



## **Análise da Filosofia Lean Manufacturing e suas aplicações nos Trabalhos de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção que abordaram o tema no Centro Universitário de Itajubá**

<sup>(1)</sup> Paulo Henrique Paulista, paulohpaulista@gmail.com

<sup>(1)</sup> Cleiton da Cunha Pontes, cleiton\_pontes2005@yahoo.com.br

<sup>1</sup> Centro Universitário de Itajubá - FEPI, Rua Doutor Antônio Braga Filho, 687 – Varginha – Itajubá - Minas Gerais.

Recebido: 05 de Setembro de 2016; Revisado: 02 de Dezembro de 2016

### **Resumo**

O objetivo deste artigo é apresentar o *Lean Manufacturing*, também conhecido como Produção Enxuta ou Sistema Toyota de Produção, e fazer uma análise dos trabalhos de conclusão de curso sobre o referido tema, apresentados na FEPI – Centro Universitário de Itajubá nos anos de 2011 e 2012. Inicialmente será feito uma revisão literária sobre a produção enxuta, que consiste em analisar o sistema produtivo atual, implantar seus conceitos, principais ferramentas com a finalidade de eliminar os desperdícios e criar valor ao processo e ao produto ao longo do sistema produtivo, fazendo cada vez mais produtos utilizando cada vez menos recursos mantendo sempre os padrões de qualidade e atendendo os clientes na hora certa com a quantidade desejada. Posteriormente será feito uma análise dos trabalhos apresentados nesta Instituição de ensino nos anos de 2011 e 2012 apresentando seus principais ganhos e resultados obtidos com a implantação do sistema.

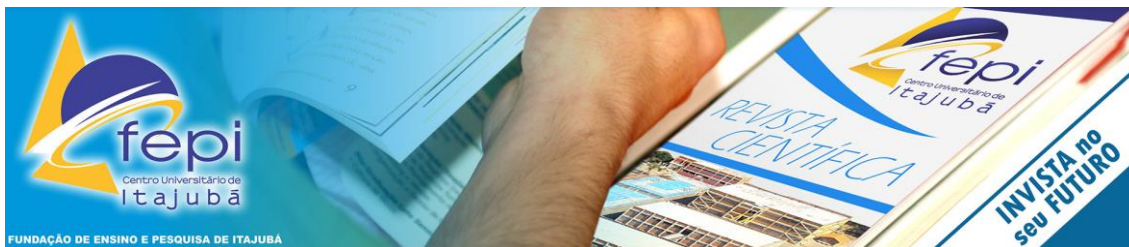
**Palavras-chave:** *Lean Manufacturing*; Revisão Literária; Ferramentas da Produção Enxuta.

### **Analysis of Lean Manufacturing philosophy and its applications in the TCCs that addressed the issue at the University Center of Itajubá**

#### **Abstract**

The aim of this paper is to present the *Lean Manufacturing*, also known as *Lean Manufacturing* or *Toyota Production System*, and to realize an analyze the works of course conclusion that addressed this issue, presented in FEPI - University Center of Itajubá in the years 2011 and 2012. Initially it was made a literature review on lean production, which was to analyze the current production system; their concepts to implementation; key tools in order to eliminate waste; create value to the process and the product throughout the production system, making each more products using fewer resources while maintaining quality standards and serving customers at the right time with the desired amount. Later it was made an analysis of the papers presented in this educational institution in the years 2011 and 2012, presenting its main gains and results obtained with the system implementation.

**Key-words:** *Lean Manufacturing*; Literary Review; Tools of *Lean Manufacturing*.



## Introdução

Por duas vezes a indústria automobilística modificou a maneira sobre como produzir, e novamente ela o faz. Do mesmo modo como a produção em massa substituiu a produção artesanal, a produção enxuta tem se tornado comum nas empresas que pretendem se manterem no mercado, fazendo com que a produção em massa seja extinta das unidades fabris (WOMACK, JONES e ROSS, 2004).

Devido o processo de globalização, o mercado mundial a cada dia se torna mais competitivo, exigindo a redução de custos e melhores níveis de qualidade e produtividade (RIANI, 2006).

Segundo Teodoro (2012), as organizações tem buscado novas ferramentas de gerenciamento que as proporcionem uma maior competitividade perante seus concorrentes através da qualidade e produtividade, visto que novas tecnologias surgem muito rápido, tornando as existentes ineficazes e até mesmo obsoletas.

Desta maneira, surge-se a necessidade das organizações se tornarem enxutas para obterem como consequencia: maior poder

de competitividade diante de novos concorrentes que surgem a todo instante; ganhar uma fatia do mercado na maioria das vezes com seus produtos que foram desenvolvidos com baixos custos; atender uma determinada necessidade do mercado; e atingir uma gama considerável de consumidores que estarão dispostos a pagarem pelo produto, uma vez que este traz alguma inovação tecnológica que os outros ainda não desenvolveram.

Segundo Davis (1995) *apud* Barreto *et al* (2005), a maior dificuldade das organizações é de se adaptarem as novas mudanças externas do mercado e internas em seus processos produtivos, quando estes tem que serem modificados para que a empresa reduza custos, aumente sua produtividade e melhore seu desempenho diante de seus concorrentes.

Diante do exposto acima é que o conceito de Produção Enxuta se adapta, pois ela foi a ferramenta desenvolvida e utilizada pela Toyota quando a empresa estava à beira do caos e como consequencia a mesma ultrapassou seus concorrentes que sempre foram grandes produtores de veículos (WOMACK, JONES e ROSS,



2004).

E como ela conseguiu isto? Simplesmente utilizou os conceitos e ferramentas do *Lean* no âmbito geral da empresa, desde os operários de linha até mesmo a alta gerência, incluindo seus fornecedores, pois dentro do contexto *Lean* deve haver uma sinergia entre todos os setores para que os resultados esperados sejam alcançados.

Levando-se em consideração a crescente procura das empresas em implementar o *Lean Manufacturing* em seus processos ou em parte deles, é que seus principais conceitos e ferramentas serão expostos de modo que possam contribuir para futuras pesquisas.

O objetivo desse artigo é analisar e comparar aplicações do *Lean Manufacturing* considerando os Trabalhos de Conclusão de Curso do curso de Engenharia de Produção da FEPI defendidos nos anos de 2011 e 2012.

### ***Lean Manufacturing***

Conforme Womack, Jones e Ross, (2004), o *Lean Manufacturing* é um sistema produtivo que possibilita trabalhar com pequenos lotes através da produção puxada

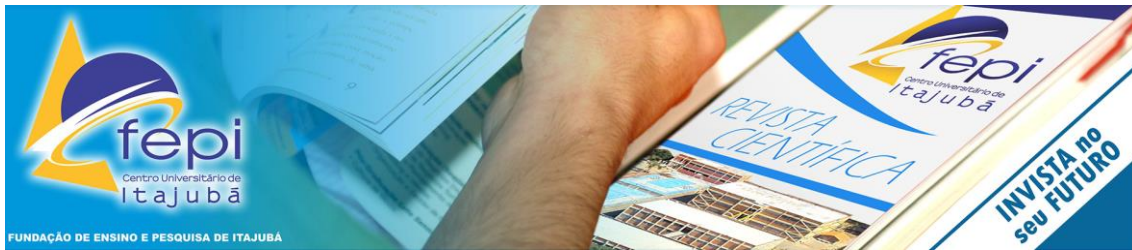
com base nas previsões de demanda dos clientes, utilizando um nível mínimo de estoque.

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia que busca a melhoria contínua e que contribui com o desempenho organizacional permitindo alcançar as estratégias da empresa, reduzindo seus custos e aumentando seus lucros (ARGOUD *et al.*, 2004).

### **Origem do *Lean Manufacturing***

Segundo Womack, Jones e Ross (2004), o *Lean Manufacturing* surgiu na Toyota no Japão pós-Segunda Guerra Mundial, e seu criador foi Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota e seus precursores: Sakichi Toyoda, fundador do Grupo Toyoda em 1902; Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi Toyoda, que encabeçou as operações de manufatura de automóveis entre 1936 e 1950 e Eiji Toyoda, que havia visitado e estudado o modelo de produção na Ford, na fábrica de Rouge nos Estados Unidos, até então a unidade fabril mais eficiente e complexa do mundo.

Womack, Jones e Ross (2004) afirmam que naquele momento, Eiji já tinha em mente que aquele modelo de produção



poderia ser melhorado, porém a simples cópia e aperfeiçoamento daquele sistema mostraram-se difícil, onde analisando o modelo em questão Eiji Toyoda juntamente com seu principal engenheiro de produção Taiichi Ohno, chegaram à conclusão de que esse sistema de produção em massa nunca funcionaria no Japão, principalmente devido a alguns fatores que contribuía:

- O mercado interno estava limitado e demandava por uma vasta gama de automóveis que partiam desde caminhões de grande porte a carros pequenos principalmente, visto que naquele momento o custo do combustível no Japão era altíssimo.
- A força de trabalho local incentivada pelas leis trabalhistas americanas introduzidas no Japão estava decidida a não serem tratadas como custo variável e lutavam por seus direitos.
- Como o país havia sido devastado pela guerra, as empresas não possuíam capital para investimentos em novas tecnologias.
- Muitos países além de terem bloqueado as exportações japonesas, estavam tentando instalarem suas

unidades fabris no Japão a fim de dominarem o mercado interno.

Ainda de acordo com o autor, foi diante de todos os problemas encontrados que Taiichi Ohno, logo percebeu que empregar tais métodos não serviria como estratégia. Ohno sabia que precisava de um novo enfoque e o encontrou. Nasceu então o *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta), sistema no qual revolucionou a indústria automobilística no Japão daquela época e até hoje é copiado e implementado por várias indústrias no mundo todo.

### **Princípios do *Lean Manufacturing***

Na produção enxuta, existem cinco princípios que são essenciais na eliminação das perdas e que servem de referência para as empresas alcançarem seus objetivos (RIANI, 2007).

De acordo com Riani (2007), antes de conceituar os cinco princípios, é necessário ter a noção do significado de Valor, onde a autora o define como sendo o grau de aceitação de um produto pelo cliente.

Segundo Womack, Jones e Ross (2004), os cinco princípios básicos cujo objetivo é tornar as empresas mais flexíveis e capazes de atender as necessidades dos clientes são:

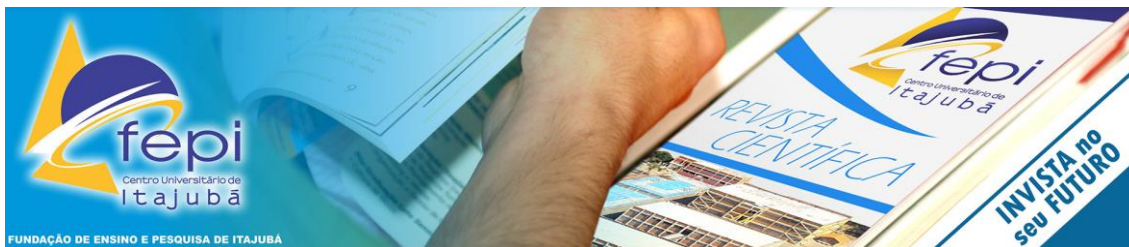




- Valor: Determinar o valor é o ponto de partida e deve ser definido conforme as necessidades dos clientes, pois valor é tudo aquilo que o cliente está disposto a pagar, portanto durante todo o processo de fabricação, deve-se sempre procurar eliminar as atividades que não agregam valor ao produto final e procurar atender os requisitos que atendem as necessidades dos clientes.
- Fluxo de valor: Fluxo ou cadeia de valor é o conjunto de todas as atividades para se levar um produto específico a passar pelas tarefas críticas de qualquer negócio, onde essas tarefas são:
  - Tarefa de solução de problemas: Começa na criação e vai até o lançamento do produto;
  - Tarefa de gerenciamento da informação: Inicia-se no recebimento do pedido e vai até a sua entrega;
  - Tarefa de transformação física: Vai da matéria prima ao produto acabado nas mãos do cliente.

Conforme Riani (2007), o fluxo de valor separa o processo em três categorias onde a primeira são as atividades que agregam valor, a segunda são aquelas que não agregam valor, mas são importantes e a última são as atividades que não agregam valor e devem ser eliminadas.

- Fluxo Contínuo: Fazer o valor fluir sem interrupções, é o objetivo principal do *Lean Manufacturing* e isso exige uma mudança de mentalidade, pois o produto e suas necessidades devem ser os focos, e não as máquinas e equipamentos. O ganho que se obtém com a criação de fluxo contínuo é significativo e pode ser sentido com a redução no tempo de fabricação dos produtos.
- Produção Puxada: Consiste em produzir apenas o necessário e quando for necessário, evitando que se tenha estoques de produtos. A ordem é produzir o que o cliente deseja e quando necessitar, ou seja, o cliente puxa a produção eliminando estoques e dando valor ao produto.
- Perfeição: Buscar a perfeição é o que as empresas vêm fazendo no seu dia a dia, e apesar de parecer uma tarefa



simples não é. Para que um determinado produto seja produzido e saia da linha de produção perfeitamente, é necessário fazer os quatro princípios anteriores interagirem em um processo contínuo na eliminação dos desperdícios, pois só assim se alcançará a perfeição.

Segundo Rico (2007), a produção enxuta reúne alguns princípios para eliminar desperdícios durante o processo produtivo, visando sempre atender as necessidades dos clientes, e as técnicas empregadas objetivam reduzir as perdas gerando produtos com um menor custo.

Para Womack (1992) *apud* Ferreira (2004), o desperdício, também conhecido na língua japonesa por “muda” normalmente é associado ao que se classifica como lixo, e ainda de acordo com o autor o desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria-prima, materiais, tempo, energia, por exemplo). É um gasto extra que aumenta os custos normais do produto ou serviço sem trazer qualquer tipo de melhoria para o cliente.

Reduzir o desperdício significa eliminar tudo que aumenta o custo de produção, ou seja, transformar muda em valor.

O sistema de produção enxuta parte do princípio que existem sete tipos de desperdícios dentro da empresa os quais devem ser atacados e eliminados, e de acordo com Ohno (1988), são eles:

- Desperdício de superprodução: Esse desperdício pode ser considerado uma das maiores fontes geradoras de desperdícios dentro da empresa, visto que ajuda a esconder vários tipos de falhas. De acordo com Costa Junior (2008), a superprodução pode acontecer de duas formas: Superprodução quantitativa: É aquela causada pelo excesso de produtos fabricados além do que é solicitado. Superprodução antecipada: É caracterizada por fabricar o produto antes que ele seja solicitado. Para a empresa, a superprodução impacta na necessidade de serem disponibilizadas grandes áreas para o armazenamento dos produtos acabados. Em contra partida, o sistema de produção enxuta sugere que seja produzido somente o que for necessário, em quantidade determinada e no

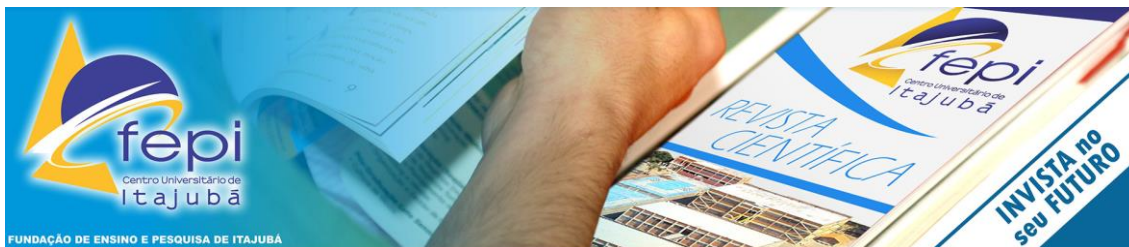


momento definido pelo cliente.

- Desperdício de material em espera no processo: Esse tipo de perda está relacionado ao material que foi adquirido e fica parado aguardando o momento da produção, e também em relação ao material que já foi processado e também fica parado aguardando a disponibilidade de máquinas para a finalização da produção. As principais causas deste tipo de desperdício são o tamanho excessivo dos lotes de produção em relação às necessidades de consumo, a falta de sincronização da produção, o *layout* inadequado, e os gargalos que ocorrem entre as etapas de produção, devido ao tempo de ciclo de produção. Para acabar com estes problemas, o sistema de produção enxuta sugere o redimensionamento dos lotes de produção, o estudo dos tempos e movimentos para balancear as atividades, a melhor definição do arranjo físico, e jogar o gargalo para a etapa inicial ou para as etapas não críticas.
- Desperdício de transporte: Esse tipo de desperdício está relacionado com as

atividades de movimentação de materiais ao longo do processo, desde o recebimento até a expedição. Os transportes podem ser considerados atividades que geram custos e não agregam valor ao processo. As principais causas desses problemas estão relacionadas com o *layout* inadequado ao processo, com a movimentação de material desnecessária e não programada, e aos sistemas inadequados de transportes que não atendem as necessidades de abastecimento e escoamento dos materiais. Para evitar esse tipo de desperdício, deve-se melhorar o *layout* permitindo um fluxo uniforme, movimentar de uma única vez todo material necessário, e automatizar os sistemas de transportes tornando-os mais rápidos e eficientes.

- Desperdício de processamento: Esse tipo de desperdício são fontes de perdas de produtividade e geram altos custos de processamento, e estas perdas estão relacionadas às atividades de processamento e montagem realizadas desnecessariamente. Suas principais causas estão ligadas aos erros de projeto



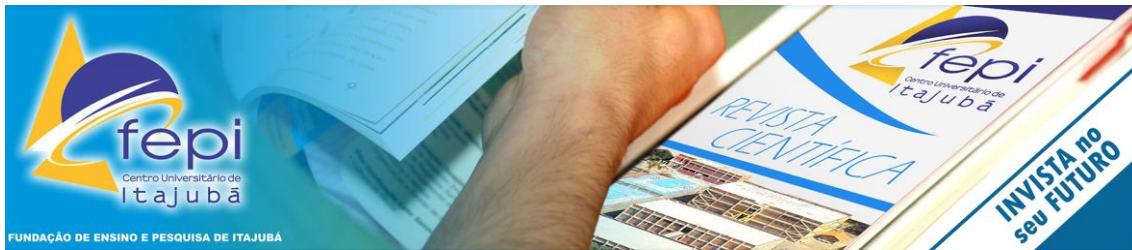
de produto, erros de dimensionamento de máquinas e equipamentos e erros de desenvolvimento dos meios de produção. Para minimizar esses erros, sugere-se uma análise ao projeto do produto para tentar reduzir o custo de fabricação, e melhorar os métodos de processamentos.

- Desperdício de movimentação nas operações: Esse tipo de desperdício corresponde às ações consideradas inúteis ao processo e que são realizadas nas linhas de produção, acarretando baixa produtividade. Esses desperdícios são causados por falta de instrução de trabalho, falta de tempo padrão para cada atividade e operações externas às atividades de fabricação. Para que estas perdas sejam eliminadas, sugere-se montar uma instrução de trabalho padronizado, definir um tempo de ciclo para cada atividade e eliminar operações fora da linha.
- Desperdício na fabricação de produtos defeituosos: Esse tipo de desperdício resulta de produtos que não atendem às características e especificações de qualidade requeridas pelo projeto do produto, e consistem

principalmente em refugos e retrabalhos. As perdas por produtos defeituosos são causadas por falta de conhecimento dos processos e produtos, falta de treinamento dos operadores, e variação no processo. Para eliminar estas perdas, é necessário treinar os operadores, criar padrões de aceitação para produtos e máquinas, e sistemas *poka-yoke*, ou seja, a prova de erros.

- Desperdícios de estoque: Esse último significa desperdícios de investimento e espaço. A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Eliminando-se todos os outros desperdícios, reduzem-se, por consequência, os desperdícios de estoque. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e o *lead times* de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos. A eliminação completa desses desperdícios pode aumentar a eficiência de operação por uma ampla margem.





Para fazê-lo, devemos produzir apenas a quantidade necessária, liberando assim a força de trabalho extra (OHNO, 1988).

### Ferramentas do *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing*, é um sistema que para ter um bom desempenho e um bom funcionamento, necessita de que algumas ferramentas sejam implantadas e levadas a sério, pois só com o comprometimento de toda equipe, é que todos os obstáculos serão vencidos e todos os objetivos serão alcançados.

Segundo Ohno (1988), a base para o *Lean*, é a absoluta eliminação do desperdício e os dois pilares necessários à sustentação do sistema são o *Just In Time* e o *Jidoka*.

A figura 1 representa a base para o *Lean Manufacturing*.

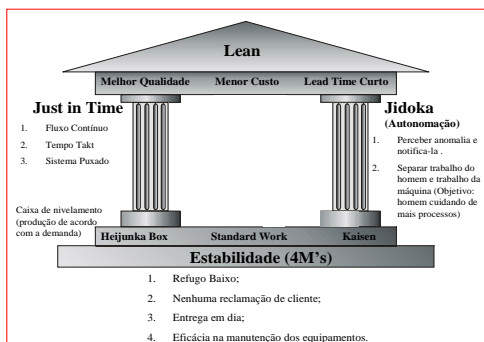


Figura 1 - Base para o *lean manufacturing*. Fonte: adaptado de Teodoro (2012).

### *Just In Time*

De acordo com Paranhos Filho (2007), o *Just In Time* – JIT significa o componente certo, no lugar certo e na hora certa, onde as peças são produzidas em tempo de atenderem as necessidades de produção.

Com a aplicação do JIT, o sistema produtivo não possui folgas nem excessos de recursos, ou seja, não existem desperdícios e somente serão utilizados os recursos que adicionarão valor ao produto.

Ainda conforme o autor, a produção *Just In Time* é puxada. Isto significa que um produto só é fabricado quando é feito um pedido de compra por parte do cliente. É desencadeada uma reação em cadeia para trás que vai até a requisição dos insumos necessários à produção junto aos fornecedores, e uma das principais dificuldades na implantação do *JIT* consiste no tempo de transporte do produto entre os fornecedores e clientes. Uma grande distância entre fornecedor e cliente pode inviabilizar completamente o fornecimento do produto dentro do tempo necessário para que ele seja utilizado na linha de montagem.

Para um bom funcionamento do *JIT* existem alguns elementos básicos que

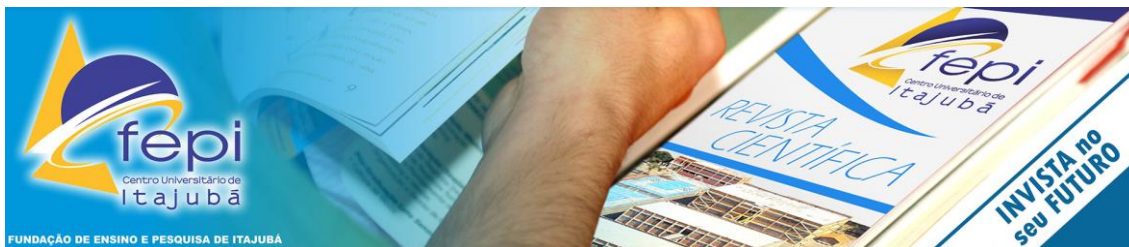


devem ser observados, e conforme Ferreira (2004) são eles:

- *Lead Time*: A redução dos tempos envolvidos no processo de produção é importante para aumentar a flexibilidade da empresa e relação ao seu concorrente.
- *Setup*: A redução de Setup se constitui em uma das maneiras seguras de aumentar a flexibilidade da produção. Diminuindo este tempo de setup, as empresas podem atender seus clientes de maneira mais rápida, principalmente nos momentos em que ele mais precisar.
- *Layout*: O arranjo físico celular é geralmente utilizado nas empresas que adotam o JIT. Os postos de trabalho são bastante próximos, e isto evita gastos com transportes dos materiais de um posto para outro.
- *Envolvimento de mão-de-obra direta*: Nas empresas que adotam o JIT, há em geral uma maior participação e envolvimento da mão-de-obra. Os colaboradores são geralmente polivalentes, controlam a qualidade do produto, fazem pequenas manutenções

e pode parar as linhas de montagem se ocorrer algum problema. Os colaboradores são incentivados a participarem do processo através de sugestões e de grupos de trabalho para resolução de problemas.

- *Gestão de Qualidade*: A qualidade se constitui em um dos mais importantes elementos do programa JIT. Deve-se aumentar a produtividade, obter alta qualidade e manter esta alta qualidade.
- *Relação com fornecedores*: A relação cliente-fornecedor deve funcionar como uma parceria, uma vez que o bom funcionamento depende do suporte e coordenação dos fornecedores. São através desta boa parceria que é realizada as entregas frequentes essenciais para o sucesso do JIT.
- *Kaizen*: É uma estratégia de melhoria contínua responsável pelo progresso industrial e sucesso competitivo. O *Kaizen* nunca terá fim, sempre que for necessário modificar as linhas de produção para se obter ganho de produtividade melhoramento da qualidade, redução do setup ou redução do estoque em processo será feito um kaizen.



- **Manutenção Preventiva Total (TPM):** Todos os operadores são envolvidos no processo de manutenção preventiva dos equipamentos, fazendo com que os mesmos tenham uma vida útil maior, pois esse sistema consiste em não deixar o equipamento vir a parar.

O JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerado como uma completa filosofia, a qual inclui aspectos de administração, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos (GHINATO, 1995).

### ***Jidoka (Autonomação)***

Segundo Ghinato (1995), o termo *Jidoka*, consiste em dar ao operador ou a máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anomalia no processo.

Este conceito surgiu com a automação da máquina de tear, fabricada por Sakichi Toyoda, onde a máquina continuava funcionando mesmo com um fio rompido e o defeito só era encontrado depois que o

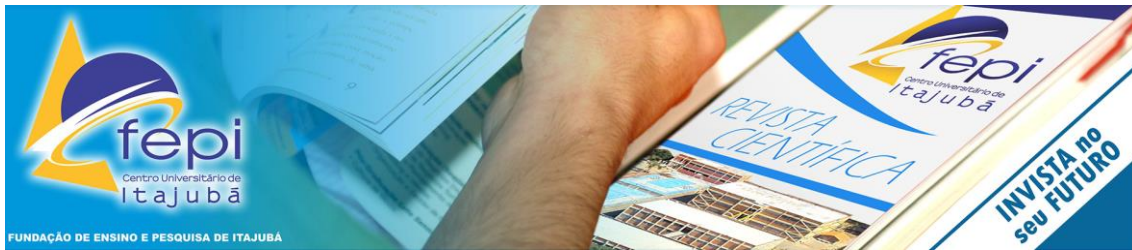
processo estava todo concluído, tendo assim, produzido muito tecido defeituoso.

Para acabar com os problemas foi criado um dispositivo que parava a máquina quando o fio rompia, quando o fio chegava ao fim e quando a máquina atingisse a quantidade programada. Utilizando esses recursos, Sakichi acabou com seus problemas e poupou o uso da mão-de-obra de um funcionário que para aquele caso ficaria como um vigia diante da máquina esperando que acontecesse um problema para parar a mesma.

Para Ghinato (1995), a autonomação está ligada a automação, porém ela não é um conceito restrito às máquinas e é importante frisar que o conceito de autonomação está mais ligado com a idéia de autonomia do que com automação.

No *Lean Manufacturing*, o *Jidoka* é aplicado em linhas de produção operadas manualmente onde o operador pode interromper a produção quando alguma anormalidade for detectada, pois a principal idéia é bloquear e impedir que produtos defeituosos sejam produzidos.

No *Lean Manufacturing* existem várias ferramentas que podem ser adotadas e utilizadas pelas empresas e compete a cada



unidade fabril utilizar as que mais se enquadram em seus processos.

A seguir serão apresentadas algumas das principais ferramentas utilizadas pelas empresas a fim de se tornarem enxutas.

### **Kanban**

De acordo com Costa Junior (2008), *Kanban* é uma palavra japonesa que significa cartão e que tem a finalidade de representar um sinal, e é uma ferramenta considerada como base do sistema *Just In Time* e é fundamental na aplicação do sistema de produção enxuta.

Para Nazareno (2003), o sistema *Kanban*, é um sistema de informações que controla a produção de toda fábrica, isto é, dá autorizações de produção, de transporte e informa a localização de componentes através de cartões. O princípio do *Kanban* é limitar a quantidade de estoque em processo através de um número determinado de cartões, onde só se é retirado e produzido peças de um processo de acordo com o especificado no cartão.

Suas principais vantagens são:

- Eliminação do estoque de material em processo;
- Melhor aproveitamento dos setores produtivos;

- O *lead time* é reduzido, e dessa forma é possível antecipar os prazos de entrega.

### **Sistema 5S**

Trabalhar em um ambiente limpo, organizado e saudável é o que todos querem, e é por isso que a cada dia que passa, as empresas buscam implantar em seus postos de trabalho e novas técnicas. A principal técnica utilizada pela maioria das empresas é um sistema japonês denominado 5s.

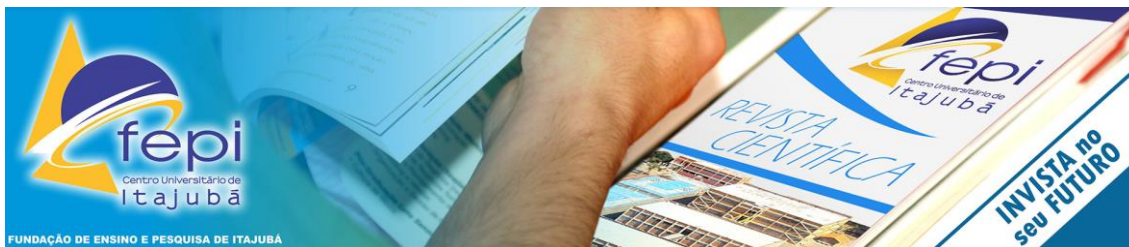
De acordo com Ferreira (2004), o método 5s foi a base de implementação da qualidade total nas empresas e também deve ser considerado como base para sustentação da produção enxuta.

Para Paranhos Filho (2007), o 5S resulta em melhoria na organização do ambiente de trabalho e como resultado tem-se um melhor desempenho profissional com reflexo direto na produtividade.

O método 5s surgiu no Japão no fim da década de 60, e tem esse nome, pois é composto de palavras japonesas que começam com a letra “s”, e que são elas:

**Seiri (Descarte):** Esta filosofia diz que se deve ter somente o necessário, na





quantidade certa e que cada pessoa deve saber diferenciar o útil do inútil fazendo assim com que somente o que tenha utilidade esteja disponível.

**Seiton (Arrumação):** Esta filosofia diz que cada coisa deve estar separada e organizada em seu devido lugar, de modo de que quando seja procurado, seja facilmente encontrado, poupando-se assim o tempo das pessoas.

**Seiso (Limpeza):** Manter o local de trabalho limpo é dever de todos, pois um ambiente limpo proporciona maior satisfação dos funcionários, aumenta a produtividade, além de passar uma boa imagem da empresa, aumentando a confiança dos clientes.

**Seiketsu (Padronização):** Depois de implantados os 3s anteriores, deve-se procurar sempre manter rotinas e práticas de repetição para que as correntes dos “s” anteriores sejam mantidas. Por exemplo, formulários de avaliação devem ser criados onde todos possam ser ouvidos e a partir daí padrões sejam criados, o que ajudará na manutenção do sistema.

**Shitsuke (Disciplina):** Significa manter de forma disciplinada tudo o que leva a melhoria contínua do local de trabalho, da

qualidade e da segurança do trabalhador. Significa usar de forma disciplinada, as máquinas e equipamentos da empresa, de forma que estes estejam sempre bem conservados e prontos para o uso.

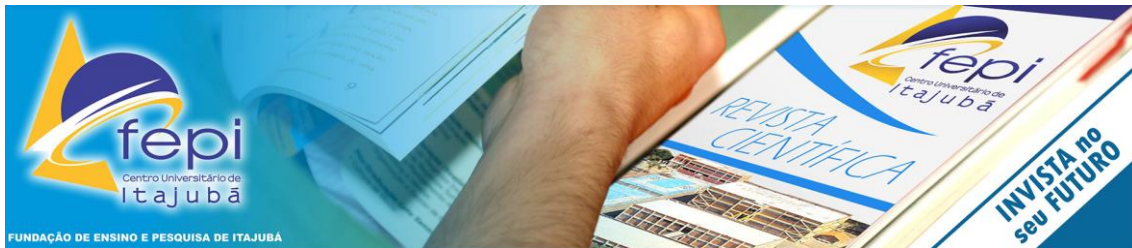
### **SMED: Troca Rápida de Ferramenta**

O termo *Smed* significa troca rápida de ferramentas e tem por objetivo reduzir o tempo de preparação dos equipamentos, diminuindo assim os períodos não produtivos e aumentando a capacidade produtiva dentro da empresa.

Esta metodologia propõe a mudança de ferramenta em apenas um dígito de minuto e faz com que a empresa tenha mais flexibilidade em atender as necessidades dos clientes, pois com sua perfeita aplicação se ganha tempo para produzir mais produtos e com mais qualidade. SHINGO (1996).

### **Kaizen**

De acordo com Costa Junior (2008), *Kaizen* é uma palavra de origem japonesa que significa “mudança” e que pode ser definido como um processo de aprimoramento contínuo, que consiste na busca de melhorias pela inovação dos processos produtivos, dos métodos e dos produtos.



O *Kaizen* procura eliminar todos os problemas de uma organização através da identificação dos potenciais de melhoria com a participação de todos os colaboradores na resolução dos problemas.

Para que a organização obtenha bons resultados com a aplicação do *Kaizen*, existem alguns princípios que devem ser considerados:

- Aprimoramento contínuo: Significa incentivar todos os colaboradores a gerarem ideias de melhoria visando o aperfeiçoamento dos processos.
- Aceitar o fato de que problemas existem: Consiste em reconhecer as necessidades de intervenção de um grupo de melhoria visando a correção dos problemas.
- Resolução dos problemas: Diz respeito à implementação de métodos de análise e de resolução para as principais causas de problemas.
- Equipes multifuncionais: É importante que o grupo de trabalho seja composto por colaboradores envolvidos diretamente com o problema e também por colaboradores das áreas de apoio.

- Desenvolver a autodisciplina: Significa criar rotinas para as atividades de aperfeiçoamento e de melhorias dos processos.

- Capacitação: Todos os colaboradores devem receber treinamentos para a atividade que executam, bem como para atuarem com métodos de análise e resolução de problemas.

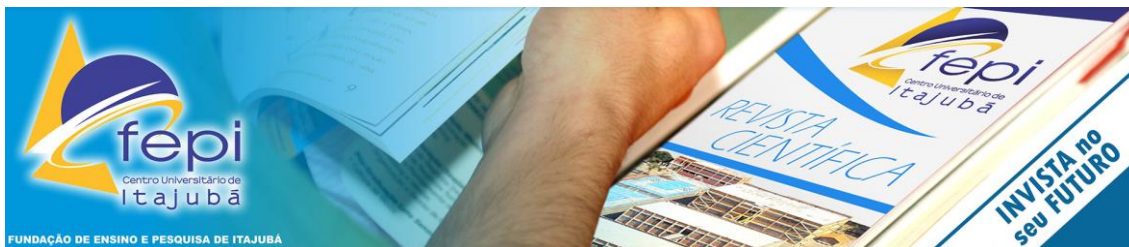
Pode-se observar que o *Kaizen* é mais do que uma simples ferramenta de gestão, uma vez que é um processo de melhoria contínua voltado a organização com ênfase no colaborador, e que necessita de uma mudança cultural por parte de todos dentro da organização.

### ***Poka-Yoke***

Segundo Costa Junior (2008), o *Poka-yoke* é um termo de origem nipônica e que pode ser definido como uma ferramenta “a prova de erros” ou “falhas” que pode ser utilizada para evitar simples erros humanos.

Esse conceito foi desenvolvido no Japão com o objetivo de acabar com a ocorrência de defeitos eliminando inspeções e controles adicionais.

Existem dois tipos de *Poka-yoke* que são o de produto, que está ligado diretamente as características do produto,



quanto a sua forma, tamanho, cor e demais especificações; e o *Poka-yoke* de processo, que leva em consideração certas características do produto e do processamento para evitar erros ou falhas de produção. Para este tipo são utilizados dispositivos que controlam temperatura, torques de parafusos, sensores de presença e outros.

Para que um sistema *Poka-yoke* seja válido devem-se fazer testes aleatórios contendo na amostragem 10% de peças boas e 90% de peças não conformes, e o sistema deve garantir a detecção dessas peças e não acusar as peças boas.

O sistema *Poka-yoke* atua de forma simples e direta nos processos, sendo de fácil aplicação, análise, construção e manutenção, além de proporcionar uma maior segurança para a empresa com relação aos produtos enviados para seus clientes.

### **Mapeamento do Fluxo de Valor**

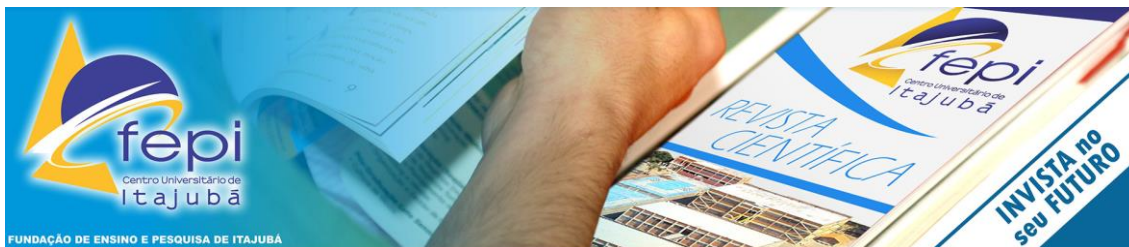
Conforme Xavier e Sarmiento, (2004) Conceituamos o Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*) como um processo de identificação de todas as atividades específicas que ocorrem ao longo do fluxo de valor referente a um produto ou família de produtos.

Entende-se por Fluxo de Valor o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção da matéria-prima até a entrega ao consumidor final.

O Objetivo principal da ferramenta de Mapeamento do fluxo de valor é obter uma visualização clara dos processos de manufatura e de alguns de seus desperdícios, bem como diretrizes eficazes de análise que auxiliem no projeto de otimização do fluxo e eliminação de desperdícios.

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta importante por que:

- Ajuda a enxergar mais do que os processos individuais, solda, montagem, etc. Você pode enxergar o fluxo;
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você pode discuti-las. De outro modo, muitos detalhes e decisões no seu chão de fábrica só acontecem por omissão.



- Junta conceitos e técnicas enxutas, que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente.

- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Nenhuma outra ferramenta faz isso.

As etapas do mapeamento do fluxo de valor são mostradas na figura 2.

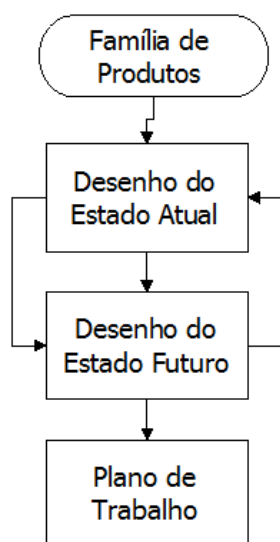


Figura 2 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor. Fonte: Nazareno (2003) apud Rother e Shook (1998).

O mais importante é programar um fluxo de valor enxuto e o que torna o fluxo de valor enxuto é fabricar somente o necessário e no menor tempo possível.

Para implementar o fluxo de valor enxuto, a produção enxuta busca no mapa do estado futuro, ligar todos os processos desde a matéria prima até o cliente, em um fluxo contínuo completo que gere o menor *lead time*, a mais alta qualidade e o mais

baixo custo, mas para que o mapa do estado futuro consiga atingir o fluxo de valor enxuto, da matéria-prima ao produto acabado, é necessário seguir algumas regras citadas a seguir:

- Produzir de acordo com o *takt time*, que é calculado dividindo-se o tempo disponível para trabalho pelo volume de demanda do cliente e é utilizado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas fazendo com que se produza a quantidade necessária para atender a necessidade do cliente sem gerar excesso de produção;

- Desenvolver um fluxo contínuo onde se produza uma peça de cada vez, com cada item sendo passado imediatamente de um processo produtivo para outro sem nenhuma parada e conseqüentemente sem nenhum desperdício;

- Utilizar supermercados para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos anteriores, fazendo com que só seja retirada do supermercado a quantidade necessária para atender a necessidade do cliente e depois só é produzido para reabastecer o que foi usado;





- Enviar a programação do cliente para somente um processo de produção, o chamado processo puxador porque a maneira que se controla a produção neste processo define o ritmo para todos os processos anteriores.
- Nivelar o *mix* de produção, ou seja, distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador. Com isso tem-se uma maior flexibilidade de atender o cliente com vários lotes pequenos ao invés de um ou dois lotes grandes.
- Nivelar o volume de produção, liberando apenas uma quantidade de trabalho no processo puxador e retirar a mesma quantidade de produtos acabados.

#### **Análise de Tcc's que abordaram o *Lean Manufacturing* na FEPI**

O *Lean Manufacturing* é uma ferramenta que pode ser utilizada em qualquer empresa, independente do seu ramo de atuação, e empresas de diversas áreas estão implantando esta poderosa ferramenta em seus processos produtivos com o objetivo de eliminarem seus desperdícios e aumentarem seus lucros.

#### **Trabalhos apresentados em 2011.**

No ano de 2011 dois trabalhos foram apresentados no curso de engenharia de produção da FEPI, abordando o tema *Lean Manufacturing*, o primeiro estudo foi realizado em uma empresa do ramo automotivo, e o segundo estudo de caso apresentado foi realizado em uma empresa de usinagem.

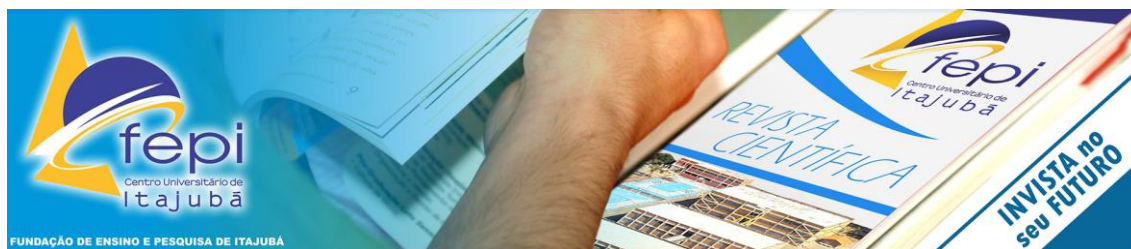
#### **Aplicação do *Lean Manufacturing* na empresa "A"**

Isaias e Nunes (2011) apresentaram a aplicação do *Lean Manufacturing* em uma empresa de componentes de motores onde o *Lean Manufacturing* foi implementado em uma célula de inspeção final que trabalhava no sistema de produção em massa e que para atender a crescente demanda dos clientes, foi necessária que esta célula se tornasse enxuta.

Após as modificações e com a implementação do novo sistema produtivo, os resultados positivos logo surgiram e esta célula logo se tornou referência em toda planta, pois ficou evidente a eficácia do *Lean Manufacturing*.

Os resultados e ganhos obtidos estão representados na tabela 1.

Tabela 1- Ganhos obtidos



ITEM	ANTES	APÓS	GANHOS
Área Ocupada (m <sup>2</sup> )	374	182	Redução de 51%
WIP (peças)	200.000	80.000	Redução de 60%
M.O.D.	31	21	Redução de 32%
Lead Time (turnos)	2,5	0,5	Redução de 80%
Máquinas	9	6	Redução de 33%
Produtividade (peças/homem)	1.575	2080	Aumento de 32%

Fonte: Isaias e Nunes (2011).

Conforme os resultados apresentados na tabela acima podem ser observados que os resultados obtidos foram significativos trazendo ótimos ganhos para a empresa, provando desta maneira que o *Lean Manufacturing* é uma poderosa ferramenta.

### Aplicação do *Lean Manufacturing* na empresa “B”

Rodrigues e Oliveira (2011) apresentaram a aplicação do *Lean Manufacturing* em uma empresa de usinagem localizada no sul de Minas Gerais, empresa que apesar de ser de pequeno porte, possui um elevado número de clientes e uma vasta gama de produtos.

A referida empresa não possuía um processo mapeado, gerando assim um *lead time* elevado e também havia um acúmulo muito grande de material entre as operações. Esse material acabava oxidando e gerando refugo, o que depreciava o processo desestabilizando o mesmo.

A área ocupada pelas máquinas era muito grande o que aumentava a distância percorrida entre as etapas do processo e também o *setup* das máquinas era muito alto.

Após um estudo feito dentro da empresa onde este apontou seus pontos falhos, a mesma resolveu implementar as técnicas do *Lean Manufacturing* em seu processo produtivo a fim de eliminar os desperdícios e também se tornar mais competitiva perante seus concorrentes.

Com a implementação do *Lean Manufacturing* os resultados obtidos foram expressivos o que motivou a empresa à entrar num ciclo de melhoria contínua, buscando sempre melhorar seu processo e seus resultados garantindo assim sempre a satisfação dos clientes.

Os resultados obtidos pela empresa estão representados na tabela 2.

Tabela 2- Ganhos obtidos

ITEM	ANTES	APÓS	GANHOS
Lead time (dias)	86	13	Redução de 84%
Estoque intermediário (peças)	1162	192	Redução de 83,48%
M.O.D	8	5	Redução de 37,5%
Área ocupada (m <sup>2</sup> )	286,02	189,01	Redução de 33,91%
Movimentação (m)	170,19	28,07	Redução de 83,48%
Produtividade (peças/homem/dia)	88	141	Aumento de 60,3%

Fonte: Rodrigues e Oliveira (2011).

### Trabalhos apresentados em 2012.



No ano de 2012 dois trabalhos também foram apresentados no curso de engenharia de produção da FEPI, abordando o tema *Lean Manufacturing*.

O primeiro estudo foi realizado em uma empresa de aeronaves e o segundo caso apresentado foi da aplicação da ferramenta em uma empresa de material bélico (armamento).

#### **Aplicação do *Lean Manufacturing* na empresa “X”**

De acordo com Teodoro (2012), a aplicação do *Lean Manufacturing* na referida empresa foi necessária, levando em consideração a crescente demanda de aeronaves de asas rotativas, nos últimos anos e após a assinatura de um convênio entre a empresa e o governo federal, onde o mesmo firmou um pedido de 50 aeronaves de grande porte para integrar o quadro das forças armadas brasileira.

Dentre os objetivos da empresa que era de reduzir o *lead time* em 20%, os custos de montagem em 20%, e aumentar a produtividade também em 20%, foi proporcionar com que a montagem de um complexo subconjunto fosse integrada à linha de produção fazendo com que o fluxo de produção passasse a ser contínuo.

Após a escolha dos integrantes e montagem da equipe multifuncional para implementação de algumas ferramentas do *Lean Manufacturing* na empresa, cujos resultados estão na tabela 3

Tabela 3 – Ganhos obtidos

ITEM	ANTES	APÓS	GANHOS
Tempo de Montagem (horas)	16	11	Redução de 31%
Custo de Montagem (R\$ / Subconjunto)	640	396	Redução de 38%
Lead Time (dias / Subconjunto)	10	8	Redução de 20%

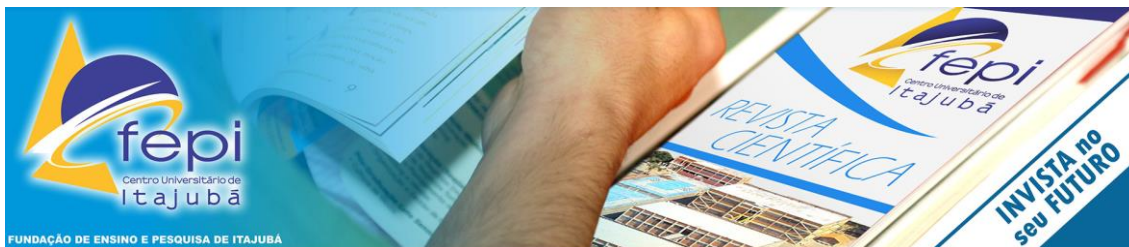
Fonte: Adaptado de Teodoro 2012.

#### **Aplicação do *Lean Manufacturing* na empresa “Y”**

Amaro (2012) cita que o *Lean Manufacturing* foi implementado em uma indústria de armamento, especificamente no setor onde se produz o carregador.

A Linha de fabricação dos carregadores foi classificada como os cinco itens do armamento que mais gera custo para a empresa, e também como sendo a linha que apresentava mais dificuldades em atender as premissas básicas.

Esta linha se encontrava com uma série de reclamações e não conformidades, uma vez que sua produção dependia de várias etapas desde a usinagem até o teste final.



Como medida para uma melhoria do processo e do produto, a direção da empresa planejou a implementação do *Lean Manufacturing* com o objetivo de eliminar os desperdícios obtendo melhorias em todo seu processo.

O resultado dessa mudança foi um melhor atendimento ao cliente com relação aos prazos dos pedidos e qualidade dos produtos.

A tabela 4 ilustra os principais resultados alcançados pela empresa.

Tabela 4 – Ganhos obtidos

ITEM	ANTES	APÓS	GANHOS
Tempo de <i>setup</i> (min.)	40	5	Redução de 87,5%
M.O.D.	8	3	Redução de 62,5%
Produtividade (pçs/mês)	11.349	13.765	Aumento de 17,5%
Refugo (pçs/mês)	1395	654	Redução de 53,1%

Fonte: Adaptado de Amaro 2012.

### Conclusão

Pode-se concluir que o *Lean Manufacturing* é uma ferramenta revolucionária que vem sendo utilizada por várias empresas de diversos segmentos, e que quando bem aplicada traz ganhos significativos para a organização.

A empresa que adota o *Lean Manufacturing* com certeza está um passo a frente de seus concorrentes, pois o foco central desta ferramenta é a eliminação e

redução dos desperdícios e eliminando estes desperdícios a empresa já começa a lucrar, pois está reduzindo seus custos.

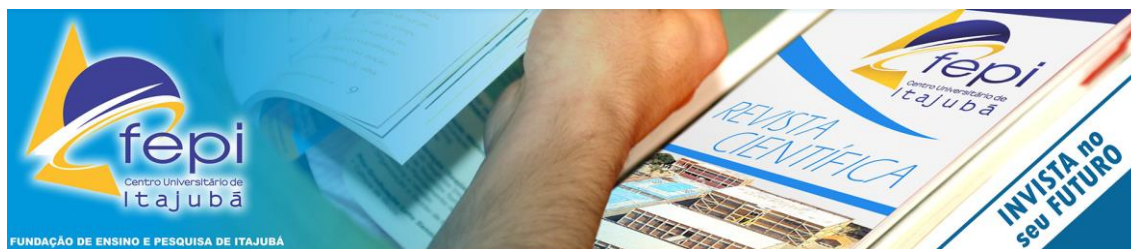
Nos TCC's analisados neste artigo, pode-se observar que nas quatro empresas onde o *Lean Manufacturing* foi implementado, apesar de serem de segmentos distintos houve ganhos significativos como aumento de produtividade e redução de tempo, seja ele de montagem ou *setup*, comprovando desta maneira que desde que surgiu na *Toyota* após a segunda guerra mundial, o *Lean Manufacturing* é uma das ferramentas utilizadas pelas empresas que buscam eliminar seus desperdícios e aumentarem seus lucros para poderem continuar neste mercado tão competitivo de hoje.

Como sugestão para trabalhos futuros sobre o *Lean Manufacturing*, poderia ser analisado artigos de congressos e periódicos para que fosse ampliado o campo de estudo e aplicação desta ferramenta em empresas de outras áreas.

### Referencias

AMARO, A. A. *Implantação do Kaizen na linha de produção de um modelo de carregador de armamento*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de





Produção), FEPI – Centro Universitário de Itajubá. Itajubá, 2012.

ARGOUD, A. R. T. T; CARDOZA, E; FORTULAN, M. R; GONÇALVES FILHO, E. V. Aplicação de conceitos de produção enxuta em um ambiente de alta diversidade de produtos e demanda variável: um estudo de caso. In *XXIV ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Florianópolis, 2004.

BARRETO, G. J. M; FARIAS FILHO, J. R.; CARNEIRO, C. A. G. V.; FARIAS, A. P. P. Revisão bibliográfica sobre manufatura ágil e comparação e diferenciação entre três eras produtivas. *Revista Produção On Line*. V. 5, n. 1, 2005.

FERREIRA, F. P. *Análise da implantação de um sistema de manufatura enxuta em uma empresa de autopeças*. Dissertação de Mestrado (Gestão e Desenvolvimento Regional), Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just In Time, *Produção*. V. 5, n. 2, 1995.

ISAÍAS, J. C; NUNES, O. F. *Proposição de melhoria do Lean Manufacturing em uma célula de inspeção final de uma empresa de componentes de motores*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção), FEPI – Centro Universitário de Itajubá. Itajubá, 2011.

COSTA JUNIOR, E. L. *Gestão em processos produtivos*. Curitiba: Editora Ibpex, 2008.

OHNO, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.

PARANHOS FILHO, Moacyr. *Gestão da produção industrial*. Curitiba: Editora Ibpex, 2007.

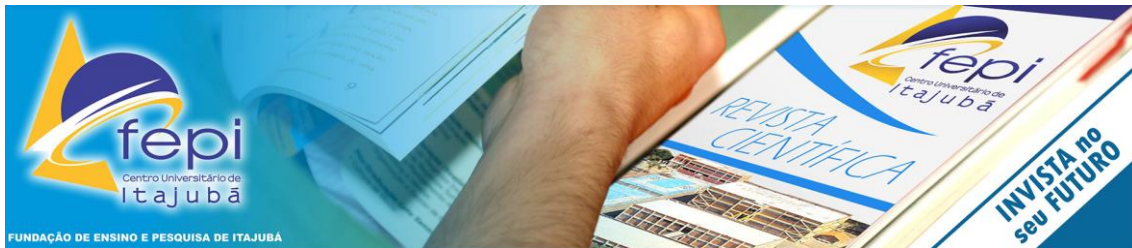
RIANI, A. M. *Estudo de Caso: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção), UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2006.

RICO, J. H. *Estudo de utilização de conceitos de produção enxuta em processos administrativos: estudo de caso e proposta de um roteiro de aplicação*. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Produção), USP – Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007

RODRIGUES, I. T. O; OLIVEIRA, N. C, *Proposta de aplicação de técnicas de produção enxuta para melhoria de layout em uma empresa de usinagem do sul de minas*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção), FEPI – Centro Universitário de Itajubá. Itajubá, 2011.

SHINGO, Shigeo. *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção*. Porto Alegre 1996.

TEODORO, C. L, *Aplicação de ferramentas do Lean Manufacturing na linha de montagem de aeronaves leves-fase 2*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção), FEPI – Centro Universitário de Itajubá. Itajubá, 2012.



WOMACK, J. P; JONES, D. T; ROSS, D. A  
*máquina que mudou o mundo*. Rio de  
Janeiro: Editora Campus, 2004.