

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

JOANA RAMOS RIBEIRO

SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

FLORIANÓPOLIS
2004

JOANA RAMOS RIBEIRO

SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Estágio Supervisionado – CAD 5236, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Administração da Universidade Federal de Santa Catarina, área de concentração em Produção.

Professor Orientador: Rolf Hermann Erdmann

FLORIANÓPOLIS

2004

JOANA RAMOS RIBEIRO

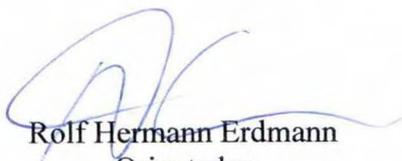
SISTEMA DE PRODUÇÃO ENXUTA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado e aprovado em sua forma final pela Coordenadoria de Estágios do Departamento de Ciências da Administração da Universidade Federal de Santa Catarina, em 02 de dezembro de 2004.

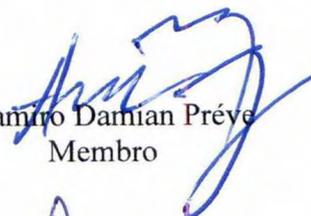


Prof. Mario de Souza Almeida
Coordenador de Estágios

Apresentada à Banca Examinadora integrada pelos professores:



Rolf Hermann Erdmann
Orientador



Altamiro Damian Préve
Membro



Luiz Salgado Klaes
Membro

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais, João Ribeiro Junior e Vandarlui Serafim Ramos Ribeiro, que me deram a vida...

Dedico este trabalho aos meus irmãos Juliana Ramos Ribeiro, Pedro H. Ramos Ribeiro, Guilherme Ramos Ribeiro e Endy Pessoa Braga...

Dedico-lhe como amor a nossa união.

Obrigado ao Pai pela sua sabedoria.

Agradeço ao professor Rolf Hermann Erdmann pela dedicada orientação.

Agradeço aos professores do curso que me proporcionaram conhecimento durante cinco anos de estudos.

Agradeço a grande contribuição do Engenheiro Mitsuro Ebina e, de meu pai, Engenheiro João Ribeiro Junior, para a realização deste trabalho.

*“Por que o Senhor dá a sabedoria, e da sua boca
vem a inteligência e o entendimento.”
(Provérbios 2:6)*

RESUMO

RIBEIRO, Joana. **Sistema de Produção Enxuta**. 2004. 107f. Trabalho de Conclusão de Estágio (Graduação em Administração). Curso de Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

O Sistema de Produção Enxuta surgiu como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios dos tipos, por exemplo: excesso de inventário entre as estações de trabalho e tempos de espera elevados. Seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir neste cenário globalizado. Para minimizar os desperdícios de produção, seus efeitos e prosseguir com a busca contínua da perfeição, a Produção Enxuta lança mão de algumas técnicas e instrumentos enxutos como o *layout* celular, o Kanban, o Mapeamento do Fluxo de Valor, dentre outras. A filosofia de Produção Enxuta tem por meta eliminar qualquer tipo de os desperdícios dentro da organização.

Na busca de melhor compreensão deste novo sistema, o trabalho teve como objetivo o estudo teórico do Sistema de Produção Enxuta. Pretendeu-se com ele, descrever e compreender os conceitos, princípios e instrumentos que regem este o Sistema de Produção Enxuta. E como meio de melhor entendimento do assunto, realizou-se um estudo de caso para verificação da aplicabilidade dos conceitos e instrumentos enxutos na empresa Kawasaki Aeronáutica do Brasil (KAB), filial da Kawasaki Heavy Industrie Ltda. Implantada no Brasil desde 2003 para fornecer as Asas do avião Embraer 190, a KAB assumiu parceria com a empresa Embraer S.A. Através do estudo exploratório do tema paralelo à pesquisa prática, com o uso de questionários e entrevista focalizada, na KAB, mesmo com os óbices de resguardar todas as informações sensíveis e a proteção de sua propriedade industrial que envolve também o seu cliente, a Embraer, possibilitou levantar importantes conclusões da aplicação de técnicas japonesas que envolvem o Sistema de Produção Enxuta.

Palavras-chave: Sistema de Produção Enxuta; Muda; Instrumentos Enxutos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases da pesquisa e etapas do trabalho	24
Figura 2 - Resumo dos sete tipos de desperdícios	36
Figura 3 - Modelo de Preço convencional	40
Figura 4 - Gestão dos Custos como Processo	41
Figura 5 - Visão Econômica de Custeio e de Aperfeiçoamento de Processos.....	43
Figura 6 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor.....	47
Figura 7 - Exemplo de um mapa do fluxo de valor	49
Figura 8 - Linha de Desperdício	66
Figura 9 - Linha do Sistema de Produção Enxuta	67
Figura 10 - A evolução da Metodologia	74
Figura 11 - Realimentação da melhoria iterativa.....	75
Figura 12 - Organograma da KHI	87
Figura 13 - Produto Kawasaki	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Produção em massa	34
Quadro 2 - Sistema de Produção Enxuta	34
Quadro 3 - Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor	48
Quadro 4 - Matriz da cadeia de suprimentos	54
Quadro 5 - Alocação dos trabalhos da Rotina, Melhoria e Desenvolvimento na estrutura hierárquica da Toyota	77
Quadro 14 - Resumo do marco teórico.....	82
Quadro 7 - Quadro de Resumo Histórico da KHI.....	85
Quadro 8 - Dados Gerais da KHI	86
Quadro 9 - Fluxo de Valor de um Par de Asas KAWASAKI para o EMBRAER 190	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diferença de necessidades declaradas e reais	44
Tabela 2 - Ferramentas da Produção Enxuta.....	50
Tabela 3 - Passos para abastecer um automóvel.....	51
Tabela 4 - Resultado do mapa de processos	52
Tabela 5 - Análise de problemas e possíveis soluções	53
Tabela 6 - Fluxo de Valor	55
Tabela 7 - Layout posicional	59
Tabela 8 - Layout por produto	60
Tabela 9 - Layout celular	60
Tabela 10 - Layout por processo	61
Tabela 11 - Produção mensal e diária: situação 1.....	68
Tabela 12 - Produção mensal e diária: situação 2.....	69
Tabela 13 - Produção mensal e diária: situação 3	69
Tabela 14 - Características do processo de desenvolvimento de produtos da Empresa Kawasaki	90
Tabela 15 - Tabulação do questionário respondido	96

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 TEMA-PROBLEMA	15
1.2 IMPORTÂNCIA	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	16
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	18
3.1 PERGUNTAS DE PESQUISA	18
3.2 ESCOLHA DO MÉTODO DE PESQUISA E DAS TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	20
3.3 FASES DE PESQUISAS.....	21
3.4 ETAPAS DO TRABALHO	23
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
4.1 HISTÓRIA DO SURGIMENTO DO TERMO PRODUÇÃO ENXUTA E SEU SIGNIFICADO	29
4.2 PENSAMENTO ENXUTO CONTRA DESPERDÍCIO	32
4.2.1 <i>Entender o significado de desperdício</i>	32
4.2.2 <i>Identificar Desperdício</i>	33
4.3 PRÉ-IMPLEMENTAÇÃO.....	37
4.3.1 <i>Necessidade de mudar</i>	37
4.3.2 <i>O papel do agente de mudança</i>	38
4.3.3 <i>Crises criativas</i>	39
4.4 APLICAÇÃO DO LEAN.....	40
4.4.1 <i>Preço X Custos</i>	40
4.4.2 <i>Tipo de Custeio comum nas empresas enxutas</i>	42
4.5 OS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	43
4.5.1 <i>Determinar Valor</i>	43
4.5.2 <i>Fluxo de Valor</i>	46
4.5.2.1 <i>Mapeamento das atividades do Processo e Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos</i>	49
4.5.3 <i>Fluxo</i>	55
4.5.3.1 <i>O que compreende o fluxo</i>	55

4.5.3.2 Projeto	56
4.5.3.3 Entrada de pedido	57
4.5.3.4 Layout da produção	58
4.5.4 Puxar.....	64
4.5.4.1 Produção Nivelada.....	64
4.5.4.2 Sistema Puxar	70
4.5.4.3 Kanban.....	72
4.5.5 Perfeição.....	72
4.5.5.1 Conceito	72
4.5.5.2 TQM.....	73
4.5.5.3 C.C.Q (Circulo de Controle da Qualidade)	77
4.5.5.4 Jidoka.....	79
4.6 MARCO TEÓRICO	79
5 ESTUDO DE CASO – KAWASAKI S.A.....	83
5.1 SELEÇÃO DA EMPRESA E COLETA DOS DADOS	83
5.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	83
5.3 DETERMINAÇÃO DO VALOR	88
5.4 FLUXO DE VALOR KAWASAKI	90
5.5 ANÁLISE DE DADOS	92
5.6 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA E A TEORIA	99
6 CONCLUSÃO.....	102
7 DICIONÁRIO.....	104
8 REFERÊNCIAS	105

1 INTRODUÇÃO

Recentemente o Brasil começou a receber inovações tecnológicas e organizacionais desenvolvidas pelos países europeus, EUA e Japão. As principais causas desta defasagem de práticas e de desempenho produtivos entre o Brasil e os países desenvolvidos são: a tardia abertura econômica, a política brasileira industrial contra importações e os estímulos artificiais às exportações, a ausência de investimento nacional no desenvolvimento da ciência e tecnologia articulando empresas e instituições, além de um mercado pequeno de consumidor.

Atualmente a realidade brasileira é outra, na qual se estabeleceu a formação de um ambiente produtivo diversificado, os investimentos em novas fábricas, a entrada de multinacionais, o que acabou trazendo novas técnicas e métodos de produção. Em paralelo ao acontecimento da abertura econômica, está o aumento da competição entre empresas, sobrevivendo aquela que obter os melhores resultados com menor custo possível.

E o novo sistema trazido há pouco tempo ao Brasil e que teve sua introdução facilitada pelas empresas japonesas (como a Sony, Toshiba, Pioneer, Toyota e Kawasaki) é o Sistema de Produção Enxuta. Há algum tempo o lema "ser enxuto" tornou-se palavra de ordem das empresas em todo mundo. No mundo globalizado e competitivo atual, não há espaço para as mazelas e ineficiências do sistema de produção em massa. O protecionismo estatal e a ausência de competitividade em alguns ramos de negócio, que antes custeavam os desperdícios do sistema de produção em massa, são fatores praticamente extintos da economia mundial. A competitividade imposta pela nova ordem econômica tem pressionado as organizações a se tornarem eficientes e rentáveis.

O sistema de produção desenvolvido pela Toyota, popularizado pelo termo de Sistema Produção Enxuta (*Lean Production*), tem correspondido com as expectativas das empresas no que tange à necessidade de tornarem-se competitivas. A filosofia de Produção Enxuta tem eliminado os desperdícios antes inerentes aos processos de produção em massa.

O fato é que, além da filosofia Toyota de produção ser uma poderosa aliada na melhoria das empresas de manufatura, a integração de suas ferramentas com outras, desenvolvidas em empresas japonesas e ocidentais, pode alavancar os benefícios gerados pela implantação de uma manufatura enxuta. Ferramentas enxutas podem ser integradas ao processo de implementação do

Sistema de Produção Enxuta, aumentando assim as possibilidades de sucesso e os benefícios alcançados.

Os principais resultados apresentados pelo sistema são: a) diminuição de estoque; b) diminuição de *lead time*; c) diminuição do espaço físico; d) diminuição da taxa de refugo e retrabalho; e) maior comprometimento dos funcionários; f) aumento substancial da produtividade; g) maior confiança entre empresa – fornecedor; e h) aumento da taxa de satisfação dos clientes. O sistema acabou possibilitando a criação de uma série de benefícios que proporcionam um forte diferencial competitivo (tanto em custo quanto na qualidade) para a empresa no meio em que atua. Com esses resultados brilhantes, o Sistema de Produção Enxuta, conhecido como um novo paradigma da produção, passou a ser estudado nas universidades brasileiras e implementado não somente nas empresas multinacionais estrangeiras instaladas no Brasil – principalmente as japonesas e americanas -, mas também nas nacionais. Em 2003, no intuito de pulverizar este novo conceito, fundou-se também no Brasil o *Lean Institute*, instituição sem fins lucrativos orientada para criar uma rede de empresas locais praticantes e dedicadas à disseminação de um conjunto de idéias conhecidas como Mentalidade Enxuta, ou *Lean Thinking*. Além de permitir oportunidades de aprendizado e compartilhamento de experiências entre empresas, visa ajudar a viabilizar e a implementar os próximos passos das práticas e conceitos enxutos, assim como desenvolver e disseminar novas ferramentas em empresas avançadas. O *Lean Institute* está articulado com o *Lean Enterprise Institute*, entidade com os mesmos fins, que tem como Presidente Sr. James Womack, professor do MIT – criador do termo *Lean* nos EUA, e ao *Lean Institute Europe* cujo Presidente é o Sr. Daniel Jones.

Conhecer melhor este novo Sistema, que tem aberto várias discussões no campo das organizações, é o objetivo deste Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Administração da Universidade Federal de Santa Catarina. O estudo profundo do Sistema de Produção Enxuta e a observação, através de um estudo de caso, para certificar se os conceitos e ferramentas enxutas estão sendo implementadas, na prática, no Brasil, utilizando para o estudo a empresa japonesa Kawasaki Aeronáutica do Brasil.

1.1 Tema-Problema

O que seria o Sistema de Produção Enxuta e suas funcionalidades e o quanto a Kawasaki Aeronáutica do Brasil (KAB) é uma empresa enxuta?

1.2 Importância

Como abordado na introdução, as exigências pelo próprio mercado de melhorias nos métodos de produção que proporcionem produtos de melhor qualidade, porém com um custo de aquisição menor, proporcionou a grande importância do estudo deste problema. O termo Produção Enxuta ainda é pouco divulgado nas universidades brasileiras, por outro lado, tem gerado grandes ganhos às empresas que aplicam seus conceitos e ferramentas. Neste cenário oportuno, de pouco conhecimento sobre o tema, que advém a importância deste trabalho, oferecendo um maior esclarecimento conceitual do sistema de Produção Enxuta e de suas ferramentas de aplicação para justificar suas vantagens. Isto será feito através da utilização do estudo de caso na empresa Kawasaki. Além disso, o trabalho serve como base, diagnosticando o estado atual da empresa Kawasaki para, posteriormente, dar continuidade a um projeto de implementação de melhorias do Sistema de Produção Enxuta.

1.3 Justificativa

Como justificativa deste trabalho é considerado o fato de se tratar de um tema pouco conhecido no Brasil, moderno e revolucionário e que tem gerado grandes mudanças nas organizações que implementaram ou estão em fase de implementação.

1.4 Limitações da Pesquisa

As limitações da Pesquisa foram:

- Tema ainda muito novo e com pouca bibliografia específica, especificamente sobre a Produção Enxuta no mercado brasileiro;
- Existem poucas empresas instaladas no Brasil que têm o conhecimento sobre a Produção Enxuta, e insignificante o número daquelas que aplicam;
- Dificuldade na coleta de informações, pelo fato da empresa em estudo se localizar distante do pesquisador.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O estudo teórico da chamada Produção Enxuta e sua verificação na prática numa empresa japonesa instalada no Brasil. Através da pesquisa exploratória sobre o Sistema de Produção Enxuta e o estudo de caso, procurando identificar o nível em que se encontra a aplicação do sistema na referida empresa.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever a estrutura teórico-conceitual do Sistema de Produção Enxuta;
- Identificar a aplicação de Produção Enxuta na empresa.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A seguir serão discutidos os aspectos metodológicos considerados na realização deste trabalho.

3.1 Perguntas de Pesquisa

A partir do objetivo geral do trabalho, foram definidas as seguintes perguntas de pesquisa:
(Os itens abaixo deverão ser respondidos como sim, não ou em fase de implementação)

Quanto à cultura

1. Os funcionários participam na identificação de desperdícios e na construção de melhorias contínuas?

Quanto à concepção do produto

2. Ocorre a integração entre a engenharia aeroespacial e a engenharia industrial no desenvolvimento estrutural do projeto de um novo produto? Existe a identificação do valor?

Realiza o mapeamento do fluxo de valor?

Quanto ao fluxo contínuo

3. Aplica-se a filosofia do *just-in-time*?
4. Pratica-se a política de baixo nível de estoque?
5. Pratica-se a reengenharia do processo de produção?
6. Existe atividade para redução de tempo de ciclo?
7. As estratégias de manufaturas são ágeis?
8. As técnicas de trocas de ferramentas são rápidas?
9. A fábrica está focalizada para o sistema de produção?
10. Aplica-se a técnica *kanban*?
11. Busca-se comprimir gargalos e eliminar filas?
12. Existe treinamento para instrução dos funcionários quanto ao conhecimento de métodos de identificação e análise de problemas e controle estatísticos?

Quanto ao TPM (Manutenção Produtiva Total)

13. Aplica-se o programa de Manutenção Total da Produção?
14. O planejamento e as estratégias são programados?
15. Aplica-se a manutenção preventiva e preditiva?
16. Existe programa de melhoria em segurança?

Quanto à busca da perfeição

17. Existem os programas de melhoria contínua?
18. Existem os programas de administração para qualidade?
19. Aplica-se o TQM (*Total Quality Management*)?
20. Aplica-se o círculo de controle da qualidade?

Quanto ao layout

21. O arranjo físico é em células multidisciplinares?
22. É aplicado o programa de 5Ss?

Quanto à tecnologia

23. Os equipamentos e ferramentas são personalizados para a produção da empresa?
24. Aplica-se o controle visual da produção?
25. Aplica-se o sistema ERP?
26. É programada a capacidade produtiva?

Quanto ao cliente

27. Existem programas de reabastecimento contínuo para o cliente?
28. Ocorre a participação dos clientes no desenvolvimento de um novo produto?
29. Efetua-se avaliação da satisfação do cliente?

Quanto ao fornecedor

30. Fornecedores chave entregam na fábrica pela base do *just-in-time*?
31. Os fornecedores administram o estoque?
32. Os fornecedores se comprometem contratualmente na redução de custos?
33. Os Fornecedores estão envolvidos desde o início com o desenvolvimento de novos produtos?

34. A empresa participa na melhoria contínua de processos, eliminando desperdícios, de seus fornecedores?
35. Ocorre integração com os fornecedores para estabelecimento de custo presente e futuro e não em preço unitário?

3.2 Escolha do Método de Pesquisa e das Técnicas de Coleta de Dados

Com o propósito de se responder às perguntas de pesquisa estabelecidas para este trabalho, é empregada uma abordagem de pesquisa descritiva.

A pesquisa descritiva envolve apenas o exame de um fenômeno sem resultar numa proposta de modificação. (DANE, 1990). Nesse tipo de pesquisa, as informações são observadas, registradas, analisadas e correlacionadas, sem serem manipuladas. (CERVO & BERVIAN, 1983).

Considera-se a abordagem de pesquisa descritiva adequada a este trabalho, pois o objetivo é analisar a produção enxuta e seus processos de implementação, determinando-se o relacionamento existente entre eles, sem, contudo modificá-los.

Para a coleta de dados neste trabalho foi utilizada a técnica de análise documental, de observação direta e de entrevista focalizada.

A técnica de análise documental refere-se ao estudo de documentos. Considera-se aqui a definição de documento, no sentido mais amplo, como sendo toda e qualquer base de conhecimento fixada materialmente e acessível para consulta. (PÁDUA, 1997). Ou seja, são considerados como documentos os materiais que descrevam o funcionamento do Sistema de Produção Enxuta e que representem as características do processo de implementação.

A observação direta possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o objeto de estudo. Essa técnica permite que o pesquisador recorra aos seus conhecimentos e experiências pessoais como auxiliares no processo de compreensão e interpretação do fenômeno estudado. (LÜDKE & ANDRÉ, 1996).

A entrevista focalizada baseia-se em um roteiro pré-definido, contendo os tópicos sobre o problema que vai ser estudado, mas o pesquisador tem a liberdade para não abordar algumas das questões e incluir novas perguntas à medida que a entrevista evolui. (MARCONI & LAKATOS, 1990).

Na elaboração de todos os roteiros de entrevista, neste trabalho, foram observadas as considerações feitas para formular perguntas que estimulem respostas descritivas e analíticas;

possibilitar uma flexibilidade quanto à ordem de apresentação das questões e manter o controle dos objetivos a serem atingidos. (PÁDUA, 1997).

3.3 Fases de Pesquisas

De acordo com Cervo & Bervian (1983), a pesquisa descritiva pode assumir diversas formas. Este trabalho é subdividido em três fases principais, empregando-se três das formas de pesquisas citadas por esses autores: o estudo exploratório, o estudo descritivo e o estudo de caso.

O emprego de três formas de pesquisa descritiva visa a obtenção de uma análise sobre o tema do trabalho, que seja ao mesmo tempo abrangente e detalhado.

Além das fases das pesquisas descritivas, citadas anteriormente, são realizadas outras três fases complementares: a definição do trabalho, a pesquisa bibliográfica e a avaliação dos resultados. Todas estas fases da pesquisa são descritas detalhadamente a seguir.

Definição do Trabalho

A definição do trabalho compreende o estabelecimento do objetivo a ser cumprido, a determinação das perguntas de pesquisa, a escolha do método de pesquisa e das técnicas de coleta de dados, a definição das fases da pesquisa e das etapas do trabalho e, por fim, a seleção do tema Produção Enxuta.

Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica neste trabalho é realizada conforme os objetivos estabelecidos por Dane (1990) e Cervo & Bervian (1983), os quais são: evitar duplicidade de pesquisa; evitar problemas ocorridos em trabalhos anteriores; determinar a contribuição da pesquisa para a base de conhecimento; obter fundamentação teórica para o desenvolvimento do projeto.

Estudo Exploratório

O estudo exploratório é recomendável nos casos em que há pouco conhecimento sobre o problema a ser estudado. Além disso, os estudos exploratórios são importantes para obtenção de uma nova percepção ou mesmo para a descoberta de novas idéias sobre o tema da pesquisa. (CERVO & BERVIAN, 1983).

Assim, inicialmente, considerando-se que o tema deste o trabalho ainda é pouco estudado na literatura científica, é pertinente realizar um estudo exploratório dos aspectos funcionais e de integração do método de Produção Enxuta em um processo claro de implementação.

A restrição a somente um processo de implementação deve-se a grande variabilidade que pode existir em decorrência de fatores como o setor da indústria, a tecnologia do produto, o grau de inovação, a localização da fábrica, entre outros. Fases de implementação, inclusive, podem ser prejudicadas devido a essas variáveis, mas que não serão estudadas neste trabalho podendo ser uma sugestão para próximos. Desta forma, para que seja possível realizar a análise considerando os requisitos detalhados do processo de implementação, é necessário restringir o estudo exploratório a um processo específico.

Esta fase da pesquisa compreende a identificação das atividades do processo de implementação assim como o próprio conhecimento dos conceitos de Produção Enxuta e suas funcionalidades, e, conseqüentemente a comparação entre o sistema de produção em massa e o sistema de produção enxuta e a especificação dos pontos de diferenças.

Estudo Descritivo

Em seguida, a partir dos fundamentos obtidos no estudo exploratório, é realizado um estudo descritivo de uma aplicação piloto do sistema *Produção Enxuta*.

“O estudo descritivo compreende o estudo e a descrição das características, propriedades ou relações existentes em uma realidade estudada” (CERVO & BERVIAN, 1983, p.73), contribuindo de forma ilustrativa para o desenvolvimento do tema de pesquisa do Sistema de Produção Enxuta, denominado de Cenário, refletindo como uma empresa tem aplicado os métodos de Produção Enxuta e desenvolvido a mentalidade enxuta.

Estudo de Caso

Depois, é realizado estudo de caso para se caracterizar e avaliar a aplicação do sistema de Produção Enxuta no processo de produção da empresa.

O estudo de caso é uma pesquisa sobre um caso específico (CERVO & BERVIAN, 1983), com foco em suas características mais relevantes para o tema que se está pesquisando. (PÁDUA, 1997).

Dessa forma, com o estudo específico de uma empresa, são identificadas as funcionalidades do sistema de Produção Enxuta que são utilizadas no processo produtivo da mesma; são verificadas as funcionalidades que não foram empregadas ou estão em fase de implementação.

Avaliação de Resultados

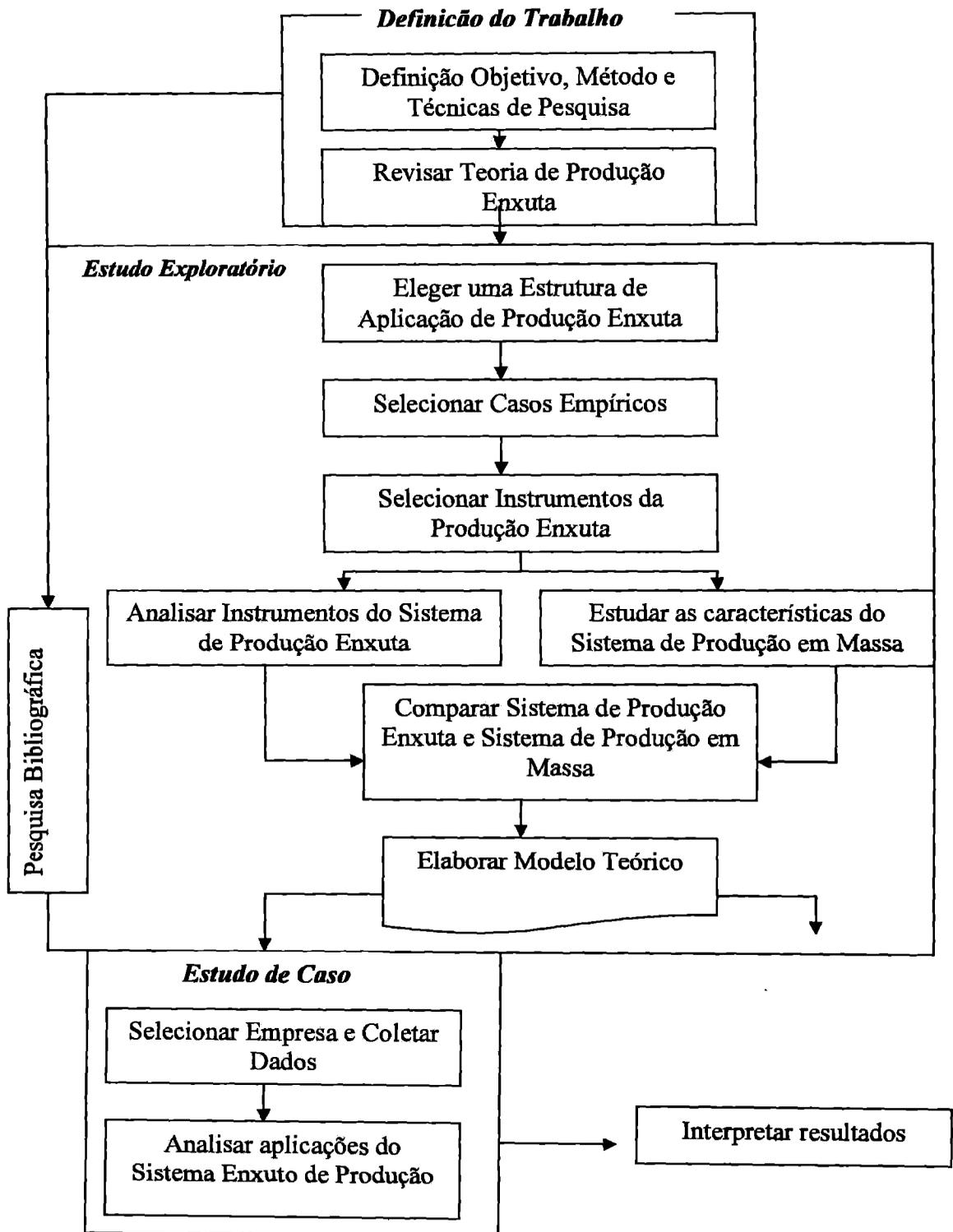
Finalmente, são discutidos os resultados observados, apresentadas as conclusões obtidas e realizadas sugestões para trabalhos futuros nesta área de pesquisa.

3.4 Etapas do Trabalho

A partir do método adotado e da determinação das fases que configuram a pesquisa são definidas as etapas do trabalho, nas quais são empregadas as técnicas de coleta de dados.

As etapas definidas para este trabalho em cada uma das fases da pesquisa são apresentadas na figura abaixo, na qual se tem os retângulos maiores, no fundo da figura, representa as seis fases da pesquisa, discutidas anteriormente. O nome de cada uma das fases é apresentado no canto superior esquerdo de cada um desses retângulos. Já os retângulos menores representam as etapas do trabalho, que são especificadas, como tarefas, por um verbo no infinitivo e um complemento. A seqüência lógica entre as etapas é representada por flechas que interligam os retângulos. O documento obtido como resultado de uma etapa é representado por um retângulo com a parte inferior curvilínea. As etapas do trabalho são discutidas detalhadamente após a apresentação.

Figura 1 - Fases da pesquisa e etapas do trabalho



Definição do Trabalho

Definir Objetivo, Método e Técnicas de Pesquisa

Esta etapa inicial compreende: a) o estabelecimento do objetivo a ser cumprido; b) a determinação das perguntas de pesquisa; c) a escolha do método de pesquisa e das técnicas de coleta de dados; e e) a definição das fases da pesquisa e das etapas do trabalho.

Revisar Teoria de Produção Enxuta

Em seguida, é selecionado o sistema de Produção Enxuta a ser analisado. Parte-se do pressuposto de que a escolha do sistema de Produção Enxuta deve ser de fonte recomendada pelas empresas que estão implementando em outras e pelas instituições renomadas de ensino.

Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é realizada praticamente ao longo de todo o trabalho. São definidos temas principais para direcionar a revisão da bibliografia: história do surgimento do Sistema de Produção Enxuta, conceitos e funcionalidades, práticas, ferramentas e métodos para sua aplicação, como por exemplo.

Infelizmente ainda não existem muitos trabalhos científicos publicados específicos à *Produção Enxuta*. Devido a essa limitação, a pesquisa bibliográfica é complementada com publicações sobre soluções específicas, tais como manuais e livros que foram fundamentais a construção do próprio sistema. Além disso, são consultados também periódicos não científicos, voltados às áreas de tecnologia da informação e de negócios.

Estudo Exploratório

Selecionar Processo de Aplicação

O estudo exploratório é iniciado com a seleção de um processo de aplicabilidade do sistema de Produção Enxuta.

Pressupõe-se que o processo de aplicação deve ser bastante amplo, englobando as etapas características de implementação do sistema, desde o fornecedor até a entrega do produto ao cliente. Além disso, o processo de aplicação deve ser atual e incluir as melhores práticas utilizadas pelas empresas para implementação.

Eleger uma Estrutura de Aplicação de Produção Enxuta

Nesta etapa, o modelo de referência do processo de aplicação selecionado para o estudo exploratório é obtido, estudado e preparado para as etapas seguintes do trabalho.

Considera-se que o processo já esteja modelado, ou seja, que o modelo de referência do processo exista e esteja disponível. Mas, ainda, o grau de abstração utilizado na representação deve ser tal que o modelo descreva, pelo menos, as atividades, as informações, os recursos e a forma organizacional do processo.

O estudo do modelo de referência do processo de aplicação do sistema em questão é realizado empregando-se a técnica de análise documental. Tal estudo envolve uma análise detalhada de cada uma das atividades do processo, considerando os elementos responsáveis por sua constituição e os recursos necessários.

Em seguida, o modelo é preparado para as etapas seguintes do trabalho.

Selecionar Instrumentos da Produção Enxuta

Nesta etapa procura-se identificar funcionalidades adicionais do Sistema de Produção Enxuta que podem ser utilizadas no desenvolvimento de aplicação do mesmo e que não são localizadas diretamente nos modelos encontrados. Para isso são realizadas duas atividades baseadas em técnicas de pesquisa distintas: a observação direta e a entrevista focalizada.

Na observação direta, o pesquisador parte do modelo de referência do processo de aplicação e procura instrumentos usados no Sistema de Produção Enxuta que possam ser utilizados para apoiar as atividades do processo. E a entrevista focalizada para obtenção de dados e informações mais precisas e consistentes.

Analisar Instrumentos do Sistema de Produção Enxuta

As funcionalidades do Sistema de Produção Enxuta podem ser utilizadas para apoiar as atividades do processo de aplicação, ou seja, sua viabilidade de aplicação nas fábricas, e

possivelmente, na empresa. Neste primeiro momento, verifica-se as características das funcionalidades através de uma análise em toda documentação e estudos disponíveis sobre o sistema (livros de referência, artigos, apostilas de cursos, sites, apresentações, e outras fontes de informações que são relevantes e confiáveis).

Estudar as características do Sistema de Produção em Massa

Paralelamente ao estudo da Produção Enxuta, é estudado o sistema que vai contra o pensamento enxuto, por isso é necessário realizar um estudo das principais características marcantes da produção em massa para fazer comparações necessárias.

Comparar Sistema de Produção Enxuta e Sistema de Produção em Massa

Nesta etapa acontece a comparação entre o sistema de produção enxuta e o de produção em massa.

Estudo de Caso

Selecionar Empresas e Coletar Dados

Nesta etapa é selecionada a empresa que será analisada e são coletados os dados que caracterizam a aplicação da Produção Enxuta no processo de fabricação.

A escolha da empresa é realizada com base em critérios previamente estabelecidos. Pressupõe-se que a empresa, primeiramente, seja japonesa para que haja o melhor entendimento do que este trabalho vem a propor, e que já esteja em fase de implementação do processo enxuto de produção. Observando esses dois critérios, é escolhida a empresa analisada nesta fase da pesquisa.

A coleta de dados nos estudos de caso é efetuada por meio de entrevistas e questionários focalizados com membros das empresas e clientes, os quais possuam bons conhecimentos da forma de aplicação da Produção Enxuta no processo produtivo. A preparação para as entrevistas e questionários compreende a elaboração prévia de um roteiro que compreende a especificação de critérios para a escolha dos membros das empresas a serem entrevistados e a definição dos entrevistados.

Analisar a Aplicação do Sistema de Produção Enxuta na empresa

Os dados obtidos nas entrevistas e questionários realizados na etapa anterior, referentes à aplicação da Produção Enxuta no processo de produção da empresa estudada, são apresentados e discutidos.

Avaliação dos Resultados

Os resultados observados no estudo exploratório, no estudo descritivo e nos estudos de caso são avaliados e discutidos. São também apresentadas as conclusões obtidas, relacionadas tanto com o tema da pesquisa quanto com o método empregado.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 História do surgimento do termo Produção Enxuta e seu significado

Logo após o fim da Segunda Guerra Mundial, os japoneses iniciaram a produção de carros de passeio. A princípio desejavam utilizar métodos da produção em massa, que haviam sido estudados por diversos administradores japoneses nos Estados Unidos. No entanto, a tentativa em produzir automóveis em larga escala esbarrou numa série de problemas, sendo um deles a limitação do mercado japonês, pois ao contrário do mercado norte americano, demandava diversos modelos diferentes de automóveis, sendo que, cada modelo não possibilitava escala para produção em massa. A força de trabalho nativa do Japão organizou-se formando sindicatos fortes que exigiam maiores garantias de emprego, conseguindo restringir bastante os direitos das empresas de demitir empregados, o que ocorre com frequência na produção em massa; e a economia do país, devastada pela guerra, não dispunha de recursos para realizar os altos investimentos necessários para a implantação da produção em massa.

Premidas por essas dificuldades, a *Toyota*, inicialmente, e a *Nissan*, posteriormente, no desafio de suceder contra a produção em massa do ocidente interessado em ingressar no mercado japonês, criaram novos métodos de produção e administração e de controle de custos. O conjunto desses métodos foi denominado de Produção Enxuta. Seu criador foi Taiichi Ohno, engenheiro da *Toyota* e seus colaboradores.

Há 17 anos, no escritório de Womack no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), ele foi vítima de um momento mágico: o nascimento de um novo termo. Enquanto estavam preparando a publicação de um novo artigo sobre o Programa Internacional de Veículos a Motor e, justamente, precisavam de uma etiqueta que descrevesse o fenômeno observado nos seus estudos sobre a gigante Toyota, surgiu o termo. Depois de várias tentativas que não pareciam bem corretas, John Krafcik, um dos pesquisadores, sugeriu o nome do sistema, incluindo projeto, produção, compra e elementos de serviço ao consumidor, pelo que o Sistema faz.

Então eles escreveram no quadro branco os atributos desempenhados pelo Sistema *Toyota*, comparado-o com o sistema tradicional em massa de produção que resultou:

- a. Necessita menos esforço humano para projetar, fazer e servir os produtos;
- b. Requer menos investimentos para um aumento da capacidade produtiva;
- c. Cria produtos com poucos defeitos de entrega e diminui a devolução de produtos em processamento

- d. Utiliza poucos fornecedores, porém de alta competência;
- e. Estende-se da concepção até o lançamento, ordem até entrega e problema até reparo, em menos tempo e com menos esforço humano;
- f. Pode com um custo eficiente, produzir produtos em menor volume com uma ampla variedade para sustentar preço no mercado assim como aumentar a participação no mercado;
- g. Necessita de menos estoque em cada etapa, desde o pedido até a entrega, assim como no sistema de serviços prestados; e
- h. Diminui as causas trabalhistas, etc.

Depois de muitas olhadas sobre esta lista, subentendeu-se que eram necessários menos de tudo para criar um aumento de valor, portanto denominou o feito de “*Lean*”, que traduzido para o português significa enxuto. Parecia ser tão simples no primeiro momento, mas logo, a equipe aprendeu que a criação de um novo termo é parecida com o nascimento de um bebê. Os pais têm idéias claras sobre como eles querem que sua prole se comporte, mas na realidade as crianças têm seu temperamento próprio na maioria das vezes.

Com o passar do tempo, a equipe do MIT percebeu que acabaram de construir uma Torre de Babel. O termo começou a ser aplicado muito vagamente e usado para significar muitas coisas: objetivos (alta qualidade, baixo custo, curto *lead time*), métodos gerais (*just-in-time*, *jidoka*¹), ferramentas específicas (*kanban*, *poka-yoke*), e a fundação básica (*heijunka*, padronização de trabalho e *kaizen*, construir um processo estável). Para todos estes (métodos, ferramentas específicas e fundação básica) foi utilizado o termo ferramenta do Sistema de Produção Enxuta.

As principais características do Sistema de Produção Enxuta são (Womack & Jones, 2003):

- a. A força de trabalho passa a ser remunerada de acordo com o tempo de serviço e parte do salário é transformada em bônus vinculado à rentabilidade da companhia. Além disso, passa a existir um vínculo permanente entre empregado e empresa, pois o trabalhador passa a ter a garantia de emprego permanente e, em contrapartida, tem a remuneração reduzida em épocas de baixa rentabilidade da empresa;
- b. A linha de produção passa a funcionar em função da demanda real do mercado e não mais em função de previsões de mercado feitas por departamentos internos. Assim, só são produzidos os modelos para os quais há demanda;

¹ os significados das palavras japonesas utilizadas neste trabalho encontram-se no dicionário.

- c. Os novos métodos de produção permitem grande flexibilidade da linha de montagem com reduzidos tempos de ajuste de máquinas e trocas de ferramentas;
- d. Os estoques são reduzidos praticamente a zero e os fornecedores passam a produzir e entregar na linha de montagem pequenos lotes de peças;
- e. O número de peças compradas de terceiros aumenta ao mesmo tempo em que o número de peças de fornecedores diminui. A relação entre montadora e fornecedores passa a ser de parceria e em longo prazo;
- f. Os funcionários são conscientizados através de programas de treinamento e passam a buscar sempre a melhor qualidade, o que permite a diminuição do número de trabalhadores indiretos como supervisores e inspetores de qualidade e, ainda, permite elevar o nível de qualidade dos produtos, reduzindo os índices de refugos e de reclamações e de (re)trabalho;
- g. As engenharias de fábrica e de manufatura são incorporadas pela engenharia de produtos fazendo com que ferramentas, máquinas e processos de fabricação possam ser definidos e projetados em paralelo ao projeto do produto, reduzindo o tempo total de projeto e o desenvolvimento de um novo produto;

O objetivo principal da Produção Enxuta é o de atender às necessidades dos consumidores. Para isso, foram montados enormes bancos de dados sobre os consumidores japoneses e americanos, seus lares e suas preferências de compras.

Infelizmente, o termo vem sendo usado de forma incorreta ou estreita demais, excluindo partes essenciais do significado. Recentemente, John Womack disponibilizou em seu *site* oficial os verdadeiros significados do termo Produção Enxuta. Os quais são:

- a. Sempre inicia com o consumidor;
- b. O cliente quer valor: os bens ou serviços certo na hora, lugar e preço certo, com uma qualidade perfeita,
- c. Valor em qualquer atividade – bens, serviços ou combinação – é sempre o resultado final de um processo (projeto, manufatura, serviço externo para clientes e processos internos de negócios para clientes internos);
- d. Cada processo consiste em uma série de etapas que precisa ser levada corretamente numa seqüência e em tempo apropriados;
- e. Para maximizar o valor do cliente, essas etapas devem ser almejadas com desperdícios zero;
- f. A fim de alcançar o desperdício zero, cada etapa que forma o processo de criação de valor deve ser valiosa, competente, útil, adequada e flexível. Sendo que os mesmos devem fluir

perfeitamente e rapidamente de uma etapa para a próxima conforme o puxar do cliente. (Este foi o método como a *Toyota* encontrou para identificar e eliminar desperdícios);

g. Um verdadeiro processo enxuto é um processo perfeito: perfeição na satisfação dos desejos de valor dos clientes com desperdícios zero;

h. Pode-se afirmar a inexistência de um processo perfeitamente enxuto, talvez seja o mesmo que falar em desenvolvimento sustentável. Mas a questão relacionada ao pensamento enxuto é exatamente a busca contínua da perfeição, ou seja, uma jornada que nunca acaba concernente ao processo enxuto.

Durante todo desenvolvimento deste trabalho, a separação de técnicas, ferramentas e etapas é primordial para o entendimento deste novo conceito que vem gerando polêmicas no mundo organizacional. Porém todas as técnicas, os objetivos, os métodos, as ferramentas e os elementos fundamentais devem ser combinados. Um exemplo claro, dito pelo Womack, é que nenhum processo conseguiria ser competente, útil ou de fluir contínuo sem a padronização do trabalho. E não teria nenhuma melhoria em qualquer processo, sem a aplicação rigorosa do *kaizen*. Somente quando todo arsenal é desdobrado e há uma perseguição ao processo perfeito que pode ser criado um valor perfeito para o cliente.

Inicialmente muitas empresas enxergavam o *Lean* apenas na área de produção. Atualmente, explora-se o *Lean Enterprise*, ou seja, a filosofia *Toyota* aplicada a todas as dimensões dos negócios de uma organização.

4.2 Pensamento enxuto contra desperdício

4.2.1 Entender o significado de desperdício

O racional atrás do movimento enxuto concentra-se em remover desperdícios que se encontra, tanto dentro das empresas quanto entre as empresas. A identificação deles é o fundamento para a construção de uma cadeia de valor enxuta, mais tarde explicada. Será visto que aumentar produtividade é lidar com operações enxutas, as quais buscam expor desperdícios e problemas com qualidade no sistema.

Segundo Shingo (1996), desperdício é qualquer atividade que não agrega valor às operações, sendo necessárias o mais rápido possível descartá-las, buscando, então, processar apenas aquelas atividades que realmente agregam valor ao produto. Antes de descrever os tipos de desperdícios e como efetuar melhorias significativas, é necessário diferenciar, na produção, os processos das operações. Os processos são as etapas de transformação da

matéria-prima em produto final determinando assim o fluxo do produto. Já a operação são todas as ações que efetivam a transformação, ou seja, “a interação do fluxo do equipamento e operadores no tempo e no espaço” (SHINGO, 1996), determinando desta forma, o fluxo de trabalho. Especialistas na aplicação do Sistema da Produção Enxuta nas empresas, como Womack, Hines, Shingo, entre outros, recomendam que primeiro deve-se analisar os processos e melhorá-los para então buscar melhorar as operações.

Garantir ao cliente final um produto que contenha apenas os elementos que realmente agregaram valor a ele é realizar um ponto importante do Sistema de Produção Enxuta, o de identificação de desperdícios e eliminação deles o mais rápido possível.

4.2.2 Identificar Desperdício

Sete são os tipos de desperdícios identificados por Shingo (1996) como parte do Sistema *Toyota* de Produção:

1 Superprodução

É a produção excessiva de produtos antes mesmo de vendê-los. Produzir em excesso ou produzir antecipadamente, resultando no travamento do fluxo de informações ou perdas por excessos. Diminuir *set up*, sincronizar produção com a demanda e compactar o *layout* da fábrica são ações intrínsecas para diminuição deste tipo de desperdício.

2 Defeitos

São os erros freqüentes na realização do trabalho, na qualidade do produto, ou no baixo desempenho de entrega. No ocidente é tido como normal o aparecimento de irregularidades, portanto, obriga-se a ter estoques de segurança ao longo da linha de produção, na qual uma etapa cobre o erro da que a antecede. “A solução japonesa é fazer justamente o inverso: retirar estoques de segurança para fazer aparecer as irregularidades e extirpar as causas subjacentes às mesmas” (SHONBERGER, 1993, p.36).

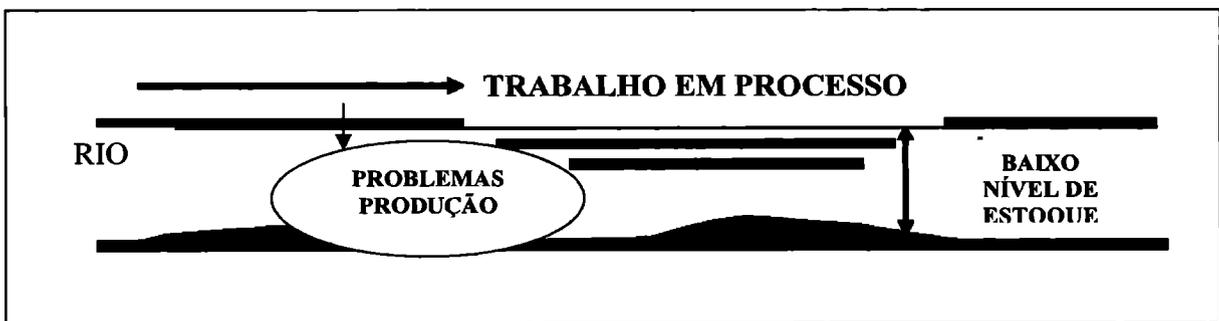
Abdlhamid (2004) utiliza um rio para comparação dos princípios da produção em massa e dos princípios de produção enxuta. Observando as figuras abaixo, um alto nível de água não faz com que o barco veja os cascalhos, rochas, ou seja, que o alto nível de estoque mascara os problemas de produção impossibilitando a sua identificação e seu devido conserto.

Quadro 1 - Produção em massa



Fonte: ABDLHAMI, 2004

Quadro 2 - Sistema de Produção Enxuta



Fonte: ABDLHAMI, 2004

Do outro lado, a produção enxuta trabalha com estoques baixos favorecendo justamente o aparecimento de defeitos, erros e irregularidades e sua respectivas soluções imediatas.

3 Estoque excessivo

Estocagem excessiva e atraso de informações ou produtos, resultando num custo excessivo e um baixo nível de serviço ao cliente.

4 Processos inapropriados

Durante os processos de trabalho, usa-se o conjunto de ferramentas, procedimentos ou sistemas inadequados. Muitas vezes, simplificar ajuda a ser mais eficaz.

5 Transporte excessivo

Movimentos excessivos de pessoas, informações e produtos resultando em desperdícios de tempo, esforços e custos. Primeiro, deve-se eliminar os transportes e armazenamento possíveis e depois racionalizar o arranjo físico.

6 Esperas

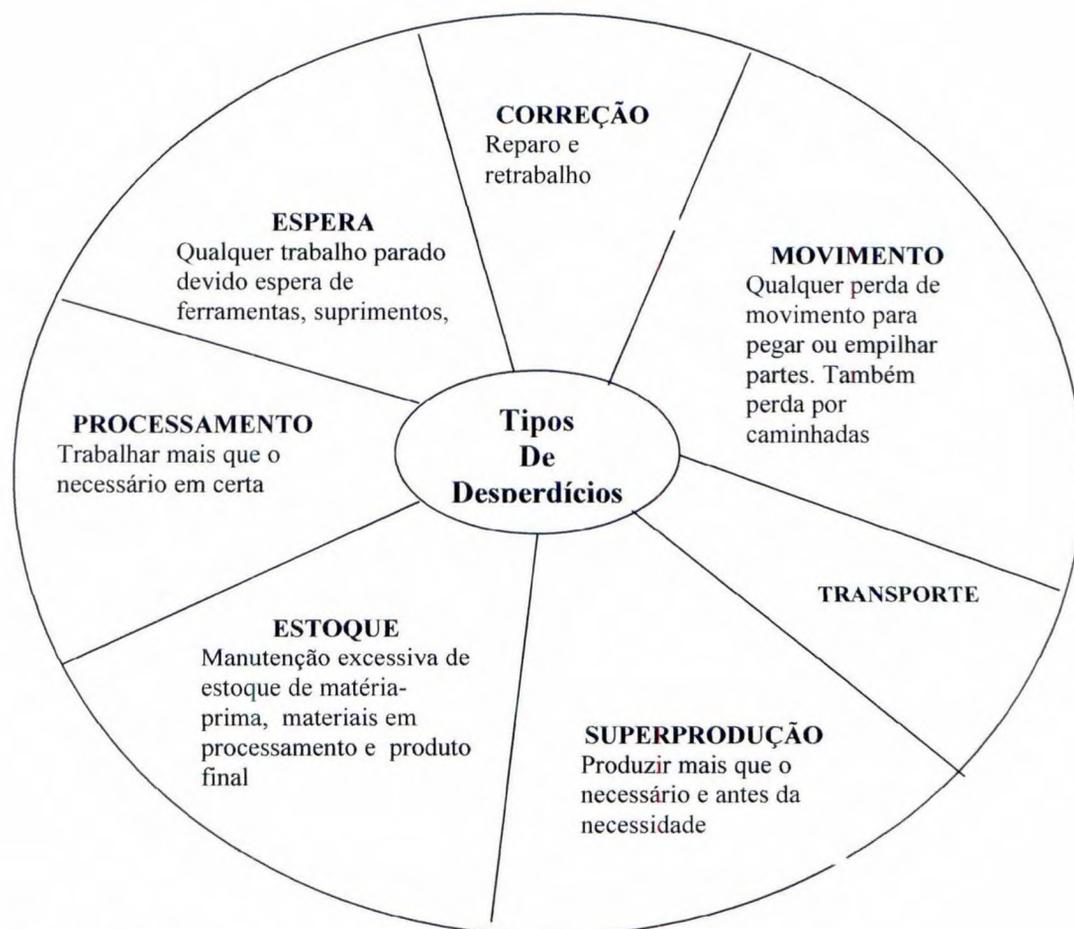
Longos períodos de inatividade de pessoas, informações e bens, resultando num mau fluxo e longo *lead time*. Deve-se fazer a sincronização do fluxo de trabalho e balanceamento das linhas de produção.

7 Movimentos desnecessários

Local de trabalho desorganizado, resultando deficiências ergonômicas, excessivos dobramentos e estiramentos e freqüentes perdas de itens. Estudos de Métodos e Movimentos visa economizar e dar consistência a todos movimentos necessários, consecutivamente, aumentando a produtividade e diminuindo tempos de processos produtivos.

Na figura abaixo, o pesquisador resume em um círculo contendo todos os sete tipos de desperdícios existente numa empresa, identificados por Shingo.

Figura 2 - Resumo dos sete tipos de desperdícios



Fonte: Própria

De acordo com Hines e Taylor (2000), quando se fala em desperdício, é importante definir três diferentes tipos de atividades nas empresas:

a. Atividades que agregam valor.

Essas são as atividades que aos olhos do cliente final fazem com que o produto ou serviço tenha mais valor. Como por exemplo, a conversão de água, cevada maltada e lúpulo, fermentados por levedura em cerveja, descrevendo o processo de fabricação da cerveja é possível identificar quais são as atividades que realmente são essenciais para que o processo continue, o restante é desperdício. Segundo Womack (2003), definir atividade que agregue valor é simples, basta realizar sempre a seguinte pergunta: se o seu cliente ficaria feliz em pagar por isto?

b. Atividades que não agregam valor.

Aquelas atividades que, aos olhos do consumidor final, não fazem com que o produto ou serviço tenha mais valor e não são necessárias diante das circunstâncias. Tais atividades,

portanto, assim que identificadas devem ser eliminadas por serem claramente desperdício de “energia”. Um exemplo comum seriam as transferências de um tamanho de container para outro menor, assim podendo movê-lo pela fábrica.

c. Atividades que não agregam valor, porém são necessárias.

Aquelas atividades que, segundo os clientes, não faz um produto ou serviço ter mais valor, porém são necessárias, a menos que os “processos atuais de suprimento sejam radicalmente mudados” (HINES & TAYLOR, 2000). Um exemplo deste tipo seria a inspeção de cada produto no final do processo, porque ele usa uma máquina velha de baixa confiança.

Referente aos três tipos descritos acima, estudos realizados pelo *Lean Institute* em várias empresas adeptas, mostram na média, as seguintes proporções quanto às atividades de chão de fábrica e fluxo logístico:

- 5% são atividades que agregam valor;
- 60% atividades que não agregam valor;
- 35% necessárias, porém não agregam valor.

Piora ainda mais quando se estuda o ambiente das informações (escritório, distribuição e vendas) que cercam a empresa, é identifica a razão do total da cadeia de valor:

- 1% valor agregado;
- 49% valor não agregado;
- 50% necessário, porém não agrega valor.

Diante desses dados, confirma-se que nas empresas que realizaram ou estão realizando a mudança de pensamento em massa para enxuta, uma quantidade considerável de desperdícios é esperada.

O bom conhecimento dos tipos de desperdícios e a separação das atividades proporcionaram o começo do processo de implementação do Sistema de Produção Enxuta nas empresas.

4.3 Pré-implementação

Esta fase antecede o processo de implementação dos princípios do Sistema de Produção Enxuta.

4.3.1 Necessidade de mudar

“O bom senso está sempre errado” (WOMACK & JONES, 2003, p.240), esta era uma das fases prediletas de Ohno (“Pai do Sistema de Produção Enxuta”). Ohno sempre buscava um

jeito de fazer mais eficaz, uma alternativa melhor. Inúmeras mudanças que ocorreram na *Toyota*, principalmente na década de 50, deu-se seguida de crises. “A criatividade e perfeição do Sistema da *Toyota* foi uma conquista impressionante” (WOMACK & JONES, 2003 p. 243). Para isso, foi necessário repensar e reinventar constantemente os meios de produção, procedimentos, *layout* e produtos. Segundo Harmon & Peterson (1991), a chave para superar os competidores não consiste em “seguir o líder”, mas em se tornar o líder. E foi exatamente isto que a *Toyota* começou a perseguir após a década de 40.

A Teoria de Body intitulada de “Destruição e Criação” esboça a capacidade do ser humano em construir o mundo exterior assim como destruir e reconstruir sobre uma atividade dialética. (MINTZBERG, 2000)

Para compreender e competir com seu ambiente, mentalmente é desenvolvido padrões e conceitos. O propósito deste papel é de esboçar o como se constrói padrões para permitir ambos, ou seja, modelar e ser modelado, mudando o cenário. Neste contexto, a discussão também mostra literalmente porque não se pode evitar este tipo de atividade se se pretende sobreviver. “A atividade é dialética por natureza gerando ordem e desordem, combinados para uma mudança e expansão do universo observado na realidade” (BODY apud MINTZBERG, 2000, p.140).

4.3.2. O papel do agente de mudança

Assim como no caso da *Toyota*, o primeiro a iniciar a mudança de produção em massa para a produção enxuta e cujo líder de execução entre eles foi Ohno, todas as empresas que desejam o mesmo devem encontrar um líder certo com o conhecimento certo para chefiar uma árdua empreitada. Pelo fato de ser uma tarefa cujo esforço, dedicação e perseverança são extremamente necessários, competências são exigidas para que uma certa pessoa se ocupe de tal tarefa. Encontrar um agente de mudança não é simples e, em muitos casos, exige recorrer ao mercado externo quando não há na própria empresa “indivíduos com a mentalidade de fazer as coisas acontecerem” (WOMACK, 2003). Além de “pro-atividade”, o conhecimento detalhado de abordagens enxutas para aplicação é fundamental. Para Womack & Jones (2003), o agente de mudança e todos gerentes seniores precisam dominar o pensamento enxuto (técnicas de fluxo, produção puxada e perfeição) a partir do uso assíduo de fontes de aprendizado confiáveis, literaturas e visitas a empresas enxutas que se sentem orgulhosas de mostrar, principalmente para clientes e fornecedores, as atividades com que obtiveram

grandes melhorias. Uma fonte importante também, porém pouco utilizada é a contratação temporária de *sensei* (mestre/professor), participante da liderança do pensamento enxuto ao realizar as primeiras aplicações de respectivas técnicas e, cuja idade hoje é em torno de 60 anos.

Com uma equipe bem informada e preparada para liderar, é o momento então de encontrar uma força motriz ou criar uma crise para que então os primeiros passos possam ser dados em prol da empresa enxuta.

Experts, quanto à aplicação do Sistema de Produção Enxuta, recomendam iniciar o processo de mudança não por desacreditar no potencial da empresa, mas por experiência profissional de anos em lidar com o tema. Transformação não ocorre do dia para noite, e talvez seja isso que ferramentas, como *downsizing*, tenham fracassado em muitos casos. É essencial que haja a persistência do agente de mudança, pois muitas vezes ele terá de tomar “dois passos para trás, para um à frente”, portanto os resultados muitas vezes são obtidos em longo prazo.

4.3.3 Crises criativas

“Escolher uma subunidade da organização que está em crise e concentrar todas suas energias em aplicar as técnicas” (WOMACK, 2003, p. 261).

Este é o início de um processo que dará continuidade nas diversas outras subunidades. Mas na primeira instância, o pessoal terá que voltar atenção àquela unidade com maior índice de problemas, reclamações, atrasos, ou seja, a qual “cheira fumaça”.

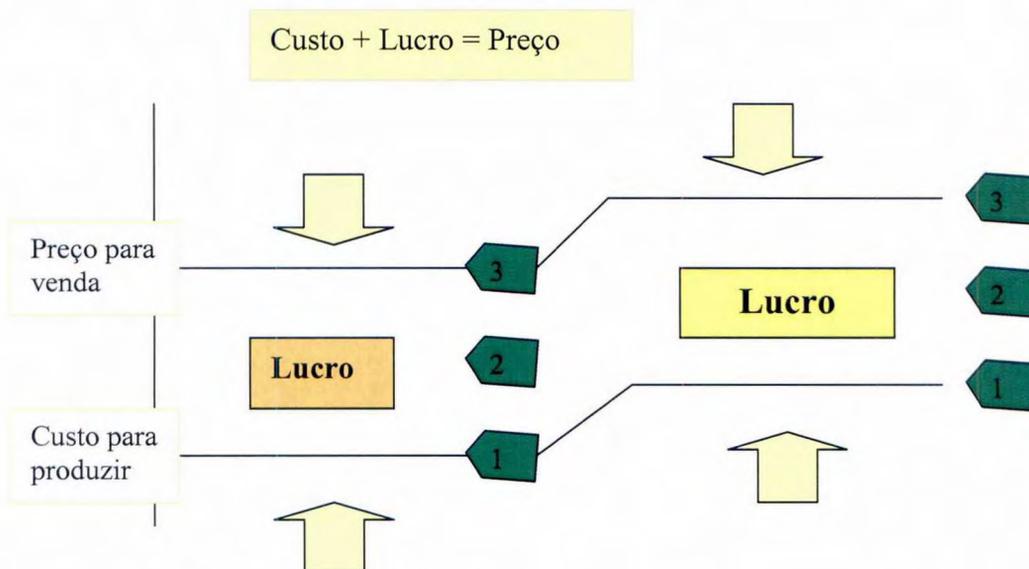
Caso não esteja visível nenhuma crise em determinado setor da empresa, é necessário, como Hurst (1995) defende, “incendiar a floresta” em parte da organização, a fim de impedir que toda organização se incendeie em um estágio posterior. Um exemplo prático foi o acontecimento em 1980 quando o Grupo Unipart do Reino Unido, que passava por várias mudanças, resolveu encontrar um cliente enxuto para fornecer seus produtos. O Grupo optou pela *Toyota*, pois sabia de seu alto grau de exigência em qualidade, prazo e custo. A tática da Unipart foi eficaz, na identificação de um cliente robusto que não apenas criaria a crise como a ajudaria na implementação de métodos enxutos para resolvê-los.

4.4 Aplicação do Lean

4.4.1 Preço X Custos

A determinação convencional de preço é dada pela fórmula: $\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço}$. Analisando a mesma fórmula nas empresas em produção em massa, verifica-se que sendo o custo basicamente estável, a única forma de aumentar os lucros ou mantê-lo, após o aumento dos custos diretos e indiretos, é através do aumento do preço.

Figura 3 - Modelo de Preço convencional



Fonte: HINES & TAYLOR, 2000

Um dos resultados da aplicação do Sistema de Produção Enxuta é a eliminação do que é “lixo” para o cliente, com isso os custos são reduzidos e a vantagem advém disto. Lucros são aumentados sem a alteração de preço e mesmo com um aumento de matéria-prima, insumos, entre outros, o preço final ao cliente não é nada modificado. Neste momento, a *Toyota* obteve grande vantagem sobre as demais, com a adoção do princípio do não custo e a eliminação de perdas, permitiu oferecer produto de qualidade por um preço competitivo, sem colocar em perigo sua vida financeira. Tanto a “gigante” japonesa quanto a Ford, com sua produção em massa e pioneiros da aplicação da administração clássica, marcaram a história do gerenciamento da produção. Presumindo que são os consumidores que decidem o preço de venda, o lucro é (o) resultado após a subtração do custo com este preço pré-estabelecido. A fórmula aplicada pela *Toyota* é:

$$\text{Preço de Venda} - \text{Lucro} = \text{Custo Alvo}$$

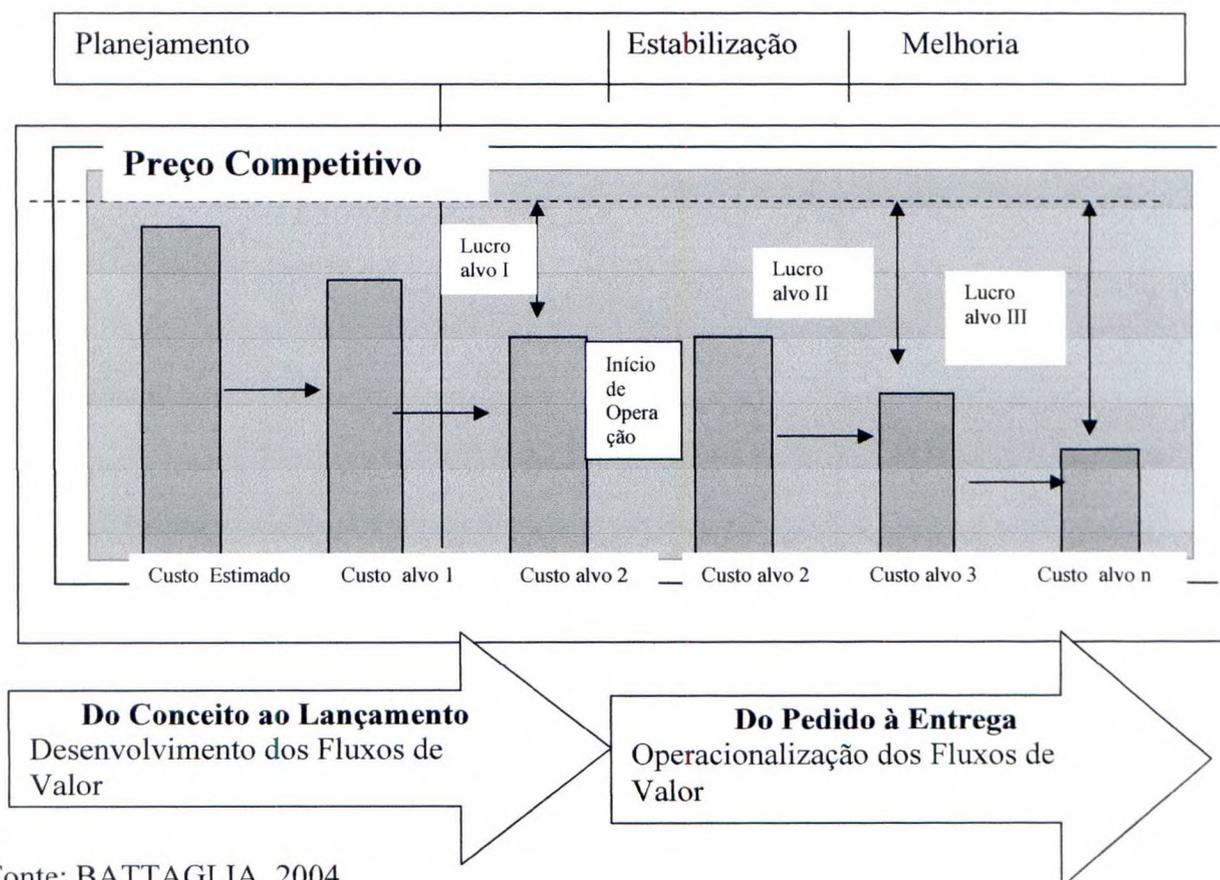
“Portanto, a única forma de aumentar o lucro, consiste em reduzir o custo. Conseqüentemente, a atividade de redução de custo deve ser a mais alta prioridade” (SHINGO, 1996, p.109).

Partindo do princípio que toda empresa pode fazer um esforço a fim de eliminar desperdícios, nada servirá se continuar adicionando lucros aos custos para determinar preço. “Somente quando a redução se torna meio para manter ou aumentar lucros, a empresa ficará motivada para eliminar totalmente o desperdício” (SHINGO, 1996, p. 109).

A materialização do custo alvo ocorre quando atividades práticas para otimizar a criação de valor são realizadas, ou seja, através de uma gestão dos custos qual o Sistema Produção Enxuta propõe.

Para a gestão de custos, a figura abaixo é constituída de três fases: Planejamento, Estabilização e Melhoria.

Figura 4 - Gestão dos Custos como Processo



Fonte: BATTAGLIA, 2004

Mesmo se no estágio de desenvolvimento do produto e processo tenha-se pouca consciência sobre custos, é neste estágio que grande parte dos custos efetivos são determinados, por isso a integração de todos (engenharias de produtos e processos, compras, marketing, vendas, logística, contabilidade / finanças / controle e, claro, cliente e fornecedor) durante a etapa de planejamento pode trazer economias que beneficiará todo o “ciclo de vida” dos produtos. Na fase de estabilização dos custos, a conexão entre o desenvolvimento e a execução, se não programados e mensurados, podem fugir do controle. “Sozinhos, os custos tendem a subir” (BATTAGLIA, 2004). Os objetivos relacionados a este estágio são de implementar custo alvo estabelecido e manter o custo alvo. E a última etapa, a melhoria, é a busca incessante por menores custos totais, para tanto, esperam-se otimizações sistêmicas nas coordenações. Nesta fase, é fundamental o entendimento dos sete tipos de desperdícios citados no subitem 4.2.2, pois é através de suas identificações que é possível diminuir radicalmente os custos.

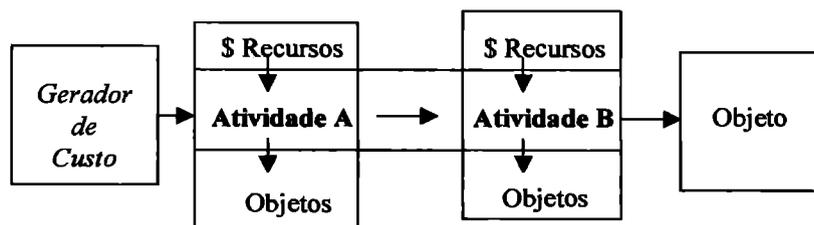
4.4.2 Tipo de Custeio comum nas empresas enxutas

De acordo com Shank (2000), é preciso fazer a análise dos custos de tal modo que permita entender melhor duas coisas. Primeiramente, identificar quais são os processos que realmente agregam valor e quais não agregam. E, segundo, em relação àqueles que agregam valor, como ter a certeza de que estão sendo usadas, para cada processo, as técnicas mais eficazes em matéria de custos.

Um método de Custeio que pode ser adotado para a etapa em questão é o Custeio Baseado na Atividade - ABC. Conforme Kaplan & Cooper (1998), uma segunda geração do ABC foi concebida de forma a possibilitar a análise de custos sob duas visões:

- a) A visão econômica de custeio, considerada vertical, no sentido de que apropria custos aos objetos de custeio através das atividades realizadas em cada departamento;
- b) A visão de aperfeiçoamento de processos, considerada horizontal, no sentido de que capta os custos dos processos através das atividades realizadas em cada departamento.

Figura 5- Visão Econômica de Custeio e de Aperfeiçoamento de Processos



Fonte: KAPLAN & COOPER (1998)

O ABC, nesta visão horizontal, procura custear processos, que são, via de regra, interdepartamentais, indo além da organização funcional.

Dentro desse contexto, o Sistema ABC oferece a justificativa inicial para iniciativas estratégicas e programas de melhoria destinados a reduzir ou eliminar ineficiências nas atividades organizacionais.

4.5 Os princípios da Produção Enxuta

Seguindo os passos de sucesso da *Toyota* na transferência de uma organização de produção em larga escala para uma organização enxuta, na qual se busca, insaciavelmente, produzir cada vez mais com cada vez menos através da eliminação de desperdício e criação de valor, depende de alguns princípios básicos, porém intrínsecos ao processo enxuto. Os princípios que serão explorados individualmente são cinco: determinar o valor, identificar o fluxo de valor, fazer o fluxo fluir, puxar e buscar a perfeição.

4.5.1 Determinar Valor

Valor, palavra que para maioria, tanto das empresas quanto pessoas, é difícil de se determinar, inicia-se então na distinção entre valor e preço, na qual se tem que “o preço é o que você paga. O valor é o que você leva” (BUFFET, 2004). O ponto tanto sutil é que o valor é definido não pelo que a organização faz, mas pelos clientes que adquirem seus bens e serviços. “O valor só é significativo quando expresso em termos de um produto específico que atenda as necessidades do cliente a um preço específico e um momento específico. Porém, o valor obviamente é criado pelo produtor” (WOMACK & JONES, 2003, p.21).

O valor, então, não apenas assume diversas formas, mas se materializa por meio de diversas fontes: utilidade do produto, da sua qualidade, da imagem resultante da publicidade e

promoção, da sua disponibilidade (distribuição), dos serviços fornecidos com ele, entre outros. E todos estes aspectos são medidos e criados pelo próprio cliente, basta à empresa estar apta a oferecer. Desta forma, antes de definir preço de certo produto ou serviço, é necessário analisar o real valor embutido no mesmo, e esta análise é feita sobre o ponto de vista do consumidor. Antes de determinar o valor esperado pelo cliente, busca-se determinar as necessidades dos clientes, após isto fica clara a identificação dos clientes divulgados em uma lista.

Juran (1994) propõe uma classificação das necessidades dos clientes baseado no seguinte:

a. Necessidades declaradas e reais

“Os clientes declaram suas necessidades segundo seu ponto de vista e em sua linguagem” (p. 74). Apesar de comprar produtos por uma necessidade declarada, o cliente, na verdade, busca outros serviços ligados ao produto. “A não percepção das diferenças entre as necessidades declaradas e reais podem ter sérias conseqüências” (p. 75), inclusive a morte da empresa.

Para exemplificar a distinção, Juran (1994) elabora a seguinte figura:

Tabela 1 - Diferença de necessidades declaradas e reais

O Cliente Deseja Comprar	O Cliente quer, realmente
Alimentos	Nutrição, sabor agradável
Automóvel	Transporte
Televisor a cores	Entretenimento
Casa	Espaço para viver
Pintura na casa	Aparência colorida; ausência de manutenção

Fonte: JURAN (1994)

Duas perguntas são obrigatórias para identificar estes dois tipos de necessidades:

- Por que o cliente está comprando este produto?
- Qual serviço que o cliente espera dele?

b. Necessidades percebidas

A percepção ocorre na hora da compra do produto pelo cliente, que além da qualidade, todos os atributos relacionados ao produto podem fazer diferença, levando em consideração desde a distribuição até sua apresentação, como a embalagem. Deve-se identificar as necessidades percebidas pelos clientes além do produto em si, e tudo que nele envolve.

c. Necessidades culturais

“As necessidades dos clientes [...] vão além de produtos e processos. Elas incluem necessidades de auto-respeito, respeito dos outros, continuidade de padrões de hábitos e ainda outros elementos daquilo que é em geral chamado padrão cultural” (JURAN, 1996, p. 77). Há muitos valores culturais que são valiosos para os clientes e devem ser identificados e respeitados pelas organizações de bens e serviços.

d. Necessidades atribuíveis a usos inesperados

Parece ser hilário, mas muitos clientes usam o produto adquirido de forma incorreta daquela pretendida pelo fabricante, surgindo então reclamações e insatisfações. Na vontade de oferecer o que o cliente quer, o responsável pelo desenvolvimento integrado do produto deve se preocupar com todos aspectos qualitativos do produto a ser desenvolvido ou (re)configurado, e deve responder às seguintes questões em conjunto com o cliente:

- ✓ Qual será o uso real (ou mau uso)?
- ✓ Quais são os custos associados?
- ✓ Quais são as conseqüências do respeito ao uso pretendido?

Além dessas necessidades de maior ligação com fatores antes da venda, a preocupação das necessidades dos clientes após a venda deve ser levada em consideração tanto quanto. As empresas devem se preocupar com a prestação dos serviços, como por exemplo, “o uso crescente da fabricação *just-in-time*, que requer entregas confiáveis de materiais para minimizar os estoques” (JURAN, 1994, p. 81). Prover garantias de maior prazo de modo a certificar que o produto é de alta qualidade. E estar atento às mudanças nos hábitos dos clientes que, segundo Juran (1994), podem ser notavelmente inconstantes como a moda.

Não há como saber das necessidades dos clientes, se não houver contato direto com eles, através de uma comunicação eficaz. A outra forma de descobrir as necessidades dos clientes, é sendo um deles.

Identificadas todas as verdadeiras necessidades dos clientes, simplifica-se a criação do valor que é, sem dúvida, gerado pelo próprio cliente. E após o detalhamento, obtêm-se duas listas: as necessidades identificadas e o que a empresa oferece na totalidade. Assim como, poderão existir itens congruentes, itens que se encontra em uma lista, mas ausentes na outra, poderão ser encontrados itens convergentes.

O elemento final a ser estudado é o custo-alvo.

A tarefa mais importante na especificação do valor, depois definido o produto, é determinar o custo-alvo com base no volume de recursos e no esforço necessário para fabricar um produto com determinadas especificações e capacidades, se todo desperdício visível no momento for eliminado do processo. Este é o segredo para diminuição de desperdícios (WOMACK & JONES, 2003, p. 25).

A busca de saber qual é o custo, livre de desperdícios (eliminadas as etapas desnecessárias e após o valor começar a fluir), tem por alvos “[...] as atividades de desenvolvimento, entrada de pedidos e produção, necessárias para um produto específico” (SEWEL & BROW, 1991, p. 54). Com os lucros provenientes da diminuição dos custos, a empresa enxuta poderá escolher em diminuir preços frente uma batalha competitiva de preços, ou acrescentar recursos ou capacidades dos produtos, ou acrescentar serviços ao produto físico, como já foi visto, criando valor adicional, ou expandir a rede de distribuição e serviços ou, ainda, investir no desenvolvimento de novos produtos. Todos os citados incrementariam as vendas tanto a curto, médio e a longo prazos.

Definido então o valor, passa-se ao próximo passo, o exame persistente de cada atividade ao longo do fluxo de valor, ou seja, “questionar se uma atividade específica realmente cria valor ao cliente” (WOMACK & JONES, 2003, p.22).

4.5.2 Fluxo de Valor

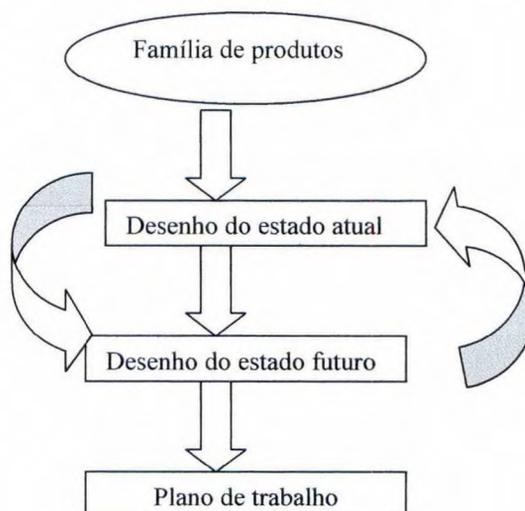
“O mapeamento do fluxo de valor, é mais do que uma técnica na gestão de empresas líderes. Ela traduz respeito aos clientes e acionistas que não aceitam pagar os custos do desperdício” (GUIMARÃES, 2004).

Para Rother & Shook (1998), o Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping*) é uma ferramenta essencial, pois ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais. Mapear ajuda a identificar as fontes do desperdício; fornece uma linguagem comum para tratar dos processos de manufatura; torna as decisões sobre o fluxo visíveis de modo que possam ser discutidas; junta conceitos e técnicas enxutas, as quais ajudam a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente, formando a base para um plano de implementação, e mostrando a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

O mapa do fluxo de valor é uma ferramenta simples e de fácil aplicação, basta um lápis e um papel, sendo necessário o conhecimento claro pela equipe das atividades de certo produto ou família de produtos. E este conhecimento origina-se quando a equipe trilha a produção em todas suas fases, desde o fornecedor até o consumidor. Passo a passo, de forma visual, representando cada processo no fluxo de material e cada informação, a qual o compreende. O resultado é o mapa de fluxo de valor atual que, por meio deste, pode-se desenhar o mapa do “estado futuro desejado”. “Mapear a realidade do que acontece de fato, tanto quanto o que é suposto a acontecer” (HINES & TAYLOR, 2000, p.21).

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

Figura 6 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor



Fonte: HINES & TAYLOR , 2000

A princípio, antes de iniciar o processo de detalhamento de qualquer centro, é extremamente útil fazer uma vista geral dos pontos característicos de todo o processo escolhido. Conforme Hines & Taylor (2000), a ferramenta é importante porque:

- a. Ajuda a visualizar os fluxos;
- b. Ajuda a encontrar os desperdícios;
- c. Reúne os princípios do pensamento enxuto de forma sensata;
- d. Ajuda a selecionar as pessoas que farão parte do time de implementação;
- e. Mostra o relacionamento entre informações e fluxos físicos; e
- f. Cria a idéia do time sênior empreendendo o mapeamento geral.

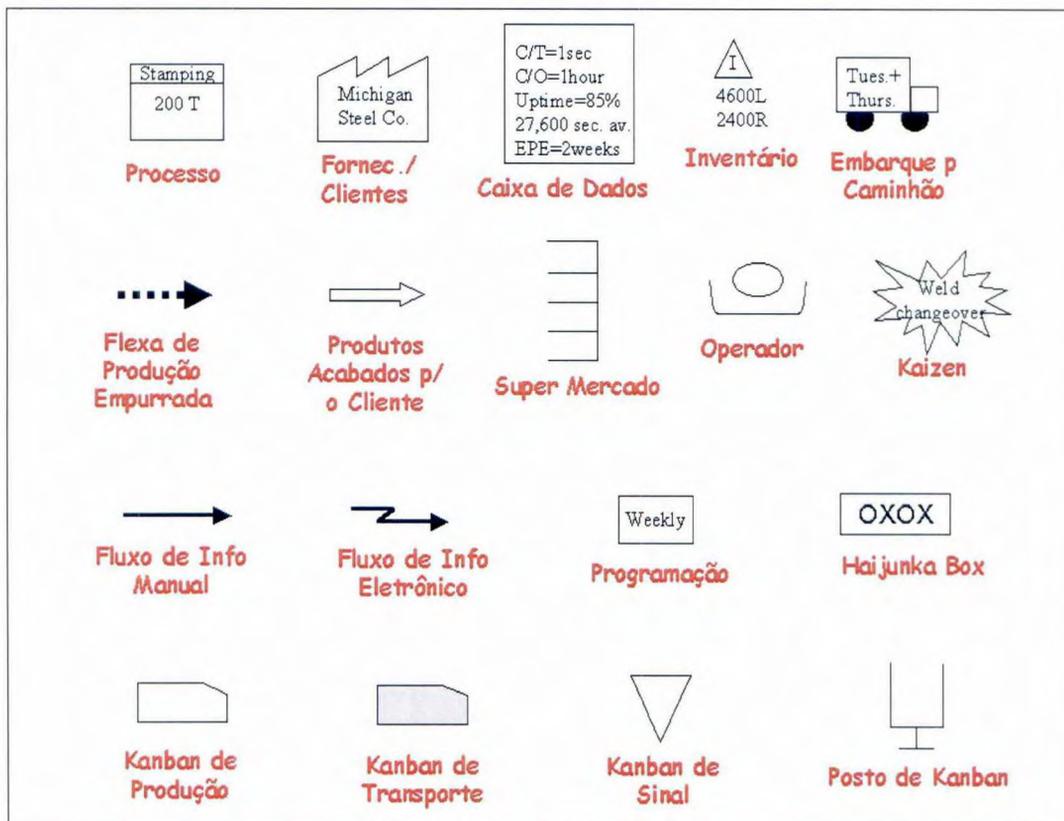
O mapeamento de fluxo em um nível mais macro, denomina-se-se “Mapeamento Geral”, ferramenta criada pela *Toyota*. O desenvolvimento deste mapa pode ser realizado em 5 fases. O importante e enfatizado por Womack & Jones (2003) é de não esquecer de registrar o que realmente acontece nas organizações.

Almejando evitar atritos sobre diferentes rotas, processos e informações, vale ressaltar a importância da escolha de uma cadeia de valor ou um produto específico ou uma família de produto relacionado com um cliente ou segmento de mercado específico, principalmente

“uma cadeia de valor que é importante para a organização, assim como um produto de linha chave para um cliente ou segmento chave” (HINES & TAYLOR, 2000, p.27).

Para se fazer o mapeamento do fluxo de valor pode ser utilizado um conjunto padronizado de símbolos oferecidos por especialista do processo enxuto. Porém, nada impede de que outros símbolos sejam criados na hora do mapeamento, o importante é a compreensão de todos os que estarão envolvidos no projeto.

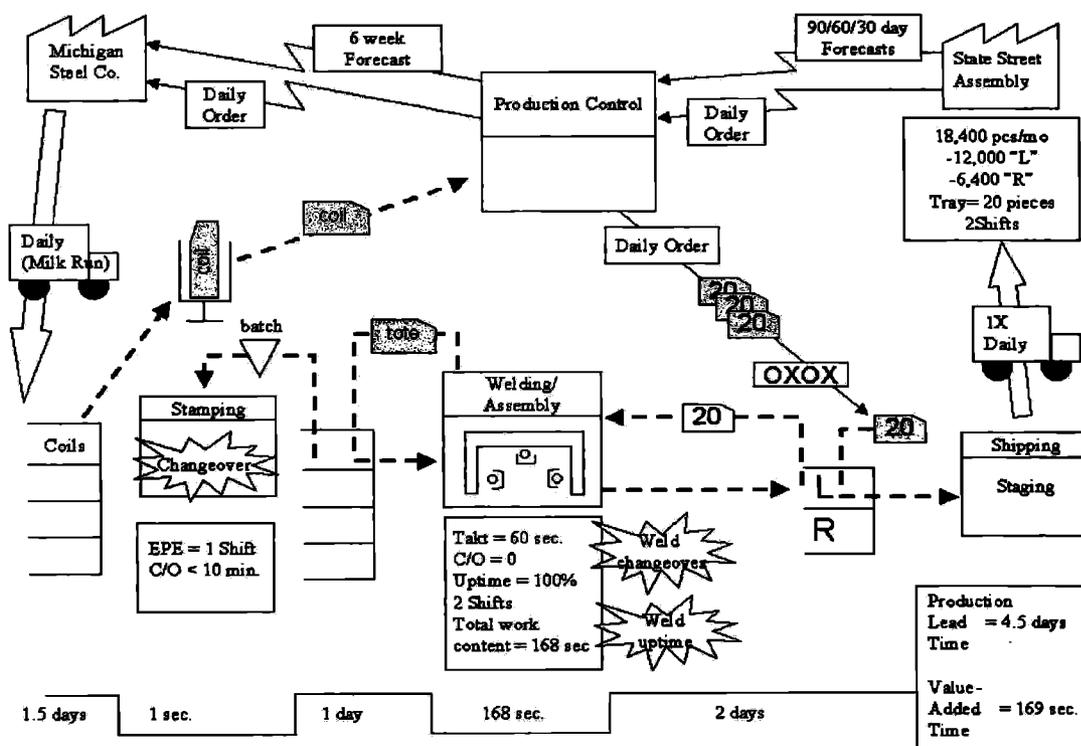
Quadro 3 - Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor



Fonte: RENTES (2000)

Segue um exemplo de um mapa do fluxo de valor utilizando os ícones acima mostrados.

Figura 7 - Exemplo de um mapa do fluxo de valor



Fonte: RENTES , 2000

4.5.2.1 Mapeamento das atividades do Processo e Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos

Quando se trabalha com o mapeamento do fluxo de valor, necessita-se utilizar algumas ferramentas para preencher as lacunas deixadas pelo próprio mapa.

A figura a seguir mostra quais são as ferramentas e para qual tipo de desperdícios são indicadas. Mostra também a capacidade de detalhamento de cada tipo de desperdício por cada ferramenta. Hines & Taylor (2000) disponibilizam na figura, cuja classificação ocorre da seguinte forma: ferramenta adequada (sim), ferramenta não adequada (não) e ferramenta mais ou menos adequada (mais ou menos).

Tabela 2 - Ferramentas da Produção Enxuta

Ferramentas							
	Mapeamento de Atividade do Processo	Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos	Funil de Variedade de Produção	Mapa de Filtro de Qualidade	Mapa de Amplificação de Demanda	Perfil de Tempo de Valor Agregado	
Desperdícios	Superprodução	mais ou menos	mais ou menos	não	mais ou menos	mais ou menos	sim
	Defeitos	mais ou menos	não	não	sim	não	mais ou menos
	Inventário Desnecessário	mais ou menos	sim	mais ou menos	não	sim	mais ou menos
	Processo Inadequado	sim	não	mais ou menos	mais ou menos	não	mais ou menos
	Transporte Excessivo	sim	não	não	não	não	sim
	Esperas	sim	sim	mais ou menos	não	mais ou menos	mais ou menos
	Movimentação Desnecessária	sim	mais ou menos	não	não	não	não

Fonte: HINES & TAYLOR, 2000

A seguir, realiza-se a análise de duas das ferramentas para o futuro uso no estudo de caso, sendo o Mapeamento de Atividades do Processo e a Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos.

O **Mapeamento de atividades do processo** (*Process activity mapping*) é utilizado, usualmente, para identificar *lead time* e oportunidades de incremento na produtividade para os fluxos de produto e informação, não somente na fábrica, mas em outras áreas da cadeia de suprimentos. Com um exemplo simples, como do abastecimento de um carro, esclarece-se este tipo de mapeamento e seus potenciais.

Passo 1: Construir uma tabela.

Colocar em uma tabela todas as atividades relacionadas com processo de determinado produto (bens ou serviços).

Tabela 3 - Passos para abastecer um automóvel

	Atividade	Fluxo	Área	Distância (m)	Temp.(min)	Pessoas
	Chegar no posto			0	0	0
1	Aguardar na fila		Fora do posto	0	0,75	1
2	Dirigir para uma bomba vazia		Fora do posto	0	0,2	1
3	Fila para a bomba vazia		Dentro do posto	25	5	1
4	Dirigir para uma bomba vazia		Dentro do posto	0	0,1	1
5	Abrir a porta e sair do carro		Dentro do posto	3	0,1	1
6	Andar até o tanque do carro		Dentro do posto	0,5	0,1	1
7	Abrir o tanque		Dentro do posto	2	1	1
8	Caminhar para a bomba		Dentro do posto	0	0,1	1
9	Ativar a bomba		Dentro do posto	1,5	0,1	1
10	Caminhar para o carro		Dentro do posto	0	0,1	1
11	Inserir a mangueira da bomba no tanque		Dentro do posto	1,5	0,1	1
12	Colocar combustível		Dentro do posto	0	3	1
13	Terminar de abastecer		Dentro do posto	0	0,5	1
14	Caminhar até a bomba		Dentro do posto	0	0,1	1
15	Guardar a mangueira de combustível		Dentro do posto	0	0,1	1
16	Fechar o tanque		Dentro do posto	1,5	0,1	1
17	Fechar o carro		Dentro do posto	0	0,1	1
18	Caminhar até o caixa		Loja	0	0,5	1
19	Pegar a fila para pagar		Loja	35	3	1
20	Entregar a nota para o caixa		Loja	0	0,1	2
21	Caixa pega a nota		Loja	0	0,1	2
22	Entregar o cartão de crédito para o caixa		Loja	0	0,1	1
23	Caixa recebe pagamento		Loja	0	0,1	1
24	Caixa mostra a nota		Loja	0	0,3	1
25	Conferir a quantia mostrada		Loja	0	0,2	1
26	Retornar a nota para o caixa		Loja	0	0,1	1
27	Caixa retorna o cartão		Loja	0	0,1	2
28	Guardar o cartão		Loja	0	0,2	2
29	Retornar ao carro		Dentro do posto	35	0,5	1
Total				105 m	16,85 min	33 pessoas

Fonte: HINES & TAYLOR, 2000

Passo 2: Determinação do fluxo.

Em geral, têm-se quatro tipos de fluxos:

- Operação = O
- Transporte = T
- Inspeção = I

- Atraso (ou estoque) = D

A seguir, deve-se assumir estes passos como um guia.

- As operações que agregam valor são aquelas que o cliente está disposto a pagar;
- Transporte é um tipo de operação que não agrega valor e o cliente não está disposto a pagar por isso;
- Inspeções são supervisões da qualidade ou quantidade de produto ou informação;
- Atraso ou estoque é onde um produto está aguardando e não há atividade.

Quanto ao mapeando, o fluxo de informação pode, se achar útil, acrescentar outra categoria: a comunicação. Esta se refere ao movimento ou transmissão de informação. Ela pode envolver tempo e distância. Por exemplo, se a pessoa precisa levar seus documentos e andar em torno da planta fabril. Caso seja eletronicamente feito não se precisa considerar o tempo e a distância.

Ao se voltar para a tabela que mostra as atividades de abastecimento de um automóvel, obtém-se o seguinte fluxo:

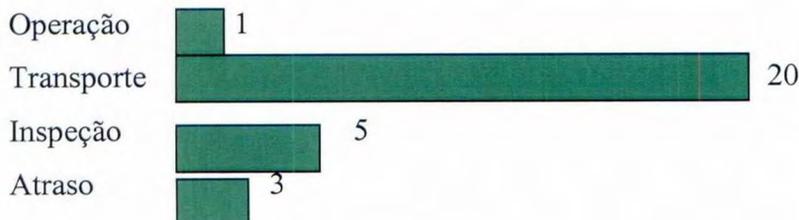
Tabela 4 - Resultado do mapa de processos

1=D	2=T	3=D	4=T	5=T	6=T	7=T	8=T
9=T	10=T	11=T	12=O	13=I	14=T	15=T	16=T
17=T	18=T	19=D	20=T	21=T	22=I	23=I	24=T
25=I	26=I	27=T	28=T	29=T			

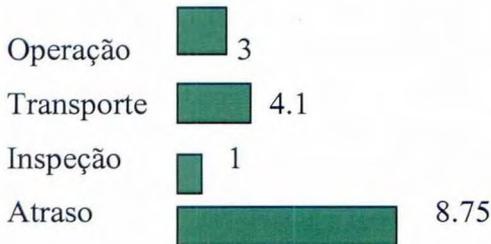
Fonte: HINES & TAYLOR, 2000

Passo 3: Análise:

Número de tipos de atividades:



Total do tempo para cada atividade (em minutos):



Utiliza-se a tabela abaixo para fazer uma análise da situação atual. Com estes dados pode-se identificar qual o problema principal, entender as causas e planejar futuras alterações.

Tabela 5 - Análise de problemas e possíveis soluções

Problema	Causa	Medidas possíveis a serem tomadas
Fila para a bomba	Não há bombas suficientes	1. Aumentar o número de bombas
		2. Espalhar o pico de clientes para todo o dia
Longo tempo para abastecer	Mangueira com bocal pequeno	3. Aumentar a abertura da mangueira
Longo tempo para pagamento	Todos clientes para um só caixa	4. Disponibilizar pagamento no próprio tanque de abastecimento

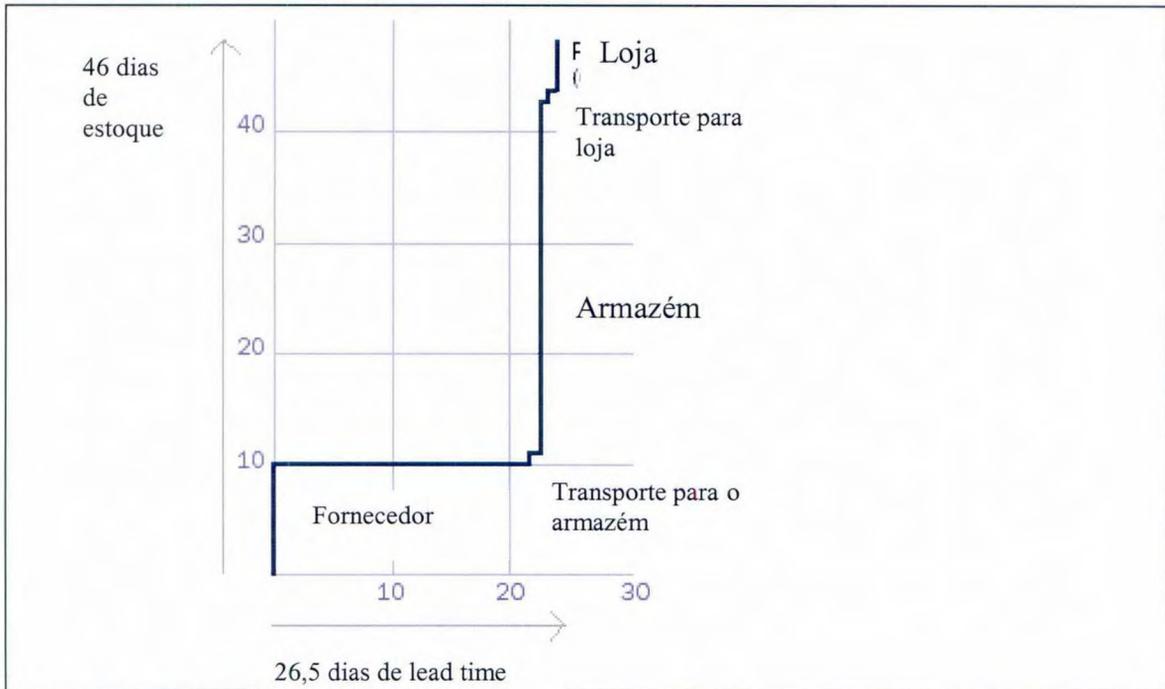
Fonte: HINES & TAYLOR , 2000

Através de um exercício simples e de fácil entendimento, pode-se propor, após análise, algumas medidas para diminuir os desperdícios que não geram valor algum ao cliente.

A **Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos** (*Supply chain response matrix*) é uma técnica de mapeamento que é usada para avaliar os inventários e *lead times* incorridos na cadeia de suprimentos, buscando melhorar o nível de serviço ao cliente. Seu foco é identificar processos que demandam muito tempo e alto nível de estoque. Ela permite ao administrador avaliar a necessidade de estoque dentro do contexto de *lead time* de reabastecimento.

O objetivo deste mapeamento é melhorar o nível de serviço da cadeia de suprimentos a um baixo custo.

Quadro 4 - Matriz da cadeia de suprimentos



Fonte: HINES & TAYLOR (2000)

O eixo vertical representa o nível de estoque acumulado em cada etapa da cadeia de suprimentos. Assim como o primeiro, este simples caso tem apenas um fornecedor, um armazém e uma loja de varejo. O total de estoque acumulado é de 46 dias sendo que 30 dias são designados ao armazém. O eixo horizontal retrata o *lead time* acumulado desde do planejamento de produção até o transporte do produto final na cadeia. Neste exemplo, o total é de 26,5 dias, sendo que 25 dias referem-se ao fornecedor que produz e envia o produto para o armazém. No total são 72 dias de trabalho, estoque e transporte, no qual o trabalho é o único que realmente agrega valor. A grande barreira neste diagrama é as garantias de tempo e estoque que cada integrante tem em caso de necessidade.

Womack & Jones (2003) integram os dois tipos acima, mapa de processo e matriz de resposta, em um só denominado Fluxo de Valor. Um exemplo clássico é a produção de uma lata de refrigerante cujo *lead time* é de 319 dias.

Tabela 6 - Fluxo de Valor

Fluxo de Valor de uma Caixa de Refrigerante

	Armazenamento Inicial	Tempo de Processamento	Armazenamento Final	Velocidade de Processamento	Dias Acumulados	Sucata Acumulada
		20				
Mina	0	minutos	2 semanas	1.000/hora	319	0
		30				
Usina de redução	2 semanas	minutos	2 semanas		305	0
Usina de fundição	3 meses	2 horas	2 semanas		277	2
Laminação a quente	2 semanas	1 minuto	4 semanas		173	4
		< 1				
Laminação a frio	2 semanas	minuto	4 semanas	3 m/minuto	131	6
				600 m/		
Fabricante de Lata	2 semanas	1 minuto	4 semanas	minuto	89	20
Envasador	4 dias	1 minuto	5 semanas	2.000/minuto	47	24
Depósito da Tesco	0	0	3 dias	1.500/minuto	8	24
Loja da Tesco	0	0	2 dias		5	24
Casa do consumidor	3 dias	5 minutos			3	
Total	5 meses	3 horas	6 meses		319	24

Fonte: WOMACK & JONES (2003)

Adeptos da produção em massa têm, muitas vezes, dificuldades em entender o porquê de seu desempenho inferior quando comparado com as empresas enxutas (por exemplo, a GM e a Volkswagen na década de 80) “Eles tendem a se distrair com as diferenças fáceis de medir ou impossíveis de emular nos custos, escalas ou cultura, quando as diferenças realmente importantes estão nas formas pelas quais as atividades de criação de valor, mais difíceis de ver, são organizadas” (WOMACK & JONES, 2003).

O conselho deixado por Womack (2003) é que as empresas deixem a concorrência um pouco de lado, buscando elas a sua perfeição, identificando e eliminando todas as atividades que constituem desperdício e não geram valor ao seu cliente.

4.5.3 Fluxo

4.5.3.1 O que compreende o fluxo

As linhas de montagem não constituem o último grau de eficiência. Geralmente, elas apresentam alta concentração de mão-de-obra, e os seres humanos que realizam

montagem estão sujeitos às inconsciências humanas. São linhas que tosem e engasgam, por vezes possuindo até estoques de segurança entre determinados estágios. O grau mais elevado não é a produção em linha de montagem, e sim a produção contínua ou de processamento contínuo (SCHONBERGER, 1993 p. 81-82).

Assim que o valor tenha sido especificado adequadamente e o fluxo de determinado produto totalmente mapeado pela empresa enxuta, e claro, detectadas as etapas que geram desperdícios, então o próximo passo, será o fluxo. Ele deve fazer com que as etapas que realmente criem valor, fluam. Desta maneira, desvia-se o foco das categorias organizacionais para os “processos” que agregam verdadeiro valor ao produto. Todas as atividades de criação, emissão de pedidos e provisão de bens e serviços, podem ser transformadas num fluxo contínuo. Exige-se muito esforço para obter formas estáveis e contínuas de alinhamento de todas essas etapas que constituem a formação do produto sem perdas, movimentos inúteis, interrupções/paradas desnecessárias e sem lotes e filas. A constituição de um fluxo, como tal necessita, conseqüentemente, de muitas transformações desde o tipo de ferramenta utilizada até os relacionamentos com outras empresas e sociedade.

A técnica de fluxo contínuo, segundo Womack & Jones (2003), é dividida em três etapas:

- a. Focalizar no objeto real (projeto específico, certo pedido e o próprio produto);
- b. Ignorar fronteiras tradicionais de tarefas, profissionais, funções e empresas, retirando todos os obstáculos para que se possa fluir continuamente;
- c. Repensar as práticas e ferramentas utilizadas atualmente, eliminando retrofluxos, sucatas e paralisações.

A necessidade de obter o fluxo contínuo, neste trabalho, é estudada sob a ótica do projeto de produto, a entrada de pedido e o *layout* da fábrica.

4.5.3.2 Projeto

É comum encontrar empresas que demandam uma grande quantidade de tempo no desenvolvimento de um produto, e ainda, em alguns casos, a concepção do produto não foi, inclusive, aprovado pelo *board* ou pelo conselho da empresa, após muitos recursos financeiros e tempo investidos. A maior parte deste tempo é perdido por falta de prioridades entre o desenvolvimento do produto e a rotina do trabalho em resolver problemas, por falta de

engajamento de todos os participantes do projeto de desenvolvimento e o não conhecimento de um dos princípios explorados, valor real.

“A abordagem enxuta cria equipes de produtos realmente dedicadas com todas as habilidades necessárias para conduzir a especificação de valor, projeto geral, engenharia detalhada, compras, equipamentos e planejamento da produção” (WOMACK & JONES, 2003, p. 45). Neste, a ferramenta muito utilizada pela equipe é o QFD (Desdobramento da Função da Qualidade, termo em inglês *Quality Function Deployment*), “método que facilita a padronização do trabalho para que as equipes sigam sempre a mesma linha, proporcionando a medição precisa do *lead time* e, também, na melhoria da própria metodologia do projeto” (CHENG, 1995, p.35).

O QFD é um *link* entre a equipe responsável pelo desenvolvimento do produto, o fornecedor e o cliente. A primeira preocupação do QFD é atender as necessidades e desejos de clientes para então, projetar as características e processos de fabricação do produto.

O grande resultado é a redução do tempo de desenvolvimento e do esforço necessário, que segundo o Instituto *Lean*, a meta é de redução de tempo no desenvolvimento dos projetos em mais da metade e um maior índice de sucesso do lançamento de produtos devido ao melhor atendimento das reais necessidades dos clientes.

4.5.3.3 *Entrada de pedido*

Na produção enxuta, os papéis desempenhados pelos setores de vendas e de programação da produção devem ser integrados, nos quais o planejamento da campanha de vendas e da programação da produção do produto, juntos, estejam de acordo com as capacidades do sistema de produção. Tanto os pedidos quanto os produtos devem fluir seqüencialmente da venda à entrega, originando clareza e ordem nos processos, partindo do pressuposto que os pedidos são solicitados e aceitos conforme o conhecimento das capacidades de produção, eliminando, conseqüentemente, os agentes apressadores da produção. Uma técnica muito utilizada e de grande ajuda é o tempo *takt* (termo originado na Alemanha que significa intervalo preciso de tempo), cuja função é de sincronizar precisamente a velocidade de produção à velocidade de vendas aos clientes.

Para entender melhor esta técnica, segue o exemplo da produção de uma bicicleta.

A velocidade [(V) = número de pedidos diários do produto bicicleta] de uma determinada fábrica é de 48 bicicletas e o número total de horas por dia (T) é de 8 horas. Então o tempo *takt*:

Tempo *takt* = 60 min/V/T

Tempo *takt* = 60 min/48/8 = 10 minutos por bicicleta

O *takt* acima não é fixo, pois as oscilações da velocidade de pedidos são constantes. Deve-se ajustar conforme a demanda e processar toda a seqüência de produção com base no tempo *takt*. Em busca de melhoria, a *Toyota* implementou, na suas respectivas fábricas, monitores, eletrônicos ou não, chamados de *andon*. Estes permitem a visualização do *status* da produção a cada momento na montadora, além da possibilidade de transmissão eletrônica dos dados para os fornecedores e para os clientes. Uma característica enxuta essencial, a saber, é a transparência. A transparência é ingrediente básico para o sucesso do tempo *takt* e um alerta imediato a toda equipe para a necessidade de redução de desperdícios. Em caso de atender o aumento de pedidos, o tempo *takt* precisa ser reduzido e é nessas oscilações da produção que ocorre a maior dificuldade encontrada em ajustar o tempo *takt* com o tempo de ciclo, que é o “volume real de tempo necessário para concluir uma determinada tarefa e passar para a próxima etapa da produção” (WOMACK & JONES, 2003 p. 375), principalmente quando as vendas aumentam e o tempo *takt* cai, a equipe responsável precisa ajustar as tarefas com o uso do *kaizen*.

Um acontecimento real são os métodos de motivação através de bonificações realizadas ao pessoal de vendas com o atendimento e superação de metas. “Esses métodos produzem surtos periódicos nos pedidos ao final de cada período de bonificação[...] e um ocasional pedido do século anunciado pela equipe de vendas ávida por bonificações, que o sistema de produção provavelmente não consegue acomodar” (WOMACK & JONES, 2003, p.69).

4.5.3.4 *Layout da produção*

O *layout* do setor produtivo é responsável por grande parte dos desperdícios identificados pela filosofia da Produção Enxuta. Os tipos de desperdícios diretamente relacionados à disposição dos meios de produção são o transporte, a movimentação nas operações e os estoques. No Sistema *Toyota* de Produção, seres humanos e máquinas estão completamente separados um do outro. No *layout* das máquinas, leva-se em conta o fluxo de processos do produto. Já o “fluxo de pessoas” é mais flexível e independente das máquinas, ou seja, não necessita seguir o fluxo do produto, mas de conhecer os tempos variáveis e projetar operações para maximizar a eficiência do operador e evitar células isoladas. “Podemos dizer que uma das maneiras mais importantes de aumentar a produtividade no Sistema *Toyota* de Produção é

consolidar o excesso de capacidade gerado e conjugá-lo à minimização da força de trabalho” (SHINGO, 1996).

Existem quatro tipos de *layout*: *layout* posicional, *layout* por processo, *layout* por produto e *layout* celular. Este último mencionado é a forma que mais impacta na redução dos desperdícios sob a óptica da filosofia da Produção Enxuta. Segue uma explicação de cada tipo de *layout* segundo Slack (1997):

- a. *Layout* posicional: é utilizado quando os materiais transformados são muito grandes, ou muito delicados, ou são de difícil movimentação;
- b. *Layout* por processo: neste tipo de arranjo físico, todos os recursos similares de operação são mantidos juntos. Este tipo de *layout* é normalmente usado quando a variedade de produtos é relativamente grande. É conhecido também como *layout* funcional;
- c. *Layout* celular: neste tipo de *layout* os recursos necessários para uma classe particular de produtos são agrupados conforme a similaridade de ferramentas. Nesse arranjo físico as máquinas são dedicadas a um grupo exclusivo de peças;
- d. *Layout* por produto: neste caso os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica para melhor conveniência do produto ou do tipo de produto. É também conhecido como *layout* em linha.

Dependendo do tipo de *layout* envolvido existe um conjunto de vantagens e limitações.

Segundo Tompkins (1996), as vantagens e desvantagens de cada tipo de *layout* são:

Tabela 7 - *Layout* posicional

Vantagens	Limitações
Movimentação de material é reduzida.	Aumento da movimentação de pessoal e equipamento.
Oportunidade de melhorar a produção no trabalho.	Exige grande habilidade e qualidade das pessoas.
Promove um estímulo pessoal, pois uma pessoa pode realizar todo o trabalho.	Exige uma supervisão geral.
Alta flexibilidade, pode suportar mudanças no design do produto, no mix de produtos e no volume de produção.	O principal resultado é aumentar a área de trabalho e o trabalho em processo.
	Resulta na duplicação de equipamentos.

Tabela 8 - *Layout* por produto

Vantagens	Limitações
Simplicidade, lógica e um fluxo direto como resultado.	Parada de máquinas resulta numa interrupção da linha.
Pouco trabalho em processo e redução do inventário em processo.	Mudança no design do produto torna o layout obsoleto.
O tempo total de produção por unidade é Baixo.	Estações de trabalho mais lentas que limitam o trabalho da linha de produção.
A movimentação de material é reduzida.	Necessidade de uma supervisão geral.
Não exige muita habilidade dos trabalhadores.	Resulta geralmente em altos investimentos em equipamentos.

Tabela 9 - *Layout* celular

Vantagens	Limitações
O agrupamento dos produtos resulta numa alta utilização das máquinas.	Exige uma supervisão geral.
Melhoria no fluxo de produção e diminuição das distâncias percorridas.	Necessidade de treinamento e habilidade dos grupos de trabalho.
O ambiente de trabalho dos grupos e a ampliação das funções dos trabalhadores têm resultados positivos sobre a produção.	O controle da produção depende do balanço do fluxo através das células.
Tem algumas das vantagens dos <i>layouts</i> por departamentos e processo este é tipo de <i>layout</i> que fica entre os dois.	Caso o fluxo não seja balanceado nas células, é necessário um estoque de trabalho em processo para eliminar a necessidade de aumentar a movimentação de material para as células.

Tabela 10 - *Layout* por processo

<i>Vantagens</i>	<i>Limitações</i>
Aumento da utilização de máquinas.	Aumento da necessidade de movimentação de materiais.
Equipamentos com funções gerais podem ser utilizados.	O controle da produção torna-se mais complicado.
Alta flexibilidade na alocação de pessoal e equipamento.	Aumento do trabalho em processo.
Operários multifuncionais.	Linha de produção longa.
É possível uma supervisão especializada.	Requer uma alta habilidade dos funcionários.

Existem algumas técnicas para construção do *layout*, entre elas tem-se:

Procedimento de Apple (1997):

Apple propõe a seguinte seqüência de passos para a construção de um *layout*:

1. Procure os dados básicos.
2. Análise os dados básicos.
3. Desenhe o processo produtivo.
4. Planeje o modelo padrão do fluxo de materiais.
5. Considere a movimentação geral do material.
6. Calcule o equipamento necessário
7. Planeje estações de trabalho individuais.
8. Selecione o material específico de movimentação.
9. Coordene os grupos de operações ligadas.
10. Desenhe as atividades de inter-relacionamento.
11. Determine a necessidade de armazenagem.
12. Planeje serviços e atividades auxiliares.
13. Determine o espaço necessário.
14. Aloque as atividades para o espaço total.
15. Considere os tipos de construção.
16. Construa um *layout* mestre.
17. Cheque o *layout* com pessoas apropriadas para melhorá-lo.
18. Obtenha aprovação.

19. Instale o *layout*.
20. Acompanhe a implantação do *layout*.

Segundo Apple (1997) esses passos não necessariamente precisam ser seguidos nessa ordem.

Outro procedimento é o de Reed (1961), no qual se tem:

1. Análise o produto ou produtos a serem produzidos.
2. Determine os processos para fazer o produto.
3. Prepare o mapa de plano de *layout*.
4. Determine as estações de trabalho.
5. Analise as áreas de armazenagem.
6. Estabeleça a largura mínima dos corredores.
7. Estabeleça escritórios necessários.
8. Considere facilidades pessoais e serviços.
9. Examine a planta de serviço.
10. Projete para futuras expansões.

Reed (1961) faz uma observação quanto à atividade que qualifica como a mais importante, a de preparar o mapa de plano de *layout*. Esta atividade incorpora:

1. Fluxo de processo, incluindo operações, transporte, armazenagem e inspeção;
2. Estabelecimento de tempos padrões para cada operação;
3. Seleção e balanceamento de máquinas e mão-de-obra;
4. Estabelecimento da necessidade de material.

Shiba (1997) afirma que a redução da variabilidade do processo de produção implica a diminuição do desperdício. Desta forma, o *layout* celular por sua característica excepcional de padronizar e diversificar pode proporcionar o melhor arranjo físico para as empresas “enxutas”. Neste fluxo contínuo, no qual o produto, passa de uma etapa para a seguinte, eliminando, conforme o possível, os “pulmões” de produtos semi-acabados.

O *layout* celular permite a produção de modelos misturados através de uma linha simples, porém muitas alterações das ferramentas são necessárias. Assim, o arranjo físico celular está associado à técnica denominada tecnologia de grupo. “A tecnologia de grupo é uma técnica que permite o agrupamento de componentes fabricados em famílias cuja característica principal em comum são os roteiros de fabricação” (CORRÊA & GIANESI, 1996, p.. 73).

Os equipamentos necessários para processar os componentes de cada célula formada por uma família serão reunidos conforme o roteiro de fabricação preferencial, gerando as células de manufatura. As limitações referentes à célula de manufatura encontram-se na necessidade de agrupamento de produtos de projeto de produção similar, restringindo no mix de produtos. Segundo Correia & Gianessi (1996), utiliza-se muito técnicas de projeto adequado à manufatura e à montagem, não permitindo que o mercado perceba a produção de uma gama restrita de componentes.

Ao contrário dos métodos de produção em massa, com alto investimento em maquinários de última geração, o método enxuto acredita na necessidade de máquinas dimensionadas no “tamanho certo” para que se encaixe diretamente ao processo de produção, freqüentemente, são “máquinas e ferramentas mais simples, menos automatizadas e mais lentas, porém até mais precisas e replicáveis” (WOMACK & JONES, 2003, p. 52). O bom senso diz que a gerência eficaz, após ter realizado um alto investimento na aquisição em maquinário, deve, para diminuir o tempo de retorno sobre o investimento, manter todos os funcionários trabalhando e todas as máquinas em funcionamento máximo o tempo todo. Como o próprio Ohno disse: cuidado com o bom senso. Afinal, os gerentes tradicionais, conforme, Womack & Jones (2003), não enxergam o custo de manter e coordenar uma rede complexa de máquinas de alta velocidade fabricando lotes, conhecidos como o desperdício da complexidade. Pesquisa realizada pelo Instituto *Lean* relata que os tipos de atividades mais recompensadoras para as pessoas são, em modo geral, aquelas que envolvem um objetivo claro, que necessitam de muita concentração eliminando interrupções ou distrações, *feedback* claro e imediato do progresso em direção ao objetivo exposto e, sem dúvida, a sensação de desafio exigindo a aplicação correta das habilidades do funcionário.

Conforme Csikzentmihalyi (1990), o trabalhador de linha em organizações de lotes e filas, pode ver apenas uma pequena parte da tarefa, geralmente não recebe *feedback*, a tarefa apenas exige uma pequena parcela de sua concentração e de suas habilidades. Por outro lado, a organização, na qual busca fluir o valor, necessita criar condições favoráveis para enraizar o entendimento de fluxo contínuo nos funcionários. Condições tais que permitam o conhecimento imediato se o trabalho foi feito corretamente e o *status* de todo o sistema.

O alvo a atingir, adotando o pensamento enxuto, é um fluxo contínuo, sem barreiras do projeto, da emissão de pedido, fabricação e entrega de certo produto.

“Devido ao foco na perfeição [...] todo sistema é mantido em uma tensão criativa permanente que demanda concentração” (WOMACK & JONES, 2003, p. 58). Os operários, no Sistema de Produção Enxuta, são incentivados a buscar horários de folga para conversar,

pensar e refletir nos problemas de produção ocorridos no dia e a propor possíveis soluções, escolhendo a melhor forma conforme a equipe decidiu e implementar. Percebe-se o alto grau de iniciativas dos operários devido à delegação de poder dada a eles. E a distinção antiquada entre escritório e fábrica é eliminada, favorecendo a comunicação, a transparência e integração de todos.

Relacionando com o próximo assunto abordado, as empresas enxutas, para fazer fluir seus bens manufaturados, têm usado os conceitos críticos da filosofia *just-in-time* e da programação nivelada, colocando os produtos em fluxo contínuo sempre que possível e evitando o desperdício da produção excessiva ou da espera. E por princípio, o sistema fluir tem uma qualidade do tipo “ou tudo funciona ou nada funciona”, resultado do alto grau de dependência entre tarefas da mesma célula. A procura do funcionamento total e correto das células, três técnicas, além das citadas acima, são fundamentais: desenvolver a multidisciplinaridade das equipes de produção e conscientizá-las sobre a importância da manutenção e conservação diárias das máquinas através da técnica TPM (Manutenção Preventiva Total), realizada pelos próprios operadores, não sendo mais necessária uma área específica de manutenção de equipamentos; e a última técnica a empregar é os 5 Ss. Este termo japonês deriva das cinco palavras japonesas: *seire* (seleção), *seiton* (ordenação), *seisoh* (limpeza), *seiketsu* (padronização) e *shitsuke* (disciplina). Segundo Womack (2003), estas palavras denominam as práticas que resultam em uma área de trabalho limpa e fácil de gerenciar.

4.5.4 Puxar

4.5.4.1 Produção Nivelada

Os programas da expedição e o tempo *takt* passam a determinar o ritmo da produção, mas antes de tudo, uma programação nivelada precisa de uma venda nivelada. Os objetivos do Sistema de Produção Enxuta são de reduzir desperdícios obtendo menor custo do produto final, melhorar a qualidade e flexibilizar o processo para que possa ser adaptada a variação da demanda. A flexibilização pode ser conseguida com a redução do *lead time* (fruto da troca rápida de ferramentas e diminuição de tempo nos ajustes da máquina) e com a retirada de estoques do sistema produtivo. A flexibilidade, porém, é limitada a um *mix* de produtos. (ver item 5.3.3.4)

Almejando um fluxo de produção suave e contínuo, no qual quem puxa é o cliente e, atendendo as suas variações sem muito incômodo, usa-se da ferramenta de planejamento, programação e controle da produção conhecida como *amaciamento da produção*. Corrêa & Giancesse (1996) explicam que esta técnica envolve duas fases: a de programação mensal e a de programação diária da produção. A primeira é responsável por adaptar a produção mensal às variações da demanda ao longo do ano. A segunda adapta a produção diária às variações da demanda ao longo do mês. A programação mensal é efetuada a partir do processo de planejamento mensal da produção que resulta em um Programa Mestre da Produção. Este documento fornece a quantidade de produtos finais a serem produzidos a cada mês. Para construir um programa mestre de produção é importante conhecer bem a demanda. Cardoso (2004) lança as seguintes questões para reflexão da equipe responsável pela aplicação enxuta na empresa: Como se distribuem os pedidos ao longo do mês na empresa? Qual é a aderência entre o previsto e os pedidos reais? A forma como os pedidos chegam à produção trazem algum problema?

Fazendo um comparativo com a gestão tradicional da demanda na produção em massa, Cardoso (2004) caracteriza uma administração voltada à produção em massa:

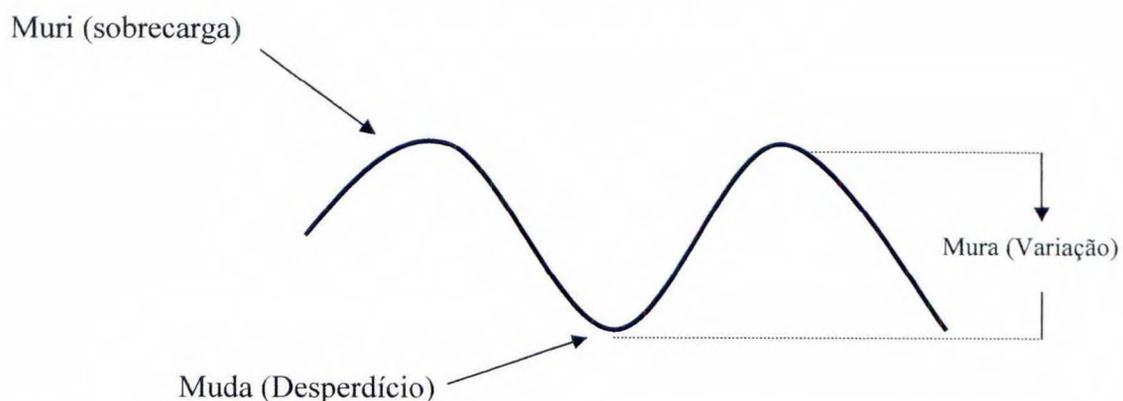
- a. O foco é nas vendas, “vendas a qualquer custo” pode ser um lema;
- b. As metas de vendas estimulam picos e vales na demanda;
- c. Pouca integração entre vendas e manufatura;
- d. As vendas não têm a visão do todo;
- e. Promoções estimulando vendas acima da capacidade;
- f. Descontos para vendas em grandes quantidades – lotes únicos pontuais; e
- g. Poucas políticas comerciais para fidelização do cliente (longo prazo).

Acima, são identificados vários tipos de custos que não agregam valor ao cliente e que, de acordo com o Sistema de Produção Enxuta, devem ser eliminados.

Na verdade, o que ocorre muito nas empresas tradicionais é a grande variação na produção gerando um alto desperdício e sobrecarga. Segundo Tardin (2004), o sistema produção em massa é caracterizado como produção “empurrada”, ou seja, a empresa “empurra” o produto fabricado para o cliente, sem que este tenha pedido. Em contrapartida, a produção do Sistema de Produção Enxuta é conhecida como “puxada”, no qual cada etapa do processo apenas produz conforme o programa gerado pela demanda real, portanto se o cliente efetuar o pedido.

Através de uma linha, Tardin (2004), demonstrou como ocorre o nivelamento da produção puxada.

Figura 8 – Linha de Desperdício



Fonte: TARDIN (2004)

“O grande impacto da variação da demanda na fábrica são as constantes alterações na programação da produção. E as causas da variação da demanda podem ser tanto externas quanto internas” (CARDOSO, 2004).

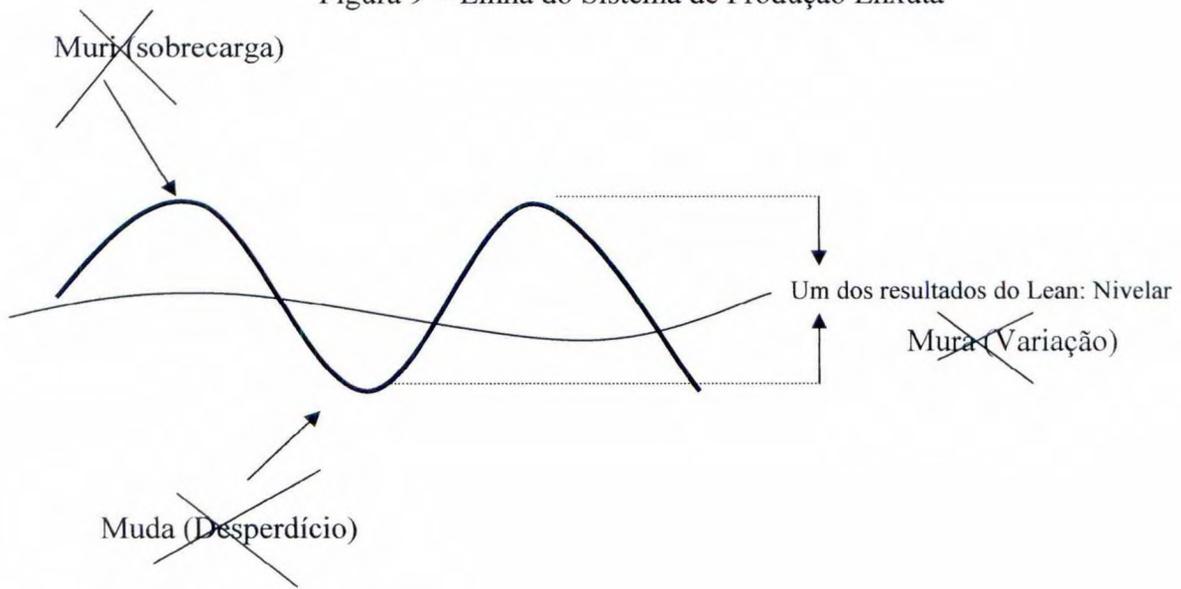
Causas externas:

- a. Características do mercado;
- b. Políticas comerciais dos clientes;
- c. Política Macroeconômica;
- d. Sazonalidade.

Causas Internas:

- a. Vendas empurradas para distribuidores;
- b. Os pedidos são transmitidos em lotes;
- c. Estímulo a picos de vendas (promoções);
- d. Metas mensais de vendas.

Figura 9 - Linha do Sistema de Produção Enxuta



Fonte: TARDIN (2004)

É muito importante que a capacidade e a carga estejam equilibradas. Para entendimento, “a carga é o volume de trabalho que precisa ser executado, e a capacidade é a habilidade da máquina e do operador em concluir o trabalho” (SHINGO, 1996, p.157). A *Toyota* usa o termo balanceamento para descrever o equilíbrio entre a carga e a capacidade. O objetivo do balanceamento (em japonês *heijunka*), como o próprio nome diz, é de um processo produzir a mesma quantidade que o processo anterior, resultado numa produção balanceada. Para conseguir a produção balanceada é preciso de informações precisas quanto à quantidade necessária a ser produzida, o momento certo para realizá-la e o tempo necessário para produzi-la.

Shingo (1996) apresenta a seguinte fórmula para medir o excesso de capacidade:

$$\text{Excesso de capacidade} = \text{capacidade} - \text{carga} / \text{capacidade}$$

Caso o excesso dê uma percentagem positiva, o pedido pode ser processado sem maiores problemas. Em contrapartida, no caso de um resultado negativo o pedido não pode ser processado antes que o problema de capacidade seja sanado, e uma das vantagens do *layout* celular é justamente a multidisciplinaridade, permitindo que a capacidade faltante possa ser distribuída ao longo do período excessivo, equilibrando o processo produtivo sem gerar alto estoque. No caso de perpetuar a falta de capacidade, a linha deve ser rebalanceada através da redução dos tempos de ciclo.

Apresenta-se como exemplificação, a produção mesclada de três produtos A, B e C durante o período de 20 dias e um turno diário de 8 horas, a demanda é de 1.000, 500 e de 300 unidades, respectivamente.

Tabela 11 - Produção mensal e diária: situação 1

Tipo de Produto	Ciclo (min)	Demanda mensal	Demanda diária	Horas por dia
A	3	1.000	50	2,5
B	6	500	25	2,5
C	6	300	15	1,5
Total		1.800	90	6,5
				81%

Fonte: CORRÊA & GIANESI,1996

O cálculo realizado para chegar no resultado de 81% foi:

$$100\% \text{ ————— } 8 \text{ h} \quad \text{portanto; } y = 6,5 \times 100 / 8 \therefore y = 81\%$$

$$y \text{ ————— } 6,5 \text{ h}$$

A tabela acima apresenta uma situação confortável para a produção, pois há excesso de capacidade. Por outro lado, a mesma empresa apresenta uma demanda superior, como na tabela a seguir:

Tabela 12 - Produção mensal e diária: situação 2

Tipo de Produto	Ciclo (min)	Demanda mensal	Demanda diária	Horas por dia
A	3	1.100	55	2,75
B	6	600	30	3,00
C	6	500	25	2,50
Total		2.200	110	8,25
				103%

Fonte: CORRÊA & GIANESI,1996

O cálculo realizado para chegar no resultado de 103% foi:

$$100\% \text{ ————— } 8 \text{ h} \quad \text{portanto; } y = 8,25 \times 100 / 8 \therefore y = 103\%$$

$$y \text{ ————— } 8,25 \text{ h}$$

Como se pode observar, houve uma sobrecarga gerando uma falta de capacidade produtiva. Neste tipo de situação é preciso realizar um rebalanceamento na linha de produção. Tornando mais ágil e rápido a troca de ferramentas e os ajustes de máquinas, favorecendo a diminuição do tempo *takt*, em paralelo a diminuição ao tempo de ciclo, resultando, então no rebalanceamento da produção, principalmente em momentos turbulentos de aumento de demanda.

A situação 3 é uma possibilidade de rebalanceamento, conforme mostrado na figura a seguir

Tabela 13 - Produção mensal e diária: situação 3

Tipo de Produto	Ciclo (min)	Demanda mensal	Demanda diária	Horas por dia
A	2,5	1.100	55	2,29
B	5	600	30	2,50
C	5	500	25	2,08
Total		2.200	110	6,88
				86%

Fonte: CORRÊA & GIANESI,1996

Utilizando o mesmo cálculo:

$$100\% \text{ ————— } 8 \text{ h} \quad \text{portanto; } y = 6,88 \times 100 / 8 \therefore y = 86\%$$

$$y \text{ ————— } 6,88\text{h}$$

“A produção em modelos mesclados pode apresentar benefícios em termos de produtividade e oferece também mais flexibilidade a produção, permitindo sua adaptação às mudanças em curto prazo na demanda” (CORRÊA & GIANESI, 1996, p.91).

Através da técnica de balanceamento apresentada, é possível estabelecer um programa mestre de produção mais apurado e para, então, “puxar” a produção dos componentes necessários para a produção do produto final.

4.5.4.2 Sistema Puxar

“Não fabrique produto algum até que seja necessário; então, fabrique-o rapidamente” (Doutrina operacional da Bumper Works apud WOMACK & JONES, 2003).

A produção de um produto apenas flui quando puxados pela etapa seguinte. Desenvolver o conhecimento desta etapa é, conseqüentemente, conhecer melhor a produção *just-in-time* (JIT). Existem muitas semelhanças entre a filosofia *just-in-time* e a Produção Enxuta, a diferença está na maior abrangência do Sistema de Produção Enxuta, cuja cobertura de processos que envolvem a produção de um determinado produto é maior, englobando toda a cadeia de valor.

“Através da implementação do sistema puxado de produção, cada etapa do processo produz conforme a retirada do processo seguinte (cliente)” (CARVALHO, 2004).

Para que este processo possa puxar e fluir, Carvalho (2004) classificou algumas necessidades:

- a. Identificar o comportamento real da demanda;
- b. Criar equilíbrio entre Produção e vendas: Novo papel do PCP;
- c. Identificar o fluxo da informação desde o cliente final;
- d. Colocar os pedidos de forma nivelada (ex: atendimento, logística e expedição) aplicando o conceito de *just-in-time*: “a informação necessária, no tempo necessário e na quantidade necessária” (CORRÊA & GIANESI, 1996, p.94);
- e. Distribuir as metas de vendas ao longo do mês (quinzenal ou semanal);

- f. Elaborar uma política de descontos que estimule pedidos regulares;
- g. Proporcionar a integração do cliente ao Sistema de Produção Enxuta, encurtando as distâncias entre ele e a empresa;
- h. Elaborar um plano de vendas com base em informações confiáveis e de comprometimento com o tempo *takt*; e
- i. Criar estabilidade no sistema entre as áreas de produção, PCP e vendas e, de responsabilidade do PCP, criar este equilíbrio.

Na prática, o Sistema de Produção Enxuta busca introduzir nas empresas um sistema puxado de armazenagem capaz de responder com total confiança à demanda real do cliente. “Em 1989, foi iniciada a primeira etapa de implementação do sistema puxado, reduzindo o tamanho das prateleiras e relocando peças por tamanho e por frequência de demanda” (WOMACK & JONES, 2003). Implementar um sistema de pedidos diários é muito interessante para empresas que produzem em alta quantidade diária. O alto giro de estoque, sem aumento das vendas, é resultado de redução de estoques totais em um fluxo complexo de produção de abastecimento. Num cenário realista, todos sabem que a demanda prevista dificilmente ocorre, uma vez que, a previsão está sempre fadada às incertezas e as ameaças externas. Para que a empresa enxuta não sofra deste mal, a colocação de fontes de reabastecimento é uma solução vantajosa tanto do ponto de vista de controle e segurança quanto da manutenção do sistema “puxar”.

Para Tardin (2004), as fontes de reabastecimentos, chamado de supermercados, ocorrem através do consumo e reposição simultâneas de um estoque controlado de peças, e este está localizado entre os processos.

Sua aplicação, Tardin (2004) defende, deve ser realizada quando não for possível o fluxo contínuo e houver variação de demanda mesmo após o uso de técnicas de diminuição destas variações, e quando o *lead time* for longo também.

A grande vantagem deste controle é que se o processo posterior não consumir um determinado item, o processo anterior não produzirá mesmo que isto contrarie a previsão de vendas, e isto é regra para o sistema enxuto. Portanto, na produção puxada transfere-se para o chão de fábrica a responsabilidade pela programação diária da produção. E cabe ao PCP assessorar com melhorias de processos para elaboração de um programa diário mais enxuto e treinamento do pessoal agora responsável. Certamente, o uso de sistemas visuais agiliza o processo de decisão dos operários. O uso do *andon*, dispositivo de controle visual de uma área de produção, e que em geral é “um monitor com iluminação superior, que apresenta as condições atuais do sistema de produção e alerta os membros da equipe quanto aos problemas

que surgem” (WOMACK & JONES, 2003, p.366), proporciona informações atualizadas para uma produção mais precisa.

4.5.4.3 Kanban

Como uma técnica utilizada com muita frequência entre as empresas enxutas, o *kanban* “é um sistema sinalizador da produção que programa as quantidades a serem produzidas e transportadas dentro de parâmetros de demanda previamente definidos. E ao mesmo tempo, permite manter sob controle o nível de estoque de materiais e em processo” (ERDMANN, 1998, p. 170). “Um dispositivo sinalizador que fornece instruções para a produção, retirada ou transporte de itens” (TARDIN, 2004)

A primeira tentativa de adoção do *kanban* na Kawasaki, fora do Japão, ligava a linha de montagem final dos produtos a um centro alimentador que fornecia cerca de 400 tipos de peças metálicas, mas houve insucesso, pois a disciplina não foi levada a finco.

Na verdade foram vários erros ocorridos no início de 1981, além do fracasso da primeira implementação do *Kanban*, porém hoje, caracteriza-se como uma ferramenta de sucesso para a produção puxada.

4.5.5 Perfeição

4.5.5.1 Conceito

O alcance da perfeição, como se pode saber, é impossível. Porém, existe um caminho para a perfeição e no Sistema Toyota de Produção (STP) é conhecido como busca pela melhoria contínua, as quais são “passíveis de serem construídas a partir de novas idéias e do repensar das noções básicas. O passo inicial para o entendimento dos novos sistemas de produção japoneses é a compreensão de seus conceitos fundamentais” (SHINGO, 1996, p. 43), que estão sendo abordados neste trabalho.

“A perfeição é como o infinito. Tentar imaginá-lo na verdade é impossível, mas o esforço para fazê-lo oferece a inspiração e a direção essenciais para o progresso ao longo do caminho” (WOMACK & JONES, 2003, p. 90).

A técnica japonesa utilizada e que representa a busca pela perfeição é a palavra *kaizen*, “melhoria contínua e incremental de uma atividade a fim de criar mais valor com menos desperdícios” (WOMACK & JONES, 2003, p. 365). No processo de melhoria contínua é

necessário planejamento desde o começo e com envolvimento de todos. Assim sendo, explora-se neste subitem a questão da qualidade total, círculo de controle de qualidade e ferramentas utilizadas por empresas enxutas, como o *poka-poye* e métodos como o *jidoka*. Além destes, também se explora a adequação da tecnologia de processamento das necessidades da empresa e a definição de um cronograma concreto e rígido na implementação de melhorias ao longo do caminho.

Mas antes de identificar problemas, formular e avaliar idéias e implementar melhorias “desesperadamente”, é preciso haver uma boa compreensão dos seis princípios, que conforme Shingo (1996, p.134), prova sua efetividade.

1. Aptidão: “pessoa certa no lugar certo”;
2. Divisão do Trabalho;
3. Mecanização (Uso de ferramentas que facilitam o dia a dia do trabalho);
4. Motorização;
5. Sincronização das tarefas;
6. Padronização de tarefas, materiais, peças, ferramentas, máquinas, matrizes e produtos para maior produtividade.

De certa maneira, a perfeição traz melhores práticas para a realização das atividades necessárias para a produção de certo bem ou serviço. Porém, sua prática ainda é pouco conhecida nas empresas devido a grande perda de tempo que há nas atividades relacionadas com “apagar incêndio” tidas, em sua maioria, como cotidianas/rotineiras. A busca da perfeição envolve a conscientização, esforço e paciência, pois os bons resultados são demorados.

Como já dito, os métodos japoneses utilizados na busca da perfeição e que serão abordados neste trabalho são TQM, CCQ e *Jidoka* e as ferramentas são *poka-poye* e *andom*. Estas duas ferramentas estão explicadas no dicionário (capítulo 7) deste trabalho.

4.5.5.2 TQM

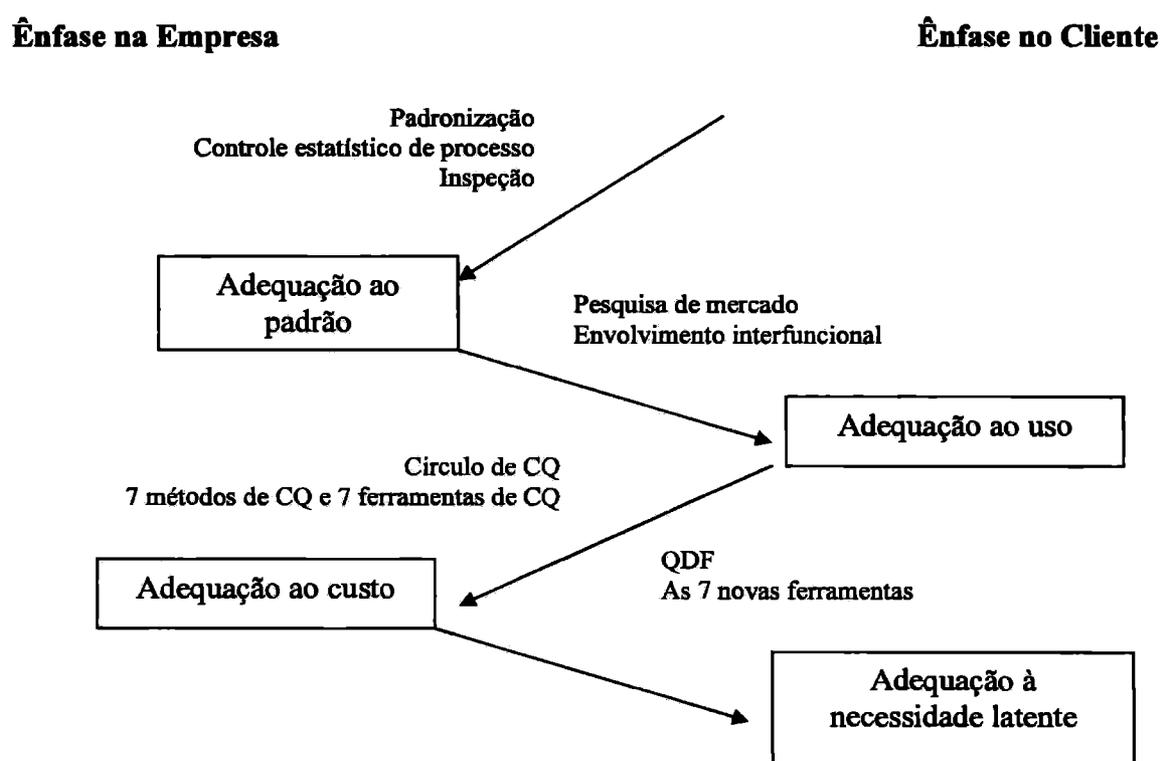
O termo qualidade, a partir da década de 50, sofreu várias adequações em seu conceito e as quatro principais foram quanto:

- a. Ao padrão: avalia se um produto é produzido conforme foi descrito no manual;
- b. Ao uso: garante que as necessidades do mercado foram supridas, pois o produto atende como o cliente quer utilizar;

- c. Ao custo: alta qualidade e baixo custo;
- d. À necessidade latente: “satisfação das necessidades do cliente antes que os clientes estejam conscientes dela” (SHIBA, 1997, p. 12). Um Excelente exemplo é o caso da Sony com seu produto inovador *walkman*. Este produto atendeu uma necessidade que até o momento era desconhecida pelas pessoas.

Assim como a evolução de conceitos de qualidade foi de forma gradativa, suas práticas e ferramentas deram-se da mesma forma. Shiba (1997) denomina este acontecimento de evolução da metodologia expresso na figura abaixo:

Figura 10 - A evolução da Metodologia

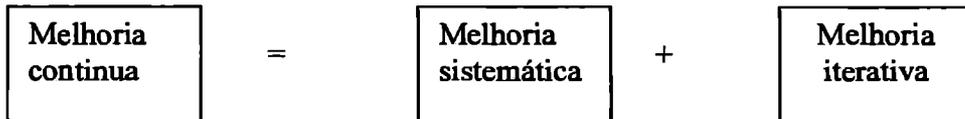


Fonte: SHIBA (1997)

O processo de melhoria contínua nada mais é que uma performance de cada um deles (padrão, uso, custo e necessidade latente). Assim como, a devida integração da empresa tanto a vertical (hierarquias) como a horizontal (funções), proporciona, neste sentido, verdadeiras inovações de processos e produtos, no final de várias etapas.

Tanto o TQM quanto a filosofia *Lean*, utilizam a expressão de melhoria contínua a fim de transmitir a idéia de resolução constante de problemas, principalmente a diminuição de desperdícios quanto se refere ao processo do Sistema de Produção Enxuta.

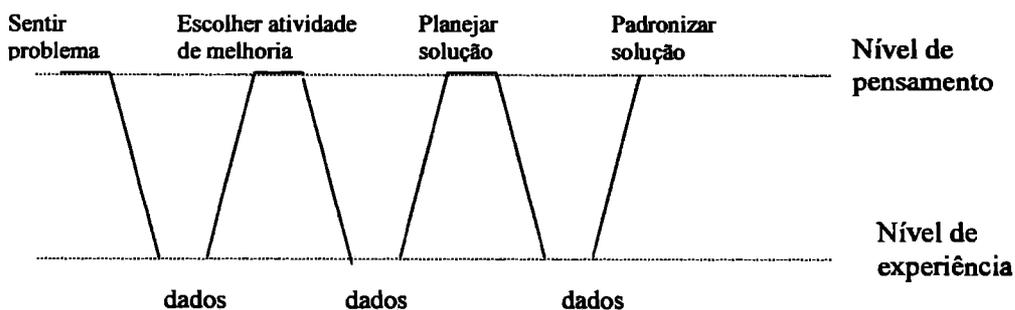
Shiba (1997) considera o processo de melhoria contínua sob duas idéias principais: melhoria sistemática (ou baseada cientificamente) e realimentação da melhoria (melhoria iterativa):



A melhoria sistemática origina-se de formas estruturadas e programadas de se conseguir soluções consistentes para os problemas identificados. “Estruturar esforços de uma equipe facilita a participação de todos os membros, obtendo-se informações até dos mais reticentes” (SHIBA, 1997, p.41) e, foram com essas intenções, que as empresas implementaram os famosos círculos de controle de qualidade. O modelo para exemplificar o processo de melhoria sistemática é o WV cuja criação pertence ao professor Shoji Shiba da Universidade de Tsukuba, renomada pelos estudos de TQM.

Este modelo apresenta uma série de etapas, mas seu principal conselho não é o uso exato das etapas, mas sim lembrar aos responsáveis que não se deve precipitar, é preciso após sentir o problema, estudá-lo analisando várias possíveis soluções, isto é melhor do que ir direto à implementação da primeira solução que aparecer e padronizá-la. Este conselho parece meio óbvio, mas a situação contrária a ele acontece nas mais diversas empresas. O modelo proposto pelo professor japonês segue na figura abaixo:

Figura 11 - Realimentação da melhoria iterativa



Fonte: SHIBA (1997)

No modelo WV, a realimentação do processo é intrínseca ao bom andamento da melhoria contínua. W.E. Deming foi um grande contribuinte para o programa de controle de qualidade japonês, e uma de suas contribuições foi justamente levar o PDCA (planejar, executar, verificar e atuar), elaborado nos EUA, para as empresas japonesas aplicarem. Shewart (1980) propõe o PDCA da seguinte maneira:

- a. Planejar: determinar analítica e quantitativamente quais são os problemas chave em um processo ou atividades existentes e como eles podem ser corrigidos;
- b. Executar: implementar o plano;
- c. Verificar (*Check*): confirmar quantitativa e analiticamente se o plano funciona e resulta em melhor desempenho;
- d. Atuar: modificar o processo anterior adequadamente, documentar o processo revisado e utilizá-lo.

“O PDCA simboliza o princípio da interação na resolução de problemas, efetuar melhorias por etapas e repetir o ciclo de melhoria várias vezes” (SHIBA, 1997, p.49).

O PDCA é um ciclo, no qual o término do A (atuar corretivamente) aciona, consecutivamente, o início deste ciclo que é o P (planejar). Campos (1990) aborda dois tipos de ciclos: o de rotina e o de melhoria. O ciclo de rotina diz respeito ao sistema de padrões, o qual é conduzido repetitivamente pelos funcionários, como por exemplo: encapsular vidro, laminar aço, receber um hóspede, lecionar um curso, assentar piso, etc. Devido à alta repetitividade da execução tem-se a importância de se padronizar a fim de otimizar recursos, mas isso não implica aceitação do que foi padronizado como perfeito. Assim sendo, o uso do PDCA torna-se uma ferramenta fundamental para o programa de melhoria do sistema. “O gerenciamento de processos repetitivos feito através da abordagem por sistemas (rotina) consta essencialmente do estabelecimento de um sistema de padrões e de seu aperfeiçoamento contínuo pela análise de processo e solução de problemas” (CAMPOS, 1990, p. 46).

O ciclo PDCA de controle de processos é considerado uma ferramenta gerencial, no qual a tarefa principal dos gerentes de produção é estabelecer metas e definir métodos que permitam atingi-las. Ou seja, controlar para que o que foi planejado e treinado seja executado, e atuar metodicamente sobre os problemas que fatalmente surgem, sejam eles grandiosos ou imperceptíveis são todas vítimas de melhorias. Portanto, se a normalidade prolongar, “é sinal para que seja acionado o ciclo de melhorias, que é prática cada vez mais profunda da análise de processo, tendo como meta melhorar sempre (mais perfeitos, mais seguro, mais rápido, mais fácil, mais correto, etc)” (Campos, 1990, p. 49).

O quadro a seguir identificará as quatro funções básicas alocadas de acordo com o nível hierárquico, mas isso não implica maior importância. Todas as funções no pensamento enxuto têm nível de importância igual, pois uma depende da outra. No pensamento enxuto, o nível hierárquico (organograma) serve unicamente para identificar e separar papéis de cada um na organização, porém todos devem ter consciência da relevância que cada um tem no preenchimento de seu papel. E é esta consciência global que gera alto grau de união das empresas japonesas, dificilmente observadas nas empresas ocidentais.

Quadro 5 - Alocação dos trabalhos da Rotina, Melhoria e Desenvolvimento na estrutura hierárquica da Toyota.

NÍVEL HIERÁRQUICO	PAPÉL E RESPONSABILIDADE
ALTA ADMINISTRAÇÃO	
GERÊNCIA	
CHEFE DE TURNO	
TRABALHADOR	
<p>A. Rotina: observação das operações padronizadas (normais) e eliminação da causa fundamental de problemas.</p> <p>B. Melhoria: propostas de melhoria através da análise de processo e do gerenciamento dos objetivos da empresa buscando níveis nunca antes alcançados.</p> <p>C. Desenvolvimento: desenvolvimento de novos produtos, processo, mercados, etc</p>	

Fonte: CAMPOS (1989)

Não basta a alta administração querer implementar o PDCA, cabe-a preparar e estabilizar o processo através de uma padronização de sistemas e processos. A teoria evolucionária de Quinn ajuda a explicar este preceito, e de acordo com Mintzberg (2000), os teóricos evolucionários afirmam que as rotinas são insumos importantes para o processo de criação de mudanças, além de ser uma fonte de aprendizado, oriundo das interações de rotinas. As rotinas são bases de comparações entre o velho e o novo, portanto como os trabalhadores poderão realizar mudanças sem a base estar firmemente consolidada?

4.5.5.3 C.C.Q (Circulo de Controle da Qualidade)

“Uma das premissas para se iniciar atividades de CCQ numa empresa é que o TQM esteja sendo implantado” (ISHIKAWA, 1985, p.215).

O círculo de qualidade foi um programa inventado pelos japoneses no ano de 1962, com três objetivos básicos: melhorar a qualidade, elevar a produtividade e diminuir os custos.

Estabelecido o programa de TQM, o próximo passo é definir de forma voluntária a equipe que irá liderar o CCQ. Mas antes de tudo, todos devem entender de forma bem clara, para então almejar a participação, do que seria o tal de CCQ. De acordo com Ishikawa (1980), um CCQ é um pequeno grupo que desempenha atividades de controle de qualidade de forma voluntária dentro do mesmo setor. Formado o grupo, este executa atividades contínuas de controle de qualidade total, durante o horário de trabalho, proporcionando rotinas e melhorias, o autodesenvolvimento e mútuo desenvolvimento, utilizando técnicas de controle de qualidade.

Engel (1981) indica três princípios do CCQ, esses são:

1. Contribuição para melhorias e para o desenvolvimento da empresa;
2. Respeito à relação humana e criação de contentamento no meio ambiente, no qual valha a pena trabalhar;
3. Completa expansão das capacidades humanas, ou seja, do desenvolvimento das possibilidades internas do ser humano (capacidade mental dos trabalhadores);

A conclusão que se pode chegar é a relação entre o CCQ e o TQM. No qual o primeiro é um movimento *Bottom-up* (de baixo para cima), ou seja, mudanças ocorrem primeiramente no nível operacional e, em seguida, no nível gerencial até o nível da alta administração (presidência). Já o movimento *Top-down* (de cima para baixo), mudanças são realizadas através da alta administração, como metas, estratégias, objetivos, e assim são passados para o nível gerencial e este repassa para o nível operacional.

Infelizmente, a intensidade do meio CCQ no Brasil ainda é muito baixa quando comparada ao do Japão. Quando são observadas atividades bem desenvolvidas, quanto a TQM e CCQ, trata-se, em sua maioria, de empresas japonesas instaladas no Brasil.

A contribuição observada do TQM e CCQ para a Produção Enxuta está justamente em apoiar a consistência da qualidade, assim como, de proporcionar soluções rápidas e momentâneas para os problemas relacionados à produção diária. E ninguém melhor que os próprios trabalhadores, que executam tarefas rotineiras, para propor melhorias de meios e métodos relacionados à linha de produção. Desta forma, “gerentes não deveriam, em momento algum, interromper os esforços para melhorar os processos e simplesmente gerenciá-los de modo estável” (WOMACK & JONES, 2003, p.85).

4.5.5.4 Jidoka

Outro termo japonês, *Jidoka*, que teve sua primeira implementação na *Toyota*, tem como finalidade a transferência da inteligência humana para equipamentos automatizados. Permitindo que as máquinas detectem a produção de uma única peça defeituosa e suspendam imediatamente seu funcionamento enquanto é solicitado ajuda.

4.6 Marco Teórico

Pensamento enxuto é a busca contínua de fazer cada vez mais com cada vez menos esforço humano, equipamento, tempo e espaço e, de fato, aproximando cada vez mais a oferta do que os clientes desejam, de modo a fazer suprir suas necessidades.

O princípio básico do pensamento enxuto é a eliminação de todo desperdício num processo, seja processo fabril, seja processo administrativo. Como o conceito principal é a “eliminação do desperdício”, a expressão *muda* é utilizada diretamente do idioma japonês para destacar a importância do conceito de “desperdício = muda”.

Portanto, *muda* é qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não cria valor, ou seja, não agrega valor a um produto. No processo de Produção Enxuta é classificado o tipo de muda, de maneira bem específica. Exemplificando alguns *muda's*, tem-se:

- a. *Muda* do excesso de produção - Realmente, em todas as empresas existe uma tendência de produzir um pouco mais do que o estritamente necessário. Este pensamento enraizado origina-se do medo de faltar um produto. Isto acaba se tornando uma “margem de segurança” em todas as etapas da produção, prevendo que poderá haver rejeições (quando o esforço deveria ser dirigido a combater as causas de possíveis rejeições);
- b. *Muda* do produto em processo - Normalmente várias peças estão à espera numa linha de produção, com a ilusão de que se tivermos peças esperando, o operador da máquina, ou o montador vai se esforçar mais por se sentir pressionado. Na realidade isto está causando uma necessidade de produto em processo que fica apenas esperando a operação;
- c. *Muda* do transporte - Realmente, transportar uma peça de uma operação para a seguinte é parte do processo que não agrega nenhum valor à peça. Nada como estudar um *layout* que reduza toda e qualquer movimentação;
- d. *Muda* da própria operação - Numa montagem é normal que o processo não esteja padronizado, e o montador está acostumado a pegar a peça, analisar, deixar a peça na mesa de operação para ir buscar uma ferramenta, e novamente retomar a montagem; ou ainda, existem

operações de usinagem que consomem tempos desnecessários, como num torno, em que a primeira operação geralmente é facear uma peça, mas que posteriormente esta face desaparece pelas operações posteriores. Um meio de diminuir este tipo de desperdício é organizar as ferramentas padronizadas próximas à área de trabalho;

e. *Muda* do estoque - Sem dúvida, qualquer estoque exige operações como “contar”, “verificar”, “armazenar”, “transportar”, “identificar”, “contar”, além de ter a necessidade de um operador que realize todas estas verificações, o próprio estoque exige espaço e empata o capital de giro de uma empresa;

f. *Muda* do movimento - “buscar uma peça”; “andar para ligar uma chave”; “dar alguns passos para verificar o desenho da peça”. Toda movimentação, se bem observada não representa um trabalho útil;

g. *Muda* do retrabalho - A idéia é produzir a qualidade no processo, e não deixar produzir uma não-conformidade para depois retrabalhar.

O princípio básico da Produção Enxuta é descobrir estes principais *muda*'s e eliminá-los sistematicamente.

Verificado este ponto, o trabalho para o levantamento dos cinco (5) princípios que são intrínsecos às organizações que passaram ou estão passando do processo de produção em massa para a produção enxuta tem esses passos:

1. Determinar precisamente o valor do produto específico.

Este princípio apenas pode ser definido pelo cliente. O valor só é significativo quando expresso em termos de um produto específico que atenda às necessidades do cliente a um preço específico e um momento específico. Porém, o valor obviamente é criado pelo produtor. Identificação das reais necessidades do cliente apoiada à aplicação da ferramenta aconselhada é, para o gerenciamento do projeto de desenvolvimento do produto, o QFD (Desdobramento da Função Qualidade) e o uso do sistema de custeio ABC, cujas possibilidades de análise dos custos embutidos no produto (tanto na visão econômica quanto de aperfeiçoamento de processos) são melhores.

2. Identificar o fluxo de valor para cada produto.

É o conjunto de todas as ações específicas necessárias para levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio, sendo elas:

- Tarefa de solução de problemas (desde a concepção até o lançamento do produto);
- Tarefa de gerenciamento da informação (desde o recebimento do pedido até a entrega conforme o cronograma);
- Tarefa de transformação física (desde a matéria prima ao produto acabado).

Portanto, é preciso verificar como as empresas têm olhado para o todo, para o conjunto inteiro de atividades envolvido na criação e na fabricação.

3. Fazer o valor fluir sem interrupções.

Criar um ambiente em que as etapas realmente criem valor e fluam. Desta maneira, desvia-se o foco das categorias organizacionais para os “processos” que agregam verdadeiro valor ao produto, os quais são: estudos de projeto, entrada de pedido, *layout* para se descobrir quais métodos e ferramentas são necessários para melhoria de processo, reduzindo seus tempos *takt*. TPM (Manutenção Preventiva Total) é considerada como uma ferramenta essencial para este princípio.

4. Deixar o cliente puxar o valor do produto.

A aplicação dos conceitos de *just-in-time* é muito forte nesta etapa devido à equivalência de pensamentos (produz o que se vende) e a complementaridade. Entrelaçados ao uso de ferramentas, como *andon e kanban*, proporcionam que processos fossem puxados desde o pedido de compra até o pedido ao fornecedor do fornecedor.

5. Buscar a perfeição.

O resultado da interação dos quatro últimos princípios (valor, fluxo de valor, fluir e puxar) realiza o papel de estimulante pela melhoria contínua e o comprometimento de toda empresa para desempenhá-la. No sistema de Produção Enxuta tem-se o entendimento que o processo de melhoria para a perfeição, embora impossível, porém almejada, demanda de muito tempo. E que durante o processo, errar é a maior fonte alimentadora, proporcionando conhecimento para novas soluções aos problemas inerentes.

O entendimento de todos os tipos de desperdícios identificados engajado ao conhecimento dos cinco princípios básicos significa um grande salto para a compreensão da Produção Enxuta, e atrelado a uma crise em determinado local da fábrica, encadeiam o processo de implementação. O Sistema não é difícil de se entender, ele traz novas práticas e pensamentos, muitas vezes divergentes das práticas e pensamentos atuais de produção.

Como resumo do marco teórico, foi elaborada a tabela a seguir pelo próprio pesquisador para uma melhor visão do todo que compreende o Sistema de Produção Enxuto. A tabela pode ser dividida em duas partes, sendo a primeira dos desperdícios e a segunda dos princípios e suas principais ferramentas. A primeira parte da figura consta dos sete desperdícios comuns em qualquer empresa, porém devem ser identificados e eliminados por não agregar valor algum ao produto final. Na segunda parte consta cinco princípios e suas respectivas ferramentas enxutas. Assim, tem-se:

Quadro 6– Resumo do marco teórico

DESPERDÍCIOS	PRINCÍPIO	PRINCIPAIS FERRAMENTAS
Do Excesso de Produção	Determinar Valor	Custeio ABC, DIP, ERP, QFD
Do Produto em processo	Fluxo de Valor	Mapas de Fluxo de Valor
Do Transporte	Fluir	QFD, Layout Celular, TPM, Reengenharia de processos
Da Operação	Puxar	Entrega <i>just-in-time</i> , <i>Kanban</i> , <i>Heijunka</i> , <i>andon</i>
Do Estoque	Buscar a Perfeição	<i>Poka-yoke</i> , <i>Jidoka</i> , TQM, CCQ, TPM, <i>Kaizen</i>
Do Movimento		
Do Retrabalho		

Fonte: Própria

5 ESTUDO DE CASO – KAWASAKI S.A.

Esta etapa do trabalho apresenta o estudo de caso da aplicação da Produção Enxuta a fim de responder ao problema de pesquisa proposto pelo mesmo.

No primeiro item desta etapa, ocorre a seleção da empresa e a coleta de dados que caracterizam a aplicação da Produção Enxuta no processo de produção.

No segundo item, são apresentados e discutidos os resultados observados no estudo de caso da aplicação da Produção Enxuta na fábrica da empresa.

5.1 Seleção da Empresa e Coleta dos Dados

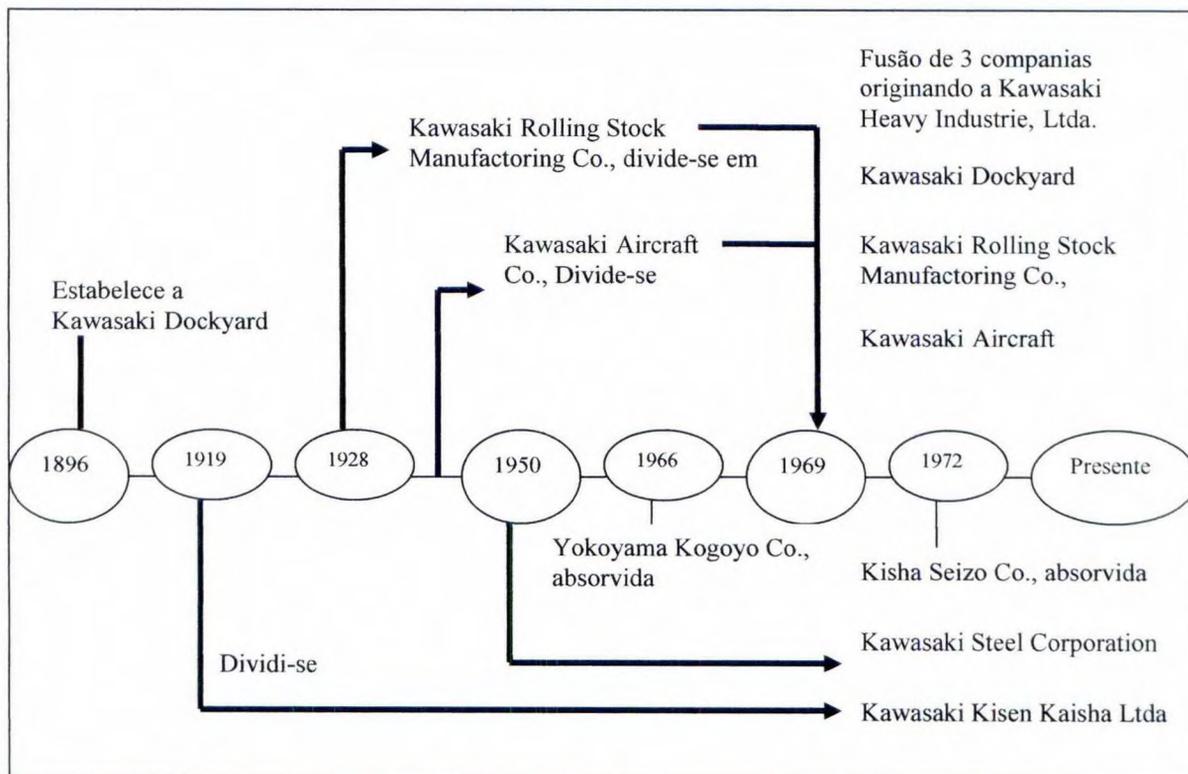
A seleção da empresa estudada nesta fase da pesquisa foi realizada com base em dois critérios previamente estabelecidos. Devido à vantagem cultural japonesa quanto à facilidade no entendimento e no desenvolvimento do Sistema de Produção Enxuta, assim como, agilidade na aplicação do sistema, definiu-se que a empresa analisada deveria ser japonesa, buscando com o trabalho verificar o grau de aplicabilidade dos conceitos e ferramentas enxutas das empresas japonesas instaladas no Brasil. Outro critério necessário, é que a empresa já esteja implementando o Sistema de Produção Enxuta, obviamente apenas é possível verificar o grau de comprometimento com este novo sistema através de ações enxutas, não bastando o conhecimento do Sistema de Produção Enxuta. A partir então desses critérios foi possível escolher a empresa voluntária neste estudo de caso.

5.2 Caracterização da Empresa

Em 1880, Shazo Kawasaki abriu seu primeiro estaleiro para construção de navios de aço. Em 1886, a operação novata expandiu, tornado a Kawasaki Dockyard. Em 1896, a Kawasaki Dockyard foi incorporada, e Kojiro Matsukata foi nomeado com o primeiro presidente da companhia. Em 1906, iniciou-se a fabricação de locomotivas, freios para carros, carreta para passageiros, e longarinas de ponte na mais nova fábrica - Hyogo. Enquanto isso, os estaleiros passaram a fabricar turbinas marítimas a vapor. E em 1918, é estabelecido o departamento aeronáutico na fábrica de Hyogo, apenas 15 anos após os irmãos Wright terem feito seu primeiro voo. O departamento começou a fabricar aeronave num tempo em que o avião ainda era feito de madeira e pano. Logo, a nova planta de manufatura do departamento iniciou a construção da primeira aeronave em metal. Em 1928, a fábrica de Hyogo é separadamente

incorporada a Kawasaki Rolling Sotck Manufacturing Co. Ltda. Em 1937, foi criada a Kawasaki Aircraft Co. Ltda. e em 1950, a Kawasaki Stell Corporation, sendo uma fábrica de produção do aço. A incorporação dessas divisões foi projetada para fortalecer a posição de cada uma delas em seus respectivos ramos industriais. Em 1953, a Companhia também expandiu seus negócios na fabricação de motocicletas. Durante o período de recuperação pós-guerra, o Japão usufruiu um período de rápido crescimento econômico para fortalecimento das empresas japonesas, incluído a Kawasaki. A Kawasaki teve uma grande contribuição para reconstrução do Japão com suas operações em navios, trens, aeronaves, máquinas industriais e estruturas metálicas. Em 1966, foi absorvida a empresa Yokoyama Co. que fabricava caldeiras, afiadores e transportadores. Ela ajudou a Kawasaki a expandir seu ramo para construção de máquinas de operação. Mais adiante, em 1969 a Kawasaki Dockyard, a Kawasaki Rolling Stock Manufacturing e Kawasaki Aircraft uniram-se para fundar a Kawasaki Heavy Industries Ltda, - KHI. Em 1972, a KHI realiza outra incorporação, a empresa Kisha Seizo Co. fazendo da KHI a maior produtora de trens do Japão e estendendo fábricas por todo país, em municípios de difícil entrada e em alguns municípios chaves. A KHI tinha criado uma companhia de sistema de engenharia total, com a capacidade de projetar produtos aéreos, terrestres e marítimos. As incorporações estratégicas ocorriam em momentos em que as necessidades de aplicar tecnologias avançadas e de ampliar as experiências de engenharia em projetos de larga escala, cresciam. Navios, trens e aeronaves estavam se tornando maiores, mais rápidos e automatizados. Além de plantas fabris estarem sendo construídas numa maneira que a produtividade aumentasse dramaticamente. Tecnologias avançadas em pavimentação de estradas até desenvolvimentos de novos projetos dentro e fora do espaço, e inclusive no mundo microscópio, foram sendo conquistas constantes da Kawasaki Heavy Industrie.

Quadro 7 - Quadro de Resumo Histórico da KHI



Fonte: Kawasaki Aeronáutica do Brasil

Quadro 8 - Dados Gerais da KHI

Dados da Kawasaki Heavy Industrie, Ltda.

Escritório Central: Tokyo Head Office

Estabelecimento: 15 de Outubro de 1896

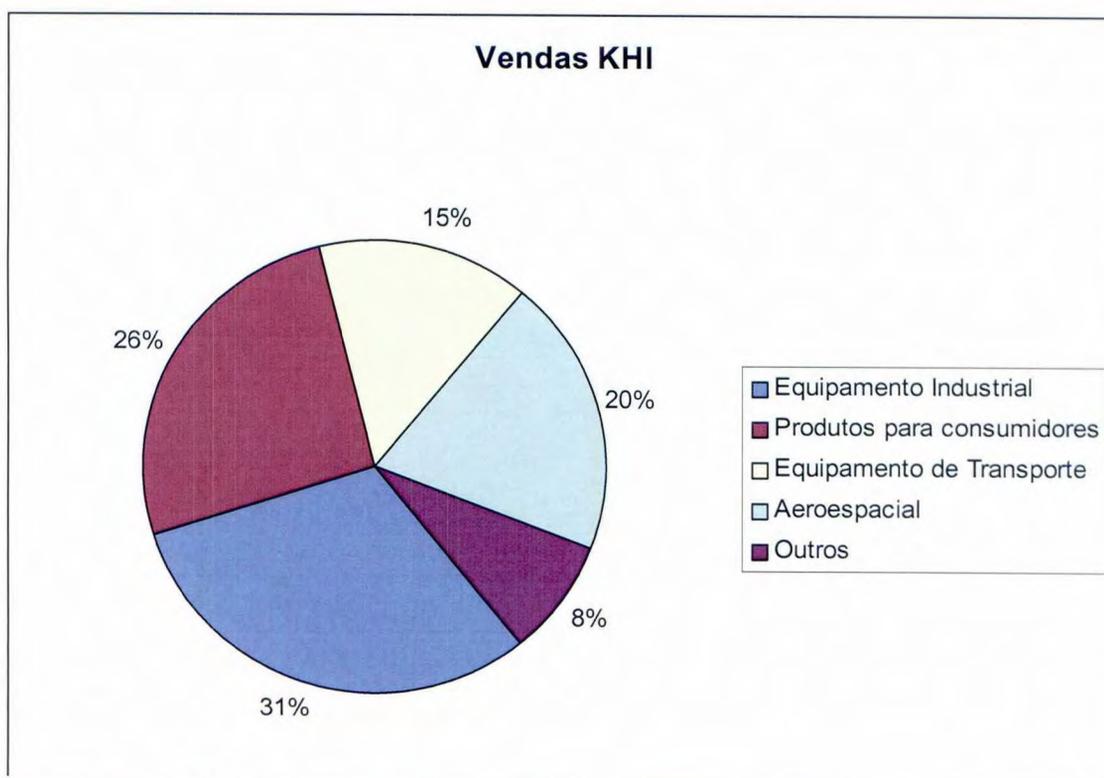
Presidente: Masamoto Tazaki

Empregados: 14.600

Atividades: Desenvolvimento e produção, venda e serviço de tais produtos:

- Navios, submarinos, desenvolvimento marítimo;
- Trens e construção de maquinários;
- Aeronaves, helicópteros e aeronave espaciais;
- Motores de jet, turbinas a gás e turbinas a gasolina;
- Robôs industriais e automatização de sistemas;
- Produtos de proteção ambiental, planta industrial e estruturas de metal;
- Motocicletas; Jet Skis; ATVs (All Terrain Veichles) e pequenos motores; e
- Novas fontes de energia (vento e solar)

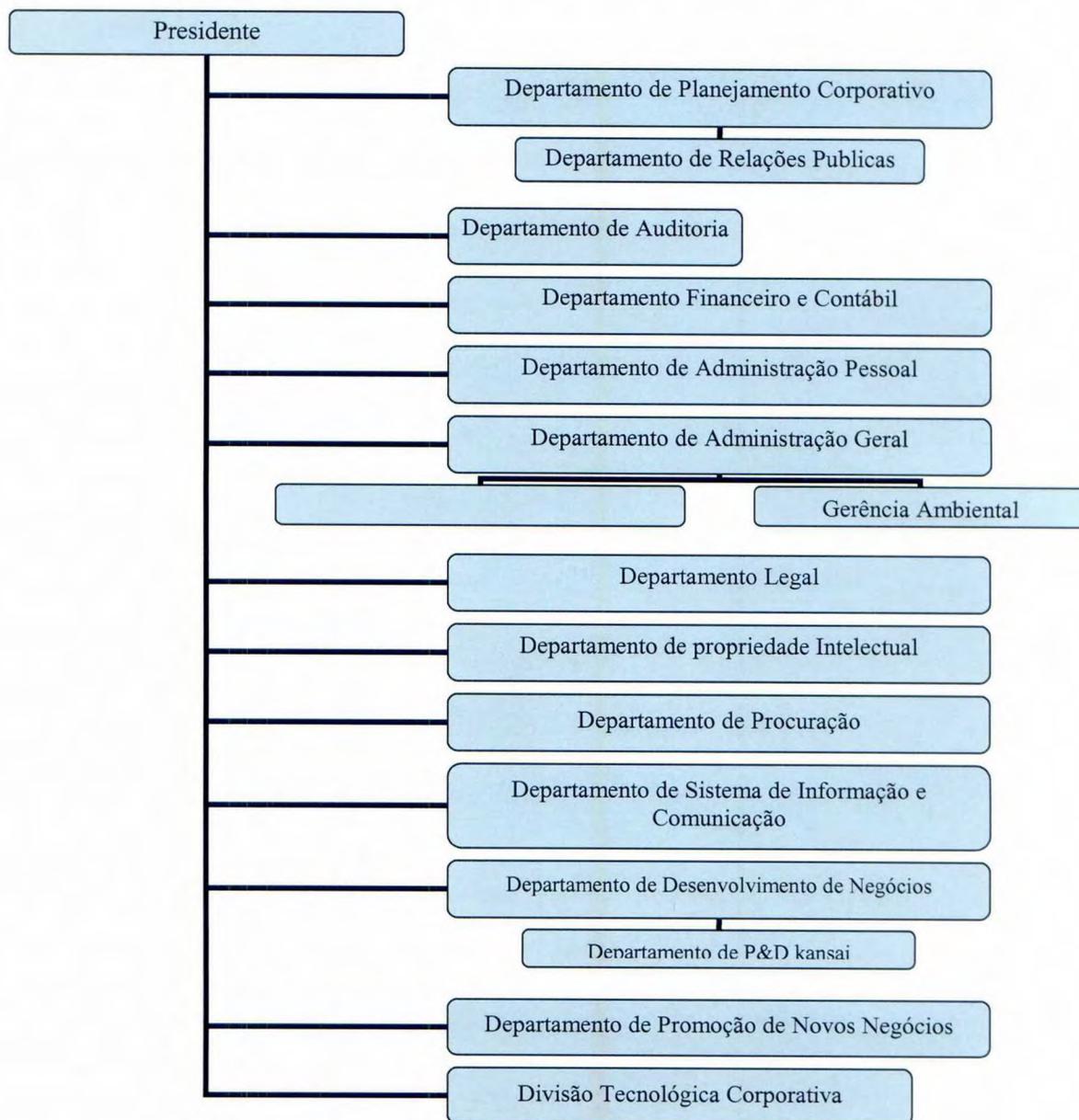
Endereço virtual: <http://www.khi.co.jp>



Fonte: Kawasaki Aeronáutica do Brasil

Logo abaixo, apresenta-se o organograma da empresa Kawasa Heavy Industrie.

Figura 12 - Organograma da KHI



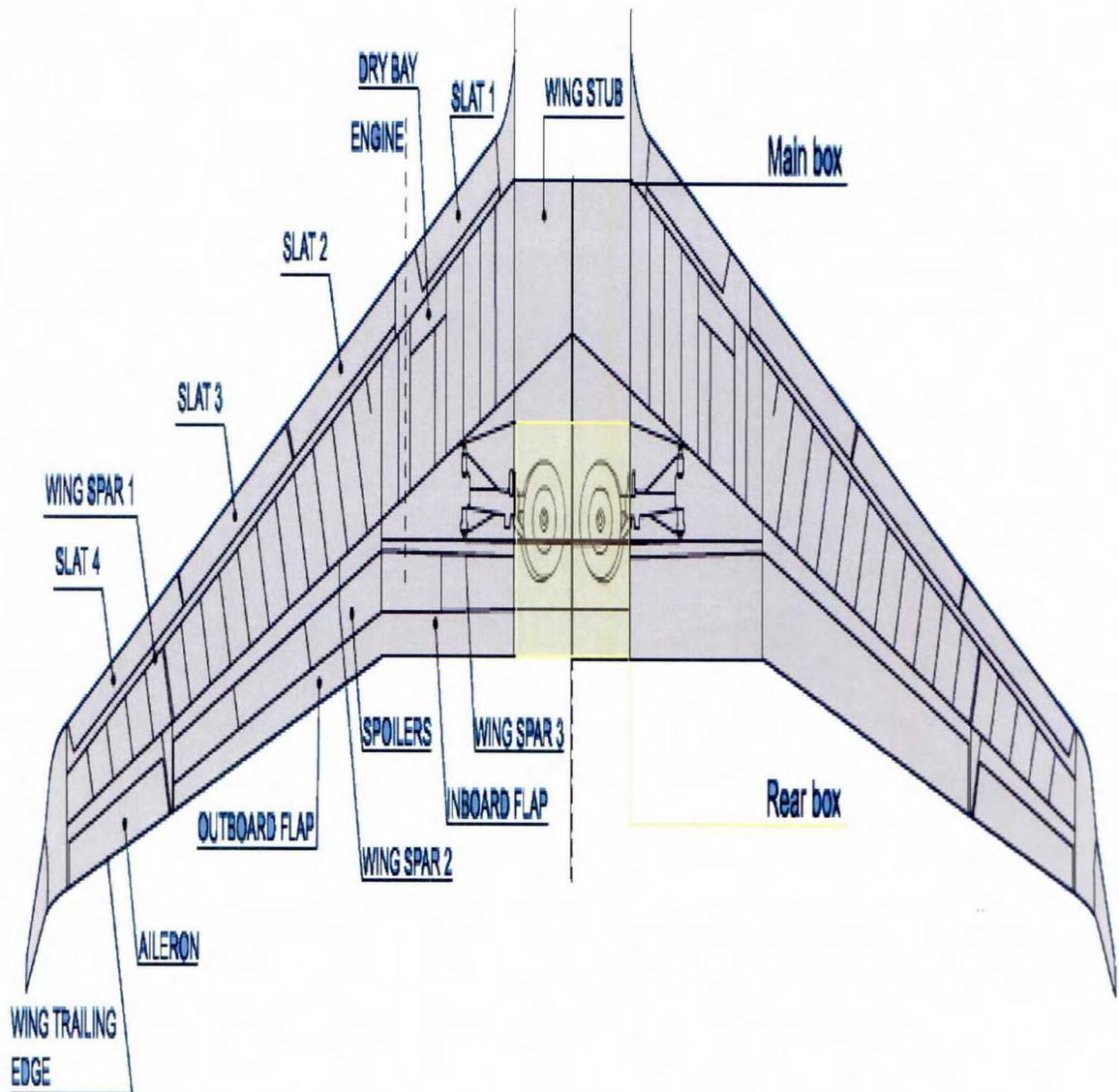
A empresa escolhida é a subsidiária da Kawasaki Heavy Industries, a Kawasaki Aeronáutica do Brasil (KAB), é uma das parceiras industriais da Embraer no Programa EMBRAER 170/190. A Kawasaki Aeronáutica do Brasil é uma parceira industrial sediada em Gavião Peixoto. A inauguração da fábrica da Kawasaki na Unidade de Gavião Peixoto, em abril de 2003, coloca em prática o conceito de trazer os parceiros da Embraer para o Brasil. A entrada de empresas japonesas no Brasil contribui para introdução de novas técnicas e ferramentas de qualidade e de diminuição de custos. A produção dos conjuntos completos (estrutura e sistemas) das Asas do EMBRAER 190 é realizada no Brasil, com peças e subconjuntos remetidos pela KHI. A montagem final é desenvolvida em Gavião Peixoto. A cadência atual de produção é de um conjunto (par completo) de Asas por mês com 38 empregados, com previsão de se chegar a quatro quando a produção atingir os níveis planejados, utilizando cerca de 130 pessoas. As novas instalações receberam investimento inicial de R\$ 20 milhões e, até fim de 2004, a previsão é de que alcance os R\$ 30 milhões.

5.3 Determinação do valor

A concepção do produto, quanto a definição, ocorre na Embraer e o projeto detalhado é desenvolvido pela KAB, que adapta suas técnicas de fabricação aos detalhes do projeto, assim desenvolvendo o produto de uma maneira perfeitamente integrada com o parceiro. A organização dos projetos em etapas bem definidas e as revisões são periódicas. Existindo, inclusive, a participação horizontal no projeto, ou seja, envolvimento de diversas áreas da empresa. Definido o projeto do produto, desenvolve-se o plano de produção que atenda as especificações do produto e a melhor forma possível de fazê-lo (menor desperdício). A importante observação a respeito de desenvolvimento integrado do produto, e isto envolve qualidade, é a aplicação da teoria abordada neste trabalho na prática quanto ao uso do método de identificação de valor e QFD. Em contrapartida, a Kawasaki é limitada no quesito identificação do fluxo de valor, uma vez que, sua cliente Embraer ainda não tem se desenvolvido de forma mais profunda no Sistema de Produção Enxuta. Este fator, como é defendido na parte teórica em que todos os agentes do fluxo de valor de um determinado produto devem participar do programa, implica o sucesso do desenvolvimento da Produção Enxuta da empresa.

A figura 34 é o produto da Kawasaki que integra o corpo do Embraer 190.

Figura 13 - Produto Kawasaki



As características do processo de desenvolvimento de produtos da Empresa Kawasaki, de acordo com a tipologia proposta por Rozenfeld & Amaral (1999), são apresentadas na tabela a seguir.

Tabela 14– Características do processo de desenvolvimento de produtos da Empresa Kawasaki

NIVEL	FATOR		TIPO	
Mercado	Setor		Aeronáutica	
	Concorrência		Oligopólio Competitivo	
	Alvo	Geográfico	Mundial	
		Posição na cadeia de produção	Intermediário na cadeia de suprimentos	
Corporação	inserção		Matriz	
	Interação com unidades	Responsabilidade	Coordenador de desenvolvimento	
		Equipe	Mundial	
Empresa	Responsabilidade técnica		Diretoria Industrial	
	Estratégia	Competitiva	Misto	
		Interprojetos	Novo	
	Informações iniciais		Cliente	
	Complexidade do Produto	Tecnologia principal		Mecânica e elétrica
		Interna		Aplicação
		Interface com o usuário		Alta complexidade
	Grau de inovação		Pesquisa e desenvolvimento	

Fonte: Rozenfeld & Amaral, 1999 completado com os dados da Kawasaki Aeronáutica do Brasil

5.4 Fluxo de Valor Kawasaki

O processo de produção e montagem da Asa do Embraer 190 está descrito em duas etapas. A primeira etapa é realizada no Japão e a segunda etapa, neste caso é a montagem da Asa, tarefa principal realizada na filial da empresa no Brasil. Cada etapa e subetapas exercem o papel de agregar valor ao produto final, assim nenhuma das etapas detalhadas pode ser eliminada do processo, mas sim melhoradas.

I – Processo no Japão:

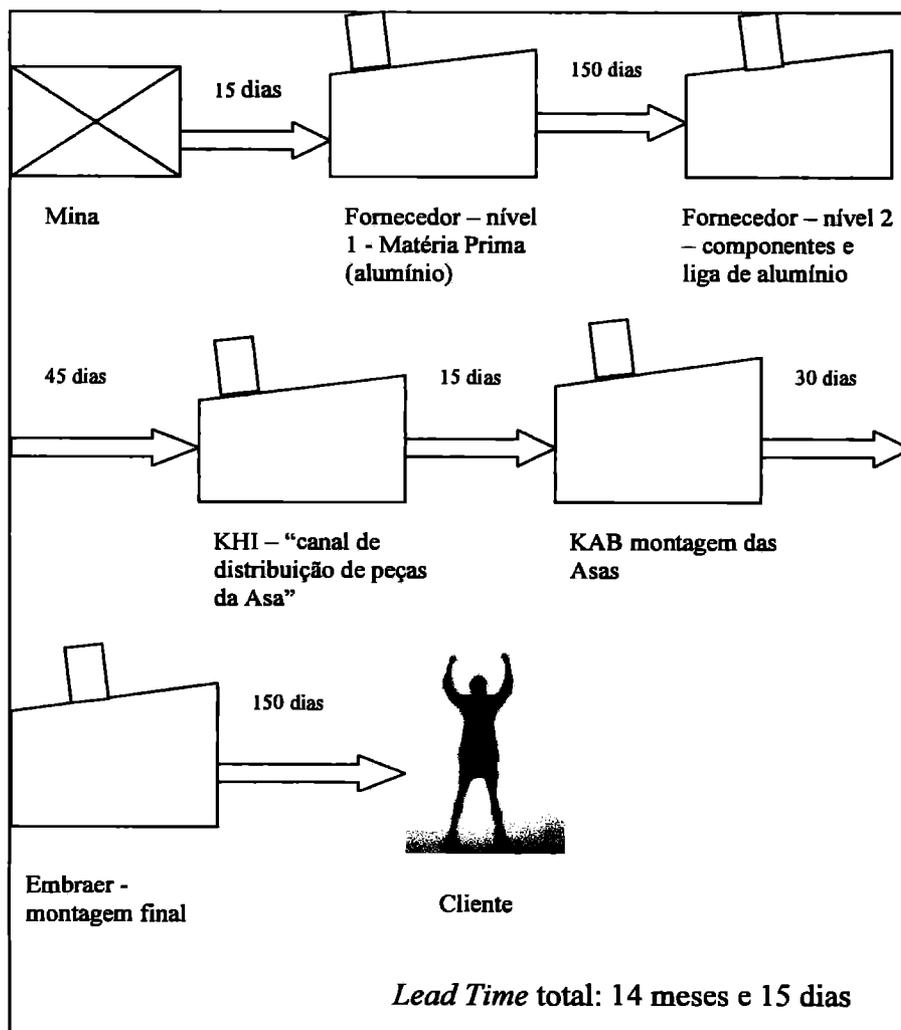
a. Matéria prima extraída na mina (alumínio para a produção da liga) demanda de duas semanas até ser entregue aos fornecedores de primeiro nível. Esses são responsáveis pela fabricação da liga de alumínio e seu *lead time* é de 150 dias;

- b. O passo seguinte é os fornecedores de segundo nível, cuja responsabilidade é produzir liga de alumínio e componentes, sendo o *lead time* é de 45 dias;
- c. Após fabricação do alumínio, insumo para o fornecedor de nível 2 produzir a liga de aço e componentes, apresentando um *lead time* de 45 dias;
- d. Ao entrar na fábrica, a KHI-Kawasaki Heavy Industries Ltd requer a comprovação de origem do material e é analisado o certificado garantindo a conformidade das especificações. (90% fornecedores situam-se no Japão);
- e. KHI recebe matéria-prima e/ou componentes e envia para KAB-Kawasaki Aeronáutica do Brasil, com um *lead time* de 15 dias.

II – Processo no Brasil:

- f. Processo na KAB;
- g. Recebimento de componentes;
- h. Identificação de componentes;
- i. Estocagem dos componentes;
- j. Acionado o *andon*, inicia-se o processo de montagem da Asa do avião Embraer 190;
- k. Início da montagem em Gabaritos calibrados: Gabarito de montagem do Bordo de Ataque; Bordo de Fuga; Gabarito de Junção das partes do Revestimento; Gabarito de Montagem da estrutura da Asa (Todos os gabaritos são duplicados um para a Asa esquerda, e outro para a Asa direita);
- l. Encaminhamento da Asa, no seu formato final, para o Gabarito Giratório, no qual é executada a operação de acabamento e limpeza. Finalmente é deslocado para um suporte que recebe os testes de estanqueidade, uma vez que a Asa também tem o papel de tanque combustível, e limpeza da tubulação hidráulica.
- m. Acomodação do material completo (duas semi-asas formando o conjunto de Asas) num semi-reboque especialmente projetado, e transportado por um cavalo mecânico por rodovia, para São José dos Campos. O *lead time* para todo o processo é de 30 dias.
- n. Início da montagem final do avião EMBRAER 190 ocorre toda na fábrica de São José dos Campos, SP. O *lead time* do processo é de cinco meses, e, depois, finalmente ocorre a entrega do pedido ao cliente. O mapa de Fluxo de Valor de um Par de Asas KAWASAKI para o EMBRAER 190 é o seguinte:

Quadro 9 - Fluxo de Valor de um Par de Asas KAWASAKI para o EMBRAER 190



Fonte: Própria

5.5 Análise de Dados

Tabuladas as respostas obtidas através da aplicação do questionário, (ver modelo na metodologia de pesquisa), além de reter informações inerentes à realização de entrevistas informais e análise documental, é, então, possível fazer uma análise concreta do caso Kawasaki com enfoque na resposta ao problema proposto.

A elaboração do questionário é realizada em tópicos, nos quais cada um é responsável por uma parte do Sistema de Produção Enxuta. Os tópicos abordados são: Cultura, Concepção do Produto, *Just in Time*, TPM, TQM, *Layout*, Tecnologia, Cliente e Fornecedor. Cada tópico é composto por uma ou mais perguntas que irá identificar métodos e instrumentos que estão sendo ou não aplicados pela empresa em questão, e mediante identificação dos métodos e

ferramentas enxutas pode-se saber quais dos cinco princípios apresentados a empresa implementa ou está em fase de implementação. Lembrando que todos esses métodos e instrumentos foram abordados no desenvolvimento deste trabalho e, através do conhecimento destes, é possível realizar uma analogia entre o teórico e o praticado. O preço praticado pela Kawasaki depende do acordo estabelecido entre a Embraer e ela, que deve tender a ser um pouco maior, uma vez que, a Kawasaki é parceira de risco da Embraer.

O sistema de gerenciamento dos custos da empresa é o ABC, o mesmo indicado pelo sistema de Produção Enxuta.

Com a aplicação dos questionários foi possível obter as seguintes informações que, mais tarde, serão comparadas ao marco teórico para análise. Portanto de acordo com:

- **a Cultura**

Os funcionários da empresa participam do processo de identificação de desperdícios, assim como são treinados para encontro dos mesmos. A empresa concorda que os funcionários que lidam direto com a produção são os melhores identificadores de desperdícios se forem bem instruídos a respeito e, principalmente, motivados. Neste caso, a Kawasaki tem total compromisso com a cultura japonesa de respeito e importância a todos os funcionários, no qual todos executam papel fundamental no funcionamento “saudável” da empresa.

- **a Concepção do Produto**

A concepção do produto é realizada pelo corpo de engenharia KHI / (EMBRAER), no qual a estrutura do projeto de um novo produto é realizada de forma integrada entre a engenharia de desenvolvimento do produto e a engenharia industrial. Aplica-se o QFD (Desdobramento da Função Qualidade) para melhor resultados, como tempo e qualidade do projeto. A Embraer é a principal identificadora de valor ao cliente. Por outro lado, a mesma não possui o Mapa do Fluxo de valor.

- **o Just-In-Time (JIT)**

- Estoque**

- O baixo nível de estoque, conforme os padrões japoneses, é uma das principais

características do JIT, ainda não é possível sua implementação por ser, em grande maioria, os materiais para formação da Asa, importados do Japão e Canadá. Porém assim que substitutos forem encontrados, o JIT terá grande utilidade.

Reengenharia de Processo (*Kaikaku*):

Quanto à reengenharia do processo de produção, esta ocorre assim que detectado a necessidade de mudanças. Então, é solicitada a aplicação para KHI no Japão. A KHI é responsável por enviar engenheiros para avaliar as necessidades identificadas e, se viável, aprovar as mudanças necessárias. Muitas vezes, as necessidades de mudanças são identificadas pelos próprios funcionários.

Redução de Tempo

Por ser a Kawasaki uma fábrica focalizada no sistema de produção, todo seu Processo KPS - Kawasaki Production System - objetiva redução do tempo de ciclo (tempo *takt*), conseqüentemente, uma redução do prazo de entrega para a Embraer e este para o cliente final. Além disso, a Kawasaki possui estratégias de manufaturas ágeis.

Quanto às técnicas rápidas de trocas de ferramentas, não são aplicadas, pois a demanda ainda é muito pequena. Por outro lado os trabalhos executados são relacionados à montagem final da Asa. A produção da Kawasaki é de baixa cadência, típica de produtos aeronáuticos, portanto é produção totalmente oposta da produção em lotes (característica do sistema de produção em massa). Para que a entrega das Asas esteja sempre conforme a data estabelecida que é um mês, aproximadamente, o processo de montagem segue um fluxo contínuo focalizando o seu produto e suas necessidades.

São estes pequenos ajustes que tornam os aviões da Embraer cada vez mais competitivos no mercado aeronáutico.

Programas

Aplicação do *Heijunka* (programa nivelado) na produção ainda não é possível, pois depende da programação EMBRAER. Porém o Sistema Puxar Técnica *Kanban* está em fase de implantação com três meses de teste até sua aprovação e normatização. Apesar da capacidade do gargalo em definir a capacidade da fábrica, só existe um gargalo em todo processo de montagem da Asa e este seria no Gabarito da estrutura da Asa. As atividades de comprimir gargalos e eliminação de fila são contínuas, pois sempre que ocorre o desaparecimento de um, há o surgimento de outra.

- **a TPM**

Realizada pelos funcionários da Kawasaki, a Manutenção Produtiva Total na empresa possui uma série de métodos destinados a garantir que cada máquina de um processo de produção seja sempre capaz de realizar as tarefas necessárias para que a produção jamais seja interrompida por problema na máquina. Planejamento e estratégias são programados na fábrica para a realização de manutenção preventiva e os programas de melhoria em segurança, também são implementados.

- **Ao TQM**

O Planejamento da Qualidade Total da Kawasaki possui Programas de Melhoria Contínua Formal, Programas Administração para Qualidade e usa dispositivos *poka-yoke* na sua montagem. Em contrapartida, ainda não é realizado o Programa de Qualidade Total e Círculo de Controle da Qualidade.

- **ao Layout**

A fábrica Kawasaki situa-se dentro do sítio da Embraer. A Embraer é responsável em ceder a área para a Kawasaki e esta de construir seu hangar e com a KAB compartilha um de seus hangares. A KAB é responsável por toda instalação e ferramental.

A empresa aplicou o modo celular multidisciplinar de *layout* interligado ao programa de 5Ss aplicado e monitorado pela empresa.

- **a Tecnologia**

Os equipamentos e ferramentas são personalizados para a produção da empresa. A empresa usufrui sistemas como o ERP (sistemas integrados capazes de atender as necessidades de informações de diversos departamento e processos de negócio das empresas, principalmente neste estudo, a integração cliente, logística, produção e vendas).

A programação da capacidade produtiva através de *kanban* está em fase de implementação.

A empresa utiliza quadros visuais, placares, sinais luminosos, tudo que facilita o acompanhamento da produção, tanto pelos próprios operadores (trabalhadores do chão de fábrica) como pelos chefes, gerentes e diretores. *Adon* especificamente é qualquer PAINEL Luminoso que pode ou não ter controle eletrônico. Apenas usado para alertar o estado de cada máquina, ou necessidade de algum operador.

- **ao Cliente**

Ainda não existe programa de reabastecimento contínuo para o cliente, mas com a produção em série prevista para o início do ano de 2005 deve acontecer.

Como foi visto no tópico de concepção do produto, o cliente não só participa no desenvolvimento de um novo produto como tem grande peso sobre o mesmo. A integração existente é Cliente final, Embraer e Kawasaki quanto ao produto: asa. E como método de controle da satisfação do cliente é realizada para cada par de Asa entregue, uma avaliação da satisfação do cliente.

- **ao Fornecedor**

Os fornecedores chaves de entrega na fábrica pela base do *just in time*, nem administram o estoque. Os fornecedores não estão envolvidos desde o início com o desenvolvimento de novos produtos, segundo o engenheiro de produção: não se aplica no momento.

A empresa participa na melhoria contínua de processos, eliminando desperdícios, de seus fornecedores no Japão. Porém, os fornecedores que estão situados no Canadá há pouco que pode ser feito, ainda, por eles e, os do Brasil, não se aplicam.

Mesmo que contratualmente, os fornecedores se comprometem na redução de custos, não há a integração com os fornecedores para estabelecimento de custo presente e futuro e não de custo por preço unitário.

De acordo com o questionário apresentado na metodologia (item 3.1), logo abaixo encontra-se a tabulação das respostas obtidas com o Sr. Ebina, Diretor Industrial da KAB.

Tabela 15 – Tabulação do questionário respondido

	SIM	NÃO	EM FASE DE APLICAÇÃO	NÃO SE APLICA
Quanto à cultura:				
1. Os funcionários participam na identificação de desperdícios e na construção de melhorias contínuas?	X			
Quanto à concepção do produto:				

2. Ocorre a integração entre a engenharia aeroespacial e engenharia industrial no desenvolvimento estrutural do projeto de um novo produto?	X			
Existe a identificação do valor?	X			
Realiza o mapeamento do fluxo de valor?		X		
Quanto ao fluxo contínuo:				
3. Aplica-se a filosofia do <i>just-in-time</i> ?		X		
4. Pratica-se a política de baixo nível de estoque?		X		
5. Pratica-se a reengenharia do processo de produção?	X			
6. Existe atividade para redução de tempo de ciclo?	X			
7. As estratégias de manufaturas são ágeis?	X			
8. As técnicas de trocas de ferramentas são rápidas?	X			
9. A fábrica está focalizada para sistema de produção?	X			
10. Aplica-se a técnica <i>kanban</i> ?			X	
11. Busca-se comprimir gargalos e eliminar filas?				X
12. Existe treinamento para instrução dos funcionários quanto ao conhecimento de métodos de identificação e análise de problemas e controle estatísticos?	X			
Quanto ao TPM (Manutenção Produtiva Total):				
13. Aplica-se o programa de Manutenção Total da Produção?	X			
14. O planejamento e as estratégias são programados?	X			
15. Aplica-se a manutenção preventiva e preditiva?	X			
16. Existe programa de melhoria em segurança?	X			

Quanto à busca da perfeição:				
17. Existem os programas de melhoria contínua?	X			
18. Existem os programas de administração para qualidade?	X			
19. Aplica-se o TQM (<i>Total Quality Managemen</i>)?		X		
20. Aplica-se o Círculo de Controle da Qualidade?		X		
Quanto ao layout:				
21. O arranjo físico é em células multidisciplinares?	X			
22. É aplicado o programa de 5Ss?	X			
Quanto à tecnologia:				
23. Os equipamentos e ferramentas são personalizados para a produção da empresa?	X			
24. Aplica-se o controle visual da produção?	X			
25. Aplica-se o sistema ERP?		X		
26. É programada a capacidade produtiva?	X			
Quanto ao cliente:				
27. Existem programas de reabastecimento contínuo para o cliente?				X
28. Ocorre a participação dos clientes no desenvolvimento de um novo produto?	X			
29. Efetua-se avaliação da satisfação do cliente?	X			
Quanto ao fornecedor:	X			
30. Fornecedores chaves entregam na fábrica pela base do <i>just- in- time</i> ?		X		
31. Os fornecedores administram o estoque?		X		
32. Os fornecedores se comprometem contratualmente na redução de custos?	X			

33. Fornecedores estão envolvidos desde o início com o desenvolvimento de novos produtos?		X		
34. A empresa participa na melhoria contínua de processos, eliminando desperdícios, de seus fornecedores?		X		
35. Ocorre integração com os fornecedores para estabelecimento de custo presente e futuro e não em preço unitário?		X		

5.6 Análise Comparativa entre as Características da Empresa e a Teoria

“As indústrias aeronáutica e automobilística também exportam significativamente, porém importam ainda grande parte dos componentes de que se utilizam; a primeira ainda mais do que a segunda” (Lean Institute Brasil).

Esta última parte do trabalho é destinada à análise comparativa entre a teoria, resumida no marco teórico, e a prática, relatada no estudo de caso. Durante a coleta de informações e dados, pode-se observar o grau de entendimento dos funcionários da empresa a respeito da melhoria contínua dos processos de trabalho visando a melhor qualidade com menor custo ao cliente, foco de tudo. E também a conscientização de que cada um dos funcionários é responsável na identificação de desperdícios e cujas atividades de eliminação serão, consecutivamente, estudadas. Conforme declarado pela diretoria da empresa, isto apenas é possível quando existe uma política de certa proteção da cultura japonesa que hoje é bem estruturada e clara sobre a qualidade, facilitando que os processos de implementação do Sistema de Produção Enxuta aconteçam. Concordando com aquilo que Womack defende “cultura orientada para o valor”, outros pontos identificados são o uso, pela empresa, de muitas ferramentas que auxiliam nos princípios de Produção Enxuta e na identificação de desperdícios.

Para melhor identificação do valor ao cliente, a empresa aplica ferramentas como: QFD (Desdobramento da Função Qualidade) e uso do sistema de custeio ABC para obter maior clareza do valor agregado ao produto e melhor racionalização do estoque. Ainda ajudando neste primeiro princípio enxuto, identificação de valor, o cliente é um forte integrante no desenvolvimento do produto, inclusive aplica-se a avaliação da satisfação do cliente, forte identificador de necessidades reais do cliente. Os fornecedores da empresa também realizam atividades que favoreçam a redução de custos, porém não existe nenhuma integração entre a Kawasaki do Brasil e seus fornecedores instalados no Brasil para juntos realizarem a diminuição de custos. Apesar de serem poucos, é interessante para empresa a redução de

custos e de tempo de entrega, e seria interessante para empresas brasileiras que passariam a adquirir conhecimento de Produção Enxuta, e se especializar na área. E, sem dúvida, em repassar para o cliente um produto que se aproxima mais do valor almejado, ou seja, com custos que realmente agregam valor ao produto e qualidade e tempo diferenciados.

Quanto ao segundo princípio - fluxo de valor do produto - a empresa Kawasaki não possui um fluxo de valor detalhado o suficiente para atender as necessidades do terceiro princípio da Produção Enxuta - fluir. Dificultando as possibilidades em “criar mudanças drásticas na forma como as tarefas de rotinas são realizadas diariamente” (WOMACK, 2003, p.257). Essas tarefas são consideradas atividades geradoras de valor e a adoção de um mapa de fluxo de valor irá tornar resultados de Reengenharia do Processo de Produção- *Kaikaku* mais rápidos. O uso do *layout* celular multidisciplinar pela empresa ocorre no formato de ferraduras, nos quais as máquinas estão em ordem exata para montagem da Asa, em compensação os funcionários desempenham mais de uma função conforme indicado pelo Sistema de Produção Enxuta. O *layout* celular atrelado ao programa 5S oferece benefícios de agilidade e rapidez de fluxo de produção para Kawasaki, além de se assemelhar mais com uma empresa enxuta.

Diante o quarto princípio - puxar - observa-se uma grande defasagem entre o que empresa faz e o que a teoria diz. O alto nível de estoque é um agente que dificulta a identificação de desperdícios como demonstrado no quadro da página 30. Provavelmente, a empresa precisará encontrar meios para diminuição deste nível para que o sistema puxar seja eficiente, uma vez que a técnica *Kanban* já está em fase de implementação na empresa.

A questão de ser uma empresa japonesa, o último princípio - a perfeição - é uma aspiração bem clara e uma das metas mais importantes de produção. Todos os funcionários exercem o papel de executores do processo de melhoria contínua na empresa e isto faz parte da cultura da organização. Quem está lá dentro, deve estar preparado para contribuir e não apenas executar o trabalho rotineiro. O que não foi identificado foram ferramentas que dêem suporte aos funcionários e tornem o trabalho de identificação de melhorias mais eficaz, como a ausência de CCQ.

Acredita-se que com a introdução de novos produtos a linha da Kawasaki, novas necessidades irão surgir, conseqüentemente, crises criativas irão vir à tona, como Ohno defende, exigindo aplicações de técnicas e ferramentas omissas atualmente na empresa, como as de entregas dos fornecedores *just-in-time*, troca rápida de ferramentas, círculo do controle da qualidade, TQM (Qualidade Total), *Heijunka* (programa de nivelamento), além da maior participação do fornecedor que como detectada ainda é muito baixa comparada com as necessidades de um sistema enxuto.

O interessante para dar continuidade à pesquisa, seria descobrir quais são os principais desperdícios da Kawasaki no processo de produção da Asa do Embraer 190 e, então, a partir dos métodos e das ferramentas pertencentes ao Sistema Enxuto de Produção, elaborar um projeto de aplicação visando a melhoria de processo, diminuição de custo, incremento na qualidade e maior satisfação do cliente.

6 CONCLUSÃO

Teve como objetivo este trabalho, estudar detalhadamente o novo sistema de produção denominado de Produção Enxuta. A partir da pesquisa bibliográfica e o estudo exploratório, pode-se obter o entendimento necessário sobre o sistema de Produção Enxuta e como se dá sua implementação nas empresas, englobando os métodos e ferramentas que caracterizam o sistema. Para tanto, foi necessário analisar o sistema mais utilizado pela maioria das empresas no mundo, o sistema de produção em massa, considerando haver uma quantidade muito alta de desperdícios, o sistema enxuto veio para solucionar e apresentar sob outras ópticas um outro meio de se produzir um produto. Um meio mais ágil, com menos desperdícios, com uma qualidade melhor, favorecendo tanto a empresa quanto os clientes e fornecedores, pois neste sistema, é preciso que todos se integrem ao processo, gerando uma política do ganha-ganha, ou seja, todos saem ganhando com este novo sistema de Produção Enxuta. Começando pelos clientes que ganham com um produto preciso as suas necessidades, mais barato e de qualidade superior. Para exemplificar, tem-se o caso do carro Lexus da *Toyota*, concorrente da *Mercedes e BMW*, que vem ganhando espaço no mercado por apresentar exatamente essas características (preço, qualidade e precisão). A empresa ganha em diminuição de custo, em produtividade e aumento de vendas. E, conseqüentemente, em mesma escala que as empresas, os seus fornecedores ao assumirem o posicionamento de parceiros da empresa, e não mais como meros supridores de matéria-prima.

Porém, para que o Sistema de Produção Enxuta seja implementado com total sucesso, é preciso uma força motriz que encadeie o processo. A força motriz, geralmente, é a empresa que tem maior poder de pressionar fornecedores e/ou distribuidores em segui-la e a primeira interessada em fornecer produtos ideais aos seus clientes finais.

Lembrando que o Sistema de Produção Enxuta (SPE) sofre forte influências do STP (Sistema Toyota de Produção), pois muitas ferramentas elaboradas por este sistema são usadas no SPE, portanto algumas similaridades são normais diante de conceitos e pensamentos de consistência enxuta em ambos.

Atendendo o primeiro objetivo de um estudo aprofundado do sistema de Produção Enxuta, pôde-se efetuar um estudo de caso na empresa Kawasaki do Brasil através de questionários e entrevistas. Sanando com o segundo objetivo deste trabalho de apenas verificar “o quanto” a KAB aplica o Sistema de Produção Enxuta. Pelo fato da empresa estudada ter nacionalidade japonesa, acaba por sofrer forte influência em termos de cultura e gestão japonesa, fatores estes que facilitam o processo de implementação do processo enxuto. Diante da análise das

informações obtidas da empresa, realmente a Kawasaki tem bom entendimento dos conceitos e práticas enxutas, além disso, conhece a importância do sistema enxuto, assim como objetiva, no decorrer de suas atividades no Brasil e das oportunidades, elaborar estratégias claras de expansão das técnicas de produção enxuta. Foi verificado no estudo que a empresa Kawasaki é a de maior característica enxuta na rede de produção das Asas do Embraer 190.

Finalizando, percebeu-se claramente que a despeito de estar fora de seu território a Empresa Kawasaki já tem incorporada a sua cultura a prática da produção enxuta que, certamente, multiplicará tais conhecimentos e técnicas a seus clientes e fornecedores. Esse contato e relação de cliente/fornecedor, certamente potencializará a cultura enxuta no Brasil de maneira geral e garantirá a disseminação da cultura japonesa no país.

7 DICIONÁRIO

QFD (Desdobramento da Função Qualidade) – procedimento decisório visual para equipes de projeto com qualificações múltiplas que desenvolve uma compreensão comum da voz do cliente e um consenso sobre as especificações finais de engenharia do produto com o compromisso da equipe inteira. O QFD integra as perspectivas dos membros da equipe de diferentes disciplinas, garantindo que seus esforços focalizem a resolução de *trade-offs* importantes. O uso de QFD elimina dispendiosos retrofluxos e retrabalhos próximos ao lançamento dos projetos.

Heijunka – criação de um “programa nivelado” por meio do seqüenciamento dos pedidos em um padrão repetitivo e eliminação das variações cotidianas nos pedidos totais, de modo a corresponder a demanda de longo prazo.

Jidoka – automação de equipamentos de forma a permitir a identificação de produção de uma única peça com defeito que paralise automaticamente a produção enquanto é solicitado ajuda.

Kaikaku – melhoria radical de uma atividade a fim de eliminar desperdícios. Chamado também de Kaizen revolucionário, kaizen do fluxo ou do sistema.

Kaizen – Melhoria contínua e incremental de uma atividade a fim de criar mais valor com menos desperdício. Chamado também de kaizen pontual e kaizen do processo.

Kanban – pequeno cartão pendurado em containeres que regulam o puxar no Sistema De Produção Enxuta sinalizando a produção e a entrega em etapas anteriores.

Monitor andon – dispositivo de controle visual em uma área de produção, em geral um monitor com iluminação superior, que apresenta as condições atuais do sistema de produção e alerta os membros da equipe quanto aos problemas que surgem.

Poka-yoke – Dispositivo ou procedimento a prova de erros, destinado a impedir a ocorrência de defeitos durante o recebimento de pedidos ou a fabricação de produtos.

Sensei – professor particular com domínio em uma área de conhecimentos, neste caso em Sistema de Produção Enxuta.

8 REFERÊNCIAS

- ABDLHAMID, T.S. **The self-destruction and renewal of lean construction theory**: a prediction from boyd's theory. Disponível em: <http://www.msu.edu>, acesso em agosto de 2004.
- APPLE, J. M.. **Plant Layout and Material Handling**. 3rd ed. New York: John Wiley, 1997.
- BATTAGLIA, F. **Indicadores que enganam**: Lean Institute Brasil. Disponível em: <http://www.lean.org.br/pg1e%20a11.htm>, acesso em agosto de 2004.
- BUFFET, W. **The leaders lecture series**. Disponível em: <http://www.speakersforum.com/Quotes.html>, acesso em setembro de 2004.
- CAMPOS, V. F. **Gerência da qualidade total**: estratégias para aumentar a competitividade da empresa brasileira. Rio de Janeiro: Bolch, 1990.
- CARDOSO, A. **Gestão da demanda**: nivelamento de vendas. São Paulo: Lean Submit, 2004.
- CARVALHO, L.T. **Lean management with passion**. São Paulo: Lean Submit, 2004.
- CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Makron, 1983.
- CHENG, L.C.; SCAPIN, C.A; OLIVEIRA, C.A; KRAFETUSI, E.; BOAN, F., **QFD**: planejamento da qualidade. Belo Horizonte: QFCO, 1995.
- COOPER, R.; KAPLAN, R. S. **The Design of Cost Management Systems**: text, cases and readings. 1 ed. United States of America: Prentice-Hall, Inc., 1998
- CORRÊA, H.L; GIANESI, I.G.N. **Just In Time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1996
- CSIKZENTMIHALYI, M. **Flow**: the Psychology of Optimal Experience. Nova York: Haper Perennial, 1990.
- DANE, F.C. **Métodos de Pesquisa**. Belmont: Brooks Cole, 1990
- ENGEL, P. **Princípio de Organização Japonesa (Teoria Z)**. Rio de Janeiro: Tecno Print, 1981.
- ERDMANN, R. H. **Administração da produção**: planejamento, programação e controle. Florianópolis: Papa Livro, 1998.
- GUIMARÃES, R. **Lean thinking**. Disponível em: <http://www.lean.org.br>, acesso em agosto de 2004.
- HARMON, R. L. **Reinventando a Fábrica II**: Conceitos modernos de produtividade na prática. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
- HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. **Reinventando a Fábrica**: conceito modernos de produtividade aplicados na prática. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

- HINES, P.; TAYLOR, D. **Going lean: a guide to implementation**. Cardiff: Lean Enterprise Research Center, 2000.
- HURST, David. **Crisis and Renewal**. Boston: HBS Press, 1995.
- Carl Sewel e Paul B. Brow. **Clientes para sempre**. Nova York: Pocket Books, 1991.
- ISHIKAWA, K. **What is total quality control? the Japanese way**. New Jersey: Prentice-Hall Inc., 1985.
- ISHIKAWA, K. **Princípios gerais de círculo de controle de qualidade**. Tokyo: JUSE, 1980.
- JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto: os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1994.
- KAPLAN, R.S; COOPER,R. **Custo e desempenho: administre seus custos para ser mais competitivo**. São Paulo: Futura, 1998.
- LÜDKE, M; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1996.
- MACDONALD,T; VAN AKEN,E.; RENTES, AF. **Utilization of simulation model to support value stream analysis and definition of future state scenarios in a high-technology motion control plant**. São Paulo: Research Paper, 2000.
- MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1990
- MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Safári de estratégia**. Porto Alegre: Boolman, 2000.
- PÁDUA, E.M.M. **Metodologia de pesquisa: abordagem teórico-prática**. Campinas: Papirus, 1997.
- REED, R. Jr. **Plant layout: factors, principles and techniques**. Illinois: Richard D. Irwin, 1961.
- RENTES, A.F. **TransMeth - Proposta de uma Metodologia para Condução de Processos de Transformação de Empresas**. Tese de Livre-Docência. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see : value stream mapping to add value and eliminate muda**. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute, 1998.
- ROZENFELD, H.; AMARAL, D.C. (1999). **Proposta de uma tipologia de processos de Desenvolvimento de Produto visando a construção de modelos de referencia**. In: Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produtos, 1. Belo Horizonte, 1999. Anais
- SEWEL, C.; BROW, P. B. **Customers for life**. Nova York: Pocket Books, 1991.

- SHANK, J. K., GOVINDARAJAN, V. **Strategic cost management: The New Tool for Competitive Advantage**. 1 ed. United States of America: The Free Press, 2000.
- SHEWHART, W.A. **Economic control of quality of manufactured product**. [S.I]: Van Nostrand Reinhold, 1980.
- SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia da produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SCHONBERGER, R. J. **Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade**. 4 ed. São Paulo: Pioneira, 1993.
- SLACK,N; CHAMBERS,S; HARLAND,C; HARRISON, A. & JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas S.A., 1999.
- TARDIN, G. G. **Sistema puxado e nivelamento da produção**. São Paulo: Lean Submit, 2004.
- TOMPKINS, J.A; WHITE, J.A; BOZER, Y.A; FRAZELLE, E.H, TANCHOCO, J.M.A & TREVINO, J. **Facilities planning**. California: Jonhn Wiley & Sons, 1996.
- WOMACK, J., JONES, D.. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 2 ed. Rio de Janeiro:Elsevier, 2003.