

# **CONIC-SEMESP** 13º Congresso Nacional de Iniciação Científica

Anais do Conic-Semesp. Volume 1, 2013 - Faculdade Anhanguera de Campinas - Unidade 3. ISSN 2357-8904

**TÍTULO:** PRINCIPAIS ELEMENTOS DO STP - SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO E SUAS APLICAÇÕES PARA A COMPETITIVIDADE EMPRESARIAL

**CATEGORIA:** CONCLUÍDO

**ÁREA:** ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS

**SUBÁREA:** ENGENHARIAS

**INSTITUIÇÃO:** FACULDADE DE ENGENHARIA DE SOROCABA

**AUTOR(ES):** EVELYN AMANDA DE ABREU LOPES

**ORIENTADOR(ES):** JOSÉ LAZARO FERRAZ

**COLABORADOR(ES):** VITOR JOSE DE BARROS MUNARI

Realização:



Apoio:



# PRINCIPAIS ELEMENTOS DO STP - SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO E SUAS APLICAÇÕES PARA A COMPETITIVIDADE EMPRESARIAL

## 1. RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo identificar os principais elementos que compõem o Sistema Toyota de Produção e suas aplicações voltadas para a melhoria do desempenho e da competitividade empresarial. Para a realização da pesquisa foram efetuados levantamentos de dados e informações bibliográficas nas bases de dados disponíveis sobre o assunto e um estudo de caso demonstrando a aplicação dos conceitos e práticas do STP em uma empresa do ramo metalúrgico. Os resultados demonstraram que a efetiva aplicação dos elementos do STP nos processos impactam positivamente nos indicadores de performance da organização e contribui para a melhoria de sua competitividade no mercado.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção, Competitividade, Melhoria de Processos, *Lean Production*.

## 2. INTRODUÇÃO

A globalização da economia e o aumento da concorrência internacional vêm exigindo que as empresas melhorem os seus processos produtivos para atingir padrões de competitividade em nível global. Os sistemas de produção industrial vêm evoluindo ao longo da história buscando a melhoria dos indicadores de desempenho e resultados.

No final da década de 80, estudos realizados por pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), concluíram que a Toyota, empresa japonesa produtora de automóveis, havia desenvolvido uma filosofia de trabalho que deu origem a um novo sistema de produção com características diferentes do sistema tradicional de produção americano, ao qual atribuíram o nome de *Lean Production* ou Produção Enxuta, que também ficou conhecido como STP – Sistema Toyota de Produção. A prática deste sistema, ao longo da história da empresa, impactou significativamente em seus resultados. A partir do ano de 2009 a Toyota se tornou a montadora com maior número de vendas no mercado mundial de automóveis. Estes estudos e os resultados obtidos pela empresa despertou a atenção da comunidade internacional que passou a procurar entender as principais

características deste modelo e as melhores formas e estratégias para sua implantação.

Segundo Womack (2004), nenhuma nova ideia surge do vácuo. Pelo contrário, novas ideias emergem de um conjunto de condições em que as velhas ideias parecem não mais funcionarem. Com o surgimento deste novo conceito de produção não foi diferente, o mesmo, surgiu após a percepção de que as ideias convencionais para o desenvolvimento da produção pareceriam não mais funcionar.

Neste contexto, o presente trabalho busca levantar dados e informações que possam contribuir para o melhor entendimento dos conceitos relacionados ao Sistema Toyota de Produção e que possam facilitar a sua aplicação bem sucedida nas empresas que pretendem implantar as técnicas relacionadas a este sistema visando aumentar a sua competitividade.

### **3. OBJETIVOS**

Objetivo Geral: identificar os principais elementos e características do Sistema Toyota de Produção e as suas aplicações para a competitividade empresarial. Objetivos Específicos: efetuar um levantamento de dados e informações sobre o STP e sua evolução ao longo da história tendo como base a literatura especializada disponível na base de dados; analisar os impactos do STP na melhoria dos indicadores de desempenho das empresas que aplicam o modelo; identificar as melhores estratégias visando à implantação bem sucedida do sistema nos processos produtivos empresariais.

### **4. METODOLOGIA**

Para realização da pesquisa utilizou-se a metodologia da pesquisa exploratória, pesquisa bibliográfica e a metodologia de estudo de caso. A elaboração do projeto foi dividida em etapas, assim definida: Etapa 1: Estruturação de uma base de dados sobre o tema incluindo artigos científicos, monografias, teses de doutorado, dissertações de mestrado e livros relacionados ao tema. Etapa 2: Seleção e fichamento de artigos, teses, dissertações mais alinhadas com os objetivos do trabalho. Etapa 3: Leitura de livros relacionados ao tema, tais como: WOMACK, James P.; A máquina que mudou o mundo. BALLÉ, Freddy; BALLÉ, Michael. A mina de ouro: Uma transformação do *Lean* em romance. OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala. Etapa 4:

Elaboração de revisão bibliográfica relacionada ao material estudado e planejamento e execução da pesquisa de campo, através de um estudo de caso de uma determinada empresa. Etapa 5: Elaboração do artigo para ser apresentado no Congresso Nacional de Iniciação Científica – CONIC 2013.

## 5. DESENVOLVIMENTO

O sistema Toyota de produção enfatiza a redução dos desperdícios e a racionalização dos processos produtivos visando à redução dos custos de produção e o aumento da margem de lucro para as empresas. A aplicação dos princípios enxutos promove a melhoria dos níveis de produtividade, qualidade e serviços aos clientes. Rother e Shook (1999) consideram que a produção enxuta é o conjunto das melhores práticas que cruzam as fronteiras departamentais com o objetivo de eliminar desperdício e criar valor. Para Womack e Jones (1998), a proposta é fazer cada vez mais com menos: menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço, e ao mesmo tempo, estar cada vez mais próximo do que os clientes desejam. Estes autores definem o pensamento enxuto como uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência aquelas atividades que criam valor e realizá-las sem interrupção e de forma cada vez mais eficaz toda vez que alguém as solicita. O primeiro passo para implementar melhorias baseadas nos princípios *lean* é a identificação das atividades que agregam e aquelas que não agregam valor na manufatura de um produto (SAHOO et al., 2008).

Womack & Jones (1996) ressaltam que sete tipos de desperdícios e perdas foram identificados por Shigeo Shingo e devem ser eliminados ou minimizados no Sistema Toyota de Produção: **(1) Superprodução:** Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário; **(2) Espera:** Longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informação, resultando em um fluxo pobre, bem como em lead times longos; **(3) Transporte excessivo:** Movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia; **(4) Processos Inadequados:** Utilização do jogo errado de ferramentas, sistemas ou procedimentos, geralmente quando uma aproximação mais simples pode ser mais efetiva; **(5) Inventário desnecessário:** Armazenamento excessivo e falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixa performance do serviço prestado ao cliente; **(6) Movimentação desnecessária:** Desorganização do

ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens. **(7) Produtos Defeituosos:** Problemas frequentes nas cartas de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixa performance na entrega.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Principais Elementos do Sistema Toyota de Produção

Através da pesquisa foram identificados os principais elementos que compõem o Sistema Toyota de Produção. Eles devem ser utilizados em conjunto, para que os objetivos desejados sejam alcançados. Abaixo são relacionados e caracterizados estes elementos que formam os pilares do conceito e da filosofia do STP: **(1) Just in Time:** visa disponibilizar a matéria prima e os insumos de produção na hora certa e no local certo em que for necessário. Busca-se a minimização dos estoques e a eliminação dos desperdícios e a melhoria contínua dos processos de produção. **(2) Jidoka:** visa fornecer aos operadores a completa habilidade de detectar rapidamente um problema no momento exato em que ele ocorre para, assim, interromper imediatamente o trabalho e solucionar o problema o mais rápido possível. **(3) 5S:** *Seiri* (utilização), *Seiton* (ordenação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (higiene) e *Shitsuke* (autodisciplina). Visa estabelecer a organização, a limpeza e a ordem na empresa e motivar todos para eliminar desperdícios e promover a qualidade e a produtividade no local de trabalho. **(4) SMED:** *Single Minute Exchange of Die*, ou Troca Rápida de Ferramenta, busca a eliminação de gargalos gerados nas linhas de produção e a redução de setup nas linhas de produção, através da redução do tempo de preparação de máquinas, equipamentos e linhas de produção. **(5) Kanban:** Peinado (2000) afirma que a finalidade da adoção dos cartões *Kanban* é controlar a produção entre os fluxos, tendo-se um quadro subdividido com nichos, no qual um mix de produtos pode ser controlado, os cartões ali depositados expressam a situação de fluxos de produção, visando o balanceamento da produção e eliminação de perdas e estoques intermediários. **(6) Poka Yoke:** para Shingo (1996) *Poka Yoke* é um mecanismo de detecção de anormalidades que acoplado a uma operação impede a execução irregular de uma atividade. **(7) Trabalho Padronizado:** visa estabelecer padrões e procedimentos adequados permitindo a repetitividade do processo e a garantia da qualidade do mesmo. **(8) Heijunka:**

significa, ter um volume médio de produção diária e um cronograma de produção, com isso gerando uma estabilidade para o processo. **(9) Kaizen:** relaciona-se a busca de uma melhoria contínua, nesse contexto usa-se a o conceito de que sempre é possível melhorar. Todos os dias uma melhoria deve ser implantada, considerando que hoje deve ser melhor do que ontem e amanhã deve ser melhor do que hoje. **(10) Eliminação dos Desperdícios:** refere-se à detecção e eliminação das sete grandes perdas do sistema produtivo citada anteriormente. **(11) Mapeamento do Fluxo de Valor:** o MFV é um elemento do STP que tem como objetivo identificar todas as atividades que geram valor e, com estas informações, criar um fluxo contínuo através do sistema puxado de produção. Inicia-se estabelecendo o Mapa do Fluxo de Valor Atual. A partir deste Mapa, devem-se envolver os colaboradores da empresa no sentido de construir o Mapa do Fluxo do Valor Futuro, utilizando-se o conceito de melhoria continua (Womack e Jones, 2004). **(12) Gestão à Vista:** A gestão à vista é qualquer meio de comunicação usado no ambiente de trabalho que mostra rapidamente como o trabalho deve ser ou está desviado do padrão ou meta estabelecida. Também ajuda os funcionários a fazer o trabalho de forma correta e igual ao procedimento padrão a ser seguido no processo de trabalho. Os controles visuais também incluem os desvios entre a meta e o realizado, exibidos sob forma gráfica, onde são fixados em local público e de fácil visualização. A vantagem a ser observada é possibilidade de andar pela empresa e reconhecer que o padrão de trabalho, procedimentos e metas estão sendo seguidos e alcançados.

## **6.2 Estudo de Caso – Aplicação dos Elementos do STP em uma empresa do ramo metalúrgico instalada no município de Sorocaba-SP**

O presente estudo de caso foi realizado em uma empresa multinacional de origem americana que possui 121 plantas produtivas distribuídas em diversos países do mundo. No Brasil a empresa possui 4 plantas produtivas, sendo uma delas localizada no município de Sorocaba-SP. A empresa possui certificação pela norma ISO 9000 e desde o ano de 2007 vem implementando os conceitos e elementos do sistema de produção enxuta. Neste estudo de caso tomou-se como base a aplicação dos conceitos de *lean production* no processo de fabricação de coroa e pinhão da empresa.

## **Descrição do Processo - Situação Inicial Anterior**

Na situação inicial do processo estudado, a empresa possuía um setor para produzir as coroas com as operações de desbaste e acabamento e outro setor para a produção de pinhões com as operações de desbaste, acabamento "drive" e acabamento "coast". Cada um desses setores tinha um supervisor (*group leader*) e um facilitador (*team leader*), com metas específicas de desempenho e eficiência. A operação dos setores separadamente provocava um desbalanceamento da produção. Eram produzidos lotes grandes para diminuir as perdas com paradas de *set-up*, resultando em superprodução. Os estoques em processo (*WIP*) eram elevados representando 3 dias de produção. A produção era empurrada para o processo seguinte de tratamento térmico. O maior problema relativo ao processo aparecia na etapa de lapidação, onde havia um excesso de engrenagens e falta de pinhão. O setor de tratamento térmico, com tempo de atravessamento de aproximadamente 8 horas por lote, também apresentava elevado nível de estoque. Nesta situação o processo apresentava problemas para atender a carteira de pedidos dos clientes, afetando o resultado da empresa. Outros problemas detectados no processo inicial anterior estão descritos a seguir: manuseio excessivo de materiais ocasionando riscos de acidentes, condição ergonômica deficiente, excesso de movimentação com empilhadeiras, problemas de qualidade devido a sistema de movimentação e transporte dos materiais, dificuldade no controle dos estoques, baixo aproveitamento da mão de obra e necessidade de grande quantidade de horas extras, necessidade de pessoas fazendo inventário cíclico para atualizar situação do estoque (pessoas procurando e contando peças), dificuldade de programação das linhas de montagem, excesso de reprogramação para os demais processos que têm lead time menor, e, portanto eram obrigados a se reprogramar em função do desbalanceamento da produção. O problema com este processo acabava afetando todos os demais fluxos de valor da empresa. Na situação inicial havia dois setores dentro do prédio principal da planta com corte de coroa e pinhão, assim como mostra a figura 1.

## Situação inicial

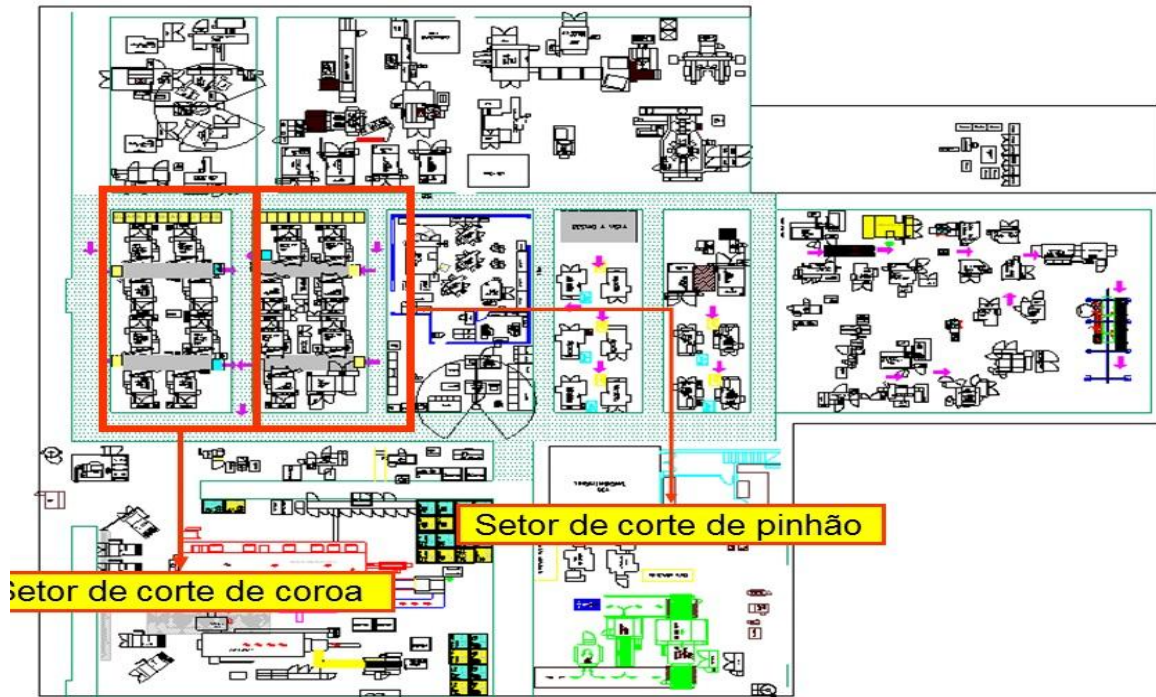


FIGURA 1: Situação Inicial

Após a realização de um diagnóstico e análise dos problemas que estavam impactando negativamente os resultados, decidiu-se utilizar as técnicas de *lean production* visando à melhoria do processo. O projeto de implantação dos conceitos e elementos do *lean production* foi dividido em três fases, como segue:

**Primeira fase:** racionalização do arranjo físico da produção incluindo mudanças de layout nos setores envolvidos e em outros departamentos correlacionados ao processo. Os dois setores antes existentes foram unificados e estruturados em células de corte de coroa e pinhão. Esta alteração possibilitou a divisão da produção por famílias de produto, racionalizando-se e facilitando a programação e o controle da produção. O sistema de *set-up* foi racionalizado através da criação da área de preparação - *preset*. Todo o *set-up* externo foi deslocado para essa área antecipando-se as montagens e regulagens que podem ser feitas com a máquina ainda operando no ferramental que irá entrar em produção. Na célula de produção foi demarcado no chão o local para dois carrinhos de *set-up*, sendo um utilizado para colocar o ferramental que será desmontado e outro estacionado já com o ferramental a ser montado. Também nessa etapa foi criado o setor de preparação de ferramentas de corte obtendo-se ganhos significativos na



qualidade do ferramental, reduzindo defeitos no processo em função de ferramentas mal reguladas. A divisão e distribuição das células são apresentadas na Figura 2.

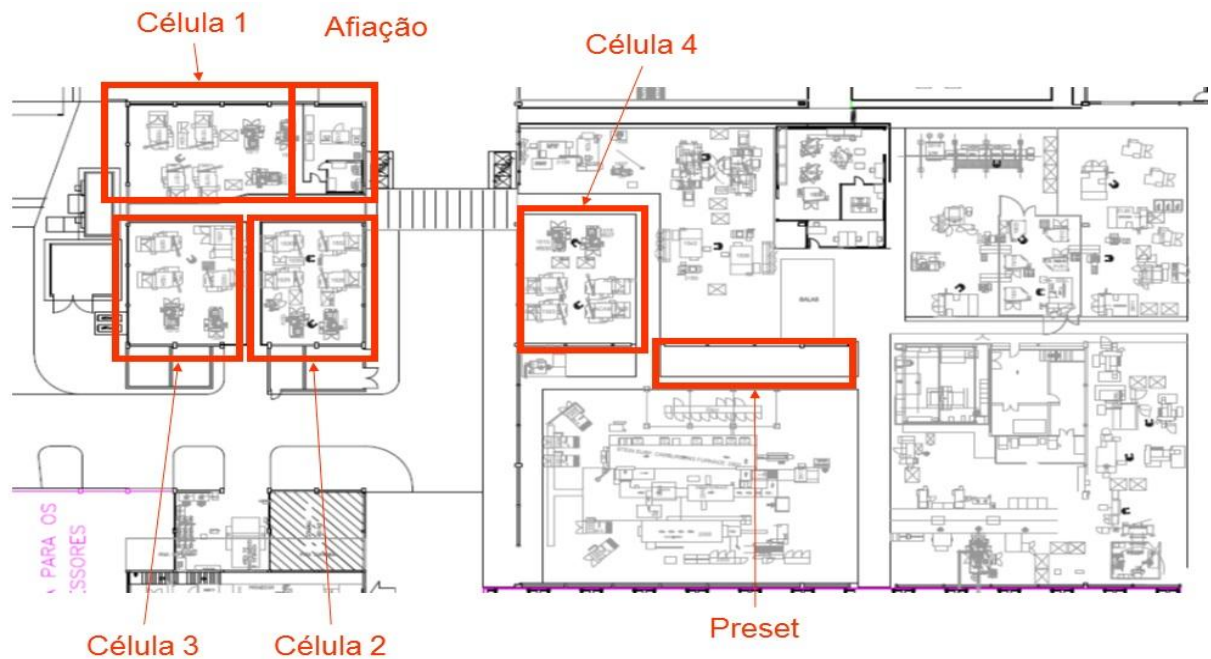


FIGURA 2: 4 Células de corte de Pinhão e Coroa

**Segunda fase:** a segunda fase representou a implementação das embalagens para coroa e pinhão juntos. Foram desenvolvidas em *cold forming*, com o relevo da peça. Começaram a ser utilizadas no processo de corte e logo em seguida (assim que as amostras foram aprovadas e o fornecedor conseguiu entregar a quantidade necessária) a empresa passou a receber coroa e pinhão usinados (*blanks* usinados) já do fornecedor. Com o recebimento de coroa e pinhão na mesma embalagem, houve uma melhoria significativa na situação. Tornou-se possível ter um controle visual do estoque (não foi mais necessário procurar coroa e pinhão separadamente), a embalagem serviu para evitar que caso ocorresse um problema com a máquina de coroa se continue produzindo pinhão ou vice-versa, já que o máximo que poderá ser produzido a mais é uma camada de peça.

Com a introdução da embalagem nova, outro ganho foi na área de tratamento térmico e no acabamento, onde a coroa e o pinhão passaram a andar juntos. Para as novas embalagens também foi desenvolvida plataforma com rodas para que os operadores pudessem movimentar as embalagens dentro do processo, eliminando o uso de empilhadeira dentro da célula. Para melhorar a ergonomia foi instalada no

meio do carrinho uma roda com diâmetro maior, que serve para ajudar a vencer o atrito estático.

**Terceira fase:** a terceira fase foi direcionada para a melhoria da produtividade, com a aplicação dos elementos do STP, incluindo a minimização das sete perdas. Para essa melhoria foram feitos ajustes no layout da célula 4, com identificação da operação gargalo (desbaste de coroa), que foi indicada com o sinalizador (sonoro e visual - quando a máquina para), condicionando a atividade do operador dentro da célula em função da máquina gargalo. Essa melhoria foi posteriormente replicada nas outras três células. O sistema de produção foi balanceado de tal forma a permitir a produção com apenas um operador.

O tempo de implantação dos elementos do *lean production* nessa linha de produção foi de aproximadamente um ano e meio, iniciando-se no ano de 2011. Na tabela 1 é apresentada a síntese dos resultados obtidos no projeto de melhoria aplicado pela empresa.

## Síntese dos Resultados

**Tabela 1 - Resultados**

<b>Descrição</b>	<b>Situação Inicial</b>	<b>Primeira Fase</b>	<b>Segunda Fase</b>	<b>Terceira Fase</b>
Lead Time do Processo	5 dias	4 dias	2 dias	2 dias
Percentual de Horas Extras	22%	12%	5%	2,3%
Produtividade	4 pçs/h.h.t	8 pçs/h.h.t	12 pçs/h.h.t	20 pçs/h.h.t
Inventário em Processo - WIP	3 dias	2 dias	1 dia	1 dia
Índice de Peças com Defeito	1221 PPM	832 PPM	123 PPM	50 PPM

Através da tabela 1 podemos identificar os impactos positivos da aplicação dos elementos do sistema *lean production* no processo estudado. Os indicadores de desempenho evoluíram nos aspectos relativos a produtividade, qualidade e aproveitamento.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos realizados permitiram a identificação e a caracterização dos principais elementos que compõem o sistema Toyota de produção. No estudo de caso apresentado verificou-se que as aplicações práticas destes elementos nos processos produtivos industriais impactaram positivamente nos resultados de desempenho dos mesmos representando melhorias significativas para a empresa. Os dados e informações obtidas na pesquisa demonstram o potencial que sistema Toyota de produção representa para as empresas que buscam melhorar os seus processos e desta forma atingir níveis mais elevados de competitividade em seus mercados de atuação

## 8. REFERÊNCIAS E FONTES CONSULTADAS

BALLÉ, Freddy; BALLÉ, Michael. *A mina de ouro: uma transformação lean em romance*. Porto Alegre, RS: Bookman, 2008.

OHNO, Taiichi. *O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre, RS: Bookman 1997.

PEINADO., *Implantação do Sistema Kanban como Base de um Programa Just In Time: uma Proposta de Metodologia para Empresas Industriais*. Florianópolis: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2000, 103p. Tese (Mestrado).

ROTHER, M. & SHOOK, J. *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SAHOO, A.K.; SINGH, N.K.; SHANKAR, R.; TIEARI, M.K. *Lean philosophy: Implementation in a forging company*, International Journal of Advance Manufacturing Technology. London, 2008.

SHINGO, Shigeo. *O sistema Toyota de Produção – Do ponto de vista da Engenharia de Produção*. 2ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 1996.

WOMACK, J. P. & JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, James P., *A máquina que mudou o mundo*. 2004. 11ª. ed.