

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO ENTRE FERRAMENTAS DA MANUFATURA  
ENXUTA E SEIS SIGMA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE  
AUTOPEÇAS**

**MARCELO CAVALCANTE GOMES**

ORIENTADOR: PROF. DR. IRIS BENTO DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

**2012**

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP  
Bibliotecária: Carolina Segatto Vianna CRB-8/7617

G633p	<p>Gomes, Marcelo Cavalcante</p> <p>Proposta de integração entre ferramentas da manufatura enxuta e seis sigma : um estudo de caso em uma indústria de autopeças / Marcelo Cavalcante Gomes. – 2013. 116 f. : il. color. ; 30 cm.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Iris Bento da Silva. Dissertação (mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Engenharia de Produção, 2013.</p> <p>1. Six sigma (Padrão de controle de qualidade). 2. Processos de fabricação – Automóveis – Peças. 3. Engenharia de produção. I. Silva, Iris Bento da. II. Título.</p> <p>CDU – 658.5</p>
-------	---

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO ENTRE FERRAMENTAS DA MANUFATURA**  
**ENXUTA E SEIS SIGMA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE**  
**AUTOPEÇAS**

SANTA BÁRBARA D'OESTE

**2012**

**Espaço reservado à ficha de assinaturas dos professores**

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus que nunca me abandonou e seguidamente a minha família, que sempre acreditou em minha persistência.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos professores da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP pela oportunidade de engrandecer meu conhecimento e principalmente ao Professor Dr. Iris Bento da Silva, meu orientador, pela paciência dedicada.

Agradeço também à indústria de autopeças, que permitiu o desenvolvimento das atividades, e em especial, ao Sr. Almazor Giacomini, pelo importante apoio e valiosas contribuições.

GOMES, Marcelo Cavalcante. **Proposta de Integração entre Ferramentas da Manufatura Enxuta e Seis Sigma: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Autopeças**. 2012. Número. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D’Oeste.

## RESUMO

A busca por produtividade é cada vez mais acirrada nas empresas, sendo ponto chave no mercado globalizado contemporâneo. A preocupação em cumprir compromissos, superar a concorrência e gerar lucros é uma meta que não admite erros, no qual o atendimento ao cliente deve ser sempre o foco. Perante esses desafios, as organizações campeiam metodologias, que possam lhes auxiliar no atingimento de seus objetivos, muitas vezes incorporando filosofias à sua cultura, denominando o nome de sistema de produção. Surge nesse cenário o *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta, que baseada no Sistema Toyota de Produção, busca a eliminação dos desperdícios inerentes aos processos produtivos. Com um conjunto de ferramentas apuradas, elimina o que não agrega valor nas atividades rotineiras, aumentando o proveito, tornando a empresa fortalecida. Em evolução, o *Lean* é agregado de técnicas refinadas, entre elas Seis Sigma-DMAIC, que tornam seus ganhos ainda maiores, no qual passa a denominar-se *Lean Six Sigma*. Por meio de um estudo de caso aplicado em uma indústria do setor de autopeças, esta pesquisa demonstra a importância dessas ferramentas, a sua aplicabilidade na prática e suas primordiais interligações, tirando o máximo proveito da metodologia. Além disso, como resultado, demonstra a motivação dos colaboradores por meio de uma gestão à vista dinâmica, aproveitando-se de métodos, que facilitam a harmonia e a disposição da organização diante do seu melhor curso, estimulando a cooperação de todos envolvidos no processo de fabricação, dando início assim a um sistema de produção baseado melhoria contínua.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lean, Six Sigma*, melhoria contínua, sistema de produção.

GOMES, Marcelo Cavalcante. **Integração entre Manufatura Enxuta e Seis Sigma: Um Estudo de Caso em uma Indústria de Autopeças**. 2012. Número. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste.

### **ABSTRACT**

*The search for productivity is increasingly fierce in companies, and key point in the contemporary globalized market. The concern in meeting commitments, outperform the competition and generate profit is a goal that does not admit mistakes, in which the customer should always be the focus. Faced with these challenges, organizations seek methodologies that can assist them in achieving their goals, often incorporating philosophies to their culture, calling the name of the production system. Arises in this scenario Lean Manufacturing, that based on the Toyota Production System, seeks the elimination of waste inherent in the production processes. With a refined toolset eliminates what does not add value in routine activities, increasing the advantage, making the company stronger. In evolution, the Lean is added to refined techniques, including Six Sigma DMAIC that make their earnings even higher, which happens to be called Lean Six Sigma. Through a case study applied to an industry of auto parts industry, this research demonstrates the importance of these tools, their applicability in practice and their primordial interconnections, taking maximum advantage of the methodology. Furthermore, as a result, shows the motivation of employees through a dynamic management view to, taking advantage of methods that facilitate harmony and arrangement of the organization before his best course, encouraging the cooperation of all involved in the manufacturing process , thus beginning a production system based on continuous improvement.*

**KEYWORDS:** *Lean, Six Sigma, continuous improvement, production system.*

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S – 5 Sensos

CEP – Controle Estatístico de Processos

DFSS – *Design for Six Sigma* – Projetando para o Seis Sigma

DMAIC – *Define / Measure / Analyse / Improve / Control* – Definir / Medir / Analisar / Melhorar / Controlar

FIFO – *First in First Out* – Primeiro a Entrar e Primeiro a Sair

JIT – *Just in Time* – Tempo Certo

JITP – *Just in Time Purchasing* – JIT em Compras

LM – *Lean Manufacturing* – Manufatura Enxuta

LSS – *Lean Six Sigma* – Manufatura Enxuta e Seis Sigma

OEE – *Overall Equipment Effectiveness* – Eficiência Global dos Equipamentos

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PDCA – *Plan / Do / Check / Act* – Planejar / Fazer / Checar / Agir

PPM – Partes por Milhão

SCM – *Supply Chain Management* – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

SMED – *Single Minute of Die* – Troca Rápida em Único Minuto

SS – *Six Sigma* – Seis Sigma

TPM – *Total Productive Maintenance* – Manutenção Produtiva Total

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

TQC – *Total Quality Control* – Controle Total da Qualidade

TQM – *Total Quality Management* – Gestão da Qualidade Total

VSM – *Value Stream Mapping* – Mapeamento do Fluxo de Valor

WIP – *Work in Process* – Estoque em processo

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1 – OITO PILARES DA TPM .....	28
FIGURA 2 – <i>ICEBERG</i> DOS DEFEITOS OCULTOS.....	29
FIGURA 3 – MAR DE ESTOQUE E ROCHAS DE PROBLEMAS.....	37
FIGURA 4 – RELACIONAMENTO DE FASES LM E SS.....	59
FIGURA 5 – UM EXEMPLO DE FERRAMENTAS COMUNS ENTRE LM E SS .....	60
FIGURA 6 – FLUXO TÍPICO DE UM RELATÓRIO A3 DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS .....	64
FIGURA 7 – CICLO PDCA .....	67
FIGURA 8 – CICLO PDCA – PROCESSO DE SOLUÇÃO PRÁTICA DE PROBLEMAS .....	68
FIGURA 9 – CASA SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	75
FIGURA 10 – FLUXO DO PROCESSO DE PESQUISA.....	82
FIGURA 11 – INTERLIGAÇÃO DOS PROGRAMAS DE MELHORIA CONTÍNUA.....	85
FIGURA 12 – ESTRUTURA DO SETOR DE MELHORIA CONTÍNUA.....	86
FIGURA 13 – INTERLIGAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE MELHORIA CONTÍNUA .....	92
FIGURA 14 – ESCOPO INICIAL DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO .....	94
FIGURA 15 – REGRAS DE IMPLANTAÇÃO DAS FERRAM. DE MELHORIA CONTÍNUA .....	97

**LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 – ENQUADRAMENTO DA PESQUISA .....	81
QUADRO 2 – PROBLEMAS DE QUALIDADE NA EMPRESA .....	100
QUADRO 3 – EVOLUÇÃO DE UM SETOR COM OBJETIVO DE DIMINUIÇÃO DO ESTOQUE..	101
QUADRO 4 – EVOLUÇÃO DE UM SETOR COM OBJETIVO DE AUMENTO DA PRODUÇ. ....	101

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. JUSTIFICATIVA .....	3
1.2. OBJETIVO .....	4
1.2.1 OBJETIVO GERAL .....	5
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	5
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	6
<b>2. LEVANTAMENTO DA LITERATURA</b> .....	<b>8</b>
2.1. O <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	9
2.1.1. 5S .....	20
2.1.2. TPM .....	24
2.1.3. <i>KANBAN</i> .....	31
2.1.4. VSM.....	39
2.1.5. <i>KAIZEN</i> .....	43
2.2. O <i>SIX SIGMA</i> BASEADO NA FERRAMENTA DMAIC .....	49
2.3. O <i>LEAN SIX SIGMA</i> .....	55
2.4. MATRIZ A3.....	63
2.5. PROGRAMA DE SUGESTÃO E MOTIVAÇÃO .....	70
2.6. SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	74
<b>3. METODOLOGIA E ORIGEM DA PESQUISA</b> .....	<b>77</b>
<b>4. ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>84</b>
4.1. MÉTODO UTILIZADO PARA IMPLANTAÇÃO .....	94
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>98</b>

<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>106</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Na atual conjuntura das empresas, a cobrança por produtividade e melhores resultados é cada vez maior devido à concorrência acirrada do mercado globalizado. A “era da informação”, em conjunto com a competitividade que busca lograr cumprir a missão da empresa com maior êxito que os concorrentes, faz com que o profissional sempre tenha que mostrar elevado desempenho em suas atividades, o que é fundamental para alavancar resultados.

Em especial, o setor automobilístico parece indicar evidências de uma forte associação entre as estratégias globais de produtos e a atuação local das filiais das montadoras, tanto em relação à intensidade quanto à natureza de sua participação no desenvolvimento de produtos, conforme Carvalho (2005), o que acirra cada vez mais a concorrência entre as indústrias. Vale ressaltar que o setor de autopeças, que nasceu no Brasil na virada do século XX com profissionais pouco habilitados, mas capazes e criativos de tratar os carros importados que começaram a aportar no país logo depois que Santos Dumont adquiriu um Peugeot em 1891, também tem um mercado muito disputado até então.

Para aproveitar as oportunidades de melhoria em toda a organização, a fim de mitigar riscos e aumentar diferenciais de competitividade, surge o LM (*Lean Manufacturing*), baseado no TPS (*Toyota Production System* – Sistema Toyota de Produção) que é definido por Ohno (1988) como uma filosofia de gestão que busca eliminar os desperdícios, evidenciados pelo que não agrega valor como produzir mais ou menos do necessário, tempo de espera, movimentação de peças e pessoas, entre outros, imprimindo velocidade à empresa em busca de melhor rentabilidade.

O LM é munido de diversas ferramentas como 5S, TPM (*Total Productive Maintenance* - Manutenção Produtiva Total), VSM (*Value Stream Mapping* –

Mapeamento do Fluxo de Valor), *kanban*, dentre outros, que podem ser aplicadas em várias áreas da companhia visando melhorar seu desempenho, seja em vendas, na qualidade dos produtos ou na eficiência produtiva. Sua evolução é o LSS (*Lean Six Sigma*) que acrescenta metodologias baseadas em estudos que buscam a precisão e exatidão. Pode-se dizer que, segundo Antony (2011), enquanto o LM é focado principalmente em materiais e informações entre as etapas das atividades produtivas, o SS (*Six Sigma*) pode ser extremamente útil na abordagem do mau desempenho que não agrega valor nas transformações dentro das etapas do processo. Muitos princípios enxutos são fundamentalmente baseados em modelos qualitativos desenvolvidos a partir de anos de experiência. SS, por outro lado, pode desempenhar um papel crítico na compreensão do que realmente está acontecendo dentro das etapas da manufatura, tendo o DMAIC (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar), como sustentação da metodologia.

O *kaizen* pode ser incrementado com a metodologia DMAIC utilizada no SS, tendo aqui uma abordagem de melhoria que visa encontrar e eliminar as causas de defeitos ou erros nos processos, focando nas saídas das atividades que são críticas aos olhos dos clientes. Neste panorama, Arumugam *et al.* (2012) afirma que algumas ferramentas são fáceis de usar e algumas são complexas e avançadas, o que pode exigir a aquisição de habilidades e conhecimentos especiais. É válido ressaltar que o algoritmo DMAIC é consistente com o ciclo PDCA (Planejar-Fazer-Checar-Agir) de Deming muito utilizado no LM.

Diante da aplicação de várias ferramentas e obtenção de resultados envolvendo todos na companhia em times de trabalho, é importante dizer que a gestão à vista também é de grande valor. Uma boa ferramenta para isso é a Matriz A3, advogam Sobek II e Smalley (2010), que foi aprendida e disseminada pela Toyota estabelecendo uma estrutura concreta para implementar a gestão PDCA, facilitando a coesão e o alinhamento interno da organização, estimulando a colaboração entre os membros das equipes.

Entretanto, ferramentas e técnicas são apenas um meio, e não as soluções para os problemas, na qual a motivação das pessoas, com base em situações e objetivos do projeto é que irão garantir e aprimorar o resultado. Para isso, Kotter (1997) salienta que a transformação fundamental bem sucedida não acontecerá facilmente por uma longa lista de razões. Para o sucesso, um método projetado para alterar estratégias, fazer reengenharia de processo ou melhorar a qualidade deve lidar como essas barreiras, mostrando que além das ferramentas de manufatura enxuta, programas de sugestões que dependem da espontaneidade das pessoas, só terão êxito com um elevado compromisso da gestão.

### **1.1. JUSTIFICATIVA**

As empresas atualmente precisam tornar-se mais competitivas, diante das adversidades corriqueiras e de um mercado que se torna cada vez mais agressivo, em busca da eliminação de vulnerabilidades que criam riscos e podem até mesmo extinguir a instituição, tornando-se imprescindível estabelecer uma mudança nas regras e cultura da empresa para que não fique estagnada no tempo, não deixando a concorrência escapar na frente, o que pode até mesmo em curto prazo, impedir sua recuperação, destaca Slack (1997).

O risco é eminente para as empresas que não se estruturam com um sistema de melhoria contínua de seus processos, pois não há abertura aos seus colaboradores de opinarem sobre seu trabalho e com isso não têm nenhum canal para que seus processos evoluam a partir da base, o que pode desmotivar os colaboradores, já que não se sentem parte integral da empresa e nem das melhorias eventualmente implementadas por ela, pois não houve sua participação, tornando-se apenas meros cumpridores de tarefas, afirmam De Treville e Antonakis (2006).

Em contrapartida, destaca Womack e Jones (2004) e Shah e Ward (2003, 2007), que quando as empresas têm programas de melhoria contínua integrados, além

de motivar os colaboradores comprometendo-os com as propostas por eles dadas, envolve a organização de tal forma que os ganhos são bastante relevantes, valendo ressaltar que as novas metodologias não se restringem apenas a motivação, pois exige que a empresa se prontifique a demonstrar que está pronta para implantar as melhorias, criando recursos para as mudanças necessárias.

Nessa perspectiva, justifica-se a realização deste trabalho à procura da criação de projetos de melhoria contínua que estejam integrados entre si, buscando a vantagem competitiva em relação à concorrência ou ainda a sobrevivência das empresas perante o mercado acirrado contemporâneo que não dá chances às empresas que não evoluam e não melhoram seus processos de maneira arrojada e baseada em métodos bem elaborados e estruturados.

Portanto, é de suma importância desenvolver um sistema de produção com regras bem definidas tanto de conexão como de evolução, capaz de direcionar as empresas de como implantá-lo, em busca de um método para eliminação de desperdícios nas atividades fabris, que muitas vezes estão inerentes ao processo de fabricação, mas que oneram as organizações.

## **1.2. OBJETIVO**

A maneira moderna de se produzir, principalmente nas indústrias metalúrgicas, exige que se tenha um sistema de produção altamente eficaz, baseado no comprometimento das pessoas e na melhoria contínua dos processos, no qual os colaboradores de uma empresa têm de ser treinados para que possam tomar ação diante das adversidades do dia a dia, no que diz respeito à eficiência e eficácia produtiva, buscando alta produtividade e qualidade.

Entretanto, o treinamento dos colaboradores não surtirá efeito sem que se tenha motivação para aplicar tais conhecimentos na prática, extraíndo o máximo de cada um no seu posto de trabalho, no qual a gestão pode preencher esta lacuna por

meio de projetos de melhoria contínua. Porém, somente com a integração dos projetos é que se terá a evolução da produtividade e da qualidade, já que em caso contrário o efeito no todo é dissipado e a efetividade das atividades desenvolvidas não serão adquiridas em sua plenitude.

### **1.2.1. OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo geral propor a evolução de implantação e integração das ferramentas LM e as ferramentas SS buscando a melhoria contínua dos processos em uma empresa, embasada nas metodologias encontradas na literatura vigente, que possibilitam eliminar desperdícios dentro de um sistema produtivo.

### **1.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO**

Perante a um estudo de caso, o objetivo específico é demonstrar como implantar metodologias contemporâneas de eliminação de desperdícios em uma indústria de grande porte, tendo como desafio a criação de projetos de melhoria contínua que estejam integrados entre si e que possam extrair o máximo dos colaboradores em termos de ideias e projetos, tanto da base como da administração, com uma visão de metas arrojadas de alta produtividade e qualidade unificadas, o que atualmente é conhecido como sistema de produção.

Diante deste contexto, as premissas levantadas para esse trabalho são:

- Buscar a integração de ferramentas de melhoria contínua, baseadas no LM e SS – DMAIC, diante de pré-pesquisa das metodologias;
- Verificar a sinergia entre as ferramentas LM e entre as ferramentas SS – DMAIC;
- Demonstrar que metodologia LSS pode gerar resultados de excelência nas empresas que abstraem a potencialidade de suas ferramentas de

maneira integrada, enfatizando como pode ser feita sua evolução e interligação;

- Evidenciar que um sistema de produção pode ser formado baseado na integração de ferramentas de LSS, independente da cultura da empresa onde seja aplicado;

### **1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO**

Este trabalho foi estruturado em cinco capítulos, conforme exposto a seguir:

- Capítulo 1 – Introdução, Objetivos e Estrutura do Trabalho – indica os tópicos abordados no trabalho e o que busca alcançar, dentro de uma delimitação estabelecida.

- Capítulo 2 – Revisão da Literatura – descreve conceitos sobre a filosofia LM, caracterizada por algumas de suas principais metodologias representadas pelo 5S, TPM, VSM, *Kaizen*, *Kanban* e Matriz A3, delineando sua evolução de LM para LSS, ratificando a ferramenta principal deste progresso, o DMAIC. Além disso, apresenta uma breve literatura sobre programas de sugestões baseado em motivação, fechando a revisão com uma abordagem referente a sistemas de produção.

- Capítulo 3 – Método – aqui é exposto as diversas formas de metodologias utilizadas de acordo com a literatura, indicando dentre essas, qual o processo utilizado, no qual o estudo de caso é contextualizado como a forma empregada.

- Capítulo 4 – Estudo de Caso – neste capítulo, é descrito como fazer a aplicação e a integração das diversas ferramentas de melhoria contínua, voltada a filosofia do LM, complementada com SS, baseada em eventos aplicados em uma indústria automobilística.

- Capítulo 5 – Resultados e Discussões – destaca quais foram os melhores resultados alcançados e descreve como as ferramentas de melhoria encontram sua maximização diante de sua integração.
- Capítulo 6 – Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros – analisa a relevância da metodologia nas indústrias e os resultados obtidos, além de sugerir direcionamento para pesquisas futuras que possam contribuir para evolução da técnica estudada no cenário globalizado contemporâneo.

## 2. LEVANTAMENTO DA LITERATURA

A competitividade entre as empresas está cada vez mais acirrada frente ao cenário atual, na qual a globalização é a evidência de que não há mais fronteiras para qualquer tipo de produto, sendo necessário buscar melhores resultados perante aos diversos tipos de problemas que afloram no dia a dia. Portanto, é primordial a elaboração de várias soluções baseadas em pesquisas que propiciam o melhor desempenho da organização, no qual Slack (1997) destaca cinco objetivos chave:

- **Qualidade** - a qualidade implica em realizar as coisas de forma acertada, evitando erros.
- **Rapidez** - deseja-se minimizar o tempo entre o pedido por parte do consumidor e a entrega do bem ou serviço.
- **Confiabilidade** - segundo Slack (1997) seria “fazer as coisas em tempo para manter os compromissos de entrega assumidos com seus consumidores”.
- **Flexibilidade** - é a capacidade de adaptar-se às novas necessidades do consumidor, mudando a sua atividade produtiva. Pode ser desdobrada em flexibilidade de produto/serviço, de mix, de volume e de entrega.
- **Custo** - esse objetivo visa trabalhar dentro de baixos níveis de custo para que o preço seja uma vantagem competitiva para a empresa.

Em complemento, Womack e Jones (2004) garante que se tornou parte do pensamento convencional aceitar que os níveis gerenciais superiores devem aprender a ouvir a força de trabalho básica - quem mais conhece sobre a execução do trabalho. Infelizmente, isso está correto apenas em parte. Sua força

de trabalho básica provavelmente conhece muito bem os aspectos mais técnicos da execução de tarefas isoladas (inclusive todos os desvios dos procedimentos oficiais, mantidos inadequadamente, necessários à fabricação dos produtos).

Entretanto, Womack e Jones (2004) relatam que os trabalhadores primários e os gerentes da linha de frente em geral não sabem pensar horizontalmente sobre o fluxo de valor como um todo e como puxá-lo. Em geral, também não conhecem os métodos utilizados na análise da causa raiz, que eliminariam a necessidade de apagar incêndios. Portanto, solicitar a força de trabalho primária para implementar as técnicas enxutas ou resolver permanentemente os problemas, provavelmente receberá uma enxurrada de sugestões, seguidas da desilusão geral, quando elas não funcionarem adequadamente. Por isso um sistema de produção, envolvendo desde a base até a alta administração é primordial, integrando esses dois pólos que às vezes encontram-se tão distantes.

Para aproveitar as oportunidades de melhoria em toda a organização, a fim de mitigar riscos e aumentar diferenciais de competitividade, surge o LM que, baseado no TPS, é definido por Ohno (1988) como uma filosofia de gestão que busca eliminar os desperdícios que são evidenciados pelo que não agrega valor como produzir mais ou menos do que é preciso, tempo de espera, tempo de movimentação de peças e ou de pessoas, excesso de processamento, inventário e produtos com defeitos. Assim, eliminar desperdícios é excluir o que não tem importância ao cliente e imprimir velocidade à empresa.

## **2.1. O LEAN MANUFACTURING**

Para Antony (2011) O conceito do LM (*Lean Manufacturing* – Manufatura Enxuta) desenvolvido a partir do TPS, envolve o valor agregado distinto do que não agrega valor a qualquer etapa do processo ou atividade dentro de uma empresa, definição defendida também por Womack e Jones (2004). Antony (2011) revela que o LM traz consigo um conjunto de ferramentas e técnicas comprovadas que, baseadas

na eliminação de desperdícios e centradas na eficiência, tem como objetivo a produção de serviços e produtos ao menor custo e maior rapidez, necessitando do compromisso da alta administração, que deve transmitir em cascata para os demais níveis inferiores da organização a nova cultura a ser adotada.

Diante o exposto, conclui-se que o LM, baseado no TPS, surgiu no Japão logo após a Segunda Guerra Mundial, durante a segunda metade do século XX, já que Shimokawa e Fujimoto (2011) abordam que nessa época surgiu o modelo corporativo estabelecido pela Toyota. Apesar de ter uma ilusória semelhança com o sistema de produção em massa utilizado por Henry Ford, centrado em linhas de produção em sincronia perfeita, o TPS não contempla em sua filosofia grandes acúmulos de estoques, tempos de troca longos e desnecessários, ineficiências de recursos humanos, entre outros. Vale ressaltar que as eliminações dessas perdas eram necessárias, pois com os recursos escassos do pós-guerra a empresa não teria como sobreviver.

Womack e Jones (2004) salientam que a produção enxuta é baseada em importantes fundamentos: eliminação de atividades desnecessárias, minimização da variabilidade do processo, busca pela melhoria contínua das tarefas com envolvimento dos todos, desenvolvimento de atividades de inspeção de qualidade e manutenção periódica junto aos trabalhadores de linha dentro do fluxo de produção, sincronização do trabalho por meio de sinais visuais no chão de fábrica, entre outros, embasado no comprometimento geral da organização.

Para dar sustentação à manufatura enxuta, Womack e Jones (2004) destacam cinco alicerces principais:

- **Valor** – como o valor é caracterizado de acordo com a definição do cliente, deve ser o tema inicial a ser abordado no pensamento enxuto, sendo expressivo quando proclamado em termos de um produto específico (um bem ou um serviço e, muitas vezes, ambos simultaneamente) que

atenda às indigências do cliente a um preço particular em um momento exclusivo;

- **Fluxo de valor** – é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico (seja ele um bem, um serviço ou a combinação de ambos) por meio da cadeia de valor interna, que passa pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a solução de problemas, que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia; o gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um detalhado cronograma; a transformação física, que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente. A identificação do fluxo de valor inteiro para cada produto (ou, em alguns casos, para cada família de produtos) é o próximo passo no pensamento enxuto. Um passo que as empresas raramente tentaram dar, mas que quase sempre expõe quantidades enormes e até surpreendentes de desperdício;

- **Fluxo** – Uma vez que o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor de determinado produto tenha sido totalmente mapeado pela empresa enxuta e, obviamente, eliminada todas as etapas que geram desperdício, o próximo passo no pensamento enxuto é fazer com que as etapas restantes que criam valor fluam. No entanto, essa etapa exige uma mudança completa na mentalidade da fábrica, pois exige foco no produto e suas necessidades, e não na organização ou no equipamento, de modo que todas as atividades necessárias para se projetar, pedir e fornecer um produto ocorram em um fluxo contínuo;

- **Puxar** – nesta etapa, o cliente puxa em vez de empurrar os produtos, muitas vezes indesejados para o cliente. A capacidade de projetar, programar e fabricar exatamente quando e o que o cliente quer, significa que a projeção de vendas não é mais necessária. Fazer simplesmente o

que é preciso, produzindo um fluxo de caixa extra decorrente da redução dos estoques, acelera o retorno do investimento, além das demandas dos clientes tornarem-se muito mais estáveis quando eles sabem que podem conseguir o que querem imediatamente, interrompendo as campanhas periódicas de descontos destinadas a vender mercadorias que já estão prontas, mas que não tem mais utilização.

- **Perfeição** – melhorar contínua e infinitamente os processos por meio da redução de esforço, tempo, espaço, custo, erros, entre outros e, ao mesmo tempo, oferecer um produto que se aproxime ainda mais do que o cliente realmente quer é o objetivo deste tópico, valendo ressaltar que este item deve estar adiante da especificação do valor preciso, identificação do fluxo de valor em sua totalidade e criação do fluxo de valor contínuo puxado pelo cliente. Isso porque os quatro princípios iniciais interagem entre si em um círculo intenso. Fazer com que o valor flua mais rápido sempre expõe os desperdícios ocultos no fluxo de valor em que quanto mais puxar, maior será a revelação dos obstáculos ao fluxo, permitindo sua eliminação. Embora a eliminação de desperdícios às vezes exija novas metodologias de processo e novos conceitos de produto, as tecnologias e conceitos em geral são surpreendentemente simples e prontas para implementação imediata.

Entretanto, é válido ressaltar que o TPS tem dois pilares principais de apoio, no qual um deles é o chamado *jidoka*, alega Ohno (1988), que é compreendido como "autonomação", também denominado automação com um "toque humano". O significado original de *jidoka* era automação, mas foi posteriormente alterado na Toyota, perfazendo-se uma importante declaração, que significa que a automatização (ou autonomação) deve funcionar da mesma maneira como um ser humano, ou seja, deve ser inteligente. O propósito do "toque humano" é garantir que a produção vai parar se houver qualquer tipo de problema durante a fabricação. O conceito de autonomação foi desenvolvido porque a Toyota observou o problema de que a automação normal não tem introduzido em si

qualquer inspeção para problemas de qualidade. Isso pode levar a centenas de peças produzidas com defeitos, se o equipamento automatizado estiver produzindo sem supervisão e intervenção humana. Assim, uma máquina automatizada com um toque humano é aquela que é ligado um dispositivo de parada automática.

Furlan *et al.* (2011) destaca que JIT (*Just-in-time* – baseado na filosofia de entregar o que o cliente quer, quando ele quer) e TQM (*Total Quality Management* – gestão da qualidade total) são duas abordagens LM que buscam a redução de variância do processo e expõem os problemas. Assim, enquanto TQM leva a estabilidade dos processos de produção, fornecendo a base para a implementação de sistemas qualidade total, práticas JIT, representando o segundo pilar do TPS, torna visível os problemas, forçando a aplicação do conhecimento científico para resolução dos mesmos, na qual a gestão de recursos humanos é ponto chave como facilitador da disseminação das ferramentas. Isto porque programas LM não são diferentes técnicas compradas de prateleira, mesmo aplicadas com afinco.

É comum que várias iniciativas da metodologia partam de um *sensei* como orientador e condutor do processo de implementação, advoga Furlan *et al.* (2011). Entretanto, no seu afastamento e sem o envolvimento da gestão de recursos humanos e de todos os níveis da organização, começando na alta administração, o programa é fadado a debilitar-se e a empresa reverter toda sua evolução, voltando à situação original, valendo ressaltar que Fullerton e Wempe (2009) também endossam que o envolvimento do colaborador do chão de fábrica é fundamental para o sucesso na adoção da produção enxuta.

Contemporaneamente, as empresas têm pensado cada vez mais em automação. Mesmo que a grande maioria ainda não tenha um planejamento efetivo e estudo concreto para esta decisão, afirmam Hedelind e Jackson (2011) que não necessariamente há conflito entre a robótica industrial e princípios LM, fazendo

com que a filosofia não seja um entrave na modernização da indústria. Entretanto, se uma empresa insiste em ter uma estratégia de automação tradicional, onde os robôs industriais são comprados e integrados sem um pensamento por meio de estratégia JIT, ou seja, fornecer quando e o que o cliente quer, será mais difícil trabalhar no sentido de produção de pequenos tamanhos de lotes e na melhoria contínua dos processos, em busca eliminação dos desperdícios e da vantagem competitiva.

Hedelind e Jackson (2011) ainda ressaltam que a robótica industrial pode ser utilizada de forma eficaz e apoiar os sistemas de produção quando os robôs desenvolvidos e projetados são integrados pensando-se na automação acrescentada com um toque humano, ou seja, instalação fácil e cada vez menos complicada de usar e que a melhoria contínua seja aplicável, mesmo sabendo que a instalação de robôs raramente pode ser referida como simples, no qual atingir o custo-benefício de automação não é nem sobre engenharia e nem em engenharia, e sim fazer com que robôs industriais se tornem mais dinâmicos, a fim de ajustar a inclinação aos sistemas de produção. Isso pode ser demonstrado na evolução dos equipamentos em relação à manufatura enxuta como, por exemplo, sistemas de controle menos complicados, sensores de segurança, interfaces compartilhadas, ambientes de programação mais sofisticados, entre outros.

A inteligência das funcionalidades, composto por diversos subsistemas criados por meio do avanço da mecânica, eletrônica e sistemas de informática, devem ser voltadas, segundo Hedelind e Jackson (2011), a uma alta usabilidade e apoio ao operador em todo o trabalho que tem de ser realizado em ligação com a estação, reduzindo o número utilizado de interfaces que o operador tem de visitar para executar as suas funções, no qual a prioridade é garantir que o usuário receba as informações corretas quando necessário.

Outro aspecto abordado por Hallgren e Olhager (2009) é em relação às técnicas de agilidade e a filosofia LM, considerando que práticas de melhoria ágeis de

manufatura são movidas tanto por fatores internos como externos, seja direta ou indiretamente. Apesar das empresas buscarem somente um dos caminhos, a simultaneidade dessas duas abordagens poderia ser regra de grande relevância para melhora da competitividade

Embora as duas estratégias trilhem caminhos distintos, suas principais diferenças estão relacionadas ao custo e flexibilidade, destacam Hallgren e Olhager (2009). Enquanto a filosofia LM tem um impacto significativo sobre o desempenho de custo, a fabricação ágil não o faz, mas tem forte ação ao volume e flexibilidade do produto no mix de fabricação. Entretanto, é válido ressaltar que LM tem expressivos impactos na flexibilidade, afirma Castro *et al.* (2012), fazendo com que ambos os métodos afetem significativamente a qualidade, velocidade e confiabilidade de entrega.

Flumerfelt *et al.* (2012) complementa que apesar dos dois sistemas serem diferentes, se relacionam perfeitamente, sendo interessante notar que os princípios podem ser aplicados em conjunto, mesmo diante da particularidade de ambos em vista da complexidade, aprendizagem e sustentabilidade de cada sistema.

Castro *et al.* (2012) advoga que há uma tendência de integrar abordagens LM na pesquisa e desenvolvimento de pequenas empresas, tentando transferir boas práticas de fabricação de grandes organizações. Rahman *et al.* (2010) enfatiza três práticas importantes do LM que são JIT, eliminação de desperdícios e gestão do fluxo, que tem relativa significância relacionada com o desempenho operacional. Dentre essas técnicas, pode-se destacar que JIT tem uma maior significância em grandes empresas, enquanto a eliminação de desperdícios tem grande aplicabilidade em pequenas empresas, valendo ressaltar que ambas as técnicas podem ser dedicadas a qualquer tipo de empresa, tendo resultados consistentes. Já a gestão de fluxo tem um nível de valor muito menor tanto para pequenas quanto para médias e grandes empresas. Isto porque as empresas

ainda têm um nível mais elevado de fornecimento de materiais e um nível mais elevado de produtos acabados para satisfazer os clientes internos e externos. Diante das metodologias apresentadas, Rahman *et al.* (2010) divide JIT em seis processos:

- redução de estoques;
- manutenção preventiva;
- redução do tempo de ciclo;
- utilização de tecnologia de novos processos;
- técnicas de troca rápida de ferramental;
- redução do *setup*.

Para eliminação de desperdícios, Rahman *et al.* (2010) descrevem quatro técnicas importantes:

- Redução efetiva de desperdícios;
- Técnicas de verificação de erros, chamado de *poka yoke*;
- Sistema puxado de produção;
- Eliminação de gargalos, com balanceamento dos postos do processo produtivo.

Na gestão do fluxo, Rahman *et al.* (2010) salientam três métodos primordiais:

- Redução do tamanho de lote de produção;
- Foco em poucos fornecedores;
- Fluxo de uma peça.

Voltado à pesquisa e desenvolvimento, a filosofia LM visa aumentar a eficiência da produção e a competitividade, por meio da melhor utilização da energia e redução de custo, conforme Castro *et al.* (2012), tendo que ser considerada como estratégia frente à competição acirrada na indústria transformadora no cenário mundial. O comportamento competitivo cria características positivas, como inovação, atitude pró-ativa e orientada para o cliente, entre outros. No entanto, também pode gerar alguns efeitos negativos, como os conflitos entre empresas com atitudes não éticas.

Castro *et al.* (2012) descreve que há uma tendência geral da aplicação de manufatura enxuta também aos serviços, ou seja, para implementar manufatura enxuta em empresas que prestam serviços para empresas de manufatura, podendo também ter grande relevância na gestão da cadeia de suprimentos, objetivando aumentar a flexibilidade e capacidade de resposta entre as empresas.

Ressalta Angelis *et al.* (2011) que o envolvimento dos colaboradores, independente do ramo de atividade, tem impacto significativo no sistema, no qual nem sempre a manufatura enxuta tem apoiado intrinsecamente o compromisso afetivo dos colaboradores, mas acaba sendo condicional ao processo, pois a eficácia da filosofia depende da gestão na concepção de políticas de recursos técnicos e humanos voltados às práticas LM. Essa natureza condicional também ajuda a identificar o compromisso dos colaboradores e explicar as divergências de resultados da manufatura enxuta relatados em vários estudos.

Para uma visão mais gerencial, Angelis *et al.* (2011) advoga que algumas práticas podem influenciar positiva ou negativamente o compromisso do colaborador junto a uma nova abordagem. Para influência positiva, sete hábitos de trabalho tem impacto consequentemente favorável:

- Permitir a participação dos trabalhadores em projetos de melhoria;
- Utilizar *buffers* para desacoplar estações de trabalho sequenciais;

- Aumentar tempos de ciclo por meio do incremento da variedade de atividades;
- Fornecer suporte em reunião de produção;
- Normalização, para evitar erros que impeçam o fluxo contínuo da produção;
- Rotatividade para aumento do conhecimento, voltado ao colaborador multitarefa;
- Sinais visuais para indicar o desempenho e ajudar no fluxo do processo.

Para influência negativa, segundo Angelis *et al.* (2011), sete rotinas de trabalho são implícitas:

- Horas extras para cobrir possíveis aumentos de produção temporários;
- Ênfase maior à velocidade em relação à qualidade, no qual tempos destinados à produção podem ser insuficientes, podendo caracterizar falta de suporte;
- Dificuldades ergonômicas;
- Fluxo sequencial com qualidade na fonte do problema pode gerar sentimento de culpa em adversidades no processo;
- Ritmo de trabalho que pode ser excessivo;
- Interrupção no fluxo de trabalho;
- Falta de ferramentas adequadas para desempenho da função.

Normalmente, elucida Chiarini (2012), quando uma empresa começa a implementar práticas LM, há vários desperdícios identificados como produtos

defeituosos, transportes, inventários, entre outros, que têm grande relevância e afeta diretamente as atividades da empresa, mas não podem ser facilmente transformadas em custos diretos para os fluxos de valor. Assim, a contabilidade tradicional pode levar a erros em cálculos de custo do produto, no qual, em contrapartida, um contador pode imediatamente compreender os impactos das atividades de *Kaizen* (melhoria contínua) sobre os custos do produto se entender o processo, mesmo que por sistemas de computação que permitam contabilizar os ganhos. Vale ressaltar que, segundo Ohno (1988), a redução de custos em todos os processos produtivos, independente do tamanho de empresa, é adquirida com a eliminação de sete tipos de desperdícios:

- Superprodução – produzir mais ou menos do que é preciso;
- Inventário;
- Excesso de processamento;
- Movimentação de pessoas;
- Transporte de peças;
- Defeitos de peças;
- Tempo de espera.

Shah e Ward (2003; 2007) descrevem que a produção enxuta é um sistema integrado sócio-técnico e multi-dimensional, que inclui uma variedade de práticas de gestão, incidindo na gestão da cadeia de suprimentos e qualidade por meio de mecanismos de gerenciamento de estoques, incorporados no JIT, e gestão do fluxo, cujo principal objetivo é eliminar o desperdício para redução dos custos, aumento da eficiência e contribuição na influência sobre o desempenho operacional, no qual muitos dos *buffers* de engenharia voltados a sistemas de produção em massa tradicionais, enquadrando-se aqui inventário extra e

equipamentos de grande porte, são considerados desperdícios e são reduzidos ou eliminados. Dois importantes fenômenos seguem essa transformação:

- O sistema de produção torna-se transparente, em que os problemas não podem ser mais escondidos ou ignorados via *buffers*.
- Sistemas de gestão de contabilidade tradicionais dedicado ao cálculo e elaboração de relatórios voltados a variações de custos agregados é um desperdício e não fornece o tipo de retorno relevante necessário aos gestores para manter a eficiência, a qualidade de resposta ao cliente e as relações com os fornecedores, primordiais para as empresas se manterem competitivas em seus mercados.

Shah e Ward (2003; 2007) salienta que muito se divulga sobre a manufatura de classe mundial e a importância de investir em iniciativas LM para melhorar o desempenho. No entanto, muitos focam sobre a relação entre as práticas individuais e desempenho, em vez de considerar a melhoria do processo decorrente de um conjunto de técnicas enxutas, no qual a grande importância da filosofia são seus efeitos sinérgicos.

A fim de compreender verdadeiramente a extensão de adoção da manufatura enxuta, é fundamental não só capturar o uso gradual de técnicas individuais LM, como por exemplo, setup rápido conhecido como SMED (*Single Minute Exchange of Die* - troca rápida em um dígito de minuto), 5S, TPM, *kanban*, entre outros, mas também a existência do nível mais elevado de orientação estratégica e filosófica que representa o pensamento enxuto. Embora a necessidade de considerar tanto a técnica e o pensamento LM, deve-se haver um esforço para desenvolver um instrumento de aplicação da mentalidade enxuta em todo seu conjunto.

### **2.1.1. 5S**

Osada (1992) refere-se a 5S como as cinco chaves para um ambiente de qualidade total. 5S é um sistema para reduzir o desperdício e otimizar a produtividade e qualidade por meio da manutenção de uma ordem local de trabalho, utilizando-se de dispositivos visuais para atingir mais consistentes resultados operacionais. A prática do 5S tem como objetivo incorporar valores no local de trabalho, sendo tipicamente o primeiro método LM implementado pelas empresas. Sua implementação pode descobrir problemas ocultos que estão despercebidos, no qual alguns benefícios podem ser observados juntamente com o significado de cada “S” a seguir:

- **Utilização** – *Seiri* e **Organização** – *Seiton*: Maximizar a eficiência e a eficácia, por meio da redução da carga de trabalho das pessoas e erros humanos através da simplificação de processos;
- **Limpeza** – *Seiso* e **Padronização** – *Seiketsu*: Maximizar a eficácia, contribuindo para o trabalho mais saudável e seguro, bem como aumentar a transparência;
- **Disciplina** – *Shitsuke*: - por meio da formação e educação, manter e aumentar o nível de moral que leva a aumento da qualidade de normas de trabalho.

Rotinas para manter a organização diariamente são essenciais para um fluxo regular e eficiente das atividades, garante Osada (1992). Utilização e ordenação, os primeiros dois “S’s”, centram-se na eliminação de itens desnecessários nas operações de produção atuais do local de trabalho, além da criação eficiente de métodos de armazenamento e rotulação eficazes, de modo que os itens fiquem fáceis de encontrar e usar. Limpeza, o próximo passo, é limpar completamente a área de trabalho, sendo necessário o acompanhamento diário. Uma vez que os três primeiros “S’s” foram implementados, o próximo passo é padronizar as melhores práticas na área de trabalho. Sustentar, tornando o hábito de manter dignamente correto os novos procedimentos, muitas vezes é o “S” mais difícil de

alcançar, caracterizado pela disciplina, pois é frequente a volta ao estado inicial ou zona de conforto do "velho modo" de fazer as coisas.

No entanto, Gapp *et al.* (2008) demonstra a necessidade de um ambiente de participação dos trabalhadores para que os benefícios do 5S sejam colhidos, que também deve ter forte ênfase da gestão, não só em aspectos organizacionais como no desenvolvimento, tornando-se assim um programa estratégico de aplicação a longo prazo. Diante da criação de um melhor ambiente, que incentiva os trabalhadores a melhorar as suas condições de trabalho e os ajuda a aprender a reduzir o tempo ocioso pela eliminação de desperdícios, a adoção da metodologia proporciona uma plataforma que, com pouco esforço, permite que a organização melhore seus processos com custos mínimos, no qual alinham-se totalmente com abordagens de gestão como TQM, JIT e TPM, tornando-se assim um sistema integrado ao invés de uma ferramenta simples ou técnica.

Apesar do fato de que a metodologia 5S é uma das mais conhecidas em um ambiente de fabricação, Bayo-Moriones *et al.* (2010) afirma que há muito pouca evidência empírica sobre sua aprovação, na qual sua incidência em empresas é menor do que se poderia esperar em relação à sua popularidade, em que organizações ainda são bastante relutantes em utilizar a ferramenta formalmente. O tamanho e a origem de uma empresa são fatores muito importantes na utilização de técnica, pois tem maior disponibilidade de todos os tipos de recursos e informações, valendo ressaltar que empresas menores têm maior ênfase em organização por conta das exigências dos clientes. Além disso, apesar de não ser uma exigência governamental, normas como ISO 9001 estabelecem a aplicação do 5S nas plantas em que são implementadas, sendo um pré-requisito para programas de qualidade.

Obter uma compreensão da complexidade e os requisitos mais profundos do 5S a partir de uma perspectiva de gestão japonês é uma valiosa fonte de informação em termos de sua aplicação em outras configurações de gestão. Dentro de uma

gestão contextual japonesa, destina-se a proporcionar um mecanismo para melhorar o local de trabalho com custos mínimos, revela Gapp *et al.* (2008). Esse objetivo é alcançado por meio dos altos níveis de decisão gerencial e organizacional, fazendo com que haja a participação integrada e planejada de toda a organização. Os gerentes japoneses colocam uma forte ênfase sobre o envolvimento de indivíduos e grupos de trabalho, não só nos aspectos operacionais do desenvolvimento do 5S, mas também nos benefícios estratégicos e de longo prazo da empresa gerados pela aplicação desse sistema.

Osada (1992) conclui que uma vez que todos os membros dentro de uma empresa podem compreender e implementar 5S com prontidão, a companhia tornará as melhores práticas realidade, já que o sucesso dos resultados da prática do 5S é aumentada com a elevação do moral organizacional.

Diante desse envolvimento, Bayo-Moriones *et al.* (2010) destaca que a introdução de 5S é ligada a um melhor desempenho em termos de produtividade e qualidade, amplamente aceito na literatura acadêmica e profissional, no qual os gestores devem levar em conta que fazer um esforço para manter a ordem e limpeza em uma planta de uma forma rigorosa e sistemática pode conduzir a uma melhoria na qualidade e produtividade e, como consequência, na competitividade. Apesar da simplicidade e a aplicabilidade do 5S para diferentes tipos de empresas, um número de fatores podem afetar o seu emprego nas fábricas, refletindo o fato de que algumas empresas, não multinacionais, mas pequenas empresas, são relutantes em implementar a metodologia formalizadamente, devendo haver esforços de diferentes frentes, como associações empresariais, sindicatos, entidades públicas, entre outros, para promover a adoção dessa ferramenta, que pode permitir às empresas aumentar sua competitividade.

Gapp *et al.* (2008) aborda que na fase inicial do sistema 5S todos os benefícios possíveis são apresentados como uma estratégia bem articulada, no qual o foco da participação de uma tal abordagem significa que todos são informados e

envolvidos, incluindo todos os membros da organização, clientes e fornecedores. É esse nível de entendimento que se traduz em melhorias necessárias para atender a ênfase identificada de criar um melhor ambiente de trabalho, sendo um contexto organizacional que tem significados complexos e que incluem: melhorar o desempenho global da organização e a produtividade; compreender as implicações e as relações entre o indivíduo, o grupo de trabalho e a organização em termos de produção e exigências; intensificar o relacionamento com os clientes e suas necessidades, incluindo quando o projeto do ambiente de trabalho necessário para criar o produto ou serviço; identificação de um plano claro que inclui 5S dentro da organização como orientação estratégica. Além disso, elucida Nakajima (1988), 5S tem ligação direta com a TPM.

### **2.1.2. TPM**

A fim de permanecer no mercado competitivo atual, altamente desafiador e em rápida mudança do ambiente de negócios, torna-se necessário um profundo conhecimento de dinâmicas intrínsecas da unidade de produção capaz de gerir os recursos organizacionais eficazmente para atender os esforços de sustentabilidade da companhia. O sucesso no cenário de elevada produção contemporânea, conforme Ahuja e Khamba (2007), depende da implementação de múltiplas estratégias de resultado comprovado. Enquanto programas como JIT e TQM direcionam esforços em torno do tempo e qualidade, a produção deve colocar suficiente confiança em ferramentas estratégicas de qualidade de manutenção, como a TPM (*Total Productive Maintenance* - Manutenção Produtiva Total).

Perante a empresa com base sólida no 5 S, a TPM é destacada por Ahuja e Khamba (2007) como uma boa alternativa para melhorar o desempenho, pois busca maior confiabilidade aos equipamentos por meio de suas atividades. Além disso, os indicadores como *downtime* e OEE (*Overall Equipment Effectiveness* –

Eficiência Global do Equipamento) poderão ser acompanhados para demonstrar a evolução da metodologia e consolidar sua envergadura.

Afirmam Yoshikazen (2002) e Takahashi e Osada (2000), a TPM – *Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão, por volta de 1971, através do aperfeiçoamento de técnicas de manutenção preventiva, manutenção do sistema de produção, prevenção da manutenção e engenharia de confiabilidade, visando à falha zero e quebra zero dos equipamentos, paralelamente com o defeito zero nos produtos e perda zero no processo.

Takahashi e Osada (2000) definiram a TPM a partir de cinco objetivos básicos:

- Maximização da plena utilização dos equipamentos;
- Desenvolver um sistema de manutenção produtiva que leve como importância toda a vida útil do equipamento;
- Envolver todos os departamentos, planejamento, projeto, utilização e manutenção, na implantação da TPM;
- Envolver todos os empregados partindo da alta administração até os operadores do chão de fábrica;
- Tornar a TPM uma metodologia visando à motivação da alta administração, por meio do desenvolvimento de trabalhos autônomos de melhorias em compactos grupos.

Como sugere nome, a TPM é composto por três palavras, salienta Ahuja e Khamba (2007): (1) Total - significa considerar todos os aspectos e todos trabalhadores envolvendo desde a alta administração até o chão de fábrica; (2) Produtivo - ênfase na fabricação, minimizando problemas de produção; (3) Manutenção - significa manter o equipamento em bom estado de forma autônoma

pelos operadores de produção, no qual reparos, limpeza e lubrificação devem ser incluídos como parte do tempo necessário da produção.

A TPM torna-se então uma boa opção para melhorar o desempenho, conforme Nakajima (1989) e Ahuja e Khamba (2007), sendo utilizada como ferramenta de apoio ao LM, na qual poderá dar maior confiabilidade aos equipamentos por meio de suas atividades. Além disso, os indicadores como *downtime* (tempo de parada) e OEE (*Overall Equipment Effectiveness* – Eficiência Global do Equipamento) poderão ser acompanhados para demonstrar a evolução da metodologia e consolidar sua capacidade.

Existe um forte apoio para uma visão estratégica da função de manutenção dada a seu impacto sobre o OEE e o seu papel na preservação da segurança e a limitação do impacto ambiental número de diferentes indústrias, em que o lucro significativo e o retorno de capitalização de mercado é resultado de pequenas melhorias no OEE, destaca Zuashkiani *et al.* (2011). Em relação à isso, processos problemático de operação em que a manutenção têm pouca evolução de seus procedimentos de melhoria contínua, embasada na cultura de “apagar incêndios”, em pouco o OEE vai progredir. A realocação de recursos de manutenção para correções de emergência pode ser feito para atingir metas de produção atuais, mas a longo prazo, destrói a capacidade da organização de reduzir o OEE global. Em contraste, as empresas necessitam de uma manutenção pró-ativa, mesmo à luz das pressões ambientais, para estabelecer as melhores práticas na cultura organizacional, melhorando continuamente suas atividades, trabalhando planejadamente na eliminação da causa raiz dos problemas encontrados, evitando assim reincidências de problemas.

Embora cada empresa tenha uma cultura e características distintas, Nakajima (1989) e Ribeiro (2001) afirmam que a TPM é compreendida por oito pilares, representada na Figura 1, que sustentam a metodologia, sendo eles:

- **Manutenção autônoma** - baseado em treinamento prático e teórico aos operadores, buscando o trabalho em equipe voltado à melhoria das rotinas de produção e manutenção;
- **Manutenção planejada** - voltada à rotina de manutenções embasadas no tempo ou condição da máquina, procurando a melhoria contínua da disponibilidade e confiabilidade, além da redução de custos de manutenção;
- **Educação e treinamento** - abalizado em treinamentos técnicos e comportamentais para flexibilidade, autonomia das equipes de trabalho e liderança;
- **Melhoria específica** - focada na eliminação dos defeitos crônicos dos equipamentos;
- **Controle inicial** - estabelecendo conceitos de melhorias, afim de que os equipamentos sejam construídos com alta confiabilidade e manutenabilidade;
- **Manutenção da qualidade** - interligando a confiabilidade à qualidade do produto e atendimento à demanda;
- **Áreas administrativas** - elaborando conceitos de organização e eliminação de desperdícios nos escritórios e serviços administrativos, que também interferem na eficiência produtiva;
- **Segurança, higiene e meio ambiente** - focando a integridade física dos colaboradores, reduzindo riscos de segurança e meio ambiente.

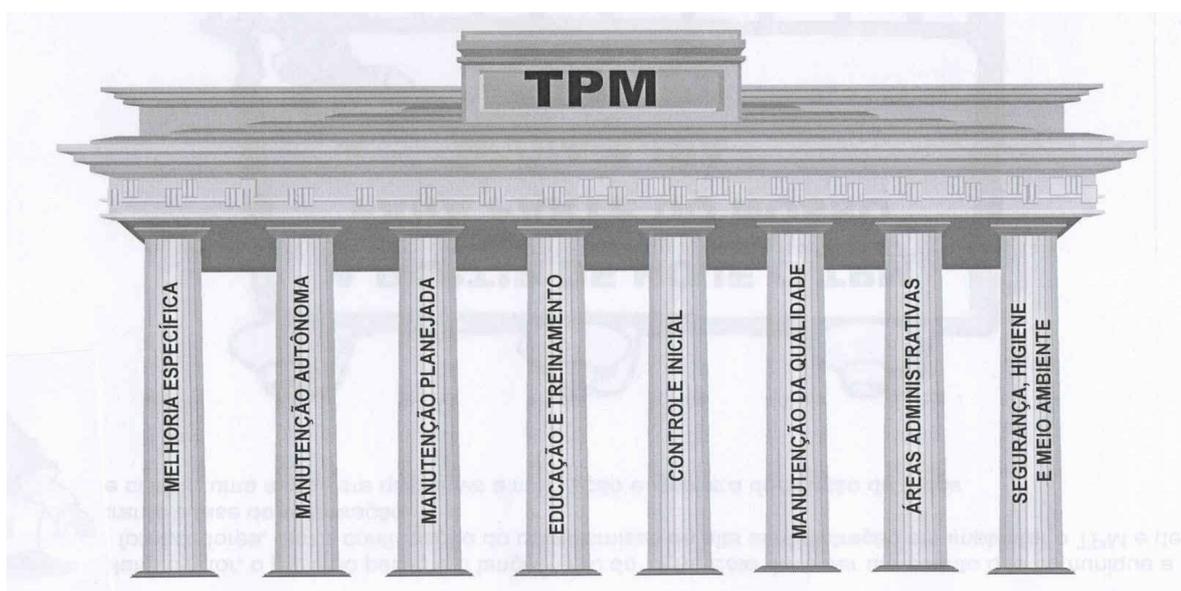


Figura 1 – Oito pilares da TPM – fonte: Ahuja e Khamba (2007)

Johnston *et al.* (2009) salienta que a estratégia relacionada à produção, tecnologia, funcionários, sistemas e procedimentos deve ser apropriado à competitividade, na qual a flexibilidade e a interligação entre a manutenção e a produção são primordiais. Quanto mais eficientes esses setores, melhor será a capacidade de identificar as indigências internas. Dessa maneira, pode-se concluir que a produção não pode restringir-se à utilização do equipamento e instalações e a manutenção deve ter um papel de atendimento às necessidades da produção, estabelecida como cliente, sendo um prestador de serviços que diminua a distância entre as áreas.

O *iceberg* representado pela Figura 2 explicita que as quebras e falhas são somente a ponta que aparece, mas que para ocorrerem, muitos outros fatores contribuem, os chamados defeitos ocultos.



Figura 2 – *Iceberg* dos defeitos ocultos – fonte: Takahashi e Osada (2000)

Em relação ao desenvolvimento técnico e habilidades dos colaboradores Takahashi e Osada (2000) sugerem uma atenção especial. Poucas empresas possuem um programa para desenvolvimento e avaliação de habilidades nos quais a manutenção e a operação aprendem como aplicar as técnicas apropriadas em suas atividades. Técnicos operacionais não devem ser treinados apenas em atividades de produção, no qual os técnicos de manutenção têm a responsabilidade de treiná-los em inspeção, ajuste, limpeza e em procedimentos de reparo, sendo contemplados aqui também os treinamentos adequados da lubrificação de equipamentos, no qual a parte teórica e a parte prática deverão ser consideradas.

Entretanto, revela Ahuja e Khamba (2008a), que tentando implementar estratégias proativas de práticas e iniciativas TPM, que necessariamente provocam significativas transformações culturais na organização, as empresas se deparam com vários obstáculos afetam o processo bem sucedido, sendo que as dificuldades enfrentadas podem ser categorizadas em organizacionais, culturais, comportamentais, obstáculos tecnológicos, operacionais, financeiros e departamentais. Mais especificamente, Graisa e Al-Habaibeh (2011) elucidam que a falta de formação (operacional e manutenção), a falta de incentivos para melhorias e a falta de um sistema para desenvolvimento de pessoal são grandes entraves na aplicação da metodologia.

Essas barreiras só podem ser ultrapassadas com o compromisso assumido pela alta gestão, salienta Ahuja e Khamba (2008a), demonstrado com a disposição de promover um ambiente que apoia a mudança no local de trabalho, e criando suporte para os conceitos de TPM, sendo altamente crítico no acompanhamento das práticas da metodologia, desenvolvendo a evolução dos trabalhadores nos diferentes níveis e situações encontradas em cada passo do processo de fabricação e manutenção, voltado à otimização das instalações direcionadas ao fluxo de produção, qualidade do produto, redução de custos operacionais, entre outros. Além disso, é primordial integrar a prática de manutenção preventiva na estratégia de fabricação, em busca do aumentar a produtividade, melhora do desempenho de manutenção, melhora da lucratividade da planta, minimização tempo e atividades desnecessários e assegurar uma melhor utilização dos recursos, reforçando assim a competitividade da organização.

Tsarouhas (2007) também concorda com as melhorias apresentadas por Ahuja e Khamba (2008a), acrescentando que o ambiente de trabalho mais saudável e seguro também é um dos objetivos, por meio do aumento do atendimento dos operadores no ajuste e manutenção do equipamento, evitando paradas que geram problemas que excedem somente a perda da produção, na qual a imagem completa do desempenho entre “máquina – operador” é determinada.

É importante salientar que os gerentes de produção devem estar cientes das interdependências existentes dentro do sistema de manutenção e produção para ser capaz de gerir as iniciativas estratégicas de forma eficaz, na qual somente com a utilização da metodologia TPM será alcançada a realização da fabricação de classe mundial, advoga Ahuja e Khamba (2008b; 2008c). Torna-se obrigatório para a alta administração da fábrica entender o funcionamento e interação das diferentes facetas da ferramenta, de modo que o conceito possa cumprir o seu verdadeiro potencial.

Ahuja e Khamba (2008b; 2008c) complementa ainda que alguns fatores irão definir o sucesso da ferramenta nas organizações que tentam melhorar sua competência no mercado altamente dinâmico e global, sendo preciso planejamento adequado e aplicação de um plano focado da técnica, devidamente assistido pela gestão de topo por meio da melhoria e mudança cultural, ao longo de um período de tempo considerável para realizar os resultados verdadeiros e holísticos da aplicação do programa. Somente assim a TPM terá o sucesso de sua implementação atingida, com conseqüente avanço da performance da manufatura que levará à vantagem competitiva global, tornando-se uma estratégia essencial e eficaz para organizações que desejam melhorar seu desempenho, alcançando a confiabilidade necessária para implantação de outras ferramentas LM.

### **2.1.3. KANBAN**

A crescente concorrência mundial obriga muitas empresas a reduzir os custos de seus insumos para que possam ter uma margem maior de lucro, de acordo com Kumar e Panneerselvam (2007). Há consideráveis avanços na tecnologia e solução de procedimento para atingir o objetivo de minimizar os custos de insumos. *JIT-Kanban* é um sistema importante, que é utilizado em linhas de produção de muitas indústrias para minimizar o trabalho em processo e tempo de produção, maximizando a eficiência do setor, no qual diversas metodologias vêm sendo desenvolvidas e utilizadas para otimização do *kanban*, como meta-

heurística, algoritmos de pré-simulação, entre outros, buscando uma solução para determinar o número mínimo de *kanbans* e redução de custos com estoque.

Em definição, Widyadana *et al.* (2010) advoga que *kanban* é uma expressão japonesa que significa registro ou placa visível, no qual este sinal ocorre quando os pedidos são solicitados pelos clientes, informando de forma simples aos fornecedores reabastecer os materiais em velocidades ótimas, fornecendo sempre o que o cliente precisa e mantendo o estoque estável e totalmente controlado, caracterizando o sistema puxado. O sinal, que é um cartão de postagem, indica que o material deve ser movimentado e que suprimentos são necessários em uma posição de produção, estabelecendo gatilhos para entrega das solicitações. Acrescenta Kumar e Panneerselvam (2007) que o cartão é acoplado a um recipiente de peças padrão no início da linha, acompanhando o recipiente até o final da linha, onde será removido e enviado de volta para o início da linha, aguardando a espera numa fila de cartão para eventualmente ser ligado a outro recipiente.

Shingo (1996) aponta também o sistema *kanban* como “uma técnica de controle simples, mas de grande importância e altamente flexível” que estabelece um conjunto entre o nível de estoque e o processo produtivo. Como em um supermercado, obtém-se o que é necessário, no momento e quantidade necessários. Ohno (1988) afirma que *kanban* é a ferramenta utilizada para operar os dois pilares do TPS, mas principalmente o JIT, caracterizando como um processo interligado pela informação de retirada ou de movimentação, chamado *kanban* de retirada ou *kanban* de movimentação.

Segundo entendimento de Shimokawa e Fujimoto (2011), para o Dr. Ohno a utilização do *kanban* tem o objetivo de criar uma tensão positiva no local de trabalho, pois a redução do estoque motiva as pessoas a desempenhar suas tarefas como nunca pensaram ser capazes de fazer. Dr. Ohno abrangia que motivação é tudo, tornando ferramentas e métodos secundários. Diante disso, os

processos vão produzir apenas o que é necessário para o próximo processo, via mensagem sobre a peça a ser processada, chamada *kanban*, segundo Takahashi e Osada (2000).

Num processo de produção controlado por *kanban*, sugere Khojasteh-Ghamari (2012), o circuito crítico de cartões determina medidas de desempenho, tais como a taxa de transferência, ou seja, o desempenho de um sistema de produção depende fortemente da circunstância criada, na qual sua evolução é baseada em como escolher uma distribuição de cartão apropriado, bem como valores iniciais adequados para alcançar um menor WIP (*work in process* - material em processo). Evidentemente que os padrões do circuito crítico corrente podem ser alterados, perfazendo-se outro circuito crítico. Assume Matzka *et al.* (2012) que é necessário alterar o número de *kanbans* de produção, isto é, a quantidade de produção a ser feita para abastecimento, a fim de atingir um nível de serviço desejado e encontrar o tamanho do buffer ideal de peças acabadas.

Entretanto, Khojasteh-Ghamari (2012) destaca que é primordial se concentrar no novo circuito crítico e tentar melhorá-lo, a fim de avançar o desempenho do sistema inteiro. Estoques iniciais, bem como a distribuição de cartões são importantes tópicos que podem influenciar o circuito crítico e a performance do sistema. Portanto, na concepção de um processo de produção, além da estrutura do processo em si, os estoques iniciais em estações de trabalho, distribuição de *kanban* e seu respectivo número total de cartões circulantes também devem ser levados em conta.

Geralmente, revela Al-Tahat *et al.* (2012), é difícil desenvolver um mecanismo de harmonização de um sistema de produção e um sistema *kanban* simulando a interação de seus diferentes parâmetros, tais como o número de *kanbans* necessários no sistema, a capacidade e os processadores necessários a uma taxa de utilização específica, além do número e tamanho para encomendas de matéria-prima necessária do fornecedor externo, embasada na data de entrega e custo de

transporte, tempo de configuração e custo de instalação ao produzir mais do que um tipo de produto, capacidade produção, entre outros.

Relata Widyadana *et al.* (2010) que o *kanban* é usado para desencadear a produção, sendo seu número primordial para otimizar a implementação JIT, que é uma filosofia implementada amplamente em muitas fábricas para minimizar o custo do inventário e estabelecer o fluxo contínuo. O princípio da filosofia JIT é a fabricação do item certo, na quantidade certa, no qual os bens são fabricados apenas quando eles são necessários e são desencadeados pelo sinal *Kanban*. Vale ressaltar que Sato e Khojasteh-Ghamari (2012) salientam que a fábrica deve ter uma estrutura de processamento fortemente ligada, baseada em filas de tempo dos materiais no estoque, por meio de sistemas como o FIFO (*First in First out* – primeiro a entrar e primeiro a sair), mantendo uma política de controle rígida.

Mesmo diante de novas tecnologias, na qual a automação é ponto chave, sendo criticada por estimular a superprodução de peças sem levar em conta as exigências de processos subsequentes, como acata Wittenberg (1994), novamente a metodologia JIT defende o que é chamado o fluxo de produção, evitando a produção de peças em excesso, um dos desperdícios do LM. As vantagens do fluxo de produção são dadas com pequenas quantidades produzidas em grande variedade, utilizando-se de pequenos equipamentos de baixo custo, exigindo assim pouco espaço utilizado, no qual elimina em grande parte a necessidade de transporte, alcança o zero defeito e cria mais possibilidades de estabelecer melhorias na organização.

Portanto, a demanda na produção enxuta é que dá a partida na fabricação, e cada estação de trabalho consome itens da estação imediatamente anterior puxando os itens ao longo do processo. Womack e Jones (2004), e Ohno (1988) apontam o fluxo de valor como a prateleira de um supermercado, ou seja, o fluxo do produto físico puxado. Igualmente, idealizou-se o gerenciamento do fluxo chamado gerenciado pela filosofia JIT. Além disso, pode ser observado qual o momento de

lançar novos produtos, norteando o processo de desenvolvimento. Entretanto, para balizar esse fluxo com estoque mínimo, tem-se o *kanban*, que dimensiona os recipientes que acomodarão os itens produzidos e dimensiona os lotes de produção, limitando a quantidade de estoque em processo, os estoques e as informações contidas nos cartões. Torna-se necessário um ambiente participativo, cooperativo e comprometimento entre empresa e funcionais. O sucesso da filosofia do JIT, de acordo CORRÊA *et al.* (2001), depende, dentre outros princípios básicos:

- Eliminação de desperdícios de: superprodução, tempo de espera, transporte, processamento, estoque, movimentação, produzir produtos defeituosos;
- Envolvimento dos trabalhadores na tomada de decisão;
- Participação dos fornecedores;
- Controle total da qualidade.

Para Shingo (1988), o estoque otimizado é um pré-requisito e o sistema de produção misto é a sua característica, baseado em um novo conceito de balanceamento, pois ajusta capacidades excedentes e rejeita inventários, sugerindo a mitigação de problemas ratificados como erros nos movimentos de trabalho e fixação de peças incorretas na máquina que cada troca de ferramentas requer que o trabalhador faça, refletindo-se à questões como: combinar operações e processos que exijam movimentos semelhantes com dispositivos e ferramentas comuns; utilizar dispositivos *poka-yoke* que tornem impossível a realização de movimentos errados, assim como a má ou a não fixação de peças nas máquinas; utilizar ferramentas múltiplas e encontrar métodos de um único toque para troca de ferramentas e matrizes, entre outros.

Em vista do mínimo estoque, o tempo *takt* (tempo que a empresa deve fornecer uma peça ao cliente) é a linguagem de ligação de todas as atividades da produção à demanda real do cliente caracterizada como a pulsação do TPS, destacam Shimokawa e Fujimoto (2011), no qual seu elemento mais definitivo é, sem dúvida, o princípio da fabricação JIT, que visa reduzir desperdícios da então produção voltada à venda pela produção baseada na demanda. Esse processo “gera uma produção para apenas substituir o material que o processo seguinte utilizou”, tornando-se inaceitável o excesso. Segundo Ohno (1988), autor do TPS, o significado de *takt time* é o tempo de fazer uma peça, baseado no atendimento ao cliente, ou seja, a partir do pedido do produto final, alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária, balisado no JIT.

Yang *et al.* (2010) salienta que em análise à processos produtivos e diante do tempo de setup, WIP, capacidade do *kanban* e o tempo *takt* a seguinte conclusão deve ser considerada:

- O sistema *kanban* é altamente dependente do ambiente, pois diferentes parâmetros externos do sistema de produção tais como o tempo de instalação e da relação tempo *takt*, pode exercer impacto positivo ou negativo sobre a escolha dos parâmetros internos do sistema;
- Quanto menor a capacidade de *kanban*, menor será a probabilidade de ocorrência da falta de estoque. Além disso, um fluxo de peça é a melhor escolha, diante de certas circunstâncias;
- Em muitos casos, reduzindo a capacidade do *kanban* significa aumentar o WIP, não havendo uma relação restritiva entre parâmetros internos do sistema, sendo preciso tomar decisões diferentes sobre esses parâmetros com base em diversas funções e objetivos, no qual buscar um resultado satisfatório é mais viável que achar a melhor solução.

Wittenberg (1994) salienta que a eliminação do excesso de produção e o ganho de capital são abraçados pelo conceito JIT, não permanecendo somente no fornecimento de materiais e componentes nas quantidades produzidas e na minimização dos níveis de estoque, no qual fazem com que os problemas de produção apareçam rapidamente. A ideia representada na Figura 3, demonstra um recipiente de água em que um nível elevado (estoque excessivo) e rochas ocultas (problemas) abaixo da superfície da água. À medida que o nível de água é reduzido, representando o inventário cada vez menor, os problemas tornam-se expostos e podem ser combatidos.

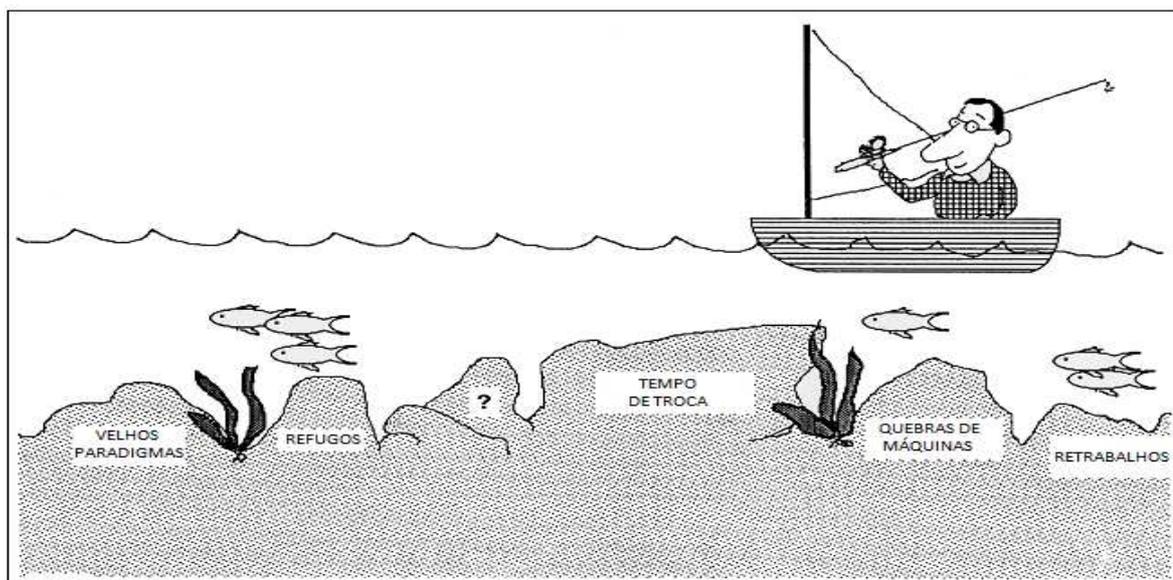


Figura 3 – Mar de estoque e rochas de problemas – fonte adaptada: Wittenberg (1994)

Estabelecendo esse fluxo integralmente pode-se chegar à racionalização do estoque a um estado ideal, do ponto de vista da produção. Sugere Kaynak (2002) a utilização da técnica JITP (*Just-in-Time Purchasing* – JIT em Compras) ou JIT para coordenar e integrar as atividades de gerenciamento de seu inventário, contribuindo para o gerenciamento das operações de SCM (*Supply Chain Management* – Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos) sincronizando o fluxo

de material da cadeia de suprimento e redução simultânea de transporte, tendo como consequência a melhor performance empresarial. Ishikawa (1993) sugere que, assim como os japoneses, os americanos deveriam comprar cerca de 70% de seus componentes, de seu custo de produção e sugere também que a seleção cuidadosa de fornecedores e o controle de qualidade é a gênese da alta qualidade, da confiabilidade e da vantagem de preço dos produtos japoneses.

Para tanto, Kaynak (2002) aponta tópicos primordiais como: a importância do compromisso da alta gerência; o treinamento de habilidades e conhecimento dos empregados envolvidos; uso de técnicas de desenvolvimento empresarial como participação dos empregados nas decisões, reconhecimento dos trabalhadores e trabalho em equipe; criação de uma consciência organizacional para metas através de comunicação com os empregados envolvidos, estabelecimento de relações cooperativas de longo tempo com fornecedores e; escalonamento de transporte e entregas de acordo com as vendas em pequenos lotes.

Destaca Shimokawa e Fujimoto (2011) que o encurtamento do *lead time* (tempo de fabricação, desde a entrada da matéria-prima até o produto acabado) é vital para manter a competitividade da empresa, na qual a eliminação do excesso de estoques de materiais em processo é a melhor forma de encurtá-lo. O tempo de fabricação longo tem chamado atenção para aplicar os conceitos da filosofia LM sendo que em suas causas encontra-se o grande inventário de materiais ou estoque de matéria-prima e material em processo, além do produto acabado em excesso, que ocupa áreas do almoxarifado, da fábrica e da expedição, evidenciando-se como um grande desperdício. O Planejamento e Controle de Produção - PCP “é o grande responsável para manter o controle de estoque dentro da fábrica”, revelando-se o pivô da filosofia LM, pois conhece as necessidades e prazos dos clientes, da fábrica e dos fornecedores, levando ao JIT sistêmico.

Alinhados, os gestores das áreas de Vendas, Produção e Suprimentos devem estar permanentemente interligados para, por meio do *kaizen*, encurtar cada vez mais o *lead time* sob sua responsabilidade, tendo como consequência uma empresa rápida no atendimento às demandas, mais competitiva e de menor estoque, que pode se efetivar em diferencial nos negócios, salientam Shimokawa e Fujimoto (2011), argumentando ainda a necessidade da redução do número de *kanbans* o máximo possível para atingir um fluxo mais enxuto, no qual para enxergar o todo, surge o Mapeamento do Fluxo de Valor ou VSM no qual revela Singh *et al.* (2010) que é uma ferramenta influente para aplicar na empresa, tendo como objetivo identificar oportunidades de melhoria no sistema produtivo.

#### **2.1.4. VSM**

O VSM (*Values Stream Mapping* – Mapeamento do Fluxo de Valor), segundo Rother e Shook (2003), é identificar toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais da sua fabricação, desde a matéria-prima até o cliente, acrescentando também o fluxo do projeto, a concepção e o lançamento, significando que é necessário enxergar o todo e não somente partes do processo. Diante dessa metodologia que utiliza papel e lápis para ser desenvolvida, sua utilização como ferramenta LM é essencial devido:

- Ajudar a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, por exemplo, montagem, solda, entre outros, podendo enxergar o todo;
- Ajudar a identificar mais do que desperdícios, ajudando a identificar a causa raiz dos problemas inerentes ao processo;
- Fornecer uma linguagem comum para tratar das tecnologias de manufatura;

- Tornar as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo a poder discuti-las, evidenciando detalhes e deliberações que acontecem no chão de fábrica;
- Juntar conceitos e técnicas enxutas, ajudando a evitar a implementação de algumas práticas isoladamente;
- Formar a base para um plano de implementação. Ao desenhar como o fluxo total porta a porta deve operar – uma parte que falta em muitos esforços enxutos – os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implementação enxuta;
- Mostrar a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- Muito mais útil que ferramentas quantitativas e diagramas de *lay out* que produzem um conjunto de passos que não agregam valor, *lead time*, quantidade de estoque, entre outros, sendo uma técnica qualitativa com a qual se descreve em detalhe como a unidade produtiva deveria operar para criar o fluxo, sendo primordial para delinear o que fazer para chegar aos objetivos propostos.

VSM tem se mostrado uma ferramenta adequada para redesenhar os sistemas de produção de acordo com os resultados obtidos nos projetos em que são aplicados. Como principais chaves para garantir o sucesso de sua aplicação, destaca Lasa *et al.* (2008), os seguintes aspectos devem ser mencionados:

- Ter uma equipe preparada com papéis estabelecidos de acordo com o que o VSM técnica aconselha;
- Necessidade de envolver a gestão na tomada de decisões e mostrando a importância do projeto para a empresa;
- Acompanhamento exaustivo das etapas do VSM, sendo importante definir a reserva de um tempo para a dedicação exigida pela aplicação;

- A importância dos sistemas de informação para obter, comparar e processar dados relativos ao fluxo de produção, no qual esse recurso torna-se de grande valor por duas principais razões: por um lado, acelera o processo de aquisição de dados para a elaboração do mapa do estado atual e, por outro lado, subscreve os dados obtidos na própria planta de produção;
- Finalmente, é necessário destacar o treinamento da equipe para ser capaz de alcançar mapas futuros mais ambiciosos, incluindo conceitos inovadores que quebram velhos paradigmas de produção, tornando a manufatura cada vez mais enxuta e sem desperdícios.

No entanto, Emiliani e Stec (2004) advogam que o VSM por si só não é suficiente para obter os gerentes seniores envolvidos e mudar suas crenças fundamentais sobre os negócios, pessoas e processos. Além disso, não é habitual para gerentes seniores, qualificados em práticas de gestão convencional, participar diretamente nas atividades de melhoria contínua, pois já tem conceitos de orientação de negócio enraizados. Como resultado, eles não obtêm as experiências em primeira mão que são necessários para formar novos paradigmas e, assim, melhorar a eficácia da liderança. Por outro lado, o sistema de gestão LM, praticado corretamente, exige a participação direta e periódica por gerentes seniores, resultando na formação de novas crenças, que impulsionam o desenvolvimento de novos comportamentos e competências que são muito mais alinhados aos resultados de negócios desejados.

Seth *et al.* (2008) argumenta que sempre que há um produto para um cliente, há um fluxo de valor. Entretanto, com a utilização de métodos inadequados na indústria de transformação, a desorganização e a presença de um grande número de redes de pequenos fornecedores, a cadeia de abastecimento está tornando-se ineficiente, causando prejuízos e desperdícios que podem ser percebidos em termos de excesso de capacidade e de estoque, movimentação e transporte

desnecessários, entre outros, que precisam ser tratados para melhorar a eficiência e eficácia da cadeia de suprimentos. Singh *et al.* (2010) aborda que o desafio está em enxergar e trabalhar nos desperdícios encontrados, no qual VSM é capaz de melhorar a visão, podendo ser aplicado da mesma maneira em praticamente qualquer atividade expandida ou localizada.

Demonstra Hines e Rich (1997) que para compreender completamente os fluxos de valor diferentes em que os fornecedores operaram, é necessário mapear essas empresas coligadas e verificar o valor agregado dentro das empresas e seus processos, que fazem com que o produto ou serviço seja mais valioso para o consumidor final. A diferença entre a fonte tradicional ou cadeia de valor e o valor corrente é que o primeiro inclui as atividades completas de todas as empresas envolvidas, enquanto o segundo refere-se apenas às partes específicas das empresas que realmente agregam valor ao produto ou serviço. Como o fluxo de valor é uma visão muito mais focada e contingente do valor acrescentado ao processo, permite uma extensão da redução de desperdícios interno eficaz, na qual tal abordagem pode ser aumentada e alargada para a definição do fluxo de valor, estando no cerne da criação de empresas LM em que cada um dos membros de fluxo de valor trabalha para reduzir os desperdícios nas atividades, tanto dentro como entre as respectivas organizações.

O mapa do estado atual do fluxo de valor retrata a satisfação do cliente em processos que consomem grandes quantidades de recursos, enquanto o mapa do estado futuro do fluxo de valor retrata o atendimento dos processos dos clientes consumindo muito menos recursos, aborda Emiliani e Stec (2004). A diferença entre o estado atual e futuro destaca a ineficácia dos gerentes seniores, bem como programas tradicionais de desenvolvimento de liderança, revelando paradigmas fundamentais possuídos por pela alta administração, que por sua vez levam a comportamentos e competências que impactam diretamente no desempenho financeiro e não financeiro, na alocação de recursos materiais e humanos, competitividade, desenvolvimento e satisfação do cliente. Diante disso,

Emiliani e Stec (2004) retrata que o VSM pode ser usado como ferramenta de diagnóstico para identificar problemas de liderança e caminhos para melhorar a eficácia do comando. Os mapas do estado atual e futuro do fluxo de valor são simples, de alto impacto, com uma página de ilustrações cujo significado relativo ao desempenho do negócio pode ser facilmente compreendido pelos gerentes seniores, contrastando-se em relação a modelos de liderança abstratos e desenvolvimento de programas de treinamento organizacionais baseados em teorias ou padrões de comportamento de competência que não se relacionam diretamente com processos de negócios reais.

Entretanto, Gurumurthy e Kodali (2011) alegam que uma das razões para o fracasso de uma organização em seus esforços de implementação LM é devido ao fato de que os gestores não compreendem totalmente como uma organização será depois que se transforma pelos princípios da filosofia, mesmo diante de algumas ferramentas como o VSM, que demonstra o estado atual e simula o estado futuro da organização frente à aplicação de ferramentas como elementos lineares de produção, evidenciados na aplicação e identificação do número ótimo de *kanbans*, comparação entre sistema empurrado e sistema puxado, montagem de modelos mistos, baseado em um determinado sequenciamento de produção, máquinas e operadores com multi-função, redução do tempo de ciclo, melhorias de processo, entre outros. Rother e Shook (2003) salientam que somente com uma liderança que enxergue através das fronteiras dos fluxos de valor de um produto é que as mudanças irão acontecer, ou seja, a melhoria contínua chamada de *kaizen* é papel primordial também da gerência de topo.

#### **2.1.5. KAIZEN**

Esta ferramenta está baseada na melhoria contínua com base no bom senso e no uso de soluções baratas que se apóiem na motivação e criatividade dos colaboradores para melhorar a prática de seus processos de trabalho. É considerado o elemento chave dentre os conceitos de gestão japoneses com foco

no Sistema Toyota de Produção, destacam Sharma e Moody (2003), no qual contribuiu para a evolução do LSS. Brunet e New (2003) acrescenta que o *Kaizen*, originalmente criado no Japão, envolve um conjunto de atividades, no chão de fábrica ou outro local de trabalho, com a intenção de melhorar as operações e o próprio ambiente. “*Kaizen* implica melhoria que envolve todos, com relativamente poucas despesas. A filosofia assume que seu estilo de vida deve ser o foco dos esforços de melhoria contínua”, garante IMAI (1996).

O *Kaizen* promove o processo orientado pensando porque os processos devem ser melhorados antes que resultados melhores sejam obtidos. Isso pode ser muito diferente do pensamento orientado para os resultados da maioria dos gerentes ocidentais, garante Marksberry *et al.* (2010). Além disso, a técnica é direcionada para as pessoas, sendo dirigido aos seus esforços. É válido ressaltar que resultados contam, mas o *kaizen* assume que aprimorar as atitudes dos trabalhadores e seu empenho são mais susceptíveis de produzir proventos em longo prazo do que faria o mero pensamento orientado ao resultado. Diante disso, é importante salientar que a metodologia começa com as pessoas, concentrando-se na sua atenção e no seu desempenho, voltada ao progresso de seus processos de trabalho, que devem ser continuamente aperfeiçoados em busca de melhores resultados para satisfação dos clientes.

Entretanto, a padronização é um elemento característico essencial do *kaizen*, contextualizando-se no estabelecimento de um modelo, mantendo-o e em seguida melhorando-o, advoga Wittenberg (1994). Nesse cenário, as normas são definidas como um conjunto de políticas, regras, diretrizes e procedimentos estabelecidos pela administração para todas as principais operações, que direcionam os empregados na realização de suas tarefas com êxito. Se as pessoas são incapazes de aderir a um padrão, a gestão deve fornecer treinamento ou rever o padrão de modo que ele possa ser seguido. A padronização tem o conceito de "A Fábrica Óbvio", em que locais são claramente identificados para tornar o fluxo de produto e pessoas fácil, os regulamentos são

claramente mostrados e pisos são pintados para fazer com que vazamentos e sujeira sejam aparentes, buscando a gestão visual.

Muito do pensamento *kaizen* é voltado à qualidade, destaca Wittenberg (1994). Não só a qualidade dos produtos, mas em primeiro lugar a qualidade das pessoas. Colocar a qualidade em pessoas significa ajudá-las a tornar-se consciente em *kaizen*. No Japão, o conhecimento do controle de qualidade, de engenharia e de outras técnicas é transmitido para todos para que as pessoas possam resolver os problemas e buscar até mesmo empregos melhores, no qual afirma-se que o controle de qualidade começa com treinamento e termina na formação, ressaltando-se que o treinamento é primordial, ocorrendo regularmente desde a alta gerência, a média gestão e aos trabalhadores do chão de fábrica ou *gemba*, isto é, local de trabalho onde a produção acontece. Perante o exposto, o valor é criado e a solução de problemas é delegada, havendo dez regras básicas para praticar o *kaizen* no *gemba*:

- Descartar ideias convencionais fixas relativas à produção;
- Pense em como fazer e não porque não pode ser feito;
- Não dar desculpas, começando questionar porque a prática atual;
- Não procurar a perfeição, Fazendo imediatamente, mesmo que por apenas metade do alvo;
- Corrigir os erros de uma só vez;
- Não gastar dinheiro para *kaizen*;
- Sabedoria é trazido para fora quando confrontados com dificuldades;
- Perguntar "por que" cinco vezes e procurar causa raiz;
- Buscar a sabedoria de dez pessoas ao invés do conhecimento de um;

- Ideias de *kaizen* são infinitas.

Um desvio da produção normal deve ser abolido e combatido por seis princípios *gemba*, destaca Wittenberg (1994):

- Quando ocorre uma anormalidade, ir primeiro ao *gemba*;
- Verificar o *gembutsu*: Máquina, materiais, refugo, segurança;
- Tomar contramedidas temporárias imediatamente;
- Encontrar a causa raiz;
- Remover a causa raiz;
- Padronizar para evitar que os problemas não se repitam.

Em seguida, continua Wittenberg (1994), o *kaizen* transforma a atenção para a eliminação dos sete *mudas* (desperdícios), tendo como exemplo a redução da distância entre máquinas ou operações, usando ambas as mãos, reduzindo o número de movimentos e operações, entre outros. Do chão de fábrica, a metodologia se espalha para todas as outras funções do negócio, incluindo planejamento de design do produto, planejamento de produção, compras e vendas, pois emprega técnicas de gestão destina a ser aplicado a todos os aspectos do negócio que tem múltiplas facetas.

Aken *et al.* (2010) sugere que é preciso empregar métodos de análise sistemática no desempenho do *kaizen* ainda durante o planejamento do evento, fazendo com que haja melhora na definição e foco dos itens selecionados, que por sua vez aumentam consideravelmente a probabilidade de sucesso do evento. Em análise criteriosa, Farris *et al.* (2009) revela a necessidade de um facilitador, tendo um papel crítico desde o acompanhamento, até a implantação de práticas sustentáveis que vão culminar nos bons resultados esperados pela atividade. Diante disso, a liderança que acreditava que o papel do facilitador era crítica

apenas no planejamento e execução do evento, deve quebrar este paradigma, em busca de implicações que perdurem em longo prazo.

Como cada atividade e cada produto é capaz de aperfeiçoamento, Wittenberg (1994) salienta que o guarda-chuva *kaizen* abrange muitas das técnicas de gestão que têm sido se desenvolvido ao longo dos últimos 40 anos ou mais, incluindo os círculos de qualidade, TPM, sistemas de sugestões, *Kanban*, JIT, melhoria da produtividade, robótica, automação, entre outros. Entretanto, em sua extensão, *kaizen* não abrange inovação, que é baseada por mudanças de concepção, sendo um processo gradual aplicado por meios alternativos de introdução de melhorias, em que ambos são necessários em muitas empresas. A filosofia *kaizen* se diz mais adequada para um crescimento econômico lento, enquanto a inovação é mais adequada para um rápido crescimento econômico. *Kaizen* significa pequenas melhorias feitas como resultado de contínuo esforço, em contrapartida da inovação, que envolve uma melhoria drástica, como resultado de um grande investimento em novos equipamentos ou tecnologia.

A estratégia *kaizen* tem sido reconhecida como um fator importante no sucesso das empresas japonesas, ressalta Smadi (2009). Muitas empresas ocidentais que implementaram a técnica em seus locais de trabalho, encontraram resultados favoráveis, manifestado principalmente em redução de custos e melhoria da competitividade. Claramente, indica que pode ser considerado como uma filosofia comercial, pois pode caber em práticas de gestão quotidiana nas organizações.

O tema inspirador do *kaizen* é que há sempre um espaço para melhorias, indicando que nunca se deve estar satisfeito com o *status quo*, colocando a empresa à frente da concorrência em um ambiente empresarial altamente competitivo, mas que certamente exige uma mudança de atitudes de gestão, havendo a necessidade de repensar a maneira como tratar questões relativas aos trabalhadores, como exemplo, estarem dispostos a partilhar o poder com níveis menores, concorda Farris *et al.* (2009). Membros da organização devem ser

habilitados a participar na definição de metas para melhoria contínua dos processos, segundo Smadi (2009), por meio da criatividade, embasado em um código de ética, apelando claramente à alta gestão desenvolver uma cultura dentro da empresa para apoiar a implementação da metodologia.

De fundamental importância para os mecanismos de controle da produção japoneses, como ressalta De Haan *et al.* (2001), a generalidade e simplicidade do *kaizen* são ao mesmo tempo suas fraquezas e suas forças. Encontra-se como meta vital do fluxo de valor que busca o aperfeiçoamento pessoal, manifestando-se em: produtos, processos, tarefas, relacionamentos, entre outros. Sharma e Moody (2003) apontam que o importante é o trabalho em equipe, pois para cada Evento *Kaizen* é formada um grupo multifuncional de operadores, engenheiros, pessoas do setor administrativo, fornecedores e, às vezes, pessoas externas. Com o trabalho conjunto a equipe identifica e ataca o problema de diversos ângulos, incentivando soluções criativas. Dessa forma, uma vez a idéia sendo aprovada pela equipe, ela é implantada imediatamente com total apoio da organização.

Nazareno (2008) nota que as pessoas envolvidas nos projetos podem ter uma grande dificuldade em conciliar suas atividades rotineiras com as atividades de melhoria, o que leva à demora encontrada na implantação das ferramentas de produção enxuta projetadas, na qual a condução vagarosa de processos de implantação ocorre, em partes, devido à utilização de cronograma tradicional que constantemente não é cumprido, embora tenha prazos e responsáveis bem definidos. Além disso, o baixo envolvimento do pessoal de nível operacional nesse modelo tradicional de implantação de projetos dificulta a ancoragem de novos sistemas de produção. Diante disso, propõe-se a utilização do Evento *Kaizen* como veículo de implantação de práticas de produção enxuta, destaca Doolen *et al.* (2008).

Portanto, o *kaizen* está inserido em um escopo maior de um grande e complexo projeto de melhorias, porém, quando utilizamos esta ferramenta, segundo Nazareno (2008), as implantações e resultados tendem a ser mais rápidos e efetivos.

## **2.2. O SIX SIGMA BASEADO NA FERRAMENTA DMAIC**

O mercado global está se tornando cada vez mais consciente da qualidade, segundo Sahoo *et al.* (2008). Para competir nesse ambiente, as empresas precisam adotar uma técnica eficiente para alcançar um conjunto ótimo de parâmetros de funcionamento, capaz de assumir uma abordagem diagnóstica para atender às necessidades e expectativas dos clientes, em que mundo industrial se deu conta de que a filosofia SS é certamente uma solução viável para a exposição das dificuldades no chão de fábrica, que por meio de sua implantação, identifica-se uma redução significativa dos problemas encontrados e, conseqüentemente, aumenta a qualidade dos produtos.

Analogamente, o SS foi desenvolvido na Motorola por um engenheiro, Bill Smith, em meados de 1980 e popularizado na década de 1990, advogam Antony (2011) e Corbett (2011), e salientam que SS é uma abordagem de melhoria que visa encontrar e eliminar as causas de defeitos ou erros nos processos, focando nas saídas das atividades que são críticas nos olhos dos clientes. Seis princípios Sigma podem ser usados para alocar o processo médio e ajudar a criar produtos robustos com técnicas para reduzir a variação excessiva em artifícios que conduzem a má qualidade. Utiliza-se de ferramentas estatísticas baseadas em uma metodologia que fornece dados para impulsionar soluções, melhorando drasticamente os resultados finais. Também exige um comprometimento forte da alta administração e das bases inferiores, porém, pelo motivo da complexidade de suas ferramentas, o nível de formação e educação dos colaboradores envolvidos deverá ser mais elevado.

Os atributos técnicos e interpessoais dos *Black Belts*, responsáveis por desenvolver projetos de melhoria em SS, proporcionam uma importante base para o desenvolvimento das atividades, no qual os treinamentos devem focar a concepção de formadores de ideias, conforme Hilton e Sohal (2012). Entretanto, é primordial comparar as qualidades de cada componente com a formação obtida para determinar a sua competência, na qual a capacidade dos especialistas SS é em parte devido à formação e avaliação que eles receberam. A formação de facilitadores SS, em especial, a garantia do aprendizado em estatística, precisa do envolvimento da academia no projeto de cursos apropriados, que embora grande parte do material do núcleo técnico, como o design experimental e controle estatístico de processo, são comuns em praticamente todos os provedores, a amplitude e profundidade de cobertura de tópicos irá variar.

Revelam Santos e Martins (2008), que a redução da variabilidade nos processos críticos para o negócio são destaques importantes em uma organização em que o pensamento e os métodos estatísticos passaram a ser valorizados como meios vitais para atingir os objetivos de algumas empresas. Diante de fatores chave de sucesso fundamentado nas abordagens estatísticas e estratégia, o alinhamento estratégico funciona como catalisador e o SS como influencia direta na atuação da maioria das companhias com foco na estatística que está embasada na quantificação da variação, que é feita em números de desvios padrão, associados a uma variável aleatória de interesse no estudo de um processo crítico, estando fortemente relacionada aos conceitos de CEP (controle estatístico de processos). A metodologia descreve a relação dos índices de capacidade de processo com o padrão de qualidade da quase perfeição representado por  $6\sigma$ , que condiz com o número de 3,4 PPM (partes por milhão).

Diante da metodologia SS, projetos são desenvolvidos com base em técnicas estatísticas, advoga Baez *et al.* (2010), abandonando estratégias antiquadas de tentativa e erro ou testes por meio do recolhimento de um grande número de amostras, dos quais apenas analisado a média e o desvio padrão, sem qualquer

embasamento estatístico, as conclusões não eram adequadas, elevando demasiadamente os custos por conta dos tamanhos de amostras utilizadas. Outro aspecto importante é que para implementar a melhoria, não é necessário investimento, mas apenas controlar a adequação de cada um dos fatores perante aos níveis necessários do processo, abdicando de projetos que eram modificados pelo julgamento dos operadores ou supervisor de linha, dependendo somente do seu ponto de vista.

Diversos autores destacam ganhos valiosos diante da utilização de projetos baseados no SS. Baez *et al.* (2010), por exemplo, revela como principais ganhos em uma indústria na área de eletrônica a redução de 99,986% de peças refugadas e conseqüentemente a redução drástica com custos de qualidade. Em seus estudos em uma indústria do setor automotivo, Kumar *et al.* (2007) desponha melhoria na capacidade do processo na ordem de 62% e ganhos significativos expresso em milhares de dólares. Diante dos exemplos relatados, demonstra-se que não importa o ramo de atividade da empresa, os resultados tenderão a aparecer com a aplicação da metodologia SS.

A faceta estatística, tão enfatizada nas publicações do início da década de 90, destaca Santos e Martins (2008), continua sendo priorizada, mas de forma mais restrita à aplicação da metodologia sistematizada pelo ciclo DMAIC (definir; medir; analisar; incrementar; e controlar), caracterizado pelo seu potencial de solução de problemas por assegurar a redução na taxa de defeitos e falhas nos produtos, serviços e processos e pelo DFSS (*Design for Six Sigma* – projetando para o *six sigma*), com seu enfoque mais preventivo é mais direcionado para a inovação e otimização e tem sido uma solução potente na minimização de ocorrências indesejáveis e inconveniências associadas ao lançamento e desenvolvimento de novos produtos, bem como no reprojeto de novos processos, no qual os dois objetos integram boa parte dos debates em torno da implementação dos projetos SS e da especialização das pessoas.

SS é uma abordagem disciplinada para eliminação de defeitos em qualquer processo de fabricação, identificando e priorizando projetos de alto impacto e que as empresas possam estabelecer metas agressivas de ganhos que estejam embasadas na satisfação e fidelização dos clientes, além de elevar a lucratividade e trazer consigo uma mudança cultural, diante dos benefícios alcançados associados diretamente aos objetivos estratégicos do negócio, salienta Kumar *et al.* (2007), que tem o DMAIC como base para o desenvolvimento das concepções pleiteadas para resolução dos problemas, destacando-se suas fases:

- Definir - A fase definir está preocupado com a definição de metas de projeto e limites, e a identificação de questões que precisam ser abordados para atingir o maior (melhor) nível sigma;
- Medir - O objetivo da fase de medir da estratégia SS é reunir informações sobre a situação atual, para obter dados de base no desempenho do processo atual e identificar áreas problemáticas;
- Analisar - O objetivo da fase analisar é estudar os dados usando ferramentas gráficas / estatística de análise para identificar e isolar a causa raiz de problemas de qualidade;
- Melhorar - O objetivo da fase melhorar é implementar soluções que resolvam os problemas (causas raízes) identificados durante a fase analisar anterior;
- Controle - O objetivo da fase de controle é colocar em prática medidas em curso para monitorar tanto o processo de produção quanto os fatores que influenciam na variação do processo, garantindo assim que os resultados alcançados na fase anterior sejam sustentadas.

Satolo *et al.* (2009) revela que a filosofia SS, embasada na técnica DMAIC, utiliza um rol extenso de ferramentas, mas que 15% delas são as mais utilizadas em

todas as etapas. Isso se deve ao fato de que existem técnicas e ferramentas que se mostram apropriadas para uma etapa e não para outras, ressaltando-se que aparentemente as técnicas e ferramentas comuns a todas as etapas seriam mais utilizadas em razão de preferência ou de maior domínio (conhecimento, habilidade e facilidade de uso) pelos participantes do Programa Seis Sigma das empresas, no qual cabe destaque:

- Coleta de dados;
- Histograma;
- Diagrama de Pareto;
- *Brainstorming*
- Carta de controle;
- Índices de capacidade;
- Fluxograma;
- Mapa de processo;
- Avaliação do sistema de medição;
- CEP.

A implementação do SS com pensamento estatístico aparece como um tópico mais recente à medida que envolve uma visão mais holística de aplicação dos fundamentos estatísticos, advogam Santos e Martins (2008). A relação com a implementação da estratégia do negócio com o uso dos indicadores de desempenho é um fator relevante, uma vez que o SS é sendo compreendido como um programa amplo que pode estar interligado aos assuntos estratégicos e ao impacto sobre o desempenho do negócio. O meio adotado para capacitação

das pessoas ainda é um tópico abordado com limitações, sem a introdução de novas teorias para avaliar os reflexos positivos ou negativos gerados pelos cursos de treinamentos dos membros da equipe de especialistas (*master black belts*; *black belts*; e *green belts*).

Em concordância com Näslund (2008) e mais especificamente em relação à SS, Kumar *et al.* (2008) destaca claramente que SS não é apenas modismo ou mais uma iniciativa de qualidade. Kumar *et al.* (2008) salienta que é um “modo de vida”. É um negócio estratégico baseado na tomada de decisão objetivo e resolução de problemas, contando com dados significativos e reais para a criação de metas viáveis, analisando causas de defeitos e sugerindo as maneiras de eliminar a lacuna existente entre o desempenho e o nível desejado de desempenho, na qual a organização SS abraça os fundamentos do pensamento estatístico em que todo trabalho ocorre em um sistema de processos interligados. Diante de que a variação existe em todos os processos, pode-se compreender e reduzir a variação, o que se torna a chave para o sucesso. SS tem semelhanças com programas de qualidade do passado, pois contém muitas das mesmas ideias e filosofias que foram ensinadas durante anos, mas é muito diferente em seu âmbito.

Entretanto, Santos e Martins (2008) concordam que é importante ressaltar que as organizações que investem no SS, a redução da variação, a medição e a coleta de dados podem ser interpretadas como um princípio básico para o sucesso da metodologia que também depende também de uma combinação harmoniosa de certos fatores considerados essenciais na sua implementação, destacando-se a orientação e o alinhamento estratégico, a medição e o gerenciamento do desempenho organizacional, o uso de estatística (pensamento estatístico), a capacitação e a especialização das pessoas e a implementação e o gerenciamento de projetos. Todos são fatores essenciais para estruturar ou reestruturar o processo de implantação da filosofia que deve ser considerada como um programa amplo, que expressa o modo e o plano traçado pela

organização para atingir seus objetivos estratégicos e operacionais de melhoria da qualidade e de aumento de potencial competitivo, por meio da maior satisfação dos clientes.

### **2.3. O LEAN SIX SIGMA**

A união das filosofias torna-se uma importante metodologia de ganhos para as companhias. Isto porque Antony (2011) garante que enquanto o LM é focado principalmente em materiais e informações entre as etapas das atividades produtivas, o *Six Sigma* pode ser extremamente útil na abordagem do mau desempenho que não agregar valor nas transformações dentro das etapas do processo. Muitos princípios enxutos são fundamentalmente baseados em modelos qualitativos desenvolvidos a partir de anos de experiência. *Six Sigma*, por outro lado, pode desempenhar um papel crítico na compreensão do que realmente está acontecendo dentro das etapas da manufatura.

Neste panorama, Arumugam *et al.* (2012) concluem que LM aborda a velocidade e eficiência e SS refere-se a precisão e exatidão. Alguns deles são fáceis de usar e alguns são complexos e avançados, o que pode exigir a aquisição de habilidades e conhecimentos especiais por parte das empresas que desejam usá-los. É válido ressaltar que o algoritmo DMAIC (Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar) utilizado no SS é consistente com o ciclo PDCA (Planejar-Fazer-Checar-Agir) de Deming muito utilizado no LM. Entretanto, ferramentas e técnicas são apenas um meio, e não as soluções para os problemas, na qual a seleção adequada, com base em situações e objetivos do projeto, é que irão garantir e aprimorar o resultado.

Diante disso, Antony (2011) expõe que as filosofias se complementam para tornar o processo perfeito que irá satisfazer o desejo do cliente para o valor máximo agregado com zero desperdícios. Tanto o LM como o SS ajudam a identificar oportunidades de melhoria na organização em busca do aumento da capacidade

de resolução de problemas das pessoas, tornando-as mais valiosas para si e para a organização a que pertencem no momento atual e futuro. Contudo, existe uma apreensão crescente que o SS não envolve todas as pessoas nas atividades de melhoria, enquanto o LM, conforme Shimokawa e Fujimoto (2011), se engaja no nível do chão de fábrica por meio de atividades de equipes, denominados grupos de *kaizen*. É certo que as pessoas requerem uma quantidade razoável de habilidades específicas e treinamento no uso de ferramentas e técnicas especiais para participar projetos SS. Porém, para resolver todos os problemas enfrentados por uma organização, é necessário uma abordagem sistêmica e metodológica que inclui tanto o LM como o SS, na qual somente com a participação de todas as pessoas voltadas verdadeiramente nas atividades de melhorias, é que as empresas serão capazes de alcançar vantagem competitiva.

Corbett (2011) enxerga LSS como uma filosofia que envolve todo o pessoal a usar aprimoradas ferramentas para direcionar o desenvolvimento dos aspectos de mercado que precisa evoluir, no qual existe uma lacuna entre a situação real e ideal. Diante do LSS, benefícios podem ser adquiridos com a melhora da eficiência da organização, salienta Arumugam *et al.* (2012), pois esse é o objetivo principal de LSS, baseado na redução da variabilidade do processo. Embora a ferramenta tenha algumas limitações, sua força está concentrada no desencadeamento da resolução de problemas, tornando o observador compreender o *status quo* do processo, oferecendo algumas vitórias rápidas ao longo da atividade e facilitando a geração de um conjunto de hipóteses sobre as causas de variações, dando argumento para o aumento do poder da metodologia.

No processo evolutivo da qualidade, Ishikawa (1993), garante que praticar um bom controle de qualidade é desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade que é mais econômico, mais útil e sempre satisfatório para o consumidor, no qual a qualidade deixa de ser responsabilidade de um departamento de controle de qualidade para ser uma obrigação de todos, do presidente da organização ao funcionário do mais baixo nível hierárquico.

Chiarini (2011) destaca que nas culturas ocidentais o TQC (Total Quality Control – Controle Total da Qualidade), que pode ser definido como um conjunto de atividades envolvendo toda a empresa que têm como objetivo assegurar o resultado final do empreendimento, evoluiu para o TQM (Total Quality Management – Gerenciamento da Qualidade Total), que compreende o gerenciamento das relações entre todos os envolvidos com a existência da empresa, não se restringindo somente ao relacionamento com o cliente. Nesta segunda abordagem, foi perdido o estilo japonês, mas, apesar de TQM ter perdido sua identidade, mantém as típicas ferramentas de qualidade e técnicas do TQC oriental.

Empresas de manufatura tem sido e continuará a ser um dos pilares da economia, destaca Chin e Pun (2002), havendo a necessidade de desenvolvimento de alto valor agregado, a introdução de tecnologias avançadas e de uma abordagem eficiente e eficaz de gestão da qualidade, no qual as organizações precisam ter compromissos de gestão de pessoas para construir uma cultura de qualidade que compromete-se com a melhoria do desempenho organizacional. Os esforços de TQM facilitam a aplicação adequada das novas tecnologias, equipamentos e métodos de produção, alocação de recursos, melhoria da produção e eficiência de gestão, termos de saúde, ambientais e requisitos de segurança e responsabilidade pública social. No entanto, o excesso de ênfase nos aspectos técnicos, sem compromisso e o cultivo de paradigmas antiquados, por vezes adia a implementação real do TQM, necessitando-se estabelecer uma cultura de capacitação do sistema em que todos os funcionários da organização têm a oportunidade de aprender, permitindo melhorar continuamente seu desempenho.

Pode-se argumentar que a natureza das transições de TQM para SS e para os fenômenos LM fosse apenas moda. Entretanto, comparando-se objetivos, abordagem, ferramentas, história e controles destes métodos, bem como a frequência de publicação na academia, a conclusão é que LM e SS são fundamentais e essencialmente se aproximam da atualização de TQM, vislumbra

Näslund (2008). Apesar das ideias por trás da manufatura enxuta não serem tão diferentes das ideias do movimento da qualidade, as organizações devem exibir qualquer método moderno de mudança promovida criticamente, utilizando-se de ferramentas, técnicas e experiências úteis para atingir ganhos substanciais, na qual a utilização de procedimentos novos deve ser de maneira correta, o que garantirá o melhor desempenho da corporação, ressaltando-se a importância de colocar métodos de mudança na empresa e nas melhorias em geral sob um guarda-chuva (gestão de processos) sistemicamente e não exagerado, o que irá aumentar a prontidão organizacional para a mudança e, portanto, o aumento da probabilidade de sucesso de implementação.

Em contrapartida e diante dos sistemas de qualidade propostos, no final da década de 1990 surge o SS gradualmente em substituição ou agregação ao TQM, especialmente em empresas norte-americanas, garante Chiarini (2011), mesmo considerando que não há nenhum traço de SS em aplicações no Japão. SS tem uma abordagem mais hierárquica e de gestão de motivação de pessoas, no qual é gerido por projetos de reengenharia, o DMAIC, no qual advoga Snee (2010) que sem dúvida é o melhor método de melhoria disponível atualmente, sendo de fácil de compreensão e utilizado eficazmente por empresas, funções de processo e de culturas em torno do mundo, ressaltado por sua simplicidade. Diante desta nova abordagem, Chiarini (2011) complementa que a junção do LM japonês com o SS americano trouxe à tona um novo e aclamado sistema de gestão, o LSS, que se apresenta como um DMAIC enriquecido com ferramentas LM em vez de um SS com estilo japonês que leva fortemente em conta a gestão de pessoas.

Entretanto, a integração precisa conseguir uma fusão completa da filosofia LM voltada à eliminação desperdícios com a mentalidade SS da perfeição em todos os momentos, diz Salah *et al.* (2010). Os cinco princípios da produção enxuta lembram muito o processo de melhoria da qualidade desenvolvido pela Motorola, na qual a Figura 4 mostra a relação entre as metodologias SS e manufatura enxuta, baseado que enquanto SS utiliza a estrutura DMAIC como forma holística

para enfatizar o modelo proposto para desenvolvimento de trabalhos de melhoria, na qual a fase “D - define” caracteriza-se pela compreensão da formação daquilo que é de valor para ao cliente, o mapeamento LM do estado atual, baseado no VSM, é uma fase de medição e análise de como os dados são coletados para ver a linha de base em que ideias de melhoria começam a surgir, fazendo com que o diagnóstico possa começar. A fase “M – medir” é o passo que o processo é ajustado para tornar o fluxo de valor de uma maneira melhor do que existia antes de utilizar o exercício do mapeamento do estado futuro, como por exemplo, para introduzir o conceito de puxar. Finalmente, a fase de “C – controle” é onde o processo é aperfeiçoado, por meio da introdução de normas e procedimentos para garantir não só melhorias momentâneas, mas contínuas e revisadas periodicamente, buscando evolução futura.

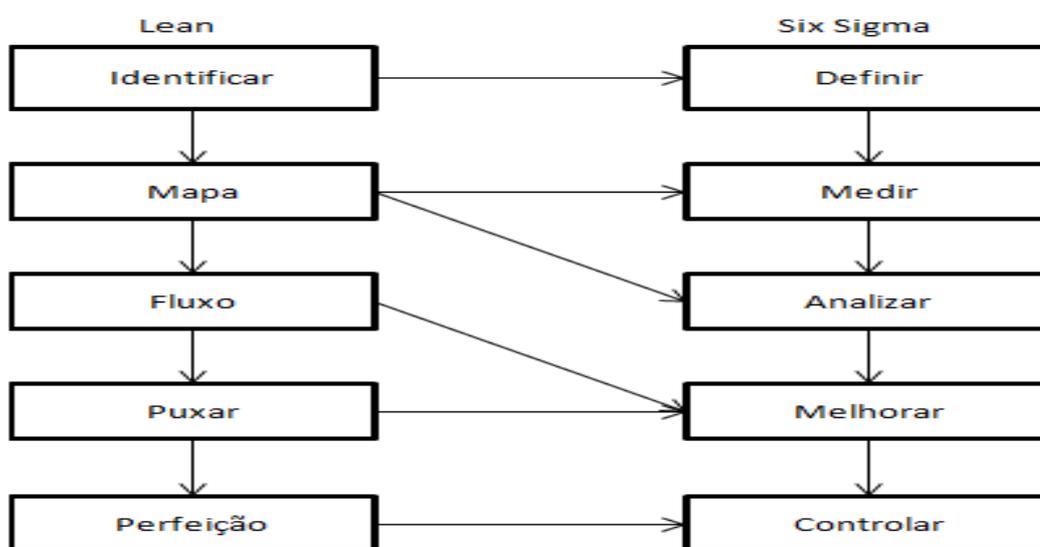


Figura 4 – Relacionamento de fases LM e SS – fonte: Salah *et al.* (2010).

SS e LM são metodologias muito influentes que compartilham objetivos e fundamentos comuns em termos de esforços para alcançar a satisfação do cliente, conforme Salah *et al.* (2010), na qual algumas ferramentas são comuns e pode ser

evidenciadas pela Figura 5. Elas se complementam uma à outra e podem ser integradas para formar uma metodologia superior, isto é, LSS, que supera as deficiências das metodologias individuais, ressaltando-se as diferenças entre as duas metodologias, destacadas por: foco, técnica, como são vistas e criticadas, abordagem (para as pessoas/operação, equipes, mapeamento, processos e sistemas, *design*, certificação e dados), escopo, identificação de lacunas, visão de estoque e produção, práticas (DMAIC x VSM) custos e porcentagens da má qualidade x tipos de desperdícios, definição, execução, ferramentas, software, treinamento, recompensas (custo e material), liderança, duração do projeto, seleção de projetos, tempo de retorno dos resultados, cultura, medidas, natureza do nível de problema, complexidade, deficiências ou características desejáveis, resultados, entre outros.

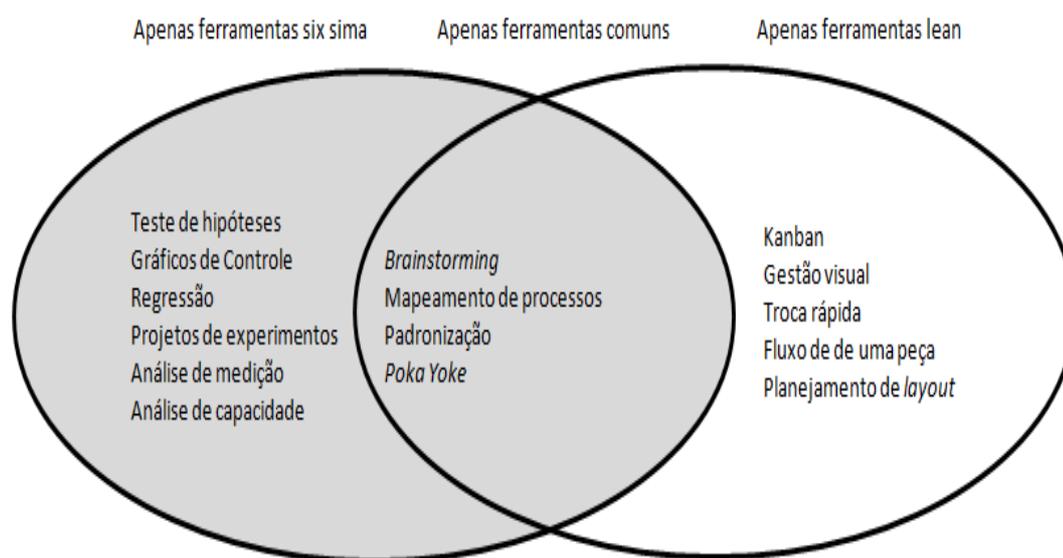


Figura 5 – Um exemplo de ferramentas comuns entre LM e SS – fonte: Salah *et al.* (2010).

Ambos, SS e LM, tem em essência o processo modelado em um sistema holístico e técnico de negócio baseado na abordagem de melhoria, afirma Bendell (2006), na qual sua rota deve depender principalmente das questões que a empresa

enfrenta em sua natureza, bem como ser influenciado pela organização em suas aspirações e percepções individuais. Para muitas organizações, um ponto de partida natural para a melhoria dos processos de negócios é a simples maneira de pensar no mapeamento do fluxo de valor, na qual a próxima etapa depende do interesse organizacional e imperativo comercial, isto é:

- Se a pressão do cliente ou do mercado está exigindo a certificação ISO9001: 2000;
- Se a preocupação é quanto à adequação de recursos humanos qualificados para apoiar o processo de entrega, podendo simplesmente buscar um novo padrão com investimento em pessoas.

Bendell (2006) ainda ressalta que as direções mostradas, evidentemente não se excluem mutuamente, na qual as questões de diagnóstico são úteis para ajudar a identificar a provável direção elementar em que a rota escolhida deve refletir nas necessidades primárias da corporação, fornecendo uma base para um modelo de abordagem holística, que deve ser sequenciada em uma definição mais específica caracterizada por soluções naturais que devem ser desejavelmente tratadas por SS e LM, mas que devem incluir:

- Estratégia;
- Não apenas a abordagem de sistemas, e sim, pessoas integradas à abordagem de sistemas;
- Envolvimento e participação (não apenas funções especializadas, por exemplo, equipes de investigação para melhoria contínua);
- implantação de agentes de mudança;
- Resultado focado;
- Medição com técnicas pertinentes;

Mesmo nas dimensões onde LM e SS são diferentes, ainda existem muitas semelhanças, garante Salah *et al.* (2010), como o foco na satisfação do cliente. Porém, diante das distinções e coincidências, uma delas pode sobressair formando uma oportunidade para completar à outra. É válido ressaltar que SS é uma estratégia de negócio poderosa, salienta Antony (2004), reconhecida como imperativo na consecução e manutenção operacional e excelência de serviços com foco na fabricação. Entretanto, o futuro parece ser a integração das duas metodologias, conforme Salah *et al.* (2010), que alinhada à TQM forma uma metodologia ainda melhor, em que recomenda-se que todos os projetos que aplicarem DMAIC devem utilizar ferramentas adequadas, assim como LM (por exemplo, VSM), conforme o problema e as circunstâncias enfrentadas, na qual a integração conduzirá a uma maior qualidade nos resultados alcançados.

Muito se tem aprendido ao longo dos últimos dez a quinze anos sobre a implantação de iniciativas de melhoria e de metodologias associada, tais como LSS, destaca Snee (2010), no qual os seguintes princípios autoexplicativos devem orientar as ações:

- Senso de urgência;
- Liderança é necessária;
- Usar pensamento de processo - todo trabalho é um processo;
- Reconhecer que variação é uma questão crítica - todos os processos variam;
- Foco no avanço da melhoria e no avanço do desempenho;
- Manter todos os aspectos de iniciativas de mudanças voltados para as questões mais importantes sempre;
- Exigir dos que fazem a mudança mostrar os dados e mostrar os ganhos;

- Trabalhar para que os ganhos sejam sustentáveis;
- Comemorar os sucessos.

A grande força de LSS é o foco em encontrar as chamadas variáveis críticas para a maioria das variações no processo, salienta Snee (2010), que quando são distinguidas e entendidas, cria-se uma oportunidade eficaz de aperfeiçoar e controlar o processo, sendo de extrema importância que a gestão tenha uma abordagem holística e utilize-se de seus grandes talentos para manter o resultado alcançado, no qual é fundamental se concentrar na construção da infraestrutura de sustentação no início da iniciativa, e não depois de se trabalhar sobre a implantação de 12 a 18 meses, como fazem muitas organizações. Melhorar o processo é realizado por meio da construção dos sistemas de gestão necessários, tais como estratégia, metas, orçamentos, análise de gestão, reconhecimento e recompensa, comunicação, entre outros, no qual o bom resultado só poderá acontecer com uma base sólida e permanente da gestão em vigor para orientar e sustentar o esforço na resolução do problema.

#### **2.4. MATRIZ A3**

A maioria das organizações modernas luta para melhorar seu desempenho, conforme Sobek II e Smalley (2010), em que no nível fundamental, a melhoria contínua exige solução efetiva de problemas que, infelizmente, a maioria das empresas não tem sucesso consistente na solução de problemas que encontram em suas rotinas, mesmo sendo excelentes no processo de resolução de urgentes, mas raramente delinea os problemas da organização erradicando sua recorrência.

Talvez o estímulo mais importante à perfeição que é um dos princípios LM de acordo com Womack e Jones (2004), seja a transparência, no qual todos envolvidos em um sistema enxuto como subcontratados, fornecedores de primeiro

nível, integradores do sistema (frequentemente chamados de montadores), distribuidores, clientes, funcionários, entre outros, possam ver tudo e seja fácil descobrir melhores formas de criar valor. Além disso, há um *feedback* quase instantâneo e altamente positivo para os funcionários que efetuam melhorias, uma característica essencial do trabalho enxuto e um estímulo maravilhoso à continuidade dos esforços pela melhoria contínua dos processos.

Uma ferramenta de uso geral que desenvolve a capacidade de solução de problemas de uma organização e de seus membros, guiando todos por uma investigação integral e honesta dos atuais empecilhos no local de trabalho é o modelo A3, salienta Sobek II e Smalley (2010). A técnica, pode ser evidenciada na Figura 6, estimula a colaboração entre os membros da organização e documentam as decisões, planos e resultados de maneira consistente, sendo em geral suficiente para ser aplicada a uma grande variedade de problemas organizacionais, se mostrando simples e eficaz em inúmeros contextos, não sendo necessário treinamento técnico ou matemático sofisticado.

<p><b>1. OBJETIVOS DO PROJETO DE MELHORIA</b>  <i>Descrever aqui os objetivos do projeto de melhoria</i></p> <p><u>Indicadores de Desempenho:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> <li>5.</li> <li>6.</li> </ol> 	<p><b>3. SITUAÇÃO ALVO</b>          (Fluxo de Materiais e Informações – VSM futuro)</p> <div style="border: 1px dashed blue; height: 60px; width: 100%;"></div> <p> <input type="checkbox"/> Observações;  <input type="checkbox"/> Características;  <input type="checkbox"/> Aspectos relevantes;  <input type="checkbox"/> Ações a serem realizadas;  <input type="checkbox"/> Ideias de melhoria;  <input type="checkbox"/> Etc...         </p>																																				
<p><b>2. SITUAÇÃO ATUAL</b>          (Fluxo de Materiais e Informações – VSM atual)</p> <div style="border: 1px dashed blue; height: 100px; width: 100%;"></div> <p> <input type="checkbox"/> Observações;  <input type="checkbox"/> Características;  <input type="checkbox"/> Aspectos relevantes;  <input type="checkbox"/> Etc...         </p>	<p><b>4. PLANO DE AÇÃO</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>AÇÃO</th> <th>RESP.</th> <th>PRAZO</th> <th>STATUS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8.</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	AÇÃO	RESP.	PRAZO	STATUS	1.				2.				3.				4.				5.				6.				7.				8.			
AÇÃO	RESP.	PRAZO	STATUS																																		
1.																																					
2.																																					
3.																																					
4.																																					
5.																																					
6.																																					
7.																																					
8.																																					
<p><b>5. MÉTRICAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> </ol> 																																					

Figura 6 – Fluxo típico de um relatório A3 de solução de problemas – fonte adaptada: Sobek II e Smalley (2010)

Em sua análise, Anderson *et al.* (2011) destaca que a característica mais proeminente da ferramenta A3 é a concisão. Sua apresentação visual, baseada em técnicas como o “5 porques” para identificar causas raízes dos problemas, ajudam a reforçar o conceito de solução de problemas, no qual uma crítica seria a forma resumida de apresentação, não especificando detalhadamente os pontos abordados. Entretanto, o objetivo maior do modelo é realmente concentrar as informações sobre questões chave e as principais causas de problemas, tendo a abordagem dos itens mais relevantes, simplificados e consistentes do sistema produtivo, proporcionando se trabalhar mais objetivamente nos focos que afetam o negócio, que provavelmente descartará qualquer dado sem valor que costumeiramente aparecem em relatórios que encobrem as deficiências analisadas.

A ferramenta A3, relata Sobek II e Smalley (2010), assim chamada devido ao tamanho do papel usado tradicionalmente em sua confecção, foi desenvolvida por profissionais da Toyota por muitos anos, na qual sua força concentra-se no ciclo PDCA que muitos gerentes ainda não tem conhecimento ou não compreendem verdadeiramente seu conceito e importância, sendo um elemento básico fundamental no movimento de Gestão da Qualidade Total. O ciclo PDCA pode ser resumindo de acordo com os passos abaixo:

- **Planejar** – início do método em que o solucionador de problemas estuda completamente o caso ou a oportunidade para compreendê-lo de todos os pontos de vista possíveis, analisando-o (quantitativamente, se possível) para encontrar as causas raízes fundamentais, desenvolvendo uma ou mais ideias para resolver o problema ou aproveitar a oportunidade, criando um plano para sua implementação;
- **Executar** – nesse passo, o plano é posto em prática tão logo seja possível e prudente;
- **Verificar** – este tópico envolve medir os efeitos da implementação e

compará-los com as metas ou previsões;

- **Agir** - se refere ao estabelecimento de um novo processo, solução ou sistema como padrão se os resultados são satisfatórios, ou a aplicação de ações corretivas se não são.

Em um método científico, aborda Sobek II e Smalley (2010), o ciclo PDCA simplesmente estaria enquadrado na seguinte adaptação:

- Planejar é o desenvolvimento de uma hipótese e o projeto do experimento;
- Executar é a condução do experimento;
- Verificar é a coleta de medições;
- Agir é a interpretação dos resultados e a aplicação das ações adequadas.

Destaca Smadi (2009) que a abordagem orientada para a melhoria do processo denominada PDCA gira regularmente para difundir uma cultura de melhoria contínua, contextualizado na Figura 7 como uma prática padrão dentro de uma organização, significando que uma empresa deve estar em constante mudança, melhorando seus processos que devem ser padronizados e novamente aperfeiçoados, numa atividade de evolução contínua.

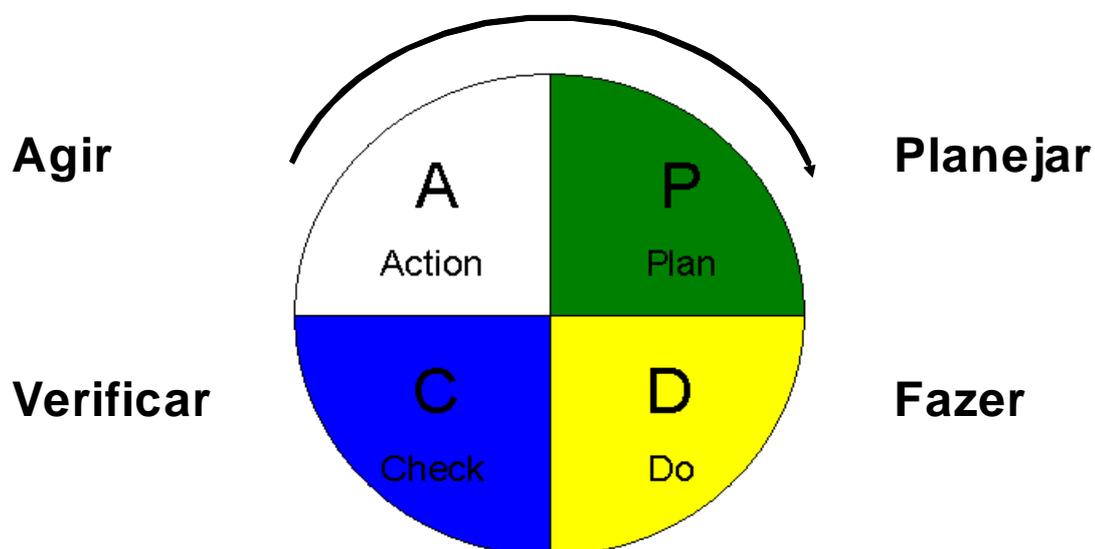


Figura 7 – Ciclo PDCA – fonte adaptada: Smadi (2009)

O relatório A3 relata Sobek II e Smalley (2010) que é uma ferramenta poderosa que estabelece uma estrutura concreta para implementar a gestão PDCA e ajuda a levar os autores dos relatórios a uma compreensão mais profunda do problema ou da oportunidade, além de dar novas ideias sobre como atacar um problema, facilitando a coesão e o alinhamento interno da organização em relação ao melhor curso de ação. Diante disso, a Figura 8 destaca o PDCA de forma explodida para melhor compreensão das etapas.

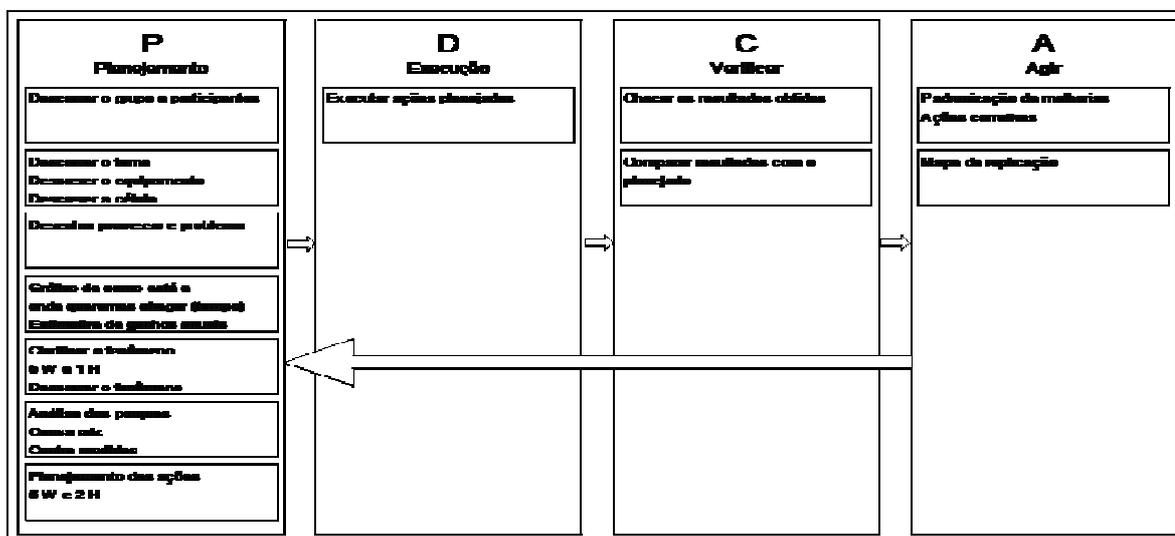


Figura 8 – Ciclo PDCA – processo de solução prática de problemas – fonte adaptada: Sobek II e Smalley (2010)

Assim como qualquer ferramenta, salientam Sobek II e Smalley (2010), é preciso saber usar o relatório A3, no qual a ferramenta em si é menos importante do que o tipo de pensamento promovido pelo seu uso, no qual não podem ser elaborados em isolamento, por um indivíduo trabalhando exclusivamente em seu cubículo, sendo exigida uma qualificação da força de trabalho que se traduz em sistemas de trabalho altamente efetivos e em contínua melhoria e em excelente desempenho organizacional, havendo uma espécie de processo, um conjunto de princípios seguidos em certa sequência, que provoca uma série de comportamentos necessários para aproveitar o poder do relatório A3, enquanto ferramenta de solução de problemas colaborativa, descrevendo uma abordagem prática à solução de problemas, embasado no desenvolvimento intelectual das pessoas. Em especial na Toyota, o sistema de relatórios A3 funciona como uma maneira de cultivar o desenvolvimento intelectual de seus membros e que a gerência da empresa tenta intencionalmente guiar esse desenvolvimento de maneiras específicas, que pode ser desmembrada em sete elementos:

- Processo de raciocínio lógico – agir racionalmente no processo de tomada de decisão e solução de problemas, utilizando do poder do raciocínio, estimulado fortemente pela Toyota;
- Objetividade – enquadrar o problema em relação aos fatos e detalhes relevantes, sem desvios;
- Resultados e processo – estabelecer metas operacionais de negócio agressivas estabelecidas a indivíduos e a equipes com base em objetivos factíveis;
- Síntese, destilação e visualização – transparência de informação, na qual a brevidade é a força;
- Alinhamento – consenso em relação às decisões, levando em consideração fatos sobre a situação em abordada, raciocínio, ação proposta e o plano de acompanhamento;
- Coerência interna e consistência externa – estabelecimento de um fluxo lógico de uma seção do relatório, para o seguinte, o que promove a coerência interna da abordagem de solução de problemas, no qual aceleram a comunicação e auxiliam o estabelecimento de um entendimento compartilhado;
- Ponto de vista sistêmico – compreender a situação em um contexto suficientemente amplo, promovendo o bem geral da organização, evitando resolver um problema em uma parte da empresa e criar outro em outra parte.

Visich e Wicks (2010) concluem em suas pesquisas que o método A3 é uma ferramenta de melhoria de processo importante, que, ao contrário de SS, utiliza ferramentas básicas de qualidade e ferramentas do LM que os trabalhadores não precisam de um alto nível de habilidades quantitativas para iniciar os projetos.

Além disso, acredita-se que o método A3 pode ser utilizado em qualquer indústria que busca melhorias significativas, desde pequenas empresas até organizações médias e de grande porte.

## **2.5. PROGRAMA DE SUGESTÃO E MOTIVAÇÃO**

Quanto mais alto o cargo da gestão, mais há preocupação com melhoria, afirma Wittenberg (1994). Diante de um trabalhador não qualificado, espera-se que desenvolva pelo menos as atividades com os padrões existentes. Diante de sua qualificação, o colaborador se torna mais eficiente e espera-se que contribua com melhorias em seus métodos de trabalho, seja por sugestões individuais ou através de sugestões de grupo, desenvolvendo-se assim o estabelecimento de padrões mais elevados de trabalho, em que se torna trabalho da gestão assegurar que se mantenha o novo nível em outro patamar, além de ser de suma importância incentivar que os funcionários colaborem com mais melhorias, tornando o sistema produtivo mais eficiente e eficaz.

Existe um interesse contínuo entre a administração de nível superior da empresa para fazer uso de trabalhos de programas de desenvolvimento de que possam proporcionar vantagem estratégica adicional em relação à sua concorrência e motivação aos trabalhadores, afirmam Bendoly e Prietula (2008). De acordo com Relatório de Cidadania Global de 2004, a Intel gastou quase 322 milhões de dólares em tais atividades. Microsoft e Motorola oferecem, entre outros exemplos, centenas de milhões de dólares à empresas que estão dispostas a desenvolver projetos nessa linha. A lógica por trás do dinheiro gasto com esses programas é que tais despesas são muitas vezes vistas como investimentos em recursos da empresa e particularmente fazem parte da natureza da organização, sendo investimentos que são difíceis de mensurar e com retorno em longo prazo.

O treinamento é primordial, pois Womack e Jones (2004) diz que os trabalhadores primários e os gerentes da linha de frente em geral não sabem pensar

horizontalmente sobre o fluxo de valor como um todo e como puxá-lo. Em geral, também não conhecem os métodos utilizados na análise da causa raiz, que eliminariam a necessidade de apagar incêndios, no qual solicitar a força de trabalho primária para implementar as técnicas enxutas ou resolver permanentemente os problemas, provavelmente se receberá uma enxurrada de sugestões, seguidas da desilusão geral, quando elas não funcionarem adequadamente.

A filosofia LM sugere delegar responsabilidades aos trabalhadores, tanto em grupo como individual, treinando e capacitando de forma homogênea toda a população fabril para facilitar o desenvolvimento das atividades, aumentando seu desempenho e sua motivação, destaca De Treville e Antonakis (2006). Além disso, a produção enxuta ainda oferece *feedback* a todas as implementações feitas, variedade de habilidades que eliminam a monotonia e aumentam a autonomia que são considerados valores primordiais para elevar o moral.

Entretanto, é válido ressaltar que as atividades em grupo nem sempre motivam os colaboradores, pelo motivo de divergências entre opiniões, no qual podem resultar até mesmo em desmotivação, concordam De Treville e Antonakis (2006). Assim, o papel do líder para enquadramento da equipe diante de sua percepção pode se tornar primordial, no qual deverá haver desenvolvimento de atividades voltadas à forma individual e personalizada dos trabalhadores, tornando-se um facilitador que, somente carismaticamente, extrairá o máximo de potencial da equipe.

Na maior parte deste século, à medida que criamos, pela primeira vez na história da humanidade, milhares e milhares de grandes empresas, não tivemos gerentes bons o suficiente para manter toda essa burocracia funcionando, advoga Kotter (1997). Por isso, tantas empresas e universidades desenvolveram programas na área gerencial, e centenas e milhares de pessoas foram encorajadas a aprender gerenciamento no trabalho, mas receberam poucos ensinamentos sobre liderança. Até certo ponto, o gerenciamento foi enfatizado por ser mais fácil de ensinar do

que a liderança. No entanto, ainda mais do que isso, o gerenciamento era o compromisso principal no século XX, pois era necessário. Para cada empresário ou homem de negócios que fossem um líder, precisávamos de centenas de gerentes para conduzir suas empresas em constante crescimento.

Diante disso, Kotter (1997) complementa que o gerenciamento é um conjunto de processos que podem manter um complicado sistema de pessoas e tecnologias funcionando satisfatoriamente. Os aspectos mais importantes do gerenciamento incluem planejamento, orçamento, organização, recrutamento de pessoal, controle e solução de problemas, produzindo um grau de previsibilidade e ordem, tendo o potencial para lançar de forma consistente os resultados a curto prazo esperados pelos vários acionistas (por exemplo, para os clientes, estar sempre no prazo; para os acionistas, estar dentro do orçamento), podendo ser resumido:

- Planejamento e orçamento: estabelecimento de etapas detalhadas e cronogramas para alcançar os resultados necessários e, em seguida, alocação dos recursos necessários para fazer a mudança acontecer;
- Organização e recrutamento de pessoal: estabelecimento de uma estrutura para executar os requisitos do plano, recrutamento de pessoal para essa estrutura, delegação de responsabilidades e autoridade para realizar o plano, fornecimento de políticas e procedimentos que ajudaram a orientar o pessoal e a criação de métodos ou sistema para monitorar a implementação;
- Controle e solução de problemas: monitoração de resultados, identificação de desvios do plano e planejamento e organização para que esses problemas sejam resolvidos.

Já liderança, afirma Kotter (1997), é um conjunto de processos que cria organizações em primeiro lugar ou as adapta para modificar significativamente as circunstâncias. A liderança define como deverá ser o futuro, alinha o pessoal a

essa visão e as inspira para ação, tendo como balisamento que os produtos mudam, geralmente em um nível surpreendente, e tem a capacidade de produzir mudanças extremamente úteis (por exemplo, novos produtos desejados pelos clientes, novas abordagens das relações de trabalho que ajudem a tornar a empresa mais competitiva).tendo como base:

- Estabelecimento da orientação: desenvolvimento de uma visão do futuro – frequentemente num futuro distante – e de estratégias que produzirão as mudanças necessárias para atingir essa visão;
- Alinhamento de pessoal: comunicação da direção a ser seguida, com palavras e ações, a todos aqueles que cuja cooperação pode ser necessária, de modo a influenciar a criação de equipes e coalizões que compreendam a visão e estratégias e aceitam sua validade;
- Motivação e inspiração: injeção de ânimo nas pessoas para que elas superem as maiores barreiras políticas, burocráticas e de recursos opostas a mudança, satisfazendo as necessidades básicas, mas frequentemente não atendidas dos seres humanos.

Infelizmente, essa ênfase no gerenciamento tem sido institucionalizada com frequência nas culturas das empresas que desencorajam os funcionários a aprender como liderar, salienta Kotter (1997). De forma irônica, o sucesso do passado é, geralmente, o ingrediente-chave para produzir esse resultado. Com uma forte ênfase no gerenciamento e não na liderança, a burocracia e um enfoque interno dominam a situação. Muitas vezes o sucesso contínuo e o resultado, muitas vezes adquiridos pelo domínio do mercado, estagna as empresas, no qual o problema geralmente permanece sem solução e uma arrogância pouco saudável começa a despontar, fazendo com que qualquer esforço de transformação de gerentes em líderes seja muito mais difícil.

Em contrapartida, Sobek II e Smalley (2010) salientam a importância do Toyota Way (Modelo Toyota) que é tratado em dois pilares diferentes: respeito pelas pessoas e melhoria contínua. A casa do TPS destacava sistemas técnicos, como o JIT, enquanto a nova versão destaca pessoas solucionando problemas. O objetivo já nos primórdios da Toyota sempre foi a solução de problemas, apesar disso não estar explícito naquele modelo. Além de focar mais explicitamente o lado humano, esse novo modelo também é genérico e pode ser aplicado a todas as partes da empresa, não apenas à produção.

Com base nesse novo modelo, Sobek II e Smalley (2010) revelam um método de solução que funciona como caixa de ferramentas para a melhoria contínua, baseado no aprendizado com o guru da qualidade W. Edwards Deming há décadas atrás, o PDCA, que se enraizou firmemente como parte integral da cultura corporativa. Contemporaneamente, um modo de descrever os resultados do PDCA é o relatório A3, perfazendo assim um sistema de produção extremamente copiado, mesmo em épocas de crise.

## **2.6. SISTEMA DE PRODUÇÃO**

Devido a baixa flexibilidade na indústria e longos prazos para manufatura, Lanza *et al.* (2012) relata que SMED, definido como redução do tempo de preparação interna e externa para produção de um novo produto, redução do tamanho dos lotes, embasado na produção de uma peça por vez, implantação do TPM em busca da melhoria da disponibilidade e a melhoria da qualidade são fatores que devem ser integrados e primordiais para se alcançar alta rentabilidade, diante da aplicação da filosofia LM que reúne todas essas ferramentas em seu contexto, dando sustentação a um sistema de produção.

Portanto, somente com a estrutura bem definida do Sistema de Produção Lean para suportar uma configuração adaptativa das organizações, partindo desde pequenas empresas até grandes corporações, no qual as empresas conseguirão

um melhor desempenho, revela Dombrowski *et al.* (2010). Entretanto, critérios de configuração do sistema assim como a definição das atividades serão realizadas e implantadas na empresa devem ser abordados como premissa, fazendo com que o sistema seja sólido e tenha resultados extremamente positivos.

Stump e Badurdeen (2012) revelam que a aplicabilidade dos princípios enxutos varia dependendo do tipo de cultura e do ponto de envolvimento do cliente na cadeia de valor. Certos princípios LM como melhoria contínua voltado à redução de desperdícios, gestão visual, 5S, entre outros, pode ser prontamente implementada na maioria dos ambientes de fabris. No entanto, a facilidade de aplicação de outras práticas enxutas, como metodologias demonstradas na extensão das ferramentas que sustentam a casa Toyota evidenciada na Figura 9, tais como JIT voltada à manufatura e o nivelamento de produção, são menos simples de serem implantadas.

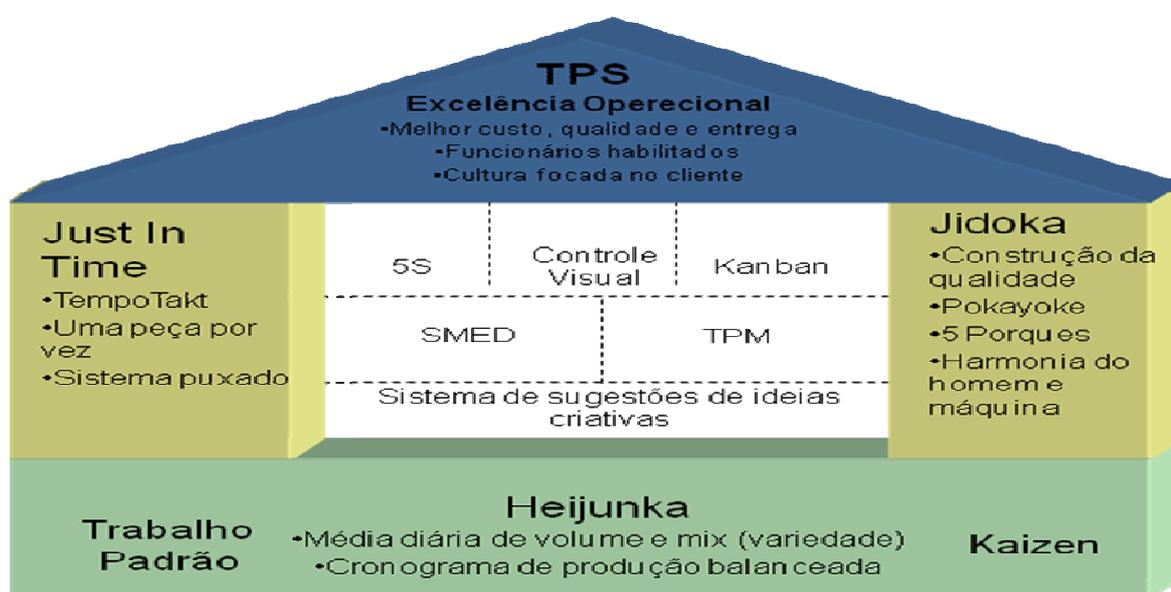


Figura 9 – Casa Sistema Toyota de Produção – fonte adaptada: Stump e Badurdeen (2012)

Entretanto, é válido ressaltar que alinhado ao LM, que tem seu embasamento no TPS, a integração com a filosofia SS parece constituir uma prática sistêmica em que o ganho obtido é superior, revela Silva *et al.* (2011), comparado à aplicação de apenas uma metodologia isolada. A racionalidade e objetividade são fundamentais para um projeto de melhoria, mas insuficientes para assegurar o sucesso de seu desenvolvimento e implementação, pois o estabelecimento de uma estrutura própria para promover a integração entre LM e SS, com a expansão de uma cultura unificada de melhoria contínua por meio uma nova da abordagem produtiva, é fator primordial para a aplicação do novo método, que revela a necessidade de padrões distintos voltados ao descarte de paradigmas obsoletos e que objetivam a melhoria da competitividade, no qual a organização obterá um sistema de produção moderno e sem desperdícios.

### **3. METODOLOGIA E ORIGEM DA PESQUISA**

Para os diversos tipos de problemas encontrados no dia a dia, são elaboradas várias soluções baseadas em pesquisas que propiciam estudos para resolução dos mesmos. Esses problemas e soluções podem ser resolvidos com o auxílio do conhecimento teórico que pode ser registrados em livros, periódicos e outros materiais que propiciam uma fonte inesgotável de idéias e conhecimentos imprescindíveis para qualquer investigação que se necessite realizar.

A Pesquisa Científica, segundo Cruz e Ribeiro (2004), tem como objetivo buscar compreender a forma como se processam os fenômenos observáveis, descrevendo sua estrutura e funcionamento, tentando explicá-los. O acúmulo de fatos não é a finalidade principal, mas sim, a compreensão às respostas obtidas através de questões formuladas por hipóteses precisas.

Miguel (2007) revela que desafios são direcionados em busca de uma análise direcionada e essencialmente científica, embora ainda existam divergências na comunidade acadêmica, no qual trabalhos devem apresentar um coerente alinhamento nas suas partes principais, a destacar: referencial teórico, suposições de objetivos, desenvolvimento da proposta na busca dos objetivos e conclusões sustentáveis e conectadas à contribuição para a teoria. Perante isso, entende-se que a caracterização da pesquisa, bem como os métodos e técnicas empregados permitem obter essa coerência e venham a prover maiores condições de explicar os fenômenos estudados.

Entretanto, o estudo e aprendizagem, em qualquer área do conhecimento, são plenamente eficazes somente quando criam condições para uma contínua e progressiva assimilação pessoal qualitativa e inteligentemente seletiva dos conteúdos estudados, salienta Severino (1996). Na escolha e determinação do assunto a se trabalhar, o pesquisador deverá delimitar o tema indicado, ou seja, é

preciso distingui-lo de temas afins, tendo presente o domínio sobre o qual vai trabalhar. Durante o estudo do tema delimitado pode ocorrer alguma alteração desta primeira delimitação, mas, ainda que isto seja frequente, é necessário que o aluno inicie seu trabalho de posse de um tema bem definido.

Com a delimitação do tema definida, a importância do que ler para desenvolvimento da pesquisa deve ser orientado por alguém de maior conhecimento que indique as obras mais adequadas ou mais importantes, afirma Marconi e Lakatos (2001). Entretanto, pode-se dizer que para a leitura ser proveitosa, é imprescindível atenção, interesse, reflexão, espírito crítico, análise, síntese e velocidade com eficiência. A obra selecionada deve ter sentido completo relacionado ao assunto pesquisado, para que se tenha visão do todo para uma boa conclusão. Localizar acontecimentos ou ideias comparando-os entre si e procurando semelhanças e diferenças existentes são importantes para o bom desempenho dos trabalhos, sendo primordial interpretar os fenômenos, e descobrir conclusões que o autor chegou e possíveis deduções. A leitura é um dos fatores primordiais para a pesquisa, possibilitando não só a ampliação, como também o aprofundamento do saber em determinado campo cultural ou científico. Igualmente, ler indiscriminadamente não basta, pois a leitura só é válida somente quando assimilada.

Portanto, de acordo com Severino (1996), antes da elaboração do trabalho, é preciso ter ideia clara do problema a ser resolvido, da dúvida a ser superada. Exige-se consciência da problemática específica relacionada com o tema abordado de determinada perspectiva, cuja natureza especificará o tipo e o método de pesquisa e de reflexão a serem utilizados no decorrer do trabalho.

Na análise de diversos autores na área de metodologia científica, observa-se que existem vários tipos de pesquisa. Segundo Cruz e Ribeiro (2004), esta pesquisa pode ser classificada, do ponto de vista de sua natureza:

- **Aplicada** - busca solucionar um problema concreto e prático da realidade. Coloca que o interesse da pesquisa aplicada é prático, pois seus resultados devem ser utilizados imediatamente na solução de problemas da realidade;

Para forma de abordagem do problema:

- **Qualitativa** – aborda que há um vínculo entre a subjetividade e o mundo real, não podendo ser traduzida em dígitos. É embasada em um ambiente natural praticando a correlação entre fenômenos e informações, sem requerer métodos estatísticos em que o pesquisador é o elemento principal. Sendo descritiva, sua análise tende a ser indutiva, no qual o processo e seu significado são pontos principais do enfoque.

Primordialmente, destaca Gil (1991), esta pesquisa também está rotulada de acordo com seus objetivos:

- **Exploratória** – proporciona intimidade com a oportunidade de melhoria encontrada, com objetivo de mencioná-la em busca da constituição de suposições, envolvendo literaturas, pessoas e conhecimentos práticos do problema em questão, analisando e compreendendo o fato, tendo geralmente a forma de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

- **Descritiva** – estuda, analisa, registra e interpreta os fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador;

Quanto aos meios de investigação, o trabalho é caracterizado segundo Cruz e Ribeiro (2004):

**Pesquisa de campo ou estudo de caso** – consiste na observação atenta de um objeto ou fenômeno de interesse do pesquisador, envolvendo técnicas de coleta e apresentação de dados, com discussão qualitativa de resultados. O conhecimento é adquirido sem interferência do pesquisador, diferenciando-se de uma pesquisa de laboratório quanto ao aspecto de

intervenção. Alguns documentos foram utilizados para colher informações, como exemplo: **formulário**, o pesquisador faz perguntas ao entrevistado preenchendo as respostas, podendo haver questões mais complexas e anotações observadas na atividade; **entrevista**, técnica que pode ser entendida como uma conversa orientada para um fim específico, sendo necessário um plano de entrevista contendo as informações a serem colhidas e escolha das pessoas que realmente tenham o conhecimento sobre o assunto; **interpretação de dados**, que consiste em expressar o verdadeiro significado do material em termos do propósito do estudo, fazendo ligações lógicas e comparações, enunciando princípios e fazendo generalizações, devendo ser a fase final da pesquisa, em que os dados coletados foram convenientemente tratados e analisados.

Vale ressaltar que a pesquisa bibliográfica feita previamente, também elencada como meio de investigação, evidenciada no Levantamento da Literatura dessa dissertação, também foi de grande valor no estudo da resolução do problema em questão, demonstrado pelas premissas da introdução. Cruz e Ribeiro (2004) caracteriza esta pesquisa como:

- **Pesquisa bibliográfica** – todas as áreas de pesquisa, sem distinção, exigem uma pesquisa bibliográfica prévia, o que explica os diversos objetivos de uma pesquisa desse tipo. A pesquisa bibliográfica pode visar um levantamento dos trabalhos realizados anteriormente, identificar e selecionar os métodos e técnicas. Além disso, de fornecer subsídios para redação da introdução e revisão da literatura do projeto ou trabalho, levando o pesquisador a um profundo aprendizado, no qual as indicações de sugestões, a discussão de ideias e a revisão do material acadêmico escrito são de extrema importância para o desenvolvimento de uma boa pesquisa. Com relação aos tipos de fontes bibliográficas, temos as fontes primárias, que abrangem os trabalhos originais com conhecimento original e publicado pela primeira vez pelos autores; as fontes secundárias, que são

constituídas pelos trabalhos não originais e que basicamente citam, revisam e interpretam trabalhos originais; por fim, temos as fontes terciárias, que tem sua natureza nos índices categorizados de trabalhos primários e secundários. Já com relação às suas etapas, a primeira envolve a escolha e delimitação do assunto (tema), que leva em consideração o tempo disponível, onde não devemos desviar o objetivo para não deixar de cumprir prazos.

A disponibilidade de material para consulta é outro fator a ser considerado, pois um tema pouco trabalhado obriga o pesquisador buscar fontes primárias de pesquisa que demandam um tempo maior para realização do trabalho, o que não impede a pesquisa, mas deve ser considerado para que o tempo institucional não seja ultrapassado.

Em resumo, o Quadro 1 representa o enquadramento desta pesquisa:

<b>Parâmetro</b>	<b>Enquadramento da Pesquisa</b>
Natureza	Aplicada
Abordagem	Qualitativa
Objetivo	Exploratório / Descritivo
Meio de Investigação	Pesquisa de Campo ou Estudo de Caso

Quadro 1 – Enquadramento da pesquisa

Entretanto, para que a pesquisa tenha sucesso, é preciso ser objetivo e escolher as pessoas envolvidas diretamente com o problema. Diante da metodologia escolhida, com relação a este trabalho, o setor produtivo e o setor de melhoria contínua em uma indústria de grande porte no segmento de autopeças no Estado de São Paulo, constituído por seus colaboradores, é o foco do problema e a área no qual foi desenvolvido o estudo.

A indústria automobilística foi escolhida por ter um vasto material em relação às ferramentas LSS e as áreas envolvidas no estudo, em relação à empresa em questão, são os setores que têm os dados a serem pesquisados, sendo responsáveis pela implantação da filosofia na empresa, no qual as informações obtidas referem-se ao menos sete anos de experiências, desde os primórdios do sistema até a situação atual. É importante ressaltar que a Figura 10 exibe como foi feito o delineamento da pesquisa, diante da organização estudada.

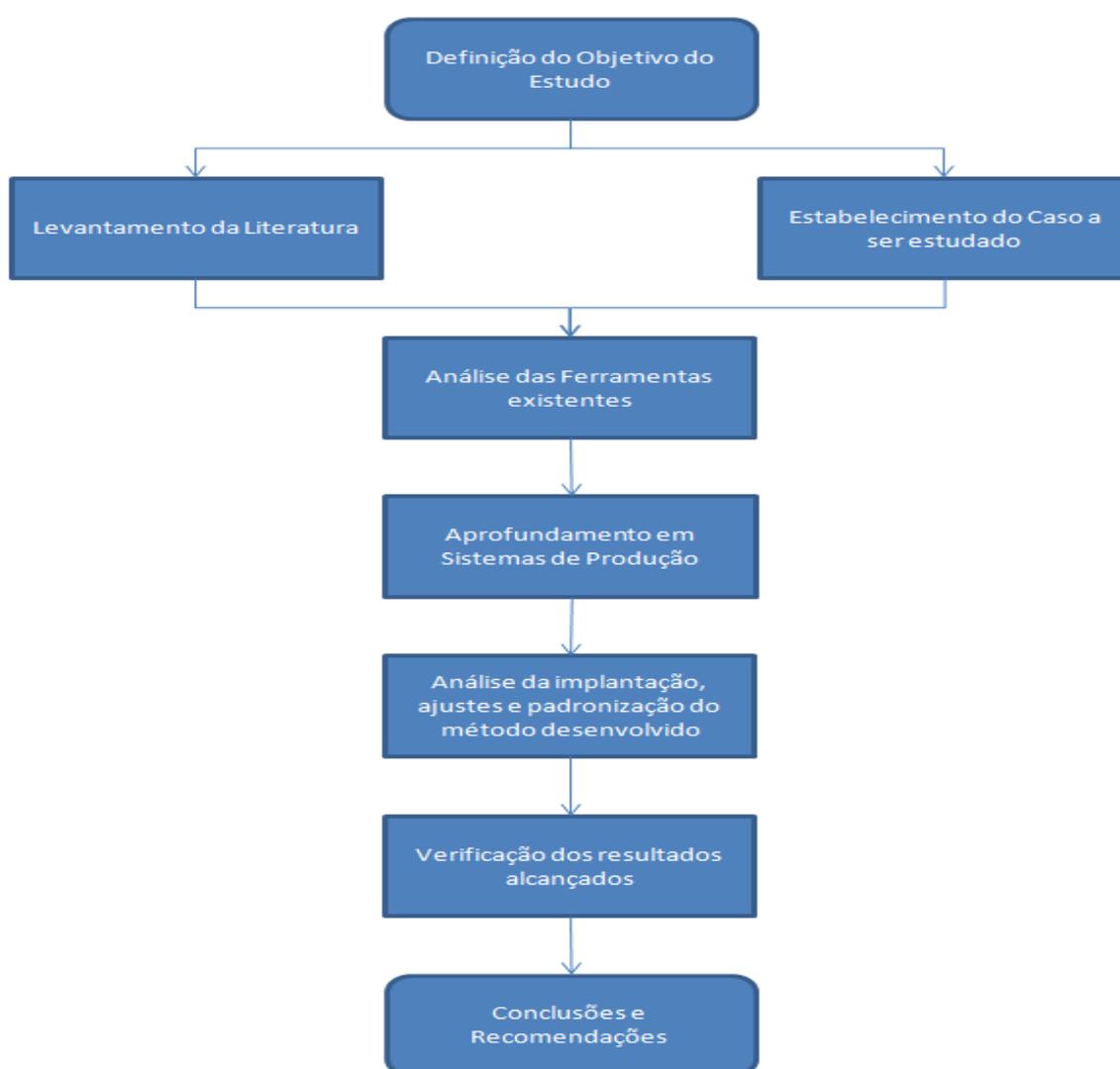


Figura 10 – Fluxo do processo de pesquisa

Com os conhecimentos obtidos na implantação da filosofia e na literatura contemporânea existente, foi possível adquirir estrutura suficiente para identificar as melhores práticas obtidas pelas ferramentas de melhoria contínua na companhia, levando em conta que a integração de todas elas é fator chave para o sucesso do processo.

#### 4. ESTUDO DE CASO

Na situação real em uma empresa de grande porte do ramo automobilístico, estado de São Paulo, o processo de identificação de oportunidades de melhorias é feito pela Alta Administração em conjunto com a área de Melhoria Contínua, com planos plurianuais. Normalmente as intervenções começam no início do ano em áreas que podem aumentar seus resultados, podendo alterar no decorrer do ano em função do desempenho dos setores produtivos e as perspectivas de vendas.

Entretanto, para formar uma base sólida de melhoria, a padronização é essencial. Diante disso, estabeleceu-se um critério próprio para dar sustentabilidade a todas as oportunidades que forem encontradas, seguindo um cronograma de implantações:

- 1º - Implantação de um programa de 5S em busca da padronização das áreas e melhoria do ambiente de trabalho;
- 2º - Implantação de um programa de TPM objetivando estabelecer uma confiabilidade maior aos equipamentos, evitando desperdícios de paradas;
- 3º - Implantação de um programa de *kaizen* com a visão de melhorar continuamente o processo produtivo, que pode ser potencializado pela padronização e confiabilidade adquirida pelas duas metodologias descritas nos passos anteriores (5S e TPM). Direcionado pelo VSM ou pela visão maior da alta administração, visa evoluir a empresa no estabelecimento de quais áreas precisam melhorar sua performance, onde serão instaurados *kanbans*, quais processos precisam de uma verificação mais apurada com a utilização de ferramentas 5S, entre outros;
- 4º - Implantação da gestão à vista alinhada à ferramenta Matriz A3, estabelecendo a utilização do PDCA continuamente no chão de fábrica;

### 5º - Interligação do programa interno de sugestões à nova metodologia.

A Figura 11 pode representar, de forma sucinta, a interligação das ferramentas que no futuro se tornará um sistema de produção, no qual ferramentas LSS são conectadas para gerar um resultado extremamente interessante, sempre tendo a visão do macro, não esquecendo que os detalhes encontrados no chão de fábrica é que vão fazer a diferença no estabelecimento de melhorias encontradas no processo produtivo.

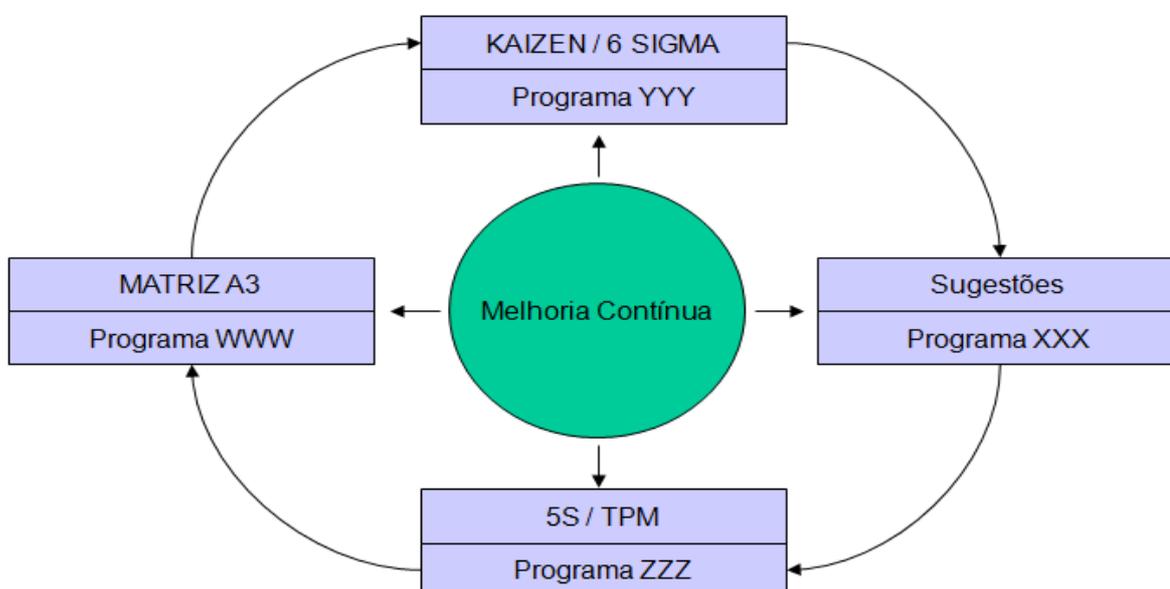


Figura 11 – Interligação dos programas de melhoria contínua

Para sustentar o processo de melhoria contínua da companhia, a estrutura exposta na Figura 12 foi elaborada, na qual todas as ferramentas utilizadas pela empresa estão evidenciadas, sendo de responsabilidade de um gestor que está diretamente ligado aos anseios da Alta Administração da planta, coordenando todos os trabalhos voltados a eliminação de desperdícios com base na melhoria contínua dos processos, tendo como alicerce o 5S e TPM.

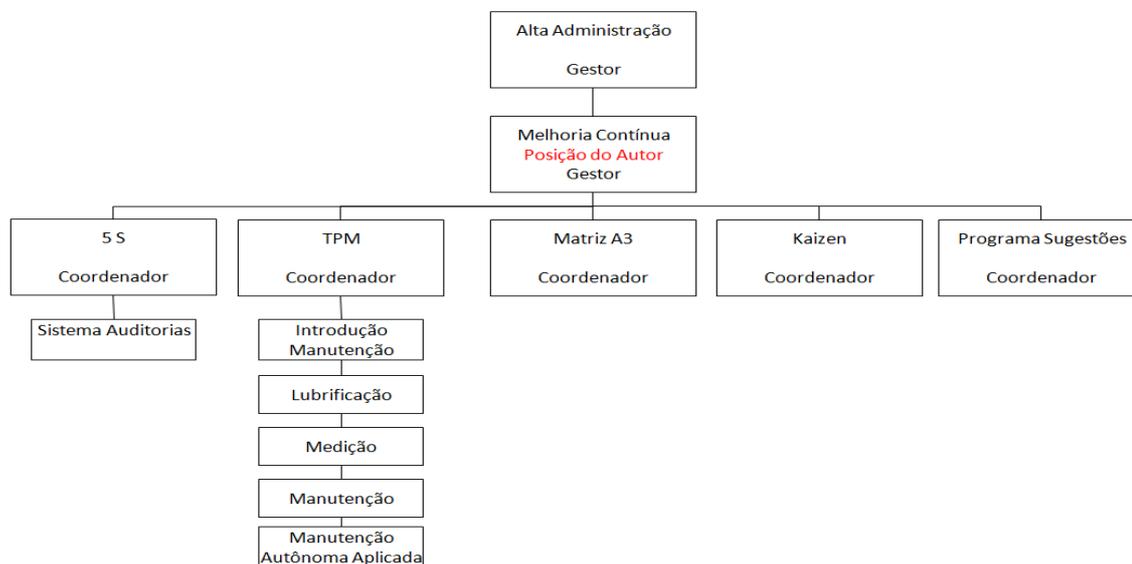


Figura 12 – Estrutura do setor de Melhoria Contínua

Dentro da estrutura, na qual o autor desta dissertação encontra-se enquadrado, podem-se destacar as aplicações de cada tópico e suas responsabilidades, conforme a seguir:

- **5S** – neste quesito, treinamentos teóricos e práticos são voltados às áreas diversas da companhia em que as pessoas começam a entender que o que não é útil no setor, somente atrapalha a empresa. Além disso, é demonstrado como o tópico organização deve fazer parte do dia a dia para que a produção flua com maior facilidade. A implantação que é feita durante um mês, aborda também a importância da limpeza, um dos principais temas de quebras de equipamentos, preparando-se aí para a próxima etapa, a TPM. Entretanto, a padronização e a disciplina também são pontos proeminentes que as áreas precisam conhecer. Nesta etapa inicial que dá sustentação para a melhoria contínua, também são abordados conceitos de segurança, no qual evitar acidentes e levantar pontos que podem agredir a integridade física dos operadores é essencial;

- **Sistema de Auditorias** – este subitem do 5S evidenciará se as áreas estão mantendo as lições aprendidas e se merecem avançar patamares mais elevados de auditorias. Isto porque a empresa evidencia a maturidade dos setores por meio de níveis: O primeiro nível é o de conscientização, ou seja, as áreas ainda estão em aprendizagem dos conceitos; O segundo nível é o mundial, sendo que este deve ser no mínimo o padrão que todas as áreas devem atingir; O terceiro nível é o de excelência, no qual aqui a área é direferenciada, mostrando um alto grau de comprometimento com o programa. Vale ressaltar que em cada nível de evolução, os formulários de auditoria têm acréscimo de itens, tornando-se cada vez mais exigentes.

É importante salientar que a gestão à vista é evidenciada de acordo com o nível de auditoria: para o nível um, somente informações de indicadores gerais e resultados da auditoria são evidenciados, mas a implantação da Matriz A3 (que será abordada a frente) não foi implantada, pois ainda trata-se de um nível de conscientização (conforme exposto acima) e, portanto, o resgate da originalidade do equipamento ainda está em processo de evolução; Para os níveis dois e três, a Matriz 3 como gestão à vista já pode ser implementada, já que esses níveis exigem melhoria contínua para progresso dos setores. Porém, independente do nível de auditoria, todas as informações de cada setor e sua documentação referente às ferramentas e os itens do TPM são verificados pelos auditores, alinhado ao grau de maturidade em que se encontra;

- **TPM** – esta metodologia implantada na empresa, aplicada com treinamentos práticos e teóricos, é voltada a confiabilidade do equipamento. A redução dos problemas de manutenção alinhada à recuperação do equipamento baseada em sua originalidade é o ponto chave desta fase, que busca a quebra zero das máquinas;

- **Introdução Manutenção Autônoma** – este subitem da TPM na empresa volta-se às pessoas do setor de produção, no qual os treinamentos são passados para demonstrar a importância da conservação do equipamento, que vai ajudar na eliminação de quebras dos mesmos. Aqui são levantados diversos problemas nas células de produção que devem ser solucionados pelo setor de manutenção que trabalha em conjunto às equipes formadas, além de problemas que as próprias equipes da produção podem resolver, no qual somente com todos os itens solucionados e com a verificação por parte dos operadores por meio de assinatura é que o sistema considera-se como implantado;

- **Lubrificação Autônoma** – lubrificar o equipamento é parte da conservação que deve ser dedicada ao pessoal da fábrica. Esta atividade, abaixo da supervisão da TPM, que antes era de responsabilidade do setor de manutenção, passa a ser atribuição dos operadores, quem mais conhece o equipamento;

- **Medição Autônoma** – evitar que o equipamento atinja um desgaste que possa prejudicar a qualidade do produto é a finalidade deste tópico. Também gerenciado pela TPM, esta ferramenta é voltada ao pessoal de produção, em particular aos líderes de linha, que acompanham as características dos dispositivos dos equipamentos por meio de medições periódicas pré-estabelecidas, evitando que dimensionais importantes atinjam um limite previamente estudado, que ultrapassado, irá ter como consequência problemas de qualidade no produto. Esta atividade está voltada diretamente ao conhecimento do equipamento e do produto, alinhado à manutenção preditiva;

- **Manutenção Planejada Aplicada** – dar total apoio ao pessoal de fábrica em seus treinamentos, além da resolução dos problemas evidenciados pelas equipes treinadas de manutenção autônoma, são os objetivos

estabelecidos a esta divisão da TPM na empresa. Além disso, a manutenção preventiva, vinculada à manutenção preditiva, é o fator primordial desta subdivisão, que é designada ao setor de Manutenção;

- **Manutenção Autônoma Aplicada** – também sob a TPM, esta ferramenta direciona-se a equipes mais especializadas na metodologia. Como a alta rotatividade é uma realidade cada vez maior nas companhias, é difícil tornar especialistas em TPM nas máquinas operatrizes. Diante disso, adotou-se uma metodologia mais branda que trata todos os equipamentos de uma maneira geral (Introdução da Manutenção Autônoma) e grupos mais restritos (Manutenção Autônoma Aplicada), abordando um conhecimento mais amplo em modelos específicos de equipamentos, volvidos principalmente a segurança e a eliminação de fontes de contaminação e locais de difícil acesso, além de melhorias em sistemas de lubrificação e atualização tecnológica. Dessa forma, a evolução dos equipamentos estará garantida, não se limitando a projetos obsoletos e ultrapassados;

- **Matriz A3** – esta ferramenta, voltada à melhoria contínua no chão de fábrica, é utilizada como gestão à vista da empresa, ou seja, a evidência das informações importantes da alta administração, está demonstrada nos quadros principais da fábrica. Estes dispositivos de divulgação estão interligados por meio de seus indicadores aos quadros das células, denominados matrizes A3 que rodam o PDCA frequentemente, de acordo com os resultados impetrados. Entretanto, mesmo sendo uma ferramenta de fácil acesso e entendimento, exige um grau de maturidade do setor em busca da melhoria contínua, que no caso, é dada pelo alcance de no mínimo o nível dois do sistema de auditoria, segundo já abordado no tópico sistema de auditorias;

- **Kaizen** – existem três tipos de equipes de *kaizen* dentro da corporação: *Kaizen Blitz*. Formado com no mínimo de 8 e máximo de 12 colaboradores,

sendo definido em reunião entre o Coordenador e a chefia/gerência da área. Geralmente são divididos em três grupos que atuarão todos os dias integralmente durante uma semana em um tema complexo, no qual podem ter várias vertentes que serão tratadas. Aqui são abordados temas como produtividade, inventários, segurança;

*Kaizen Mini:* Grupo formado com no mínimo 4 e máximo 6 colaboradores, sendo definido em reunião entre o Coordenador e a chefia/gerência da área. É desenvolvido apenas um time de atuação em que normalmente trabalharão durante uma semana em pelo menos meio turno diário, dedicando-se somente a um tema específico, não tendo abertura a vertentes. Os assuntos abordados neste tipo de *kaizen* são setup, assuntos específicos isolados de problemas na produção ou montagem;

*Kaizen Grupo:* Formado com no mínimo 4 e no máximo 6 colaboradores, também é definido em reunião entre o Coordenador e a chefia/gerência da área. É desenvolvido apenas um grupo de atuação em que as atividades percorrerão durante um ano, no qual o grupo se reúnem quinzenalmente ou mensalmente para discutir as ações tomadas e seus efeitos. O tema escolhido pelo grupo deve ser um problema crônico da empresa em que deve haver um acompanhamento constante para não haver desvios nos resultados alcançados e que quaisquer problemas novos que apareçam sejam tratados imediatamente, sendo aplicadas frequentemente ferramentas *Six Sigma*. Como exemplos de *kaizen*, aqui temos problemas persistentes que devem ser controlados permanentemente como refugos, falta de operação, retrabalho, entre outros.

- **Programa de Sugestões** – o programa que já existia antes da estruturação do setor de Melhoria Contínua, foi incorporado e ganhou uma nova roupagem, sendo integrado ao novo sistema, com indicadores próprios, mas com ligações importantes que reavivaram o programa.

Para que se tenha bons resultados na planta como um todo, são necessários ganhos locais e ganhos gerais, além de programas de base sólida que dão confiabilidade no sistema e nas pessoas. Diante desse aspecto, a empresa definiu algumas regras que dão embasamento para evolução do sistema, padronizando o método para toda a fábrica, no qual as ferramentas são aplicadas de acordo com algumas diretrizes e de acordo com um cronograma pré-estabelecido.

Na maioria das áreas da planta, o 5S e a TPM já foram implantados, diante de um programa rigoroso de acompanhamento da evolução. Quando há a necessidade de *kaizen* nessas áreas, na qual a disciplina já foi estabelecida, a organização faz parte do processo e os equipamentos já foram recuperados pelo menos em sua originalidade, resultando em uma atividade que evolui com mais rapidez, já que o básico já foi trabalhado e um sistema de auditorias rigoroso faz parte do dia a dia, mantendo o sistema “vivo”. Em áreas que ainda não tiveram contato com os programas 5S e TPM, a evolução da resolução de problemas é mais lenta, pois exige que se disponha de parte da equipe somente para verificar o estado atual do setor e dos equipamentos, em termos de manutenção e confiabilidade. Além disso, sem um sistema de auditorias, que também pode ser estabelecido que se crie ou se mantenha no *kaizen* e que depende da disciplina, as melhorias implantadas podem ser perdidas com o passar do tempo. Aqui são muito bem vindos os sistemas *poka-yokes* ou a prova de erros, que evitam falhas por falta de cuidados ou disciplina em que o grupo de *kaizen* deve estar atento a essas medidas.

Diante do exposto, os grupos de *kaizen* avançam muito mais com 5S e TPM. Entretanto, é válido ressaltar que 5S e TPM por si só não conseguem resolver os problemas da fábrica. A organização e a disciplina, além da limpeza, não vão deixar o setup em um dígito (mesmo tendo uma boa influência no tempo). Também é fato que o *kaizen* por si só não é suficiente para tal, sem que haja um setor de manutenção bem estruturado e um pessoal de fábrica bem treinado, que pode ser conseguido por meio da TPM. É preciso, portanto, conectar de maneira

inteligente as ferramentas para poder extrair o melhor de cada metodologia, direcionando suas atribuições aos problemas que surgirem.

Em virtude do exposto e para demonstrar como as ferramentas se interligam para extrair o máximo de sua potencialidade, a Figura 13 foi construída para esboçar uma visualização geral das conexões e em que momento acontecem.

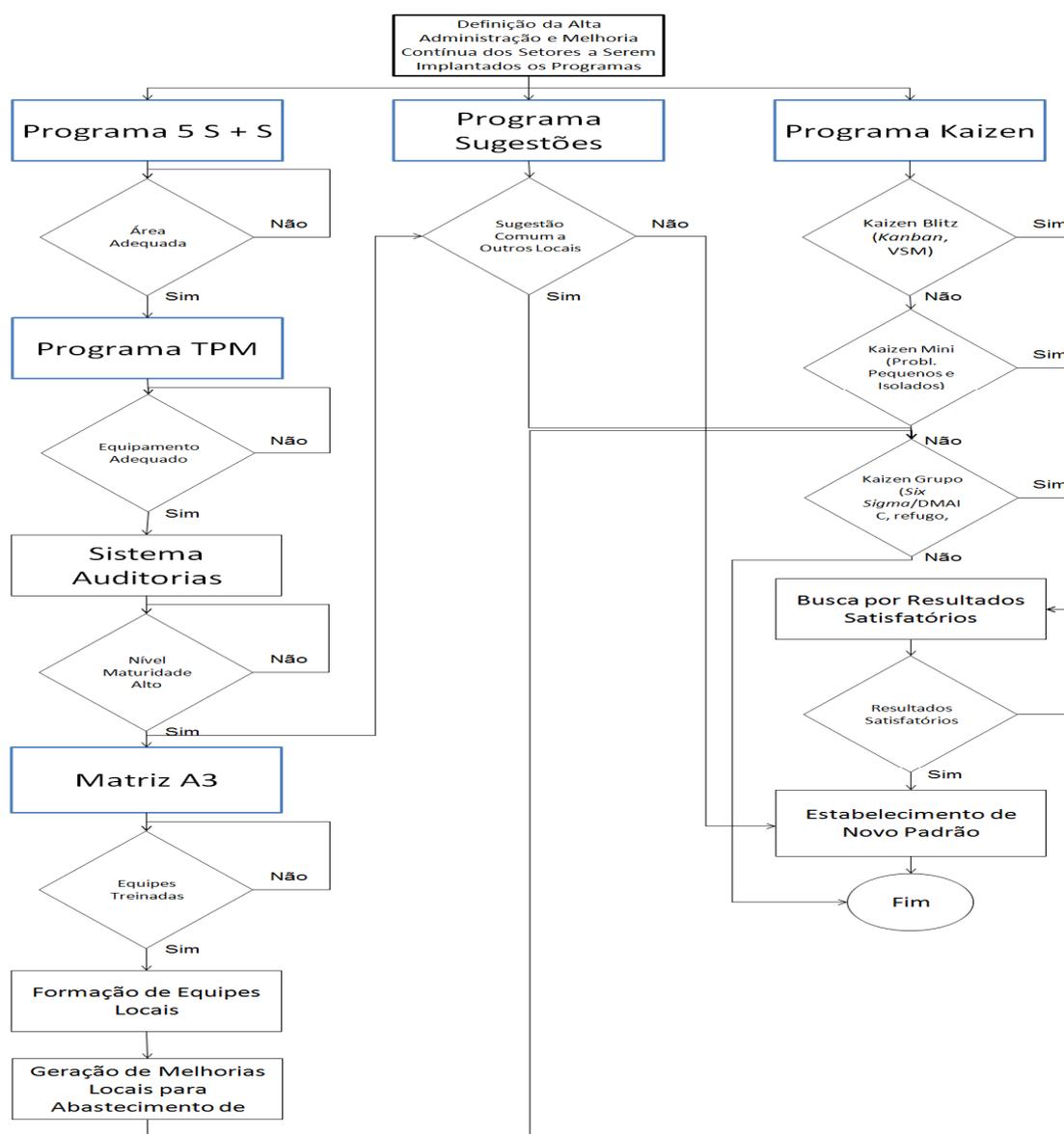


Figura 13 – Interligação das ferramentas de melhoria contínua

Com as ferramentas interligadas e o estabelecimento de indicadores para acompanhamento da evolução da planta, é primordial acrescentar uma gestão à vista para que todos os envolvidos sejam informados em relação aos problemas e planos de ação de cada setor da empresa, de maneira clara e objetiva, além de permitir que o próprio setor evidencie suas melhorias a todos os demais da organização. Uma opção para preencher esta lacuna foi a elaboração da Matriz A3 como quadro de gestão à vista, que é abastecida por grupos de trabalho locais que estabelecem o PDCA como ferramenta para identificação de oportunidades em busca de um resultado de excelência.

Fazendo parte do processo de integração das ferramentas de melhoria contínua, um Programa de Sugestões que se mantém pela motivação própria e que exige que as áreas contribuam com melhorias em seu setor, perante o seu grau de maturidade, também gera bons resultados. Entretanto, o que antes era local, agora se torna global, graças ao processo conectado de padronização da empresa, fazendo com que os efeitos comecem acontecer.

Portanto, pode-se dizer que o início de um sistema de produção se dá por meio da integração das ferramentas de melhoria contínua, no qual a Figura 14 pode representar de maneira clara uma proposta de como a conexão pode acontecer, na qual este trabalho tem como objetivo proposto.

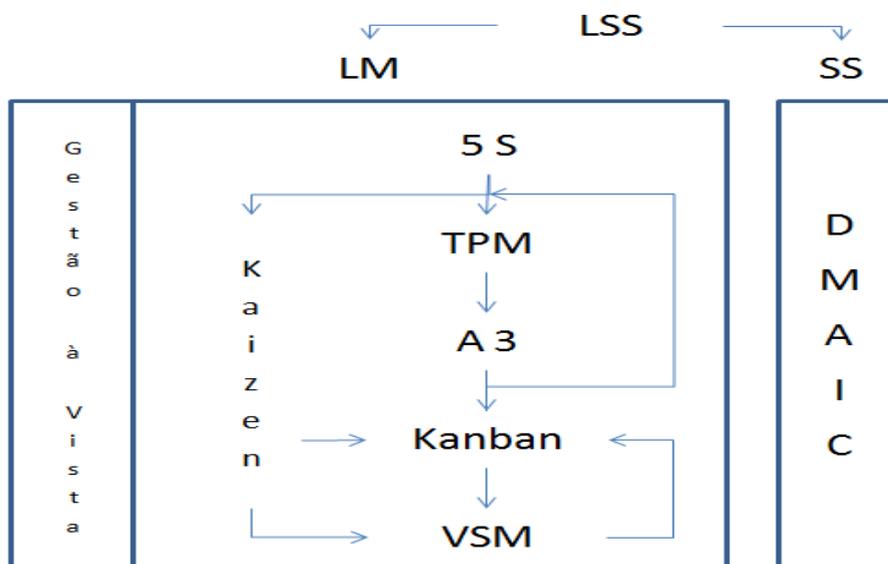


Figura 14 – Escopo inicial de um sistema de produção

Diante do novo conceito, baseado na proposta de um sistema produtivo integrado, diversos resultados foram alcançados, gerando uma evolução contínua à organização.

#### 4.1. MÉTODO UTILIZADO PARA IMPLANTAÇÃO

Pela complexidade do programa e baseado no conhecimento e estabelecimento das ferramentas básicas a serem inseridas no processo produtivo da organização, um procedimento de implantação foi desenvolvido e acompanhado pelo setor de Melhoria Contínua, de maneira padronizada e organizada, em busca da melhor solução de implantação das ferramentas. Além disso, é válido ressaltar que as técnicas utilizadas foram escolhidas para atender necessidades básicas de uma indústria metalúrgica.

Como primeiro passo, antes da implantação de qualquer ferramenta, todas as áreas demonstram seus indicadores para averiguar se o novo sistema está

evoluindo o setor. Como exemplo, quando o 5S e o TPM são implantados, um dos indicadores básicos a ser monitorado é o tempo de parada de máquinas, no qual deverá ter seu levantamento feito em um ano anterior ao início das implementações, para não ser contaminado com as ações propostas pelas ferramentas em funcionamento.

Diante do levantamento, o 5S é a primeira ferramenta a ser implementada. Um mês de treinamentos básicos são ministrados em busca da organização, utilização, limpeza, segurança, padronização e disciplina. Entre treinamentos teóricos e dinâmicas, os colaboradores recebem instruções e já praticam a técnica no local de trabalho, identificando diversas melhorias. Cabe à empresa analisar as fichas de levantamento e implantá-las ou não, respondendo aos colaboradores qual a decisão tomada.

O TPM só terá início com 85% do questionário 5S respondido aos colaboradores, pois na concepção adotada, precisa que os setores estejam organizados e as pessoas já utilizem somente o que é necessário, tendo a limpeza como premissa imperativa. Além disso, perante o atendimento das solicitações dos trabalhadores, a empresa cria um grau de confiança e parceria que é de extrema importância nos programas que envolvem mudança cultural.

Nesta etapa, os colaboradores também têm treinamentos teóricos e dinâmicas, sendo capacitados a analisar um equipamento e enxergar quais os problemas ocultos que ele pode apresentar, em busca de seu original que impede problemas de quebras prematuras, contaminação do meio ambiente, segurança, entre outros. Por meio de uma apresentação e documentação pertinente, destacam quais os pontos vulneráveis encontrados e que devem ser corrigidos para que o equipamento fique em ordem.

Com 100% das solicitações do 5S atendidas e 100% das ocorrências de TPM solucionadas, inicia-se o processo de auditoria do sistema. Dividida em níveis, conforme abordado acima, o sistema de auditorias vai revelar por meio de

pontuação se a área está apta a implantar demais ferramentas. Isto significa que a evolução de uma área, a partir daqui, dependerá de seu mérito, pois a empresa já demonstrou todo seu interesse, dedicação e apoio ao sistema resolvendo todas as pendências levantadas pelos operadores do chão de fábrica.

Diante disso, dependendo do seu mérito, o setor terá uma nova ferramenta implantada. Como exemplo, pode-se citar a Lubrificação Autônoma, no qual exige que o setor tenha: 12 meses de atendimento da meta em nível 1, contemplando o quesito vazamento de máquinas controlado ou; Nível 2 ou nível 3. Esta metodologia impede que as ferramentas sejam implantadas aleatoriamente, pois só deverá haver evolução de um setor diante de seu empenho no programa.

Um dos indicadores criados pelo sistema, portanto, é a pontuação dos setores abrangidos pela metodologia, alinhado às áreas que deverão evoluir de nível de acordo com um tempo pré-estabelecido, objetivando envolvimento e comprometimento de todos envolvidos. Este indicador é acompanhado de perto pela alta administração, já que faz parte do plano de meta de todos os gestores, fechando assim o ciclo de implantação, execução e controle.

Em resumo, a proposta do sistema pode ser evidenciada pela Figura 15 em que a adequação da filosofia LSS como estratégia foi difundida de maneira ordenada e metodológica, para que todo o processo siga a mesma regra ao decorrer dos anos em que o sistema será disseminado na empresa.

Área	5S	Ações 5S	Introd. MA	Ações 5S e Intr. MA	Auditorias	Lubrif. Autôn.	Med. Autôn.	Manut. Autôn. Aplic.	Matriz A3	Quadro
Area 1		100%		100%						
Area 2		100%		100%						
Area 3		100%		100%						
Area 4		%								
Area 5		%								
Area 6		%								
Area 7		100%								
Area 8		%								
Area 9		%								
Area 10		100%		100%						

Definição da Alta Adm. E Melh. Cont. em conselho.

100% das sugestões de 5S e 100% da Introd. da M.A. resolvidos.

Atingir meta durante 1,5 ano em nível 01 ou nível 2 / 3 e possuir um percentual padronizado de máquinas.

Atingir nível 02/03.

85% de sugestões do 5S resolvido.

12 meses atingindo a meta nível 1 em auditorias contendo o quesito "vazamento" controlado ou nível 2 / 3.

Atingir meta durante 02 anos em nível 01 ou nível 02/03.

Quadro de nível 01: ind. gerais e pont. auditorias; Quadro de nível 02/03: Matriz A3 implantada.

Figura 15 – Regras de implantação das ferram. de melhoria contínua

De acordo com a definição de quais as ferramentas a serem utilizadas e adaptadas segundo a cultura da empresa, baseada em LSS, o processo de implantação da metodologia é eficiente e eficaz, tendo boa aceitação dos colaboradores do chão de fábrica e da gestão. A técnica pode ser aplicada plenamente, demonstrando que o objetivo principal foi atingido, ou seja, a proposta de um sistema que tenha um método de implantação de ferramentas de melhoria contínua que constitua evolução de maneira conectada foi alcançada, no qual a consequência foi a eliminação dos desperdícios e o progresso permanente dos processos.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a definição de quais as ferramentas a serem utilizadas e adaptadas segundo a cultura da empresa, baseada em LM e SS de maneira integrada em busca da melhoria contínua, é que a evolução do LSS como um sistema de produção possibilitou atingir resultados relevantes, representado pelo desenvolvimento da performance da empresa.

Existem vários tipos de ferramentas em várias metodologias, Entretanto, extrair sua potencialidade em uma empresa que já trilha seu caminho há anos com uma tradição já enraizada, é um desafio que para ser superado exige comprometimento da alta administração alinhado ao empenho do chão de fábrica. Além disso, é mandatório que um determinado facilitador apoie esta nova visão, coordenando e direcionando esforços no horizonte da mudança.

Nesse contexto, o setor denominado Melhoria Contínua da indústria estudada foi o facilitador das atividades de implantação, apoiado pela gestão da empresa que disseminou sua vontade aos subordinados de aplicar as novas filosofias em busca da melhor eficiência e eficácia de seus processos.

Sendo assim, por meio de um estudo apurado das filosofias existentes, o setor de Melhoria Contínua, juntamente com a alta administração, escolheu as ferramentas adequadas e suficientes que se enquadrariam no processo produtivo que ajudariam a empresa a melhorar seu desempenho, em busca do preenchimento de lacunas que impediam sua melhor rentabilidade. Além disso, foram criadas novas ferramentas vertentes, mas inovadoras, que auxiliam ainda mais a evolução da fábrica, tendo como referência as ferramentas já existentes, como é o caso da Medição Autônoma e o Sistema de Auditorias em níveis de maturidade.

Tendo como base o período que não existia nenhuma ferramenta implantada na empresa, os resultados começaram a ser acompanhados para verificar o desempenho dos programas em busca da validação de sua efetividade. Novos indicadores foram criados ou tornaram-se referências de evolução, pois não existiam ou não tinham um sistema capaz de tratá-los, como por exemplo, *downtime* de manutenção, que indica o tempo de perda de produção por problemas de manutenção, exclusivamente. Nesses casos, a referência para examinar o antes e o depois é mais difícil, diante da integridade dos números.

Diante do exposto, a maioria dos indicadores que já eram existentes continua sendo averiguada diante do seu grau de importância, porém respeitando a mesma metodologia inicial de medição, para não haver disparidade de informação e não existir contaminação do progresso da planta por dados inconsistentes.

Entretanto, é importante salientar também que os resultados geralmente acabam sendo um pouco menos agressivos, conforme se alonga o tempo de implantação. Isto se deve ao fato de que os desperdícios são muitos, são mais visíveis e são resolvidos com pequenos esforços no início do programa. A partir da eliminação dos grandes problemas, fica cada vez mais difícil atingir efeitos consideráveis, pois só restaram os pequenos problemas. Nesse momento, além de exigir técnicas mais apuradas para encontrar a causa raiz para solução dos empecilhos, a análise do custo benefício de qualquer mudança deve ser considerada, pois o retorno do investimento pode ser muito custoso para a fábrica, não valendo o esforço.

Com novos ou antigos indicadores e perante o tempo de implantação, os resultados são reveladores. Por meio do Quadro 1, demonstra-se que os problemas de qualidade caíram drasticamente na empresa em geral, com base em dois anos de implantação dos programas e ferramentas, mesmo em sua sequência cadenciada, valendo ressaltar que em algumas áreas só existem o resultado de um ano, visto que iniciaram o processo de implantação das ferramentas mais recentemente.

<b>Problema Encontrado</b>	<b>Redução Ano 1</b>	<b>Redução Ano 2</b>
Refugo Segmento 1	52%	48%
Refugo Segmento 2	21%	40%
Refugo Segmento 3	9%	14%
Refugo Segmento 4	43%	19%
Refugo Segmento 5	37%	39%
Refugo Segmento 8	41%	
Refugo Segmento 9	32%	
Refugo Segmento 10	42%	
Refugo Segmento 11	91%	
Retrabalho Segmento 6	43%	41%
Retrabalho Segmento 7	61%	37%
Falta Operação Segmento 6	37%	14%
Falta Operação Segmento 7	31%	35%

Quadro 2 – Problemas de qualidade na empresa

Perante *kaizens* na empresa, resultados locais podem aparecer imediatamente, mas é primordial relatar a importância de que esses ganhos não sejam perdidos, no qual devem ser monitorados, principalmente por meio de auditorias para que os problemas identificados e solucionados não voltem ao que eram antes, o que é muito comum. Os resultados do Quadro 3 demonstram as evoluções em um determinado setor da fábrica em evento local.

Problema Encontrado	Redução
Downtime elevado	56%
Setup não otimizado	44%
Estoque elevado	78%

Quadro 3 – Evolução de um setor com objetivo de diminuição do estoque

O Quadro 4 demonstra os resultados de outra área da empresa, porém com foco diferente. Cabe aqui relatar que nesses eventos locais, as metas e objetivos são traçados previamente pela alta administração e pelo setor de Melhoria Continua, com base na identificação de áreas que devem melhorar seu desempenho, em busca da melhor competitividade.

Problema Encontrado	Redução
Pico de inventário	60%
Setup não otimizado	98% (SMED)
Demanda de produção não atingida	15%

Quadro 4 – Evolução de um setor com objetivo de aumento da produção

Raramente os objetivos declarados pela alta administração deixam de ser alcançados ou até mesmo superados pelos grupos de trabalho desenvolvidos nas atividades de *kaizen*, principalmente quando uma área já tem um grau de maturidade elevado em metodologias de base como o 5S e a TPM, segundo evidenciado nos diversos setores da companhia.

Alguns resultados com eventos *kaizen* podem ser alcançados rapidamente, conforme demonstrado. Entretanto, podem iludir a organização a identificar esta atividade como a única forma de melhorar os processos da empresa, esquecendo-se das demais ferramentas que darão base de sustentação ao processo de

avanço ininterrupto do sistema, como o caso do 5S e o TPM, por exemplo. De nada valerá um aumento da qualidade ou produtividade somente momentâneo, se ele não perdurar ou estacionar, não avançando sua melhora diante de metas cada vez mais arrojadas.

Além disso, ganhos locais também não são suficientes para uma companhia de grande porte. A padronização, que pode se dar pela disseminação integrada da Matriz A3, e a visão do todo, que pode ser evidenciada pelo VSM, por exemplo, é outra virtude que tem de estar em prática na empresa. Com base neste aspecto, somente perante um sistema integrado de ferramentas de melhoria continua a companhia é capaz de melhorar perenemente seus processos, evoluindo cada vez mais em seu desempenho.

## 6. CONCLUSÃO

Diante do estudo apresentado, fica claro que as Técnicas LSS, em um processo produtivo pode gerar grandes resultados à empresa, no qual o objetivo nos dias de hoje é produzir mais com menos por meio da eliminação de desperdícios, sendo sempre direcionado ao atendimento do cliente em todas as suas expectativas. Observa-se que a aplicação das ferramentas de manufatura enxuta, alinhadas à cultura do Sistema Toyota de Produção evoluídas até ao *Lean Six Sigma*, isto é, utilizar-se de técnicas científicas, não desprezando nunca ir ao *gemba* para ver o que acontece na fábrica, está o sucesso das atividades de melhoria contínua em qualquer empresa que busque melhorar sua performance.

Considerando o estudo de caso realizado na empresa e embasado na revisão bibliográfica contextualizada, é possível entender que as ferramentas e filosofias do *Lean Six Sigma* concretizam os objetivos levantados na introdução deste trabalho no seguinte cenário:

- Diante de uma pesquisa da literatura contemporânea, foi possível identificar as melhores ferramentas do LM e suas particularidades para aplicação dentro de uma organização, em busca da eliminação dos desperdícios inerentes ao processo;
- Dentro do SS, é possível utilizar-se do DMAIC como metodologia que auxilia na assimilação de dificuldades que possibilitam a variação no processo, tornando possível a identificação da causa raiz e consequentemente permite a resolução de problemas de qualidade;
- Dentro de um processo de melhoria contínua, é possível conectar as ferramentas LM e SS-DMAIC, no qual a literatura já demonstra orientação de uma nova filosofia englobando ambas, o LSS. O desafio alcançado dessa interligação traz como resultado a potencialização de suas particularidades, maximizando a capacidade dos colaboradores dentro de

um sistema produtivo, por meio de desafios de alta produtividade e qualidade;

- Perante as ferramentas LM e as ferramentas SS-DMAIC, foi possível obter sinergia entre elas. Porém, para que isso ocorresse, um método foi criado para que suas conexões e evolução, tanto entre ferramentas LM, como entre ferramentas LM e ferramentas SS-DMAIC, tivessem delimitações e que não acontecessem aleatoriamente, demonstrando que para a formação de um conjunto único, os facilitadores deverão ter habilidade e conhecimento das essências das ferramentas e das filosofias;

- O aumento da eficiência e eficácia é o resultado dentro de uma empresa que trabalhe com a filosofia LSS, mas sua excelência será impetrada por meio da integração das ferramentas, que procederá ao progresso de indicadores de produção;

- É plausível implantar um sistema de produção dentro de uma empresa, embasado nas ferramentas LSS, independente da cultura da companhia. Entretanto, é válido ressaltar que adaptações devem ser feitas, pois apesar de ser factível a introdução da metodologia, alguma mudança cultural deverá acontecer, além de que há a probabilidade de nem todas as ferramentas serem necessárias ou viáveis.

Diante dos objetivos propostos e alcançados, pode-se concluir que a integração das ferramentas de melhoria contínua traz consigo a evolução da companhia, gerando resultados relevantes, que sustentam a implantação e perpetuação da filosofia do LSS, servindo de embasamento para novas experiências nesse quesito.

É fato que de acordo com a complexidade de cada ferramenta das filosofias existentes e como irão interagir entre si, buscando sua maximização, somente com uma metodologia sólida será possível a implantação e evolução das técnicas, diante de padrões e regras pré-estabelecidas. Fica claro que a não definição de como vai ser trilhado o caminho, o sistema é fadado a não seguir e perecer.

Como a implantação ocorreu em uma indústria de grande porte do setor automobilístico, sugere-se como propostas para trabalhos futuros os tópicos abaixo, em busca da validação da metodologia, no qual diversos fatores devem ser observados para que os resultados sejam satisfatórios:

- Aplicar a técnica a indústrias de diferenciados portes, em especial nas pequenas e médias empresas, para verificar a validação da proposta, já que em companhias de grande porte se mostrou satisfatória;
- Aplicar a metodologia em indústrias de ramificações diversas, diante de que o estudo de caso foi embasado no setor automobilístico, verificando se os resultados também são expressivos;
- Aplicar a metodologia aos diversos setores existentes da economia, incluindo o primeiro e o terceiro;
- Verificar se a cultura também é fator de restrição à implantação, levando o método a empresas de sociedade aberta, familiar, europeias, americanas, entre outras;
- Estabelecer quais objetivos devem ser traçados e buscados pelas empresas para que o sistema não deixe de evoluir;
- Criar um modelo que se adéqua ao máximo de empresas, não importando seu ramo, porte ou setor da economia.
- Alinhar o modelo às necessidades contemporâneas empresariais, tornando modular as ferramentas do sistema proposto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S.. Strategies and success factors for overcoming challenges in TPM implementation in Indian manufacturing industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 14 Iss: 2, pp. 123 – 147, 2008a.

AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S.. Assessment of contributions of successful TPM initiatives towards competitive manufacturing. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 14 Iss: 4, pp. 356 – 374, 2008b.

AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S.. An evaluation of TPM initiatives in Indian industry for enhanced manufacturing performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25 Iss: 2, pp. 147 – 172, 2008c.

AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S.. An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise., *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 Iss: 4, pp. 338 – 352, 2007.

AKEN, Eileen M. Van; FARRIS, Jennifer A.; GLOVER, Wiljeana J.; LETENS, Geert. A framework for designing, managing, and improving Kaizen event programs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 59 Iss: 7, pp. 641 – 667, 2010.

AI-TAHAT, Mohammad; DALALAH, Doraid; BARGHASH, Mahmoud. Dynamic programming model for multi-stage single-product Kanban-controlled serial production line. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 23 (1), pp. 37-48, 2012.

ANDERSON, Joe S.; MORGAN, James N.; WILLIAMS, Susan K.. Using Toyota's A3 Thinking for Analyzing MBA Business Cases. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, Vol. 9 (2), p. 275 (11), 2011.

ANGELIS, Jannis; CONTI, Robert; COOPER, Cary; GILL, Colin. Building a high-commitment lean culture. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 Iss: 5, pp. 569 – 586, 2011.

ANTONY, Jiju. Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 60 Iss: 2, pp.185 – 190, 2011.

ANTONY, Jiju. Some pros and cons of six sigma: an academic perspective. *The TQM Magazine*, Vol. 16 Iss: 4, pp. 303 – 306, 2004.

ARUMUGAM, V.; ANTONY, Jiju; DOUGLAS, Alex. Observation: a Lean tool for improving the effectiveness of Lean Six Sigma. *The TQM Journal*, Vol. 24 Iss: 3, pp. 275 – 287, 2012.

BAEZ, Yolanda A; LIMON, Jorge; TLAPA, Diego A and RODRIGUEZ, Manuel A. Aplicación de Seis Sigma y los Métodos Taguchi para el Incremento de la Resistencia a la Prueba de Jalón de un Diodo Emisor de Luz. *Inf. tecnol. [online].*, Vol. 21, n. 1, pp. 63-76, 2010.

BAYO-MORIONES, Alberto; BELLO-PINTADO, Alejandro; CERIO, Javier Merino-Díaz de. 5S use in manufacturing plants: contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 27 Iss: 2, pp. 217 – 230, 2010.

BENDELL, Tony. A review and comparison of six sigma and the lean organizations. *The TQM Magazine*, Vol. 18 Iss: 3, pp. 255 – 262, 2006.

BENDOLY, Elliot; PRIETULA, Mike. In "the zone": The role of evolving skill and transitional workload on motivation and realized performance in operational tasks. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 28 Iss: 12, pp. 1130-1152, 2008.

BRUNET, A.; NEW, S. Kaizen in Japan: an empirical study. *International Journal of Operations and Production Management*, V. 23, n.12, pp. 1426-1446, 2003.

CARVALHO, Enéas Gonçalves de. Globalização e estratégias competitivas na indústria automobilística: Uma abordagem a partir das principais montadoras instaladas no Brasil. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 12, n. 1, p. 121-133, 2005.

CASTRO, Helio; PUTNIK, Goran D.; SHAH, Vaibhav. A review of agile and lean manufacturing as issues in selected international and national research and development programs and roadmaps. *The Learning Organization*, Vol. 19 Iss: 3, pp. 267 – 289, 2012.

CHIARINI, Andrea. Lean production: mistakes and limitations of accounting systems inside the SME sector. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 23 Iss: 5, pp. 681 – 700, 2012.

CHIARINI, Andrea. Japanese total quality control, TQM, Deming's system of profound knowledge, BPR, Lean and Six Sigma: Comparison and discussion. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 2 Iss: 4, pp. 332 – 355, 2011.

CHIN Kwai-Sang; PUN Kit-Fai. A proposed framework for implementing TQM in Chinese organizations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 19 Iss: 3, pp. 272 – 294, 2002.

CORBETT, Lawrence M.. Lean Six Sigma: the contribution to business excellence. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 2 Iss: 2, pp. 118 – 131, 2011.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M.. *Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRPII / ERP: Conceitos, Uso e Implantação*. São Paulo: Atlas, 2001.

CRUZ, Carla; RIBEIRO, Uirá. *Metodologia científica: teoria e prática*. 2 ed. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

DE HANN, Job; YAMAMOTO, Masaru; LOVINK, Gerben. Production planning in Japan: rediscovering lost experiences or new insights?. *International Journal Of Production Economics*, Vol.71 (1-3), pp. 101-109, 2001.

DE TREVILLE, S.; ANTONAKIS, J.. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*, Vol. 24 (2), pp. 99-123, 2006.

DOMBROWSKI, U.; CRESPO, I.; ZAHN, T.. Adaptive Configuration of a Lean Production System in Small and Medium-sized Enterprises. *Production Engineering*, Vol. 4 (4), pp. 341-348, 2010.

DOOLEN, T. L.; AKEN, E. M. V.; FARRIS, J. A.; WORLEY, J. M.; HUWE, J. Kaizen events and organizational performance: a field study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, V. 57, n. 8, pp. 637-658, 2008.

EMILIANI, M. L.; STEC, D. J.. Using value-stream maps to improve leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, Vol. 25 Iss: 8, pp. 622 – 645, 2004.

FARRIS, J.; VAN Aken, E.; DOOLEN, T.; WORLEY, J.. Critical success factors for human resource outcomes in Kaizen events: an empirical study. *International Journal of Production Economics*, Vol. 117 n. 1, pp. 42-65, 2009.

FLUMERFELT, Shannon; SIRIBAN-MANALANG, Anna Bella; KAHLEN, Franz-Josef. Are agile and lean manufacturing systems employing sustainability, complexity and organizational learning?. *The Learning Organization*, Vol. 19 Iss: 3, pp. 238 – 247, 2012.

FULLERTON, Rosemary R.; WEMPE, William F.. Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29 Iss: 3, pp. 214 – 240, 2009.

FURLAN, Andrea; VINELLI, Andrea; DAL PONT, Giorgia. Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 31 Iss: 8, pp. 835 – 850, 2011.

GAPP, Rod; FISHER, Ron; KOBAYASHI, Kaoru. Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, Vol. 46 Iss: 4 pp. 565 - 579, 2008.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas, 1991.

GRAISA, Mustafa; AL-HABAIBEH, Amin. An investigation into current production challenges facing the Libyan cement industry and the need for innovative total productive maintenance (TPM) strategy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 Iss: 4, pp. 541 – 558, 2011.

GURUMURTHY, Anand; KODALI, Rambabu. Design of lean manufacturing systems using value stream mapping with simulation: A case study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 Iss: 4 pp. 444 – 473, 2011.

HALLGREN, Mattias; OLHAGER, Jan. Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 29 Iss: 10, pp. 976 – 999, 2009.

HEDELIND, Mikael; JACKSON, Mats. How to improve the use of industrial robots in lean manufacturing systems", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 22 Iss: 7, pp. 891 – 905, 2011.

HILTON, Roger John; SOHAL, Amrik. A conceptual model for the successful deployment of Lean Six Sigma. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 29 Iss: 1, pp. 54 – 70, 2012.

HINES, Peter; RICH, Nick. The seven value stream mapping tools", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 17 Iss: 1, pp. 46 – 64, 1997.

IMAI, M.. Gemba-kaizen: Estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica. São Paulo: IMAM, 1996.

ISHIKAWA, K.. Controle de qualidade total: à maneira japonesa. Tradução de Iliana Torres. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

JOHNSTON, Robert; CHAMBERS, Stuart; SLACK, Nigel. *Administração da produção*. 3 ed. - São Paulo: Atlas, 2009.

KAYNAK, H.. The Relationship Between Just-in-Time Purchasing Techniques and Firm Performance. IEEE Transactions on engineering Management, Vol. 49 (3), pp. 205-217, 2002.

KHOJASTEHR-GHAMARI, Yaghoub. Developing a framework for performance analysis of a production process controlled by Kanban and CONWIP. Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 23 (1), pp. 61-71, 2012.

KOTTER, John P.. Liderando Mudança. Trad. Follow-Up Traduções e Assessoria de Informática. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

KUMAR, C. Sendil; PANNEERSELVAM, R.. Literature review of JIT-KANBAN system. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 32 (3-4), p. 393(16), 2007.

KUMAR, Maneesh; ANTONY, Jiju; MADU, Christian N.; MONTGOMERY, Douglas C.; PARK Sung H.. Common myths of Six Sigma demystified. International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 25 Iss: 8, pp. 878 – 895, 2008.

KUMAR, Maneesh; ANTONY, Jiju; ANTONY, Frenie Jiju; MADU, Christian N.. Winning Customer Loyalty in an Automotive Company through Six Sigma: a Case Study. Quality and Reliability Engineering International, Vol. 23, pp. 849-866, 2007.

LANZA, Gisela; JONDRAL, Annabel; DROTLEFF, Ulrike. Valuation of increased production system performance by integrated production systems. *Production Engineering*, Vol. 6 (1), pp. 79-87, 2012.

LASA, Ibon Serrano; LABURU, Carlos Ochoa; VILA, Rodolfo de Castro. An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal*, Vol. 14 Iss: 1, pp. 39 – 52, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARKSBERRY, Phillip; BADURDEEN, Fazleena; GREGORY, Bob; KREAFLE, Ken. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 21 Iss: 6, pp. 670-686, 2010.

MATZKA, Judith ; DI MASCOLO, Maria ; FURMANS, Kai. Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. *Journal of Intelligent Manufacturing*. Vol. 23 (1), pp. 49-60, 2012.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. *Produção*. Vol. 17 (1), pp. 216-229, 2007.

NAKAJIMA, Seiichi. Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NÄSLUND, Dag. Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods. *Business Process Management Journal*, Vol. 14 Iss: 3, pp. 269 – 287, 2008.

NAZARENO, R. R.. Desenvolvimento de Sistemas Híbridos de Planejamento e Programação da Produção com foco na implantação de manufatura enxuta. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo: São Carlos, 2008.

OHNO, T.. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1988.

OSADA, T. Housekeeping: 5S's Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke: cinco pontos-chaves para o ambiente da Qualidade Total. São Paulo: Instituto IMAM, 1992.

RAHMAN, Shams; LAOSIRIHONGTHONG, Tritos; SOHAL, Amrik S.. Impact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 21 Iss: 7, pp. 839 – 852, 2010.

RIBEIRO, Haroldo. Manutenção Autônoma “O resgate do chão de fábrica”. São Paulo: ABRAMAN, 2001.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. Aprendendo a enxergar “Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício”. Prefácio original de James Womack e Daniel Jones. Prefácio da edição em português de José Roberto Ferro. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SAHOO, A. K.; TIWARI, M. K.; MILEHAM, A. R.. Six Sigma based approach to optimize radial forging operation variables. *Journal of Materials Processing Tech.*, Vol. 202 (1), pp. 125-136, 2008.

SALAH, Souraj; RAHIM, Abdur; CARRETERO, Juan A.. The integration of Six Sigma and lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 1 Iss: 3, pp. 249 – 274, 2010.

SANTOS, Adriana Barbosa; MARTINS, Manoel Fernando. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. *Gest. Prod.* [online], Vol. 15, n. 1, pp. 43-56, 2008.

SATO, Ryo; KHOJASTEH-GHAMARI, Yaghoub. An integrated framework for card-based production control systems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 23 (3), pp. 717-731, 2012.

SATOLO, Eduardo Guilherme; ANDRIETTA, João Marcos; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; CALARGE, Felipe Araújo. Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey. *Prod.* [online]. Vol.19, n. 2, pp. 400-416, 2009.

SETH, Dinesh; SETH, Nitin; GOEL, Deepak. Application of value stream mapping (VSM) for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil industry in Indian context. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 19 Iss: 4, pp. 529 – 550, 2008.

SEVERINO, Antônio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. 20 ed. São Paulo: Cortez, 1996.

SHAH, R.; WARD, P.T.. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, Vol. 25 n. 4, pp. 785-805, 2007.

SHAH, R.; WARD, P.T.. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, Vol. 21, pp. 129-49, 2003.

SHARMA, A. MOODY; P. E. *A Máquina Perfeita; Como vencer na nova economia produzindo com menos recursos*. Trad. Maria Lúcia G. Leite Rosa. 1.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

SHIMOKAWA, Koichi; FUJIMOTO, Takahiro. *O nascimento do lean*. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Tradução Eduardo Schaan. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SILVA, Iris Bento da; MIYAKE, Dario Ikuo; BATOCCHIO, Antonio; AGOSTINHO, Oswaldo Luiz. Integrando a promoção das metodologias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma* na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 18, n. 4, p. 687-704, 2011.

SINGH, Bhim; GARG, S.K.; SHARMA S.K.; GREWAL, Chandandeep. Lean implementation and its benefits to production industry. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 1, pp. 157 – 168, 2010.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; HARLAND, Christine; HARRISON, Alan; JOHNSTON, Rorbert. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

SMADI, Sami Al. Kaizen strategy and the drive for competitiveness: challenges and opportunities. *Competitiveness Review: An International Business Journal incorporating Journal of Global Competitiveness*, Vol. 19 Iss: 3, pp. 203-211, 2009.

SNEE, Ronald D.. Lean Six Sigma - getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 1 Iss: 1, pp. 9 – 29, 2010.

SOBEK II, Durward K.; SMALLEY, Art. Entendendo o pensamento A3: um componente crítico do PDCA da Toyota. Trad. Francisco Araújo da Costa; Rev. Técnica: Paulo Ghinato. Porto Alegre: Bookman, 2010.

STUMP, Brandon ; BADURDEEN, Fazleena. Integrating lean and other strategies for mass customization manufacturing: a case study. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Vol. 23 (1), pp. 109-124, 2012.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. *Manutenção Produtiva Total*. 2 ed. - São Paulo: IMAM, 2000.

TSAROUHAS, Panagiotis. Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 13 Iss: 1, pp. 5 – 18, 2007.

VISICH, John K.; WICKS, Angela M.; ZALILA, Faiza. Practitioner Perceptions of the A3 Method for Process Improvement in Health Care. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, Vol. 8 (1), pp. 191-213, 2010.

WIDYADANA, G. A.; WEE, H. M.; CHANG, J. Y.. Determining the optimal number of Kanban in multi-products supply chain system. *International Journal Of Systems Science*, Vol. 41 (2), pp. 189-201, 2010.

WITTENBERG, G.. Kaizen the many ways of getting better. *Assembly Automation*, Vol.14, n.4, pp. 12-17, 1994.

WOMACK, J.P.; JONES, T.J.. *A Mentalidade Enxuta nas Empresa – Lean Thinking*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

YANG, Lei ; ZHANG, Xiaopeng ; JIANG, Mingyue. An optimal kanban system in a multi-stage, mixed-model assembly line. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, Vol. 19 (1), pp. 36-49, 2010.

YOSHIKAZEM, Okano. *Manutenção Produtiva Total*. São Paulo: IMAM. 2002.

ZUASHKIANI, Ali; RAHMANDAD, Hazhir; JARDINE, Andrew K.S.. Mapping the dynamics of overall equipment effectiveness to enhance asset management practices. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 17 Iss: 1, pp. 74 – 92, 2011.