

## **LEAN THINKING E LEAN MANUFACTURING**

Autores: Larissa Maria Prisco Pinheiro e José Carlos de Toledo  
(GEPEQ – Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos)  
Dezembro, 2014

### **1. Definição e Princípios do Lean Thinking**

A base do conceito do *Lean Thinking* é a eliminação dos desperdícios dentro das empresas. Segundo Ohno (1988), desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor. Fundamentado que o LT pode ser aplicado em qualquer processo de uma empresa, ele pode tornar-se uma abordagem do processo de desenvolvimento de produto (PDP).

Womack e Jones (2004) definem o pensamento enxuto como uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz.

O crescimento significativo da aplicação do LT nas organizações ocorreu devido à sua nova concepção, validada pelos seus resultados. Segundo Shingo (1981), toda produção, executada tanto na fábrica quanto em outras áreas, deve ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. Processos transformam matéria-prima em produtos. Operações são ações que executam essas transformações. Esses conceitos fundamentais e suas relações devem ser entendidos para alcançar melhorias efetivas na produção. Para maximizar a eficiência da produção, deve-se analisar profundamente e melhorar o processo antes de se tentar melhorar as operações.

Womack e Jones (1996), em seu livro *Lean Thinking*, estabeleceram cinco princípios para o LT para toda a empresa:

- Valor: capacidade oferecida a um cliente no momento certo a um preço adequado, conforme definido pelo cliente. Diferente do que muitos pensam não é a empresa e, sim, o cliente quem define o que é valor. Para ele, a necessidade gera o valor e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade e procurar satisfazê-la. Hines e Taylor (2000) classificaram as atividades, em relação ao valor, em três categorias: a) atividades que agregam valor: são as que, aos olhos do cliente final, tornam o produto mais valioso e atraente. O cliente está disposto a pagar para usufruir das características definidas nestas atividades. Estas atividades devem ser incrementadas; b) atividades que

não agregam valor: são as atividades que não tornam o produto final mais valioso ou atraente sob a ótica do cliente final. O cliente não está disposto a pagar por essas atividades. São os desperdícios, que devem ser eliminados; c) atividades necessárias que não agregam valor: são aquelas que, na ótica do cliente final, não tornam o produto mais valioso ou atraente, porém são necessárias para que se atinja a boa condição do produto final. Essas atividades devem estar em constante estudo e melhoria de modo que, se não puderem ser eliminadas, devem ser reduzidas ao mínimo.

- Fluxo de valor: atividades específicas necessárias para projetar, produzir e oferecer um produto específico, da concepção ao lançamento, do pedido à entrega, e da matéria-prima às mãos dos clientes. O fluxo de valor significa dissecar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos: aqueles que efetivamente geram valor, aqueles que não geram valor, mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade, e, por fim, aqueles que não agregam valor, devendo ser eliminados imediatamente. Apesar de continuamente olharem para sua cadeia produtiva, as empresas continuam a focalizar em reduções de custos não acompanhadas pelo exame da geração de valor, pois enxergam apenas os números e indicadores no curto prazo, ignorando os processos reais de fornecedores e revendedores. As empresas devem olhar para todo o processo, desde a criação do produto até a venda final (e, por vezes, inclusive, o pós-venda).

- Fluxo contínuo: realização progressiva de tarefas ao longo do fluxo de valor para que um produto passe da concepção ao lançamento, do pedido à entrega e da matéria-prima às mãos do cliente sem interrupções, refugos ou retrofluxos. O efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de processamento de pedidos e de estoques. Ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente dá ao produto uma "atualidade": a empresa pode atender a necessidade dos clientes quase que instantaneamente.

- Valor puxado pelo cliente: sistema de produção e instruções de entrega das atividades no qual nada é produzido pelo fornecedor sem que o cliente sinalize uma necessidade. Isso permite inverter o fluxo produtivo: as empresas não mais empurram os produtos para o consumidor através de descontos e promoções. O consumidor passa a puxar o fluxo de valor, reduzindo a necessidade de estoques e valorizando o produto.

- Perfeição: eliminação total de desperdício para que todas as atividades ao longo de um fluxo de valor criem valor. A busca do aperfeiçoamento contínuo em direção a

um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa em processos transparentes, onde todos os membros da cadeia tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor.

Desde então, várias publicações analisaram esses princípios em maior profundidade e outros autores propuseram novos princípios, como comprometimento da gestão, respeito pelas pessoas e envolvimento da gestão na cadeia de suprimentos (MOYANO-FUENTES, 2011).

## **2. Lean Manufacturing**

### **Contextualização**

O *Lean Manufacturing* surgiu na Toyota na década de 1950, a fim de enfrentar os desafios necessários para atender mercados menores com uma maior variedade de veículos, o que exigia maior flexibilidade de produção. Seu principal objetivo é executar operações com um mínimo custo e sem desperdícios, a fim de alcançar uma melhoria na qualidade, custos e entrega e, para atingir esse fim, atua sobre as causas de variabilidade ou perdas, ou seja, sobre aquilo que o cliente não percebe como valor adicionado. Também, o *Lean Manufacturing* atua sobre as causas de inflexibilidade, ou seja, sobre tudo o que não se adapta à demanda do cliente (WOMACK et al., 1990). O LM pode ser considerado um sistema de produção integrado que visa minimizar os níveis de estoque e maximizar a capacidade utilizada, por meio da minimização da variabilidade no sistema (WACKER, 2004; DE TRÉVILLE e ANTONAKIS, 2006).

Os princípios básicos do LM foram descritos pelos autores que cunharam o termo: Womack et al. (1990) e Womack e Jones (1996). Em seu livro *Lean Thinking*, Womack e Jones (1996) codificam a essência do LM em cinco princípios básicos: especificar valor, identificar o fluxo de valor, evitar interrupções no fluxo de valor, produção puxada pelo cliente e perfeição.

Nos artigos que focam o processo de implementação do LM, alguns autores defendem que a implementação dos princípios e métodos? deve ocorrer de maneira paralela e não isoladamente (HAYES et al., 1988). No entanto, outros autores como Ferdows e Meyer (1990) afirmam que o LM deve ser implementado sequencialmente. Womack e Jones (1996) definiram as fases teóricas que as empresas devem seguir para implementar o LM. Rich et al. (2006) produziram um guia de implementação detalhado e ilustração de empresas que colocaram o pensamento enxuto na prática, destacando os principais desafios e armadilhas. Ahlström (1998) expressa outro ponto de vista,

indicando que é necessário aplicar os princípios tanto em paralelo quanto sequencialmente.

Em relação aos resultados da implementação do LM, Spear e Bowen (1999) afirmam que, embora muitas empresas tenham tentado aplicar os princípios do LM, somente poucas alcançaram resultados comparáveis aos que a Toyota alcançou. Não é difícil compreender que o que é melhor para Toyota pode não ser adequado para todas as empresas (WARD et al. 1995; LIKER, 2004; LIKER e MEIER, 2005). Além disso, existe também a dificuldade de compreensão dos princípios que guiam as tomadas de decisões da Toyota em relação ao desenvolvimento de produto e que a levaram ao seu sistema de desenvolvimento de produto altamente eficiente (SOBEK II et al., 1999; MORGAN e LIKER, 2006).

Um princípio fundamental na teoria do LM é que a implementação dos princípios enxutos irá reduzir o desperdício e, assim, diminuir custos. Fullerton et al. (2003) encontraram uma relação positiva entre a lucratividade da empresa e o grau em que as práticas de produção com redução de desperdícios são implementadas. No entanto, Lewis (2000) e Lin Hui e (1999) aconselham que deve-se ter cautela em afirmar genericamente que o LM aumenta o desempenho de uma organização. O LM não resultará inevitavelmente na melhoria do desempenho financeiro, pois a questão crucial parece ser a capacidade da empresa em adequar o valor gerado pelas economias feitas (Lewis, 2000). Essa capacidade depende de fatores organizacionais internos, como a cultura da liderança, a gestão, a cultura organizacional financeira e as habilidades e conhecimentos (ACHANGA et al., 2006;. BROWNING e HEATH, 2009).

Herron e Braiden (2006) afirmam que as ferramentas de LM podem ter um impacto importante sobre áreas específicas do negócio, mas que não são uma panaceia para todos os problemas. Por este motivo, existe alguma preocupação para explicar por que grandes transformações advindas de conceitos enxutos não conseguem se sustentar (BATEMAN, 2005;. LUCEY et al, 2005). Para que as transformações se sustentem, é interessante pensar no processo enxuto como um icebergue. As tecnologias, ferramentas e técnicas que afetam os processos são aquelas visíveis acima da água. No entanto, a grande maioria do icebergue está abaixo da superfície, é invisível, e representa a grande massa, que ancora o icebergue e o torna extremamente forte. É necessário que haja uma avaliação correta sobre o que está acima e o que está abaixo da linha da água. É também importante perceber que as diferentes partes do iceberg são todas interdependentes.

Assim, a estratégia e o alinhamento eficazes podem somente ser alcançados por meio de uma liderança forte que, por sua vez, só será alcançada com êxito em uma cultura organizacional positiva, receptiva à aprendizagem e ao aperfeiçoamento (HINES et al., 2008).

Em relação ao impacto que o LM traz para a organização do trabalho, existe uma série de artigos que relatam a importância do comprometimento do funcionário em empresas que utilizam essa abordagem (CUSUMANO, 1994; HARRISON e STOREY, 1996; GAGNON e MICHAEL, 2003; SUZUKI, 2004). Em empresas enxutas, os trabalhadores assumem responsabilidades que vão além dos limites das tarefas de produção. Além disso, a remuneração é baseada mais nas habilidades dos trabalhadores do que no número de operações que os mesmos realizam (DUGUAY et al., 1997). As empresas que mudam de uma estrutura tradicional de fabricação para uma estrutura enxuta, de fato, possuem um efeito globalmente positivo em relação às atitudes dos trabalhadores (GROEBNER e MERZ, 1994).

Não obstante, outros autores se concentram em uma análise do grau de compromisso da gestão. Assim, Soriano-Meier e Forrester (2002) consideram que tal compromisso deve ser um princípio básico do LM, pois, como Zayko et al. (1997) mostraram, o primeiro obstáculo, que é o principal problema na implementação LM, é a falta de convicção da gestão em relação aos benefícios que o LM proporciona. BOYER (1996) foi um dos primeiros autores a analisar este aspecto, por meio da elaboração de quatro indicadores para medir o grau de compromisso da gestão com o sistema: a liderança em qualidade, a criação de grupos de melhoria, o treinamento dos trabalhadores, e a delegação de responsabilidade para os trabalhadores. Seus resultados empíricos indicam que as empresas que possuem um alto nível de compromisso com o LM realizam investimentos nos quatro indicadores acima mencionados. De acordo com Niepce e Molleman (1996) e Tréville e Antonakis (2006), esse compromisso se transforma intrinsecamente em motivação para todos os envolvidos na implantação do LM.

O trabalho em equipe fornece ao grupo um estímulo à melhoria no desempenho. O LM destaca a importância das competências operacionais dos membros da equipe e é por isso que as qualificações são essenciais para o LM, não somente com base na transmissão de habilidades e conhecimentos do trabalho em si, mas também na formação contínua permanente, na mobilidade ocupacional ascendente, e na rotação de

tarefas. Isso também é necessário para atingir e fomentar uma cultura de cooperação (SCHURING, 1996).

O LM envolve um aumento na variedade de trabalho, o que significa uma queda na tensão emocional do trabalhador (Conti et al., 2006) e um aumento na autonomia responsável (DE TRÉVILLE et al., 2005). No que diz respeito a um efeito sobre a autonomia, uma distinção deve ser feita entre a autonomia para escolher e a autonomia responsável (DE TRÉVILLE et al., 2005). Deve haver pouco da primeira, que se relaciona com a livre escolha dos procedimentos e tempos, e um elevado grau da segunda, que se refere à autonomia derivada de uma descentralização da autoridade, de uma partilha do poder e da participação na tomada de decisões.

O LM está associado à redução de *lead times* de estoques entre processos de produção. O impacto para as organizações é o direcionamento do pensamento para um conceito de custo total, o qual ignora a estrutura de custos individuais e foca no custo total de entrega de valor para o cliente (GOLDSBY et al., 2006). Lambert et al. (1998) sugerem que a estrutura das atividades e processos dentro e entre as empresas é fundamental para alcançar competitividade e rentabilidade elevadas. É vital que os fornecedores de uma estrutura enxuta recebam, em tempo, um planejamento estável para que os materiais e peças possam ser entregues (KELLER et al., 1991). Garantir uma coordenação de redução de perdas das atividades é criticamente importante (XU e BEAMON, 2006). Parte das ligações coordenadas entre os parceiros envolve a comunicação e compartilhamento de informação, com a intenção de influenciar os parceiros comerciais a manterem fortes relações integradoras (HOLDEN and O'TOOLE, 2004). Para atingir esses fortes relacionamentos, é necessária uma compreensão da expectativa dos parceiros de negócios (HAUSMAN, 2001).

Outra característica do LM é a busca para a melhoria contínua de produtos e processos (OAKLAND, 1993). A adoção de princípios de integração entre empresas enxutas exige um esforço contínuo de melhoria, utilizando relacionamentos mútuos.

O LM também depende de relacionamentos para que suas práticas possam ser realizadas (McIVOR, 2001). A adaptação envolve tornar as respostas adequadas às mudanças tecnológicas e aprender com outras organizações que obtiveram as melhores práticas na indústria. Nas organizações inovadoras, os funcionários devem ser treinados em habilidades múltiplas e devem possuir capacidades variadas. O conteúdo das tarefas individuais deve ser ampliado e enriquecido, e a melhoria contínua das tarefas deve ser um aspecto importante do trabalho.

A implementação de uma abordagem enxuta, como qualquer outra iniciativa de melhoria de produtividade, possui enormes dificuldades. Em muitas empresas o foco principal da implementação do LM ainda é o chão de fábrica e sua busca pela vantagem competitiva tem que contar, ainda, com as mais recentes abordagens integradoras enxutas (HINES et al., 2004; BLANCHARD, 2007).

Um estudo de Zayko et al. (1997) aponta que o LM pode resultar em uma redução de 50% do esforço humano, do espaço fabril, do investimento em ferramentas e do tempo de desenvolvimento do produto. A produção enxuta é uma abordagem multi-dimensional, que inclui uma variedade de práticas de gestão com foco na qualidade, gestão de fornecedores e redução de desperdícios, por meio de ferramentas tais como *Just in Time* (JIT) e gestão de estoques (SHAH e WARD, 2007). O termo JIT origina-se do conceito de redução do inventário, exigindo que as peças e componentes sejam entregues somente quando forem necessários para a produção e nunca antes (HARRISON e VAN HOEK, 2008). O JIT tem sido um elemento chave no desenvolvimento da produção enxuta em muitas empresas (HINES, 1996). O conceito foi ampliado e, atualmente, se refere ao adiamento de recursos desnecessários até que eles sejam necessários. Além disso, a produção enxuta exige, também, fluxos rápidos e frequentes de informação e bens ao longo da cadeia de valor (KIPPENBERGER, 1997).

O gerenciamento do fluxo é considerado como foco na redução dos custos, por exemplo, utilizando a produção de pequenos ciclos ou pequenos lotes e reduzindo os esforços de coordenação, por lidar com menos fornecedores (COYLE et al., 2003).

## **Ferramentas**

Uma vez que uma das hipóteses de pesquisa desta Tese é que o grau de implantação do *Lean Manufacturing* pode influenciar no nível de implantação dos conceitos enxutos no processo de desenvolvimento de produto, é importante descrever as principais ferramentas do *Lean Manufacturing*, pois as mesmas são usadas como indicadores de desempenho para avaliar a implantação do LM em empresas, conforme será apresentado adiante.

De acordo com Marchwinski e Shook (2007), as definições das principais ferramentas do LM são apresentadas a seguir.

- 5S – Sigla que corresponde à cinco expressões japonesas que começam com a letra S e que descrevem as práticas do ambiente de trabalho. São usualmente traduzidas para o português como Senso de Utilização (Seiri), Senso de Organização (Seiton),

Senso de Limpeza (Seiso), Senso de Padronização (Seiketsu) e Senso de Autodisciplina (Shitsuke).

- *Kanban* - Termo que significa “sinais” ou “quadro de sinais” em japonês. Possui duas funções em uma operação de produção: instruir os processos para que fabriquem produtos e instruir abastecedores para que manuseiem materiais. São responsáveis pela organização dos estoques.
- Fluxo Contínuo - Produção e movimentação de um item por vez (ou pequenos lotes) ao longo de uma série de processos continuamente. Cada etapa deve ser realizada somente quando for solicitada pela etapa seguinte.
- *Andon* - Ferramenta de gerenciamento visual que mostra o estado das operações em uma área em um único local, além de avisar quando algo anormal ocorre.
- *Poka-yoke* - Ferramenta que ajuda os operadores a evitarem erros em seu trabalho, tais como escolha da peça errada, montagem incorreta, esquecimento de componente, etc.
- Manufatura Celular (*layout*) - Organização das etapas de processamento de um item em células, geralmente em forma de “U”, de modo que todos os componentes, informações, documentos, etc, possam mover-se em um fluxo contínuo na correta sequência de processamento.
- SMED – (*Single Minute Exchange of Dies*) - que significa troca rápida de ferramentas ou *setup* rápido. Trata-se de uma ferramenta que auxilia o processo de preparação de um equipamento no menor tempo possível.
- *Heijunka* – Trata-se do nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período fixo de tempo, de modo que a produção atenda de forma eficaz as exigências do cliente, garantindo a estabilidade do processo.
- TPM – Abordagem para garantir que todas as máquinas do processo produtivo estejam sempre disponíveis para realizar as suas tarefas. Significa *Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total.
- Gestão Visual – Disponibilização das informações sobre produtos, atividades, produção, indicadores de desempenho e várias outras, de modo que seja possível a todos os interessados entenderem rapidamente a situação real.
- TQC – Baseado no ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), o *Total Quality Control* (Controle de Qualidade Total) é uma metodologia gerencial onde todos os



departamentos, empregados e gestores são responsáveis por melhorar continuamente a qualidade dos produtos e serviços.

- *Kaizen* - Melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se criar mais valor com menos desperdício, eliminando-se atividades que não agregam valor e focando nas atividades que agregam valor.
- Trabalho Padronizado – Definição minuciosa de procedimentos de trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, levando em conta o tempo e a sequência exata de trabalho.
- Mapeamento de Fluxo de Valor - Em inglês *Value Stream Mapping* (VSM), é um diagrama simples que compila todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, necessárias para atender os clientes, do pedido à entrega. São mapas que buscam compreender o fluxo de valor sob a ótica do cliente. É uma ótima ferramenta de diagnóstico para o início das atividades de implantação *lean*.

### **3.Desempenho em Lean Manufacturing**

Rother (2010) esclarece que o nível de implantação do LM não está diretamente relacionado com as ferramentas e práticas que a empresa aplica, mas sim com o quanto a empresa está madura em relação às práticas *lean*. Assim, uma avaliação da implantação do LM deve possuir uma relação direta com o grau de maturidade da aplicação dessas práticas no ambiente empresarial. Avaliando essa situação, Mann (2005) recomenda que as empresas iniciem o processo de implantação do *lean* por meio da adoção dos princípios e ferramentas, já que a absorção dos conceitos pela organização é lenta. Mesmo assim, o autor sugere que a empresa faça um diagnóstico inicial e preciso da cultura organizacional para servir de referência para o acompanhamento da evolução. O autor avaliou as empresas em relação aos elementos gestão e responsabilidade; pessoas; informações; fornecedor, organização e clientes; produto; e processo e fluxo. Após o cálculo dos graus de maturidade das empresas, o autor fez correlações entre as mesmas, em função do porte e da idade das empresas, da existência de cargos específicos em *lean*, da existência de um programa oficial de implantação do *lean*, da utilização de uma consultoria especializada em *lean*, do tipo de administração da empresa (familiar ou não), da nacionalidade e do número de unidades da empresa. As empresas com menor grau de maturidade eram as de porte médio, de administração familiar, brasileiras, que não possuíam cargos específicos em *lean*, não

possuíam um programa oficial de implantação para o *lean* e não utilizaram uma consultoria especializada em *lean*.

Teixeira (2012) elaborou uma síntese com alguns modelos de avaliação do *Lean Manufacturing*, suas bases e as principais dificuldades de cada um. Essa síntese é mostrada no Quadro 1.

QUADRO 1 – Modelos de avaliação da implantação do *Lean Manufacturing* (TEIXEIRA, 2012).

<b>Modelos de avaliação</b>	<b>Base do modelo para a avaliação</b>	<b>Dificuldades para a avaliação</b>
Shingo Prize (2011)	Onze elementos e cinco princípios	Avaliação baseada na experiência de especialistas no modelo
Kobayashi (2008)	Três elementos e vinte fatores	Análise subjetiva
Karlsson e Ahlström (1996)	Nove princípios	Enfoque somente no chão de fábrica
LEM <i>Lean enterprise Model</i> (2010)	Seis princípios	Modelo complexo com utilização de <i>software</i> e direcionado para a avaliação individual
SAE J4000 e SAE J4001 (1999)	Cinquenta e dois componentes distribuídos em seis elementos	Não permite comparações
Sánchez e Perez (2001)	Seis princípios	Avalia basicamente ferramentas
Soriano-Meier e Forrester (2002)	Treze princípios	Avalia basicamente ferramentas
Fernandes, Godinho Filho e Dias (2005)	Doze princípios	Avalia basicamente ferramentas
<i>Bechmarking enxuto</i> (2008)	Quatro variáveis de pesquisa	Avalia basicamente ferramentas
ADPE Avaliação de desempenho de práticas da produção enxuta (2010)	Oito princípios (etapas)	Avalia somente ferramentas
<i>Lean Assesment</i>	Variável	Desenvolvido para aplicação caso a caso

Taj (2008) investigou o nível de desempenho do LM de empresas chinesas, dos mais variados setores de produção. Para isso, o autor avaliou, por meio de um *survey*, os níveis atuais de implantação das práticas de manufatura das empresas, em relação às áreas chaves, como processos de fabricação, estoques, manutenção, *layout* e fluxo de materiais, fornecedores, qualidade e planejamento e controle da produção. A ferramenta de avaliação utilizada pelo autor foi desenvolvida por Lee (2004) e ajuda a investigar, avaliar e medir essas áreas chaves do LM. Eles( ou ele?) encontraram que planejamento e controle da produção, bem como manutenção, mostraram um alto desempenho, enquanto estoques e fornecedores mostraram baixo desempenho. Em termos de processos de fabricação, o tipo de equipamentos e máquinas utilizados pelas empresas influenciou no nível de desempenho. Indústrias petroquímicas, de telecomunicações e de computação mostraram um elevado desempenho, em relação às indústrias de outros segmentos de mercado. Em relação ao *layout* e fluxo de materiais, as empresas do setor de alta tecnologia mostraram um bom desempenho, devido ao fato de serem mais ágeis e flexíveis em casos de mudanças rápidas do tipo de produto a ser processado. O desempenho em qualidade, em geral, não é alto, mostrando que precisa de melhorias.

Existem vários estudos que examinam o desempenho do LM com foco apenas em aspectos limitados do LM (CAGLIANO et al., 2004). Shah e Ward (2003, 2007) e Rahman et. al. (2010) utilizaram uma abordagem multi-dimensional. No entanto, a maioria das pesquisas sobre o desempenho do LM tende a se basear em casos individuais de experiências de organizações. Por exemplo, Dhandapani et al. (2004) descreveram um estudo de caso de uma siderúrgica na Índia, a qual obteve um ganho significativo em produtividade e uma redução de custos de inventário por meio da implementação de práticas enxutas. Abdulmalek e Rajgopal (2007) também estudaram uma grande siderúrgica, onde os princípios enxutos foram adaptados em conjunto com a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor e modelos de simulação. Parry e Turner (2006) estudaram três empresas sediadas no Reino Unido que aplicaram as práticas enxutas. Bayou e de Kórvin (2008) desenvolveram uma estrutura unificada para medir o grau de desempenho do LM das empresas e selecionaram o JIT, o *Kaizen* e o controle da qualidade como atributos enxutos demonstrando que o sistema da Ford é 17% mais enxuto do que o sistema da GM. Anand e Kodali (2009) apresentaram um estudo de caso de uma empresa de manufatura de válvulas de médio porte e Browning e Heath (2009) apresentaram o caso do sistema de produção da Lockheed Martin para o programa F-22. Utilizando um modelo analítico de rede baseado em processo, Anand e

Kodali (2009) demonstraram que a implementação de um sistema de manufatura enxuta resultou em um desempenho organizacional superior em comparação com outras práticas de sistemas de manufatura flexíveis e sistemas de manufatura integrados por computador. Browning e Heath (2009) exploraram como a inovação, a complexidade e a instabilidade afetam a relação entre a implementação enxuta e os custos de produção. Rahman et al. (2010) direcionaram o estudo ao setor manufatureiro asiático, utilizando dados de pesquisas de coleta do tipo *survey*, em oposição aos estudos de caso. Os autores utilizaram 13 práticas para avaliar o desempenho do LM em empresas tailandesas. As práticas são: redução do tamanho do lote de produção; redução do tempo de troca de ferramentas e ajuste de máquinas; foco em um único fornecedor; implementação de atividades de manutenção preventiva; redução do tempo de ciclo; redução de problemas programação e de estoque em processo e para distribuição; utilização de novas tecnologias ou equipamentos de processo; utilização de técnicas rápidas para trocas de ferramentas; fluxo contínuo de peças; utilização de sistema baseado em produção puxada e *kanban*; eliminação de gargalos; utilização de técnicas à prova de erro (*pokayoke*); e eliminação de desperdício. Para avaliar o desempenho operacional foram utilizados quatro critérios: velocidade de entrega, comparada com o principal concorrente; custo unitário do produto, comparado aos concorrentes; produtividade global; e satisfação global do cliente. Das treze práticas utilizadas, foram produzidos três constructos *lean* a partir de fatores de análises, denominados JIT, minimização de perdas e gerenciamento de fluxo. Seis das treze práticas estão incluídas em JIT: redução de estoque, manutenção preventiva, redução do tempo de ciclo, utilização de novas tecnologias de processo, utilização de técnicas para passagens de produção ágeis e redução do tempo de troca de ferramentas e ajuste de máquinas. A minimização de perdas inclui quatro práticas: eliminação de desperdício, utilização de técnicas à prova de erros, utilização de sistemas de produção puxada e remoção de gargalos de produção. O gerenciamento de fluxo inclui as outras três práticas, que são redução do tamanho de lote de produção, foco em um único fornecedor e fluxo contínuo de peças. Os resultados mostraram que os três constructos *lean* estão significativamente relacionados ao desempenho operacional. O JIT possui maior nível de significância em grandes empresas enquanto a eliminação de perdas possui um nível de significância maior em pequenas e médias empresas. O gerenciamento de fluxo possui um nível de significância muito alto, tanto para as grandes quanto para as pequenas e médias empresas.

#### **4.Principais Diferenças Entre o *Lean Thinking* na Produção e no Desenvolvimento de Produto**

As áreas de produção e desenvolvimento do produto são bastante diferentes em vários aspectos e a transferência de métodos ou ferramentas de uma área para outra não é uma tarefa simples (BJARNOE, 2006).

A produção foca os cinco parâmetros genéricos de desempenho: qualidade, custo, rapidez, flexibilidade e confiabilidade. No desenvolvimento de produto, o foco é a criação de valor no tempo correto, sendo o conceito de valor mais amplo, incluindo, por exemplo, parâmetros estéticos. Na produção os processos são lineares, enquanto o desenvolvimento de produto trabalha com iterações. Na produção a reprodutibilidade cria valor; no desenvolvimento do produto é a variação que cria valor. A produção trabalha com especificações fixas; no desenvolvimento de produtos existem graus de liberdade substanciais. O principal problema na produção é o desperdício de recursos; no desenvolvimento de produtos perdem-se oportunidades de criação de ótimos negócios com o desperdício de informações.

Para Bauch (2004), o desenvolvimento de produto é diferente da manufatura, pois pode ser compreendido como algum tipo de fábrica de criação de informação, que cria, recolhe, avalia e reduz o risco e a incerteza da informação, a fim de atingir a meta de desenvolver gradualmente um produto novo e sem erros que, então, possa ser produzido na fábrica. No contraste, o alvo da manufatura é reproduzir sem erros exatamente o mesmo produto repetidas vezes.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABDULMALEK, F.; RAJGOPAL, J. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. **International Journal of Production Economics**, v. 107, n. 1, p. 223-36, 2007.

ABDULMALEK, F.; RAJGOPAL, J.; KENEEDY, K.L. A classification model for the process industry to guide the implementation of lean. **Engineering Management Journal**, v. 18, n. 1, p. 15-25, 2006.

ACHANGA, P.; SHEHAB, E.; ROY, R.; NELDER, G. Critical success factors for lean implementations within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 460-71, 2006.

AHLSTRÖM, P. Sequences in the implementation of lean production. **European Management Journal**, v. 16 n. 3, p. 327-34, 1998.

ANAND, G; KODALI, R. Selection of lean manufacturing systems using the analytic network process – a case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 2, p. 258-89, 2009.

BATEMAN, N. Sustainability: the elusive element of process improvement. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 3, p. 261-76, 2005.

BAUCH, C. **Lean Product Development: Making waste transparent**. Munich, 2004. 140 p. Tese (Doutorado) – Technical University of Munich. OU BAUCH, C. **Lean Product Development: Making Waste Transparent**. Thesis (Doctorate) – Massachusetts Institute of Technology; Cambridge. 2004.

BAYOU, M. E.; DE KORVIN, A. Measuring the leanness of manufacturing systems – a case study of Ford Motor Company and General Motors. **Journal of Engineering Technology Management**, v. 25, p. 287-304, 2008.

BJARNOE, O. C. **Lean thinking in product development**. European Productivity Conference, p. 44-46, 2006.

BLANCHARD, D. Lean green and low cost. **Industry Week**, v. 256, n. 10, p. 37-9, 2007.

BLECHER, N. **O Melhor Caminho para Inovar**. In: Estudo Exame Inovação e Empreendedorismo. Revista Exame, 29 mar. 2006, edição 864, ano 40, n.6, p.2-5.

BOYER, K. K. An assessment of managerial commitment to lean production. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 9, p. 48-58, 1996.

BROWNING, T. R.; HEATH, R. D. Reconceptualizing the effects of lean production costs with evidence from the F-22 program. **Journal of Operations Management**, v. 27, n. 1, p. 23-44, 2009.

CAGLIANO, R.; CANIATA, F.; SPINA, G. Lean, agile and traditional supply: how do they impact manufacturing performance? **Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 10, p. 151-64, 2004.

CECCONELLO, I. **Adequação de um sistema de administração da produção à estratégia organizacional**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CONTI, R.; ANGELIS, J.; COOPER, C.; GILL, C. The effects of lean production on worker job stress. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 26, n. 9, p. 1013-38, 2006.

CORMICAN, K.; O'SULLIVAN, D. Auditing best practice for effective product innovation management. **Technovation**, v.24, p. 819-829, 2004.

COYLE, J.J.; BARDI, E.J.; LANGLEY, C.J. Jr **Management of Business Logistics: A Supply Chain Perspective**, 7th ed., South-Western Thompson Learning, Mason, OH, 2003.

CUSUMANO, M.A. The limits of 'Lean'. **Sloan Management Review**, v. 35, n. 4, p. 27-32, 1994.

CUSUMANO, M.A.; NOBEOKA, K. **Thinking beyond lean: how multi-project management is transforming product development at Toyota and others companies**. New York: Free Pass, 1998. 248p.

DE TRÉVILLE, S.; ANTONAKIS, J. Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational and levels-of-analysis issues. **Journal of Operations Management**, v.24, n.2, p. 99-123, 2006.

DE TRÉVILLE, S.; ANTONAKIS, J.; EDELSON, N.M. Can standard operating procedures be motivating? Reconciling process variability issues and behavioural outcomes. **Total Quality Management and Business Processes**, v. 16, n. 2, p. 231-41, 2005.

DHANDAPANI, V.; POTTER, A.; NAIM, M. Applying lean thinking: a case study of an Indian steel plant. **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 7, n. 3, p. 239-50, 2004.

DOLL, W.J.; HONG, P.; NAHM, A. Antecedents and outcomes of manufacturability in integrated product development. **International Journal of Operations e Production Management**, v.30, n.8, p.821-852, 2010.

DUGUAY, C.; LANDRY, S.; PASIN, F. From mass production to flexible/agile production. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 12, p. 1183-95, 1997.

EMILIANI, M. L. **Real Lean: Understand the Lean Management System**, Vol. 1, CLBM, Wethersfield, CT, 2007.

FORZA, C. Work organization in lean production and traditional plants: what are the differences? **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 1, p. 42-58, 1996.

FERDOWS, K.; DE MEYER, A. Lasting improvements in manufacturing performance: in search of a new theory. **Journal of Operations Management**, v. 9, n. 2, p. 168-84, 1990.

FULLERTON, R. R.; McWATTERS, C. S.; FAWSON, C. An examination of the relationships between JIT and financial performance. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 4, p. 383-404, 2003.

GAGNON, M. A.; MICHAEL, J. H. Employee strategic alignment at a wood manufacturer: an exploratory analysis using lean manufacturing. **Forest Products Journal**, v. 53, n. 10, pp. 24-9, 2003.

GOLDSBY, T. J.; GRIFFIS, S. E.; ROATH, A. S. Modelling lean, agile, and leagile supply chain strategies. **Journal of Business Logistics**, v. 27, n. 1, p. 57-80, 2006.

GROEBNER, D. F.; MERZ, C. M. The impact of implementing JIT on employees' job attitudes. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 1, p. 26-37, 1994.

HARRISON, A.; STOREY, J. New wave manufacturing strategies: operational, organizational and human dimensions. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 1-2, p. 63-76, 1996.

HARRISON, A.; VAN HOEK, R. **Logistics Management and Strategy-competing Through the Supply Chain**, 3rd ed., Prentice Hall Financial Times, Upper Saddle River, NJ, 2008.

HARRISON, A.; VAN HOEK, R.; HAUSMAN, A. Variations in relationship strength and its impact on performance and satisfaction in business relationships. **The Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 16, ns. 6/7, p. 600-17, 2001.

HERRON, C.; BRAIDEN, P. M. A methodology for developing sustainable quantifiable productivity improvement in manufacturing companies. **International Journal of Production Economics**, v. 104, n. 1, p. 143-53, 2006.

HINES, P.; FRANCIS, M.; FOUND, P. Towards lean product lifecycle management: a framework for new product development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n.7, p. 866- 887, 2006.

HINES, P.; FOUND, P.; GRIFFITHS, G.; HARRISON, R. **Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving**, Innovative Manufacturing Research Centre, Cardiff University, Cardiff, 2008.

HINES, P. Purchasing for lean production: the new strategic agenda. **International Journal of Purchasing & Materials Management**, v. 32, n. 1, p. 2-10, 1996.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean: A guide to implementation**. Lean Enterprise Research Centre, 2000. Disponível em: <<http://www.learninggrid.co.uk/pdocs/goinglean.pdf>>. Acesso em 05 Mar 2011



HOLDEN, M.T.; O'TOOLE, T. A quantitative exploration of communication's role in determining the governance of manufacturer-retailer relationships. **Industrial Marketing Management**, v. 33, p. 539-48, 2004.

KARLSSON, C.; ÅLHSTRÖM, P. The Difficult Path to Lean Product Development. **Journal of Product Innovation Management**, Vol. 13, pp. 2830-295, 1996.

KELLER, A.Z.; FOUAD, R.H.; ZAITRI, C.K. **Status and structure of just-in-time manufacturing in the UK.**, in Satir, A. (Ed.), *Just-in-time Manufacturing Systems*, Elsevier, Amsterdam, p. 115-31, 1991.

KENNEDY, M. N. **Product development for the lean enterprise.** Richmond: Oaklea Press, 2003.

KINCADE, D. H.; REGAN, C.; GIBSON, F. Y. Concurrent engineering for product development in mass customization for the apparel industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v.27, n.6, 2007, p. 627-649.

KIPPENBERGER, T. Lean production in an international supply chain. **The Antidote**, v. 2, n. 5, p. 17-18, 1997.

KRAFCIK, J. F. Triumph of the lean production system. **Sloan Management Review**, v. 30, n. 1, p. 41-52, 1988.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. **The International Journal of Logistics Management**, v. 9, n. 2, p. 1-19, 1998.

LEE, Q. Lean manufacturing strategy. **Strategos**, 2004. Available at: [www.strategosinc.com](http://www.strategosinc.com)

LEWIS, M. A. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, p. 959-78, 2000.

LIKER, J. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer.** McGraw-Hill. New York, 2004.

LIKER, J.; MEIER, D. **The Toyota Way Fieldbook.** New York: McGraw-Hill, 2005.

LIN, Z.; HUI, C. Should lean replace mass organisation systems? A comparative examination from a management coordination perspective. **Journal of International Business Studies**, v. 30, n. 1, p. 45-80, 1999.

LOCHER, D. A. **Value Stream Mapping for Lean Development** – a how-to guide for streamlining time to market. Estados Unidos: CRC Press: 2008.

LOVRO, A. **Introdução ao desenvolvimento Lean de produtos.** Lean Summit 2008. Lean Institute Brasil, São Paulo/SP, 2008.

- LUCATO, W. C.; MAESTRELLI, N. C.; VIEIRA JÚNIOR, M. Determinação do grau de enxugamento de uma empresa: uma proposta conceitual. **Revista de Ciência & Tecnologia**, Campinas-SP, v. 12, n. 24, p.25-38, 2006.
- LUCEY, J.; BATEMAN, N.; HINES, P. Why major lean transformations have not been sustained. **Management Services Journal**, v. 49, n. 2, p. 9-13, 2005.
- MADHAVARAN, S.; APPAN, R. Developing complex , business-to-business products: issues and implications. **Management Search Review**, v.33, n.7, 2010, p. 715-733.
- MANN, D. **Creating a lean culture**: tools to sustain lean conversion. New York: Productivity Press, 2005.
- MARCHWINSK, C.; SHOOK, J. **Léxico Lean**: glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. 2 ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2007.
- MARKSBERRY, P. et al. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 6, 2010, p. 670-686.
- MASCITELLI, R. **The lean design guidebook**: everything your product development team needs to slash manufacturing cost. Northridge: Technology Perspectives, 2004.
- McIVOR, R. Lean supply: the design and cost reduction dimensions. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 7, p. 227-242, 2001.
- McMANUS, H. L. **Product development value stream analysis and mapping manual (PDVSM)** – The Lean Aerospace Initiative, Center for Technology, Policy, and Industrial Development. Cambridge, Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2005, 116 p.
- MOLS, N. P. How does concurrent sourcing affect performance? **Journal of Business e Industrial Marketing**, v.25, n.7, 2010, p. 525-534.
- MORGAN, J. M. **High performance product development: a systems approach to a lean product development process**. Thesis (Phd) in industrial and operations engineering. The University of Michigan: 2002.
- MORGAN, J.; LIKER, J. K. **Toyota's Product Development System**: Integrating People, Process and Technology. New York: Productivity Press, 2006.
- MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTÁN-DÍAZ, M. Learning on lean: a review of thinking and research. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n. 5, p. 551-582, 2012.
- MUENSTERMANN, B.; VON STETTEN, A.; LAUMER, S.; ECKHARDT, A. The performance impact of business process standardization: HR case study insights. **Management Research Review**, v.33, n.9, p. 924-939, 2010.

- MURMAN, E. M. et al. **Lean Enterprise Value: Insights**. New York: Polgrave, 2002.
- NIEPCE, W.; MOLLEMAN, E. Characteristics of work organization in lean production and sociotechnical systems: a case study. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 77-90, 1996.
- OHNO, T. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Portland, OR: Productivity Press, 1988.
- OHNSMAN, A. Toyota **Trimming Auto-Development Time to 12 Months**. Bloomberg.com. Disponível em: <http://www.artoflean.com/articles/pdfs/>.
- PARRY, G.; TUNER, C. E. Application of lean visual process management tools. **Production Planning and Control**, v. 17, n. 1, p. 77-86, 2006.
- PESSÔA, M. V. P.; LOUREIRO, G.; ALVES, J. M. An approach to lean development planning. **Complex systems concurrent engineering**, part 4, p.229-237, 2007.
- RAHMAN, S.; LAOSIRIHONGTHONG, T.; SOHAL, A. S. Impact of lean strategy on operational performance: a study of Thai manufacturing companies. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 7, p. 839-852, 2010.
- REINERTSEN, D. Let It Flow: how lean product development sparked a revolution. **Industrial Engineering**, p. 41-45, 2005.
- RICH, N.; BATEMAN, N.; ESAIN, A.; MASSEY, L.; SAMUEL, D. **Lean Evolution: Lessons from the Workplace**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
- RICHARDS, C. Agile manufacturing: beyond lean. **Production & Inventory Management Journal**, v. 37, n. 2, p. 60-4, 1996.
- ROTHER, M. **Toyota Kata: gerenciando pessoas para Melhoria, Adaptabilidade e Resultados Excepcionais**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- 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.
- SALGADO, E. G.; MELLO, C. H. P.; SILVA, C. E. S.; OLIVEIRA, E. S.; ALMEIDA, D. A. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produto. **Gestão da Produção**, v. 16, n. 3, p. 344-356, 2009.
- SCHÄFER, H.; SORENSEN, D. J. Creating options while designing prototypes: value management in the automobile industry. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.21, n.6, p. 721-742, 2010.

SCHURING, R. W. Operational autonomy explains the value of group work in both lean and reflective production. **International Journal of Operation & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 171-82, 1996.

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

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

SHINGO, S. **A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint**. [S.l.]: Productivity Press, 1981.

SOBEK, D.K. II; WARD, A.C.; LIKER, J.K. Toyota's principles of set-based concurrent engineering. **Sloan Management Review**, v. 40, n. 2, p. 67-83, 1999.

SORIANO-MEIER, H.; FORRESTER, P.L. A model for evaluate the degree of the leanness of manufacturing firms. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 13, n. 2, p. 104-9, 2002.

SPEAR, S.; BOWEN, H.K. Decoding the DNA of the Toyota production system. **Harvard Business Review**, v. 77, n. 5, p. 97-106, 1999.

SUZUKI, Y. Structure of the Japanese production system: elusiveness and reality. **Asian Business and Management**, v. 3, n. 2, p. 201-19, 2004.

SYNODINOS, N. E. The "art" of questionnaire construction: some important considerations for manufacturing studies. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 14, n. 3, p. 221-237, 2003.

TAJ, S. Lean Manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology**, v. 19, n.2, p.217-234, 2008.

TARALLO, F. B; FORCELLINI, F. A. **Mapeamento de fluxo de valor em atividades inerentes ao processo de desenvolvimento de produto (PDP): um estudo de caso**. XIV Simpósio de engenharia de produção, 2007.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Value Stream Management for the Lean Office**. Productivity Press, New Your, New York, United States, 2003.

TEIXEIRA, E. S. M. **Graus de maturidade da cultura lean do polo metal-mecânico do nordeste de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Instituto Superior Tupy/SOCIESC, 2012.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 600 p.

TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; MENDES, G. H. S.; JUGEND, D. Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresas de

base tecnológica de pequeno e médio porte. **Gestão e Produção**, v. 15, n. 1, p. 117-134, 2008.

WAAL, A.A.; COUNET, H. Lessons learned from performance management systems implementations. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.58, n.4, p. 367-390, 2009.

WACKER, J. G. A theory of formal conceptual definitions: developing theory-building measurement instruments. **Journal of Operations Management**, v.22, n.6, p.629-50, 2004.

WANG, J.; KLEINER, B. H. The evolution of R&D Management. **Management Research News**, v.28, n.11/12, p. 88-95, 2005.

WARD, A. C. **Lean Product and Process Development**. Cambridge: The Lean Enterprise Institute, 2007. 208p.

WARD, A. C.; LIKER, J. K.; CRISTIANO, J. J.; SOBEK II, D. K. The second Toyota paradox: how delaying decisions can make better cars faster. **Sloan Management Review**, v. 36, n. 3, p. 43-61, 1995.

WEE, H. M.; WU, S. Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company. **Supply Chain Management: an International Journal**, v. 14, n.5, p. 335-341, 2009.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J.; JONES, D. – **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Editora Campus, ed 5, Rio de Janeiro, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990.

XU, L.; BEAMON, B.N. Supply chain coordination and cooperation mechanisms: an attribute-based approach. **Journal of Supply Chain Management**, v. 42, n. 1, p. 4-12, 2006.

ZAYKO, M.J.; BROUGHMAN, D.J.; HANCOCK, W.M. Lean manufacturing yields world-class improvements for small manufacturer. **IIE Solutions**, v. 29, n. 4, p. 36-40, 1997.