

FACULDADE FGP
Administração de Empresas

**IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ENTREGA JUST IN TIME EM
UMA METALURGICA FORNECEDORA DE AUTOPEÇAS**

Evelise Erba
Julianderson de Oliveira Leme
Vitor Hugo de Oliveira Arrabal

Pederneiras
2013
FACULDADE FGP

Administração de Empresas

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ENTREGA JUST IN TIME EM UMA METALURGICA FORNECEDORA DE AUTOPEÇAS

Evelise Erba

Julianderson de Oliveira Leme

Vitor Hugo de Oliveira Arrabal

Trabalho de conclusão de Curso apresentada à banca examinadora do Curso de Administração da FGP, como requisito obrigatório para obtenção do grau de Bacharel em Administração de Empresas.

Orientadores:

João Góes Maciel Sobrinho

André S. de Almeida Jr.

Pederneiras

2013

FACULDADE FGP

Administração de Empresas
Evelise Erba
Julianderson de Oliveira Leme
Vitor Hugo de Oliveira Arrabal

IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE ENTREGA JUST IN TIME EM UMA METALURGICA FORNECEDORA DE AUTOPEÇAS

Trabalho de conclusão de Curso apresentada à banca examinadora do Curso de Administração da FGP, como requisito obrigatório para obtenção do grau de Bacharel em Administração de Empresas.

Banca Examinadora

Pederneiras
2013

“Dedico este trabalho a Deus por tudo que me proporciona na vida, me encorajando para sempre seguir em frente”.

Aos meus pais que tanto amo, que me proporcionaram uma vida digna e investiram no meu futuro.

Ao meu namorado, Thiago pelo carinho, companheirismo e compreensão.

Às pessoas que lutam diariamente ao meu lado, transmitindo fé, amor, alegria e determinação.”

Evelise.

*Dedico a Deus por tudo que me proporcionou na vida;
À minha mãe Marlene e meu pai João (in memoriam)
pelo exemplo de vida e família.
Ao meu irmão, Junior, por tudo que me ajudou até hoje.
À minha namorada, Monique, pelo carinho, compreensão
e companheirismo.*

Julianderson

“Agradeço a Deus por me dar a oportunidade de concluir mais esta etapa em minha vida e dedico este trabalho a meus pais Cassia e Nelson, a minha irmã Marina e minha namorada Camila, que tiveram compreensão, paciência e dedicação que mantiveram durante este período.”

Vitor Hugo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus em primeiro lugar, por mais uma etapa concluída em nossas vidas.

Agradecemos aos nossos Professores Orientadores João Góes Maciel Sobrinho e André Almeida, pela orientação no desenvolvimento do nosso Trabalho de Conclusão de Curso, a todos os nossos familiares pela compreensão e apoio durante nessa importante etapa de nossas vidas. A toda equipe da FGP e os nossos amigos, com quais convivemos durante estes anos.

Obrigado!

“Fazer mais com menos”
Sistema Toyota de Produção

RESUMO

Diante da constante alteração nos cenários de produção de veículos e o crescimento das concorrências globais, as empresas automobilísticas, desenvolveram e aprimoraram seus sistemas de produção, que evoluíram da produção artesanal para sistemas de produção em massa, e, mais recentemente, o STP (Sistema Toyota de Produção), desenvolvido pela Toyota Motor Company na segunda metade do século passado. Este sistema tornou-se um modelo de produção a ser seguido pelas montadoras concorrentes em todo o mundo, onde suas ferramentas foram copiadas e adaptadas para os mais diversos tipos de aplicação. Dentre as ferramentas desenvolvidas pelo STP, o JIT (Just In Time), destaca-se por ser um dos pilares da filosofia enxuta de produção, aplicando sua metodologia em toda a empresa visando fazer mais com menos: menos recursos, pessoas, máquinas e desperdícios. A partir das considerações iniciais, este estudo analisa a implantação do projeto JIT PURO em um fornecedor de autopeças para montadoras de máquinas agrícolas e da construção.

Palavras-chave: produção em massa; Sistema Toyota de Produção; Just in time.

ABSTRACT

Face of the constantly change scenarios in vehicle production and the development of global competitions, the automobile companies have developed and improved their production systems, which evolved from handmade production to mass production systems and more recently the TPS (Toyota Production System) developed by Toyota Motor Company in the second half of the last century . This system become a production model to be followed by automobile worldwide competitors, where their tools were copied and adapted for different types of application. Among the tools developed by STP the JIT (Just In Time), stands out as one of the pillars of the philosophy of lean production, applying its methodology throughout the company seeking to do more with less, less resources, people, machines and waste. From initial considerations, this study examines the implementation of the project JIT PURO in a supplier of auto parts for manufacturers of agricultural machine and construction machine.

Keywords: mass production; Toyota System Production; Just in time

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

STP – Sistema Toyota de Produção

JIT – Just in time

TPM – Manutenção Preventiva Total

LEP – Lote Econômico de Pedido

PCP – Planejamento e Controle da Produção

EDI - Eletronic Data Interchange

MRP – Material Requirements Planning

B2B – Business to business

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

S/A – Sociedade Anônima

OF – Ordens de Fabricação

DANFE – Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fabricação do Ford T, Produção em Linha móvel.	18
Figura 2: Linha de montagem da Toyota City em Honshu, Japão.....	21
Figura 3: Taiichi Ohno, Ex-Vice Presidente da Toyota.....	22
Figura 4: Casa do STP	24
Figura 5: Redução dos estoques para expor os problemas do processo.....	35
Figura 6: Expressão que determina o Lote Econômico de Pedido.....	38
Figura 7: Célula de manufatura com seis máquinas operadas por dois operadores.	40
Figura 8: A Composição do Lead Time	42
Figura 9: Demonstrativo do Lead-Time de entrega anterior.....	56
Figura 10: Paleta de madeira para o transporte	57
Figura 11: Célula de Montagem e Solda	59
Figura 12: Placa de identificação	59
Figura 13: Rack para transporte.....	60
Figura 14: Etiqueta de identificação JIT anexada a DANFE	61
Figura 15: Demonstrativo do Lead-Time de entrega atual.	62
Figura 16: Máquinas de Corte a Laser	65
Figura 17: Máquinas de Dobra CNC	65
Figura 18: Processo de Solda em dispositivo giratório.....	66
Figura 19: Setor de Solda.....	66
Figura 20: Estoque vertical.....	67
Figura 21: Cabine de Pintura a Pó	67
Figura 22: Cabine de Pintura Líquida	68
Figura 23: Setor de montagem e expedição	69
Figura 24: Vista aérea da Pedertractor	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Vantagens para Clientes e Fornecedores JIT	50
Quadro 2: Desvantagens para Clientes e Fornecedores JIT	50

SUMARIO

1	HISTÓRIA DA PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA	16
1.1	Produção Artesanal.....	16
1.2	Produção em Massa	17
1.3	Sistema Toyota de Produção	20
1.3.1	História da Toyota	20
1.3.2	O Sistema STP (Sistema Toyota de Produção)	22
1.3.3	As ferramentas do STP (Sistema Toyota de Produção)	25
2	JUST IN TIME	32
2.1	O que é o JIT (Just in time)	32
2.2	Requisitos do JIT (Just in time)	33
2.3	Objetivos	34
2.4	Filosofia.....	36
2.5	Técnicas.....	38
2.6	Elemento Humano	42
2.7	PCP (Planejamento e Controle da Produção).....	43
2.8	Fornecedores	45
2.9	Logística de entrega.....	47
2.10	Vantagens e Limitações	48
2.11	Implementação.....	51
3	CASE: IMPLANTAÇÃO DO PROJETO “JIT PURO” NA PEDERTRACTOR.....	53
3.1	Histórico da empresa	54
3.2	Processo Produtivo	54
3.3	Situação anterior	55
3.4	Objetivos do projeto	57
3.5	Planejamento	58
3.6	Situação atual	58
3.4	Resultado obtido	62

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo principal, apresentar os aspectos da implantação de sistema Just in Time, no processo produtivo e nas entregas de uma metalúrgica baseada na fabricação por encomenda.

O primeiro capítulo trata do embasamento teórico desse trabalho, e, abordará a produção automobilística, na qual serão apresentados a história, as ferramentas e as técnicas desenvolvidas ao longo do tempo para controle e gerenciamento da produção automobilística.

O segundo capítulo, se aprofundará na ferramenta Just in Time, descrevendo seus requisitos, objetivos, filosofia e técnicas de gerenciamento e controle da produção e suas principais vantagens e desvantagens para fornecedores e clientes.

O terceiro capítulo, abordará sobre o histórico da empresa, o processo produtivo, a situação anterior, a implementação do projeto JIT PURO e os resultados obtidos como nivelamento da produção e redução nos estoques.

1 HISTÓRIA DA PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA

1.1 Produção Artesanal

Segundo Womack (1992), no final do século XIX, o método de produção industrial dominante era a produção artesanal. Devido à falta de tecnologia, ferramentas e padrões de produção, a força de trabalho compunha-se na maior parte, de artesãos habilidosos montando cuidadosamente, a mão, um pequeno número de veículos, sendo estes, uma equipe altamente qualificada e especializada em praticamente todos os processos produtivos.

Segundo Pascal (2008), a produção artesanal apresentava as seguintes características:

- Uma força de trabalho composta de negociantes semi-independentes com habilidade em desenho, máquinas e montagem;
- Organizações descentralizadas. Pequenas oficinas de máquinas forneciam a maioria das peças. O dono/empresário coordenava o processo e contratava diretamente com fornecedores, trabalhadores e clientes;
- Máquinas de uso geral: estas eram usadas para cortar, perfurar e polir as partes;
- Volume de produção baixa e altos preços.

Por serem incapazes de adotar sistemas de produção em massa padronizados, sequer o tentavam. Concentravam-se em desenvolver cada veículo de acordo com os desejos de cada consumidor, de forma, a elaborar produtos totalmente personalizados.

Toda essa exclusividade tinha a sua desvantagem: os custos de produção eram elevados e não diminuía com o volume, sendo estes produtos voltados para pequenos nichos na extremidade superior da sociedade, além disso, cada veículo produzido, era na verdade, um protótipo, o que tornava a confiabilidade irreal. Também foi prejudicial para este modelo de produção a incapacidade das pequenas fábricas, em desenvolver novas tecnologias e métodos de produção, devido à falta de recursos e pesquisas sistemáticas de forma global. Neste período, devido a crescente necessidade humana de veículos para locomoção e trabalho no campo, este método de produção tornou-se incapaz de atender a demanda, propiciando o

surgimento de um novo modelo de produção, denominado produção em massa.(WOMACK et al, 1992).

1.2 Produção em Massa

De acordo com Pascal (2008), as bases da produção em massa foram criadas primeiramente por Fred Winslow Taylor, um gerente de fundição. Foi ele o primeiro a aplicar princípios científicos na produção industrial artesanal, eliminando os processos empíricos, que dependiam da experiência do operário. Seus princípios baseavam-se em estudos de tempo e movimento, determinando assim a melhor forma de se fazer o trabalho, deixando as tarefas básicas e repetitivas para mão de obra sem qualificação, que ele julgava não terem a instrução necessária para planejar o trabalho.

Para Pascal (2008), as novidades deste modelo podem ser resumidas em:

- Trabalho padronizado – identificação da forma melhor e mais fácil de fazer o trabalho;
- Tempo de ciclo reduzido – o tempo que determinado processo leva;
- Estudo de tempo e movimento – uma ferramenta para o desenvolvimento de trabalho padronizado;
- Medição e análise para melhorar o processo continuamente.

Segundo Womack (1992), o princípio da produção em massa não estava na linha de montagem em movimento contínuo, como muitos acreditavam, na verdade, consistia na completa intercambiabilidade das peças e na facilidade de ajustá-las entre si. No início do século passado, um jovem empresário chamado Henry Ford, tentava desenvolver um veículo que qualquer um pudesse ser capaz de dirigir ou consertá-lo, além de ser fácil e barato de fabricá-lo, de acordo com o princípio da produção em massa, alto volume de produção associado ao baixo custo.

Para Pascal (2008), Ford conseguiu a intercambiabilidade padronizando o uso de peças em todas as suas operações, auxiliado por inovações tecnológicas, que facilitaram os processos de produção. Tais padronizações reduziram o número de peças móveis em todos os sistemas cruciais e simplificaram o processo de montagem. Essas inovações resultaram em economias nos custos e no *lead time*. A necessidade de ajustes de peças, processo, que encarecia a produção artesanal,

fora substancialmente reduzida. Além do que, a meta de fácil reparo por parte do usuário, foi facilmente alcançada.

De acordo com Womack (1992), a intercambiabilidade e o baixo custo, se tornaram possíveis com o surgimento de máquinas dedicadas, que desempenhavam suas tarefas em grandes volumes com baixo custo de preparação. Por ter reduzido os *setup* era possível obter volumes de produção mais elevados com o mesmo número de máquinas. A única desvantagem era a inflexibilidade das máquinas, pois normalmente eram dedicadas a produção de um único item em específico.

Segundo Pascal (2008), o sistema de produção em massa apresentava, alguns problemas devido a montagem ser uma série sequencial interdependente, onde cada operário finalizava seu processo e passava o veículo para o próximo processo, por isso, ocorria certa instabilidade, que gerava um engarrafamento entre os processos, devido à diferença de velocidade de trabalho entre os operadores. Para solucionar este problema, Ford, introduziu a linha de montagem móvel conforme a figura 1, em que o carro era movimentado em direção ao trabalhador estacionado. Tal inovação, diminuiu o tempo de montagem, permitiu a redução de custos e aumentou a produtividade, que associado a completa familiaridade do trabalhador com apenas uma operação, também facilitou a redução nos tempos de montagem.



Figura 1: Fabricação do Ford T, Produção em Linha móvel.

Fonte: <<http://carros.uol.com.br/ultnot/2009/01/25/ult634u3359.jhtm>> Acessado em: 15 de Jun de 2013.

Segundo Womack (1992), por volta de 1915, a força de trabalho em Highland Park, uma das principais fábricas de Ford, era composta por mais de sete mil funcionários, que entre eles falavam mais de cinquenta idiomas. Ford partia do princípio que os trabalhadores deveriam exercer tarefas simples e serem tão intercambiáveis quanto às peças dos carros, tornando a mão de obra pouco ou totalmente não especializada, sendo necessária na maioria dos casos apenas cinco minutos de treinamento para um trabalhador executar a operação, onde a linha de montagem móvel, agia como disciplinador, acelerando os lentos e acalmando os apressados. Além disso, ele achava, normal, os trabalhadores não darem voluntariamente informações sobre as condições dos processos, ferramentas, produtos ou mesmo aperfeiçoamentos, tais funções eram designadas a supervisores e engenheiros, que repassavam suas descobertas e sugestões para a gerência superior, a fim de que fossem tomadas medidas cabíveis. A missão fundamental destes engenheiros era projetar tarefas, peças e ferramentas, que seriam utilizadas pelos trabalhadores desqualificados. Ford dividia e subdividia cada tarefa da engenharia, de modo a tornar os engenheiros especialistas em uma única parte do processo de produção.

De acordo com Womack (1992), Ford acreditava que a última peça a ser aplicada na produção em massa era a verticalização total, produzindo de tudo desde o minério de ferro até o veículo acabado. Tal concepção, tornava o sistema extremamente burocrático e lento, no qual era necessário que todas as decisões fossem centralizadas em uma única pessoa no topo: ele mesmo. Quando necessários fornecedores externos, estes, pouco podiam colaborar com o desenvolvimento dos produtos fornecidos, pois sequer recebiam qualquer informação sobre o veículo. Além disso, eram organizados em cadeias verticais para estimular a concorrência que bloqueava a comunicação e a transferência de tecnologia entre eles. Cabia ainda os fornecedores manterem grandes volumes de estoque, para evitar atrasos de entrega, que resultavam em altos custos de estoque de milhares de peças, que, mais tarde, apresentavam defeitos na linha de montagem.

Devido ao grande volume de produção, defeitos ou não-conformidades na linha de montagem não eram rapidamente solucionados, pois eram repassados para o processo seguinte ou encaminhados para departamentos de retrabalho, para que a linha de montagem nunca fosse interrompida. Estas características resultaram

num dos principais custos do sistema de produção em massa, que posteriormente seriam superados em um novo sistema de produção desenvolvido pela Toyota.

1.3 Sistema Toyota de Produção

Para Womack (1992), nenhuma nova idéia surge do vácuo. Pelo contrário, novas idéias emergem de um conjunto de condições, em que as velhas idéias parecem não mais funcionarem. Esse também foi o caso com o STP (Sistema Toyota de Produção) ou *LeanManufaction*, que surgiu no Japão, numa época em que as idéias convencionais, para o desenvolvimento industrial do país, pareciam não mais funcionar.

1.3.1 História da Toyota

Segundo Liker (2005), o surgimento do STP está ligado diretamente às raízes da família Toyoda, que eram conhecidos pela fabricação de teares. Sakichi Toyoda, funileiro e inventor, viveu em uma época em que a tecelagem era uma indústria importante no Japão, entretanto, o método para se desenvolver a tecelagem na época era manual, o que causava um grande desgaste aos artesões. Cansado de ver seus familiares se desgastarem neste processo, ele desenvolveu um tear de madeira movido a energia elétrica, que posteriormente evoluiu para a sua grande invenção o Tear a prova de erro, uma invenção que deu origem a um dos pilares do STP, a automação, que nada mais é, que a automatização do processo com a participação humana, na qual o operário fica livre para realizar outras funções que agreguem valor ao produto final.

Sakichi enviou seu filho, Kiichiro para a Inglaterra com intuito de obter capital com a venda da patente de seu tear. Em 1930, Kiichiro, usou esse capital para iniciar a construção da Toyota Motor Corporation, Sakichi sabia que a tecnologia de tear estava se tornando ultrapassado, enquanto os automóveis eram a tecnologia do futuro. Inicialmente, a Toyota produziu caminhões simples de baixa qualidade, utilizando tecnologia primitiva, nos anos seguintes após o início de sua produção a Toyota foi obrigada pelo governo Japonês a produzir apenas caminhões militares, devido a Segunda Guerra Mundial.

Segundo Womack (1992), após a guerra, a Toyota ingressou na fabricação em larga escala de veículos comerciais, porém deparou-se com alguns problemas:

- O mercado interno era limitado, demandando a produção de uma vasta gama de tipos de veículos;
- A mão de obra japonesa já não aceitava mais ser tratada como custo variável ou peça intercambiável, além disso, já não existiam mais, imigrantes temporários dispostos a trabalhar em condições precárias;
- A economia do país estava devastada pela guerra, tornando quase impossível os grandes investimentos em novas tecnologias de produção e insumos;
- Enquanto a Toyota iniciava sua produção, já existiam no mercado grandes concorrentes que já dominavam o mercado.

Após quase duas décadas de produção, a Toyota conseguira produzir apenas 2.685 veículos. Em contra partida, a fábrica Rouge, de Henry Ford, chegara a produzir 7.000 por ano.

Na figura 2, linha de montagem da Toyota City em Honshu, Japão 1930.



Figura 2: Linha de montagem da Toyota City em Honshu, Japão.

Fonte: <<http://motorhistoria.blogspot.com.br/2011/01/a-historia-de-toyota.html>> Acessado em: 15 de Jun de 2013.

Segundo Liker (2005), em 1948 devido à inflação interna, a Toyota passou por uma crise financeira. Para evitar uma falência Kiichiro adotou políticas de corte de custos e após longas negociações chegaram ao acordo de eliminar um quarto da força de trabalho para sanar as dificuldades financeiras. Como consequência

Kiichiro renunciou a presidência da Toyota assumindo toda a responsabilidade pelo fracasso da empresa, o que ajudou a pacificar os ânimos entre os empregados remanescentes, que receberam a garantia de emprego vitalício, pagamentos de bônus sobre a rentabilidade da empresa e aumentos graduais de acordo com o tempo de serviço. Seria impensável, para Kiichiro, passar a presidência para outro familiar que não fosse Eiji Toyoda, que compartilhava do princípio de que um líder deve por a “mão na massa” antes de liderar.

1.3.2 O Sistema STP (Sistema Toyota de Produção)

De acordo com Liker (2005), após assumir a presidência da Toyota, Eiji e seu principal engenheiro Taiichi Ohno, realizaram visitas às fábricas de Ford para estudar o sistema de produção em massa. Entretanto chegaram à conclusão que este sistema não funcionaria no Japão, devido à falta de recursos e mão de obra abundante. Identificaram também, que o sistema de produção em massa não apresentaram grandes evoluções nos últimos anos, como altos níveis de estoque entre os processos e elevados custos de maquinário para produção de componentes em larga escala, que resultavam em superprodução em um fluxo não uniforme.

Na figura 3, Taiichi Ohno principal engenheiro e exVice Presidente da Toyota.



Figura 3: Taiichi Ohno, Ex-Vice Presidente da Toyota

Fonte: <http://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/text/entering_the_automotive_business/chapter1/section4/item4.html>
Acessado em: 15 de Jun de 2013.

Ao longo das décadas seguintes, Ohno e seus seguidores fizeram o que qualquer bom administrador faria naquela situação, desenvolveram e adaptaram o STP de acordo com as necessidades e os desafios encontrados durante o crescimento da produção da Toyota, implantando o sistema de produção puxada ao invés da produção empurrada, o que eliminou os estoques iniciais, intermediários e finais. Por não possuírem os mesmos recursos de máquinas que seus concorrentes norte americanos, desenvolveram técnicas de troca rápida de ferramentas, onde uma mesma máquina realizava a produção de vários tipos de itens em pequenos lotes, posteriormente identificaram que a produção em pequenos lotes, resultava em uma economia de custos, diminuição de estoque e a rápida detecção de não-conformidades, e, se seus fornecedores, também aplicassem estas técnicas, poderiam diminuir o seus custos e vender mais barato para a Toyota.

Segundo Womack (1992), a Toyota organizou os seus fornecedores em níveis funcionais, nos quais cada nível corresponderia a diferentes graus de responsabilidade, onde os fornecedores do primeiro nível participavam integralmente do desenvolvimento do projeto. A Toyota estimulou que seus fornecedores trocassem experiências entre si, como cada um era especializado em um tipo de componente, não havia competição entre eles. Cada fornecedor do primeiro nível formava um segundo nível com os seus fornecedores, sendo estes especialistas na fabricação de peças individuais. Nunca foi interesse da Toyota realizar a integração vertical com seus fornecedores, tão pouco desejava manter uma relação apenas de mercado. Ela transformou seus fornecedores em parceiros, compartilhando do controle acionário um dos outros, transferindo pessoal e valendo-se da Toyota para financiamentos, compartilhando, assim, seus destinos com o da Toyota.

Para Pascal (2008), o STP representa fazer mais com menos:

- Menos tempo;
- Menos espaço;
- Menos esforço humano;
- Menos maquinários;
- Menos material.

E ao mesmo tempo dar ao cliente o que ele busca.

Durante décadas, a Toyota saiu-se bem em aplicar e melhorar o STP no dia-a-dia da fábrica sem documentar a teoria do STP. Trabalhadores e administradores estavam constantemente aprendendo novos métodos e

variações por meio da prática real no ambiente da fábrica. A comunicação era forte, tratando-se de uma empresa relativamente pequena, de forma que as “melhores práticas” desenvolvidas na Toyota eram difundidas para suas outras plantas, e, também, para seus fornecedores. Mas, à medida que as práticas amadureciam na Toyota, ficou claro que a tarefa de ensinar o STP para base de fornecedores não terminava nunca. Assim, Fujio Cho, discípulo de Taiichi Ohno, desenvolveu uma representação simples – uma casa. (LIKER, p.51, 2005).

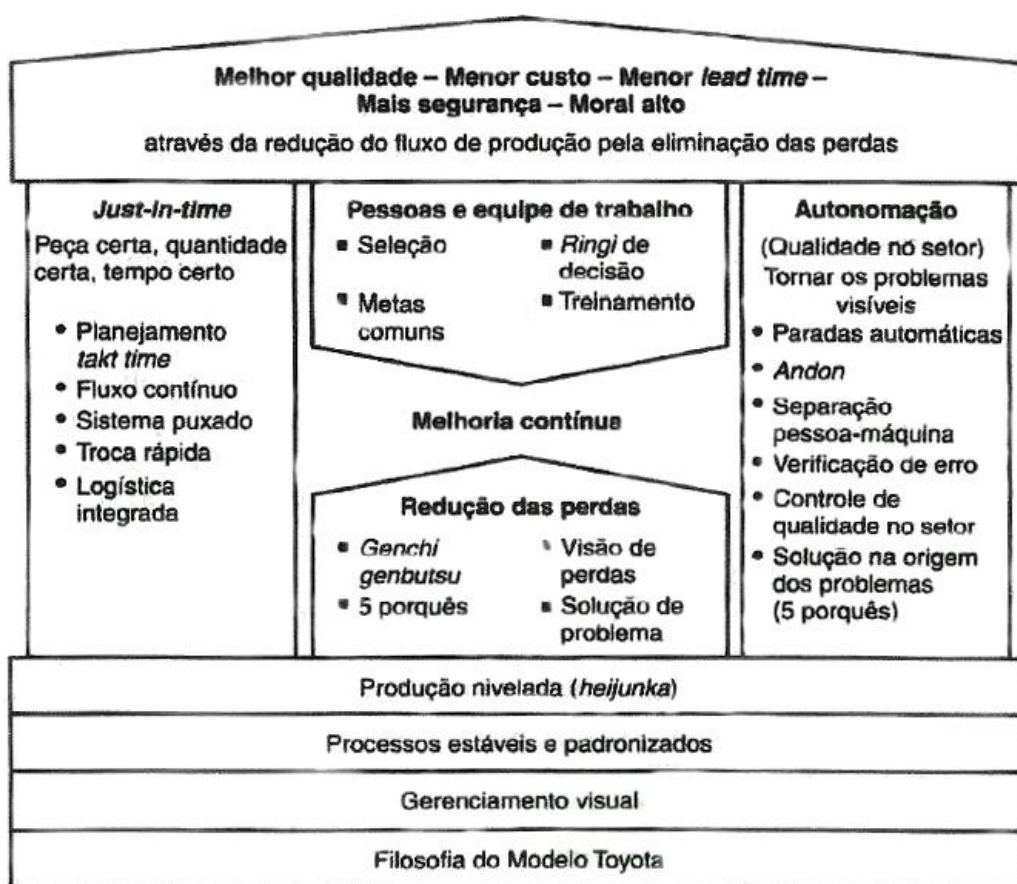


Figura 4: Casa do STP
 Fonte: O Modelo Toyota, Jeffrey Liker, p. 51, 2005.

Segundo Liker (2005), o formato de uma casa, conforme demonstrado na figura 4 foi utilizado por simbolizar um sistema sólido de estrutura, este símbolo se tornou um dos mais conhecidos na indústria moderna. Iniciando-se pelo telhado com as metas de melhor qualidade, menor custo e menor *lead time*. Existem também duas colunas externas, que representam o *Just in Time*, que significa remover o máximo possível dos estoques usados para proteger o fluxo contínuo entre os processos, e a Autonomação, que essencialmente significa nunca deixar que um defeito passe para a próxima estação e liberar as pessoas das máquinas. No centro

estão as pessoas e os processos de eliminação de percas, ambos focados na melhoria contínua. Na base, estão os processos estáveis e padronizados, gerenciamento visual e o nivelamento da produção, ou *heijunka*, necessário para manter a estabilidade do sistema e permitir o mínimo de estoque.

1.3.3 As ferramentas do STP (Sistema Toyota de Produção)

Segundo Pascal (2008), Taiichi Ohno e seus seguidores elaboraram e aprimoraram ferramentas fundamentais, que permitiram o desenvolvimento e aprimoramento dos principais pilares do STP, sendo elas:

a) 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)

Para Neto (2004), o 5S é uma ferramenta básica da qualidade, mas pode ser considerada como um processo de conscientização. O 5S é um processo simples, mas que produz resultados de longa duração, envolvendo mudanças de hábito e comportamento das pessoas desde que haja envolvimento total de todos os membros da organização, com o intuito de proporcionar melhores condições do e no trabalho, ou seja, proporcionar condições favoráveis para o aprimoramento da qualidade. O 5S é dividido em cinco sentidos:

- Senso da Utilização (Seiri);
- Senso da Ordenação (Seiton);
- Senso da Limpeza (Seiso);
- Senso da Saúde (Seiketsu);
- Senso da Autodisciplina (Shitsuke).

De acordo com Pascal (2008), os cinco sentidos possuem os seguintes significados:

- Seiri – Separar tudo o que não está sendo utilizado no local e promover o descarte;
- Seiton – Classificar os materiais e ferramentas identificando-os e organizando cada item no seu devido lugar;
- Seiso – Limpar e cuidar do ambiente de trabalho;
- Seiketsu – Padronizar, desenvolvendo sistemas e procedimentos para manter e monitorar os sentidos anteriores;

- Shitsuke – Manter um ambiente de trabalho estável, incentivando um processo constante de melhoria continua.

b) TPM (Manutenção Produtiva Total)

Segundo Pascal (2008), a TPM atribui aos operadores de máquinas as funções de manutenção básica, tais como, inspeção, limpeza, lubrificação e ajustes, isso libera os membros da equipe de manutenção para atividade de alto valor, como manutenção preventiva, melhorias, vistorias de equipamento e treinamento. A TPM incentiva a mudança da mentalidade “eu opero, você conserta” para uma que diz “somos responsáveis por nosso equipamento, nossa fábrica e nosso futuro”. A meta da TPM é zero em interrupções.

TPM significa a eliminação ou diminuição de seis grandes perdas:

- Avaria de equipamento;
- Atrasos na montagem (*setup*);
- Tempo ocioso e pequenas paradas;
- Velocidade reduzida;
- Defeitos de processamento (sucata);
- Rendimento reduzido.

c) Fluxo contínuo

De acordo com Liker (2005), a criação do fluxo, seja de materiais ou de informações, expõe a situações de deficiência que exigem soluções imediatas. Todos os envolvidos devem resolver os problemas e as situações de ineficiências para que não haja interrupção no processo produtivo. O fluxo contínuo consiste em produzir pequenos lotes, reduzir estoque de material em processo, liberando assim mais espaço na fábrica e permitindo maior produtividade.

O fluxo contínuo permite evitar oito grandes percas no processo produtivo, sendo elas:

- Superprodução;
- Espera;
- Transporte desnecessário;
- Superprocessamento;

- Excesso de estoque;
- Movimento desnecessário;
- Defeitos;
- Não utilização da criatividade dos funcionários.

d) Jidoka

Segundo Liker (2005), trata-se de um método para detectar defeitos quando eles ocorrem e automaticamente parar a produção, para que seja solucionado o problema. Este método requer equipamentos dotados de inteligência, que se desligam ao apresentar alguma anomalia durante o processo, tornando assim, a produção mais eficaz, diminuindo custos com a inspeção dos produtos e também os consertos posteriores dos problemas de qualidade.

Para Pascal (2008), jidoka significa fortalecer constantemente:

- A capacidade do processo;
- A rápida identificação de defeitos;
- A utilização do *feedback* para a tomada de contramedidas.

Segundo o mesmo autor, Sakichi Toyoda introduziu a idéia de que não havia problema em parar a produção para que o defeito fosse eliminado. Os membros da equipe eram encorajados a parar a linha de produção quando um problema era identificado.

e) Andon

Segundo Kosaka (2006), Andon significa um painel indicador da atual situação da produção. Este painel deve ser instalado na parte superior de cada estação de trabalho, para que seja visível por todos. Os indicadores do painel são acionados pelo operador ou pela própria máquina, quando anomalias ou não-conformidades são encontradas antes, durante ou após a produção de um item. O painel é normalmente dividido em três cores: a luz verde indica que a estação de trabalho está em produção, a luz amarela é um aviso que a produção irá ser interrompida caso o problema não seja solucionado, e, não sendo solucionado o problema, a luz vermelha se acende indicando a parada total da produção daquela estação.

Esta ferramenta permite ao operador parar toda a produção, para que uma anomalia ou não-conformidade seja encontrada e solucionada, e, também, permite ao líder de área, a rápida visualização do fluxo de produção. Em pequenas empresas este painel luminoso pode ser substituído por sistemas não eletrônicos, que indique a situação da produção através de bandeiras coloridas.

f) Poka-yoke

De acordo com Pascal (2008), Poka-yoke significa inserir dispositivos simples, de baixo custo, que realizem a verificação de anomalias para que não haja defeitos na produção, ou, uma vez que tenha ocorrido, parem a produção para prevenir que os defeitos sejam passados para os processos posteriores. Esses defeitos podem ser:

- Pular etapas do processo;
- Erros de processo, fora da especificação;
- Montagem errada de peças;
- Falta de componentes;
- Peças erradas;
- Operação falha da máquina.

Um bom Poka-yoke deve atender às seguintes exigências: ser simples, de longa duração e baixa manutenção; altamente confiável; baixo custo de desenvolvimento; projetado para as condições do local de trabalho; inspecionar 100% (cem por cento) dos itens e fornecer *feedback* imediato. O Poka-yoke pode ser um dispositivo de contato, onde a verificação ocorre por meio físico ou um dispositivo eletrônico, que podem ser fotoelétrico, presença de objetos, cores, luz ultravioleta, luz infravermelha, contagem, peso, dimensões, temperatura etc.

g) Trabalho padronizado

Segundo Pascal (2008), o trabalho padronizado é a maneira mais segura, fácil e eficaz de fazer o trabalho. O objetivo do trabalho padronizado é fornecer uma base para que as melhorias (kaizen) possam ocorrer. Não existe uma única maneira de se realizar um trabalho, mesmo os melhores processos estão repletos de

desperdícios, portanto, o trabalho padronizado deve ser modificado constantemente, inserindo melhorias.

Para Ford, o trabalho padronizado sempre deve ser melhorado, conforme citação abaixo:

A padronização atual é a base necessária sobre a qual a melhoria de amanhã será fundamentada. Se você pensar em “padronização”, como o que há de melhor hoje, mas que deverá ser melhorado amanhã, você conseguirá chegar a algum lugar. Mas se você pensa em padrões como um limite, o progresso é interrompido. (apud. LIKER, p. 147, 2005).

De acordo com Pascal (2008), o trabalho padronizado é constituído por três elementos: Tempo takt (tempo de produção unitário), sequência de trabalho (sequencia de atividades dentro de um processo de produção) e estoque em processo (determinar a quantidade mínima de estoque entre os processos). O trabalho padronizado pode propiciar alguns benefícios, como:

- Estabilidade de processos;
- Pontos de início e parada claros para cada processo (status da produção);
- Aprendizagem organizacional (o know-how não está com apenas um operador);
- A solução de auditorias e de problemas;
- Envolvimento dos funcionários (identificação de oportunidades de melhoria);
- Kaizen (melhoria contínua);
- Treinamento (fácil aprendizagem do processo).

h) Kaizen

Segundo Liker (2005), o Kaizen ou melhoria contínua, só poderá ocorrer após o processo estar estabilizado e padronizado, permitindo visualizar as perdas e as ineficiências do processo, assim tem-se a oportunidade de aprender continuamente a partir das melhorias. Esta ferramenta exige ter estabilidade no quadro de funcionários, sistema lento de promoção, visando proteger a base do conhecimento da organização. O Kaizen, mais do que uma ferramenta, é uma filosofia baseada em atitudes de auto-reflexão e até mesmo de autocrítica, com um constante desejo de melhora.

Uma importante ferramenta do Kaizen é análise dos cinco “porquês”, que permite a identificação do problema em sua raiz, e não sua fonte, a raiz do problema encontra-se oculta atrás da fonte. Nesta ferramenta é questionado o porquê da causa do problema cinco vezes, até se identificar a raiz.

i) Heijunka (Nivelamento de produção)

De acordo com Pascal (2008), o Heijunka ou Nivelamento de produção, significa distribuir as quantidades e os tipos de produto de forma equilibrada através do tempo disponível de produção. O nivelamento permite a produção em pequenos lotes, que resulta no baixo consumo de matéria prima, redução nos estoques intermediários e fácil detecção de não conformidades.

Com o nivelamento da produção, obtém-se:

- Menor *lead time*;
- Menos estoques finais e intermediários;
- Menos desequilíbrio e sobrecarga sofrido pelos operadores.

A demanda dos clientes pode subir e descer drasticamente de acordo com o produto e períodos do ano, desta maneira, torna-se impossível o cálculo de necessidades de pessoal, equipamentos e material sobre a demanda real. O nivelamento auxilia no cálculo destas necessidades para que combinações de produtos sejam produzidas todos os dias atendendo às demandas variáveis.

Para Fujio Cho, o nivelamento de produção consiste em:

Em geral quando você tenta aplicar o STP, a primeira coisa que tem que fazer é equilibrar ou nivelar a produção. E isso é responsabilidade do pessoal do controle de produção ou da administração de produção. O nivelamento do plano de produção pode exigir algumas antecipações ou adiamentos de embarques, e você poderá ter que pedir aos clientes que espere um pouco. Quando o nível de produção torna-se mais ou menos o mesmo ou constante durante um mês, você consegue aplicar sistemas puxados e equilibrar a linha de montagem. Mas se os níveis de produção – a quantidade produzida – variam de um dia para o outro, não há sentido em tentar aplicar esses sistemas, pois você simplesmente não pode estabelecer um trabalho padronizado sob tais circunstâncias. (apud, LIKER, p. 122, 2005)

j) Mapeamento de Fluxo de Valor

De acordo com Pascal (2008), o mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta utilizada para compreender a situação atual dos processos e identificar oportunidade de melhorias nas etapas que não agregam valor ou simplesmente eliminá-las. O mapeamento de fluxo de valor é uma linguagem de símbolos, na qual cada tem o seu significado.

Segundo Liker (2005), em uma produção enxuta, a primeira etapa a se executar é mapear o fluxo de valor que acompanha o circuito do material ao longo do processo. Deve-se percorrer o verdadeiro trajeto para que se tenha um conhecimento total, permitindo elaborar um layout desse trajeto calculando o tempo e a distância percorrida, isso se denomina diagrama ou mapa.

k) Kanban

Para Pascal (2008), o Kanban é uma ferramenta visual, geralmente um cartão dentro de um envelope. Um Kanban é uma autorização para produzir uma determinada quantidade de um determinado produto, ou parar de produzi-lo. Um Kanban pode fornecer informações como:

- O produto a ser produzido;
- A quantidade a ser produzida;
- O fornecedor da peça ou do produto;
- O cliente;
- Onde o item deve ser armazenado;
- Como deve ser transportado;

Um Kanban pode funcionar de diversas maneiras, como espaços abertos em uma área de produção; uma linha em uma esteira; um espaço em uma plataforma de transporte; uma caixa de peças vazias; um sinal eletrônico; uma luz em um painel etc. Esses sinais têm a função de indicar quando um produto deve ser produzido e em que quantidade, para atender o processo cliente sem que sejam produzidos itens desnecessários.

l) Just in time

Segundo Slack (2002), o JIT (Just in Time) é um sistema de produção, que visa aprimorar a produtividade global dentro de uma empresa, eliminando

desperdícios, otimizando processos, reduzindo estoques e fornecendo apenas a quantidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. Ele é alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe.

De acordo com Lubben (1989), ter uma vantagem competitiva significa ser mais eficiente, ter um produto melhor, ou fornecer um serviço de melhor qualidade que os concorrentes. O JIT (*Just In Time*), busca a melhoria em cada um destes aspectos para desenvolver uma vantagem competitiva, que significa explorar ou tirar vantagem de algo que os concorrentes ainda não exploraram ou são incapazes de desenvolver. Normalmente, desenvolver e manter uma vantagem competitiva é uma tarefa árdua, se fosse fácil todos os conseguiriam.

O sistema JIT foi desenvolvido para trabalhar continuamente na melhoria do desempenho organizacional, reduzindo os desperdícios de tempo e recursos financeiros, de máquinas e mão de obra, integrando e otimizando todos os processos da manufatura, à medida que novos mercados, novos produtos e processos se desenvolvam.

2 JUST IN TIME

2.1 O que é o JIT (Just in time)

De acordo com Slack (2002), a origem do JIT ocorreu em meados da década de 70, resultante de uma necessidade de aprimoramento da eficiência de produção, que forçou a Toyota a desenvolver um conjunto de práticas de JIT, as quais buscavam um sistema de administração que pudesse controlar a produção de acordo com as demandas diversificadas entre modelos e cores, com o mínimo de recursos e atrasos de entrega.

Para Liker (2005), o JIT é um conjunto de princípios, ferramentas e técnicas que permite a produção de produtos em pequenas quantidades. Obtendo assim *lead times* curtos que não requerem grandes estoques, resultando no baixo custo e uma maior flexibilidade no processo produtivo para atender as necessidades específicas de cada cliente. O JIT nada mais é que entregar os itens corretos na hora certa e na quantidade exata.

Segundo Pascal (2008), o JIT significa produzir o item necessário, na hora necessária e na quantidade necessária. Qualquer outra coisa a mais do que isso, significa desperdício. Fabricantes que utilizam a produção em massa “empurram” a produção independente da demanda, já no sistema JIT, a produção é “puxada” onde um produto só é produzido se existir uma demanda para ele. A produção JIT segue algumas regras simples:

- Não produza um item sem que o cliente tenha feito o pedido;
- Nivele a demanda para que o trabalho possa proceder de forma tranquila em toda a fábrica;
- Conecte todos os processos à demanda do cliente através de ferramentas visuais simples;
- Maximize a flexibilidade de pessoas e máquinas.

De acordo com Slack (2002), o conceito de JIT pode ser definido da seguinte forma:

O Just In Time (JIT) é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia chave do JIT é a simplificação. (et al. SLACK, p.482, 2002).

2.2 Requisitos do JIT (Just in time)

Segundo Slack (2002), o JIT requer um alto desempenho da produção em relação à qualidade, que deve ser alta evitando assim a redução no fluxo de matérias e também reduzindo a confiabilidade de fornecimento, a velocidade é primordial para que se atenda a demanda dos clientes diretamente com a produção, sem utilizar os estoques; a confiabilidade é um requisito fundamental para atingir um fluxo rápido de fornecimento de componentes; a flexibilidade é importante para que se consiga produzir lotes menores, possibilitando um fluxo rápido e *lead times* curtos, como resultado desses fatores tem-se o custo reduzido.

Para Lubben (1989), o projeto do produto é a principal e provavelmente o mais importante requisito para produção JIT. Fabricabilidade significa que um produto pode ser produzido em um ambiente com alto grau de confiança na

qualidade final, o processo de projetar um produto requer que os setores de projetos e engenharia trabalhem juntos com o cliente, a produção e os fornecedores, desenvolvendo um produto que tire vantagem dos processos de produção.

O JIT requer um significativo compromisso inabalável de toda a organização, desde a alta gerência até o nível operacional. O JIT é um método dramático de melhorar a competitividade que irá requerer compromissos financeiros durante o seu desenvolvimento. A organização deve alocar recursos financeiros para que este sistema possa ser implantado. Outros requisitos necessários são:

- Responder às necessidades dos clientes internos e externos;
- Integrar e tornar eficiente todos os processos do sistema de produção;
- Desenvolver a participação dos trabalhadores nos compromissos da empresa;
- Incluir a educação como comprometimento de âmbito organizacional;
- Eliminar processos redundantes;
- Localizar e reduzir todas as fontes de estoques;
- Desenvolver processos de produção controlados;
- Ter um programa de prevenção de não conformidades de âmbito organizacional;
- Definir metas de redução de *lead time*;
- Produzir produtos de acordo com as especificações.

2.3 Objetivos

Segundo Lubben (1989), os três maiores erros de julgamento sobre os objetivos do JIT são:

- Achar que o JIT é um sistema de controle de estoques, apesar de ele controlar os estoques, essa não é a sua principal função, pois os níveis baixos de estoque são um dos princípios do JIT;
- Julgar que o JIT, usado para manter os estoques nos fornecedores, é forçá-los, a arcar com as despesas de estoque. Apesar de isso ocorrer eventualmente, repassar as despesas de estoque para o fornecedor não é a intenção. Um dos fundamentos do JIT é que seus fornecedores também trabalhem com o sistema JIT, eliminando os estoques;

- Pressupor que o sistema JIT é uma ferramenta de controle de qualidade. O JIT é uma filosofia operacional e a qualidade do produto é sempre consequência das técnicas utilizadas no processo produtivo.

Para Slack (2002), no sistema JIT os componentes produzidos são direcionados para o próximo estágio, exatamente no momento em que serão utilizados. Desta forma, os problemas em qualquer processo tem um efeito bem diferente que um sistema de produção em massa. A responsabilidade pela resolução do problema passa a ser de todos os funcionários, ampliando as chances de que o problema possa ser resolvido, pois ao eliminar o acúmulo de estoque entre os processos, a empresa amplia as chances de que a eficiência seja aprimorada. A exposição do sistema aos problemas torna-os mais evidentes e pode mudar a estrutura motivacional em relação a solução dos problemas, pois para o JIT os estoques são como um “manto negro”, que impossibilita que os problemas sejam visualizados.

Para Corrêa (2002), o JIT tem como objetivo fundamental a melhoria contínua do processo produtivo, que se dá, através da redução dos estoques, os quais tendem a camuflar problemas, como: problemas de qualidade; problemas de quebra de máquinas e problemas de *setup*. Conforme figura 5, os estoques são simbolizados pela água de um lago que encobre as pedras que representam os problemas do processo produtivo. O fluxo de produção é representado pelo barco que somente consegue seguir o processo às custas de altos investimentos em estoque. Reduzir os estoques representa baixar o nível da água, tornando visíveis os problemas de produção, que, quando eliminados, permitem um fluxo de produção sem estoques. Com a redução gradativa dos estoques novos, problemas críticos de produção, “antes escondidos”, podem ser visualizados e eliminados, através de esforços concentrados no foco do problema.

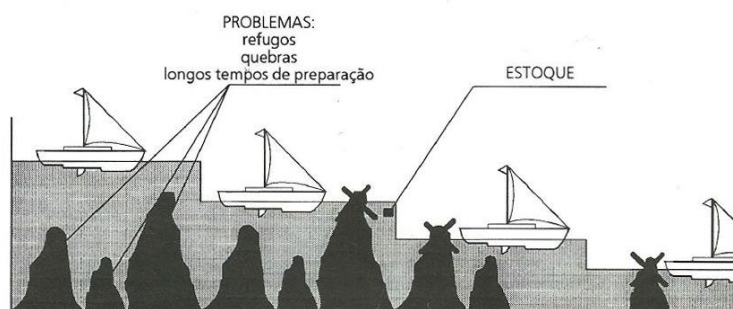


Figura 5: Redução dos estoques para expor os problemas do processo.
Fonte: Just in Time, MRP II e OPT, p. 58, Henrique Corrêa, 1993.

2.4 Filosofia

Segundo Lubben (1989), a filosofia do JIT é operar um sistema de manufatura simples e eficiente, que permite aperfeiçoar a utilização dos recursos de capital, equipamento e mão de obra. Existem cinco princípios que orientam uma empresa e seus empregados no desenvolvimento do JIT:

- Cada funcionário ou célula de trabalho é um cliente ou um fornecedor;
- Cliente e fornecedores externos são uma extensão da empresa;
- Procurar continuamente simplificar;
- Dar prioridade na prevenção de problemas do que resolve-los;
- Produzir algo somente quando necessário.

De acordo com Corrêa (1993), há três razões fundamentais que definem o “coração” da filosofia JIT, sendo elas: a eliminação do desperdício, o envolvimento dos funcionários e a melhoria contínua. Identificar os desperdícios é o primeiro passo para eliminá-los, analisando os processos que agregam ou não valor ao produto. Há sete tipos de desperdícios que devem ser verificados em vários tipos de operações, como:

- Superprodução: produzir antecipadamente a demanda, ou seja, produzir mais do que é necessário para determinado período, podendo ser ocasionada por alto tempo de setup, incerteza da ocorrência de problemas, confiabilidade de equipamentos e falta de coordenação entre a demanda e a produção;
- Tempo de espera: refere-se ao material que está esperando para ser processado ocasionando congestionamentos de itens nos processos, visando garantir altas taxas de utilização dos equipamentos;
- Transporte: movimentar os materiais entre os processos não agrega valor ao produto, assim essa atividade conhecida como desperdício de tempo e recursos;
- Processos: no próprio processo produtivo pode haver desperdícios, algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção;
- Estoque: oculta outros tipos de desperdício, além de exigir elevados investimentos e também alocação de espaço;

- Movimentação: está relacionada às mais variadas tarefas executadas pelo trabalhador na operação, que não agregam valor ao produto;
- Produtos defeituosos: produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra e equipamento, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem desses materiais, inspeção de produtos, entre outros.

A filosofia JIT é vista como um sistema total, incluindo todos os funcionários e processos, incentivando a resolução de problemas por equipes. A filosofia JIT também favorece o enriquecimento de cargos através da inclusão de tarefas nas atividades dos trabalhadores, o que tende a aumentar a responsabilidade e interatividade entre eles, assim incentivando a participação de cada funcionário na resolução de problemas. Outro fator importante na filosofia JIT é o aprimoramento contínuo, denominado Kaizen, que visa a melhoria de cada processo ao longo de um período visando atingir o máximo de qualidade e evitando o desperdício.

Corrêa (1993), complementa que a filosofia JIT, tem sua principal característica na produção “puxada”, de acordo com a demanda, o material somente é processado em uma operação se ele for requerido pela operação subsequente, o que resulta na redução dos estoques. A filosofia JIT preza pela eliminação das causas geradoras de necessidade de estoque. Existem duas causas principais. A primeira refere-se à dificuldade de coordenação entre a demanda de um item e seu processo de produção. A segunda razão é a presença de incertezas como quantidade a ser produzida e qualidade. A filosofia JIT, reconhece a necessidade de alguns estoques em processo sendo necessário exercer certa pressão sobre os trabalhadores para manter os baixos níveis de estoque. Outras ênfases da filosofia JIT, são:

- As reduções dos lotes de produção e de compra também fazem parte da filosofia JIT, sendo necessário que se determine o LEP (Lote Econômico de Pedido), que pode ser obtido através da expressão demonstrada na figura 6.

D = demanda no período

c_f = custo de preparação de máquina ou de processamento de pedido de compra

c_e = custo unitário de manutenção do estoque do material no período

$$LEP = \sqrt{\frac{2Dc_f}{c_e}}$$

Figura 6: Expressão que determina o Lote Econômico de Pedido

Fonte: Just in time, MRP II e OPT, p. 62, Henrique Corrêa, 1993.

- A filosofia JIT não considera os erros como inevitáveis, assumindo a meta de eliminá-los, “zero defeito” pode não ser atingível, contudo, o estabelecimento desta meta leva ao aprimoramento contínuo que pode resultar em índices reais próximos a zero.
- A filosofia JIT, procura fazer com que os materiais fluam de forma contínua através da produção. Desta forma, não há sentido em priorizar o alto índice de utilização dos equipamentos, e sim garantir que os equipamentos sejam utilizados somente nos momentos necessários.
- A filosofia JIT, impõe um novo papel para mão de obra direta, que deve ser responsável por outras atividades além de produzir como garantir a qualidade do produto e realizar pequenas manutenções preventivas.
- A limpeza e organização são aspectos fundamentais para a confiabilidade dos equipamentos, a visibilidade dos problemas, a redução dos desperdícios, o controle e aprimoramento da qualidade e a condição moral dos trabalhadores.

A preocupação da alta gerência com esses itens deixa claro a toda a organização que a implementação desta nova filosofia está sendo levado a sério.

2.5 Técnicas

Para Corrêa (1993), o JIT incentiva a rápida passagem dos materiais pela fábrica e as padronizações dos produtos e dos processos são nestas condições que a filosofia JIT é mais facilmente aplicada. Contudo, é necessário que as empresas ofereçam ao mercado uma grande variedade de produtos, que atinjam a expectativa de diferentes consumidores, e ao mesmo tempo, a um preço acessível. Isto pode

demandar um aumento na complexidade dos processos de produção e custos, conflitando com os princípios da filosofia JIT. Para contornar essa situação, podem ser aplicadas algumas técnicas da produção JIT:

- Projeto do produto

Segundo Corrêa (1993), um projeto inteligente de produto consiste em considerar variações de processos de produção durante o desenvolvimento do projeto de produto e de processos. Um dos resultados de um bom projeto é a redução do número de componente e consequentemente a redução do lead time. Da mesma forma, os componentes devem ser projetados de tal modo que sejam comuns dentro da faixa de variedade de determinado produto. O projeto deve incluir itens “de prateleira”, ou padronizados, simplificando o máximo possível o processo de produção e montagem de produto final. Outra adequação do projeto pode ser a simplificação dos processos de alimentação, posicionamento e montagem das peças. Desse modo, os processos de montagem podem mais facilmente ser automatizados.

Segundo Slack (2002), o projeto do produto pode influenciar substancialmente no custo de produção, conforme citação abaixo:

Estudos em empresas automobilísticas e aeroespaciais têm mostrado que o projeto determina 70% á 80% dos custos de produção. Aprimoramentos do projeto podem reduzir dramaticamente o custo do produto por meio de mudanças no número de componentes e submontagens, além do melhor uso de materiais e métodos. Melhorias dessa magnitude normalmente não são possíveis somente por meio de aprimoramento da eficiência da manufatura. (SLACK, p.490, 2002).

- Layout de Produção

Segundo Corrêa (1993), o layout funcional é comumente utilizado por empresas com sistema de produção em massa, onde o arranjo físico, o fluxo de materiais e roteiros de produção são diversos, correspondendo aos diversos produtos produzidos. A movimentação é intensa e as máquinas são agrupadas por função, as grandes distâncias que os produtos percorrem entre um processo e outros impõem a produção em lotes, o que gera filas e estoque entre os processos.

O arranjo físico utilizado em empresas com o sistema JIT de produção é denominado layout linear, e, agrupado, neste caso, as máquinas são dispostas de acordo com o roteiro de produção de uma determinada família de produtos, tornando o arranjo mais eficiente e reduzindo os tempos de produção e estoques intermediários. Neste sistema as máquinas são organizadas em forma de “U”, conforme demonstrado na figura 7, sendo denominado como uma célula de produção, formada pelos equipamentos necessários para processar completamente os componentes de uma determinada família. A célula permite, também, obter vantagens como: maior conhecimento do operador; melhoria na qualidade de produção e menor número de funcionários por célula, para isso é fundamental que os operadores sejam flexíveis e multifuncionais, para operar várias máquinas próximas e substituir operadores ausentes.

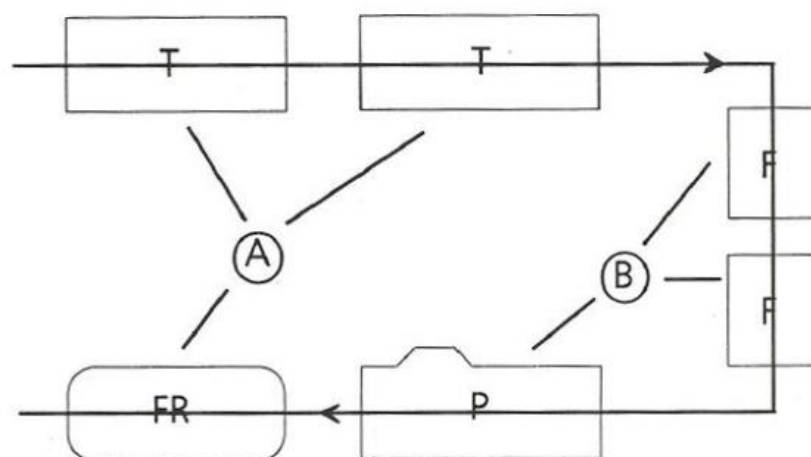


Figura 7: Célula de manufatura com seis máquinas operadas por dois operadores.
Fonte: Just in time, MRP II e OPT, p.75, Henrique Corrêa, 1993.

Slack (2002), complementa que o arranjo físico em forma de “U” deve trazer algumas informações fundamentais como:

- Exibir medidas de desempenho;
- Luzes indicando paradas;
- Exibição de gráficos e controle de qualidade;
- Check List e técnicas de melhorias visíveis;
- Área separada exibindo exemplos de produtos bons ou defeituosos;
- Utilizar o Kanban;
- Não utilizar divisórias nos locais de trabalho;
- Utilizar máquinas simples e pequenas.

- Qualidade Total

De acordo com Corrêa (1993), é comum encontrar em empresas que utilizam o sistema de produção em massa a expressão “nível ótimo de qualidade”, que significa a existência de um nível de qualidade para o qual esforços adicionais no sentido de melhoria da qualidade requerem investimentos, que não serão compensados pelos benefícios resultantes. Este conceito de qualidade é duramente criticado dentro de empresas que utilizam o sistema JIT de produção, que defendem que quanto maior o nível de qualidade, menores são as despesas referentes ao controle da mesma. No sistema JIT a responsabilidade pela qualidade é repassada e atribuída aos operadores, isto quer dizer controle de qualidade na fonte, ou seja, garantir a produção com qualidade e não apenas inspecioná-los após a sua produção, ao departamento de controle da qualidade passa a caber as seguintes funções:

- Treinar os funcionários da produção;
- Conduzir auditorias de qualidade aleatórias;
- Dar consultoria aos operadores referente á qualidade;
- Supervisionar testes nos produtos finais;
- Auxiliar a divulgação e implementação de conceitos de qualidade. Ex: círculos de controle da qualidade

- Redução de Tempos

Segundo Corrêa (1993), para redução do lead time de produção de um determinado produto, é necessário uma análise de tempo de todos os processos envolvidos na produção, de forma a definir quais processos agrega valor ou não no item e focar esforços para eliminação ou redução dos tempos dos processos que não agregam valor. Em geral, o lead time de produção é composto por elementos específicos conforme figura 8.

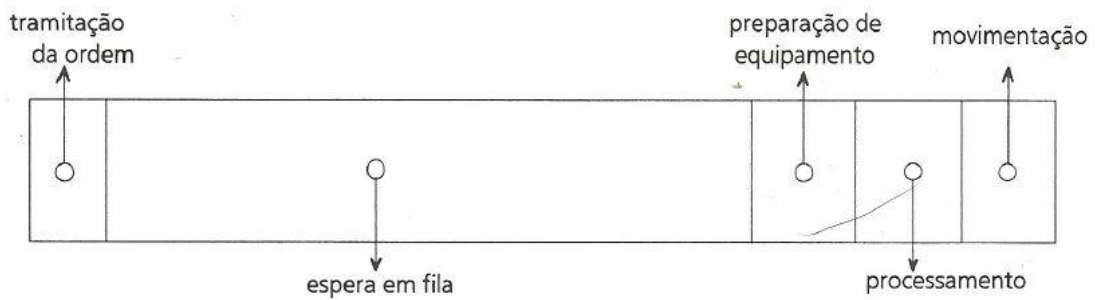


Figura 8: A Composição do Lead Time

Fonte: Just in time, MRP II e OPT, p.83, Henrique Corrêa, 1993.

- Tempo de tramitação da ordem: o tempo de tramitação burocrática da ordem de produção;
- Tempo de espera em fila: o tempo resultante da soma dos tempos de preparação de máquina e processamento de ordens que serão executadas anteriormente a esta;
- Tempo de preparação do equipamento: tempos gastos com setup interno e externo das máquinas;
- Tempo de processamento: tempo de transformação do produto, sendo o único que agrega valor;
- Tempo de movimentação: tempo em que o produto percorre entre o processo e outro.

2.6 Elemento Humano

Segundo Slack (2002), o elemento humano requer que a organização desenvolva “práticas básicas de trabalho” para seus funcionários, tais como:

- Disciplina: Consistem em padrões de trabalho que são críticos para segurança dos membros da empresa, do ambiente e da qualidade do produto que devem ser seguidos por todos;
- Flexibilidade: possibilitar a expansão das responsabilidades ao limite da qualificação das pessoas;
- Igualdade: remover políticas de recursos humanos separatistas, que oferecem condições diferentes para diferentes níveis de pessoal;

- Autonomia: delegar cada vez mais responsabilidade as pessoas envolvidas no processo dando-lhes: autoridade para parar linha, programação de matérias, coleta de dados e resolução e problemas;
- Qualidade de vida no trabalho: inclui envolvimento no processo de decisão, segurança, diversão e instalações da área de trabalho;
- Criatividade: incentivar o envolvimento dos funcionários no processo de melhorias.

2.7 PCP (Planejamento e Controle da Produção)

De acordo com Cunningham (2008), o MRP (Material Requirements Planning, ou Cálculo das Necessidades de Materiais) é um programa que determina o que produzir e quando produzir, coletando informações dos pedidos de venda ou EDI (Eletronic Data Interchange), utilizado nos casos de B2B (Business to Business, ou de Empresa para Empresa), os estoques disponíveis e os processos de produção. O MRP, então, determina: a matéria-prima necessária, os equipamentos necessários e a mão de obra necessária. Em essência, o MRP sugere o que é preciso fazer e quando deveria fazer.

De acordo com Turban (2002), o EDI é a movimentação eletrônica de documento-padrão de negócios especialmente formatados, como pedidos e faturas. Ele é utilizado principalmente para transferências eletrônicas de dados repetitivos e dado a este caráter são utilizados códigos que permitem a redução na extensão das mensagens e eliminação de erros na entrada e saída de dados, uma vez que são realizadas totalmente de forma eletrônica através de computadores.

Correa (1993), complementa, que o MRP é um sistema de administração da produção e os seus objetivos principais são permitir o cumprimento dos prazos de entrega, planejamento de compras e controle de estoque. O princípio básico do MRP é o cálculo de necessidades, uma técnica viabilizada pelo uso de computador, das quantidades e dos momentos em que serão necessários os recursos, para que se cumpram os prazos de entrega com o mínimo de formação de estoque. O cálculo dos componentes é realizado a partir das necessidades dos produtos finais, a lógica do cálculo é bastante simples e conhecida, entretanto, sua utilização em processos complexos de manufatura foi inviável até os anos 60, devido a indisponibilidade de recursos de processamento de dados.

O cálculo de necessidades diferencia os itens de duas formas: itens de demanda independente: são aqueles cuja demanda não depende da demanda de nenhum outro item, como produtos finais e itens de demanda dependente: são aqueles cuja demanda depende da demanda de algum outro item, como componentes de um produto final. A diferença básica entre os dois tipos é que a demanda do primeiro tem ser calculada com base no mercado consumidor. A demanda do segundo, não necessita de dados do mercado, pois é calculada com base na demanda do nível acima.

De acordo com Cunningham (2008), embora o MRP possa manter os processos fluindo em ordem, os operadores recebem as sugestões do MRP e agem sobre elas sem revisão ou questionamento. O MRP usado de forma tradicional irá dar o suporte necessário para uma produção JIT, até que o sistema de produção “puxada”, através do sistema Kanban seja implantado. Na medida em que o Kanban é implementado para reposição de material é necessário à adaptação do MRP a um papel menos importante. Quando o Kanban estiver totalmente integrado, os componentes serão excluídos do processo de cálculo do MRP, como resultado nenhuma ordem de compra ou de produção será sugerida pelo MRP, o material estará sempre *Just in time*.

De acordo com Slack (2002), o controle Kanban é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado, funcionando através de um cartão ou sinal. Ele permite o controle da transferência de material de um estágio a outro da operação, podendo ter diversas formas como marcadores plásticos ou bolas de pingue-pongue coloridas que representam diferentes componentes. Há diferentes tipos de Kanban:

- Kanban de movimentação ou transporte: Avisa o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica;
- Kanban de produção: é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir;
- Kanban do fornecedor: avisa o fornecedor que é necessário enviar material ou itens para um estágio da produção.

Os Kanban's são apenas meios pelos quais o transporte, a produção ou o fornecimento podem ser autorizados. Há dois sistemas para o uso dos Kanban's, o de cartão único (utiliza somente kanban's de movimento) e o sistema de dois cartões

(utiliza tanto o kanban de transporte e de produção). As regras para utilização eficaz do Kanban são:

- Cada espaço no quadro indicativo deve ter um cartão Kanban informando o número, a descrição, a quantidade e a localização do fornecedor e do cliente, que em ambos os casos podem ser interno ou externo;
- Os itens são sempre puxados pelos processos seguintes;
- Nenhum componente deve ser fabricado sem um cartão kanban;
- Nenhum componente com divergência ou fora de especificação deve ser enviado ao processo seguinte;
- O fornecedor somente poderá produzir itens necessários para repor os que foram retirados;
- Deve-se reduzir gradativamente o número de kanbans;
- O período de tempo deve ser constantemente reduzido.

2.8 Fornecedores

De acordo com Lubben (1989), é fundamental que os fornecedores se tornem uma extensão natural da produção do cliente, resultando em uma parceria de longo prazo que é essencial para o sucesso de ambos. O nível de comprometimento que o cliente assume com seus fornecedores, revela a segurança da relação entre ambas as partes e traz a confiabilidade nas negociações, permitindo assim a redução nas estruturas de proteção, como: controle da produção e materiais; inspeção no recebimento e estoques de segurança. A meta de se formar uma parceria entre cliente e fornecedor JIT, consiste em estabelecer uma base sólida assumindo compromissos de longo prazo e todos os atributos necessários como a confiança; comunicação; redução do ciclo de produção e otimização dos preços. Uma relação de fornecimento benéfica requer que ambas as partes trabalhem em cooperação para que se possa atingir um benefício maior do que conseguiriam individualmente. Para se obter o melhor desempenho de um fornecedor, torna-se necessário o seu envolvimento já na fase do projeto do produto, proporcionando ao fornecedor um papel ativo no projeto, o que possibilita o aumento da eficiência dos processos produtivos e a redução dos custos.

No processo de desenvolvimento de fornecedores JIT, três requisitos são fundamentais para o seu funcionamento eficaz: a qualidade, a entrega e o preço. Para atender esses três requisitos é necessário um alto investimento de ambas as partes e também se deve formar uma parceria de longo prazo, que permita estabilizar os processos e possibilitar a otimização dos lucros. Há quatro requisitos que afetam diretamente na parceria entre cliente-fornecedor sendo elas:

- **Confiança:** necessidade básica para formar-se esta parceria de fornecimento JIT, necessário o comprometimento e o envolvimento de todos permitindo assim que as empresas trabalhem juntas, além de possibilitar que ambos direcionem suas energias para atividades que aproximem suas relações, como comunicações, linearidade de produção e visibilidade.
- **Comunicações:** item crítico desta parceria, as comunicações devem ser bem estabelecidas e funcionar o tempo todo. Deve-se manter o fornecedor informado sobre as decisões comerciais que poderão ter efeito sobre a capacidade de produção e o planejamento do fornecedor, incluindo as necessidades de curto e as previsões de longo prazo, além disso, é fundamental realizar encontros com fornecedores “*workshops*”, que permitam estreitar as relações e promoverem o entendimento das necessidades de ambos.
- **Linearidade de produção:** é fundamental para o fornecedor controlar as demandas do cliente de perto, para isso é necessário que o fornecedor reduza seu ciclo de produção, que nada mais é que uma combinação do tempo que se demora em iniciar a produção com o seu ciclo de produção. Cabe ao fornecedor a responsabilidade pela redução de tempo de produção, onde se devem isolar os gargalos, balancear o sistema de produção e reduzir de setup. Pode-se aliviar o fornecedor de alguns gargalos, solicitando entregas frequentes com lotes menores de peças.
- **Tempo e visibilidade:** é necessário tempo para que o fornecedor possa realizar as mudanças em todo o sistema produtivo, como compra de matéria-prima, aquisição de máquinas, turnos de trabalho e contratar e treinar mão de obra. A visibilidade baseia-se em informações, planos e previsões de produção que são fornecidas pelo cliente, permitindo que os fornecedores realizem seu planejamento, visando estar preparado para todas as variações de demandado que possa ocorrer.

Segundo Correa (1993), os elementos mais importantes do fornecimento de materiais no sistema JIT são:

- Lotes de fornecimento reduzidos;
- Recebimentos frequentes e confiáveis;
- Lead times de fornecimento reduzidos;
- Altos níveis de qualidade;
- Relacionamento cooperativo com fornecedores.

Corrêa complementa que o JIT não visa transferir os estoques do cliente para os fornecedores, aumento os custos e despesas para o mesmo, e sim transferir a filosofia e as técnicas de produção JIT, tornando a produção do fornecedor tão eficiente quanto a do cliente. O cliente deve reduzir a sua base de fornecedores, aumentando a parceria e confiança de ambas as partes, do outro lado o fornecedor deve estar localizado próximo ao cliente, pois grandes distâncias exigem lotes de transporte mais volumosos para diminuir os custos de frete, da mesma forma que o JIT trata o *layout* interno, a localização do fornecedor é um aspecto importante a ser considerado nas análises de custo e logística de entrega.

2.9 Logística de entrega

Segundo Nishida (2008), o sistema JIT abrange também o planejamento e a gerência das atividades de logística. Nestas atividades existem inúmeros desperdícios de tempo e recursos a serem analisados, como:

- Estoque de segurança ou pulmão;
- Transporte a longas distâncias devido à falta de planejamento de rotas;
- Pagamento de taxas por entregas fora das janelas programadas;
- Áreas de estoques desnecessários;
- Esperas com subutilização da mão de obra, equipamentos, materiais parados;
- Embalagens solicitadas sem necessidade, ou simplesmente transportando ar;
- Retrabalhos.

Para gerenciar um sistema de entregas JIT, com menos desperdícios, é fundamental ter uma logística integrada com o sistema produtivo do cliente, que deve estar baseada em três conceitos fundamentais: reduzir o tamanho do lote;

aumentar a frequência de entrega e nivelar o fluxo de entrega. Mecanismos kanban que sinalizam, autorizam e dão instruções para produção do fornecedor e o nivelamento de produção também são um dos elementos básicos.

O planejamento de rotas de coleta e entrega deve ser analisado com o intuito de se criar o *“milk-run”* (rota de coleta planejada), um método de acelerar o fluxo de materiais entre as empresas em que os veículos seguem uma rota para fazer múltiplas coletas e entregas em diversas empresas, ao invés de esperar para acumular materiais de forma a realizar uma entrega com caminhão cheio. Desta forma é possível reduzir o tempo de reação do fornecedor e implantar múltiplas entregas durante o dia.

Corrêa (1993), complementa que o estudo da logística de fornecimento pode trazer grandes economias, possibilitando entregas frequentes de pequenos lotes, entretanto, é importante que o controle do transporte fique sobre a responsabilidade do cliente, o qual deverá coordenar a entrega de diferentes fornecedores e eventualmente utilizar o mesmo meio de transporte para coletar diferentes entregas.

2.10 Vantagens e Limitações

De acordo com Corrêa (1993), a utilização do sistema JIT, proporciona cinco importantes vantagens competitivas às empresas, sendo elas:

- **Custo:** o JIT busca que os custos de equipamentos, materiais e mão de obra sejam reduzidos ao mínimo possível. Há um esforço em todo o sistema para que sejam eliminadas as operações que não agregam valor ao produto. Outra redução está associada aos tempos de setup (interno e externo), além da redução dos tempos de movimentação que ocorrem tanto dentro como fora da empresa. O sistema JIT busca reduzir os custos através da minimização de estoques, também utiliza lotes pequenos e tempos curtos de setup de máquinas, permitindo uma rápida adaptação às variações da demanda e também minimizando a ocorrência de ineficiência da produção e faltas, além de possibilitar previsões em um prazo menor. Através do sistema kanban, onde é controlado o fluxo de materiais, é possível reduzir os estoques e visualizar os problemas, como o desbalanceamento da produção. Esse sistema não permite o fluxo de produtos de baixa qualidade, o que possibilita

a redução com os custos de retrabalho e também evitando que sejam agregados custos adicionais a esses produtos.

- Qualidade: no sistema JIT o único nível aceitável de defeitos é zero, pois a produção de itens defeituosos pode resultar em uma parada na linha de produção, devido a isto a filosofia JIT motiva a busca pelas causas do problema em sua raiz para que sejam solucionadas;
- Flexibilidade: o JIT aumenta a flexibilidade de resposta da produção através da redução dos tempos envolvidos no processo. Outra flexibilidade neste sistema ocorre com os trabalhadores permitindo a melhoria contínua e aumentando da eficiência de produção;
- Velocidade: é aumentada, pois o ciclo de produção é menor. Para isso é necessário utilizar a flexibilidade da produção, menores níveis de estoque e reduzir os tempos;
- Confiabilidade: através da manutenção preventiva, flexibilidade dos trabalhadores e a ferramenta kanban possibilita aumentar a confiabilidade das entregas e, além disso, os problemas que possam aparecer são rapidamente visualizados minimizando a ocorrência de erros.

As limitações do JIT estão associadas à flexibilidade da produção, referindo-se a variedade de produtos e também nas variações da demanda de curto prazo. O JIT visa que a demanda seja estável para que haja um balanceamento dos recursos permitindo que o fluxo ocorra de maneira suave e contínua. Em caso de uma demanda instável é necessário uma manutenção dos estoques de produtos, para que não afete o sistema produtivo. Caso haja uma grande variedade de produtos, torna-se inevitável a formação de estoques intermediários de produção, devido a variedade e complexidade dos roteiros de produção. O risco de paralisação da produção devido a problemas, como: greves, quebra de máquinas, produtos defeituosos e a falta de matéria prima tornam-se maior devido a falta de estoques de segurança.

Segundo Arkader (1998), o sistema JIT é formado por clientes e fornecedores e possui vantagens e desvantagens para ambos os lados. Os clientes enfatizam as vantagens e raramente mencionam desvantagens significativas nas relações de fornecimento JIT. Por outro lado, os fornecedores destacam as desvantagens e consideram as vantagens como secundárias. As vantagens e desvantagens para ambos os lados podem ser elencadas nos quadros 1 e 2.

Vantagens para o Cliente	Vantagens para o fornecedor
Redução no custo de fabricação, mão de obra e melhoria na qualidade; Redução na complexidade de montagem e na compra; Garantia de fornecimento; Previsibilidade nos contratos; Garantia de preços justos (transparência nos custos); Reduções negociadas de preço durante a vida do contrato.	Previsibilidade contratual; Maior estabilidade de mão de obra e produção; Maior eficácia em P&D; Assistência do cliente; Influência no processo de decisão do cliente; Informação interna sobre decisões de compra; Informações sobre a concorrência.

Quadro 1: Vantagens para Clientes e Fornecedores JIT

Fonte: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65551998000100008&script=sci_arttext> Acessado em: 17 de Jul de 2013

Desvantagens para o Cliente	Desvantagens para o fornecedor
Maior dependência do fornecedor; Necessidade de um novo estilo de negociação; Menor competição entre fornecedores; Necessidade de maior capacitação gerencial; Maiores custos de comunicação e coordenação; Necessidade de maior apoio ao fornecedor; Novas estruturas de recompensa; Perda de contatos diretos com fornecedores secundários.	Divulgação de informações de custo (informação proprietária); Pressões para assumir a carga de todas as fases, do desenho à garantia, ao mesmo tempo em que se melhora a qualidade e se reduzem custos; Perda de autonomia; Maiores custos de comunicação e coordenação; Reversão potencial do pêndulo (consciência de que o paradigma de relacionamento pode mudar no futuro, voltando a favorecer a integração vertical).

Quadro 2: Desvantagens para Clientes e Fornecedores JIT

Fonte: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65551998000100008&script=sci_arttext> Acessado em: 17 de Jul de 2013

2.11 Implementação

Segundo Lubben (1989), a implementação de um sistema JIT é caracterizada pelo termo japonês “Kan Ri”, que significa planejar, desenvolver, checar e agir. A interpretação deste termo pode ser: planejar as ações a serem executadas; implementá-las; monitorar os resultados para verificar a sua validade e tomar atitudes baseadas nos resultados. A implementação possui dois objetivos, a curto prazo é reduzir o custo total de produção, melhorando a eficiência produtiva e a longo prazo desenvolver a flexibilidade da produção e a capacidade de permitir mais mudanças nos produtos e nos processos.

A facilidade com que a empresa será capaz de implementar o sistema JIT depende do tipo de sua produção, em geral, na indústria, o fluxo de materiais ao longo do processo produtivo pode ser classificado de três formas:

- Produção contínua: é o processo mais fácil de converter para o JIT, pois a maior parte da variabilidade de produção já foi removida e o fluxo de produção é nivelado. (como uma linha de produção que produza um único produto sem interrupções);
- Produção repetitiva: se parece com a produção contínua, mas com a diferença de que a produção ocorre em ciclos podendo parar o processo quando a demanda é atingida (linha de montagem automotiva);
- Produção sob encomenda: neste ambiente, existem poucas possibilidades de conversão da produção para o sistema contínuo. Entretanto, muitas empresas deste tipo de produção têm como clientes, empresas com produção repetitiva. Isto facilita no desenvolvimento de lotes econômicos de produção e a constância dos pedidos permite que o fornecedor estabeleça um sistema JIT baseado na melhoria de produtividade e de flexibilidade. Nivelar os pedidos de compra do cliente, beneficia o fabricante sob encomenda, ao permitir o melhor planejamento de produção.

Desenvolver uma estratégia para implementação do sistema JIT assegura que ela seja suave e permanente. A sequência na qual a implantação deve ocorrer é: qualidade do produto; entrega (eficiência de produção) e preço (custo). O desenvolvimento de um projeto piloto é útil para aprimorar a experiência gerencial dos envolvidos, o sistema JIT necessita de pessoas com alto nível de doutrinação e treinamento, pois se forem céticos com os resultados ou não concordam com as

aplicações a filosofia JIT, ela irá falhar. Uma equipe altamente motivada e com uma forte liderança para gerar a mudança cultural pode ser requisito fundamental na implantação. Identificar as pessoas que sejam chaves para desenvolver a aceitação dentro de cada função assegura o máximo apoio para o projeto, a prioridade desta equipe será a autoeducação, determinação das políticas e procedimentos, estabelecer necessidades de treinamentos e determinar as necessidades e obrigações de cada função. As funções ou os departamentos chaves para início da implementação, são: P&D; Projetos; Produção; Engenharia; Controle de qualidade; Compras; Financeiro; Manutenção e Vendas.

As necessidades físicas fundamentais para implementação física do sistema JIT em uma empresa deve conter os seguintes processos:

- Projeto do produto: o produto deve ser projetado para uma produção eficiente;
- Layout: influencia significativamente a eficiência do sistema de produção, o layout das máquinas deve ser projetado para minimizar os estoques em processo;
- Processos de produção: envolve qualidade da matéria prima, setup, controle de processos e ciclo de produção;
- Balancear a qualidade e a produção: os níveis de produção só podem ser aumentados até certo ponto, antes que os níveis de qualidade comecem a cair;
- Controle de produção: implementar sistema de produção puxada;
- Reduzir os níveis de estoques: os estoques podem estar no almoxarifado, em processo e produtos acabados;
- Organização: somente são permitidos no espaço de produção os matérias e as ferramentas do posto de trabalho, no momento necessário;
- Otimizar os equipamentos: o equipamento utilizado sem manutenção adequada se tornará um problema e quando operado em sua capacidade máxima a sua vida útil é reduzida.

Liker (2005), cita alguns fatores fundamentais para transformar uma empresa em um empreendimento enxuto:

- Mudança na cultura da empresa, em todos os níveis, desde o gerencial até operacional, afim de que seja implantado este modelo de gestão enxuta;

- Informar todos os funcionários o que será feito e o que se espera de cada um;
- Criar modelos de fluxo de valor na produção com o sistema enxuto para servirem como exemplos a serem implantados em outros setores;
- Usar o mapeamento do fluxo de valor para traçar metas e ações futuras, para transformar a produção em um sistema enxuto;
- Realizar reuniões com equipes interfuncionais, com o intuito de se realizar mudanças rápidas no departamento analisado, buscando o aprimoramento dos processos;
- Tornar a mudança como algo obrigatório, visando a cada dia ser mais eficiente e competitivo;
- Identificar melhorias nos processos produtivos para evitar grandes perdas financeiras;
- Realinhar a produção para uma produção enxuta, traçando novos parâmetros de produção;
- Utilizar da base da empresa para criar seu próprio modelo de produção enxuta;
- Contratar ou desenvolver líderes “enxutos”;
- Contar com especialistas para a obtenção de resultados em um curto espaço de tempo.

3 CASE: IMPLANTAÇÃO DO PROJETO “JIT PURO” NA PEDERTRACTOR

Neste capítulo será descrito todo o desenvolvimento e implantação do projeto piloto JIT “PURO”, na Pedertractor S/A. Desenvolvido por um de seus principais clientes, montadora multinacional de veículos da linha amarela (construção e mineração), situada na cidade de Piracicaba, no interior do estado de São Paulo, de origem Norte-Americana e presente no Brasil desde 1954, sendo atualmente líder de mercado em seu segmento de atuação, conforme informações coletadas no site da própria empresa.

O projeto JIT PURO foi desenvolvido e implantado na Pedertractor S/A., por se tratar de uma empresa sólida e reconhecida por sua disposição para implantar melhorias em seus processos, com intuito de melhor atender seus clientes.

3.1 Histórico da empresa

Em 1977, surgiu a empresa Coletores Renata Ltda., com o objetivo de prestar serviços e vender componentes para a recém-chegada, em Pederneiras, Clark Equipment, que mais tarde se tornaria Volvo do Brasil. Devido ao seu rápido desenvolvimento, em 1985 a empresa Coletores Renata adquiriu uma área de 16 mil m² na Av. Alberto Clementino Moreira, neste mesmo ano a empresa se tornou a Pedertractor Ltda.

Em 2004, a Pedertractor Ltda adquiriu uma nova área com 127 mil m² na Av. Vicentina Martins Dário, com o intuito de expandir os seus negócios. Nesta nova área foi construído o seu novo e moderno parque industrial, com máquinas de última geração para fabricação de partes e peças de máquinas e implementos agrícolas e máquinas da linha amarela, neste período a empresa contava com mais de 770 colaboradores residentes em Pederneiras e cidades da região. Em 2011, a Pedertractor Ltda., realizou uma mudança societária, tornando-se uma empresa S/A. (Sociedade Anônima), de capital fechado. Atualmente, a Pedertractor S/A., conta com mais de 2 mil colaboradores, em uma área fabril de 67 mil m² e uma carteira de clientes que abrange todas as principais montadoras de máquinas agrícolas e de construção do país. Ocupando a posição de 298 entre as 400 maiores empresas do Agronegócio do país e 4 lugar entre as empresas com maior crescimento, segundo Revista Exame Edição Especial As 1000 Melhores & Maiores de 2011.

3.2 Processo Produtivo

Segundo Julio Lopes, Coordenador do PCP, a Pedertractor S/A. não possui produto próprio e seu sistema produtivo é baseado na produção por encomenda e sua demanda é calculada com base dos pedidos de compra que são transmitidos através do EDI.

Os pedidos de compra ou “*forecast*” (previsão) fornecem uma previsão de demanda para o período de um ano, mas seus clientes confirmam apenas os 15 primeiros dias de pedidos “pedidos firmes”, sendo as previsões baseadas em seus mercados. Segundo Julio, é com base nos pedidos do *forecast* que o MRP calcula as necessidades de produção, compra de matéria-prima, compra de produtos terceirizados e gera as ordens de fabricação “OF” e requisições de compra com as

suas respectivas datas de início e entrega, para que seja iniciada a produção dos itens solicitados. Apesar dos clientes classificarem como “pedidos firmes”, somente os 15 primeiros dias, o departamento de PCP parametrizou o sistema MRP para utilizar 45 dias no cálculo de necessidade de matéria prima e 90 dias para itens comprados, esta decisão estratégica para cálculos antecipados de necessidade, torna alto a possibilidade de compra de matéria prima e itens terceirizados sem necessidade, mas ao mesmo tempo permite uma maior segurança na produção, uma vez que seu sistema de produção não é em série e conta com quase 4 mil itens finais diferentes sendo produzidos ao mesmo tempo. Seu sistema produtivo é extremamente complexo e longo, onde alguns itens podem levar até 18 dias para serem totalmente produzidos.

De acordo com Julio, a principal matéria-prima utilizada é chapa de aço carbono, que é cortada em máquinas de corte a laser ou plasma, processo este, que permite um alto desempenho com qualidade superior quando comparado com máquinas de corte a fogo. Após cortados, os itens podem passar por diversos processos de manufatura como, rebarba, serra, dobra, usinagem, solda, banho de fosfato, pintura e montagem antes de serem expedidos. Exceto os processos de solda e montagem, processos manuais ou quase artesanais, todos os demais são executados com máquinas parcial ou totalmente automatizadas, aumentando a precisão com que estes processos são executados. A Pedertractor S/A. possui certificado de qualidade ISO9001:2009 desde o ano de 2002, o que garante a padronização e otimização dos processos produtivos e garante a qualidade de seus produtos, este certificado possibilita o aumento de visibilidade no mercado interno e externo.

3.3 Situação anterior

Segundo José Édson Gabriel, responsável pela logística interna da Pedertractor, anteriormente a implantação do projeto JIT PURO, não existia diferenciação entre os produtos manufaturados na Pedertractor, sendo todos produzidos de acordo com as datas de entregas, informados no “*forecast*”. A falta de diferenciação não permitia a priorização dos itens críticos dentro da produção da Pedertractor e nem nos processos de expedição, transporte e recebimento por parte do cliente. Estes problemas ocasionavam atrasos de produção e consequentemente

a formação de estoques de produtos acabados no cliente, que demandavam uma grande área de estoque devido às suas dimensões. Outro problema apontado era o fluxo de caixa, pois o pagamento é realizado em 7 dias e a permanência no estoque era de 15 dias em média.

De acordo com Gabriel, caso não houvesse os atrasos de produção e entrega, os itens deveriam seguir um cronograma de entrega, transporte e recebimento. Este cronograma foi estabelecido pelo cliente conforme a figura 9, onde era destinado 1 dia para *Ship Window* (janela de entrega), 1 dia para *Ship Date* (transporte), 2 dias para *Due Date* (recebimento e estocagem) e mais 1 dia para *Available* (margem de segurança ao possível atraso), totalizando 5 dias desde a data de entrega do fornecedor até a efetiva entrega na linha de montagem do cliente.

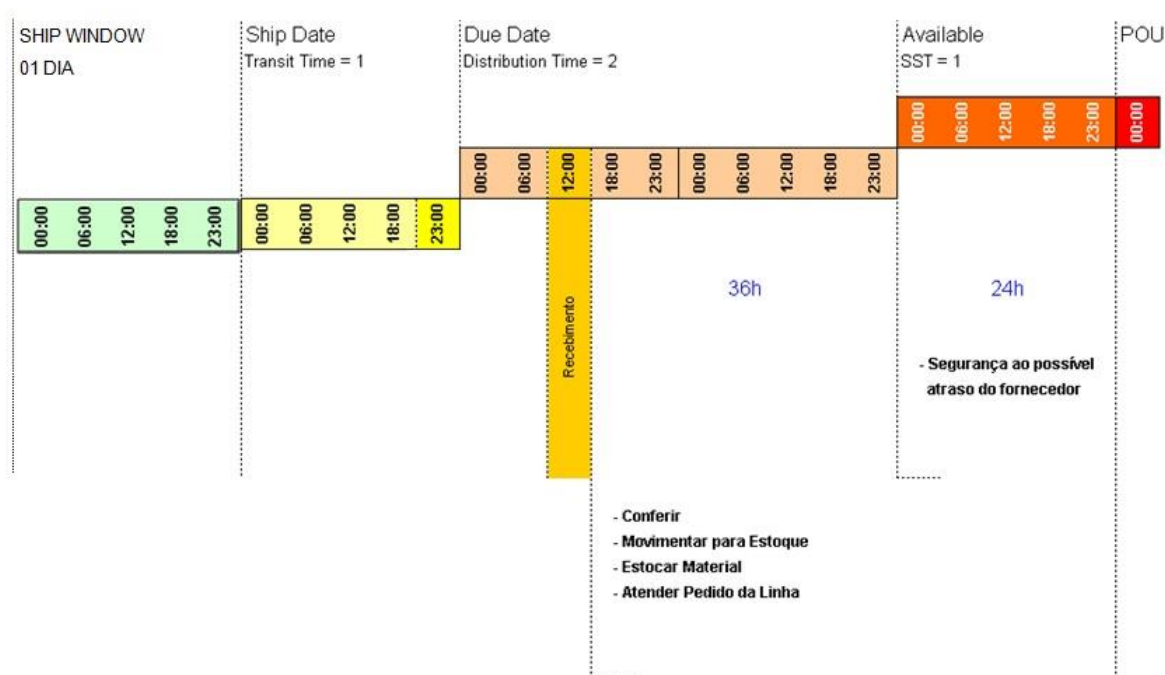


Figura 9: Demonstrativo do Lead-Time de entrega anterior.
Fonte: Pedertractor S.A.

Um outro problema apontado por Gabriel, foi em relação ao transporte dos produtos que era realizado através de paletes de madeira, conforme demonstra a figura 10, que além de oferecer mais riscos à segurança, também possibilitava que o item pudesse sofrer variações em sua estrutura física no trajeto até o cliente, ocasionando não conformidades e paradas em sua linha de produção.



Figura 10: Paleta de madeira para o transporte
Fonte: Pedertractor S.A.

3.4 Objetivos do projeto

Segundo o Coordenador de Logística do Cliente, os principais objetivos da implantação do projeto JIT PURO, foram:

- Otimização da área produtiva: devido às características dos produtos, é necessário que o armazenamento seja realizado em uma área coberta, o que consumia uma grande área fabril que o cliente desejava utilizar para ampliar a sua linha de montagem, sem ampliação da sua estrutura;
- Redução de inventário: devido aos atrasos de entrega dos fornecedores, o cliente mantinha estoques de componentes. Com a implantação deste projeto o cliente visava à redução destes estoques;
- Melhora no fluxo de caixa: no período de implantação deste projeto o cliente realizava o pagamento com sete dias após a compra, este projeto tornou possível a utilização do componente antes do pagamento ao fornecedor.

3.5 Planejamento

Segundo o Coordenador de Logística do Cliente, a escolha dos fornecedores e produtos para integraram este projeto seguiram alguns critérios como:

- Produto: dimensional elevado, demanda estabilizada, alto valor agregado e que fosse possível o sua produção e transporte em lotes econômicos;
- Fornecedor: Localização, boa performance de entrega (baixo nível de não conformidades), boa relação cliente-fornecedor e estrutura do fornecedor para suportar aumento de demanda.

Segundo ele, a Pedertractor S.A., possuía todas as características necessárias para a implantação deste projeto piloto, isso possibilitou a implantação sem dificuldades ou necessidades de adaptação do projeto, permitindo avaliar a mudança na programação de empurrada para puxada.

3.6 Situação atual

Segundo Coordenador de PCP da Pedertractor S.A., atualmente existem 13 itens que integram o projeto JIT PURO, que representam 15% (quinze por cento) do faturamento mensal para este cliente. Nas OF's destes itens, impressas em papel branco, está descrito JIT PURO junto com a descrição do produto, como forma de diferenciação para que sejam priorizados durante o processo produtivo. No departamento de corte a laser, onde quase todos os itens são iniciados, a prioridade está na data de entrega do componente para o processo seguinte, já os demais departamentos como serra, dobra e pintura, também realizam a produção de acordo com as datas, mas com um diferencial, os itens com descrição JIT PURO na OF são passados na frente dos demais itens. O Líder da Área, que é o responsável por coordenar o trabalho e as prioridades, separa as OF's do projeto para que elas sejam produzidas. Devido ao nivelamento de produção e das entregas, tornou-se possível a montagem de "células de produção" exclusivas nos processos de solda e montagem, onde são produzidos apenas os itens do projeto, tornado estes dois processos mais eficientes, devido aos funcionários produzirem somente um tipo de item, conforme demonstra a figura 11. Segundo este, as principais dificuldades na produção destes itens são: gargalo no processo de pintura e o atraso nos

componentes para a realização dos processos de solda e montagem, o que gera atrasos na produção.



Figura 11: Célula de Montagem e Solda
Fonte: Pedertractor S.A.

De acordo com o Coordenador de Logística, Gabriel, após a finalização da produção, os itens são encaminhados para uma área específica no departamento de expedição, esta área é exclusiva para itens JIT conforme figura 12, na qual podemos ver a placa de identificação da área.



Figura 12: Placa de identificação
Fonte: Pedertractor S.A.

O Departamento de Expedição solicita a emissão da NFe (Nota Fiscal Eletrônica), contendo apenas produtos do projeto e a mesma deve conter a expressão JIT PURO nos dados adicionais. A NFe é emitida enquanto é realizado a montagem dos racks de transporte. A implantação deste projeto permitiu o desenvolvimento dos racks que substituíram os paletes de madeira, pois as quantidades de entrega tornaram se constantes e niveladas, trazendo uma maior segurança e qualidade na entrega destes itens. A figura 13 mostra um exemplo de um rack de transporte utilizado na Pedertractor S/A.



Figura 13: Rack para transporte
Fonte: Pedertractor S.A.

Junto a DANFE (Documento Auxiliar da Nota Fiscal Eletrônica) é anexado uma etiqueta na cor preta com a informação PROCESSO JIT, conforme a figura 14. Estes itens devem ser expedidos nos primeiros embarques do dia, que são realizados a cada quatro horas a partir da zero hora de cada dia.



Figura 14: Etiqueta de identificação JIT anexada a DANFE
Fonte: Pedertractor S.A.

Segundo o Coordenador de Logística do Cliente, o transporte é realizado totalmente por conta do destinatário e devido ao grande volume de entregas da Pedertractor S/A, não é necessária a realização de “milk-run”. As coletas são programadas e a transportadora envia os caminhões, sem que seja necessário solicitá-los, somente em casos emergências são solicitados carros especiais que realizaram entregas fora dos horários programados. Após o embarque os produtos seguem para uma área de consolidação da transportadora, localizada a cerca de 1 km do da empresa do cliente, nesta área a transportadora aguarda o sinal para que o caminhão siga viagem até o destino final, evitando assim o congestionamento de caminhões nas dependências da empresa.

Já, no recebimento destes itens, as cargas são priorizadas pela a etiqueta anexada junto a DANFE, conforme figura 14, onde são realizados os processos de recebimento, conferência dos itens de acordo com a DANFE e o pedido de compra, movimentação para estoque e atender pedido da linha. Por estes itens já possuírem uma produção padronizada e certificada, os mesmos não passam pelos processos de inspeção da qualidade no cliente e em casos em que ocorra detecção de não conformidades durante a montagem, o item é automaticamente excluído do projeto e retorna para os procedimentos normais de recebimento e inspeção da qualidade.

Segundo este, o *lead time* das entregas foi reduzido de 5 para 2 dias, conforme figura 15. Onde são destinados 1 dia para *Ship Date* (entrega e transporte) e 1 dia para *Due Date* (recebimento e estocagem e entrega na linha). Destaca-se como um fator importante o recebimento do item até as 12 horas do *Due Date*, para que seja possível a realização de todos os procedimentos internos até a zero hora do próximo dia, estando disponível para utilização na linha de montagem.

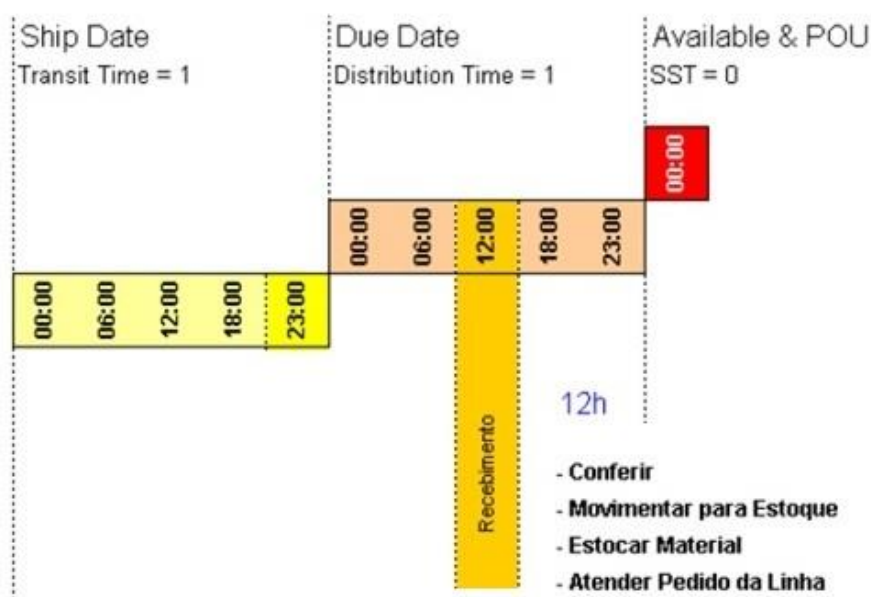


Figura 15: Demonstrativo do Lead-Time de entrega atual.
Fonte: Pedertractor S.A.

3.4 Resultado obtido

Segundo todos os entrevistados, os resultados foram obtidos conforme o planejado, sendo para a Pedertractor:

- Nivelamento da produção;
- Nivelamento das entregas.

E para o cliente:

- Diminuição dos estoques;
- Ganho de área produtiva;
- Melhora no fluxo de caixa.

Devido aos resultados obtidos serem satisfatórios, o Departamento de Logística do Cliente estuda a ampliação do projeto para outros itens e também uma evolução no projeto, aumentando a precisão de entrega de “o dia certo” para “a hora certa”.

CONCLUSÃO

Este trabalho mostra a evolução dos sistemas de produção das montadoras de veículos ao longo do tempo, desde a produção artesanal e sua evolução para a produção em massa até o surgimento do STP, destacando-se o JIT como um pilar deste método de produção desenvolvido pela Toyota Motor Company no século passado.

Sentindo a necessidade de aumentar sua competitividade no mercado, uma multinacional montadora de máquinas da linha amarela em parceria com seu fornecedor, a Pedertractor S/A., desenvolveu e implantou o projeto piloto JIT PURO, com o propósito de melhorar a precisão nas datas de entrega e principalmente reduzir os estoques. Nossas conclusões são baseadas nos objetivos inicialmente apresentados, onde concluímos que a implantação deste projeto trouxe para as duas empresas envolvidas significativas melhorias em todos os aspectos planejados. Entre os aspectos planejados, destacam-se para o fornecedor o nivelamento da demanda de produção e entrega, e, para o cliente, a redução dos estoques, possibilidade de aumento da área produtiva e melhora no fluxo de caixa.

Entretanto, ficou evidenciado a necessidade de se melhorar a cultura organizacional da Pedertractor, visando difundir a filosofia JIT entre os funcionários e aprimorar os métodos de produção e layout das máquinas, para reduzir as faltas de componentes no processo de montagem. Ficando como sugestão de melhoria a alteração na cor das OF's dos itens JIT e seus componentes, de branca para amarela, facilitando a rápida identificação na produção e assim reduzindo o nível de itens e componentes atrasados.

O resultado esperado foi atingido com êxito, pois estes fatores em conjunto agregaram valor à relação fornecedor-cliente, o que permitiu o aumento da confiabilidade e rentabilidade nestas operações. Para nós ficou evidenciado a funcionalidade e os benefícios que o JIT proporciona para as empresas, independente da profundidade em que é implantado dentro dos processos, sendo fundamental a melhoria contínua, para a sobrevivência das empresas no mercado globalizado.

Finalizamos este trabalho, colocando como recomendação para futuros TCC's, o surgimento de Consórcios Modulares de Produção JIT.

BIBLIOGRAFIA

- ARKADER, Rebecca - **Benefícios e problemas nas relações de fornecimento enxuto: indicações na indústria automobilística brasileira** – Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65551998000100008&script=sci_arttext> Acessado em: 17 de Jul de 2013
- CATERPILLAR NO BRASIL - <<http://brasil.cat.com/cda/layout?m=273363&x=12>> Acessado em: 17 de Jul de 2013
- CORRÊA, Henrique L., GIANESI, Irineu G.N. – **Just in time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico** – São Paulo, Editora Atlas, 1993.
- CUNNINGHAM, Jean – **Integrando Lean com os sistemas de tecnologia de informação** – Disponível em: <www.lean.org.br/artigos/25/integrando-lean-com-os-sistemas-de-tecnologia-de-informacao.aspx> Acessado em: 14 de Jul de 2013.
- EXAME – **As 1000 Melhores & Maiores de 2011** - Edição Especial 995 de Jul de 2011.
- KOSAKA, Gilberto – **Jidoka** – Disponível em: <<http://www.lean.org.br/artigos/102/jidoka.aspx>>, acessado em 20 de junho de 2013.
- LIKER, Jeffrey K. – **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo** – Porto Alegre, Editora Bookman, 2005.
- NETO, Alexandre S., CAMPOS, Letícia Mirella F. – **Manual de Gestão da Qualidade Aplicado aos Cursos de Graduação** – Rio de Janeiro, Editora Forense, 2004.
- NISHIDA, Lando – **Logística Lean: conceitos básicos** – Disponível em: <www.lean.org.br/artigos/41/logistica-lean-conceitos-basicos.aspx> Acessado em: 14 de Jul de 2013.
- PASCAL, Dennis – **Produção Lean Simplificada** – Porto Alegre, Editora Bookman, 2008.
- SLACK, Nigle. CHAMBERS, Stuart. JOHNSTON, Robert – **Administração da Produção** – São Paulo, Editora Atlas, 2002.
- TURBAN, Efraim., MCLEAN, Ephraim., WETHERBE, James – **Tecnologia da Informação para Gestão: Transformando os Negócios na Economia Digital** – Porto Alegre, Editora Bookman, 2002.
- WOMACK, James P., JONES, Daniel T., ROOS, Daniel – **A máquina que mudou o mundo** – Rio de Janeiro, Editora Campus, 1992.

ANEXOS



Figura 16: Maquinas de Corte a Laser
Fonte: Pedertractor S/A.



Figura 17: Maquinas de Dobra CNC
Fonte: Pedertractor S/A.



Figura 18: Processo de Solda em dispositivo giratório
Fonte: Pedertractor S/A.



Figura 19: Setor de Solda
Fonte: Pedertractor S/A.



Figura 20: Estoque vertical
Fonte: Pedertractor S/A.



Figura 21: Cabine de Pintura a Pó
Fonte: Pedertractor S/A.



Figura 22: Cabine de Pintura Liquida
Fonte: Pedertractor S/A.



Figura 23: Setor de montagem e expedição
Fonte: Pedertractor S/A.



Figura 24: Vista aérea da Pedertractor
Fonte: Pedertractor S/A.