III Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento

20 a 22 de outubro de 2014

CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SOCIAL

MPE0709

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE CAPACITAÇÃO EM MANUFATURA ENXUTA E SEIS SIGMA NAS PMES DO VALE DO PARAIBA

MARIA REGINA HIDALGO DE OLIVEIRA LINDGREN
rgn.lindgren@gmail.com
MESTRADO - ENGENHARIA MECÂNICA
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

ORIENTADOR(A)
VALESCA ALVES CORREA
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

PROPOSTA DE AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE CAPACITAÇÃO EM MANUFATURA ENXUTA (*LEAN MANUFACTURING*) E SEIS SIGMA NAS PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DO VALE DO PARAÍBA

Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren (mestranda em Engenharia Mecânica – UNITAU) – e-mail: rgn.lindgren@gmail.com
Valesca Alves Corrêa (Orientadora – Doutora – UNITAU) - e-mail: valesca.correa@unitau.com.br

Resumo
O problema que esta pesquisa busca elucidar é que, apesar de reconhecidas como duas das principais e mais eficazes "ferramentas" para a exploração e diminuição de desperdícios e da variabilidade nos processos, enquanto também promovem o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade de produtos e serviços, tanto a Manufatura Enxuta quanto o Seis Sigma seguem como assuntos praticamente desconhecidos e, consequentemente, muito pouco ou erroneamente explorados por parte da grande maioria das Pequenas e Médias Empresas (PMEs) da região do Vale do Paraíba, o que contribui para uma significativa perda de produtividade e de competitividade desta importante classe de empresas para a economia brasileira. Atualmente, em uma economia altamente globalizada, com oportunidades que surgem inesperadamente e são acompanhadas, frequentemente, por riscos de grande impacto sobre o "*core business*" das empresas, percebe-se que a sobrevivência das organizações depende de suas habilidades e flexibilidades em incorporar inovações rapidamente e de promover melhorias contínuas. Como resultado, as organizações vêm buscando, de forma incessante, a capacitação em ferramentas de gestão que as direcionem para uma maior competitividade, por meio da qualidade e da produtividade, eliminando desperdícios e reduzindo, ao mínimo possível, a variabilidade presente em seus processos. Constatando-se um preocupante aumento das evidências que atestam tanto o desconhecimento de características elementares quanto de princípios básicos pertinentes às duas principais "metodologias" apontadas como sendo as que obtêm melhores resultados para a qualidade e a produtividade das empresas, a Manufatura Enxuta e o Seis Sigma, pretende-se, por meio dos resultados desta pesquisa do tipo "*survey*", tem-se por objetivo concentrar estudos na Capacitação em Lean Manufacturing e Seis Sigma, em especial na avaliação das necessidades oriundas das PMEs da região. O questionamento frequentemente recebido a respeito das origens, das possíveis melhorias a serem conseguidas e a busca por definições e "esclarecimentos" a respeito de termos básicos, elementares, tanto da Manufatura Enxuta quanto de Seis Sigma, motivam a necessidade de pesquisas na área. Os resultados a serem obtidos podem ser de grande valor tanto para a adequação dos currículos das instituições de ensino superior da região quanto na orientação de trabalhos de consultoria, na capacitação e efetiva implementação destas duas "metodologias" nas PMEs do Vale do Paraíba.

Palavras-chave: Avaliação, Capacitação, Lean Manufacturing, Manufatura Enxuta, PMEs, Seis Sigma, Vale do Paraíba.

PROPOSAL OF EVALUATION OF CAPACITATION NEEDS IN LEAN MANUFACTURING AND SIX SIGMA AMONGST MEDIUM AND SMALL COMPANIES IN THE VALE DO PARAIBA REGION

Abstract

The problem that this research seeks to elucidate is that, although recognized as two of the main and most effective "tools" for exploration and reduction of waste and variability in processes, while also promoting increased productivity and improved quality of products and services, both Lean Manufacturing and Six Sigma remain virtually unknown subjects and, consequently, little or wrongly exploited by the vast majority of SMEs in the Vale do Paraíba region, which contributes to a significant loss of productivity and competitiveness of this important class of companies to the Brazilian economy. Currently, in a highly globalized economy with opportunities that arise unexpectedly and are often accompanied by risks of major impact on the "core business" of the companies, one realizes that the survival of organizations depends on their skills and flexibility to rapidly incorporate innovations and to promote continuous improvement. As a result, organizations are seeking, relentlessly, capacitation in management tools that directed toward greater competitiveness through quality and productivity, eliminating waste and minimizing the variability in their processes. Noting a worrying increasing evidence that attest both the lack of basic features as the basic principles relevant to the two main "methods" identified as being the highest achievers to the quality and productivity of enterprises, Lean Manufacturing and Six Sigma, we intend, through this "survey" type research, to focus the studies on Capacitation in Lean Manufacturing and Six Sigma, especially in the assessment of needs arising from Small and Medium Enterprises (SMEs) in the region. The questioning often received regarding the origins, possible improvements to be achieved and the search for definitions and "clarifications" regarding basic terms, elementary, both as Lean Manufacturing and Six Sigma, motivate the need for research in this area. The results to be obtained can be of great value to both the adequacy of the curricula of higher education institutions in the region as the orientation of consultancy work, training and effective implementation of these two "methods" in SMEs in the Vale do Paraiba (Paraiba River Valley).

Keywords: *Evaluation, Capacitation, Lean Manufacturing, SMEs, Six Sigma, Vale do Paraiba.*

1 INTRODUÇÃO

Tomando-se por evidência manifesta o trabalho de Peretti, Faria e Gaspar (2012), cujo objetivo foi se "verificar a utilização das ferramentas de aplicação da filosofia *lean construction* no segmento da construção civil na região metropolitana de São Paulo", tem-se em sua conclusão a base factual para o lançamento deste presente trabalho de pesquisa, pois, segundo os mesmos autores concluíram, o assunto é pouco conhecido dos profissionais da área. Por falta de argumentação, os profissionais entrevistados mencionaram ter algum conhecimento sobre o tema a partir de cursos de pós-graduação voltados para a qualidade e ferramentas de produtividade. Assim, observou-se que a menção do termo *lean* (derivado na temática *construction*, na pesquisa efetuada pelos autores supramencionados) aos entrevistados mostrou ter pouca repercussão, o que denota escasso conhecimento sobre o assunto por parte desses profissionais.

Complementar motivação para este trabalho advém da primeira conclusão mencionada por Doriguel (2012), onde o autor, ao final da avaliação das respostas dos funcionários da empresa estudada, concluiu que poucos conhecem *Lean*, apesar de acreditarem que a "ferramenta", após essenciais treinamento e implantação, possa contribuir para a organização e a redução de custos da companhia.

Tal conclusão pode, muito bem, ser aliada à constatação publicada por Teixeira Júnior e Sasaki (2008), no que diz respeito à escassez de conhecimento empresarial por parte da Metodologia Seis Sigma, quando declaram que "Apesar de cada vez mais popular, o Seis Sigma ainda é um estranho para algumas empresas. Em muitos casos, os

funcionários já ouviram falar da metodologia, mas nunca aplicaram ou nem mesmo conseguiram aplicar sem um treinamento prévio."

Combinando-se este embasamento acadêmico com a percepção informal, obtida a partir das consultas efetuadas, por pequenas e médias empresas manufatureiras (PMEs) estabelecidas na Região do Vale do Paraíba, no estado de São Paulo, a uma empresa de consultoria e treinamento em Lean Manufacturing e Seis Sigma, percebe-se uma grande necessidade (manifesta) de ferramentas que auxiliem estas empresas a reduzirem os desperdícios, e os consequentes custos, em suas operações. Igualmente perceptível, e preocupante, é um grande desconhecimento, por parte das mesmas empresas, das origens, dos propósitos, dos detalhes da implantação e, surpreendentemente, dos resultados esperados destas duas "novas metodologias" de otimização das operações produtivas (como erroneamente classificadas por boa parte das referidas empresas).

Esta pesquisa pretende, então, ao avaliar o grau de conhecimento e familiarização com a Filosofia Lean e a Metodologia Seis Sigma, bem como os possíveis principais agentes motivadores à adoção das mesmas por parte dos respondentes à pesquisa do tipo "survey", concentrar-se na proposição de modelo(s) de Capacitação em Lean Manufacturing e Seis Sigma, em especial na avaliação das necessidades oriundas das PMEs da região. O questionamento frequentemente recebido a respeito das origens, das possíveis melhorias a serem conseguidas e a busca por definições e "esclarecimentos" a respeito de termos básicos, elementares, tanto da Manufatura Enxuta quanto de Seis Sigma, motivam a necessidade de pesquisas na área.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Considerando-se os recursos metodológicos voltados para a Melhoria Contínua, disponíveis e conhecidos atualmente em nosso País, tem-se na Manufatura Enxuta (Lean Manufacturing) e no Seis Sigma seus dois mais populares representantes, de uso mais frequente nas indústrias e empresas de prestação de serviços, conforme atestam George, (2002) e Salah et al., (2010).

Segundo Straatman, (2006), a intenção de se utilizar combinadamente estas duas metodologias data de meados da década de 1990, quando algumas empresas começaram a empregá-las como recursos inovadores de melhoria, mas sem uma coordenação entre os esforços isolados e muito dependentes do entusiasmo e da familiaridade dos gestores com seus conceitos e ferramentas. Deve-se notar que este tipo de emprego destas metodologias deu origem, como declaram Bossert (2003) e Smith (2003), a algumas dificuldades, uma vez que elas possuem objetivos distintos (apesar de complementares) e diferentes métodos de implantação.

2.1 Complementaridade justifica a simultaneidade?

A percepção de que a Manufatura Enxuta e o Seis Sigma têm uma relação complementar é hoje amplamente aceita e cada vez mais empresas vêm aderindo a estas metodologias, especialmente após terem a sua capacidade de gerar resultados demonstrada em empresas líderes tais como General Electric, Toyota, Motorola, Boeing e Embraer (LINDGREN, (2004) e SALAH, RAHIM e CARRETERO, (2010)). Como bem ressalta Arthur, 2007, existe uma relação inequívoca entre a metodologia Seis Sigma, que foca na correção de processos individuais, e Filosofia *Lean*, a Manufatura Enxuta, que se concentra em otimizar o Fluxo de Valor que permeia os processos como

um todo (como fica bem claro no uso do *VSM – Value Stream Mapping*, ou Mapeamento do Fluxo de Valor), uma vez que ambas enfatizam processos e operações em fluxo. Antony (2010) faz uma comparação sobre o foco de cada metodologia, destacando que o Seis Sigma tem seu foco na redução da variabilidade nos processos e a busca da redução da quantidade de produtos finais com qualidade abaixo do aceitável pelos clientes, reduzindo-se, consequentemente, os custos, enquanto que a Manufatura Enxuta objetiva a (quase) eliminação de desperdícios, o aumento da produtividade e o fluxo contínuo e ágil, enfatizando a obrigatoriedade da eliminação das atividades que não agregam valor, a fim de reduzir custos.

Entretanto, mesmo em empresas multinacionais, de grande porte, estabelecidas na região do Vale do Paraíba, tem-se evidenciado o fato de que podem existir percalços e erros na adoção de uma ou outra metodologia, a exemplo do que descreve Corrá, (2009) em seu estudo de caso, quando trata da utilização inicial do Seis Sigma, sua consolidação e a posterior mudança da estratégia corporativa para o *WEA* (*Waste Elimination*, ou Eliminação de Desperdício), uma derivação da Manufatura Enxuta, com consequente aumento de produtividade e qualidade, em uma multinacional do ramo eletroeletrônico.

No cenário da manufatura no Brasil, o avanço das aplicações técnicas e ferramentas do Sistema de produção Enxuta (Lean Manufacturing) tem alavancado a competitividade do setor produtivo, principalmente da indústria automobilística. Diversas empresas no Brasil vêm aplicando os conceitos Lean em seu processo produtivo, tais como Ford, GM, Visteon, Eaton, Delphi, Meritor, entre outras (LEAN SUMMIT (1999) apud Nazareno et al.), ao que se podem acrescentar, atualizadamente, outras de ramos diversos mas de igual renome, como Embraer, Sobraer e Latecoere, para mencionar algumas.

Não obstante, nem todas estas empresas e as demais que se propõem a implementar projetos de produção enxuta, conseguem alcançar os resultados esperados, acabando por abandonar o projeto durante sua implementação. Segundo Feld (2000) isto ocorre porque os gerentes responsáveis por esta implementação não têm conseguido solucionar impasses e dificuldades encontradas na aplicação de práticas, ferramentas e métodos. Ou seja, tem-se o conhecimento tácito, sabem-se os princípios, mas não se consegue explicitar este conhecimento da maneira adequada.

2.2 Um breve histórico da Manufatura Enxuta (Filosofia LEAN)

A proposta da Produção Enxuta (Lean Production) adotada pelas empresas japonesas a partir dos anos 1940, propiciaram e incluíram novos mecanismos para a excelência de produção, reunindo para tal o melhor dos métodos artesanais e da produção em massa: redução de custos unitários, melhoria da qualidade, mix de produtos e trabalhadores multifuncionais (WOMACK et al., 2004).

O despertar desses novos conceitos somente foi apresentado ao ocidente no final dos anos 1980, em razão do lançamento do livro “A máquina que mudou o mundo” de Womack e Jones (1992). Nesse livro foram publicados os resultados de uma pesquisa realizada pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), acerca do desempenho superior das empresas automotivas japonesas, mais especificamente da Toyota Motor Company, frente às empresas americanas.

O Sistema Toyota de Produção (STP) foi criado a partir da identificação dos desperdícios pertinentes à produção e da criação de uma série de ferramentas para evitá-los, partindo de técnicas simples de gestão visual que permitem que cada pessoa saiba o que deve fazer em diferentes situações (HOLWEG, 2007).

Diversos estudos têm demonstrado que o sistema de produção introduzido pela Toyota, a Produção Enxuta ou Lean Production, é o sucessor do tradicional modelo de produção em massa fordista, conforme representado na Figura 1 pelo próprio Lean Institute, podendo esse novo modelo ser aplicado em qualquer organização empresarial (PETTERSEN, 2009; SHAH; WARD, 2003; SHINGO, 1996), e que o crescimento da aplicação desta filosofia nas organizações ocorreu devido à validação de seus resultados, sendo o tema de várias pesquisas (ANTONY, 2011; FULLERTON; MCWATTERS, 2001; HALLGREN; OLHAGER, 2009; KAYNAK, 2003; LINDGREN, 2001, LINDGREN 2004, SALGADO et al, 2009).

Na literatura tem-se diagnosticado que a implementação, total ou parcial, de conceitos e ferramentas da Produção Enxuta, como: Mapa do Fluxo de Valor (MFV), Trabalho Padronizado, Manutenção Produtiva Total (TPM), Troca Rápida de Ferramentas (SMED), Qualidade Total (TQM), Fluxo Contínuo, Sistemas Puxados, Cadeia de Fornecedores, Kaizen, Gestão Visual, Nivelamento e Balanceamento da Produção e Flexibilização da mão de obra, proporcionam ganhos de competitividade para as empresas, com foco na redução de desperdícios e perdas (NOGUEIRA, SAURIN, 2008). Além disso, tais práticas produzem melhoria tanto ao desempenho operacional quanto ao desempenho do negócio (HOFER; EROGLU; HOFER, 2012; KAYNAK, 2003; LIN; CHANG, 2006; SILVA et al., 2010).

Assim, considera-se que há um aumento do interesse em conceitos e ferramentas da Produção Enxuta (SAURIN et al., 2010), e que as Pequenas e Médias Empresas (PMEs), ainda utilizam ultrapassados mecanismos de controle e execução da produção, não contando, portanto, com um foco estratégico (BACHEGA; GODINHO FILHO, 2011).

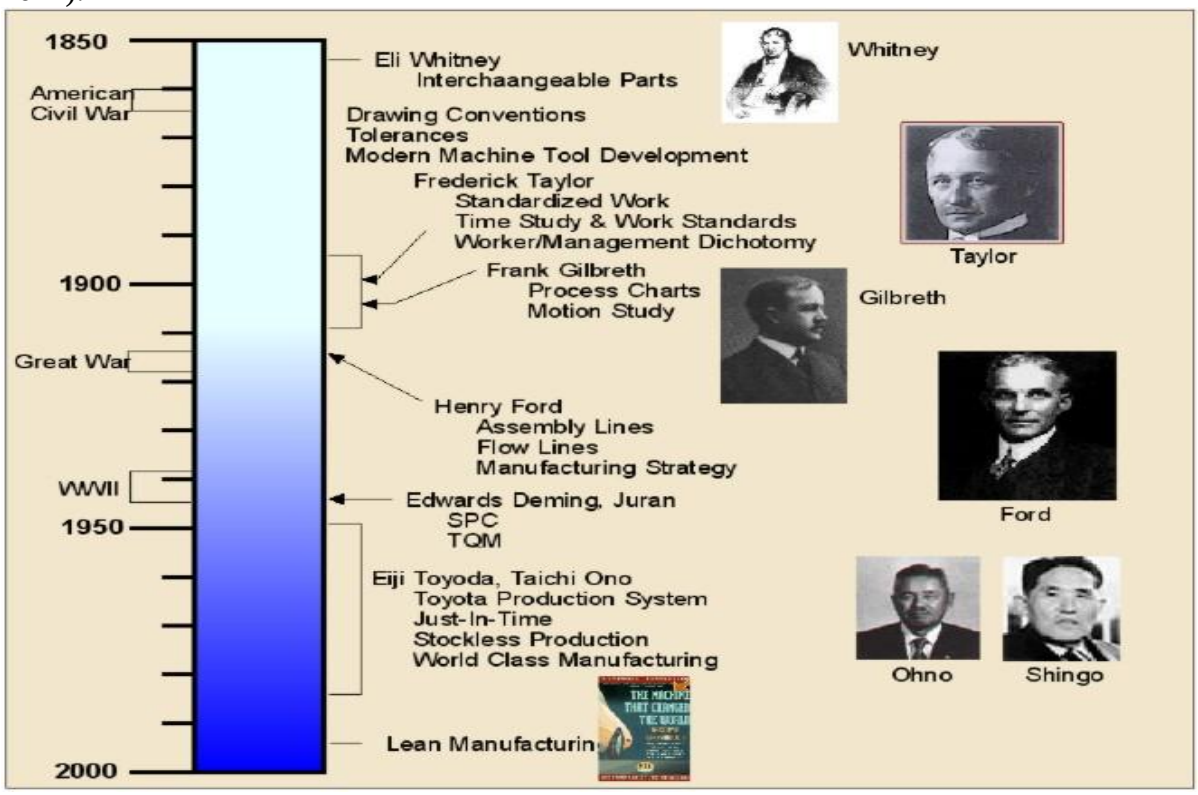

Figura 1: Evolução Histórica da Produção Enxuta
Fonte: Adaptado do Lean Institute, 2004

2.3 A Implementação da *Lean Manufacturing*

Independentemente da natureza e da origem de suas atividades, segundo Lindgren (2001), a melhor abordagem para implementação Lean deve seguir algumas regras básicas, como analisar o local de trabalho, mapeando-o de forma padronizada e buscando identificar não somente os desperdícios que se apresentam mas, sobretudo, o fluxo de valor. Para tanto, recomenda-se que sejam adotados os seguintes passos:

a) realizar o Mapeamento do Fluxo de Valor do trabalho analisado. É importante que durante este mapeamento os problemas e dificuldades sejam revelados a fim de que se possam identificar as oportunidades de melhorias;

b) identificar entre os participantes do fluxo quais exercem funções que adicionam valor ao bem oferecido ao cliente e quais ocupam postos críticos que afetam diretamente o valor do bem;

c) identificar entre os recursos principais (equipamentos, maquinário, informações, entre outros) quais agregam e quais não agregam valor para o cliente;

d) desta forma , os melhores métodos dos processos de trabalho terão sido identificados e as tarefas repetitivas estarão padronizadas. A intenção é tornar o fluxo de valor mais simples, onde os recursos críticos e aqueles que desempenham funções ou papéis chaves estejam sempre ocupados, alimentando a movimentação do fluxo. O objetivo é obter um fluxo limpo, que flua de forma fácil e suave;

e) eliminar os desperdícios. As mudanças devem ser promovidas a fim de eliminar retrabalhos, reduzir ou reutilizar materiais e organizar o ambiente. É uma forma de se repensar o ambiente para torná-lo livre de erros, tornando mais robusto o próprio trabalho;

f) praticar sempre a melhoria contínua. A criação de um clima que dê suporte às melhorias é fundamental para sustentação dos esforços de mudança. Deve-se prezar pela eficiência na comunicação entre processos distintos a fim de tornar o ambiente adaptável a diferentes trabalhos quando necessário. A organização do ambiente de trabalho deve ser considerada um dos pilares do sucesso da empresa, principalmente em relação à segurança e à ergonomia dos processos. Por fim, a metodologia de resolução de problemas deve ser fortemente cultivada na cultura organizacional.

2.4 Características Basilares da Produção Enxuta

Seja em sua forma original, como JIT – Just In Time, ou STP – Sistema Toyota de Produção, seja em sua forma mais recente, ocidentalizada a partir do final dos anos 1980 sob o nome de Produção Enxuta, ou Lean Manufacturing, após a realização de um programa de pesquisas ligado ao Massachusetts Institute of Technology (MIT) em parceria com o International Motor Vehicle Program (IMVP), as características fundamentais, sobre as quais se embasaram todos o conceitos e as “melhores práticas” que conferem à Produção Enxuta suas maiores qualidades, ancoram-se na incessante busca pela identificação dos “Sete Desperdícios” que, identificados por Ohno (1997), constituem-se nos maiores obstáculos aos “Fluxo do Valor” que será reconhecido pelo Cliente.

Desta forma, a Produção Enxuta nasceu como uma filosofia de gerenciamento de trabalho que buscava atender o cliente no menor tempo possível, com a melhor qualidade e menor custo. Assim, o primeiro passo essencial para o sucesso de sua aplicação é enxergar o processo a partir do ponto de vista do cliente, buscando identificar, com precisão, dentro do fluxo de atividades da organização, quais agregam

valor, quais não agregam valor mas são necessárias e quais não agregam valor, não são necessárias e, portanto, podem ser eliminadas.

Após a identificação destas atividades é necessário que a organização consiga motivar seus funcionários a fazer fluir aquelas que agregam valor e consiga eliminar as fontes de desperdício que geram aquelas que não agregam valor. Estas fontes de desperdícios foram identificadas por Ohno (1997), Womack e Jones (1998) conforme descrito abaixo:

a) Superprodução: esta é, não somente uma das maiores fontes de desperdício, na visão de Ohno, mas a segura fonte de todos os demais. Produzir antes, mais rápido ou em maior quantidade do que o necessário é prejudicial para a empresa, pois gera custos com excesso de inventário, e provoca o desperdício de componentes comuns, criando um fluxo pobre de peças.

b) Espera: ocorre quando as pessoas, peças ou informações permanecem períodos de tempo em ociosidade, o que gera um fluxo pobre e "lead times" longos;

c) Transporte Excessivo/Desnecessário (de Produtos): enquanto estão sendo transportados os produtos não são trabalhados, não são transformados, e por isso não está se agregando valor a eles. Assim, um deslocamento excessivo resulta em custos desnecessários com mão de obra, equipamentos e sistemas, além de se impactar negativamente o lead time;

d) Processos Inadequados: quando se utiliza equipamentos inadequados para determinado processo, ele se torna ineficiente e desnecessário.

e) Inventário Desnecessário: o armazenamento excessivo assim como a falta de informação ou produtos resultam em custos excessivos e baixa qualidade dos produtos oferecidos ou serviços prestados ao cliente;

f) Movimentação Desnecessária (de Pessoas): relacionada diretamente à organização do ambiente de trabalho. A precariedade nesse aspecto leva a um baixo desempenho ergonômico e consequente perda frequente de itens;

g) Produtos Defeituosos: problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega podem gerar produtos defeituosos. Costa (2006) enfatiza que quando estes produtos são entregues ao cliente final tornam-se fontes de custos de reposição, retrabalho e indenização.

A Figura 2 representa as sete fontes originais de desperdícios caracterizadas dentro do Sistema Toyota de Produção, segundo MONDEN (1994).

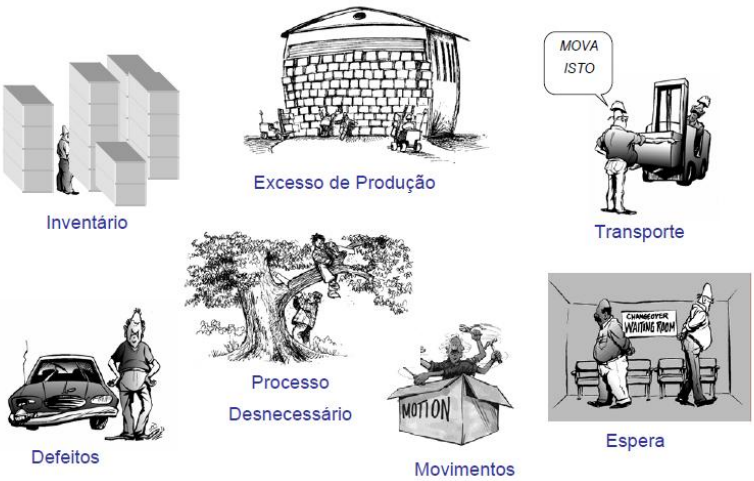

Figura 2: As Sete Fontes Originais de Desperdício
Fonte: Monden (1994)

Faz-se necessário notar que, às estas Sete Fontes Originais de Desperdício, assim criadas e mantidas no Sistema Toyota de Produção até hoje, houve o acréscimo de uma Oitava Fonte de Desperdício no que diz respeito à Lean Manufacturing, pois, como mencionado em Womack et al, 2003, é necessário também buscar se identificar e eliminar, com a mesma ênfase, o desperdício da "subutilização da capacidade dos empregados", que abrange a subutilização mental, criativa e física de faculdades e habilitações. Em um ambiente "não Lean" apenas se reconhece a subutilização de atributos físicos. Algumas das causas mais comuns para este tipo de desperdício são: fraco fluxo de trabalho, cultura organizacional, práticas de contratação inadequadas, formação deficiente ou inexistente, e fraca rentabilização dos empregados.

A eliminação destas fontes de desperdício é essencial para que o produto final apresente o valor esperado pelo cliente ou até mesmo supere suas expectativas. Esta identificação e eliminação dos desperdícios devem seguir alguns princípios da própria Produção Enxuta, conforme descrito por Himes et al. (2000), apud Turatti (2007):

a) especificar o que gera e o que não gera valor sob a perspectiva do cliente. Ao contrário do que tradicionalmente se faz, não se deve avaliar sob a óptica da empresa ou de seus departamentos;

b) identificar todos os passos necessários para produzir o produto ao longo de toda linha de produção, de modo a não serem gerados desperdícios;

c) promover ações a fim de criar um fluxo de valor contínuo, sem interrupções, ou esperas;

d) produzir somente nas quantidades solicitadas pelo consumidor;

e) esforçar-se para manter uma melhoria contínua, procurando a remoção de perdas e desperdícios.

Observa-se que em cinco princípios a Produção Enxuta procura eliminar os sete desperdícios citados anteriormente, sendo que seu ponto de ação essencial é a agregação de valor. Valor este que, conforme já citado na definição do primeiro princípio e realçado por Woomack e Jones (1998) deve ser definido pelo cliente final, ou sob sua ótica, e nunca pela empresa.

Além da caracterização das Fontes de Desperdício e dos Princípios de Gestão e Ação necessários para combatê-las, têm-se em duas outras ferramentas, o VSM – *Value Stream Mapping*, ou Mapeamento do Fluxo de Valor, já mencionado anteriormente, e o Kanban, mais dois elementos basilares e imprescindíveis para a implementação da Produção Enxuta em qualquer atividade ou ramo de negócio (WOOMACK et al, 2003).

O VSM constitui-se na denominação ocidentalizada atribuída à ferramenta que identifica o fluxo de material e informações, como, segundo Lindgren, é comumente conhecido dentro das plantas da Toyota (Mapa do Fluxo de Materiais e Informações). De acordo com Tapping e Shuker (2003) e Picchi (2002), o VSM auxilia ainda a planejar e ligar as iniciativas Lean a fim de se atingir o estado futuro planejado, por meio da captura sistemática de dados e de sua análise, resultando na redução de custos, através da eliminação de desperdícios, e na criação de fluxos suaves de informação e trabalho.

Rentes et al. (2006) recomendam que o processo de mapeamento seja realizado a partir das seguintes etapas :

a) Seleção da família de produtos – no começo do processo de mapeamento da situação atual da empresa é necessário, inicialmente, selecionar o conjunto ou família de produtos que serão analisados no mapa do fluxo de valor. Em um ambiente com muitos produtos não é viável analisar peça a peça porque a simplicidade desta ferramenta seria perdida. O ideal é promover o estudo dos produtos devidamente agrupados em famílias;

b) Mapeamento do Estado Atual - Após identificar as famílias de produtos existentes na empresa inicia-se o processo de mapeamento. Utiliza-se um conjunto de ícones para que todo fluxo de processo e informação existente na organização seja representado de forma particular e universal. A este mapa inicial é atribuída a designação de Mapa do Estado Atual.

c) Mapeamento do Estado Futuro - A partir do Mapa do Estado Atual e seguindo um conjunto padronizado de etapas, gera-se um Mapa do Estado Futuro da empresa, ou seja, uma modelagem icônica de como deverá se configurar, no futuro, o Mapa do Estado Atual uma vez que os desperdícios identificados tenham sito eliminados;

d) Plano de Melhorias - Com base no Mapa do Estado Futuro são propostos Planos de Melhoria que orientem à empresa como proceder para atingir o Estado Futuro, já visualizado. Uma vez atingido o Estado Futuro, assume-se este como Atual e procede-se ao novo exercício de Mapeamento do Estado Futuro, em um novo ciclo de melhoria contínua, a ser repetido sucessivamente.

Andrade (2002) aponta seis vantagens desta ferramenta, quais sejam:

a) permite uma visão ampla de todo o fluxo, e não dos processos isoladamente;
b) auxilia a identificação dos desperdícios;
c) mostra simultaneamente a relação entre os fluxos de materiais e informações;
d) fornece uma linguagem simples e comum para tratar os processos;
e) forma a base de um plano de ações.
f) torna as decisões mais visíveis, permitindo uma discussão prévia das possíveis alternativas de melhora;

A maior vantagem do VSM, entretanto, é proporcionar, com recursos simples, a obtenção de resultados significativos. Sob alguns aspectos o VSM pode apresentar algumas limitações como, por exemplo, na capacidade de lidar com mapeamento de fluxos que apresentem recursos compartilhados entre diversas famílias de produtos, na falta de habilidade para tratar aspectos físicos como dimensões e layouts e na proposição de alternativas sem a consideração de fatores essenciais à implementação, atividade esta que acaba ficando sob a responsabilidade dos usuários. Mas apesar destas limitações o VSM representa um grande avanço no que diz respeito à proposição e implementação de melhorias nas organizações (ANDRADE, 2002).

Por sua vez, o Kanban, outra ferramenta considerada essencial para a implementação da Produção Enxuta em qualquer atividade ou ramo de negócio, atribui à esta ferramenta, cujo nome significa “cartão, “anotação visível” ou “placa visível”, em japonês, a tarefa de coordenar a produção e a movimentação de peças entre os diferentes postos de trabalho, elemento vital para que se evitem falhas ou excessos de coordenação. O sistema Kanban foi criado e desenvolvido pela Toyota Motor Company, com a finalidade de um cartão se associar a uma necessidade de entregar certa quantidade de peças, e outro cartão semelhante, para avisar a necessidade de produzir a quantidade requerida destas mesmas. para gerir sistemas produtivos que seguem uma abordagem de “Puxar”. Neste tipo de abordagem, o posto de trabalho anterior deverá produzir apenas o que lhe é pedido pelo posto seguinte, e este, por sua vez, apenas deve produzir o que lhe é pedido pelo posto subsequente, e assim sucessivamente.

O posto localizado ao final da linha, em todo o processo, deverá produzir única e simplesmente o necessário para satisfazer os pedidos dos clientes. (SCHONBERGER, 1982).

A sequência de produção apresentada na Figura 3 ilustra um fluxo unidirecional de materiais da esquerda para a direita, com transformação e preparação da matéria prima, até o produto final. Contrariamente, no sentido inverso, existe o fluxo de informação, que inicia, orienta e supervisiona o fluxo de materiais. Logo, conclui-se que o sistema Kanban consiste em sobrepor, ao fluxo de materiais, um fluxo inverso de informação. Deve-se atentar ao fato de que trata-se de característica pouco mencionada, em treinamento e sessões de capacitação, a similaridade dos fluxos no Kanban com a disposição gráfica dos fluxos de informações e de materiais adotada nos desenhos dos VSMs, constituindo-se em mais um forte recurso de padronização do Sistema Toyota de Produção e, consequentemente, da Filosofia Lean, neste caso aplicado à Gestão do Conhecimento.

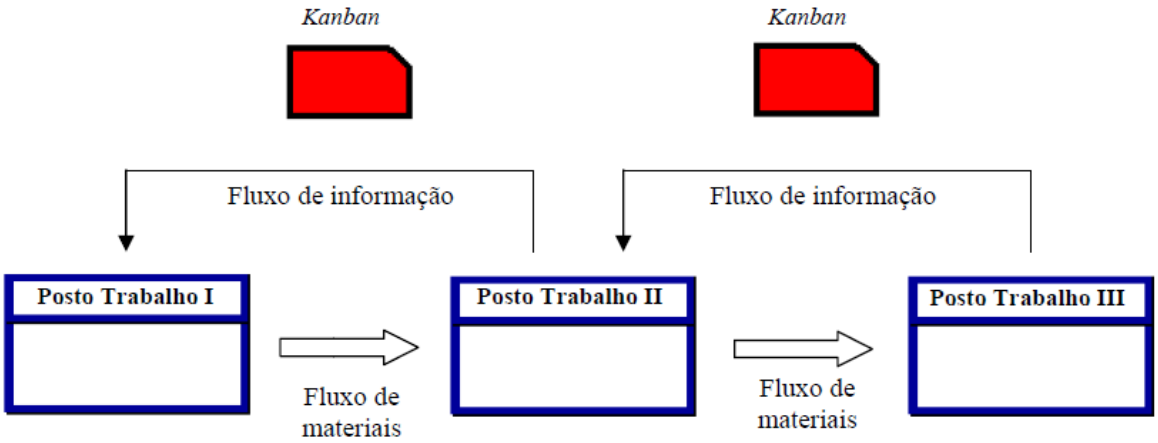

Figura 3: Fluxos coordenados em um sistema Kanban
Fonte: Carvalho (2010)

2.5 Características da Implementação da Metodologia Seis Sigma

Segundo Harry e Schroeder (2000), a metodologia Seis Sigma nasceu e se desenvolveu em meados de 1980 na Motorola, nos Estados Unidos. Porém, a raiz original do Seis Sigma foi encontrada no livro "Quality is Free" escrito por Philip Crosby em 1979, onde uma das contribuições de Crosby para a gestão da qualidade foi o conceito do "zero defeito", que é a filosofia seguida pelo Seis Sigma. Nesta época a empresa se sentia ameaçada pela concorrência da indústria eletrônica japonesa e necessitava fazer uma profunda melhoria em seu nível de qualidade.

Com a ameaça da concorrência japonesa, a Motorola iniciou um novo modo de abordagem gerencial para a melhoria da qualidade, no qual a meta estabelecida para melhoria de todos os produtos, bem como serviços, foi melhorar a qualidade em dez vezes. A Motorola focou os recursos no Seis Sigma, incluindo esforço humano na redução da variação dos processos como, processos de manufatura, processos administrativo e todos os demais processos. O conjunto de ações de melhorias chamado de programa Seis Sigma foi lançado oficialmente pela Motorola em 1987.

A origem do nome "Sigma" vem da medida estatística de quantificação da variabilidade (desvio-padrão), utilizada para expressar a capacidade de um processo, isto é, a habilidade deste de produzir produtos não-defeituosos. Estatisticamente, sigma

é o termo usado para representar a dispersão em torno da média do processo. Seis Sigma implica geralmente na ocorrência de uma taxa de defeitos abaixo de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (dpmo) para defeitos levantados (KLEFSJÖ; WIKLUND e EDGEMAN, 2001).

2.6 As Origens do Seis Sigma

A metodologia básica do Seis Sigma, é derivada do ciclo PDCA, é uma série de processos sistemáticos caracterizados pelo acrônimo DMAIC (*Define-Measure-Analyse-Improve-Control*). Como no ciclo PDCA, o DMAIC também é caracterizado pela aplicação contínua, ao final de cada etapa segue-se para a próxima ao final do ciclo dá-se início a um novo ciclo.

Segundo Cabrera Junior *apud* Rotondaro (2006, p. 17) seis sigma pode ser caracterizado por se tratar de "*uma metodologia rigorosa, que faz uso de ferramentas e métodos estatísticos para definir problemas e situações a melhorar, medir para obter a informação e os dados necessários, analisar a informação coletada, incorporar e empreender melhorias nos processos e controlar os processos ou produtos existentes, com a finalidade de se alcançar a melhoria contínua.*"

Dessa definição pode-se conceituar o DMAIC como sendo a metodologia que visa à melhoria contínua baseada na otimização e controle de processos, onde procura-se identificar e analisar resultados indesejáveis priorizando a resolução dos problemas, para isso a equipe de trabalho deve contar desde pessoas com conhecimentos técnicos até pessoas que somente efetuam a operacionalização das tarefas.

A aplicação do ciclo DMAIC deve ser seqüencial e as ações correspondem a cada palavra da sigla, o ciclo segue os seguintes passos, segundo Holtz e Campbell (2003):

- Definir: compreender claramente e indicar o problema, então utilizar os conhecimentos da equipe para presumir a possível causa do problema;
- Medir: coletar dados objetivos e de confiança para as prováveis causas;
- Analisar: Estudar os dados utilizando ferramentas de análise gráfica e/ou estatística, isolando as causas críticas da variação;
- Melhorar: Utilizar os conhecimentos da equipe para o desenvolvimento e execução de melhorias para direcionar as causas preliminares de variação;
- Controlar: Monitorar os produtos/serviços na etapa final do processo, assim como os fatores que estavam causando a variação, isso garantirá que caso ainda ocorra alguma variação, uma ação possa ser tomada o mais rápido possível – antes que o processo saia do controle.

O sucesso da implantação do Seis Sigma depende fundamentalmente da utilização correta do ciclo DMAIC, pois é ele que irá nortear as ações. Usá-lo corretamente prevê que haja controle na melhoria do processo, ou toda a análise de dados estatísticos será descartada. O ciclo DMAIC só é utilizado quanto se tem um processo produtivo implementado, caso se queira aplicar Seis Sigma no desenvolvimento de produtos deve-se utilizar a estratégia conhecida como *Design-for-Six-Sigma* (DFSS).

2.7 Comparação entre Lean Manufacturing e Seis Sigma

Existe alguma semelhança entre Seis Sigma e Lean Manufacturing, pois ambas as "metodologias" partem do pressuposto de que o produto atende aos requisitos do cliente, o projeto do produto está adequado em termos de custo, e a administração da

empresa dá suporte ao processo de mudança. Esses pressupostos não são uma verdade absoluta e precisam ser investigados.

O fator humano: A implementação do Seis Sigma implica no uso de técnicas estatísticas refinadas, tais como: Gráfico Sequencial, Análise de Séries Temporais, Estratificação, etc., requerendo profissionais com um elevado conhecimento técnico e possuidor de habilidades de liderança necessárias à condução de equipes. Em geral, as pessoas envolvidas na empresa, com o Seis Sigma, restringem-se aos participantes da equipe de projeto. O tempo necessário para formação de um Black Belt compreende um período de oito a doze meses e um Green Belt de quatro a seis meses. As características necessárias aos profissionais que irão trabalhar com a técnica, o rigoroso processo de qualificação e o tempo, relativamente longo, para formação de Black Belts, inibem a implementação e uso do Seis Sigma em pequenas e médias empresas.

Diferentemente do Seis Sigma, a implementação da Produção Enxuta requer a participação efetiva de todos os empregados, pois estes são um fator crítico para o sucesso. Na Produção Enxuta, o processo de capacitação e treinamento das pessoas ocorre de maneira simultânea à sua implementação. Em razão do baixo grau de dificuldade de compreensão das técnicas empregadas: 5S's; Definição da Cadeia de Valor, Aproximação das Etapas do Processo, Conceito de Supermercado, etc., há uma exigência menor quanto a formação das pessoas.

Na implementação da Produção Enxuta, os resultados aparecem rapidamente e são visíveis a todos, criando-se um clima dentro da empresa altamente positivo e favorável à implementação.

Os resultados: Na bibliografia pesquisada observa-se que há uma diferença entre a mensuração dos ganhos na implementação das metodologias Seis Sigma e Pensamento Enxuto, o que dificulta uma comparação nessa dimensão.

- Nas publicações de livros e artigos, a respeito de Seis Sigma, citam-se os ganhos das grandes empresas, tais como: ABB – US$ 898 milhões, entre 1989 e 1991, GE – US$ 1,5 bilhões, em 1999 (investiu em 1997 US$ 250 milhões), Grupo Brasmotor – R$ 20 milhões, em 1999.

- As publicações voltadas à Produção Enxuta divulgam ganhos de produtividade, redução de custos, redução de lead time e melhoria da qualidade de produtos, serviços e processos. Como exemplo, a pesquisa do *International Motor Vehicle Program*, do MIT, realizada em 1990, demonstra que o tempo de produção de veículos é 33% menor nas empresas que têm Lean implantada, como também os automóveis apresentam o número de defeitos 27% menor. Assim sendo, torna-se difícil a comparação nessa dimensão, pois os resultados para o Seis Sigma são expresso em números absolutos e para a Produção Enxuta os números são relativos.

Aspectos técnicos e conceituais: Foram organizados por NAVE (2002, págs. 73 a 78) alguns aspectos técnicos e conceituais importantes para comparação dessas "metodologias" e estão resumidos no Quadro 1.

Quadro 1: Comparação das "metodologias" Seis Sigma e *Lean Manufacturing*

Metodologia	**Seis Sigma**	**Lean Manufacturing**
Teoria	Reduzir variação	Eliminar desperdícios
Diretrizes de aplicação	1. Definir 2. Medir 3. Analisar 4. Melhorar 5. Controlar	1. Identificar valor 2. Identificar cadeia de valor 3. Fluir 4. Puxar 5. Aperfeiçoar
Foco	Foco no problema	Foco no fluxo

continua

Continuação do Quadro 1: Comparação das "metodologias" Seis Sigma e *Lean Manufacturing*

Metodologia	**Seis Sigma**	**Lean Manufacturing**
Pressupostos	Há um problema. Gráficos e Números são valorizados. Os resultados do sistema são melhorados se a variação em todos os processos for reduzida.	A eliminação do desperdício aumentará o desempenho do negócio. Várias pequenas melhorias são melhores do que grandes rupturas.
Efeito principal	Resultado uniforme do processo.	Tempo de fluxo reduzido.
Efeitos secundários	Menos variações. Resultados uniformes. Menos estoques. Novo sistema de contabilidade. Avaliação de desempenho pelos gerentes. Qualidade melhorada.	Menos desperdícios. Melhoria da saída do processo. Menos estoques. Avaliação de desempenho pelos gerentes. Qualidade melhorada.
Críticas	A interação do sistema não é considerada. Os processos são aperfeiçoados independentemente.	A análise estatística ou de sistema não é valorizada.

Fonte: Adaptado de Nave (2002)

3 MÉTODO

O estudo tem como propósito levantar, diagnosticar e apresentar soluções para problemas de capacitação em Manufatura Enxuta e em Seis Sigma, sendo, portanto, possível se utilizar da Proposição de Planos, a qual visa apresentar modelo que objetiva contribuir para a solução de problemas organizacionais (ROESCH, 1999). Para se alicerçar o cumprimento deste objetivo, propõe-se realizar uma extensa revisão da literatura a respeito da Manufatura Enxuta e de Seis Sigma, com foco, em especial, nos pré-requisitos e nas características importantes para sua implementação bem sucedida.

Mesmo lançando mão de recursos quantitativos, pois se pretende verificar, quantitativamente, o nível de conhecimento e implantação da Manufatura Enxuta e de Seis Sigma pelas empresas, trata-se de uma abordagem predominantemente qualitativa, a qual, além de visar descobrir e compreender um fenômeno, um processo, ou as perspectivas e visão de mundo das pessoas nele envolvidas, também é, de acordo com Roesch (1999), a mais apropriada para a proposição de planos, quando se propõe construir uma possível intervenção. Nesta linha de ação, pretende-se fazer uso de uma pesquisa qualitativa, cujas características principais são: coleta de dados no próprio contexto em que ocorrem e interação com o segmento pesquisado, onde será realizada pesquisa-participante com observação sistemática. Tal pesquisa também pode ser classificada como sendo de natureza exploratória, ampliando e aprofundando o

conhecimento existente, sem deixar de ser aplicada, pois visa obter conhecimentos que poderão ser utilizados na aplicação prática e na solução de problemas das empresas envolvidas (SILVA e MENEZES, 2005).

3.1 Técnica para Coleta e Análise de Dados

A linha de pesquisa a ser seguida será a exploratória-descritiva e como técnica a ser utilizada será a pesquisa de campo do tipo "*survey*". Estudando-se a amostra de uma população por meio da coleta de dados de forma individual, este tipo de pesquisa lança mão de técnicas como entrevistas pessoais (que se propõe que sejam semi-estruturadas, com formulário, com os proprietários e gerentes de planta - diretores, gerentes de produção ou de processo). Para tanto, pretende-se contar com o suporte de um roteiro de perguntas pré-estabelecidas e questionário semi-estruturado, com perguntas abertas e fechadas, a ser respondido por telefone, via correio ou por e-mail, pela população amostralmente válida das PME's manufatureiras localizadas nos municípios de Jacareí, São José dos Campos, Taubaté, Caçapava, Pindamonhangaba, Tremembé, Guaratinguetá, Lorena e Cruzeiro.

Após, será realizada a análise das respostas levantadas nas entrevistas concluídas, sendo utilizada a técnica da Análise de Conteúdo (MORAES, 1999; DIEHL e TATIM, 2004) e organizando-as por tópicos de interesse.

3.1.1 Instrumento

Pretende-se utilizar como instrumento um questionário estruturado (a ser elaborado, embasado em técnicas de pesquisa qualitativa), considerando seu processo de elaboração (tipologia, normas, eficácia e validade) e submetendo-o ao devido Pré-teste, para adequada verificação de falhas no processo, testando-se o instrumento de pesquisa sobre uma pequena parcela da população ou amostra, previamente à sua aplicação sobre o público-alvo. Tem-se, ainda, que se verificar a adequação da Classificação das perguntas (abertas, fechadas ou de múltipla escolha), seu Conteúdo, em termos de relevância em relação aos objetivos, o Vocabulário a ser utilizado em sua elaboração (se é adequado ao grupo selecionado), a Ordem das perguntas (progressão lógica) e as possíveis Respostas as serem coletadas.

Deve ser ressaltado que a utilização de tal instrumento está condicionada à aprovação prévia no CEP (Comitê de Ética em Pesquisa) da UNITAU – Universidade de Taubaté, cuja reunião realiza-se mensalmente, prazo este que deverá ser devidamente contemplado no Cronograma de Pesquisa para não impactar as etapas subsequentes de consolidação e processamento dos dados obtidos e análise e discussão dos resultados.

3.1.2 Universo

Pequenas e Médias Empresas (PMEs) manufatureiras das principais cidades do Vale do Paraíba classificadas, quanto a seu porte, pela receita operacional bruta, definida pelo BNDES (a exemplo do PIB de 2011: Caçapava, Cruzeiro, Guaratinguetá, Jacareí, Lorena, Pindamonhangaba, São José dos Campos, e Taubaté, todas com bons índices de industrialização), e nomeadas conforme pesquisas regularmente efetuadas pela Deloitte e a revista Exame PME. Faz-se necessário notar que esta lista de cidades deverá ser confirmada a partir de bases de dados mais recentes, referentes ao PIB, preferencialmente àqueles publicados a partir de 2013. Caso esteja disponível uma

edição mais atualizada do Boletim Estatístico de Micro e Pequenas Empresas – Observatório SEBRAE, também poderá ser utilizada em tal classificação.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Ao final da pesquisa, espera-se desenvolver e propor um método de Capacitação Combinada em Lean Manufacturing e Seis Sigma, de forma equilibrada, gradativa e sequencialmente otimizada, mais compatível com a realidade das pequenas e médias empresas da região do Vale do Paraíba, evitando-se os resultados negativos e as frustrações geradas por "modismos" e lançando-se as bases para a otimização tanto de Planos de Ensino das Instituições de Ensino quanto dos Programas de Treinamento, Capacitação e Implantação das Consultorias da região.

REFERÊNCIAS

ANTONY, J. ***Some perspectives from leading academics and practitioners.*** International Journal of Productivity and Performance Management, v. 60, n. 2, 2010.

ARTHUR, J. ***Lean six sigma demystified.*** United States of America: Mc Graw-Hill, 2007.

BOSSERT, J. ***Lean and six sigma: synergy made in heaven.*** Quality Progress, v.36, n.7, p. 31-32, 2003.

CORRÁ, J. H. **Adequação do Sistema Toyota de Produção para eliminação de desperdício (*waste elimination*) na fabricação de monitores.** Monografia (especialização), Universidade de Taubaté, 2009.

DIEHL, A. A.; TATIM, D. C. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas:** métodos e técnicas. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

DORIGUEL, F., ***Lean* e *Green*: Uma Análise das Potenciais Contribuições da Manufatura Enxuta para a Gestão Ambiental em uma Empresa do Setor de Montagem Hidráulica.** *Tékhne ε Lógos*, Botucatu, SP, v.3, n.2, Julho. 2012.

FELD, W. M. ***Lean Manufacturing. Tools, techniques and how to use them***. New York: CRC Press, 2001.

GEORGE, M.L. ***Lean six sigma, combining six sigma quality with lean speed.*** New York: McGraw-Hill, 2002.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. ***Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world´s top corporations.*** New York: Doubleday, 2000.

KLEFSJÖ, B.; WIKLUND, H.; EDGEMAN, R. L. ***Six sigma seen as a methodology for total quality management.*** Measuring Business Excellence, v. 5, n. 1, p. 31-35, 2001.

LINDGREN, P. C. C. **Implementação do Sistema de Manufatura Enxuta (*LEAN MANUFACTURING*) na indústria aeronáutica.** Taubaté, 2004. Dissertação de Mestrado em Administração - Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado, Universidade de Taubaté.

MONDEN, Y. **Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time.** Norcross: Engineering and Management Press, 1997.

MORAES, R. **Análise de conteúdo.** Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NAVE, D. ***How to compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints.*** Quality Progress, 73-79, 2002.

PERETTI, L.C.; FARIA, A.C.; GASPAR, M.A. **Verificação da Utilização das Ferramentas de Aplicação da filosofia *Lean Construction* em uma Grande Empresa de Construção Civil da Região Metropolitana de São Paulo**. XV SEMEAD. 2012.

ROESCH, S. M. A. **Projeto de estágio e de pesquisa em administração.** 2ª.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SALAH, S.; RAHIM, A.; CARRETERO, J.A. **The Integration of six sigma and lean management.** International Journal of Lean Six Sigma, v.1, n.3, p. 249-274, 2010.

SCHONBERGER, R. **Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in. Simplicity**, London: Collier Macmillan, 1982.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4ª. Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SMITH, B. ***Lean and six sigma: a one-two punch.*** Quality Progress, v. 36 n. 4, p. 37-41, 2003.

STRAATMANN, J. **Estudo das práticas adotadas por empresas que utilizam a produção enxuta em paralelo ao seis sigma no processo de melhoria.** São Carlos: USP/SC, 2006. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, da Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo (São Carlos), 2006.

TEIXEIRA JR, A.R.; SASAKI, R.Y. **Dificuldades na Aplicação da Metodologia Seis Sigma.** 65p. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2008.