX SIGMA LOGISTICS - AN APPLICATION IN INVENTORY MANAGEMENT OF AN AUTO PARTS COMPANY. 2011. 103 p. Monograph (Professional Master Degree Mechanical Engineering - Área of Production) Mechanical Engineering Department, University of Taubaté, Taubaté, Brazil.

*The objective of this paper is to present an application of Lean Six Sigma Logistics in a auto parts company in order to reduce the inventory level by eliminating waste and reducing variability in the processes of inventory management. The case study used as the backbone of the project to conduct the DMAIC methodology and tools were applied for data analysis and statistics such as cause and effect matrix, map of the process control charts and capability analysis, along with tools Lean: Value Stream Mapping, JIT, Kanban, 5' S and standardization. The result achieved was a reduction in inventory of approximately 30%, ie, early in the project the stock was around \$2,500,000.00 and after implantation decreased to \$1,900,000.00. These numbers were achieved while maintaining the level of service around the company's historical average of 98% for a stable revenue in the period analyzed. In other words, if the company can understand and control waste and variations in processes from supplier to customer, then you will be able to reduce dependence on inventory and improve productivity, so this way the company can leverage competitive with their competitors.*

**Keywords:** *Lean Six Sigma, Logistics, Inventory Management and Productivity.*

## LISTAS DE FIGURAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Figura 1  | - Tipos de Pesquisa e em destaque a metodologia usada neste trabalho.....                             | 24 |
| Figura 2  | - Estrutura do trabalho .....   | 27 |
| Figura 3  | - Cadeia de Suprimentos .....   | 34 |
| Figura 4  | - Complexidades da cadeia de suprimentos .....  | 34 |
| Figura 5  | - Cadeia de Valor .....   | 35 |
| Figura 6  | - Representação dos processos de negócios na cadeia de suprimentos .....                              | 36 |
| Figura 7  | - Decisões chaves na cadeia de suprimentos .....  | 38 |
| Figura 8  | - Seleção da estratégia a ser adotada dependendo das características do suprimento e da demanda ..... | 42 |
| Figura 9  | - Ciclo do fluxo de valor do estoque .....  | 48 |
| Figura 10 | - A casa do STP .....   | 55 |
| Figura 11 | - Matriz de causa e efeito .....  | 74 |
| Figura 12 | - Exemplo de VSM .....  | 75 |
| Figura 13 | - Desvios-padrão (sigmas) com relação à média .....   | 76 |
| Figura 14 | - Comparação do desvio padrão em dois processos .....   | 77 |
| Figura 15 | - Análise de capacidade .....   | 78 |
| Figura 16 | - Relacionamento do Lean e Seis Sigma .....   | 83 |
| Figura 17 | - Casa do Lean Seis Sigma .....   | 86 |
| Figura 18 | - <i>Project tracker</i> .....  | 90 |
| Figura 19 | - Saldo de estoque mensal de 2009 (antes da implantação) e análise de normalidade .....               | 93 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 20 - <i>Value Stream Mapping</i> .....  | 94  |
| Figura 21 - Fotos do almoxarifado antes do projeto .....                                       | 95  |
| Figura 22 - Análise dos dados e verificação da correlação .....                                | 97  |
| Figura 23 - Análise dos dados e verificação da normalidade no período de Jan/09 a Dez/10 ..... | 99  |
| Figura 24 - Análise dos dados e verificação da normalidade no período de Jan/10 a Dez/10 ..... | 99  |
| Figura 25 - Foto de embalagens antes e depois .....  | 100 |
| Figura 26 - Foto do almoxarifado antes e depois .....  | 104 |

## LISTA DE QUADROS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Quadro 1  | - Evolução do conceito de Logística e Cadeia de Suprimentos.....                                | 31 |
| Quadro 2  | - Características dos processos chaves na cadeia de suprimentos .....                           | 36 |
| Quadro 3  | - Processos de negócios que poderiam ser integrados na cadeia de abastecimento .....            | 39 |
| Quadro 4  | - Dois grupos de componentes de gestão que devem ser alinhados na cadeia de abastecimento ..... | 40 |
| Quadro 5  | - Processos de negócios que poderiam ser integrados na cadeia de abastecimento .....            | 44 |
| Quadro 6  | - Tipos de estoque .....  | 47 |
| Quadro 7  | - Formas de estoque dentro da empresa .....   | 47 |
| Quadro 8  | - Princípios do Lean .....  | 56 |
| Quadro 9  | - Objetivos do Lean .....   | 57 |
| Quadro 10 | - Desperdícios .....  | 58 |
| Quadro 11 | - Ferramentas e Técnicas do Lean .....  | 61 |
| Quadro 12 | - Características das fases do DMAIC.....   | 68 |
| Quadro 13 | - Ferramentas e técnicas Seis Sigma .....   | 69 |
| Quadro 14 | - Características complementares do modelo Lean e Seis Sigma                                    | 79 |
| Quadro 15 | - Diferenças entre o Lean e Seis Sigma .....  | 81 |

|   |    |
|---|----|
| Quadro 16 - Abordagens do Lean e Seis Sigma .....                                   | 81 |
| Quadro 17 - Mapa do processo com Inputs e Outputs dos processos<br>analisados ..... | 95 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Valor financeiro do estoque e giro de estoque, referentes ao período anterior a implantação da metodologia Lean Seis Sigma na Logística ..... | 89 |
| Tabela 2 - Matriz XY .....   | 96 |
| Tabela 3 - Redução de estoque obtida após a implantação do Lean Seis Sigma .....   | 98 |

## LISTA DE SIGLAS

|       |   |
|-------|---|
| CTQ   | - Crítico Para Qualidade                                |
| DMAIC | - <i>Define – Measure – Analyze – Improve – Control</i> |
| JIT   | - <i>Just-in-Time</i>                                   |
| QFD   | - <i>Quality Function Deployment</i>                    |
| LIE   | - Limite Inferior de Especificação                      |
| LSE   | - Limite Superior de Especificação                      |
| MTO   | - <i>Make-To-Order</i>                                  |
| MTS   | - <i>Make-To-Stock</i>                                  |
| OEM   | - <i>Original Equipment Manufacturer</i>                |
| SCM   | - <i>Supply Chain Management</i>                        |
| STP   | - Sistema Toyota de Produção                            |
| VOB   | - <i>Voice of Business</i>                              |
| VOC   | - <i>Voice of the Customer</i>                          |
| VSM   | - <i>Value Stream Mapping</i>                           |
| WIP   | - Work in process                                       |

## SUMÁRIO

|       |   |     |
|-------|---|-----|
|       | <b>LISTAS DE FIGURAS</b>  | I   |
|       | <b>LISTA DE QUADROS</b>   | II  |
|       | <b>LISTA DE TABELAS</b>   | III |
|       | <b>LISTA DE SIGLAS</b>  | IV  |
| 1     | INTRODUÇÃO .....  | 16  |
| 1.1   | Descrição do problema e Pergunta .....                          | 19  |
| 1.2   | Tema .....  | 20  |
| 1.3   | Justificativa do tema .....                                     | 20  |
| 1.4   | Objetivo geral .....  | 21  |
| 1.5   | Objetivos específicos .....                                     | 21  |
| 1.6   | Fatores motivacionais.....                                      | 22  |
| 1.7   | Delimitações do trabalho.....                                   | 23  |
| 1.8   | Método de Pesquisa e metodologia .....                          | 23  |
| 1.9   | Estrutura do trabalho .....                                     | 27  |
| 2     | REVISÃO DA LITERATURA .....                                     | 29  |
| 2.1   | Logística e Cadeia de Suprimentos .....                         | 29  |
| 2.1.1 | Evolução do conceito de Logística e Cadeia de Suprimentos ..... | 30  |
| 2.1.2 | Processos da Cadeia de Suprimentos .....                        | 33  |
| 2.1.3 | Decisões chaves na Cadeia de Suprimentos .....                  | 37  |
| 2.1.4 | Estratégias na Cadeia de Suprimentos .....                      | 40  |
| 2.1.5 | Cadeia de Suprimentos Automotiva .....                          | 42  |
| 2.2   | Gestão dos Estoques .....                                       | 45  |
| 2.2.1 | Definição de Gerenciamento dos Estoques .....                   | 46  |
| 2.2.2 | Por que gerenciar os Estoques? .....                            | 49  |
| 2.2.3 | Função dos Estoques .....                                       | 50  |
| 2.3   | Qualidade e Produtividade .....                                 | 51  |
| 2.4   | Lean .....  | 53  |
| 2.4.1 | Casa do Sistema Toyota de Produção .....                        | 54  |
| 2.4.2 | Princípios e Objetivos do Lean .....                            | 56  |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 2.4.3   | Desperdícios (Muda) .....                                       | 58  |
| 2.4.4   | Ferramentas e Técnicas do Lean .....                            | 60  |
| 2.5     | Seis Sigma .....  | 63  |
| 2.5.1   | Fatores críticos para o sucesso para o Seis Sigma .....         | 65  |
| 2.5.2   | Projetos Seis Sigma .....                                       | 66  |
| 2.5.3   | Ferramentas e técnicas Seis Sigma .....                         | 68  |
| 2.5.3.1 | VOC e VOB .....   | 70  |
| 2.5.3.2 | Matriz XY .....   | 72  |
| 2.5.3.3 | VSM - Value Stream Mapping (Mapeamento do Fluxo de Valor) ..... | 74  |
| 2.5.3.4 | Análise de capacidade .....                                     | 76  |
| 2.6     | Lean Seis Sigma .....   | 79  |
| 2.7     | Lean Seis Sigma na Logística e Cadeia de Suprimentos .....      | 83  |
| 3       | ESTUDO DE CASO .....  | 87  |
| 3.1     | Desenvolvimento do estudo de caso .....                         | 88  |
| 3.1.1   | Definir .....   | 91  |
| 3.1.1.1 | VOB (Voice of Business) .....                                   | 91  |
| 3.1.2   | Medir .....   | 92  |
| 3.1.2.1 | Mapa do Processo .....  | 93  |
| 3.1.2.2 | Matriz XY .....   | 96  |
| 3.1.3   | Analisar .....  | 97  |
| 3.1.4   | Melhorar .....  | 98  |
| 3.1.4.1 | <i>Just-in-Time, Kanban e Milk Run</i> .....                    | 99  |
| 3.1.4.2 | Padronização e organização – Protocolo Logístico.....           | 101 |
| 3.1.4.3 | Flat Storage .....  | 103 |
| 3.1.5   | Controlar .....   | 105 |
| 4       | CONCLUSÃO .....   | 106 |
| 5       | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS... ..                                | 109 |
| 6       | ANEXO.....  | 109 |

## 1. INTRODUÇÃO

A logística é uma das áreas mais negligenciada de oportunidades nos negócios de hoje. Isto é muito surpreendente quando se considera que as empresas mais bem sucedidas do mundo têm suas atividades de logística e “*supply chain*” (cadeia de suprimentos) como o segredo de seu sucesso. O desafio consiste em como alavancar o valor da logística. O segredo é escolher os princípios e ferramentas que são necessários e mais adequados para elevar o nível operacional logístico da empresa. A logística Enxuta juntamente com o Seis Sigma (*Lean Six Sigma Logistic*) descreve princípios e ferramentas aplicados na logística, criando um modelo de excelência empresarial que vai unir a cultura e os objetivos da empresa, alavancar os negócios e satisfazer as necessidades do cliente (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

Cada dia mais, as empresas estão exigindo agilidade, flexibilidade e controle dos seus processos, principalmente na gestão da logística. O gerenciamento do fluxo dos materiais nas operações logísticas deve ser considerado um item importante e crucial para a tomada de decisão e deve conduzir as ações de forma a atender todos os requisitos de um sistema produtivo, mantendo um fluxo contínuo dos materiais e níveis de investimento conforme as metas estabelecidas (CHOPRA E MEINDL, 2004).

Os sistemas produtivos apresentam comportamentos dinâmicos e complexos devido à interação de diversos recursos. Um recurso que vem ganhando importância na administração das empresas é a Gestão dos Estoques. Segundo Slack et al. (2009), as empresas geram os estoques devido a variações entre o suprimento e a demanda. Se o suprimento de um produto acontecer exatamente no momento certo, na quantidade certa e no lugar correto, não haverá necessidade de ser armazenado. Conforme os autores é impossível medir e prever esse equilíbrio, portanto o estoque funciona como um regulador destas variações.

Embora a logística envolva operações internas e externas, se estenda aos parceiros da cadeia de abastecimento, é justo dizer que qualquer definição de logística terá que envolver a gestão de estoque, seja sob a forma de bens duráveis (materiais e pessoas) ou bens não duráveis (informação). “Se não houver inventário

para movimentar, não há necessidade da logística” (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

Para Ching (2006), as organizações necessitam ser mais proativas para atender as necessidades dos clientes, e os estoques passam a ter um papel fundamental e necessário dentro do contexto da empresa. Portanto, conforme Ballou (2001), as empresas devem manter um nível mínimo de estoques e para isto devem gerenciar os custos de armazenagem e o custo financeiro do investimento do capital de giro em estoques.

Ballou (2001) apresenta os benefícios que a empresa obtém com a gestão dos estoques: a melhoria dos serviços de atendimento ao consumidor; os estoques agem como amortecedores entre a demanda e o suprimento; podem proporcionar economia de escala nas compras e; agem como proteção contra aumento de preços e contingências. A economia de escala evidencia a importância da análise dos níveis de estoques antes das compras. Pois se a empresa detém um volume alto de estoques e não realiza esta prévia análise, as economias geradas pelas compras de lotes maiores podem ser coberta por custos maiores na manutenção destes estoques.

Mas infelizmente o estoque tem seu lado “vilão”. Geralmente representa algo entre 5 a 30 por cento do total de ativos da empresa e pode representar metade do total de ativos de um varejista (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005). A filosofia Lean aponta o estoque como um dos principais desperdícios conforme descrito por Taiichi Ohno (Womack et al., 1992) na sua lista de sete desperdícios. A redução dos estoques é a força motriz por trás de muitos programas Lean e por sua vez é talvez a forma mais visível de desperdício (LIKER, 2004).

Lean (Enxuto) foi originalmente definido no livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack et al. (1992) como sendo a eliminação de desperdício, ou seja são atividades que reduzem o desperdício e acrescentam valores para os clientes. Lean foi estabelecida a partir do Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System - TPS), desenvolvido pelos engenheiros chefes da Toyota, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. O pensamento enxuto é uma rotina cíclica de buscar a perfeição através da eliminação de desperdícios e, dessa forma acrescentar valor ao cliente. Isso significa que todas as atividades intermediárias que necessitem de recursos, tempo e dinheiro, e não agregam valor para o cliente devem ser eliminados. Eliminar

atividades desnecessárias irá resultar em um processo mais eficiente (WOMACK E JONES, 1996).

Jones e Mitchell (2006) sugerem que a gestão enxuta oferece quatro benefícios significativos para uma organização. Em primeiro lugar, aumento da produtividade dentro da organização, porque os mesmos trabalhadores podem conseguir uma maior produção com os mesmos recursos. Em segundo lugar, as entregas mais rápidas por meio do aumento da eficiência. Terceiro, a qualidade aumenta, devido à redução no número de erros. E finalmente, o aumento dos níveis de satisfação na força de trabalho e dos clientes.

Além de eliminar os desperdícios também devemos compreender e reduzir os efeitos negativos da variação em nossos processos. E é para atender este objetivo que entra a metodologia Seis Sigma. No coração da Seis Sigma está a redução da variação: “Se pudermos entender e reduzir a variação em nossos processos, então podemos implementar iniciativas de melhoria que irão centralizar o processo e assegurar a exatidão e a confiabilidade da logística em torno das expectativas dos clientes (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005). Por exemplo, o tempo médio de entrega de um pedido é de cinco dias mas pode ter uma variação entre dois e oito dias. É esta variação que leva a perda de confiança do cliente e conseqüente acúmulo de estoques e / ou perda de venda.

O Seis Sigma aplica uma abordagem estruturada de atividades para estudar os processos em busca de melhorias. Este modelo sistemático é chamado de DMAIC, acrônimo em inglês de *Define – Measure – Analyze – Improve – Control* (Definir - Medir - Analisar - Melhorar - Controlar), onde temos a aplicação rigorosa de ferramentas estatísticas, técnicas de análise de dados e de gestão em cada uma das etapas do DMAIC (PANDE et al., 2001). Seis Sigma é um avanço importante na gestão da qualidade e melhoria de processos nas últimas duas décadas. Os benefícios do Seis Sigma não incluem somente reduzir a variabilidade, mas pode gerar redução de custos, melhoria da satisfação dos clientes e crescimento de receita de vendas (PANDE et al., 2001).

Lean Seis Sigma é uma metodologia de gestão que tenta compreender e eliminar os efeitos negativos dos desperdícios e da variação em nossos processos. Mas o que isso tem a ver com a logística? Uma vez fundamentada em princípios, a união potencializa os pontos fortes e fracos para criar um modelo cultural e operacional que irá ajudar a logística a resolver seus problemas, melhorar as

operações e contribuir para o sucesso do negócio da empresa (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

### **1.1 Descrição do problema**

Segundo SLACK et al. (2009), o fluxo produtivo funciona puxado por uma demanda, seja pelo sistema MTO (*Make-To-Order*) onde existe uma necessidade formal do cliente (pedido) ou pelo sistema MTS (*Make-To-Stock*) onde é feita a reposição de estoque para atender uma necessidade futura do cliente. Com a demanda conhecida, inicia-se o planejamento dos processos de compra de matéria prima e de produção. Porém, existe um desbalanceamento entre a oferta e procura dos produtos ou seja, existem variações no fluxo logístico desde o fornecedor até o cliente que formam o estoque. Este estoque ajuda as empresas a atender as necessidades do cliente e não interromper a produção, mas por outro lado pode onerar a empresa se não for administrado corretamente.

As empresas necessitam de métodos e ferramentas para controlar e gerenciar o fluxo logístico e minimizar os efeitos nocivos do desbalanceamento na cadeia de suprimentos. Para isto, temos que identificar e eliminar os desperdícios e as variações dos processos logísticos e obter uma cadência equilibrada de materiais e recursos tanto interna como externamente da empresa, e desta forma poder contribuir para elevar o nível de atendimento aos clientes e reduzir o custo logístico principalmente na gestão dos estoques. Portanto, temos a seguinte pergunta a ser respondida:

**É possível gerenciar o fluxo de materiais e reduzir os custos com estoque através da aplicação das metodologias Lean e Seis Sigma na Logística?**

## **1.2 Tema**

Busca-se neste trabalho aperfeiçoar o Gerenciamento da Cadeia de Suprimento, otimizando o fluxo de material, reduzindo os estoques e o custo associado na armazenagem, sem afetar o nível de serviço nas operações logísticas e melhorar o atendimento das necessidades do cliente. Utilizamos para desenvolver este trabalho a aplicação da metodologia Lean Seis Sigma na Logística especificamente na operação logística de gerenciamento dos estoques de uma empresa de autopeças.

## **1.3 Justificativa do tema**

A Logística é composta por diversos processos que interligados criam um complexo fluxo de materiais e informações visando atender as necessidades do cliente. Infelizmente nestes processos podem existir desperdícios que impedem o fluxo contínuo e oneram os gastos da empresa e / ou ter variabilidade que compromete a estabilidade no atendimento das necessidades dos clientes internos e externos. Os princípios do Lean Seis Sigma na Logística atuam em eliminar os desperdícios e a variabilidade das operações no fluxo de materiais na cadeia de suprimentos, exigindo agilidade no processo de fabricação fazendo com que somente se agregue valor ao produto. Portanto é fundamental o uso de uma metodologia estruturada que desenvolve a qualidade por meio da melhoria contínua dos processos e que leva em consideração todos os aspectos importantes de um negócio (PYZDEK, 2005).

A idéia de agilidade na gestão da cadeia de abastecimento se centra na flexibilidade, permitindo uma rápida mudança na diversidade de produtos ou no volume, na capacidade de responder rapidamente a mudanças imprevisíveis na demanda e não onerar a empresa com excesso de estoque. Portanto, desta forma a empresa pode alavancar competitiva em relação aos seus concorrentes e atender as necessidades dos seus clientes.

## **1.4 Objetivo geral**

A presente dissertação tem como objetivo minimizar o custo total de operação na cadeia de suprimentos, reduzindo o nível de estoque sem afetar o atendimento as necessidades do cliente e manter um fluxo contínuo de materiais na cadeia produtiva. A redução no custo total é desejável, pois traduz implicitamente a um aumento da eficiência do sistema. Para atingir este objetivo descrevemos e avaliamos o uso e os resultados da aplicação da metodologia Lean Seis Sigma na Logística especificamente na operação logística de gerenciamento dos estoques de uma empresa de autopeças.

## **1.5 Objetivos específicos**

Com a finalidade de atingir o objetivo geral, torna-se necessário os seguintes objetivos específicos:

1. Contribuir para uma maior compreensão de como o Lean Seis Sigma pode ser usado para desenvolver sistemas robustos para gerenciar a logística interna e a cadeia de suprimentos;
2. Fundamentar os conceitos do Lean e Seis Sigma, possibilitando a análise dos dados, conduzindo a tomada de decisão, resultando em uma melhor eficiência no gerenciamento da cadeia de abastecimento.
3. Aplicar os métodos para identificar e controlar os desperdícios e as variáveis que podem interferir na gestão dos estoques.
4. Otimizar o fluxo de material na cadeia de suprimentos, reduzindo os estoques e o custo associado na armazenagem, sem afetar o nível de serviço nas operações logísticas, melhorando o atendimento das necessidades do cliente.

## 1.6 Fatores motivacionais

De acordo com Christopher (1997), o objetivo final de qualquer sistema de logística é satisfazer os clientes. O foco no cliente é um conceito que tem aumentado muito nas últimas duas décadas, cada vez mais as empresas tendem a atender seus clientes disponibilizando os produtos com prazos de entrega reduzidos, com grande variedade de mix e com lançamentos de novidades mais frequentes. Tudo isto, combinado com a necessidade de menores custos tanto para o cliente quanto para a empresa.

Para contemplar este novo cenário a área de logística teve que se desdobrar para atender o cliente a qualquer custo sem avaliar o “*trade-off*”, levando em conta somente os custos tradicionalmente visíveis como transporte, armazenagem e os preços de compra. O “*trade-off*” pode ser caracterizado pela interação entre duas ou mais variáveis, onde a melhoria de uma pode afetar negativamente na outra (PAIVA et al., 2004).

Segundo Goldsby e Martichenko (2005), a logística está cheio de “*trade-off*”. Os mais comuns na área de logística são aqueles entre o nível de serviço oferecido aos clientes e o custo incorrido na prestação desse serviço. Onde a pressão para atender o cliente é grande porém os custos para realizar este desejo podem ser proibitivos, como exemplo podemos citar o nível de estoque desejado pela área de marketing versus o nível de estoque criado pela área produtiva. Cada um olhando para suas necessidades, um quer ter grande variabilidade de estoque para atender todos os pedidos dos seus clientes e o outro quer produzir em larga escala sem grandes variações nos modelos de produtos.

O problema mais difícil para a logística de operações tem sido a de melhorar a qualidade para o cliente e, ao mesmo tempo reduzir custos. Hoje, devemos perguntar como reduzir o custo e aumentar o valor do cliente. Portanto qualquer ganho no gerenciamento da cadeia de suprimentos é bem vindo e devemos explorar todos os recursos disponíveis para buscar a excelência da logística, e consequentemente gerar o sucesso geral da empresa. E para isto, iremos explorar neste trabalho todos os recursos do Lean Seis Sigma na Logística para pode trazer este equilíbrio, maximizando os recursos, reduzindo a variabilidade e eliminando os desperdícios na cadeia de suprimentos.

## 1.7 Delimitações do trabalho

Os resultados descritos neste trabalho foram obtidos através de análise dos dados realizados na empresa estudada. Esta empresa pertence ao segmento automotivo, mais especificamente uma empresa fabricante de autopeças, com perfil metalúrgico. Portanto, os resultados obtidos neste estudo são limitados a empresas com o mesmo perfil e pertencentes à cadeia produtiva das montadoras de automóveis.

Como outras limitações podemos citar:

- Devido à abrangência do assunto, a revisão literária não esgota todas as aplicações da metodologia Lean Seis Sigma;

- Os dados foram obtidos através de simulações em segmentos pilotos e posteriormente estendidos para os outros segmentos da empresa, devido ao tempo, não avaliamos os impactos nestes novos setores, e sim consideramos os valores totais para validar o resultado final;

- Não avaliamos o impacto da variação da demanda, que durante o período analisado ficou dentro da normalidade. Consideramos este ponto (demanda) como uma variável a ser amortecida pela metodologia Lean Seis Sigma, portanto não dedicamos tempo para seu estudo e sim buscamos ferramentas para inibir esta variação, tais como Kanban e Milk Run;

- Outro ponto não considerado no trabalho foi o clima organizacional antes e depois da implantação da metodologia Lean Seis Sigma na área de Logística, sabemos que faz parte da cultura Lean avaliar e medir este indicador, porém como não tínhamos este número antes da implantação julgamos não ter validade, pois não teríamos como comparar o antes e depois. Este indicador será abordado pelo autor em outra ocasião como objetivo de estudo em posterior trabalho.

## 1.8 Método de Pesquisa e metodologia

Conforme Silva e Menezes (2005), pesquisa é um conjunto de ações propostas para encontrar a solução para um problema, que tem por base executar

procedimentos racionais e sistemáticos. Pesquisa é a atividade básica da ciência para encontrar respostas para indagações propostas. Conforme Gil (1991), existe várias formas de classificar as pesquisas (Figura 1). Deve-se optar por um tipo de pesquisa conhecendo-se a natureza, o objetivo, a abordagem e o procedimento necessário para a execução da mesma (JUNG, 2010).

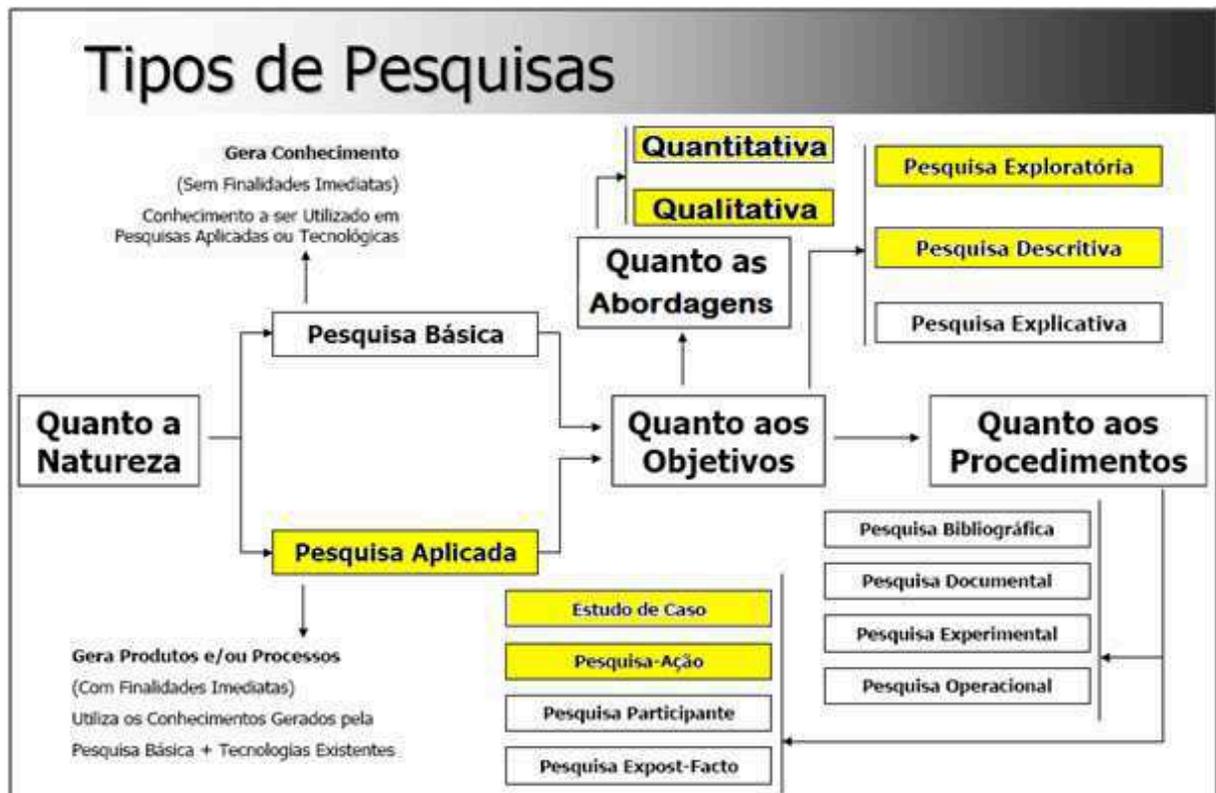


Figura 1: Tipos de Pesquisa e em destaque a metodologia usada neste trabalho. (Fonte: adaptada JUNG 2010)

A seguir descrevemos a metodologia utilizada para a investigação do problema da pesquisa deste trabalho, para verificar outras formas de pesquisa ver Anexo A.

- **NATUREZA** - Quanto à natureza a pesquisa é do tipo aplicada. Pois consiste na utilização do conhecimento da pesquisa básica para se obter a aplicação prática da ferramenta Lean Seis Sigma na Logística. A pesquisa aplicada tem como objetivo alcançar a inovação em um produto ou processo, frente a uma demanda ou necessidade preestabelecida (JUNG, 2010). Na pesquisa aplicada o pesquisador é

levado a uma intervenção na vida real, objetivando compreender as interações das diversas variáveis do objeto de estudo.

- **OBJETIVO** - Quanto ao objetivo à pesquisa foi de caráter exploratório e descritivo.

É exploratória, pois o que se pretende com este trabalho é conhecer mais sobre aplicação das metodologias Lean e Seis Sigma aplicados na Logística. Pesquisa Exploratória é realizada em área na qual há pouco conhecimento acumulado e sistematizado. Constitui-se no processo de levantamento bibliográfico (livros, sites, revistas, monografias, dissertações e teses), a fim de verificar se a quantidade das fontes coletadas corresponde à qualidade suficiente para a realização do estudo de caso.

É descritiva, pois tem a finalidade de observar, registrar e analisar os fenômenos sem, entretanto, entrar no mérito do seu conteúdo. A Pesquisa Descritiva expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno, constitui-se de observações, análises, classificação e interpretação dos fatos coletados, mas sem interferência do pesquisador (VERGARA, 2000).

- **ABORDAGEM** - Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, temos tanto uma abordagem quantitativa como qualitativa.

É quantitativa, pois se destina a obtenção e análise de dados do objeto de estudo. Para Vergara (2000), a pesquisa quantitativa é a que emprega dados estatísticos como centro de análise de um problema.

É qualitativa, pois se destina aos estudos das técnicas de aplicação da metodologia Lean e Seis Sigma na área de logística de uma empresa do ramo de autopeças. Segundo Jung (2010), a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. O pesquisador participa, compreende e interpreta e tende a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais desta abordagem.

Segundo Jung (2010), não há nenhuma relevância em utilizar em uma única técnica os dois tipos de abordagens, justificando que se pretende amenizar possíveis deficiências ou desvios no uso de um dos métodos isoladamente e ainda

se quer garantir maior confiança e credibilidade na interpretação e validação dos resultados encontrados.

- **PROCEDIMENTO** – Neste trabalho usamos a Pesquisa-Ação e Estudo de Caso.

É uma pesquisa-ação, pois foi concebido e realizado em estreita associação com a implantação da metodologia Lean Seis Sigma na empresa. O pesquisador estava envolvido de modo cooperativo e participativo na condução do projeto. Segundo Thiollent (2005), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Ainda segundo o autor, os principais aspectos da pesquisa-ação são:

- Interação entre pesquisadores e pessoas envolvidas na situação a ser investigada;
- Prioridades dos problemas como resultado da interação;
- Relação do objeto de investigação com a situação e os problemas encontrados;
- Tem como objetivo a resolução do problema ou seu esclarecimento;
- Ampliação do conhecimento de todos inseridos na situação “nível de consciência”.

Quanto aos objetivos da pesquisa-ação, Thiollent (2005) aponta dois objetivos complementares entre si:

- Objetivo prático - Levantar soluções e propor ações visando equacionar o problema;
- Objetivo de conhecimento - obter informações, estabelecer relações com diversas áreas do conhecimento e ampliar /produzir conhecimento.

É um estudo de caso, pois envolveu o estudo profundo e exaustivo da aplicação da metodologia Lean Seis Sigma em uma empresa de autopeças, de maneira que se permitiu o seu amplo e detalhado conhecimento. Para Jung (2010), o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno

contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, utilizando múltiplas fontes de evidências, podendo beneficiar-se de estudos prévios para direcionar a coleta e a análise de dados.

Portanto neste trabalho adotamos a pesquisa aplicada com abordagem qualitativa / qualitativa, com o objetivo exploratório / descritivo e foi usado o procedimento de pesquisa-ação juntamente com um estudo de caso. A técnica a ser utilizada para aplicação da pesquisa será o DMAIC, que é detalhada na referência bibliografia e no estudo de caso. O DMAIC, por decisão da empresa, foi o método escolhido para implantação do projeto Lean Seis Sigma.

## **1.9 Estrutura do trabalho**

O trabalho está estruturado em 4 capítulos, conforme Figura 2.



Figura 2: Estrutura do trabalho.

O capítulo 1 introduz a motivação do estudo e os objetivos, apresenta o problema de pesquisa e formula as perguntas e hipóteses da pesquisa. O escopo do estudo é discutido e posteriormente são apresentadas as limitações, a metodologia e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta as bases teóricas para o estudo. A seção de Revisão de Literatura tem por finalidade demonstrar as contribuições científicas já existentes sobre o assunto, fenômeno ou tecnologia que estão relacionados diretamente ao tema deste projeto. Primeiro, ele apresenta a abordagem atual de Logística e Cadeia de Suprimentos aprofundando na Gestão de Estoque onde são abordadas ferramentas avançadas no gerenciamento logístico. Em segundo lugar, são discutidas Qualidade e Produtividade e as metodologias Lean e Seis Sigma e a integração entre elas. O capítulo encerra apresentando um novo paradigma que é a metodologia Lean Seis Sigma na Logística, e discute os métodos de desenvolvimento para uma cadeia de suprimentos Lean.

O Capítulo 3 apresenta um estudo de caso onde é analisado o estado atual e posteriormente comparado com a situação final após implantação. Neste capítulo seguimos a metodologia DMAIC como linha mestre para desenvolvimento do projeto e apresentamos as ferramentas utilizadas em cada uma das fases desta metodologia.

O Capítulo 4 apresenta as conclusões deste trabalho e apresenta as contribuições teóricas e práticas desta pesquisa. Posteriormente, o capítulo avalia a validade e a confiabilidade do estudo. Finalmente, o capítulo fornece recomendações para futuras pesquisas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será exposta a fundamentação teórica referente aos assuntos objetos da pesquisa, sendo: Logística e Cadeia de Suprimentos, Gestão dos Estoques, Lean, Seis Sigma e Lean Seis Sigma na Logística. O intuito desta seção é elencar o conhecimento já existente sobre os assuntos, dando-se destaque aos princípios gerais de cada elemento.

### 2.1 Logística e Cadeia de Suprimentos

Quando chegamos à frente de uma gôndola em um supermercado e apanhamos o produto que desejamos não imaginamos todo o esforço despendido para que o produto esteja disponível neste momento. Isto é possível graças à combinação de diversas ações que juntas resultam na disponibilidade do produto ao cliente. Uma das áreas importante na realização destas ações é a logística, responsável em planejar toda a gestão do fluxo do produto, culminando com disponibilidade do produto no momento, lugar e quantidade desejada pelo cliente. De acordo com o Bowersox e Closs (2001), logística é “o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente e eficaz o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como os serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades do consumidor”.

Segundo Ballou (2001), esta é uma excelente definição, pois inclui todo o fluxo de produção das mercadorias desde os fornecedores passando pela empresa até a entrega do bem no cliente, incluindo também o descarte deste produto, sem esquecer de um item muito importante que é o gerenciamento da informação em todo fluxo de forma bidirecional. Porém ele também indica uma evolução deste conceito com uma abrangência maior, chamando de gerenciamento da cadeia de suprimentos (GSC, ou SCM do inglês *supply chain management*). Gerenciamento refere-se ao processo de obter atividades de forma eficiente e eficaz através das pessoas e processos. Ele inclui as funções de planejamento, organização, liderança

e controle (Slack, 1998). O *Global Supply Chain Forum* descrito em Ballou (2001) define SCM como "a integração dos principais processos de negócios que produzem produtos, serviços e informações através de uma cadeia de suprimento que agrega valor para os clientes e as demais partes interessadas e envolvidas".

Para Novaes (2001), a moderna logística procura incorporar: prazos previamente acertados e cumpridos integralmente ao longo de toda cadeia de suprimentos, integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da empresa, busca a racionalização dos processos e a redução de custos em toda cadeia de suprimentos e a satisfação plena do cliente.

O objetivo da logística é entregar o produto certo, no lugar certo, na hora certa, na quantidade certa, intacto, e ao custo certo (NOVAES, 2001). O cliente não quer mais esperar muito tempo para receber o produto ou ter limitações em quantidades ou modelos. Desta forma as empresas devem trabalhar para atender as necessidades do cliente, mas para isto necessitam ter agilidade e flexibilidade para poder responder de forma relativamente rápida as variações dos pedidos dos clientes, mudanças no volume de produção e mudanças nas datas de entrega, sem ter altos estoques. A agilidade na logística é definida como a habilidade de uma organização para responder rapidamente às mudanças na demanda, tanto em termos de volume e variedade (CHRISTOPHER, 1997).

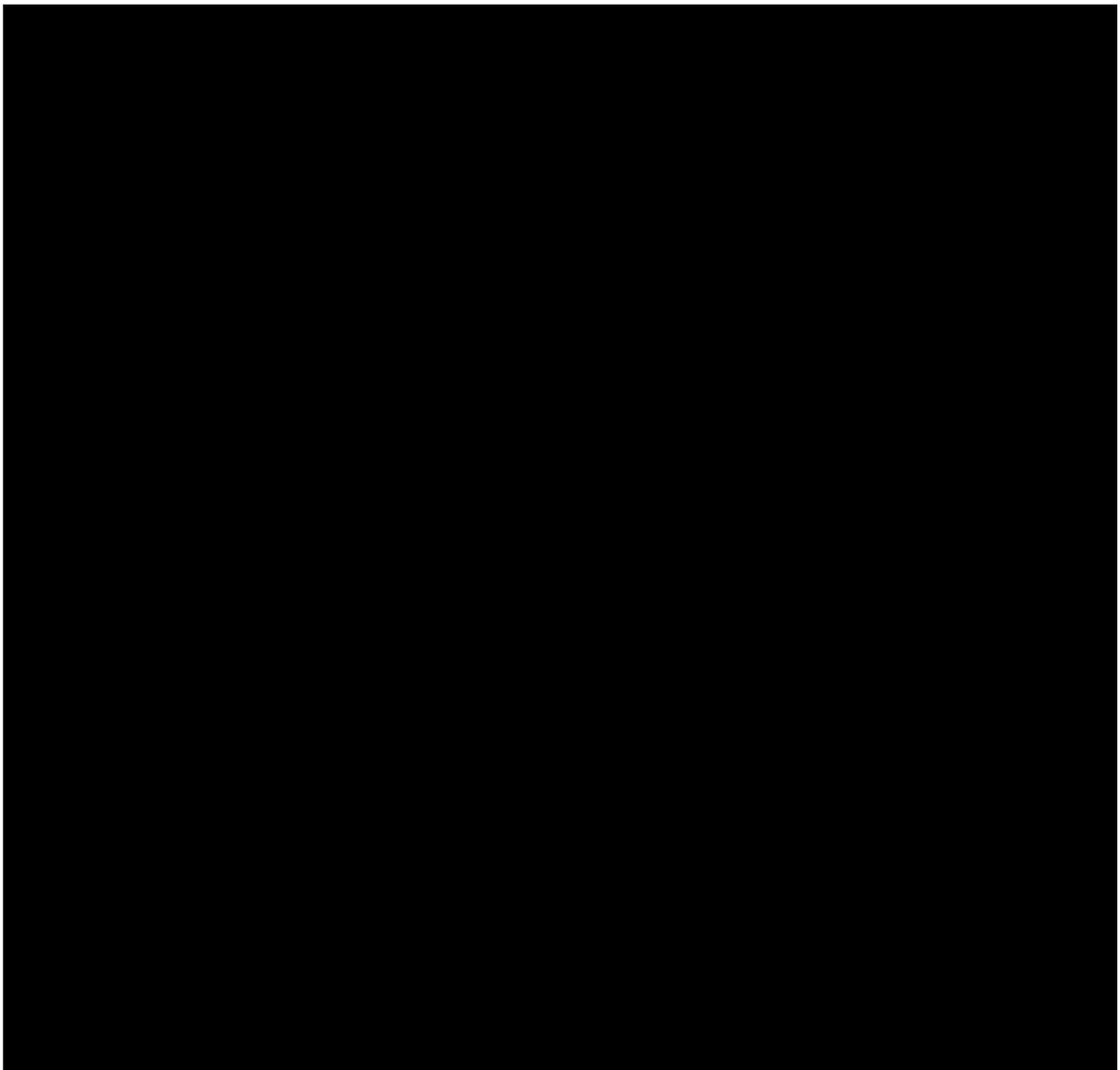
Portanto seja qual for a definição de logística e SCM todas definem um modelo de excelência empresarial que vai unir a cultura e os objetivos da empresa, alavancar os negócios e satisfazer as necessidades do cliente.

### **2.1.1 Evolução do conceito de Logística e Cadeia de Suprimentos**

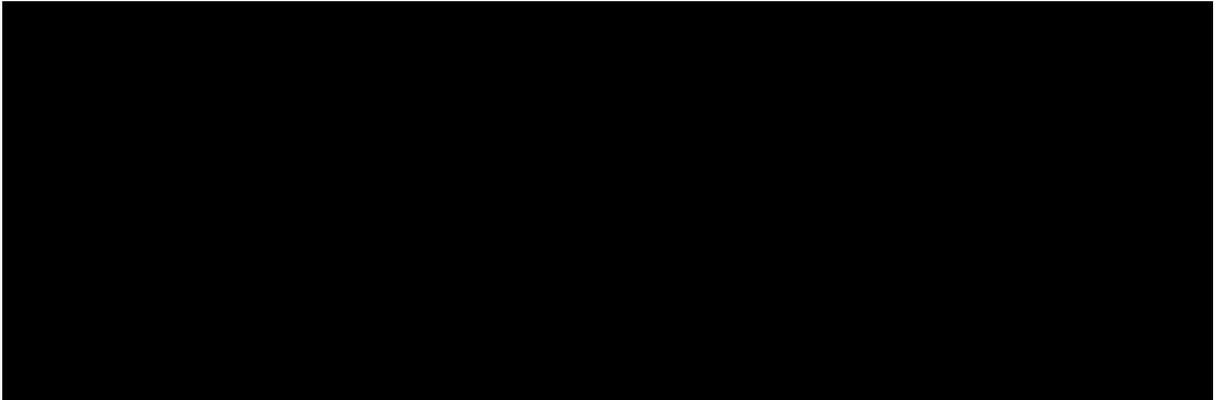
O termo Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos – SCM é relativamente novo. Ele apareceu pela primeira vez na literatura de logística em 1982 como uma abordagem de gestão de inventário com ênfase no fornecimento de matérias-primas (Oliver e Webber, 1992). Por volta de 1990, acadêmicos descreveram pela primeira vez SCM do ponto de vista teórico para esclarecer como ela é diferente das abordagens mais tradicionais para o gerenciamento do fluxo de materiais e do fluxo de informação (COOPER E ELLRAM, 1993). Literatura sobre SCM salienta a

necessidade de colaboração entre os parceiros sucessivos, a partir do produtor primário aos consumidores finais, para melhor atender a demanda do consumidor e a custos mais baixos. A força motriz por trás SCM é o reconhecimento de que a otimização ocorre se cada organização em uma cadeia de suprimentos tenta otimizar seus próprios resultados, em vez de integrar seus objetivos e atividades com outras organizações para otimizar os resultados da cadeia (Cooper et al., 1997). SCM enfoca a gestão dos relacionamentos. No Quadro 1 descrevemos a definição dos autores ao longo do tempo, estas definições foram retiradas de Mentzer et al. (2001) e acrescentados a esta tabela outros autores.

Quadro 1 – Evolução do conceito de Logística e Cadeia de Suprimentos.



Continuação



Fonte: adaptada de Mentzer et al. (2001) e complementada

Uma análise histórica sugere que o termo SCM também parece não ter consenso quanto a sua origem. Cox (1999) afirma que SCM evoluiu a partir do gerenciamento japonês da década de 1970, principalmente na indústria automobilística que mais tarde foi conhecido como "produção enxuta" (WOMACK, JONES e ROOS, 1996). Os Princípios do lean foram introduzidos pela Toyota e incluiu técnicas associada ao SCM como *Just-in-Time* (JIT) e parcerias de fornecimento. A difusão de práticas de gestão japonesa são princípios consagrados em conceitos como gestão de processos, manufatura enxuta e JIT e foram globalmente difundidas e agora são conceitos padrão em SCM.

No início de 1990, gestão da cadeia de fornecimento evoluiu dramaticamente com a crescente importância do relacionamento com outros fornecedores. Slack (1998) e Christopher (1997) explicam que o motivo para isso foi o surgimento de um mercado globalizado. Wood (1997) argumenta que as empresas precisam se tornar mais integrada com outras empresas para reduzir a vulnerabilidade da cadeia de abastecimento. Há vários estudos de caso em que as empresas estão cada vez mais integrativa aos seus parceiros da cadeia de suprimentos. Womack, Jones e Roos (1996) mencionam a indústria automotiva japonesa como exemplos básicos. Lean e *Just-in-Time* (JIT) adicionaram fatores que ajudaram a melhorar os processos operacionais da cadeia de abastecimento (WOOD, 1997; POWER, 2005). A exigência para que as organizações torna-se ativamente responsáveis às necessidades dos clientes tem sido cada vez mais importante (CHRISTOPHER, 2006). Power (2005) observa que a velocidade (entregar rapidamente a demanda do cliente), agilidade (capacidade de resposta à demanda dos clientes) e lean (fazer

mais com menos) são os fatores que contribuem para tornar as empresas mais competitivas.

Neste contexto, a logística e SCM tornou-se uma função estratégica nas empresas para alcançar vantagem competitiva, contribuindo para reduzir os custos e aumentar o nível de serviço. Portanto verificamos que as definições SCM ficam em torno da descrita por Christopher (1997) que define a cadeia de abastecimento como "uma rede de organizações interligadas a montante e a jusante, em diferentes processos de negócios e atividades que produzem valor na forma de produtos e serviços aos clientes." E para complementar esta definição incluímos os conceitos de Lean que serão abordados posteriormente.

### **2.1.2 Processos da Cadeia de Suprimentos**

Neste capítulo, vamos dar uma visão dos processos logísticos, o que significa olhar para a cadeia de suprimentos como uma seqüência de processos (informações, materiais e dinheiro) e fluxos que visam atender as necessidades do cliente final e ocorrem dentro e entre diferentes etapas da cadeia de abastecimento. A cadeia de suprimentos não inclui apenas o fabricante e seus fornecedores, mas também (dependendo do fluxo de logística) transportadores, armazéns, varejistas e os próprios consumidores. Ela pode incluir o desenvolvimento de novos produtos, marketing, operações, distribuição, finanças e serviço ao cliente (CHOPRA E MEINDL, 2004). A Figura 3 mostra uma cadeia de suprimentos genérica dentro do contexto da rede global da cadeia de suprimentos. Cada empresa pertence a pelo menos uma cadeia de suprimentos: ou seja, geralmente podem ter vários fornecedores e clientes.

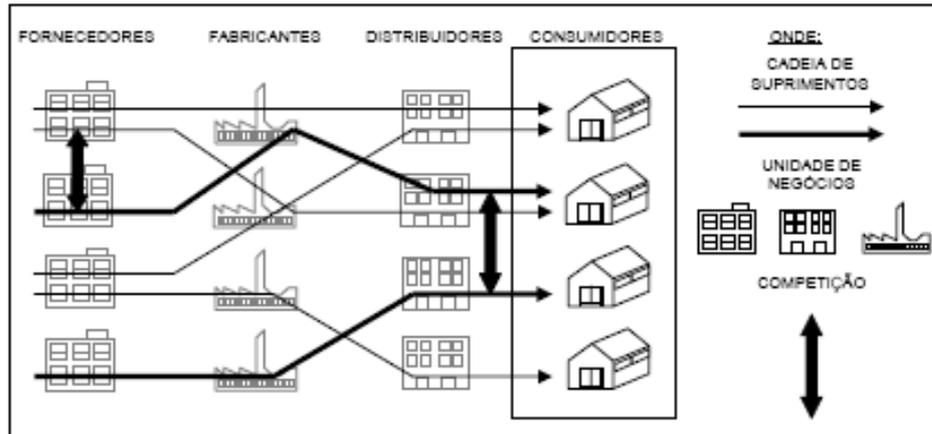


Figura 3: Cadeia de Suprimentos. (Fonte: Adaptado, Pires, 2004).

Conforme Mentzer et al. (2001), podemos identificar três graus de complexidade da cadeia de suprimentos (Figura 4): cadeia de fornecimento direta, cadeia de suprimentos estendida e cadeia de fornecimento completa. A cadeia de suprimentos direta consiste de uma empresa, um fornecedor e um cliente envolvido nos fluxos a montante e a jusante de produtos, serviços, finanças e informação. Uma cadeia de suprimentos estendida inclui fornecedores do fornecedor e clientes do cliente, todos envolvidos no fluxo de produto a montante e a jusante, serviços, finanças e informação. Uma cadeia de abastecimento completa inclui todas as organizações envolvidas em todo o fluxo de produtos a montante e a jusante, serviços, finanças e informação do fornecedor final para o cliente final.

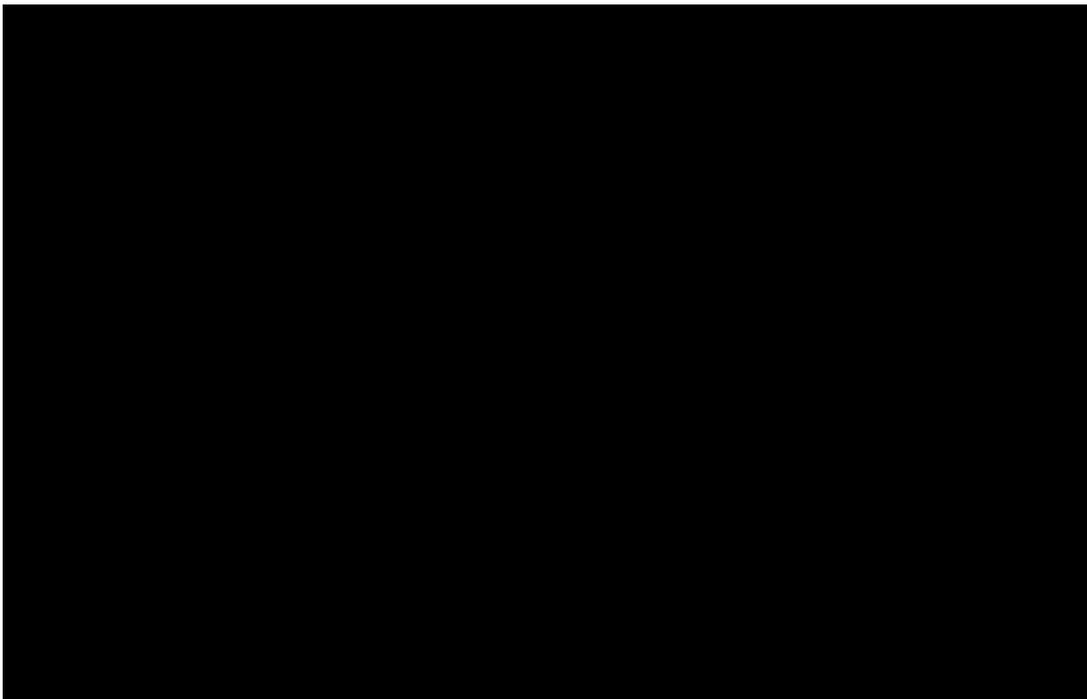


Figura 4: Complexidades da cadeia de suprimentos (fonte adaptada de Mentzer et al.(2001))

Christopher (2006) afirma que cadeia de fornecimento é de fato uma cadeia de valor. Em uma cadeia de suprimentos, o valor (e custos) é criado não apenas pela empresa focal em uma rede, mas por todas as entidades que se ligam uns aos outros. De acordo com Michael Porter (citado em CHRISTOPHER, 2006) (Figura 5), as atividades da cadeia de valor podem ser categorizadas em dois tipos: atividades primárias (logística de suprimentos, operações, logística de distribuição, marketing e vendas e serviço) e atividades de apoio (infra-estrutura, gestão de recursos humanos, desenvolvimento de tecnologia e aquisições).



Figura 5: Cadeia de Valor (Fonte: PORTER, 1989 apud Christopher, 2006 )

*Supply Chain Management* engloba o planejamento e a gestão de todas as atividades envolvidas no fornecimento e aquisição de todas as atividades de gestão de logística. Inclui também a coordenação e colaboração com parceiros de canal, que podem ser fornecedores, intermediários, terceiros prestadores de serviços e clientes. Em essência, SCM integra a oferta e a gestão da demanda dentro e entre empresas (GIBSON et al., 2005). Um dos objetivos da SCM é a integração sistêmica e estratégica dos fluxos da cadeia de suprimentos e processos dentro e entre empresas na cadeia de abastecimento visando reduzir custos, melhorar a satisfação do cliente e obter vantagem competitiva para as empresas envolvidas (COOPER e ELLRAM, 1993; COOPER et al., 1997; MENTZER et al., 2001).

Lambert et al. (1998), descrevem os processos chaves (Figura 6) identificados ao longo da cadeia de suprimentos. No Quadro 2 realiza-se uma breve descrição destes processos.

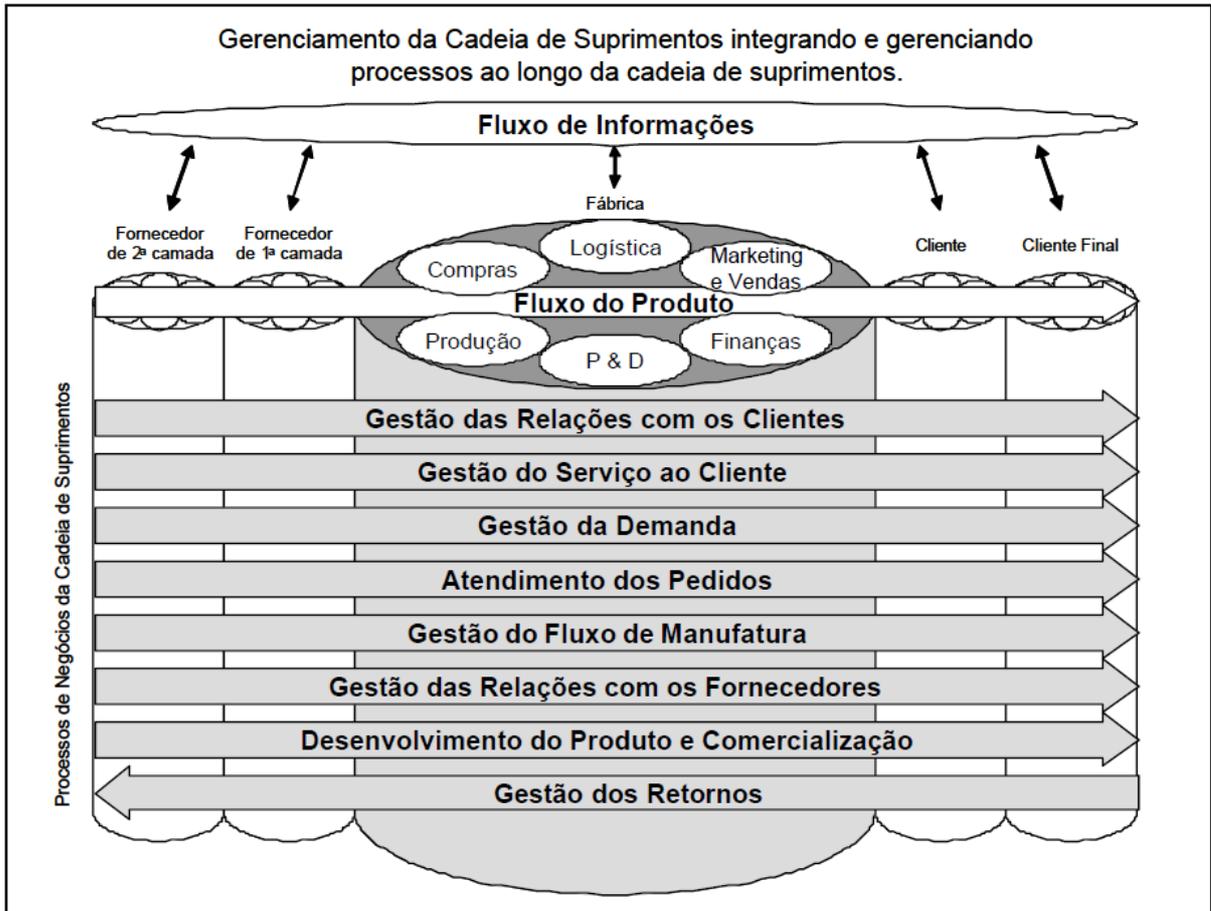
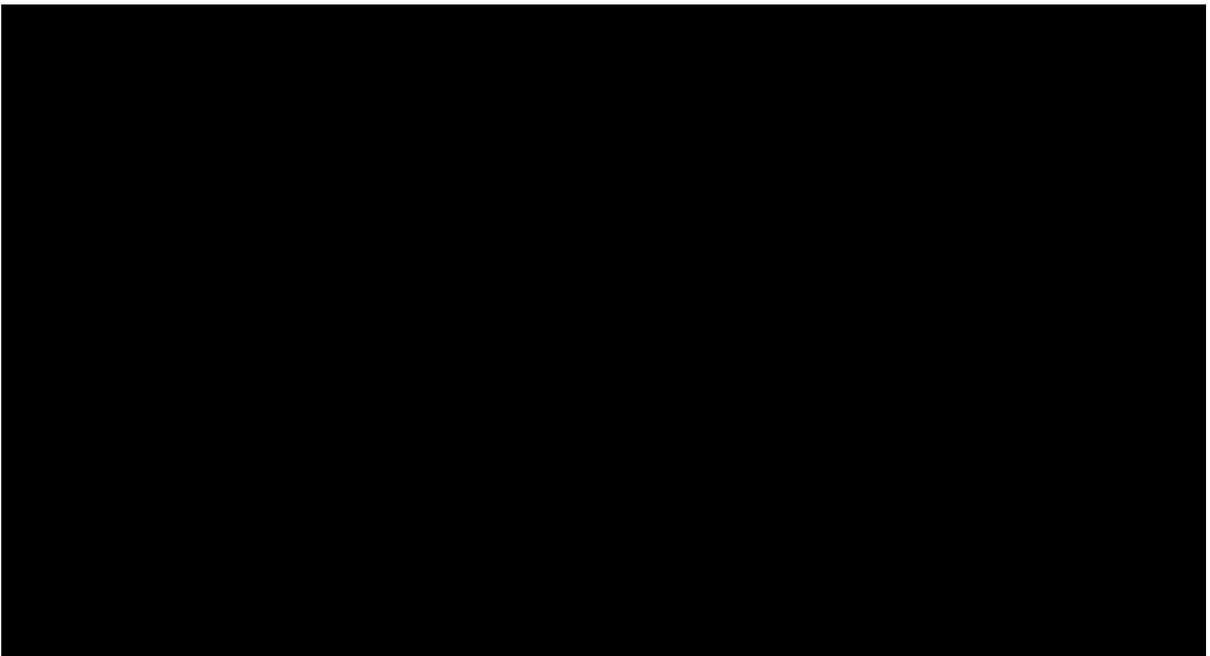
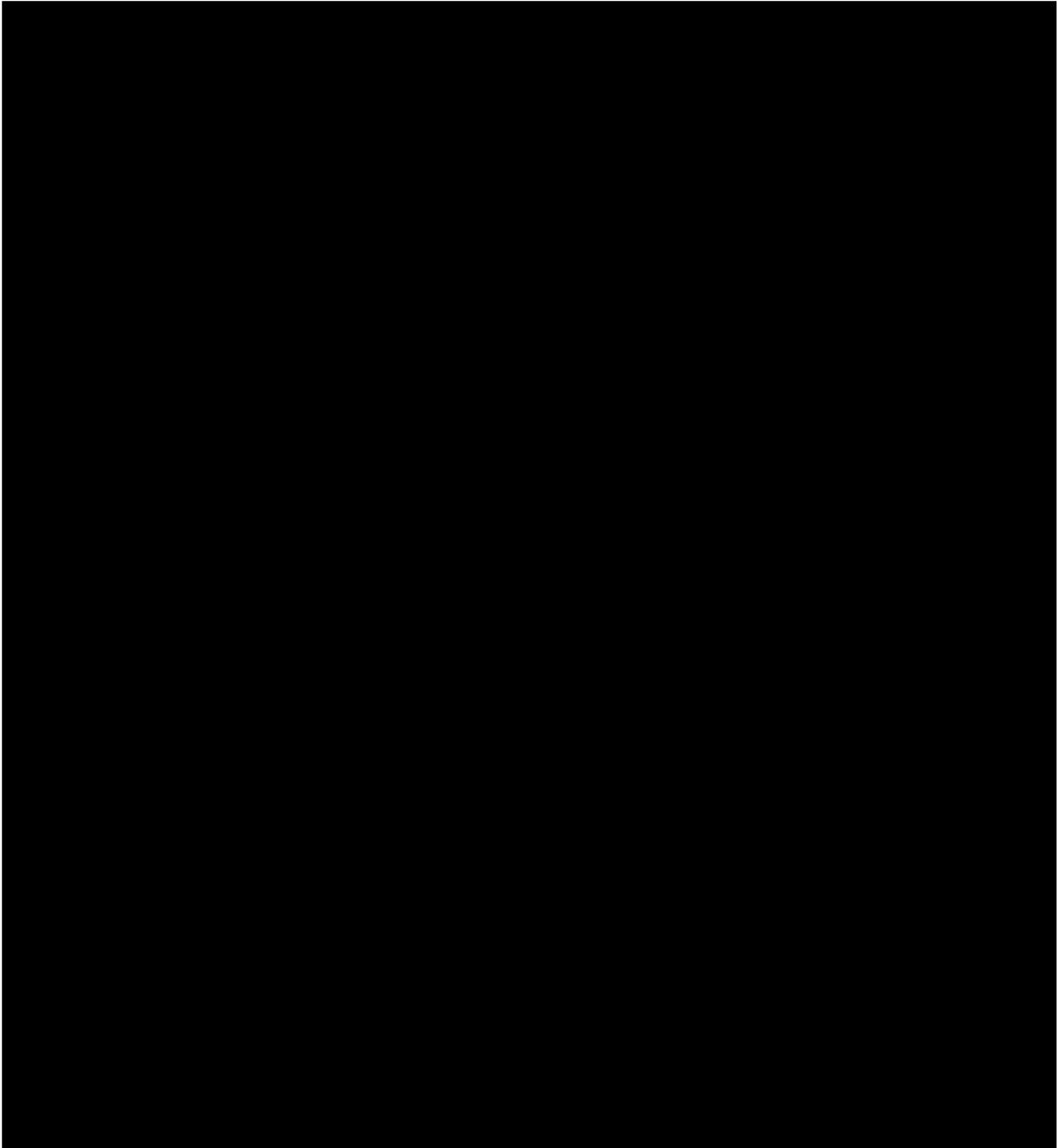


Figura 6 – Representação dos processos de negócios na cadeia de suprimentos. (Fonte: Adaptado de Lambert et al. 1998).

Quadro 2 – Características dos processos chaves na cadeia de suprimentos



Continuação



Fonte: Lambert (2008)

### **2.1.3 Decisões chaves na Cadeia de Suprimentos**

Lambert et al. (1998) distinguem três principais decisões a serem definidas na cadeia de suprimentos, resumidos na Figura 7. A estrutura conceitual enfatiza a

natureza do relacionamento na SCM e da necessidade de proceder por várias etapas para projetar e administrar com sucesso uma cadeia de suprimentos.

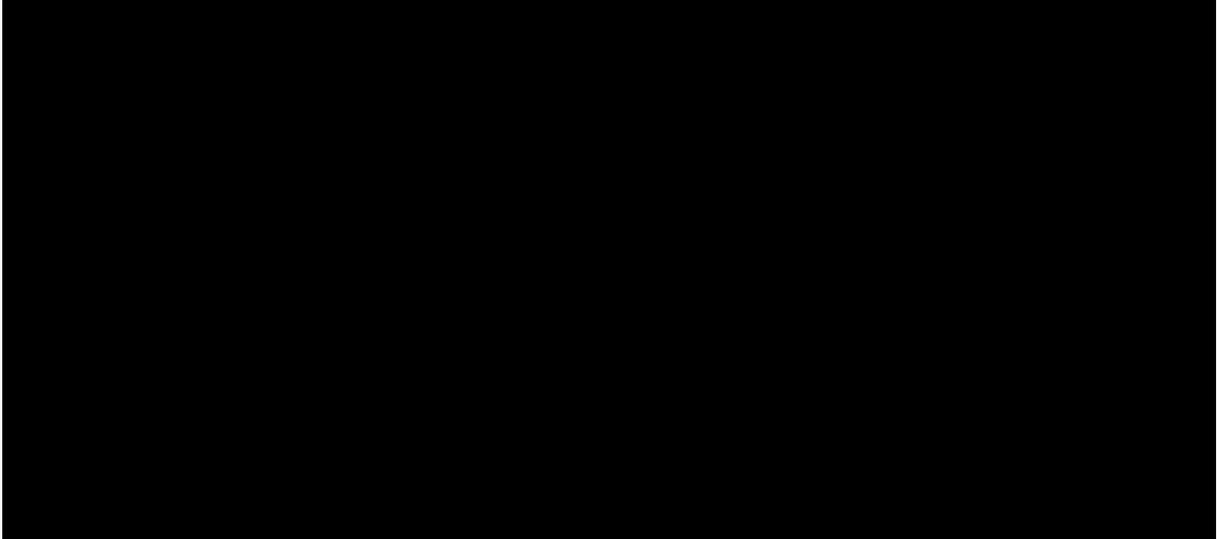


Figura 7 – Decisões chaves na cadeia de suprimentos. (Fonte adaptada de Lambert et al., 1998)

Vamos agora discutir as três principais decisões com mais detalhes.

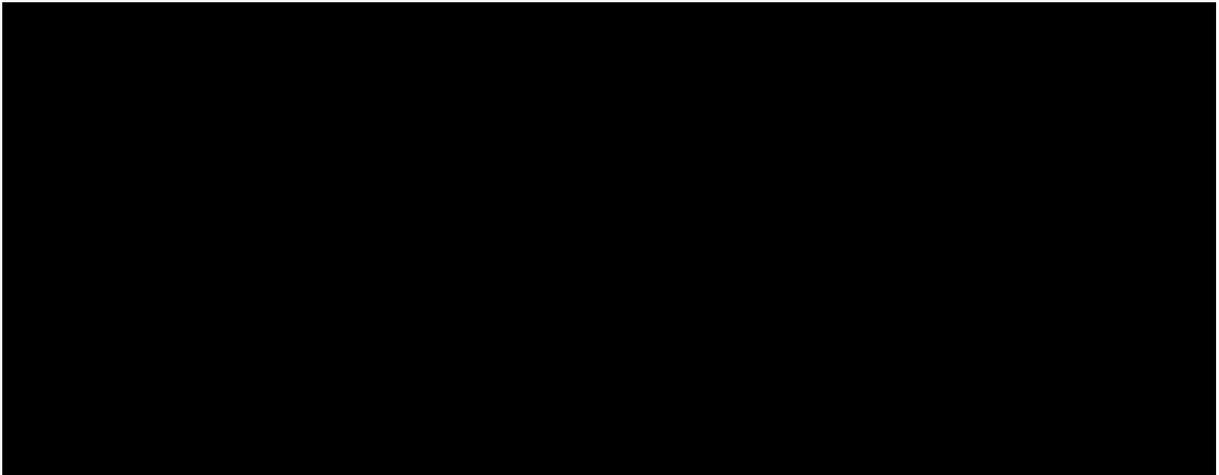
1 . Quem são os membros chave da cadeia de fornecimento que devemos ligar aos processos?

O primeiro passo para analisar e redesenhar uma cadeia de fornecimento é determinar as organizações que fazem parte da cadeia de abastecimento. Para a maioria dos fabricantes, a cadeia de suprimentos parece como ramificações de uma árvore, onde os ramos e raízes são as redes de clientes e fornecedores. A questão é quantos e com que intensidade estes ramos e raízes precisam ser gerenciados. A gestão terá que escolher o nível de parceria adequado para cada membro em particular da cadeia de suprimentos (LAMBERT et al., 1998). Com algumas parcerias chaves podemos delegar este gerenciamento para os fornecedores e estes são comprometidos com as entregas e tem responsabilidade sobre o fluxo, enquanto os outros são menos importantes e só têm de ser monitorados. A chave é identificar quais membros são críticos para o sucesso da empresa e da cadeia de suprimentos - em consonância com os objetivos da cadeia de suprimentos - e, portanto, devem ser alocados a atenção gerencial e recursos.

2. Que processos devem ser ligados a cada um dos membros-chave?

A cadeia de suprimentos bem sucedida requer uma mudança no gerenciamento dos processos de negócios individuais dentro de uma organização para a integração de atividades sobre as organizações em processos na cadeia de fornecimento chave. Lambert et al. (1998) identifica os processos de negócios que podem ser integrados com os principais membros da cadeia de abastecimento (ver Quadro 3).

Quadro 3 - Processos de negócios que poderiam ser integrados na cadeia de abastecimento.



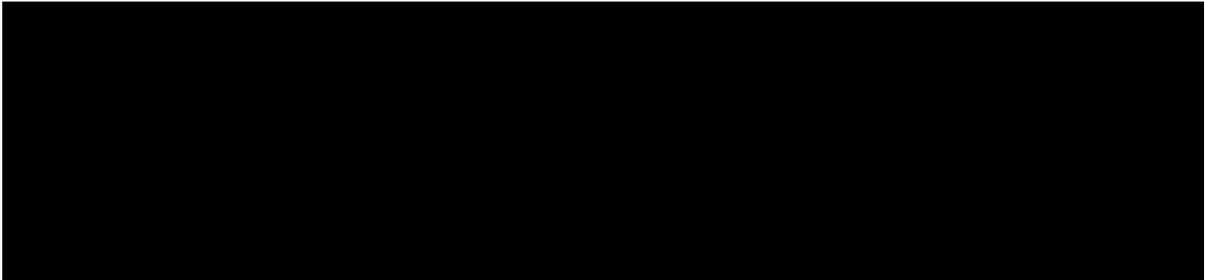
Fonte: adaptada de Lambert et al. (1998)

3. Qual o nível de integração e de gestão devem ser aplicados a cada ligação do processo?

A literatura sugere inúmeros possíveis componentes que devem receber atenção gerencial na gestão de relações de fornecimento. Lambert et al. (1998), distinguem dois grupos de componentes de gestão, citado no Quadro 4. O primeiro é o grupo físico e técnico, que inclui componentes tangíveis e mensuráveis. O segundo grupo dos componentes gerenciais e comportamentais, define o comportamento organizacional e influencia o modo como os componentes de gerenciamento físico e técnico podem ser implementados. Se os componentes gerenciais e comportamentais não estão alinhados para dirigir e reforçar um comportamento organizacional de suporte aos objetivos da cadeia de suprimentos e operações, então a cadeia de fornecimento provavelmente será menos competitiva e rentável. Se um ou mais componentes do grupo físico e técnico são alterados, em seguida, componentes de gerenciamento no grupo gerencial e de comportamento também pode ter que ser reajustado. Especialmente os componentes gerenciais e

comportamentais são obstáculos bem conhecidos de SCM, já que podem prejudicar o desenvolvimento do compromisso, confiança e abertura entre os membros da cadeia de abastecimento.

Quadro 4. Dois grupos de componentes de gestão que devem ser alinhados na cadeia de abastecimento.



Fonte adaptada de Lambert et al., (1998)

As bases para o sucesso da SCM são estabelecidas por uma definição explícita dos objetivos da cadeia de suprimentos e respectivos indicadores de desempenho. O desenho da cadeia de fornecimento ideal será diferente para cada cadeia de suprimentos, dependendo da estratégia competitiva e as características do produto no mercado e produção.

#### **2.1.4 Estratégias na Cadeia de Suprimentos**

As empresas hoje não competem apenas com um custo menor, mas tem de desenvolver competências essenciais para se distinguir dos concorrentes e se destacar no mercado (HUGO et al., 2004). A estratégia de cadeia de fornecimento é parte da estratégia global de negócios, concebido em torno de uma base bem definida de concorrência (inovação, baixo custo, serviço, qualidade). Em uma economia global em rápida evolução, nenhuma empresa existe isolada (HUGO et al., 2004). A estratégia da cadeia de suprimentos é definida, em relação as necessidades do cliente que buscam a satisfação através dos seus produtos e serviços (CHOPRA E MEINDL, 2004). Isto envolve decisões relativas à seleção de fornecedores, a localização das instalações e a escolha de canais de distribuição. Como observado por Christopher et al. (2006), "um tamanho não serve para todos"

quando se trata de conceber uma estratégia na cadeia de fornecimento que suporte uma vasta gama de produtos com características diferentes vendidos em uma diversidade de mercados.

A estratégia da cadeia de suprimentos determina a natureza da aquisição das matérias-primas, o transporte de materiais, a fabricação do produto interna ou externamente, a operação para fornecer o serviço e a distribuição do produto para o cliente. Mesmo a estratégia de cadeia de fornecimento requer muita atenção, não existe uma estratégia única que está sempre certa (CHOPRA E MEINDL, 2004).

É necessário combinar as estratégias da cadeia de suprimentos com as características do produto e as condições de mercado (FISHER, 1997; CRISTOPHER e TOWILL, 2006). Fisher (1997), foi o primeiro que enfatizou a correspondência entre a estratégia de cadeia de suprimentos com a demanda do produto. Ele dividiu os produtos em duas categorias: ou principalmente funcional, ou principalmente inovadora. Produtos funcionais devem satisfazer as necessidades básicas e têm uma demanda estável, previsível e ciclos de vida longos, no entanto eles convidam concorrência e levam a margens de lucro baixas. A fim de evitar baixas margens de lucro, as empresas introduzem inovações em seus produtos, mas uma inovação gera demanda de um produto imprevisível, o ciclo de vida de um produto se torna mais curto (FISHER, 1997). Como resultado, os produtos funcionais requerem processo fisicamente eficiente com um objetivo principal para suprir a demanda previsível de forma eficiente com o menor custo possível. Produtos inovadores precisam de uma cadeia de suprimentos sensível ao mercado com o objetivo de responder rapidamente à demanda imprevisível, a fim de minimizar a falta de estoque, descontos forçados, e inventário obsoleto.

Christopher et al. (2006), se concentraram nos produtos, na demanda e no lead time para selecionar uma estratégia na cadeia de fornecimento. Eles sugeriram o Lean e *Agile* (Enxuto e Ágil) para os conceitos da cadeia de suprimentos, bem definidas as diferenças entre eles e as condições para a adequação. Mais tarde, Christopher et al. (2006) introduziram taxonomia para a seleção de estratégia de cadeia de fornecimento global (Figura 8). As dimensões chave desta taxonomia são lead-time e previsibilidade / variabilidade da demanda. No eixo horizontal, existem as características da demanda em termos de "previsibilidade". No eixo vertical o tempo de reposição para o mesmo produto.

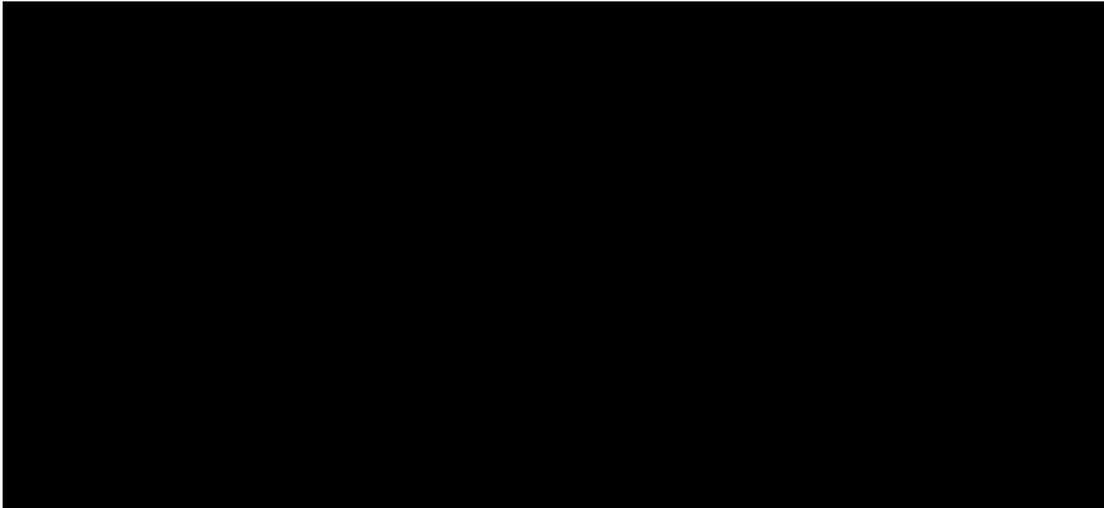


Figure 8: Seleção da estratégia a ser adotada dependendo das características do suprimento e da demanda (Fonte: Christopher et al., 2006).

A matriz sugere quatro estratégias genéricas para cadeia de suprimentos. Quando a demanda é previsível e o Lead time é pequeno a estratégia Lean é aplicável juntamente com a reposição contínua. Se o *Lead Time* (tempo de reposição) é longo e a demanda for previsível podemos usar a estratégia Lean juntamente com um sistema de planejamento de demanda. Para demanda imprevisível e prazos de entrega curtos, as soluções ágeis poderiam ser implementadas com base na resposta rápida. Se a demanda é imprevisível e tempo de reposição é longo a estratégia *Leagile* é o mais adequado. *Leagile* é um híbrido do Lean e dos conceitos ágeis.

### 2.1.5 Cadeia de Suprimentos Automotiva

A cadeia de suprimentos automobilística se estende desde os produtores de matérias-primas passando pela montagem dos veículos e revendedoras e vai até os clientes (TANG E QIAN, 2008). O principais componentes da cadeia de suprimentos incluem fornecedores diretos, fornecedores dos fornecedores, OEMs (*Original Equipment Manufacturer* - Fabricante Original do Equipamento), centros de distribuição, revendedores e clientes (HUGO et al., 2004). As OEMs criam de 30 a 35% do valor internamente e delegam o resto ao seu fornecedor, podendo comprar subconjuntos inteiros, tais como portas, motores e painéis dos fornecedores. O

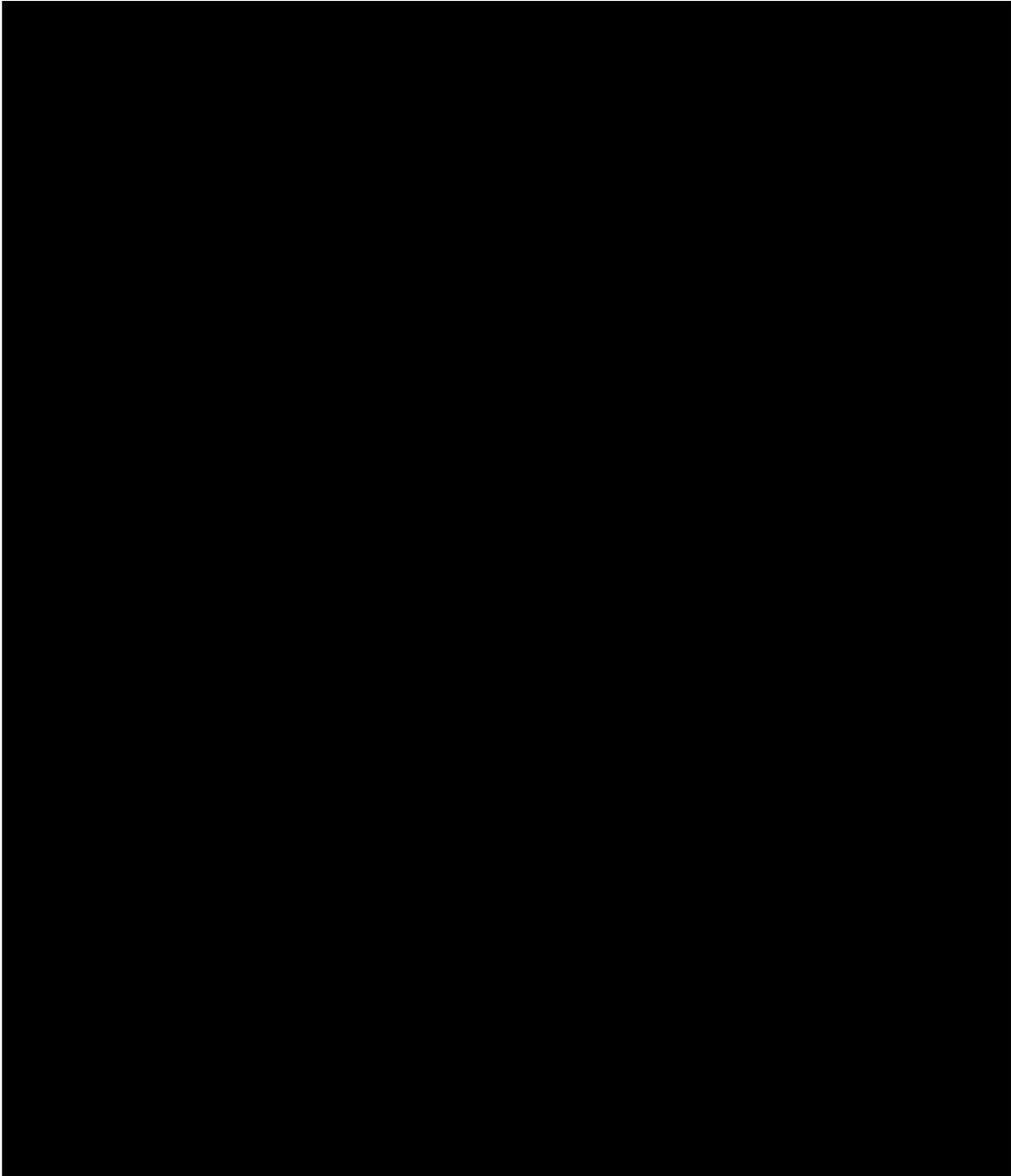
desejo de trabalhar com parceiros para terceirizar subconjuntos estão levando a uma infra-estrutura radicalmente nova para apoiar a concepção, compras e processos logísticos dos fabricantes (BENKO et al., 2004).

A indústria automotiva tem sofrido uma evolução de transformação ao longo das últimas duas décadas (SWIEKI E GERTH, 2008). Hugo et al. (2004) observaram que o método tradicional para a concepção de uma cadeia de fornecimento automotivo requer um sistema totalmente integrado, fluxo de materiais enxuto e as atividades na cadeia de abastecimento coordenadas e bem projetadas. Historicamente, a indústria operava com um modelo "empurrado". Neste modelo, marketing e vendas tem um palpite na demanda do mercado e, em seguida, alimentam essas previsões para vendas, engenharia, financeiro e equipes de fabricação para determinar os volumes de produção do modelo. Com o avanço da Internet, os dados tornaram-se muito mais acessível tanto para fabricantes como para consumidores de automóveis (TANG E QIAN, 2008).

Em mercados maduros, as empresas automotivas enfrentam uma forte concorrência e clientes mais exigentes. A Produção em massa levou a sobrepopulação, as despesas com marketing extra e baixa rentabilidade (HOLWEG et al., 2005). A indústria automotiva está lutando para crescer e ter rentabilidade em um cenário que apresenta os custos crescentes e margens de lucro em declínio. Há muitos problemas que precisam ser resolvidos. Estes problemas são os pontos fracos das práticas atuais no processo de fabricação e geram impacto no desempenho da cadeia de suprimentos, levando à diminuição de lucros para toda a indústria. Assim, a indústria automotiva tenta encontrar novas práticas para prosperar novamente.

O Quadro 5 apresenta alguns problemas existentes na indústria automobilística (TANG E QIAN, 2008; SWIECKI E GERTH, 2008; HUGO et al., 2004; BENKO et al., 2004).

Quadro 5 - Processos de negócios que poderiam ser integrados na cadeia de abastecimento.



Fonte: Tang e Qian, 2008; Swiecki e Gerth, 2008; Hugo et al., 2004; Benko et al., 2004

Um dos problemas a ser vencido na cadeia de suprimentos automotiva é a gestão dos estoques que hoje devido as técnicas usadas pelas montadoras foi repassado para os fornecedores e estes não tendo a força das montadoras muitas vezes são obrigados a aceitar imposições e agora buscam soluções para este problema. A gestão dos estoques será o assunto do próximo tópico.

## 2.2 Gestão dos Estoques

Embora a logística envolva operações internas e se estenda aos parceiros da cadeia de abastecimento, é justo dizer que qualquer definição de logística terá que envolver a gestão de estoque, seja sob a forma de bens duráveis (materiais e pessoas) ou bens não duráveis (informação). “Se não houver inventário para movimentar, não há necessidade da logística” (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

Os estoques surgem principalmente devido o desbalanceamento entre a oferta e procura dos produtos ou seja, existem variações no fluxo logístico desde o fornecedor até o cliente que forma estoques. Este estoque ajuda as empresas a atender as necessidades do cliente e não interromper a produção, mas por outro lado pode onerar a empresa se não for administrado corretamente. Portanto o Gerenciamento de Estoque é vital na administração e continuidade de qualquer organização (CORREA E CORREA, 2005).

Para Ching (2006), as organizações necessitam ser mais proativas para atender as necessidades dos clientes, e os estoques passam a ter um papel fundamental e necessário dentro do contexto da empresa. Portanto, conforme Ballou (2001), as empresas devem manter um nível mínimo de estoques e para isto devem gerenciar os custos de armazenagem e o custo financeiro do investimento do capital de giro em estoques.

Corrêa e Corrêa (2005) comentam que os estoques, além de ocultarem outros tipos de desperdícios, significam desperdícios de espaço e investimento. A sua redução deve ser feita segundo a eliminação das causas geradoras da necessidade de se ter estoques. Slack et al. (2009), os estoques escondem os problemas do sistema de produção, impedindo que os mesmos sejam solucionados.

Ballou (2001) apresenta os benefícios que a empresa obtém com a gestão dos estoques são: a melhoria dos serviços de atendimento ao consumidor; os estoques agem como amortecedores entre a demanda e o suprimento; podem proporcionar economia de escala nas compras e agem como proteção contra aumento de preços e contingências. A economia de escala evidencia a importância da análise dos níveis de estoques antes das compras. Pois se a empresa detém um volume alto de estoques e não realiza esta prévia análise, as economias geradas

pelas compras de lotes maiores podem ser coberta por custos maiores na manutenção destes estoques.

Uma gestão eficiente dos estoques na cadeia de suprimentos pode aprimorar o atendimento ao cliente, reduzir os prazos e os custos, atender a demanda de mercado e obter eficiência na aplicação dos recursos financeiros da empresa. Uma forma de obter estes benefícios é encontrar e eliminar os desperdícios e as variáveis que influenciam no tamanho de estoques e gerenciá-las para manter os estoques em níveis satisfatórios para empresa e mercado.

A visão tradicional sobre uma cadeia de suprimentos é a visão de ciclo (CHOPRA E MEINDL, 2004). Nesta visão os processos em uma cadeia de suprimentos são divididos em uma série de ciclos, cada um realizado na interface entre duas fases sucessivas de uma cadeia de suprimentos. Isto significa que cada ciclo é dissociado dos outros ciclos através de um inventário para que ele possa funcionar de forma independente, otimizar seus próprios processos e não ser prejudicado por "problemas" em outros ciclos.

O aumento constante dos níveis de serviço ao cliente implica em uma inevitável gestão eficiente e eficaz dos estoques na cadeia de abastecimento (MILEFF et al., 2006). O excesso ou falta de estoque tem uma influência notável sobre o custo total da cadeia de suprimentos. Como resultado, surgiu um dos temas mais almejados na gestão da cadeia de suprimentos a otimização dos estoques (ADAMS, 2004).

### **2.2.1 Definição de Gerenciamento dos Estoques**

Inventário compreende os estoques de uma empresa e é um dos aspectos mais visíveis e tangíveis de fazer negócios. Como resultado, todos os problemas de negócios acabam em estoque. A falta de produtos certos no lugar certo na hora certa muitas vezes leva à perda de vendas, lucros e ainda pior a perda de clientes. A realidade de hoje é que há muito pouco para diferenciar entre produtos do mesmo tipo, e os clientes, muitas vezes, não optam por retornar para as empresas que atenderem as suas necessidades (WHELLER, 2004):

'Inventário' e 'estoque' são muitas vezes utilizados para relacionar a mesma coisa (WILD, 2002), ainda quando a administração de inventário é mencionado, há no entanto uma pequena diferença entre estes termos. Estoque é geralmente um montante de bens que está sendo mantido em um lugar específico (em um armazém por exemplo), por vezes referido como inventário. Por outro lado, gestão de estoque é principalmente sobre como especificar o tamanho e o posicionamento dos bens armazenados. Gerenciamento de estoque é necessário em diferentes locais dentro de uma organização ou dentro de vários locais de uma cadeia de suprimentos, para proteger (a produção) com a disponibilidade de materiais ou mercadorias.

Existem três tipos de estoque (Quadro 6), cada um dos quais requer decisões que terão impacto sobre a produção de estoques e o armazenamento desses produtos (WHELLER, 2004):

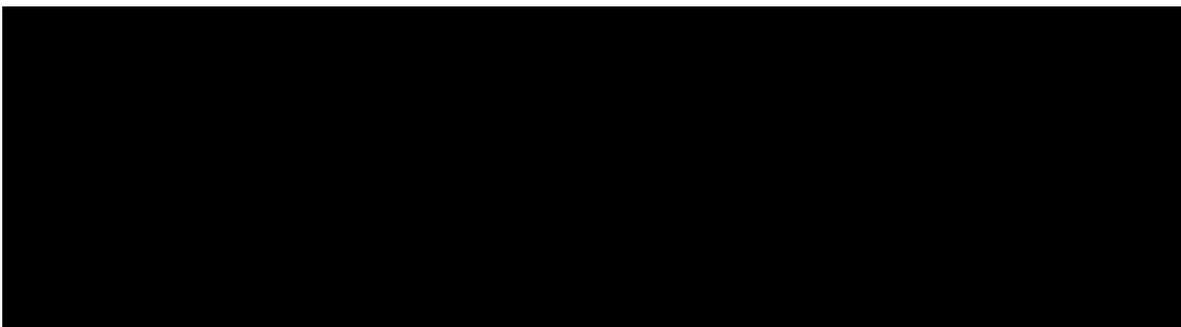
Quadro 6 – Tipos de estoque



Fonte: Adaptada Wheller (2004)

Segundo Wheller (2004), o estoque é composto de todos os itens necessários para fazer negócios e é descrito como estando em uma das seguintes formas dentro da empresa (Quadro 7):

Quadro 7 – Formas de estoque dentro da empresa



Fonte: Adaptada Wheller (2004)

Dentro da empresa o fluxo é através de um ciclo que se inicia com o recebimento de bens e termina com a venda do produto. Entre estes dois pontos o valor é adicionado. Isto é conhecido como o ciclo do fluxo de estoque (Figura 9). Valor é adicionado à matéria-prima pelo processamento enquanto ele está na fase produtiva (WIP). No produto acabado o valor do estoque inclui não só o investimento em matérias-primas, mas também o investimento no trabalho processado para realizar o produto. Enquanto o inventário permanece na posse da empresa, o dinheiro de matérias-primas, mão de obra e custos indiretos estão parados sob a forma de estoque. Portanto faz se necessário ter agilidade no fluxo para não ficar com este dinheiro parado (WHELLER, 2004).

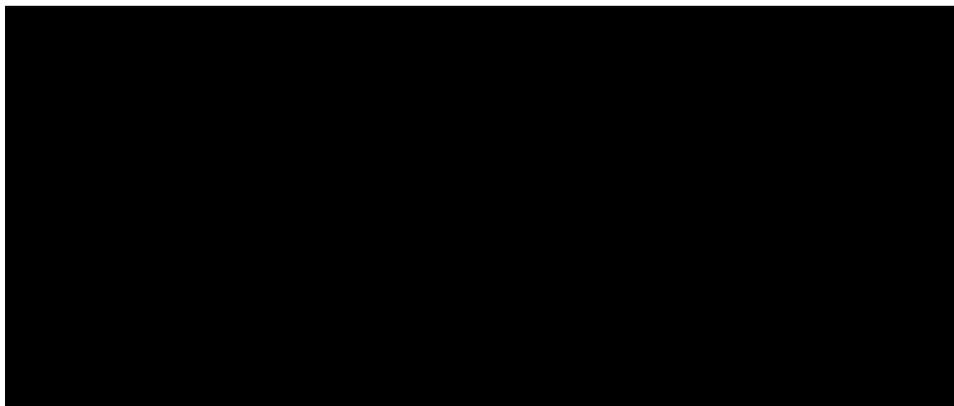


Figura 9 - Ciclo do fluxo de valor do estoque. (Fonte adaptada de Wheller, 2004)

No entanto, nem todos os tipos de negócio têm as três formas de inventário. Empresas de produção é um exemplo de empresa onde encontremos esta classificação, enquanto as empresas de serviço, armazenagem e distribuição somente produtos acabados. O número total de formas de inventário gerido por uma empresa aumenta o nível de complexidade para o controlador de estoque, uma vez que as alterações de inventário dependem de como ele se move em direção ao cliente (WHELLER, 2004).

O escopo da gestão de estoques é mais amplo. Basicamente gestão de estoques pode ser definida como a "gestão de materiais em movimento e em repouso" (COYLE et al., 2003). As seguintes atividades fazem parte da gestão de inventário: controle de prazos, controle dos custos de inventário, gestão de ativos, a previsão de inventário, avaliação do estoque, a visibilidade do inventário, previsão de preços futuros de estoque, inventário físico, espaço físico disponível para o

inventário, gestão da qualidade, reposição, retorno e bens defeituosos e previsão de demanda.

No gerenciamento de inventário temos basicamente dois objetivos principais (REID E SANDERS, 2007). Primeiro de tudo a boa gestão de estoques é responsável pela disponibilidade de mercadorias. É importante para as áreas de operações que os materiais necessários estejam presentes nas quantidades, qualidade e no momento certo, a fim de oferecer um nível específico de serviço. O segundo objetivo é de alcançar este nível de serviço contra custos. Nem todos os itens podem ser mantidos em estoque devido seu custo, por exemplo, e, portanto, as escolhas têm que ser feitas.

Gestão dos níveis de estoque dentro do ciclo de fluxo em todas as formas é fundamental para assegurar que as metas sejam cumpridas e para o bem-estar financeiro do negócio.

### **2.2.2 Por que gerenciar os Estoques?**

Estoque é muitas vezes onde temos os maiores custos escondidos nas empresas (HARRINGTON, 1996). Esta é também a primeira razão para a escolha de gerenciamento de estoque como sujeito desta pesquisa, conforme discutido durante a introdução. São responsáveis por grande parte do total dos custos de capital de giro: até cerca de um terço. Custos de estoque também representam um componente significativo no custo logístico total (COYLE et al., 2003). Capital de giro investido em estoque poderia ter sido um recurso muito útil se utilizado para outros fins (WILD, 2002). Capital investido em estoques é, portanto, de uma perspectiva da empresa, um desperdício "inútil" de dinheiro. Reduções de custos são exigidas pelo mercado, a fim de continuar a oferecer produtos e serviços competitivos, reduzindo os custos de capital de giro usando o gerenciamento de inventário mais eficiente é uma maneira de atingir esse objetivo.

Em segundo lugar estoques são uma fonte de riscos (FAWCETT et al., 2007). Como exemplo podemos ter perdas por avarias, roubos, obsolescência ou podem perder a validade ao longo do tempo. Em conseqüência, estes eventos podem influenciar no processo de produção e causando paradas e atrasos nas entregas. Se

os níveis de estoque são mais baixos os riscos também serão reduzidos. Riscos causados por manter os estoques são novamente relacionados com os custos, porque têm que ser armazenados em locais seguros e protegidos contra esses riscos e isto custa dinheiro.

Uma terceira razão para se concentrar na gestão dos estoques é porque os custos de estoque são alguns dos mais fáceis de identificar e reduzir ao atacar os problemas na cadeia de suprimentos. Otimizar a logística interna é uma maneira de fazer isso de uma modo relativamente fácil (JOHNSON E PYKE, 2001).

### 2.2.3 Função dos Estoques

Ter estoque é caro e pode causar diversos riscos adicionais. Waters (2003) afirma o seguinte: "estoques são caros, devido aos custos de capital, armazenamento, proteção, deterioração, perda, seguro, embalagem, administração e assim por diante". De acordo com o princípio *Just-in-Time* (JIT) quando todos os materiais chegam a tempo, nenhuma ação será necessária e, assim, gestão de inventário não terá que lidar com o armazenamento temporário de todos estes bens (COYLE et al., 2003). Infelizmente, o princípio do JIT não pode ser sempre aplicado e é apenas uma forma de controle em uma situação onde a produção ocorre com base em uma demanda. JIT não significa que não há inventários em tudo, mas visa a eliminação de estoques desnecessários durante a produção.

Estoques provavelmente sempre vão existir devido a várias razões. Há três razões principais pelas quais ações são necessárias ou às vezes até inevitável:

- Incertezas é a razão mais importante para manter os estoques. Para garantir as entregas e um certo nível de serviço aos clientes, temos que manter estoque que é muitas vezes mantida para lidar com as incertezas da demanda. Os estoques permitem atender variações e insegurança na oferta e demanda, e mantém o fluxo contínuo das operações sem problemas (WATERS, 2003).

- O tempo também é uma incerteza. Devemos manter estoque, para usar durante o '*Lead Time*'. Quando algo é ordenado, normalmente leva algum tempo para seu processamento e entrega, durante este período, a produção não pode ficar parada e, portanto, o estoque irá funcionar como um regulador para superar este

período. Os estoques são, portanto, um meio de se proteger contra este efeito (COYLE et al., 2003).

- Finalmente, pode às vezes ser mais barato manter algum estoque. Economias de escala, por exemplo, são uma razão para que os estoques sejam mantidos. Comprar quantidades maiores muitas vezes é mais benéfico do que encomendar pequenas quantidades, devido aos descontos relativos (WATERS, 2003). Os preços também flutuantes podem ser motivo para manter um estoque comprar um produto a um preço baixo pode fornecer um benefício (WATERS, 2003).

O princípio JIT visa eliminar todos os materiais desnecessários do processo de produção (WILD, 2002). Quando esta teoria é realizada, conseqüentemente temos uma redução no estoque. O que é desejado, pois isso reduz custos e riscos na gestão dos estoques. Portanto para conseguir este objetivo buscamos o embasamento na filosofia Lean e JIT que será tratada no tópico seguinte.

### **2.3 Qualidade e Produtividade**

Mesmo que historicamente qualidade e produtividade foram tratados separadamente, ao estabelecer melhorias, devemos considera-las em conjunto no planejamento estratégico e operacional. Estas duas palavras definem conceitos diferentes, mas se complementam. Conforme Pujo e Pillet (2002), qualidade são as características de um produto ou serviço que atendem as necessidades implícitas ou explícitas requeridas pelo cliente.

Segundo Liker (2004), produtividade é a relação entre os recursos empregados e os resultados obtidos. Desta forma, a produtividade é vista como eficiência e é conseguida através da otimização do uso dos recursos empregados (inputs) a fim de maximizar os resultados desejados (outputs). Sob outro ponto de vista, produtividade não é somente obter o máximo de eficiência “fazendo certo as coisas”, mas atingir o máximo de eficácia “fazendo as coisas certas”. É necessário ir além do conceito básico de resultado obtido com os recurso empregado e entender os fatores determinantes que conduzem à melhoria da produtividade.

A produtividade é um fator mensurável da produção, é a partir deste que se obtêm dados concretos para a tomada de decisão no processo de planejamento e

implementação de novos meios para melhorar os resultados produtivos. A produção é responsável pela existência de uma empresa, e a produtividade é a medida da produção que avalia a sua efetividade. (SLACK et al., 2009).

Segundo Mitra (1998), a qualidade utiliza-se de técnicas e atividades operacionais para preencher os requisitos do cliente de modo a monitorar o processo e, eliminar as causas dos problemas que afetam o produto e a produção. Neste caso, qualidade melhora a produtividade, pois fazendo correto da primeira vez, diminui-se o custo total, contribuindo para aumento da produtividade. Isto ajuda no entendimento de que a melhoria efetiva da qualidade pode contribuir para o aumento da produtividade e à redução de custos.

Segundo Slack et al. (2009), a importância da qualidade para o desempenho de qualquer organização é uma tarefa chave da função de operações e deve garantir que ela proporcione bens e serviços de qualidade para seus consumidores internos e externos.

Conforme Kontoghiorghes (2003), existe uma grade associação entre qualidade e produtividade nas organizações de manufatura. A melhoria na qualidade corresponde à melhoria na produtividade através da redução de custos, erros, retrabalhos, atrasos, também na satisfação interna no processo e trabalho entregue de maneira correta e contínua por todos na organização. Na evolução recente o foco é diferente. Um aumento na qualidade não só reduzir custos, mas também melhora a produtividade, eliminando qualquer retrabalho e inspeções desnecessárias, isto é, pelo uso dos recursos produtivos. Produtividade é uma ferramenta que apresenta muitas oportunidades para avaliar o desempenho de diferentes divisões de uma empresa e para o mapeamento dos gestores contra operações ineficientes e desperdício de recursos. Qualidade também tem ido além de inspeção e vem ganhando importância como uma ferramenta estratégica para aumentar a eficiência da empresa por meio de melhorar a utilização dos recursos e satisfazer as necessidades dos clientes em termos de preço e confiabilidade. Atualmente, a maioria das atividades são descentralizadas em uma empresa. Cada departamento trabalha com base na melhoria da eficiência do seu próprio sistema. No entanto, os seus objectivos individuais devem apoiar a meta da organização como um todo, as operações de um departamento são limitados por um outro. É por isso que há uma necessidade de integrar várias áreas funcionais no sistema de produção para

melhorar a produtividade e qualidade. Além disso, deve haver um fluxo regular de informações sobre as políticas da empresa e metas.

Produtividade na logística está relacionada com a velocidade do fluxo de materiais entre as etapas do processamento tanto internamente como na cadeia de suprimentos. Em outras palavras, ele mostra o grau de eficiência em girar o estoque com a velocidade necessária sem ter interrupções no processo produtivo. Em uma empresa de manufatura, a produtividade na logística pode ser definida em termos de como os recursos tais como materiais, mão de obra e máquinas têm sido utilizados para produzir bens e serviços de qualidade. Tradicionalmente a entrada foi controlada para a minimizar o desperdício de recursos e melhorar a produtividade na empresa.

## 2.4 Lean

Lean (Enxuto) foi originalmente definido no livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack et al. (1992) como sendo a eliminação de desperdício, ou seja são atividades que reduzem o desperdício e acrescentam valores para os clientes. Lean foi estabelecida a partir do Sistema Toyota de Produção - STP (*Toyota Production System* - TPS), desenvolvido pelos engenheiros chefes da Toyota, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. O pensamento enxuto é uma rotina cíclica de buscar a perfeição através da eliminação de desperdícios e, dessa forma acrescentar valor ao cliente. Isso significa que todas as atividades intermediárias que necessitem de recursos, tempo e dinheiro, e não agregam valor para o cliente devem ser eliminados. Eliminar atividades desnecessárias irá resultar em um processo mais eficiente (WOMACK E JONES, 1996).

O STP é baseado em dois conceitos fundamentais: *Just-in-Time* (JIT) e automação. A idéia básica do JIT determina que cada atividade de produção só deve receber os itens necessários, quando necessário, na quantidade necessária, ou seja a produção deve ser puxada e não empurrada. A Automação, ou automação com um toque humano, refere-se a dar inteligência às máquinas e equipamentos ou autonomia para os trabalhadores a parar a produção quando ocorre um problema. Isto exige que as máquinas e os trabalhadores devam ser capazes de facilmente

identificar situações anormais, com base nas condições de padrão definidos para o sistema, parar a produção e pedir ajuda para prevenir a recorrência de problemas (WOMACK et al., 1992).

O pensamento enxuto foca no valor do fluxo agregado e na eficiência do sistema global. Estoque é considerado desperdício e a meta é manter o fluxo do produto na linha de montagem e agregar valor em cada etapa. O foco está em todo o sistema e as operações de sincronização para que eles estejam alinhados e produzindo em um ritmo constante. Manufatura enxuta é uma metodologia de fabricação que encurta o tempo entre o pedido do cliente e a fabricação do produto / embarque, eliminando as fontes de desperdício e qualquer coisa que não contribui para a transformação do produto para atender as necessidades do cliente (LIKER, 2004).

Womack et al. (1992) mostraram estudos de fábricas que aplicaram Lean porque eles precisam de menos esforço humano e tempo para montar um veículo, menos espaço de montagem por veículo, menos estoques de peças e tem cada vez mais variedade de produtos. Estas fábricas geram menos defeitos e desperdícios do que as típicas fábricas de produção em massa. Assim, Lean significa fazer mais com menos.

#### **2.4.1 Casa do Sistema Toyota de Produção**

A chave do sucesso da Toyota é atribuída ao Sistema de Produção Toyota que é composto de vários elementos, cada um dos quais é crucial para a estrutura de todo o sistema e crucial para o objetivo global - produção Lean. O STP tende a ser visualizado como uma casa (Figura 10) onde cada elemento desempenha um papel importante para toda a estrutura. Essa analogia foi criada para destacar que STP (Lean) só pode ter êxito se for aplicada como um sistema (LIKER, 2004).

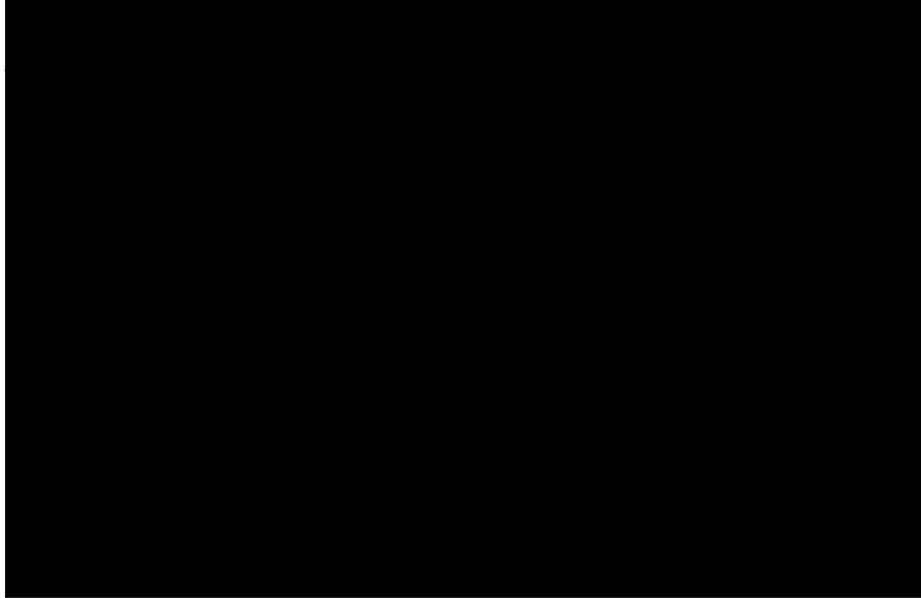


Figure 10: A casa do STP (adaptado de Liker, 2004)

Segundo Liker (2004), objetivo geral do STP, como visualizado pelo telhado na Figura 10, é produzir produtos de qualidade a custos mais baixos e com prazos de entrega curtos. A Toyota enfatiza a segurança de seus funcionários, que supera qualquer outro objetivo. Empregado com moral elevada é importante para criar um ambiente de trabalho positivo, o que ajuda a alcançar os objetivos da empresa. O telhado da casa STP é mantido por dois pilares principais: *Just-in-Time* de um lado e "automação" do outro lado.

A fundação da casa STP, como mostrado na Figura 10, consiste de quatro elementos, que são necessários para fornecer uma base sólida. "Filosofia" da organização é considerada como o elemento mais importante da fundação, uma vez que fornece orientação para todos na organização sobre a direção que a organização está tomando e como a organização quer atingir as metas. Assim, "filosofia" é colocada na parte inferior da fundação da casa STP. O segundo elemento fundamental é descrito como "gestão visual". Ele indica que tudo o que está sendo feito dentro da organização deve ser visualizado de modo que o estado atual de qualquer processo se torna instantaneamente claro e transparente. O terceiro e quarto elemento representa que os processos precisam ser padronizados, estável e confiável, bem como nivelado tanto em volume e variedade, de modo que os estoques sejam limitados (LIKER, 2004).

No centro da casa temos pessoas, trabalho em equipe, e a redução de desperdícios. Além disso, a redução dos desperdícios, tais como, por exemplo, a

redução do estoque ou a eliminação de peças defeituosas produzida é essencial para identificar imediatamente e resolver os problemas (LIKER, 2004). Essa abordagem requer um alto nível de estabilidade do processo para evitar interrupções nos processos. A estabilidade é estabelecida através da melhoria contínua, uma atividade que é realizada por todos que trabalham para a empresa e também por seus fornecedores.

#### 2.4.2 Princípios e Objetivos do Lean

O pensamento enxuto requer mudanças dramáticas em todas as áreas da organização, envolvendo a concepção de produto, processos de fabricação e a logística interna e também se estende para a cadeia de suprimentos. O pensamento enxuto, conforme Womack et al., (1992), fornece um enquadramento conceitual para categorizar os princípios, ferramentas e práticas da produção enxuta em cinco áreas básicas listados no Quadro 8.

Quadro 8 – Princípios do Lean

| <b><i>Princípio</i></b> | <b><i>Descrição</i></b>  |
|-------------------------|--|
| Valor                   | Identificar o valor do ponto de vista do cliente.  |
| Fluxo de valor          | Compreender todas as atividades no processo como um fluxo contínuo que agregam valor ao produto.   |
| Fluxo de processo       | Minimizar a interrupção durante o processo. O produto deve estar constantemente em movimento para o cliente seguindo o ritmo da demanda. |
| Puxar                   | Os produtos devem ser puxado de acordo com a demanda do cliente.   |
| Perfeição               | Esforçando-se para a perfeição - meta zero de defeitos e busca incessante de eliminação dos desperdícios.                                |

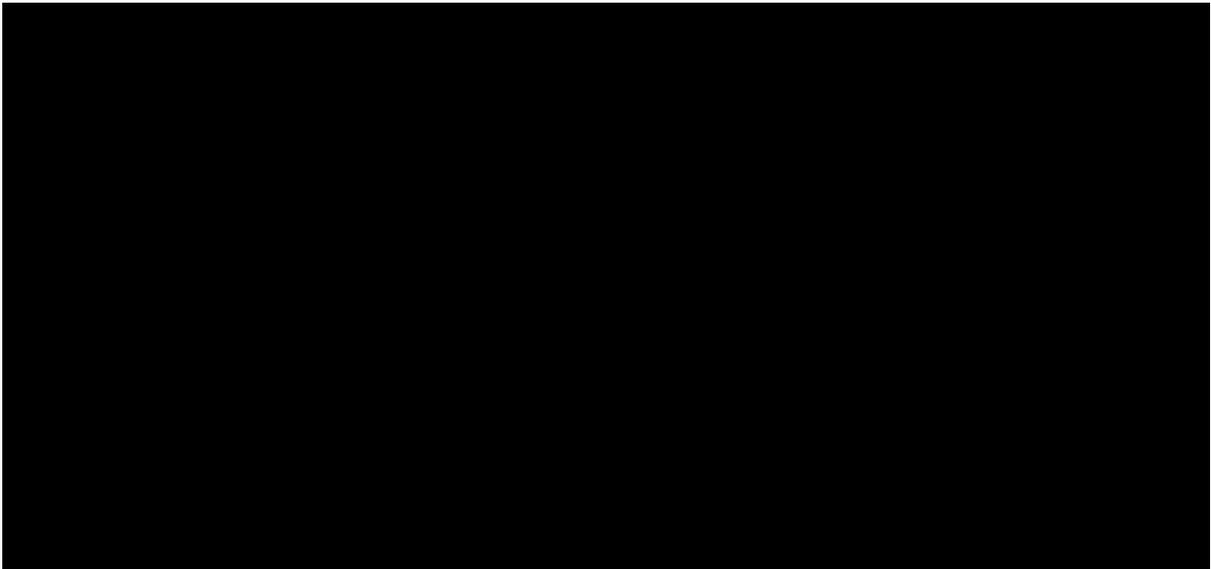
Fonte: Womack et al. (1992)

Embora todos os cinco princípios sejam fundamentais para a implementação do *Lean Thinking*, o elemento mais importante é “especificar e identificar o valor”. Como Womack e Jones (1996) afirmaram: “a incapacidade de especificar o valor

antes de aplicar corretamente as técnicas Lean pode facilmente resultar em fornecer o produto ou serviço errado.” Além disso, eles afirmam que para definir o fluxo de valor há necessidade de olhar para três atividades críticas do negócio - definição de produto, gestão da informação e transformação física. Considerando a competitividade global e a existência de um ambiente dinâmico, onde é imperativo que a organização mantenha uma compreensão clara de como criar valor para o cliente e quais oportunidades existem que permitem capturar esse valor e gerar benefícios para empresa e cliente (WOMACK, et. al., 1992).

O “*The Lean Enterprise Memory Jogger*” (apud O'ROURKE, 2005) lista os objetivos do Lean, conforme Quadro 9:

Quadro 9 – Objetivos do Lean



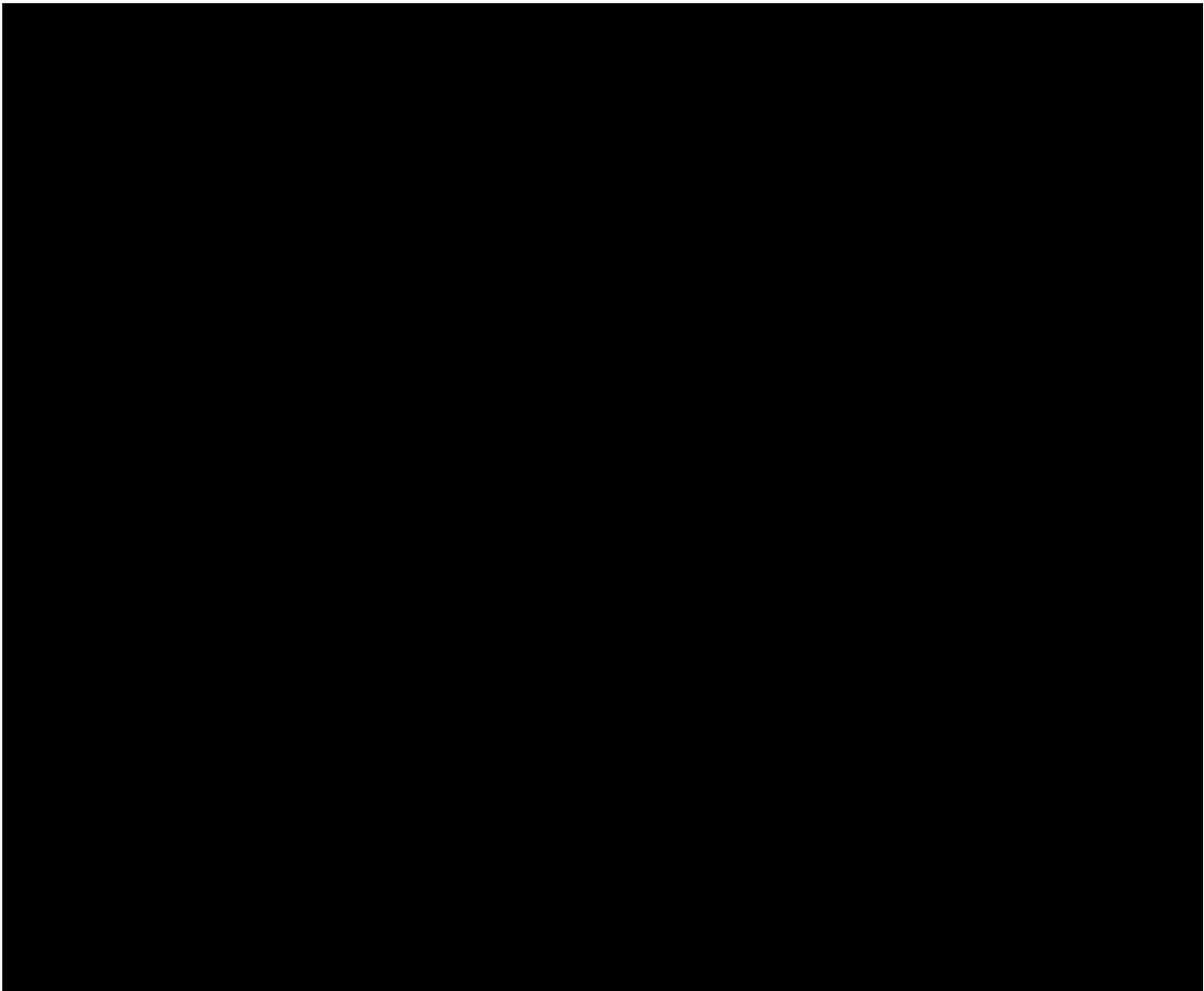
Fonte: *The Lean Enterprise Memory Jogger*” (apud, O'Rourke, 2005)

Jones e Mitchell (2006) sugerem que a gestão enxuta oferece quatro benefícios significativos para uma organização. Em primeiro lugar, aumento da produtividade dentro da organização, porque os mesmos trabalhadores podem conseguir uma maior produção com os mesmos recursos. Em segundo lugar, as entregas mais rápidas por meio do aumento da eficiência. Terceiro, a qualidade aumenta, devido à redução no número de erros. Finalmente, o aumento dos níveis de satisfação de força de trabalho e dos clientes.

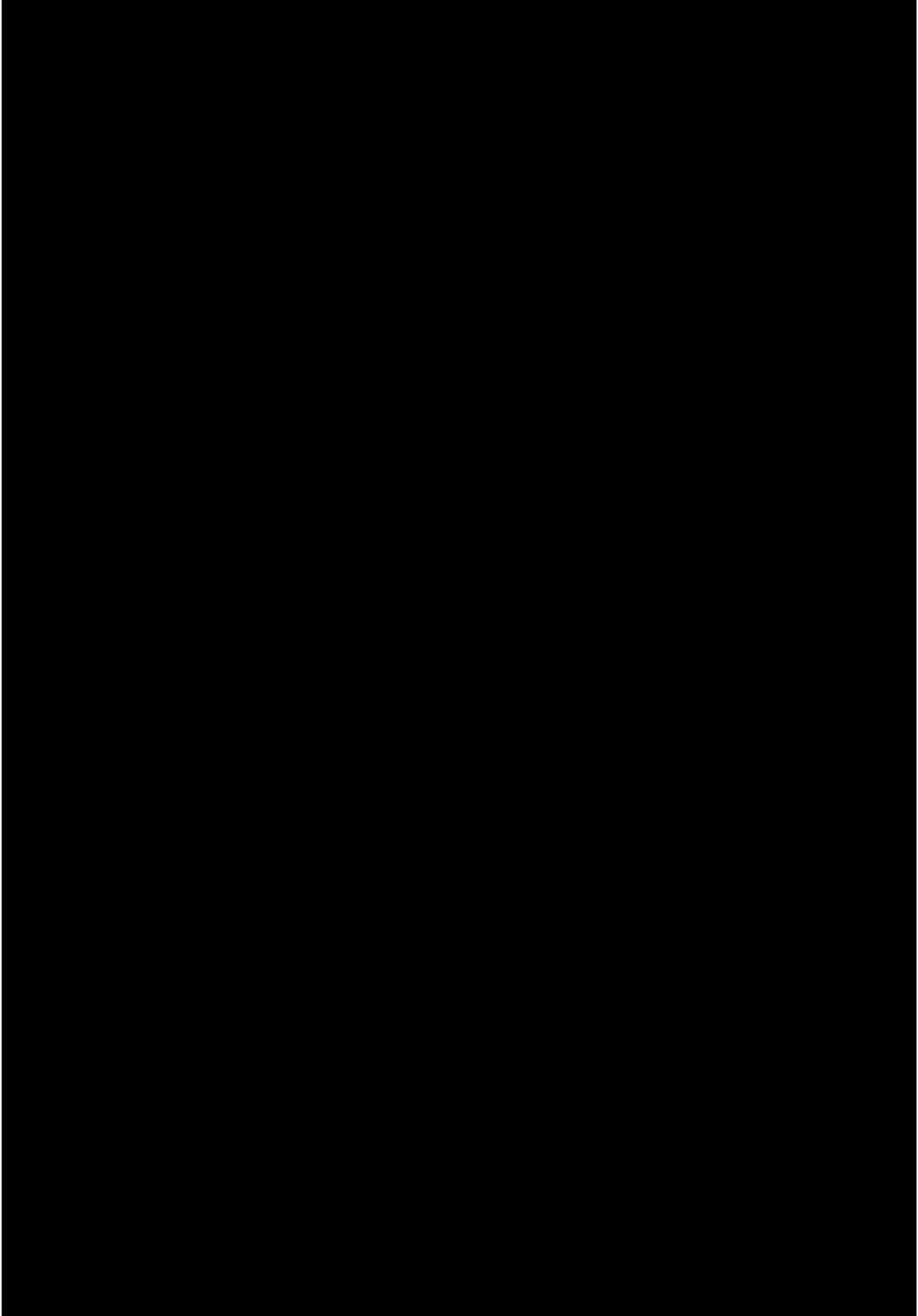
### 2.4.3 Desperdícios (Muda)

Muda, que é a palavra japonesa para desperdício, é "qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor para o cliente final" (WOMACK et al., 1992). O desperdício assume muitas formas e pode ser encontrado a qualquer momento e em qualquer lugar. Pode ser encontrado escondido em políticas, procedimentos, processo de produção, projetos de produtos, e em outras operações. Um dos princípios fundamentais do pensamento enxuto é reduzir todas as formas de desperdícios em toda a cadeia de valor. Liker (2004), descreve os sete desperdícios desenvolvidos no sistema de produção Toyota e McAdam, 2003 (apud O'ROURKE, 2005) acrescenta mais um desperdício. Os oito desperdícios são apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 – Desperdícios



Continuação



Fonte: Liker (2004), McAdam, 2003 apud, O'Rourke (2005)

Womack et al. (1992) diferenciam três situações de desperdício nas atividades desenvolvidas ao longo do processo produtivo, que podemos estender para todas as atividades da empresa e também para sua cadeia de suprimentos, pois devem ser incorporadas no desenvolvimento e melhoria das atividades e tarefas produtivas e logísticas.

- Atividades que não criam valor, mas são exigidas pelo desenvolvimento do produto, ou pelo sistema de produção, e não pode ser eliminada sem uma mudança nos processos. Este tipo de desperdício não pode ser removido imediatamente;

- Atividades que não criam valor para o cliente e podem ser eliminados imediatamente;

- Atividades que são redundantes em um processo e podem ser removidos imediatamente;

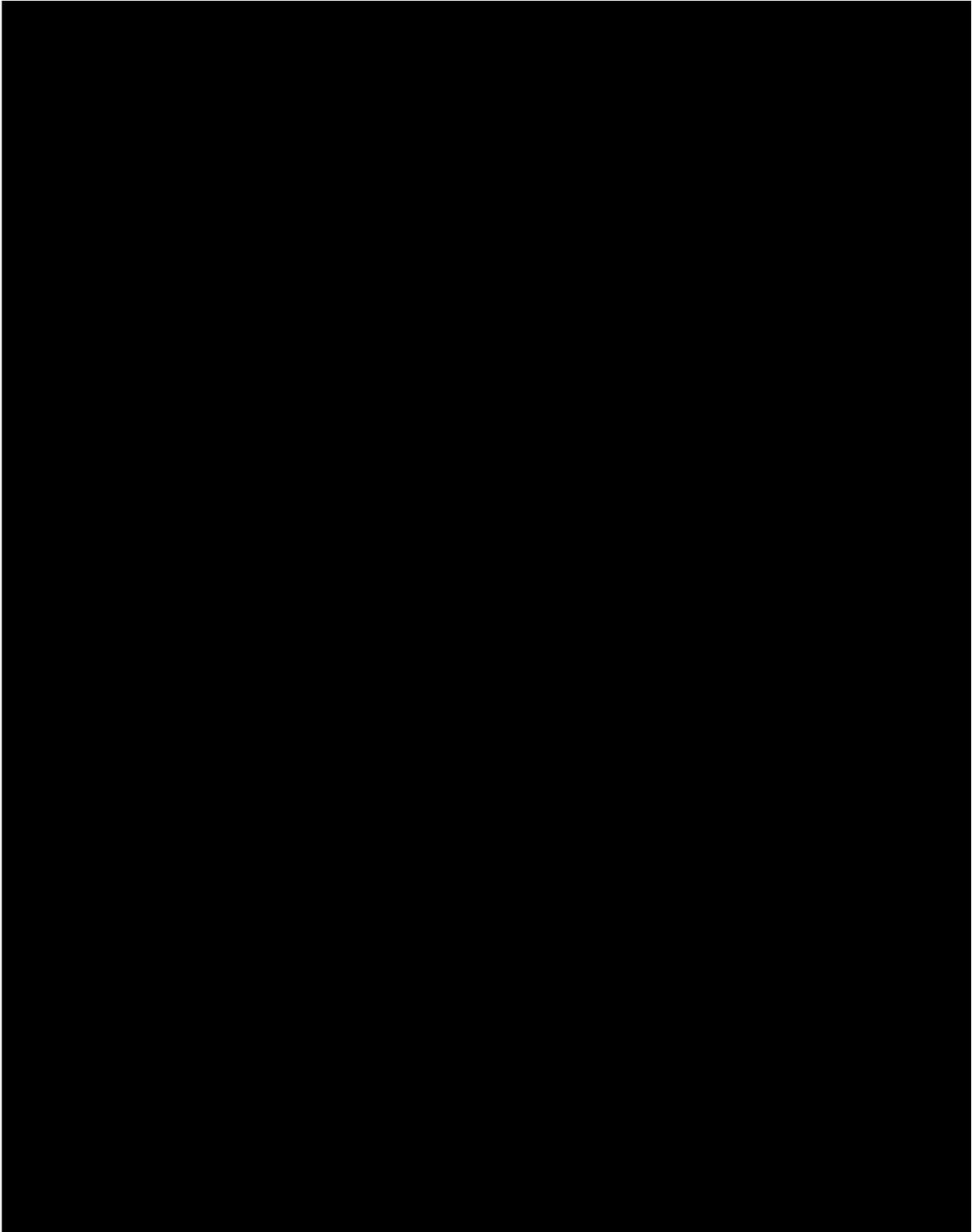
De acordo com a teoria Lean, no topo da lista de desperdícios temos o excesso de inventário. O foco é eliminar qualquer inventário que não seja necessário para apoiar as operações e a necessidade imediata do cliente. O impacto do Lean na logística é significativo.

#### **2.4.4 Ferramentas e Técnicas do Lean**

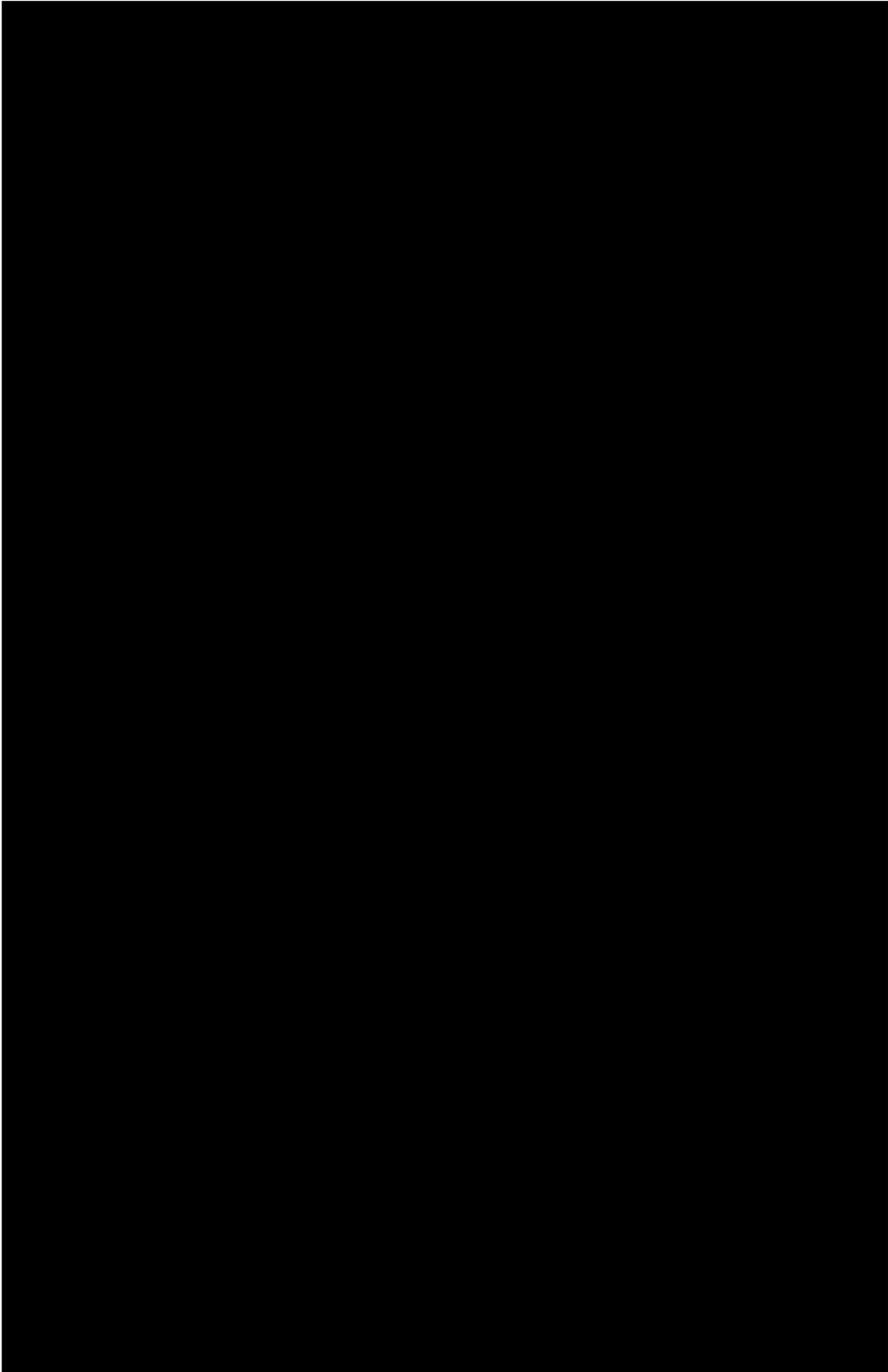
Para aplicar os princípios Lean foram desenvolvidos uma série de abordagens conceituais e quantitativas que ajudam as empresas a tomar ações corretivas para eliminar ou reduzir estes desperdícios (MONDEN, 1993). Algumas destas abordagens e metodologias Lean são limitadas a manufatura, enquanto outras são igualmente aplicáveis às operações e serviço. Todas as ferramentas Lean trabalham em direção a objetivos comuns de eliminar desperdício, a fim de trazer mais valor para o cliente. Uma organização que se esforça para ser Lean vai querer ter apenas o inventário necessário quando necessário, zero defeitos e melhorar a qualidade, reduzir o *Lead time* através da redução de tempo “*setup*” (troca de ferramenta), reduzir as filas e tamanhos de lotes, de forma incremental, rever operações e realizar melhorias com custos mínimos (WOMACK E JONES, 1996). A seguir

listamos uma breve descrição (Quadro 11) de algumas ferramentas e técnicas usadas no Lean.

Quadro 11 – Ferramentas e Técnicas do Lean



Continuação



Fonte: Liker (2004)

As ferramentas apresentadas têm o objetivo comum de melhoria, em diferentes áreas de negócio e fabricação. No entanto, muitos dos benefícios e usos dessas ferramentas se sobrepõem. Portanto dependendo da necessidade da empresa pode se adotar aquelas que melhor se aplicam a cultura da empresa. Nos tópicos seguintes apresentamos as ferramentas utilizadas no estudo de caso.

## 2.5 Seis Sigma

Seis Sigma é uma metodologia de gestão que tenta compreender e eliminar os efeitos negativos da variação em processos. A empresa que implanta esta metodologia tem um pouco mais de três experiências ruins com clientes para cada um milhão de oportunidades. Seis Sigma é para a maioria das organizações uma grande mudança a partir de como eles normalmente gerenciam seus negócios, oferece um modelo de resolução de problemas baseado na "voz do cliente" e utiliza ferramentas estatísticas para controle dos processos. Esta metodologia é um avanço importante na gestão da qualidade e melhoria de processos nas últimas duas décadas. Os benefícios não incluem somente reduzir a variabilidade mas podem gerar redução de custos, melhoria da satisfação dos clientes e crescimento de receita de vendas (PANDE et al., 2001).

Segundo Rotondaro (2002), Seis Sigma é uma filosofia de trabalho para alcançar, maximizar e manter o sucesso comercial, por meio da compreensão das necessidades dos clientes (internas e externas). É um conceito que se concentra no cliente e no produto. Conforme o autor, Seis Sigma é uma estratégia gerencial de mudanças para acelerar o aprimoramento em processos, produtos e serviços. O termo sigma mede a capacidade do processo em trabalhar livre de falhas.

No coração do Seis Sigma está a redução da variação: Se pudermos entender e reduzir a variação em nossos processos, então podemos implementar iniciativas de melhoria que irão centralizar o processo e assegurar a exatidão e a confiabilidade do processo em torno das expectativas dos clientes (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005). Por exemplo, o tempo médio de entrega de um pedido é de cinco dias, mas pode ter uma variação entre dois e oito dias. É esta variação que

leva a perda de confiança do cliente e conseqüente acúmulo de estoques e / ou perda de venda e redução no faturamento.

A metodologia Seis Sigma foi inventado na Motorola na década de 1980. A invenção foi motivada pelo alto custo da má qualidade descoberto na Motorola. Uma grande parte da produção não atendia a exigência do cliente. Isso levou a altos índices de sucata, retrabalhos, serviço de campo e devoluções. Devido a estes problemas, os engenheiros da Motorola desenvolveram o conceito, elevando o padrão de qualidade para menos de 3,4 defeitos por milhão (PANDE et al., 2001).

Os benefícios do Seis Sigma são visíveis para empresa tais como redução do número de defeitos de fabricação, desenvolvimento de produtos com melhor vantagem competitiva e incremento nas vendas. Pyzdek (2005) define duas linhas de benefício para o processo Seis Sigma que são:

- Visão Estatística: a origem do Seis Sigma vem da Estatística, o termo Seis Sigma é definido estatisticamente como sendo a possibilidade de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades ou de uma taxa de sucesso de 99,9997%, onde sigma é usado para representar a variação sobre a média do processo.

- Ponto de vista de negócios: Seis Sigma é definido como uma estratégia de negócios usada para melhorar a rentabilidade do negócio, para melhorar a eficácia e a eficiência de todas as operações e atender ou exceder as necessidades e expectativas do cliente.

No Seis Sigma se aplica uma abordagem estruturada para atividades de melhoria contínua dos processos, que é chamado DMAIC (Definir - Medir - Analisar - Melhorar - Controlar). Este procedimento foi desenvolvido a partir do clássico ciclo PDCA - Planejar - Fazer - Checar - Agir, o Seis Sigma especifica as ferramentas de gestão da qualidade e técnicas para usar em cada etapa do DMAIC (PANDE et al., 2001).

Um projeto Seis Sigma requer uma infra-estrutura de profissionais treinados (faixas verdes ou pretas - *Green Belts, Black Belts ou Master Black Belts*). Projetos Seis Sigma melhoraram os procedimentos e rotinas organizacionais. Seis Sigma pressupõe que os processos atuais da organização são bons, mas eles precisam de uma pequena melhora para ser eficiente. O Seis Sigma não altera a integridade e a interligação de processos organizacionais, mas sim, visa melhorá-los (PYZDEK, 2005).

Pande et al. (2001) definiram vários princípios fundamentais da metodologia Seis Sigma, incluindo:

- Foco no cliente para garantir a satisfação do cliente e o valor;
- É impulsionado por fatos e dados. Ela começa esclarecendo quais as medidas são vitais para o desempenho dos negócios, depois aplica a análise de dados para construir um entendimento das variáveis-chave para otimizar resultados;
- Foco no processo de gestão e as melhorias são os veículos chave para o sucesso;
- Passa para gerenciamento proativo;
- Assegura a colaboração sem limites, pois quebra as barreiras para melhorar o trabalho em equipe, em todos os níveis e através das linhas organizacionais; e
- Caminha para a perfeição, e não tolera a falha.

### **2.5.1 Fatores críticos de sucesso para o Seis Sigma**

Os fatores críticos de sucesso para o Seis Sigma descritos por George (2002) estão listados abaixo. O primeiro fator crítico para o sucesso é o foco no cliente. Neste fator, é importante saber quais os valores do cliente. A meta de qualquer produto que é entregue para o cliente é dar o que eles querem, e o vendedor deve identificar estas necessidades através de vários itens.

- Voz do Cliente (VOC) é o cliente comunicar o que quer;
- Os requisitos são especificações e elementos mensuráveis comunicado ao cliente;
- Crítico Para Qualidade (CTQ) é o requisito mais importante para o cliente.
- Defeitos são os produtos que não são entregues ao CTQ do cliente.
- Design for Seis Sigma é a concepção dos produtos e processos com base nos requisitos do cliente.

A diferença de que o cliente necessita e aquilo que pode ser entregue é uma área onde o valor pode ser criado para o cliente e o fornecedor. E, este é o foco do Seis Sigma. As lacunas entre o cliente e o fornecedor são reduzidas com a aplicação da metodologia Seis Sigma enquanto o lucro cresce (GEORGE, 2002).

O segundo fator de crítico sucesso é o resultado financeiro. Este é um dos objetivos principais para implementar o Seis Sigma. Desempenho financeiro é o princípio primordial (GEORGE, 2002). O terceiro fator de sucesso crítico é o envolvimento da gestão. Uma infra-estrutura é necessária para o sucesso e deve ser ancorada pelo envolvimento dos gestores (GEORGE, 2002).

O quarto fator de sucesso crítico é o compromisso dos recursos. As pessoas são atribuídas em tempo integral a esses projetos para atender aos objetivos que o projeto identificou (GEORGE, 2002).

E o último fator de crítico para o sucesso é a infra-estrutura de execução. Seis Sigma possui uma infra-estrutura que efetivamente traduz planejamento da empresa a ser focada no cliente em conjunto de projetos para maximizar valor para os acionistas, proporcionar uma gestão eficaz, e o monitoramento dos resultados do projeto (GEORGE, 2002).

### **2.5.2 Projetos Seis Sigma**

O Seis Sigma utiliza um grupo de especialistas para executar os projetos, normalmente referido como *champions*, *master black belts*, *black belts*, e *green belts* (LINDERMAN et al., 2006 e ROTONDARO, 2002). Os especialistas recebem treinamento diferenciado e intensivo, é adaptado para o nível em que o especialista se encontra e é projetado para melhorar os seus conhecimentos e habilidades em métodos estatísticos, gestão de projetos, desenho de processos, técnicas de resolução de problemas, habilidade de liderança e outras habilidades gerenciais (LINDERMAN et al., 2006). Na estrutura do Seis Sigma, há um mecanismo de coordenação hierárquica de trabalho para a melhoria da qualidade em vários níveis organizacionais. Por exemplo, os executivos *seniores* servem como *champions* para fazer os planos estratégicos de melhoria na organização e *master black belts* direcionam e apóiam os projetos Seis Sigma e os outros níveis executam o projeto. Este mecanismo ajuda a coordenar e controlar o trabalho entre os diferentes níveis organizacionais para assegurar que as tarefas táticas coincidiam com a estratégia geral de negócios (LINDERMAN et al., 2006).

De acordo com Rotondaro (2002), a constituição da equipe Seis Sigma é fundamental no sucesso do programa, pois ele é desenvolvido essencialmente por pessoas. Ele apresenta a concepção utilizada pelas empresas que desenvolveram a metodologia e afirmam que este modelo é parte integrante do sucesso que elas conseguiram. “Cada empresa deve montar sua equipe da forma que melhor se adaptar às suas condições, mas o importante é lembrar que as pessoas devem ter tempo para estudar e trabalhar nos grupos Seis Sigma”.

Os projetos Seis Sigma usam o DMAIC, pois temos a aplicação rigorosa de ferramentas estatísticas, técnicas de análise de dados e de gestão em cada uma das etapas do DMAIC (PANDE et al., 2001). Seis Sigma é um avanço importante na gestão da qualidade e melhoria de processos nas últimas duas décadas. Os benefícios não incluem somente reduzir a variabilidade, mas pode gerar redução de custos, melhoria da satisfação dos clientes e crescimento de receita de vendas (PANDE et al., 2001). Outros elementos-chave do Seis Sigma incluem:

- Projetos estão alinhados aos objetivos estratégicos e são rapidamente concluídos;
- Dentro desses projetos, integra o ser humano (trabalho em equipe, mudança de cultura, motivação, foco no cliente, etc) e processo (processo de controle, monitoramento, análise e melhoria);
- Integra ferramentas estatísticas para estudar e melhorar a qualidade de forma seqüencial dentro de uma estrutura de resolução de problemas;
- Há medidas de desempenho claramente definidos pelo qual os projetos são avaliados; e
- Cria-se uma infra-estrutura de equipe poderosa para implementações de projetos.

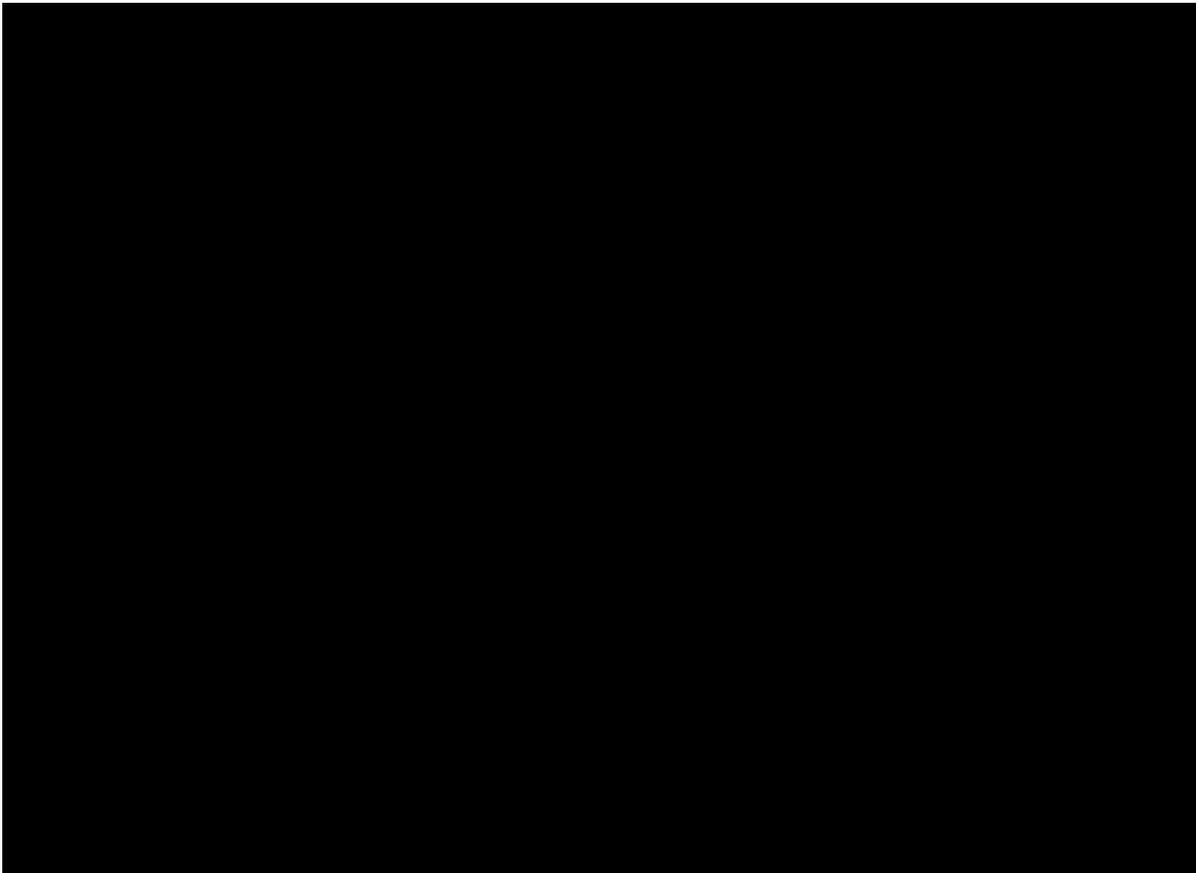
Para Rotondaro (2002), é fundamental que na seleção do projeto haja uma relação clara com um requisito especificado do cliente e que o projeto seja economicamente vantajoso.

### 2.5.3 Ferramentas e técnicas Seis Sigma

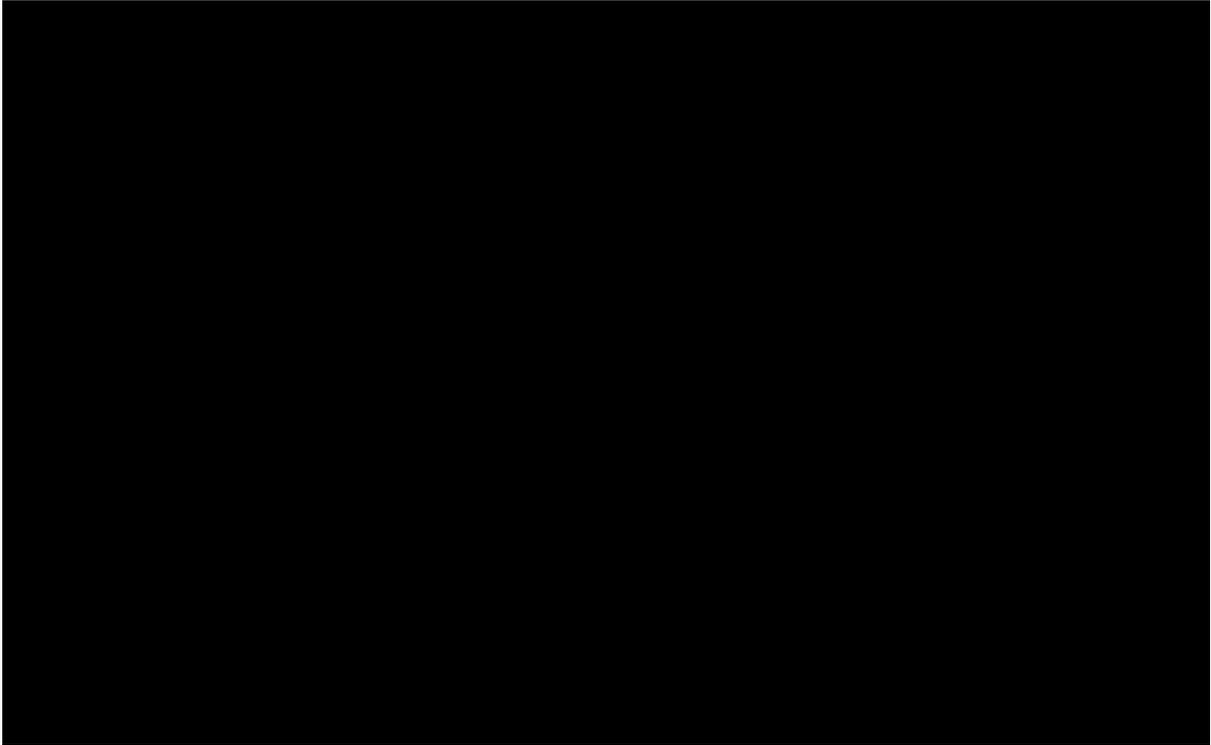
Ao longo do tempo, muitas ferramentas e técnicas foram desenvolvidas para ajudar as empresas a melhorar seus processos para atingir o nível de qualidade Seis Sigma. O uso dessas ferramentas e técnicas é guiado pelo DMAIC que tem cinco etapas, representados seqüencialmente pelas siglas das letras. O método DMAIC enfatiza a análise de dados e se baseia em fatos para tomada de decisão. O método orienta uma exploração estruturada das razões que levaram ao problema. A essência do método DMAIC é reduzir a variação do processo para alcançar a qualidade requerida pelos clientes (PANDE et al., 2001).

O método DMAIC passou a ser à base da filosofia Seis Sigma nas empresas, sendo fundamental para o seu sucesso (ROTONDARO, 2002). A filosofia desse ciclo é sua aplicação contínua, ou seja, a última etapa de um ciclo determina o início de um novo ciclo. O Quadro 12 lista as características de cada uma das fases descritas por Rotondaro (2002).

Quadro 12 – Características das fases do DMAIC



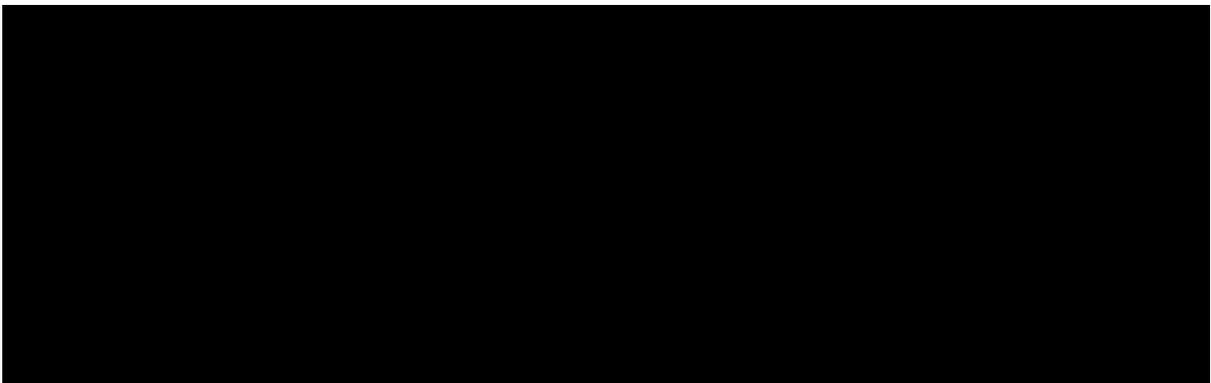
Continuação



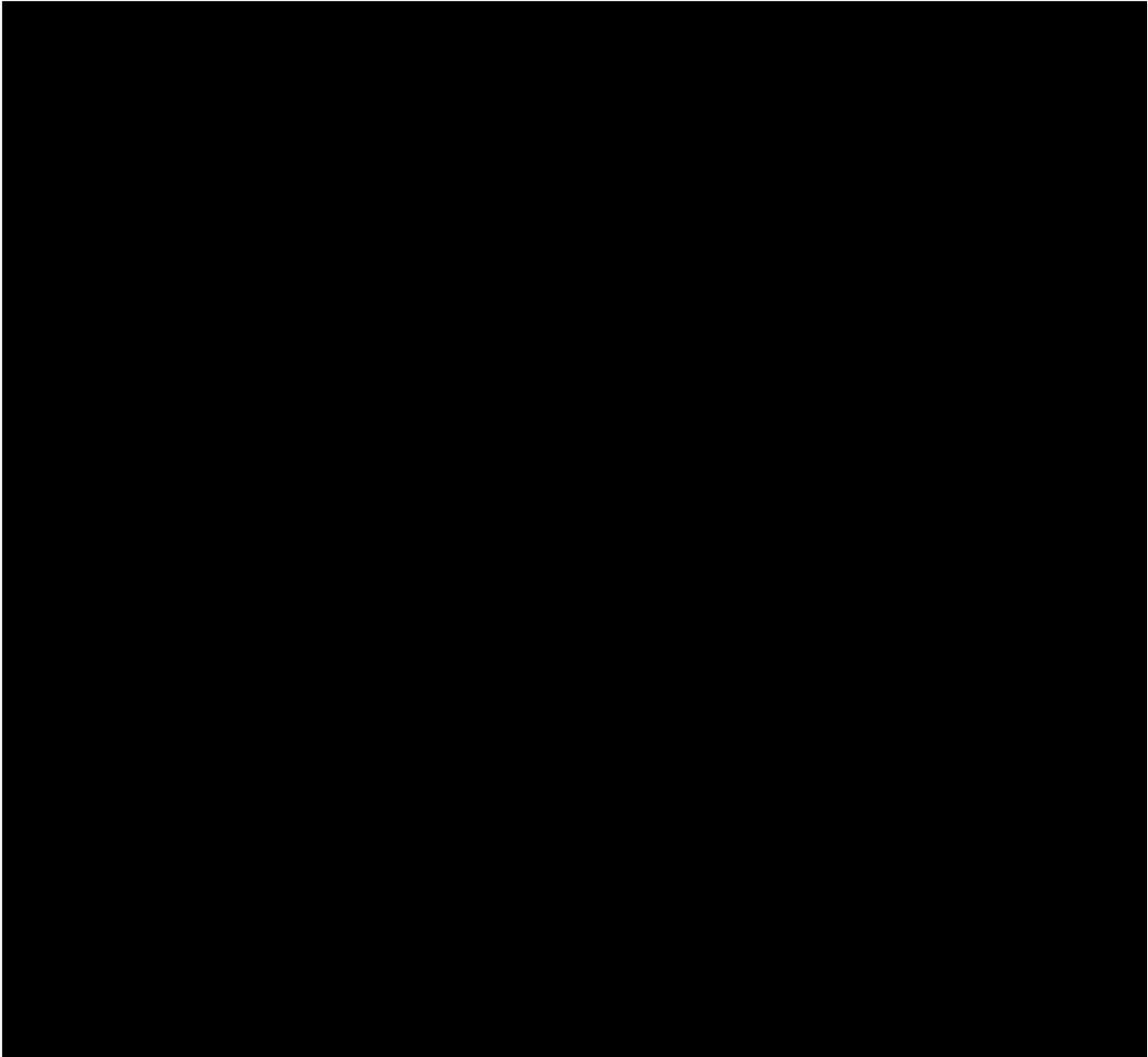
Fonte: Rotondaro (2002).

O Quadro 13 lista as fases do DMAIC e inclui as principais atividades e algumas ferramentas e técnicas que são usadas para o desenvolvimento do projeto, com o objetivo explorar o problema, encontrar a causa e definir uma tratativa para sanar o problema e por último tomar medidas para evitar a reincidência do problema (LINDERMAN et al., 2006; ROTONDARO, 2002).

Quadro 13 – Ferramentas e técnicas Seis Sigma



Continuação



Fonte: Linderman et al. (2006) e Rotondaro, 2002

As ferramentas que foram usadas neste trabalho serão explicadas a seguir.

### **2.5.3.1 VOC e VOB**

O VOC (voz do cliente) ou o VOB (voz do negócio) é um conceito que engloba as necessidades de entrada dos clientes para os produtos e serviços prestados a eles. “É a manifestação do conceito de marketing”, a percepção de que os clientes são a razão do negócio de ser e que é muito mais eficaz e eficiente

identificar as necessidades específicas dos clientes em primeiro lugar e, em seguida, desenvolver produtos e serviços compatíveis com essas necessidades. Este conceito vai de encontro com a "mentalidade convencional da produção", que sugere encontrar produtos e serviços em que a empresa se destaca e, em seguida, empurrar os bens e serviços aos clientes. Esta distinção pode ser resumida em uma comparação nas demonstrações "Nós fazemos o que nós vendemos" versus "Nós vendemos o que fazemos." O Lean Seis Sigma reconhece que o entendimento das necessidades dos clientes deve vir em primeiro lugar. Empurrar produtos e serviços aos clientes só pode criar desperdícios (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

Quando se trata de serviços de logística, é fácil ver que nem todos os clientes querem os mesmos serviços ou esperaram o mesmo nível de serviço. Alguns clientes procuram serviços de valor agregado, como rotulagem e embalagem, outros chamam de transporte e armazenamento, e outros ainda buscam apenas o transporte.

Voz do Negócio (VOB) é uma expressão das necessidades de uma empresa. A VOB pode ser obtida das declarações de visão e missão, gestão da comunicação, *Scorecard*, etc. Os clientes tomam decisões de compra com base no valor para eles, as empresas tomam decisões de projeto com base no valor total do processo ou de mercado. Para "descobrir" aspectos-chave do negócio devemos responder as seguintes perguntas (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005):

- Qual a oportunidade de negócio?
- Os clientes podem se beneficiar?
- Atendemos as necessidades dos clientes?
- Podemos ganhar com esta melhoria?
- Podemos melhorar a oferta de produtos?
- Podemos executar o negócio melhor do que é feito hoje?
- Este projeto vale a pena fazer em termos de custo e operação?
- Teremos o retorno financeiro e os riscos são aceitáveis?
- Ela se encaixa nos nossos objetivos estratégicos?
- Iremos melhorar a utilização dos recursos?
- Iremos melhorar o fluxo de caixa?
- Iremos melhorar a produtividade?

Com as respostas das perguntas acima temos as definições das metas para iniciar os projetos Seis Sigma. Geralmente no caso da logística estas metas recaem sobre melhora da rentabilidade, redução dos custos, melhora no atendimento das necessidades dos clientes tudo visando o mínimo custo total.

Claramente, a empresa deve empregar a voz do cliente e a voz da empresa em conjunto para determinar os tipos de serviço e níveis de serviço que são justificadas em todo o leque de clientes. Alguns clientes fazem exigências justificadas com base no valor que eles oferecem em troca. Outros clientes farão exigências para que haja uma justificativa insuficiente. Sabendo que os clientes são "dignos" de tempo e esforço é fundamental fazer as coisas certas de primeira. Além da economia no trabalho, é importante para a empresa desenvolver estruturas flexíveis, processos robustos para cumprir diversas necessidades de forma lucrativa (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

### **2.5.3.2 Matriz XY**

É uma ferramenta que estabelece as prioridades do projeto. A matriz XY define as prioridades de acordo com a voz do cliente ou da empresa. Embora todas as oportunidades de melhoria devam ser consideradas como importantes, alguns são mais valiosos do que outros. Da mesma forma, algumas melhorias podem ser obtidas com mais facilidade do que outras. A matriz XY usa um quadro de entrada / saída simples que considera tanto a importância potencial das saídas e a contribuição das entradas para essas saídas e suas influências neste relacionamento (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

A Matriz Causa e Efeito é uma ferramenta que é usada para priorizar as possíveis causas, examinando sua relação com os requisitos críticos do cliente. Esta ferramenta é uma simples matriz do *Quality Function Deployment* (QFD) que enfatiza a importância de compreender as necessidades do cliente. Relaciona as principais entradas e saídas (requisitos do cliente) usando o mapa do processo como fonte primária e o VOC / VOB. Entende-se por entradas ou saídas do processo todos os recursos e operações necessárias para execução do processo.

As principais entradas e saídas do processo são pontuadas quanto à sua importância para o cliente.

Os objetivos desta ferramenta são:

- Estabelecer diagrama de Pareto dos principais insumos que serão avaliados nos planos de controle e FMEA;
- Usado como entrada para o Estudo das Capacidades de processo, na Fase de Medição;
- Usado como entrada para a avaliação inicial do Plano de Controle de Processo.

Para utilização desta ferramenta usamos uma planilha (Figura 11), onde as saídas dos requisitos críticos do cliente são colocados na região A da tabela e as entradas do processo no lado esquerdo. No topo da tabela (região B) pontuamos cada requisito do cliente em relação à importância em relação ao problema estudado. A seguir descrevemos os passos para aplicar a ferramenta:

- Para cada entrada do processo pontuar a correlação com cada saída relacionada com o requisito do cliente, seguindo o critério de pontuação 0, 1, 3 e 9 os critérios de pontuação são:

- 0 = nenhuma correlação;
- 1 = entrada do processo apenas remotamente afeta a exigência do cliente;
- 3 = entrada de processo tem um efeito moderado sobre a exigência do cliente;
- 9 = entrada do processo tem um efeito direto e forte sobre a exigência do cliente.

- Multiplicar os valores de correlação com fatores atribuídos a cada saída de requisito do cliente e somar estes valores por entrada de processo;

- Selecionar as entradas do processo com mais pontuação total. Estas são as entradas principais que afetam os requisitos do cliente.

| Rating of Importance to Customer |                        | 8                      | B                  | 4        | 10 |   |   |   |  |       |
|----------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|----------|----|---|---|---|--|-------|
|                                  |                        | 1                      | 2                  | 3        | 4  | 5 | 6 | 7 |  |       |
| Process Step                     | Process Inputs         | Time To Respond to RFQ | Number of Contacts | Accuracy |    |   |   |   |  | Total |
| 2                                | Create customer header | Cust ID                | 9                  | 9        | 9  |   |   |   |  | 198   |
| 3                                | Identify products      | Parametric Desc        | 9                  | 9        | 9  |   |   |   |  | 198   |
| 4                                | Identify products      | Supercedes Ref         | 9                  | 9        | 9  |   |   |   |  | 198   |
| 5                                | Generate price         | SCR200                 | 9                  | 3        | 9  |   |   |   |  | 174   |
| 6                                | Generate price         | SPA file               | 9                  | 3        | 9  |   |   |   |  | 174   |
| 7                                | Generate price         | Price sheet            | 9                  | 1        | 9  |   |   |   |  | 166   |
| 8                                | Generate price         | Marketing approval     | 9                  | 1        | 9  |   |   |   |  | 166   |
| 9                                | Create customer header | Credit Status          | 3                  | 9        | 9  |   |   |   |  | 150   |
| 10                               | Identify products      | Tech Rep exp           | 9                  | 9        | 3  |   |   |   |  | 138   |
| 11                               | Identify products      | Spec Features          | 3                  | 3        | 9  |   |   |   |  | 126   |
| 12                               | Identify products      | SCR8000 Xref           | 3                  | 3        | 9  |   |   |   |  | 126   |
| 13                               | Issue quote            | Marketing approval     | 3                  | 1        | 9  |   |   |   |  | 118   |
| 14                               | Identify products      | Cust Prod ID           | 9                  | 3        | 3  |   |   |   |  | 114   |

Figure 11: Matriz de causa e efeito (Fonte: Adaptada de Goldsby e Martichenko, 2005)

### 2.5.3.3 VSM - Value Stream Mapping (Mapeamento do Fluxo de Valor)

Assim como as empresas têm organogramas, elas podem ter mapas de processos que dão uma imagem de como o trabalho flui. O mapa do processo é uma representação gráfica, é um retrato de como as pessoas fazem o seu trabalho. Para a visualização do processo temos *Value Stream Mapping* (VSM). Usando VSM é possível compreender os fluxos de materiais e informações e ver os desperdícios dentro de uma empresa. Womack et al. (1992), estenderam o conceito de macro VSM, usado para descrever uma cadeia de suprimentos, envolvendo várias empresas.

Muitas empresas começam a utilizar o Lean Seis Sigma através da realização de uma análise do VSM. O Mapeamento do Fluxo de Valor utiliza técnicas de fluxograma para capturar visualmente a soma das atividades realizadas desde a aquisição das matérias primas até a distribuição de um item específico ou produto. Mapas do fluxo de valor são semelhantes aos mapas de processos, embora uma diferença sutil é encontrado em seu foco. Enquanto que um mapa de processo centra-se em um processo que pode ser aplicado em todos os produtos e itens, um

mapa de fluxo de valor é centrada no produto e, portanto, provavelmente se estende por vários processos. Mapas de processo (Figura 16) ordinariamente servem como o primeiro passo no mapeamento do fluxo de valor. Apesar desta diferença na dimensionalidade, o objetivo geral é o mesmo: identificar desperdícios e oportunidades para eliminá-los. Conforme Womack et al. (1992), o objetivo específico do mapa de fluxo de valor é o de:

- Identificar atividades que geram valor aos olhos dos clientes;
- Identificar as atividades que não criam valor ainda, mas são passos necessários, e
- Identificar atividades que não criam valor e são candidatos para eliminação de desperdício.

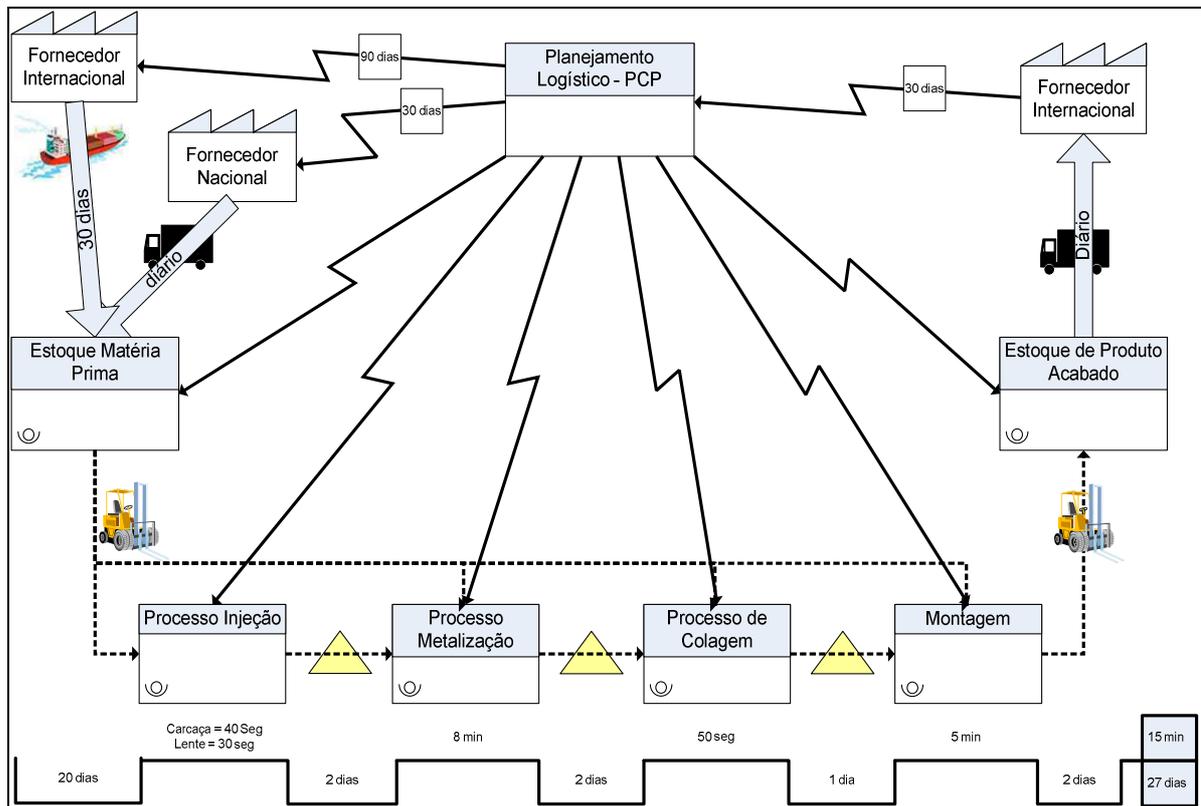


Figura 16: Exemplo de *Value Stream Mapping*. (fonte adaptada de Womack et al., 1992).

Grande parte do benefício encontrado no mapeamento do fluxo de valor está ligada ao fato de que as atividades associadas com o fornecimento e entrega de produtos ultrapassam as fronteiras funcionais, e o esforço do mapeamento pode abrir os olhos de todos para o desperdício criado no âmbito geral dos negócios e gerar as oportunidades para melhorar o fluxo. O VSM é uma ferramenta

fundamental para apoiar a cultura de melhoria contínua de uma empresa (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

### 2.5.3.2 Análise de capacidade de processo

O Seis Sigma tem grande foco em medir a capacidade dos processos e orientar a sua melhoria. O termo "Seis Sigma", na verdade, refere-se a qualidade na execução e implica em menos de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades. O termo "sigma" é a notação grega para "desvio padrão", uma medida estatística de dispersão, ou desvio da média. A Figura 13 ilustra o aparecimento de desvios-padrão (sigmas) em torno da média de um normal. Dado que a média se localiza no meio da curva em forma de sino, metade da área da curva é para a esquerda da média e a outra metade é para a direita (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

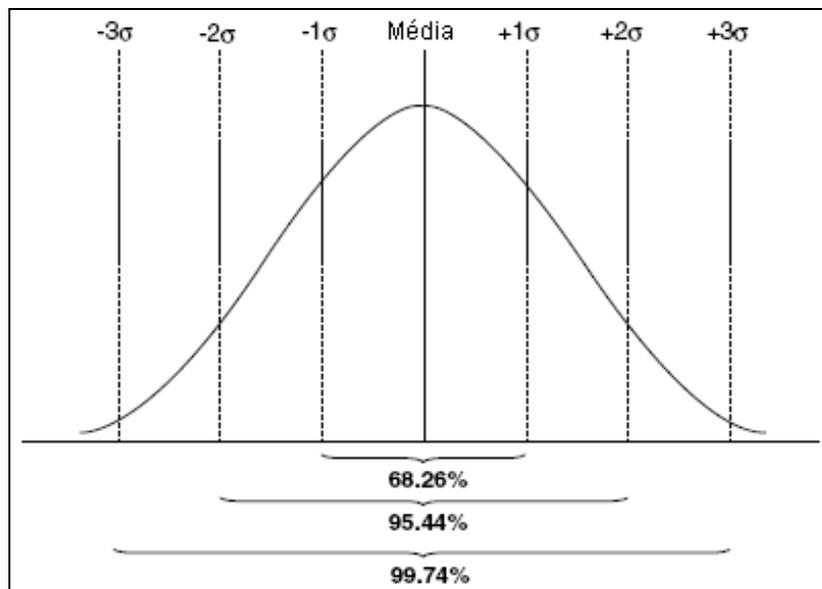


Figure 13: Desvios-padrão (sigmas) com relação à média (Fonte Goldsby e Martichenko, 2005).

A idéia é buscar a perfeição na execução. "Perfeição" é medido por não ter variação do resultado esperado de um processo. Uma maneira de olhar para o desvio padrão (ou sigma) como uma medida de desempenho é perguntar "Como temos sido bem sucedidos na redução da variação, e não empurramos defeitos para fora do processo?". A Figura 14 ilustra como dois processos com a mesma média

podem ter dois diferentes níveis de variação. Embora as curvas mostrem a mesma média, a dispersão na primeira é maior e reflete uma maior variação no desempenho. Portanto, o mesmo desempenho em ambas as curvas podem ser consideradas aceitáveis no ambiente de alta variação, mas inaceitável no cenário de baixa variação, onde as tolerâncias são menores. No processo ilustrado na curva superior, os valores estão entre segundo e terceiro sigma, e pode ser considerado "aceitável", enquanto que a mesma observação no processo abaixo ocorre exatamente no quarto sigma. Imagine apertar a posterior distribuição de tal forma que essa mesma observação poderia ocorrer no sexto sigma. Isto ilustra a busca da perfeição da metodologia Seis Sigma, eliminando a variação do processo (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

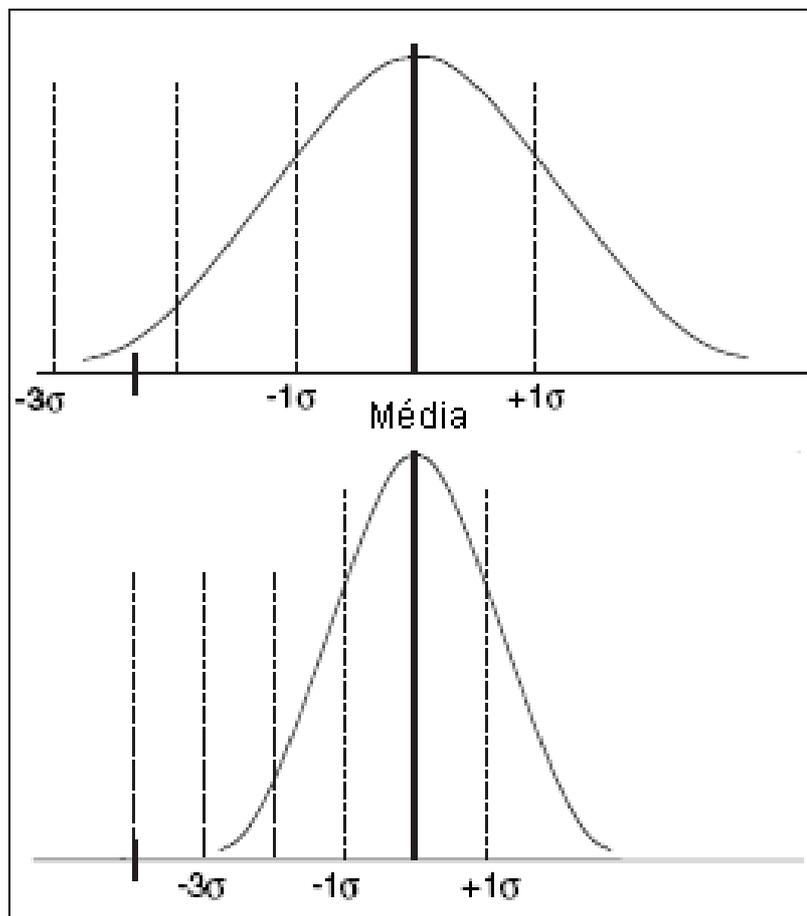


Figure 14: Comparação do desvio padrão em dois processos (Fonte: adaptada de Goldsby e Martichenko, 2005).

Análise de capacidade de processo determina o quanto um processo está em relação aos limites de especificação, com base em uma amostra de dados

provenientes de um processo. Ele pode ser usado para determinar a linha de base para o processo e medir e comparar o desempenho futuro do processo ROTONDARO (2002).

Os limites de especificação (Figura 15) são quantificados como padrões de desempenho determinados por exigências do cliente ou às vezes referido como crítica à qualidade. Existem dois tipos de limites de especificação:

- Limite Superior de Especificação (LSE) - especifica o valor máximo admissível para a saída, acima do qual é considerado como defeitos.

- Limite Inferior de Especificação (LIE) - especifica o valor mínimo permitido para a saída, abaixo do qual considera-se como defeitos.

O processo pode ter um ou ambos os limites de especificação.

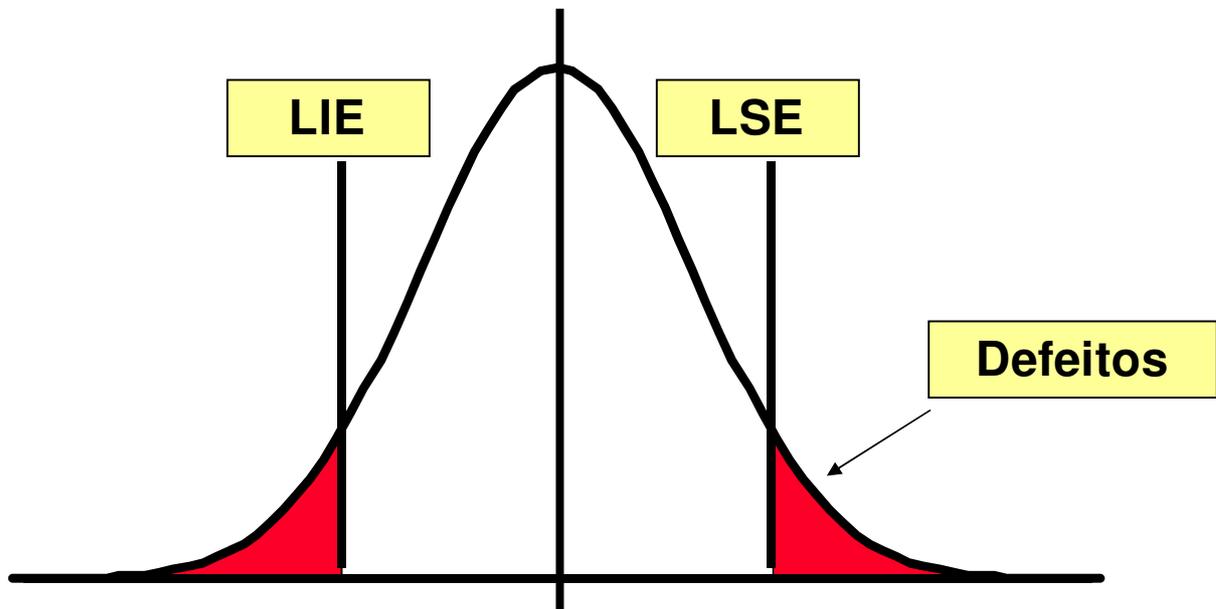


Figure 15: Análise de capacidade (Fonte Rotondaro, 2002)

De acordo com ROTONDARO (2002), é difícil manter a longo prazo um processo sempre centralizado, inúmeros fatores de origem empírica acabam por provocar o deslocamento da média nominal do processo em torno de 1,5 desvios-padrão.

## 2.6 Lean Seis Sigma

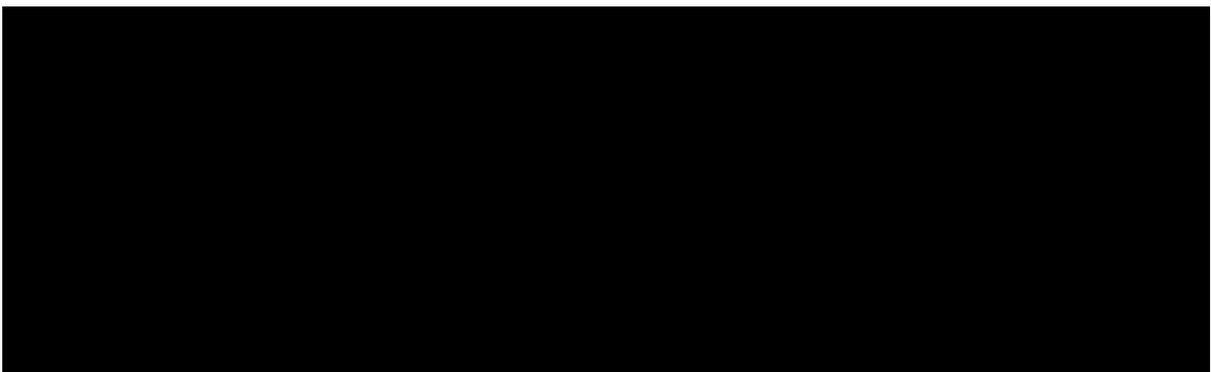
O conceito de Seis Sigma foi combinado com *Lean Thinking* (pensamento enxuto) para criar uma metodologia, chamada Lean Seis Sigma, utilizando os pontos fortes de ambas as abordagens. George (2002) define Lean Seis Sigma como uma metodologia que maximiza o valor para o acionista concomitantemente melhora a satisfação do cliente, custo, qualidade, velocidade do processo, e capital investido. A fusão do Lean e Seis Sigma é necessária porque:

- Lean não pode colocar um processo sob controle estatístico; e
- Seis Sigma sozinho não pode melhorar drasticamente a velocidade do processo ou reduzir o capital investido.

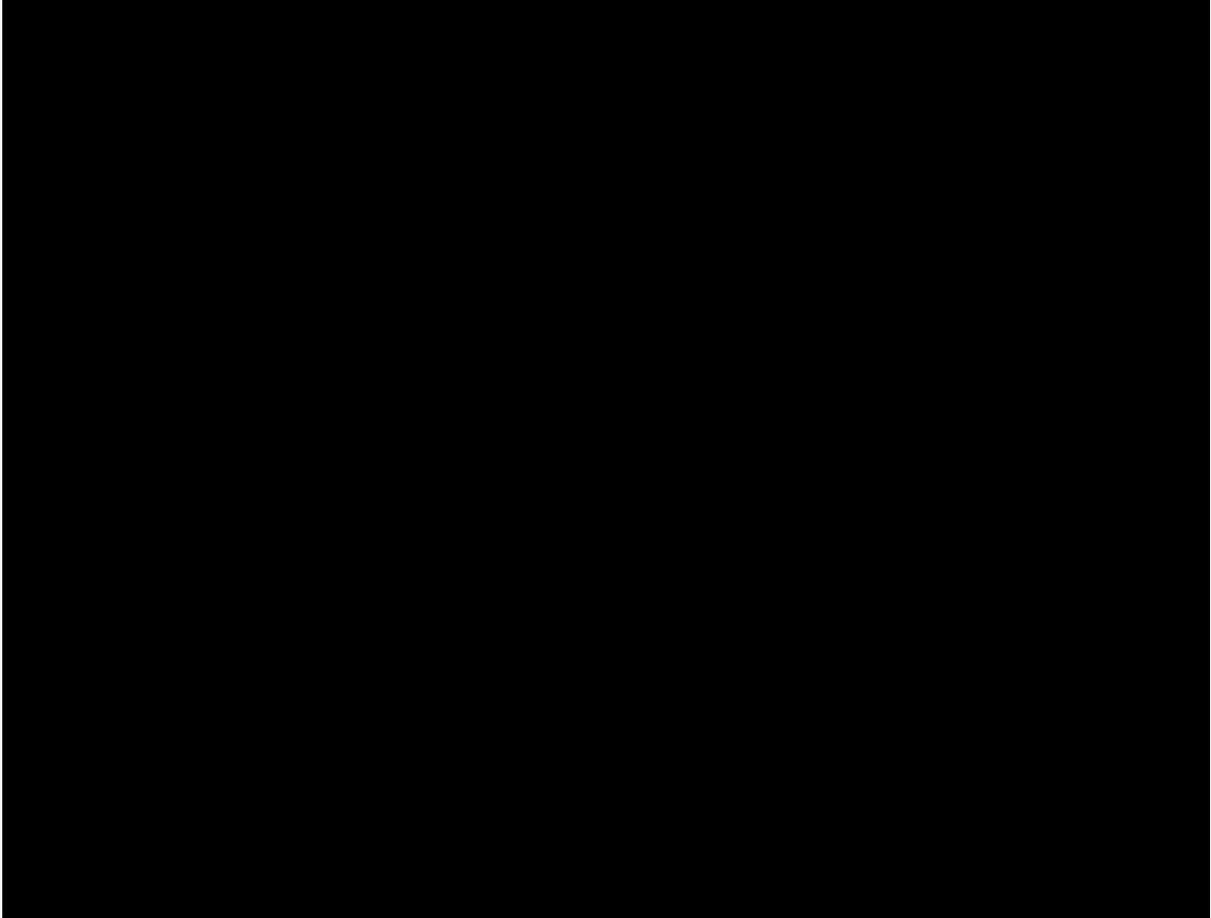
Segundo O'Rourke (2005), em um sistema que combina as duas filosofias, Lean cria o padrão e Seis Sigma investiga e resolve qualquer variação do padrão. A maioria das organizações querem melhorar a qualidade e reduzir custos.

Segundo Rotondaro (2002), o sistema de produção enxuto pode ser aplicado em diversos segmentos industriais produtivos ou de serviço e não se restringe somente ao setor automotivo e na produção. Contudo, não existe uma metodologia para sua implantação que se possa apontar como a mais efetiva. Womack e Jones (1996) sugerem um plano de ação para converter o sistema de produção de uma empresa para um sistema Lean. Os autores descrevem as melhores práticas e recomendam utilizar estratégias conhecidas, como realizar um projeto piloto em áreas específicas, treinar pessoas, criar ambiente propício e aplicar ferramentas de melhoria contínua. No Quadro 14 apresenta-se as características complementares das abordagens Lean e Seis Sigma, descritos por Rotondaro (2002).

Quadro 14: Características complementares do modelo Lean e Seis Sigma.



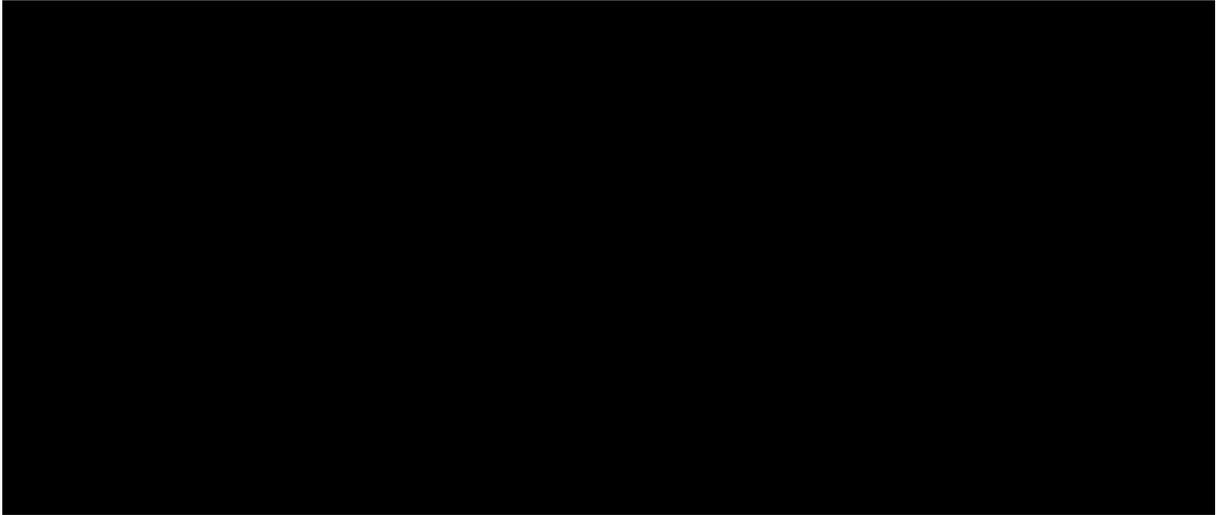
Continuação



Fonte: Adaptado de Rotondaro, 2002.

O princípio do Lean Seis Sigma é foco em atividades críticas para a qualidade e que criam os maiores atrasos nos processos, pois oferecem oportunidades de melhoria em custo, qualidade e lead time (GEORGE, 2002). Este princípio destaca a força de se concentrar nas necessidades dos clientes e encurtando prazos de entrega. Apesar do Lean e Seis Sigma focarem em metas de melhorias diferentes, uma análise completa de cada método mostra que eles se complementam. O Quadro 15 descreve as diferenças entre o Lean e Seis Sigma.

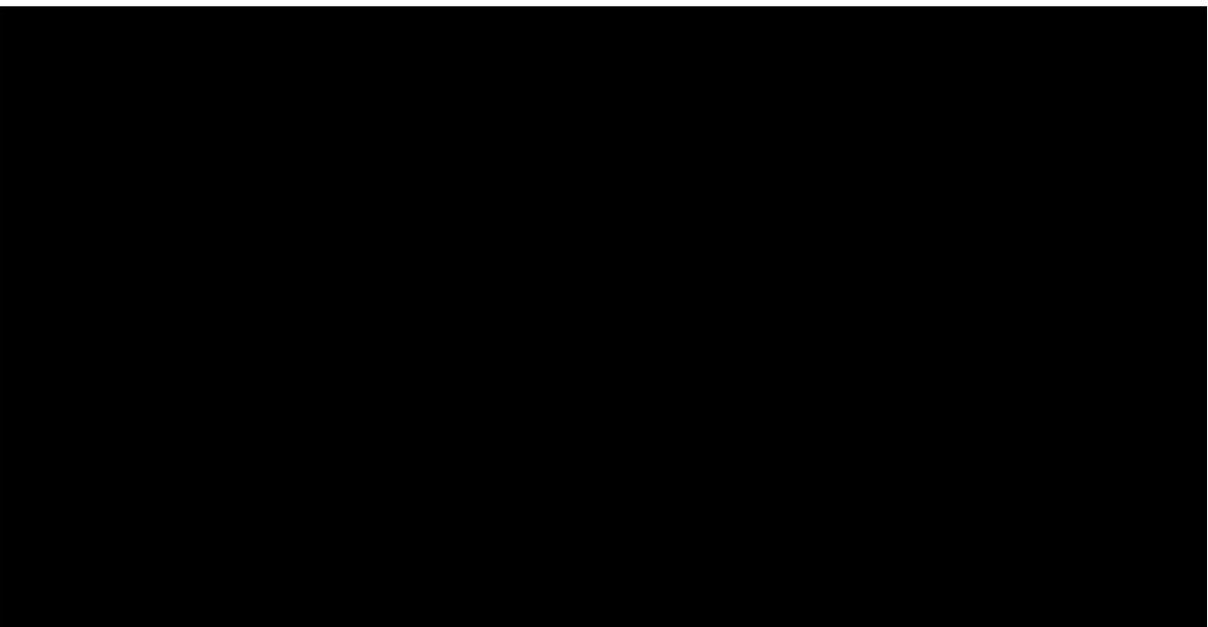
Quadro 15 – Diferenças entre o Lean e Seis Sigma



Fonte: George (2002)

Segundo Antony (apud O'ROURKE, 2005), embora o princípio fundamental do Seis Sigma é levar uma organização para uma melhoria do nível de capacidade sigma através da aplicação rigorosa de ferramentas e técnicas estatísticas, a produção enxuta tem um papel na eliminação do desperdício e operações sem valor para o cliente em toda a cadeia de suprimentos. A maior compreensão da abordagem de como complementar Seis Sigma e Lean pode ser visto em uma comparação no Quadro 16 (O'ROURKE, 2005).

Quadro 16 – Abordagens do Lean e Seis Sigma



Continuação



Fonte: O'Rourke (2005)

As teorias e procedimentos do Lean e Seis Sigma são diferentes, mas complementares. "Lean remove o não-valor acrescentado ao processo e Seis Sigma agrega valor para a etapa do processo, reduzindo a variação" (O'ROURKE, 2005). Ambos buscam melhorar o processo. Lean assume que a remoção dos desperdícios irá acelerar o processo melhorando assim o desempenho do negócio. Seis Sigma assume que variações são causadas por problemas no processo e que reduzindo a variação de processo irá melhorar o desempenho empresarial. A chave para comparar os dois métodos de melhoria não é apenas o foco de cada um, mas os efeitos secundários. Conforme destacado no Quadro 14, os efeitos secundários de cada metodologia se espelham no foco principal do outro método (O'ROURKE, 2005).

A Figura 16 resume a natureza das melhorias que podem ocorrer em organizações que aplicam o Lean ou Seis Sigma, e as melhorias correspondentes que um programa integrado pode oferecer. O eixo horizontal representa a perspectiva do cliente de valor, incluindo a qualidade e desempenho de entrega. O eixo vertical representa o custo do produtor para fornecer o produto ou serviço ao cliente. Sob qualquer sistema, as melhorias serão feitas, mas essas melhorias vão começar a estabilizar em um determinado ponto no tempo. Com o Seis Sigma sozinho, o nivelamento das melhorias pode ser devido à ênfase na otimização da qualidade mensuráveis e métricas de entrega, mas ignorando as mudanças nos sistemas operacionais básicos para remover atividades desnecessárias. Com Lean o nivelamento das melhorias pode ser devido à ênfase sobre a racionalização do fluxo de produtos (ARNHEITER E MALEYEFF, 2005)

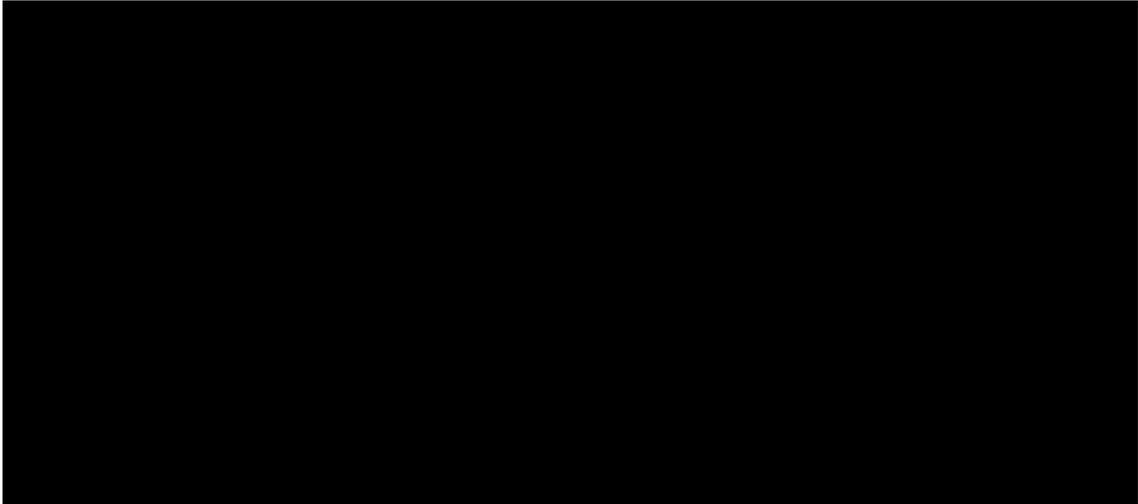


Figure 16: Relacionamento do Lean e Seis Sigma (Fonte: Arnheiter e Maleyeff, 2005)

## 2.7 Lean Seis Sigma na Logística e Cadeia de Suprimentos

O impacto do Lean Seis Sigma na logística é significativo. Um equívoco comum da filosofia Lean Seis Sigma é que só encontra aplicação em ambientes de manufatura. A meta do Lean Seis Sigma na logística é eliminar desperdícios, diminuir os estoques em processo, diminuir o lead time dos processos, aumentar a velocidade no fluxo da cadeia de suprimento e reduzir a variabilidade nos processos logísticos. Tudo isto com uma visão focada no custo total da logística (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

Agora que os três elementos do Lean Seis Sigma Logística foram apresentados, eles precisam colocá-los juntos para apreciar plenamente como se encaixam e eles se complementam. Lembre-se:

- Logística é sobre o gerenciamento de inventário;
- Lean é sobre a velocidade, fluxo e eliminação de desperdício (inventário);
- Seis Sigma é sobre a compreensão e redução da variação.

Portanto, Lean Seis Sigma na Logística pode ser definida como “A eliminação de estoques desnecessários, através de esforços disciplinados para entender e reduzir a variação, enquanto aumenta a velocidade e fluxo na cadeia de abastecimento”. Reconhecer e gerenciar os desperdícios e as variáveis na logística

e cadeia de suprimentos é inevitável. A seguir descrevemos os desperdícios na logística apontados por Goldsby e Martichenko (2005), são eles:

a) Desperdício de inventário - Redução dos estoques é a força motriz por trás de muitas iniciativas Lean. É uma das formas de desperdício identificadas por Taiichi Ohno na sua lista de desperdício (WOMACK et al., 1992). O inventário é também talvez a forma mais visível de desperdício.

b) Desperdício de transporte - O transporte representa o maior custo individual em logística. Não devemos apenas considerar os custos de transporte, mas o tempo em que as mercadorias se encontram em trânsito, que pode ser um grande contribuinte para a variação no tempo de ciclo da ordem.

c) Desperdício de espaço e instalações - Armazéns muitas vezes servem como museus de relíquias da demanda passada. Na verdade, os produtos tornam-se suscetíveis às perdas e danos. Estima-se que metade de todas as atividades realizadas no armazém não agrega valor, enquanto todos eles consomem recursos valiosos.

d) Desperdício de tempo - De todos os recursos encontrados na vida e na logística, nenhum é mais importante que o tempo. O tempo também está entre as métricas mais importantes encontrados na área de logística. O lead time pode suportar uma vantagem competitiva quando previsto em uma base mais rápida, mais confiável do que os concorrentes.

e) Desperdício de embalagens - A embalagem é um recurso muitas vezes esquecido na logística. O fato é que a embalagem é uma parte crítica de qualquer aplicação do Lean.

f) Desperdício de TI (Tecnologia da Informação) na logística – TI é um recurso visto por muitas pessoas no negócio como um mal necessário. A tecnologia da informação proporcionando um grau de controle das atividades operacionais, porém, às vezes, criam uma camada completamente nova de responsabilidade. A chave é reconhecer os trade-offs e manejá-la adequadamente.

g) Desperdício de conhecimento - O conhecimento é talvez o menos reconhecido e menos compreendido dos recursos na gestão e no sucesso de qualquer negócio. Ele não pode ser visto, tocado, ou facilmente quantificado, mas é muito mais que um recurso. O conhecimento é o recurso que na maioria das vezes é desperdiçado em uma organização. As empresas podem recorrer a meios formais e informais para evitar o desperdício de conhecimento.

Segundo Goldsby e Martichenko (2005), para eliminar estes desperdícios devemos atuar nos três princípios da Logística Lean Seis Sigma, são eles:

a) Fluxo logístico – Fluxo é um aspecto crucial de qualquer estratégia de logística empresarial. A compreensão do fluxo dentro da organização permite que a empresa entenda seus pontos fortes, fraquezas, oportunidades e restrições. Fluxo descreve a eficácia operacional da empresa. A empresa tem interesse em três tipos de fluxo: fluxo de ativos, o fluxo de informações, e fluxo financeiro. Estes três elementos-chave de fluxo devem ser intimamente ligados à atividade logística, criando a consciência da importância do fluxo e da gestão da logística estratégica.

b) Capacidade logística – Uma organização é uma complexa série de funções e processos que atuam de forma interdependente como um sistema global. Portanto, o sistema tem uma capacidade finita. Descobrir, definir e articular esta capacidade está no coração da Seis Sigma. Melhorando esta capacidade está no coração de Lean.

c) Disciplina na logística – A logística não é somente tecnologia, mas sim necessita de pessoas e processos. Para se ter um sistema eficaz deve-se ter disciplina e o Lean é um exemplo clássico da importância da disciplina. Este princípio irá conduzir ao sucesso e é necessário para apoiar qualquer empresa na aplicação do Lean. O Lean Seis Sigma na Logística descreve a disciplina como foco em três aspectos principais: a colaboração, a otimização de sistemas, e eliminação de desperdícios. Estes três princípios irão conduzir a disciplina e sucesso e que são necessárias para apoiar qualquer iniciativa em empresa Lean Seis Sigma.

O Lean Seis Sigma na logística começou como a logística de suprimentos devido à necessidade de suportar as implantações do Lean na produção. Isso significa que a função de entrada de materiais estava focada em aumentar a frequência de entrega, nivelar o fluxo de materiais e reduzir os estoques atendendo os princípios do Lean na produção. Felizmente, porém o Lean e Seis Sigma começou a ser usado em ambientes de não manufatura onde os princípios e as ferramentas podem ser aplicados sem a rigidez da manufatura. Neste momento temos uma sinergia agindo como um catalisador para Lean e Seis Sigma ser incorporados também na logística de distribuição e desta forma reduzir o desperdício, gerenciar os estoques e criar processos mais eficazes em toda a cadeia

de suprimentos. A figura 17 demonstra a casa do Lean Seis Sigma (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).



Figure 17: Casa do Lean Seis Sigma (Fonte adaptada: Goldsby e Martichenko 2005)

Segundo Goldsby e Martichenko (2005), no telhado temos o objetivo que é entregar produtos de qualidade a custos mais baixos e com prazos de entrega curtos eliminando desperdícios e a variabilidade dos processos. Sustentando o telhado temos os dois pilares principais *Just-in-Time* de um lado e "Qualidade" do outro lado. No meio destes pilares ajudando a suportar o telhado temos as pessoas motivadas e flexíveis. Na fundação temos a estabilidade operacional que é obtida através da melhoria contínua, envolvimento dos fornecedores trabalhos padronizados e robustos juntamente com a utilização do PEPS (primeiro que entra primeiro que sai). Desta forma temos a casa do Lean Seis Sigma

Focado nestes princípios, foi desenvolvido o estudo de caso com o objetivo de adquirir o conhecimento necessário para reduzir o desperdício, controlar estoques e criar processos mais eficazes na logística da empresa. A seguir descrevemos o estudo de caso.

### 3. ESTUDO DE CASO

A empresa estudada que será chamada de XYZ (o nome da empresa será omitido) pertence a um grupo de origem americana, com grande presença mundial e atuação na área de autopeças. Como qualquer empresa, sofre grande pressão da matriz para redução de custos, principalmente na redução do nível de inventário. Este trabalho foi realizado em uma das plantas produtivas desta empresa, na área da logística mais especificamente na gestão de suprimentos e na gestão de estoque de matéria prima.

Característica de mercado, manufatura e produto:

- Grandes volumes de produção: 40.000 produtos por dia;
- Grande diversidade de produto comprado: 1800 itens nacionais e 150 itens importados;
- Fornecedores: 90 nacionais e 15 internacionais;
- Tipos de produtos: sistema de iluminação automotiva (faróis e lanternas), sistemas de proteção, limpadores de pára-brisa, dentre outros;
- Linha de produção com montagem de uma variedade de aproximado de 380 produtos, cada um deles composto de 10 a 25 componentes diferentes;
- Total de 1200 tipos de diferentes componentes no estoque.
- Funcionários: 450 entre operacional e administrativo.

Na área da logística e gestão dos estoques temos as seguintes configurações iniciais:

- Espaço físico: 700m<sup>2</sup>;
- Estrutura de armazenagem: 130 posições porta-palete, 170 posições de em prateleiras *flow-rack* e 50 posição palete-blocado;
- Funcionários: 12 operacional e 3 administrativo;
- Equipamentos de movimentação: 2 empilhadeiras patoladas elétricas e 1 frontal de contra peso a gás;
- Fluxo de recebimento: média de 25 entregas/dia entre veículos pesados e leves.

### 3.1 Desenvolvimento do estudo de caso

Devido ao ambiente cada vez mais competitivo e globalizado, a empresa necessitava buscar agilidade e redução dos custos. Deste modo, buscou-se encontrar ferramentas e metodologias que pudessem auxiliar a empresa a atingir estes objetivos. Foi estimulada a pesquisa por estratégias administrativas capazes de promover um serviço de excelência aos clientes e ser ao mesmo tempo eficiente para a empresa.

É neste contexto que levou a empresa a romper definitivamente com os paradigmas empresariais existentes, para então implementarem novas estratégias que viabilizassem o re-direcionamento da empresa em direção ao mercado e ao lucro. Estimulado pela abertura da empresa em aplicar novas tecnologias buscou-se nas metodologias Lean e Seis Sigma as ferramentas necessárias para apoiar a gestão logística e de estoque da empresa visando a redução dos custos, melhoria no atendimento das necessidades da produção e agilidade no fluxo de materiais na cadeia de suprimentos

Como primeiro passo para a implantação da metodologia criou-se uma equipe multifuncional envolvendo o nível administrativo e operacional na área de logística. A criação da equipe seguiu a metodologia Seis Sigma com a realização de treinamento dos envolvidos conforme as necessidades e classificações do nível de treinamento conforme a “faixa”:

- *Champion* – Foi designado como o responsável pelo projeto o Gerente da área de logística. Sua principal responsabilidade é fazer com que equipes multifuncionais se empenhem no desenvolvimento de projetos e também pavimentar o caminho para as mudanças necessárias e para a integração de resultados e divulgação à outras áreas.

- *Master Black Belts* – Treinamento realizado por dois gestores da empresa em uma instituição qualificada para prover este treinamento. Estes gestores ficaram com a responsabilidade de conduzir o projeto e treinar as outras pessoas da equipe na aplicação da metodologia;

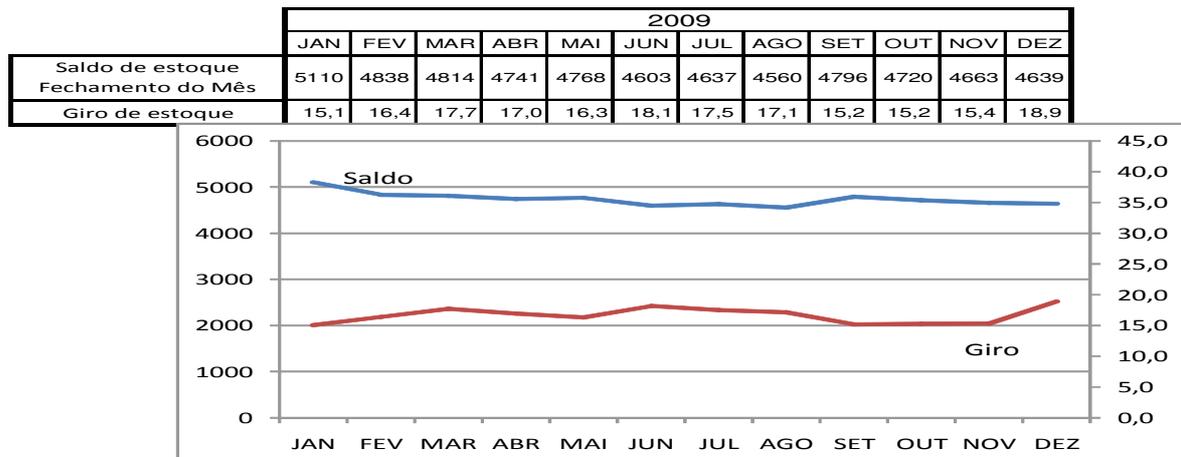
- *Green Belts e Black Belts* – Oito funcionários foram treinados pelos Master Black Belts. O objetivo é criar equipes de trabalho polivalentes para atuar no planejamento e realização do projeto. Neste treinamento teve três pessoas que se

destacaram e foram classificados como *Black Belts* as demais (5 pessoas) ficaram com a classificação de *Green Belts*.

Como primeiro passo após os treinamentos e criação da equipe o *Champion* convocou uma reunião para definir o objetivo macro do projeto. Este objetivo foi mostrado pela tabela 1 onde continha o levantamento do valor de estoque em matéria prima referente ao período de Janeiro a Dezembro de 2009. Ficou definido que o valor médio de estoque que era de R\$4.700.000,00 teria que ser reduzido ao final do projeto em 30% e para atingir esta meta outros objetivos deveriam ser traçados (serão abordados nos tópicos seguintes).

A Tabela 1 mostra o nível de inventário e giro de estoque no ano de 2009, sendo os valores médios deste ano oscilando em torno de R\$4.700.000,00 e giro de estoque de 17 vezes

Tabela 1 – Valor financeiro do estoque e giro de estoque, referentes ao período anterior a implantação da metodologia Lean Seis Sigma na Logística.



Definido o objetivo macro, iniciou-se a implantação da metodologia Lean Seis Sigma no início de Janeiro de 2010 e mediu-se o saldo de estoque mês a mês até o final de 2010. Portanto os dados de 2009 e 2010 foram comparados e após o projeto pode-se tirar conclusões se a metodologia melhorou ou não a gestão do estoque, reduziu os custos, melhorou o nível de serviço e melhorou o fluxo de materiais dentro da empresa e entre seus fornecedores atendendo o ou não o objetivo macro proposto inicialmente pelo *Champion*.

O projeto seguiu a metodologia DMAIC onde utilizou o método disciplinado para definir, medir, analisar, melhorar e controlar as vulnerabilidades operacionais

na área de gestão dos estoques. O princípio do Lean foi integrado com o DMAIC apoiando com ferramentas e filosofias para eliminar os desperdícios existentes descobertos pela metodologia DMAIC. Os dados utilizando foram analisados por métodos estatísticos e tecnologia para procurar as causas do problema. Assim, as duas ferramentas puderam ser integradas, complementando as vantagens de ambas ao mesmo tempo.

A primeira fase foi focada na compreensão do processo e identificação do problema a partir do ponto de vista dos clientes, fornecedores e operadores. A segunda fase visou medir o desempenho atual, a terceira fase analisou as variáveis que contribuem para o mau desempenho. A quarta fase utiliza os resultados das fases anteriores para definir, testar e operacionalizar as melhorias. A fase final visou garantir que as mudanças foram incorporadas, bem sucedidas e que seja mantida a filosofia da melhoria contínua.

Como fase inicial do projeto e para acompanhamento dos responsáveis foi usado o *Project Tracker* (Figura 18) formulário para acompanhamento de projeto Seis Sigma usado pela empresa. Neste formulário temos as ferramentas por fase e é definida uma sequencia para ser usada, nota-se que não é necessário usar todas as ferramentas, isto depende da necessidade do projeto, a seguir descrevemos as fases deste projeto seguindo a seqüência da metodologia DMAIC e as ferramentas utilizadas.

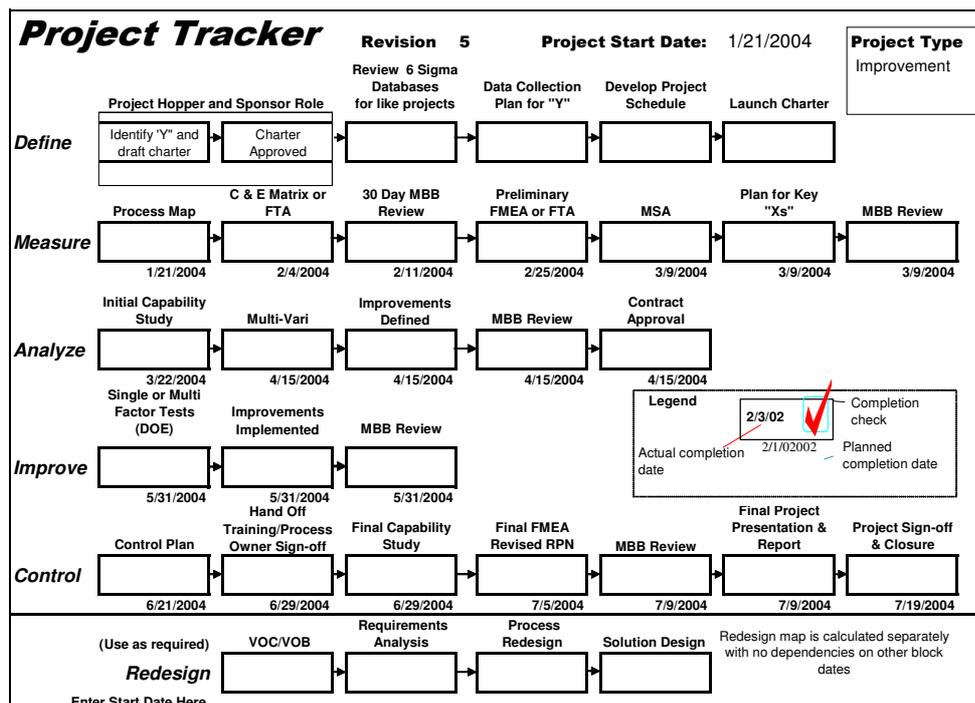


Figure 18: *Project Tracker*

### 3.1.1 Definir

É a fase que define os objetivos do estudo e da atividade de melhoria. Neste projeto o objetivo macro e a redução do inventário. Detalhando mais este objetivo chegou-se ao escopo do projeto dividido em metas para cada atividade importante da área de logística. Nesta fase o problema foi dito claro e sucintamente, e definidos nos objetivos do projeto e escopo. Os membros da equipe entenderam a real necessidade e passaram a dirigir suas ações focadas nestas metas. Todos os envolvidos tiveram a clareza de como e quando a missão do projeto deve ser alcançada, e quem é responsável pelas ações. Uma das ferramentas utilizadas nesta fase foi a VOB (voz do negócio) que será descrita a seguir.

#### 3.1.1.1 VOB (*Voice of the Business – Voz do Negócio*)

Voz do Negócio (VOB) é uma expressão das necessidades da empresa. A VOB foi obtida das declarações de visão e missão, gestão da comunicação, *Scorecard* e metas corporativas. Para definir a VOB da empresa com relação a gestão de armazenagens respondeu-se as seguintes questões:

- Qual a oportunidade de negócio?

R – Com a redução do valor do nível de inventário a empresa tem mais fluxo de caixa e pode investir este dinheiro em outras áreas.

- Os clientes podem se beneficiar?

R – Sim, pois os ganhos com a redução no valor de estoque a empresa pode ser repassar para o cliente ou simplesmente evitar reajustes.

- Atendemos as necessidades dos clientes?

R – Sim, com a gestão mais eficiente dos estoques a empresa pode atender mais rapidamente as necessidades dos clientes e não atrasar ou faltar de entregar o produto para o cliente.

- Podemos executar o negócio melhor do que é feito hoje?

R – Sim, pois com um fluxo contínuo de materiais a empresa pode produzir os produtos de forma cadenciada, sem interrupções, com ganho de produtividade e produzir sem grandes estoques.

- Teremos o retorno financeiro e os riscos são aceitáveis?

R – Sim, mediante a redução no nível de inventário e aumento da produtividade.

- Iremos melhorar a utilização dos recursos?

R – Sim, mediante o aumento da produtividade.

Com base nestas perguntas e na análise do planejamento estratégico da empresa, definimos o escopo do projeto como sendo:

- Reduzir o nível de estoque – O objetivo é reduzir o valor atual do estoque em 30%;

- Melhorar o fluxo produtivo e aumentar a produtividade – Eliminar as paradas de linha por falta de matéria prima em 80% que hoje representa 35 horas mensais e criar um fluxo contínuo de produtos entre as linhas de montagem e os parceiros da cadeia de suprimentos;

- Otimizar a área de armazenamento – Readequar a área de armazenamento para atender os dois objetivos descritos anteriormente, fazendo uma modernização do almoxarifado.

Portanto nesta fase definimos o projeto e seus objetivos, e desta forma iniciamos a próxima fase.

### **3.1.2 Medir**

Assim que o problema, objetivos e metas foram definidos, deve-se decidir quais medidas serão avaliadas para quantificar o problema. A medição refere-se à avaliação do estado atual. A medição é uma atribuição numérica para o cenário atual.

Nesta fase foi analisado os dados obtidos entre Janeiro a Dezembro de 2009 onde verificou-se que o nível de estoque oscila dentro de uma normalidade (Figura

19). Neste momento descreveu-se a situação inicial e as possíveis relações com as variáveis apontadas no tópico anterior.

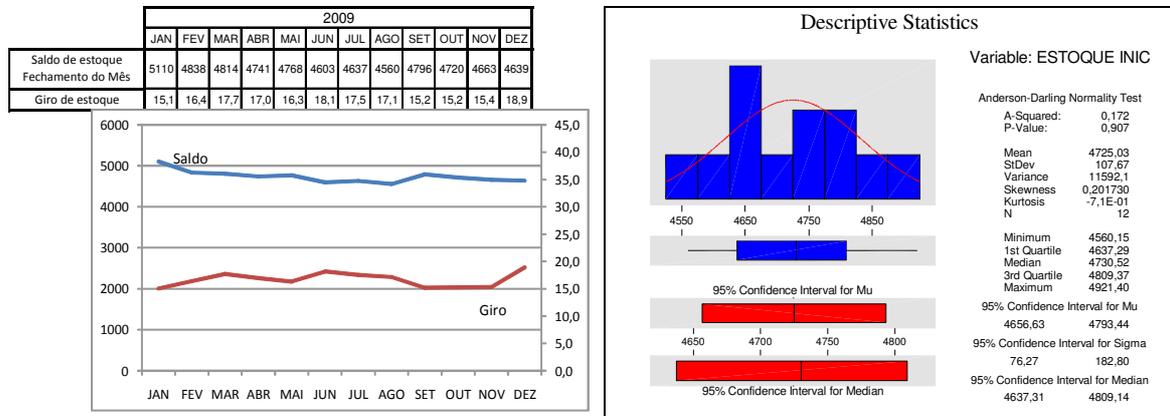


Figura 19: Saldo de estoque mensal de 2009 (antes da implantação) e análise de normalidade

Nesta fase usamos as ferramentas descritas nos tópicos seguintes.

### 3.1.2.1 Mapa do Processo

Foi criado o mapa de processos que descreveu uma imagem de como o trabalho flui. O mapa do processo é a representação gráfica, é um retrato de como as pessoas fazem o seu trabalho. Para a visualização do processo criou-se o Value Stream Mapping (VSM). Com este mapa foi possível compreender os fluxos de materiais e informações e ver os desperdícios dentro da empresa. E também estendemos o fluxo para descrever a cadeia de suprimentos, envolvendo os principais fornecedores da empresa.

Na Figura 20, temos o VSM atual, onde verificou-se que na situação inicial tem 27 dias de estoque sendo 20 dias na área de armazenagem e 7 dias em processamento. Isto mostra que realmente deve-se atacar o estoque de matéria prima que representa 70% do valor armazenado na empresa. Portanto, este é o foco de atuação e onde priorizou-se a utilização das ferramentas para reduzir o nível de estoque e otimizar o fluxo produtivo.

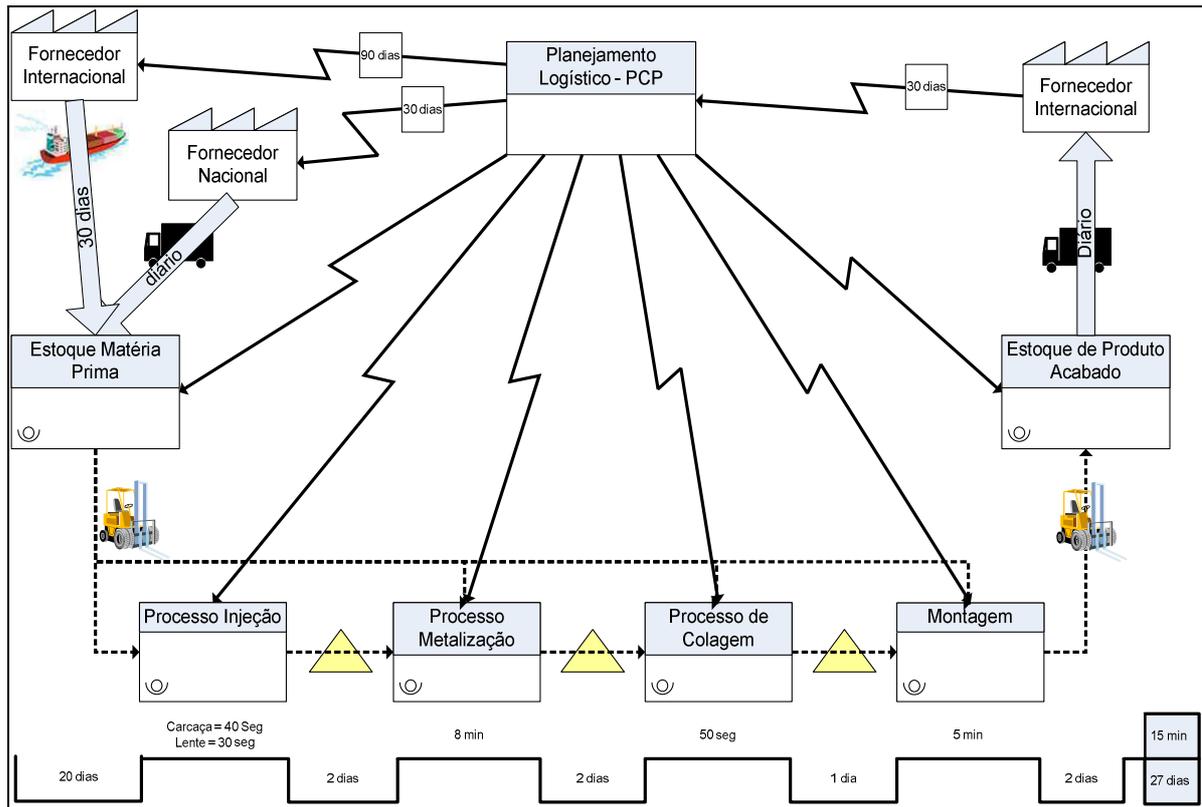


Figura 20: Value Stream Mapping.

Durante a criação do VSM identificou-se os problemas na gestão de estoque e no fluxo de materiais descritos a seguir:

- Desbalanceamento de estoque;
- Paradas de linha por falta de MP;
- Falta de regras com os fornecedores;
- Desorganização no Almojarifado;
- Falta de procedimento no Recebimento;
- Inacurácia no estoque;
- Utilização do FIFO inadequada;
- Visão deficiente no planejamento;
- Excesso de frete por nossa conta;
- Falta de controle e padronização das embalagens retornáveis.
- Falta local para armazenagem dos produtos.

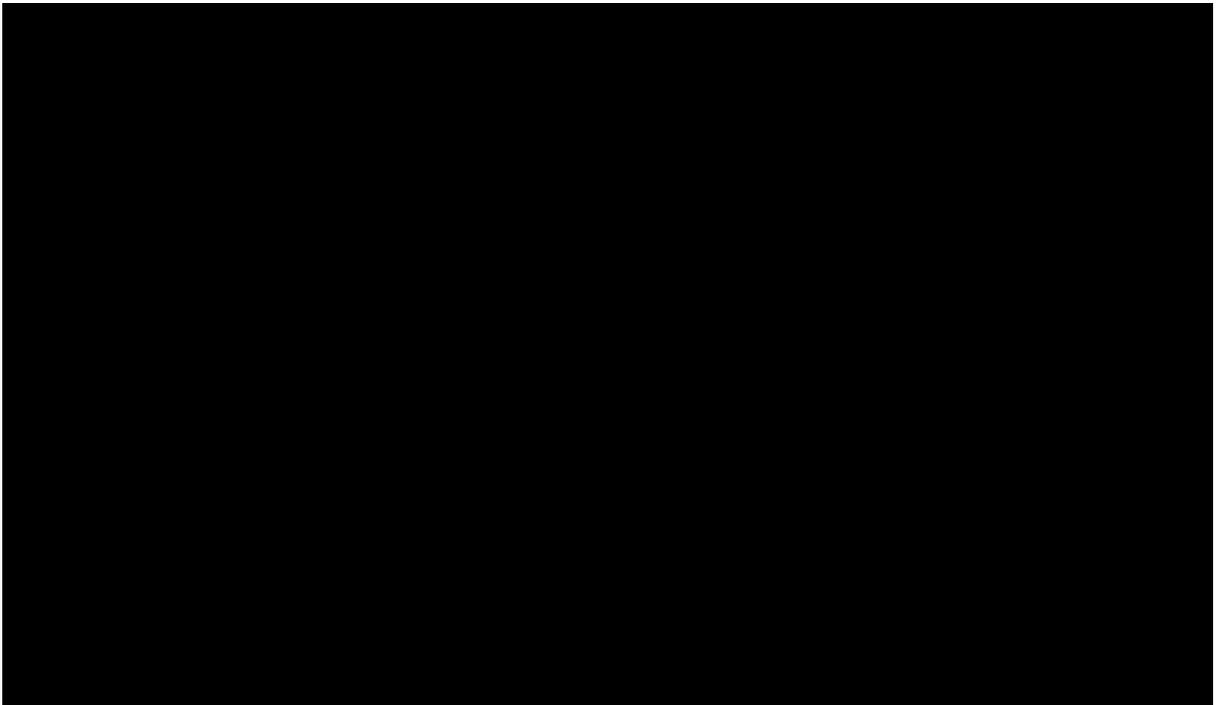
A Figura 21 mostra um exemplo da situação inicial do estoque onde pode-se verificar a falta de organização e a dificuldade de gerenciar os estoques.



Figura 21: Fotos do almoxarifado antes do projeto.

O Quadro 17 mostra o mapa do processo referenciando as entradas e saídas que afetam o problema visualizado no VSM, este mapa foi utilizado para determinar as variáveis que serão usadas no diagrama de Matriz.

Quadro 17: Mapa do processo com Inputs e Outputs dos processos analisados.

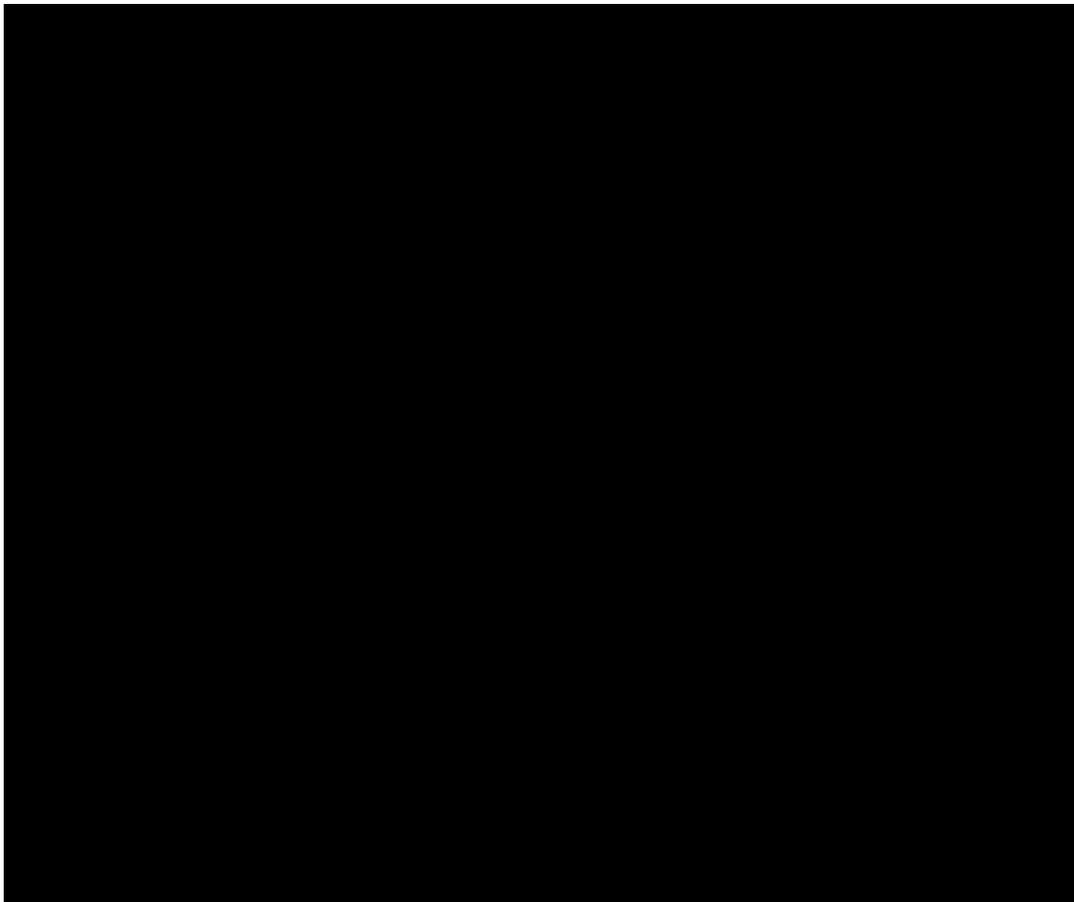


### 3.1.1.2 Matriz XY

A matriz XY foi construída para analisar a correlação entre as entradas e saídas dos processos. A principal vantagem da construção desta matriz é que obrigou a analisar sistematicamente as correlações. Foi relacionado os elementos fundamentais para as saídas principais (requisitos do cliente) usados o mapa do processo. Os principais resultados são avaliados quanto à sua importância para o cliente, entradas chaves são classificadas de acordo com sua relação com saídas chaves.

A Tabela 2 relaciona as entradas dos processos que afetam o nível e gerenciamento do estoque, foi pontuado e ponderado por meio de critérios variando de 9 a 0, sendo 9 maior incidência e 0 sem incidência no problema. Após o cálculo ponderado encontrou-se as três principais variáveis que serão controladas como potenciais causadoras do problema.

Tabela 2: Matriz XY

The content of the table is completely obscured by a large black rectangle, making it impossible to read the data presented in Tabela 2.

Portanto, com base na matriz, temos 3 entradas do processo que serão analisadas, são elas:

- Estoque de segurança;
- Políticas de lote;
- Armazenamento.

### 3.1.3 Analisar

O objetivo desta fase é compreender melhor os fenômenos no processo de tal forma que a relação causa-efeito pode ser realinhada para proporcionar melhores resultados: clientes satisfeitos e os custos minimizados. Foram analisados os dados para compreender o caráter do processo se ele é definido como "real" ou apenas um evento aleatório, sem uma causa atribuível. Ponderou-se também ter uma medida adequada das variáveis de entrada chave do processo.

Analisando os itens que compõe os saldos de estoque verificou-se que os estoques de segurança e políticas de lote (mínimo de ordem e múltiplo) representam 24% do inventário (Figura 22) e que eles têm uma correlação direta com o saldo de estoque. Portanto, uma atuação focada para reduzir ou eliminar estas características deve existir e será descrita no passo seguinte. Verificaram-se como estas variáveis estão relacionadas com as variáveis apontadas no diagrama de matriz XY.

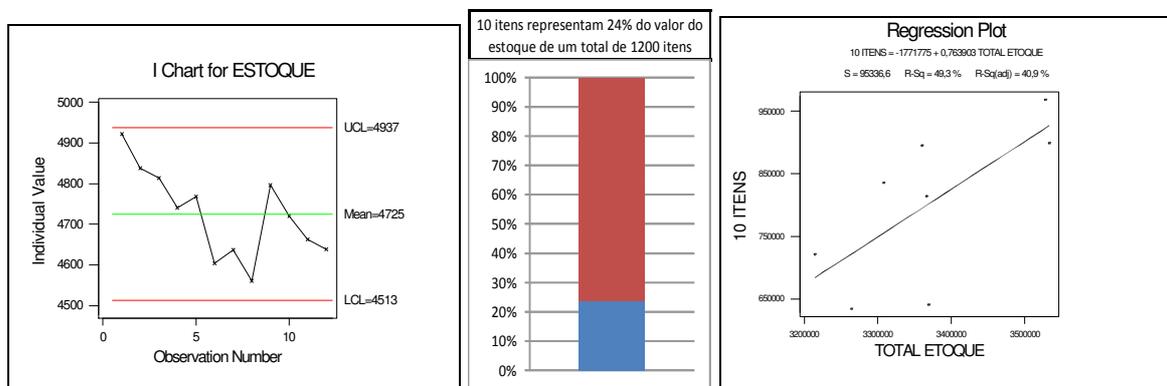


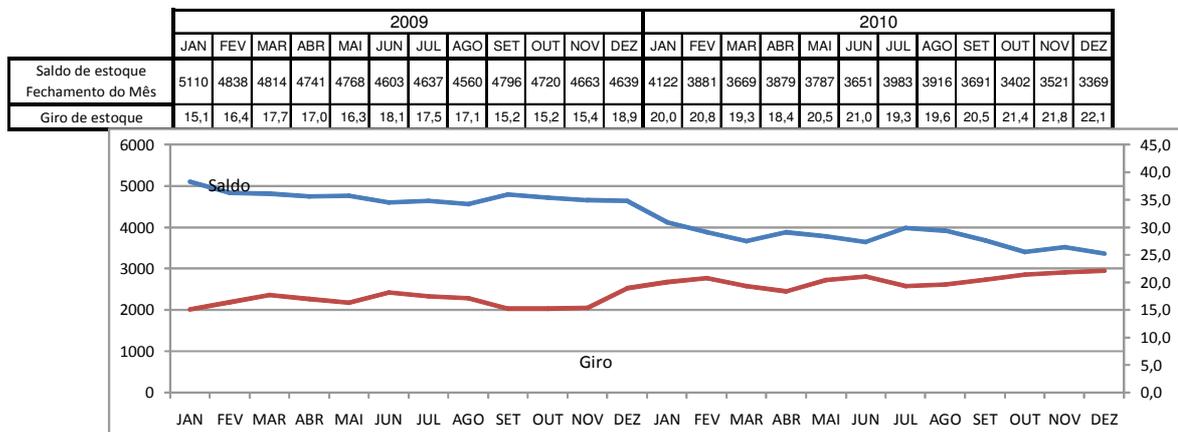
Figura 22: Análise dos dados e verificação da correlação

### 3.1.4 Melhorar

Infelizmente reconhecer a causa raiz do problema não é suficiente para corrigi-lo. Devem ser tomadas medidas. Essa é a preocupação da fase "melhorar" do DMAIC. Um dos principais pontos relativos à fase de Melhoria é que o Seis Sigma em si não fornece a real solução para o problema. Ou seja, o modelo DMAIC fornece um método de resolução de problemas, mas precisamos confiar nas ferramentas Lean para gerar possíveis soluções para o problema.

Nesta fase, concentramos os esforços para eliminar os desperdícios logísticos, tais como redução no lead time, melhoria na acuracidade do saldo de estoque, redução no estoque de segurança e minimização das perdas de armazenamento e processamento. A Tabela 3 mostra a redução de estoque obtida após a implantação do Lean Seis Sigma, podemos observar o ganho obtido na redução do estoque de aproximadamente 30% em relação ao saldo em Dezembro de 2009 contra o saldo em Dezembro de 2010, sem afetar o nível de serviço.

Tabela 3: Redução de estoque obtida após a implantação do Lean Seis Sigma



Pode-se verificar na Figura 23, que no gráfico de normalidade existem duas concentrações, portanto executou-se a análise somente dos dados após a implantação referente ao período de Janeiro de 2010 a Dezembro de 2010, nesta nova análise (Figura 24) obteve-se uma normalidade o que comprova a consistência dos dados e das ações tomadas para reduzir o nível de estoque.

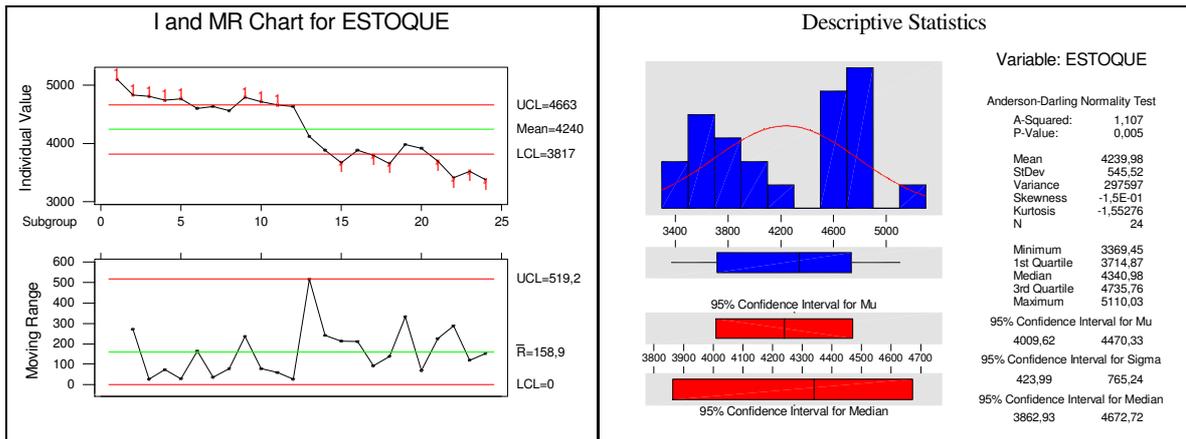


Figura 23: Análise dos dados e verificação da normalidade no período de Jan/09 a Dez/10

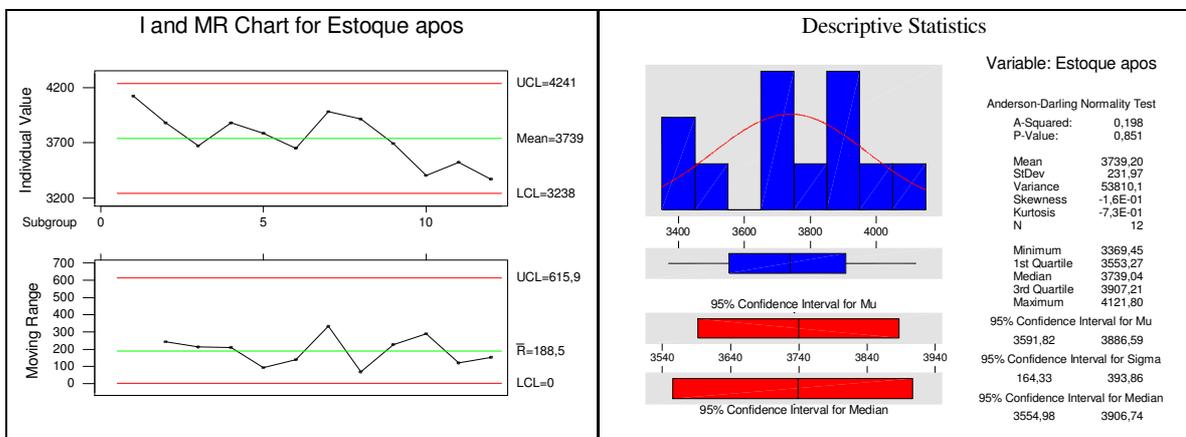


Figura 24: Análise dos dados e verificação da normalidade no período de Jan/10 a Dez/10

### 3.1.4.1 *Just-in-Time, Kanban e Milk Run*

Reabastecimento *Just-in-Time* é um aspecto fundamental da implantação do Lean. A ideia é repor apenas o que o cliente precisa e quando o cliente precisa. O "cliente" pode ser um cliente interno (a célula de trabalho ou um centro de distribuição na rede de logística da empresa) ou um cliente externo. A vantagem óbvia é a redução do estoque que vem com o compromisso de reservar o estoque até que a demanda seja conhecida. Desta forma, os clientes puxam o inventário ao invés de tê-lo empurrado sobre eles.

Muitos desperdícios na logística surgem da necessidade de prever o consumo futuro, pois a empresa tem que especular sobre o que os clientes necessitam. No

projeto foi usado um sistema puxado para eliminar a especulação da demanda da cadeia de produção no dia-a-dia. Como resultado, não só obtemos reduções de inventário, mas também beneficiamos com reduções de outros desperdícios na logística.

Como ferramenta útil para gerenciamento deste fluxo, foi usado o *Kanban* que é um sistema de abastecimento que puxa a produção conforme a necessidade do cliente (interno ou externo), ou seja é dar ao cliente o que ele necessita, no lugar certo na quantidade certa e repor na mesma velocidade que sai.

Outra ferramenta que foi utilizada para auxiliar o Kanban com os fornecedores foi o “Milk Run”. Também conhecido por coleta programada, é o sistema de transporte onde o cliente é responsável pela coleta de componentes nos fornecedores, por meio de rotas programadas e passa por vários fornecedores visando coletar somente o que foi solicitado na programação Kanban. Desta forma foi possível otimizar a carga e reduzir os custos (MOURA, 2000).

Um dos requisitos importante para o sucesso do *Milk Run* é a padronização das embalagens. No sistema *Milk Run* foi utilizado contentores retornáveis (Figura 25) que auxiliam tanto no controle físico de quantidade como no espaço na armazenagem. Este tipo de embalagem tem uma forte tendência no Lean, pois ajuda na organização do setor de armazenagem, facilita o abastecimento das linhas produtivas e otimiza o transporte.

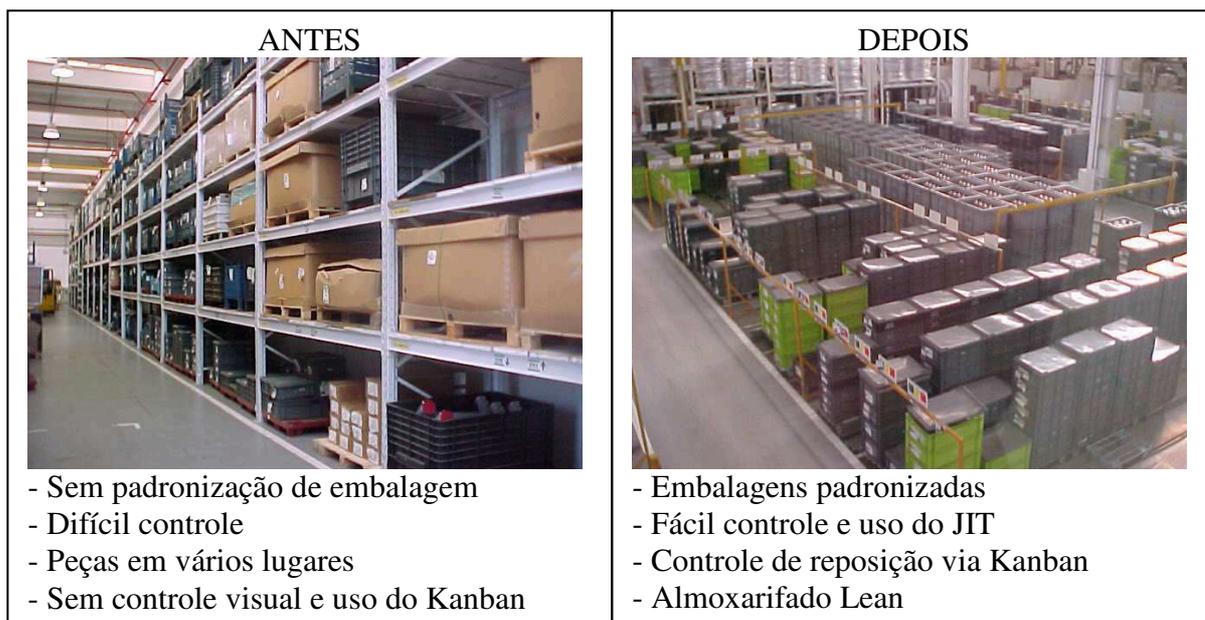


Figura 25 – Foto de embalagens antes e depois.

Com base nestes conceitos a implantou-se o Kanban em 80% dos itens comprados e estes itens são coletados em embalagens padronizadas através do “Milk Run”. Desta forma equalizou-se o fluxo de matéria-prima o que permitiu uma redução no nível de estoque sem afetar a disponibilidade de componente para atender a necessidade produtiva.

### **3.1.4.2 Padronização e Organização – Protocolo Logístico**

Redes logísticas capazes devem ter variações mínimas. Minimizar variações resultam em uma operação previsível. Operações previsíveis melhoraram os processos e conseqüentemente o atendimento das necessidades do cliente. Processos previsíveis são a base da melhoria contínua, pois a previsibilidade é precedida por operações padrão (GOLDSBY E MARTICHENKO, 2005).

Todo projeto Lean tem um componente significativo atribuído a organização. Organização é importante para o Lean, pois faz parte do processo de eliminação de desperdícios. O local de trabalho organizado facilita a eliminação de desperdício. Para a logística, a organização começa nas instalações do fornecedor, passando pelo transporte, e seguida para as instalações da empresa, volta para o transporte e, finalmente, às instalações do cliente. O objetivo é planejar antecipadamente as necessidades da operação e, em seguida, organizar o local de trabalho de acordo com o plano. Quando a operação estiver em movimento, qualquer desvio do plano fará com que os desperdícios apareçam.

A operação padrão é aquela em que sabemos quais são os requisitos de entrada, o procedimento do processo, o tempo para cada etapa do procedimento e o resultado esperado da operação. A padronização é fundamental em todos os processos de negócios, mas em particular, é um componente importante na logística. Os processos na logística têm um alto nível de complexidade e isso não quer dizer que os processos de logística são complexos, mas sim que um grande número de etapas dos processos na logística cria oportunidades significativas para uma falha e devem ser padronizadas.

Para atender esta necessidade criamos o “Protocolo Logístico” que é um instrumento utilizado na relação entre fornecedores e clientes internos e externos,

quando é preciso que as partes envolvidas cumpram os termos negociados e formalizados em um contrato ou procedimento sobre o serviço que será prestado no atendimento das necessidades logísticas. É uma ferramenta para estabelecer responsabilidades na relação entre cliente e fornecedor, do ponto de vista da logística, permitindo acompanhar o desempenho do serviço para assegurar que os níveis de serviço definidos sejam continuamente mantidos e aprimorados.

O Protocolo ou Contrato Logístico determina as condições logísticas entre o fornecedor e o cliente. Tem como objetivos identificar e acompanhar os fluxos utilizados e os modos gerais de funcionamento dos abastecimentos de componentes ao cliente. Não é um documento fixo. Deve evoluir sempre em função das variações que venham a ocorrer nos processos logísticos entre o fornecedor e o cliente. A seguir é descrito os quesitos que foram acordados com os fornecedores por meio do protocolo logístico e desta forma padronizando a operação relacionada com os fornecedores:

- Fluxo de informação: Define a forma como a empresa irá se comunicar eletronicamente com os fornecedores, o sistema adotado foi o EDI (*Electronic Data Interchange*) e Aviso de embarque (ASN). Definem-se também os contatos entre a empresa e seus fornecedores, ou seja, é definido as pessoas responsáveis pelas áreas de logística, compra, venda e produção que devem ser acionadas no relacionamento entre as empresas. E por último, há a padronização da forma que será gerada a programação para o fornecimento tais como: sua periodicidade e pedido firme e previsão, sequência de entrega e programação puxadas via kanban e reposição automática.

- Capacidade de fornecimento: É definida juntamente com os fornecedores a capacidade de fornecimento dos itens da empresa e planos de ação quando forem necessários novos aumentos de capacidade e flexibilidade de fornecimento. É padronizada as políticas de lote e Lead Times. É solicitado para os fornecedores um plano de contenção para equipamentos críticos e outras ações que levem a paradas de fornecimento.

- Indicador de desempenho: É padronizado o indicador de desempenho e o método de avaliação dos fornecedores que serão usados para acompanhar as entregas, atendimentos, reclamações e problemas de fornecimento.

- Fluxo físico de produtos: É definida a forma que será transportada os produtos se por conta do fornecedor ou da empresa (Milk Run), o tipo de veículo,

*transit time* e as responsabilidades do transporte. É definido também os casos de quando houver necessidade de transportes especiais em situação crítica. É padronizado os endereços de coleta e horários de janelas tanto na coleta quanto no recebimento dos materiais. É adotada uma forma de conferência no recebimento e notificação de divergência.

- Embalagem: As embalagens são padronizadas por produto e a quantidade necessária por Kanban e o volume de embalagens necessárias para compor o giro de materiais entre a empresa e os fornecedores. É definida as responsabilidades de manutenção e reposição das embalagens danificadas. É padronizada a forma de identificação e etiquetamento das embalagens.

- Penalidades: São definidas em comum acordo com nossos fornecedores as penalidades para quando uma das situações abaixo acontecer:

- Entrega ou disponibilização para entrega fora dos horários e quantidades estabelecidos nos itens acima;
- Paralisação de linhas internas ou mudança de mix produtivo por atraso de entrega do fornecedor;
- Paralisação ou risco de paralisação de linhas de clientes por atraso de entrega do fornecedor.

Desta forma, padronizou-se as operações logísticas internas e externas com nossos fornecedores.

### **3.1.4.3 Flat Storage**

Um exemplo de logística que destaca a importância do conceito de um ambiente de trabalho organizado é o almoxarifado. O primeiro passo para eliminar desperdícios é localizar o problema. Muitas de nossas organizações estão tão abarrotadas com estoque que é praticamente impossível diferenciar o que é necessário e o que é desperdício. Organizar o local de armazenagem é um passo necessário.

Níveis de estoque devem ser planejados. O local de armazenagem organizado ajuda a antecipar e alocar exatamente o espaço para atender a

necessidade de material na empresa. Com este tipo de organização, podemos facilmente identificar uma condição anormal, seja de estoque em excesso ou falta de material. Deve haver um lugar para tudo e tudo em seu lugar. Desta forma buscou-se um sistema de armazenamento que atenda tanto a organização como facilite o fluxo de materiais entre o fornecedor e a fábrica. Foi implantado o sistema chamado de *Flat Storage* que é ideal para organizar e gerenciar o fluxo de materiais nas instalações de armazenamento.

Segundo VILLANOVA (2005), *Flat Storage*, é a armazenagem horizontal a uma altura máxima de 1,5 m, que possibilita uma visão geral do almoxarifado e conseqüentemente uma gestão à vista das peças existentes. Desta forma otimiza o inventário, manuseio e a programação dos produtos. A Figura 26 mostra uma visão antes e depois da implantação do deste método no almoxarifado de matéria prima da empresa.



Figura 26 – Foto do almoxarifado antes e depois.

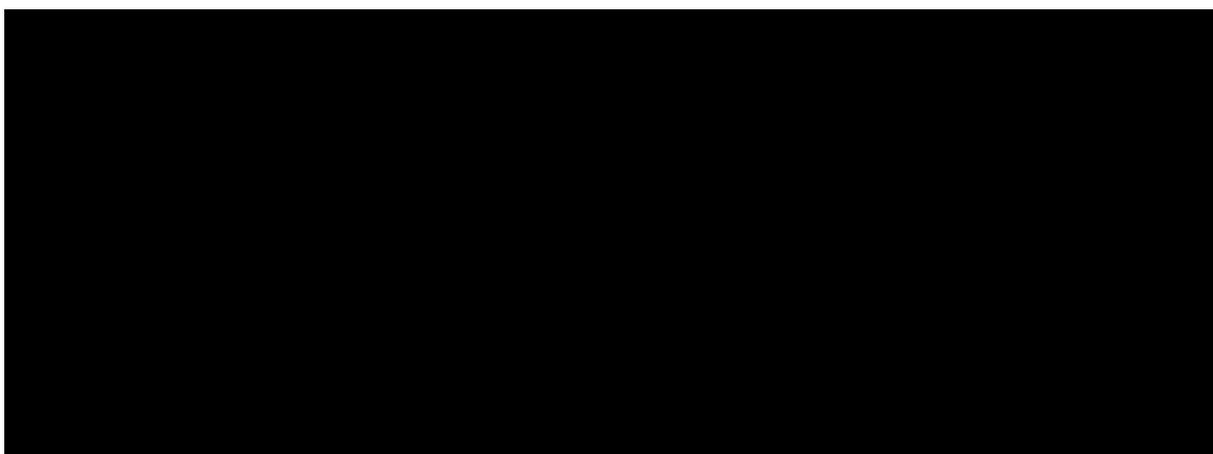
Após a implantação do *Flat Storage*, a empresa ficou com um local de trabalho organizado de modo que os erros são encontrados e corrigidos antes de causar maiores problemas e a carga de trabalho no setor pode ser redimensionada para atender outras necessidades.

### 3.1.5 Controlar

Controlar é o estágio final do processo DMAIC, e centra-se sobre este aspecto manter a melhoria: evitar a reincidência e tomar ações corretivas quando não estiver atingindo as metas estabelecidas. Os processos foram concebidos de modo que possam atender não só os desafios imediatos da flutuação dia-a-dia, mas também desafios a longo prazo. Algumas considerações preliminares nesta fase do processo DMAIC centram em torno das questões de motivação e de medição. Foi criado um sistema de modo a garantir a estabilidade e proteger contra alterações indesejáveis.

Para atender esta fase criou-se controles para as variável determinada no estudo do projeto, este controle é feito utilizando cartas de controle com limites definidos. A carta contém informações de ações para serem executadas quando o valor não atender as especificações, e as causas destas variações devem ser analisadas e registradas, como exemplo temos a Tabela 4, onde é registrado o nível de acuracidade do saldo de estoque esta medição é feita uma vez por semana registrando o valor por meio da contagem de uma amostragem de itens comparando o saldo físico com o saldo do sistema.

Tabela 4: Exemplo Carta de Controle – Acuracidade do Estoque



#### 4. CONCLUSÕES

Através da aplicação desta metodologia tivemos ao mesmo tempo redução nos valores de estoque, melhoria no atendimento às necessidades do cliente, aumento de produtividade e melhoria na qualidade dos serviços prestados pela área de logística e gestão dos estoques. A redução de valor no inventário foi de aproximadamente 30%, ou seja, saímos de um estoque em torno de R\$4.700.000,00 para R\$3.350.000,00 após implantação do projeto. O estoque de matéria prima que antes do projeto era de 20 dias, após o projeto passou para 5 dias para os itens Kanban e 10 dias para itens entregues conforme pedido.

No atendimento às necessidades do cliente tivemos uma pequena melhora, mas muito importante, foi elevar o nível de serviço que oscilava em torno da média histórica da empresa de 98% para 99%, este número mostra que a redução no nível de inventário não prejudicou o atendimento ao cliente, pois agora temos um estoque que podemos chamar de “sadio”, ou seja eliminamos os problemas e desperdícios que mascaravam o saldo de estoque, como por exemplo, a falta de acuracidade de estoque que era de 86% e passou para 97% e a eficiência de entrega dos nossos fornecedores que era de 94% e passou para 99% para itens Kanban e 95% para itens entregues por pedido.

Com relação à melhora da produtividade e fluxo produtivo, reduzimos as paradas na linha de montagem em 80% ou seja, antes do projeto tínhamos 35 horas mensais de paradas ou troca de mix por falta de matéria prima e após o projeto este valor caiu para a média de 7 horas por mês, pois ainda temos alguns problemas principalmente com itens entregues contra pedido.

Otimizamos a área de armazenamento melhorando a qualidade dos serviços prestados na área de logística readequando o espaço físico e modernização das instalações físicas de armazenagem, ampliando a capacidade de armazenagem em 20% e intensificando o uso do Kanban para 75 % dos itens, antes do projeto este número era de 40 %. Desta forma conseguimos manter um fluxo contínuo de matérias e abastecer a linha de montagem sem perder tempo na separação dos itens que agora estão armazenados em locais definidos, de fácil localização e com embalagem padronizada.

O método DMAIC foi a espinha dorsal da metodologia Lean Seis Sigma, oferecendo um roteiro que conduziu o projeto desde a fase inicial de estudo até a implantação das melhorias e conclusão do projeto. Para melhorias significativas em nossos processos, observou-se a necessidade de mudanças culturais dentro da empresa, pois tivemos inicialmente uma dificuldade na implantação, devido a falta de entendimento dos envolvidos, mas conseguimos reverter este quadro e acabamos utilizando a ferramenta de forma correta, conseguindo alcançar o sucesso e obter os ganhos tanto financeiros como melhorias operacionais planejados no início do projeto.

Como sugestão para trabalho futuro tem a avaliação do nível de satisfação dos colaboradores com a implantação de novas metodologias de gestão, onde deve ser comprovada ou não a melhora no clima organizacional com a utilização da metodologia estudada. Esta avaliação deve medir a situação inicial e final da implantação do projeto e comparar o nível de satisfação dos envolvidos na execução e operacionalização da metodologia. O Lean Seis Sigma tem uma forte atuação na gestão das pessoas e melhora a relação dos trabalhadores com a empresa, portanto esta sugestão de estudo deve comprovar ou não esta melhora e ser mais um subsídio para compor os objetivos da utilização da metodologia e também compor os benefícios do Lean Seis Sigma.

Concluimos que o pensamento enxuto na logística junto com o Lean Seis Sigma criou uma sinergia para eliminar os desperdícios em todos os processos, centrando-se no fluxo de materiais e eliminando a variabilidade dos processos. Mesmo não sendo uma empresa enxuta antes da implantação do Lean Seis Sigma, em nosso caso aplicamos na logística, conseguimos obter os ganhos obtidos descritos acima por meio dos princípios Lean e Seis Sigma que contribuíram positivamente para o sucesso nas atividades da logística e gestão dos estoques. Usamos os princípios e ferramentas e projetamos um modelo de excelência empresarial que uniu a cultura e os objetivos da empresa e será estendido para outras áreas da empresa e também para nossos fornecedores.

Sendo assim a logística necessita ser ao mesmo tempo ágil e precisa, tem que interagir com diversas áreas dentro e fora da empresa, e concentra em suas mãos um valor alto em ativos da empresa, portanto a união da metodologia Lean Seis Sigma com a Logística é de suma importância para resolução dos problemas operacionais, visando eliminar desperdícios e reduzir a variabilidade dos processos.

Esta metodologia deve ser utilizada com seriedade e apoio de todos os níveis da organização, desta forma pode conduzir a empresa para alcançar a satisfação de seus clientes com um nível de estoque suficiente para atender suas necessidades e alavancar a competitividade no mercado.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS C.M., **Inventory optimization techniques, system vs. item level inventory analysis**, 2004 Annual Symposium RAMS - Reliability and Maintainability, pp: 55 - 60, 26-29, Jan, 2004.

ARNHEITER, E. D.; MALEYEFF, J. **The integration of lean management and six sigma**” The TQM Magazine. Vol.17, No.1, 5-18, 2005.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BENKO, C.; MCFARLAN, W. **Metamorphosis in the auto industry. Strategy and Leadership**, 31 (4): 4-8. 2004.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. **Logística Empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

CHING, H. Y. **Gestão de estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo: Atlas, 2006.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimento-Estratégia para Redução de Custo e Melhoria dos Serviços**. Tradução: Francisco M. Leite. São Paulo: Pioneira, 1997.

CHRISTOPHER, M.; PECK, H.; TOWILL, D. **A taxonomy for selecting global supply chain strategies**. *The International Journal of Logistics Management*, 17(2), 277-287. 2006.

CHOPRA, S. ; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Estratégia, Planejamento e Operação**, São Paulo: Pearson , 2004.

COOPER, M.C.; ELLRAM, L.M. **Characteristics of SCM and the implications for purchasing and logistics strategy**, The International Journal of Logistics Management, 4, 2, 13-24. 1993.

COOPER, M.C.; LAMBERT, D.M.; PAGH, J.D. **Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics**, International Journal of Logistics Management, Vol. 8, No. 1, pp. 1-14. 1997.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração da produção e de operações, manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2005.

COX, A. **Power, value and supply chain management**, Supply Chain Management: An International Journal, 4(4), 167-175. 1999.

COYLE, J.J.; BARDI, E.J.; LANGLEY Jr., C.J. **The Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective** 7th edition. Ohio: South-Western. 2003.

FAWCETT, S.E.; ELLRAM, L.M.; OGDEN, J.A. **Supply Chain Management: From Vision to Implementation**. New Jersey: Pearson Education, Inc. 2007.

FISHER, M. L. **What is the right supply chain for your product?**. Harward Business Review, March/April, 105-16. 1997.

GEORGE, M. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed**. New York: McGraw-Hill. 2002.

GIBSON, B.J.; MENTZER, J.T.; COOK, R.L. **Supply Chain Management: The Pursuit of a Consensus Definition**, Journal of Business Logistics, Vol. 26, No. 2, pp. 17- 25. 2005.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOLDSBY, T. J.; MARTICHENKO, R. **Lean six sigma logistics: Strategic Development to Operational Success**, J. Ross Publishing, Inc. 2005.

HARRINGTON, L. **Untapped savings abound**. Industry Week, 15th July, pp.53-58. 1996.

HOLWEG, M.; DISNEY, S.M.; HINES, P.; NAIM, M.M. **Towards responsive vehicle supply: a simulation-based investigation into automotive scheduling systems**. J. Operations Manage., 32(5): 507-30. 2005.

HUGO, W. M. J.; BADENHORST-WEISS, J.A.; VAN BILJON, E.H.B. **Supply chain management: logistics in perspective**. 3rd edition, Pretoria: Van Schaik. 2004.

JOHNSON, M.E.; PYKE, D.F. **Supply Chain Management**. **Encyclopedia of MS/OR**, p.edited by C. Harris and S. Gass. 2001.

JONES, D; MITCHELL, A. **Lean thinking for the NHS**. London: NHS Confederation, 2006.

JUNG, Carlos F. **Elaboração de projetos de pesquisa aplicados a engenharia de produção**. Taquara: FACCAT, 2010. Disponível em: <<http://www.metodologia.net.br>> Acesso em: 16/10/2011.

KONTOGHIORGHES, C. **Examining the association between quality and productivity performance in a service organization**. The Quality Management Journal, Vol. 10, No.1, 2003.

LAMBERT, D.M. **An Executive Summary of Supply Chain Management: Processes, Partnerships, Performance**, Supply Chain Management Institute, Sarasota, Florida. 2008.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. **Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities**. The International Journal of Logistics Management, 9(2), 1-19. 1998.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R.G.; CHOO, A.S. **Six Sigma: the role of goals in improvement teams**. Journal of Operations Management 24 (6), 779–790. 2006.

LIKER, J. **The Toyota way**. Nova York: McGraw-Hill, 2004.

MENTZER, J.T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J.S.; MIN, S.; NIX, N.W.; SMITH, C.D.; ZACHARIA, Z.G. **Defining Supply Chain Management**, Journal of Business Logistics, Vol.22, No.2, pp. 1-25. 2001.

MILEFF, PETER; NEHEZ, KAROLY **A new inventory control method for supply chain management**, 12th International Conference on Machine Design and Production, 2006.

MITRA, A. **Fundamentals of Quality Control and Improvement**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

MONDEN, Y. **Toyota production system: An integrated approach to just-in-time**. Norcross, GA: Industrial Engineering and Management Press. 1993.

MOURA, D. A. **Caracterização e Análise de um sistema de coleta de peça, “Milk Run”, na indústria automobilística nacional**. Tese (Mestrado). Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

NOVAES, ANTONIO GALVÃO **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

O'ROURKE, P. **A Multiple Case Comparison of Lean Six Sigma Deployment and Implementation Strategies**, ASQ World Conference on Quality and Improvement Proceedings, Vol 59, pp 581-591. 2005.

OLIVER, R.K.; WEBBER, M.D. **Supply Chain Management: Logistics catches up with strategy**, Logistics, The strategic issue, London: Chapman and Hall 1992

PAIVA, E.L.; CARVALHO, J.M.JR.; FENSTERSEIFER, J.A. **Estratégia de produção e de operações**. Porto Alegre, Bookman, 2004.

PANDE, P.S.; NEUMAN, R.P.; CAVANAGH, R.R. **Estratégia seis sigma: como GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PIRES, S. R. I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management) – Conceitos, Estratégias e Casos**. São Paulo, Atlas, 2004.

POWER, D. **Supply chain management integration and implementation: A literature review**. Supply Chain Management: An International Journal, 10(4), 252-263. 2005.

PUJO , P.; PILLET, M. **Control by quality: proposition of a typology**. *Quality Assurance*, Vol.9, p.99-125, 2002.

PYZDEK, T. **The Six Sigma Handbook**. 2a Edição. New York McGraw-Hill 2005.

REID, R.; SANDERS, N.R. **Operations Management: an integrated approach** 3rd edition. New York: John Wiley & Sons. 2007.

ROTONDARO, R. **Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVA, E. L; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ed, Florianópolis: UFSC, 138p, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N., Ed. **Encyclopedic Dictionary of Operations Management**. Oxford, Blackwell Publishers Ltd. 1998.

SWIECKI B.; GERTH R.J. **Collaboration in the Automotive Supply Chain - Realizing the Full Potential of a Powerful Tool**, Centre for Automotive Research, October 2008.

TANG, D.; QIAN, X. **Product lifecycle management for automotive development focusing on supplier integration**, Computers in industry, 59: 288-295. 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia de Pesquisa-ação**. Ed. Cortez, 14ed, SP, 2005.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

VILLANOVA, R; MUSETTI, M; RIGATTO, C **Sistema Enxuto de Movimentação de Materiais: Implantação numa empresa de linha branca**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 25. Anais ABEPRO. Porto Alegre, 2005.

WATERS, C.D.J. **Inventory Control and Management** - 2nd Edition. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 2003.

WHELLER, S. **Supply Chain, Inventory Management and Optimization: Skills for Small Businesses**, SYSPRO (Pty) Ltd. 2004.

WILD, T. **Best Practice in Inventory Management** 2nd edition. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2002.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J.P.; JONES, D. **Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York, NY: Simon and Schuster, 1996.

WOOD, A. **Extending the supply chain: Strengthening links with IT**. Chemical Week, 159(25), 26. 1997.

## 6. ANEXO - Método de Pesquisa e metodologia

Conforme Silva e Menezes (2005), pesquisa é um conjunto de ações propostas para encontrar a solução para um problema, que tem por base executar procedimentos racionais e sistemáticos. Pesquisa é a atividade básica da ciência para encontrar respostas para indagações propostas. Conforme Gil (1991), existe várias formas de classificar as pesquisas. Deve-se optar por um tipo de pesquisa conhecendo-se a natureza, o objetivo, a abordagem e o procedimento necessário para a execução da mesma (JUNG, 2010).

Quanto a natureza, podemos classificar em:

- Pesquisa Básica: consiste na aquisição do conhecimento sobre a natureza sem finalidades práticas ou imediatas;
- Pesquisa Aplicada: consiste na utilização do conhecimento da pesquisa básica e da tecnologia para se obter aplicações práticas como produtos ou processos. A pesquisa aplicada (tecnológica) tem como objetivo alcançar a inovação em um produto ou processo, frente a uma demanda ou necessidade preestabelecida (JUNG, 2010).

Quanto ao objetivo de uma pesquisa, depende do tema do problema a ser estudado, da sua natureza e situação em que se encontra, área de atuação e nível de conhecimento do pesquisador. Isso significa que pode haver vários tipos de pesquisa em função dos objetivos a serem alcançados. Segundo Gil (1991), pode ser:

**Pesquisa Exploratória:** Tem por finalidade a descoberta de práticas ou diretrizes que precisam ser modificadas e obtenção de alternativas ao conhecimento científico existente. Tem por objetivo principal a descoberta de novos princípios para substituírem as atuais teorias e leis científicas. É a coleta de dados e informações sobre um fenômeno de interesse sem grande teorização sobre o assunto, inspirando ou sugerindo uma hipótese explicativa;

**Pesquisa Descritiva:** A pesquisa descritiva tem por finalidade observar, registrar e analisar os fenômenos sem, entretanto, entrar no mérito do seu conteúdo. Na pesquisa descritiva não há interferência do pesquisador, que apenas procura

descobrir, a freqüência com que o fenômeno acontece. Visa descrever determinadas características de populações ou fenômenos ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Basicamente consiste na coleta de dados através de um levantamento;

Pesquisa Explicativa (Hipotética-Dedutiva): Tem por objetivo ampliar generalizações, definir leis mais amplas, estruturar sistemas e modelos teóricos, relacionar hipóteses numa visão mais unitária do universo e gerar novas hipóteses por força de dedução lógica. Exige síntese e reflexão, visa identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Explica o “porque das coisas”. Nas ciências naturais exige a utilização de métodos experimentais e, nas ciências sociais o método observacional.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, pode ser (GIL, 1991):

- Quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.);

- Qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

A execução de uma pesquisa depende das técnicas e procedimentos a serem adotados para a coleta e análise dos dados, sua natureza e objetivos requerem ferramentas adequadas para a resolução dos problemas de pesquisa. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos (GIL, 1991), pode ser:

- Pesquisa Bibliográfica: A pesquisa bibliográfica tem por finalidade conhecer as diferentes formas de contribuição científica que se realizaram sobre determinado assunto ou fenômeno. Normalmente o levantamento bibliográfico é realizado em bibliotecas públicas, universidades, e especialmente em acervos virtuais – internet;

- Pesquisa Documental: Tem por finalidade conhecer os diversos tipos de documentos e provas existentes sobre conhecimentos científicos. Estes documentos normalmente não receberam tratamento prévio analítico, encontram-se muitas vezes nos seus locais de origem. É efetuada essencialmente em centros de pesquisa, museus, acervos particulares e centros de documentação e registro;

- Pesquisa Experimental: Destina-se a obtenção por experimentação de novos sistemas, produtos ou processos (Circuitos, Software, Hardware, etc...). Quando se determina um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e observação dos efeitos que a variável produz nos objetos em estudo;

- Pesquisa Operacional: A finalidade é o desenvolvimento de métodos e técnicas para a solução de problemas complexos e para a tomada de decisões. Utiliza o conhecimento matemático, através da programação linear e não linear para a solução de problemas. A pesquisa operacional consiste na construção de modelos do sistema físico real para serem aplicadas técnicas de simulação e otimização;

- Pesquisa – Estudo de Caso: Quando envolve o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Este tipo de pesquisa, normalmente, é realizada a partir de um caso em particular e, posteriormente é realizada uma análise comparativa com outros casos, fenômenos ou padrões existentes. É amplamente utilizada no levantamento das características e parâmetros de funcionamento ou operação de sistemas e processos;

- Pesquisa-Ação: Quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo;

- Pesquisa Participante: Quando se desenvolve a partir da interação entre pesquisadores e membros da situação investigada;

- Pesquisa Expost-Facto: Quando o “experimento” se realiza após os fatos.

Portanto neste trabalho adotamos a pesquisa aplicada com abordagem qualitativa, com o objetivo exploratório usando o procedimento de pesquisa-ação.

Segundo Thiollent (2005), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação

ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Ainda segundo o autor, os principais aspectos da pesquisa-ação são:

- Interação entre pesquisadores e pessoas envolvidas na situação a ser investigada;
- Prioridades dos problemas como resultado da interação;
- Relação do objeto de investigação com a situação e os problemas encontrados;
- Tem como objetivo a resolução do problema ou seu esclarecimento;
- Ampliação do conhecimento de todos inseridos na situação “nível de consciência”.

Quanto aos objetivos da pesquisa-ação, Thiollent (2005) aponta dois objetivos complementares entre si:

- Objetivo prático - Levantar soluções e propor ações visando equacionar o problema;
- Objetivo de conhecimento - obter informações, estabelecer relações com diversas áreas do conhecimento e ampliar /produzir conhecimento.

Todo o processo de pesquisa - ação possibilita o exercício das coordenações de ações mentais. As ações investigadas envolvem produção e circulação de informação, elucidação e tomada de decisões, e outros aspectos supondo uma capacidade de aprendizagem dos participantes.