

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Fernando da Silva Bitencourt

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO POR KITS EM UMA LINHA DE
PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA**

**Taubaté – SP
2010**

Fernando da Silva Bitencourt

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO POR
KITS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA**

Dissertação apresentada para
obtenção do Título de mestre pelo
Curso de Mestrado Profissionalizante
em Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté. Orientador
Prof. Dr. Roberto Roma de
Vasconcellos.

**Taubaté - SP
2010**

FERNANDO DA SILVA BITENCOURT

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO POR KITS EM
UMA LINHA DE PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA**

Dissertação apresentada para
obtenção do Título de mestre pelo
Curso de Mestrado Profissionalizante
em Engenharia Mecânica da
Universidade de Taubaté. Orientador
Prof. Dr. Roberto Roma de
Vasconcellos.

Data: 01/03/2010

Resultado: APROVADO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. ROBERTO ROMA DE VASCONCELLOS _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. CARLOS ALBERTO CHAVES _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. PEDRO PAULO DE CAMPOS _____

Assinatura: _____

“Dedico este trabalho a minha família, a minha esposa Meireluce, aos meus filhos Fernando e Amanda, que me apoiaram e souberam compreender os momentos de minha ausência para a realização de mais esta etapa de minha vida”

AGRADECIMENTOS

A Deus, aquele que criou o mundo, o responsável por tudo, aquele que me possibilita no dia a dia viver com entusiasmo, procurando ser melhor a cada dia.

A Universidade de Taubaté, que me deu a oportunidade de aprofundar nos estudos da manufatura enxuta.

Ao Prof. Dr. Giorgio Giacaglia, que incentivou os alunos a buscar os resultados necessários para o Mestrado Profissionalizante.

Ao Prof. Dr. Roberto Roma de Vasconcellos, que atuou de forma determinante como orientador, que se fez muito mais como um amigo orientador, demonstrando conhecimento e dividindo a sabedoria.

Aos companheiros da GM-São José dos Campos, que sempre me apoiaram nas decisões importantes do complexo.

Aos Diretores José Alberto P. Silva e Andreieli R. Pinto, aos Gerentes Wesley Custodio, Alexandre Finzeti, John Berner e Eugenio Cesare, que comandam a organização GM São José, pelo apoio constante e incentivo para continuar adiante sem desistir diante dos obstáculos.

Ao Diretor Paulino Varella, que assumiu recentemente as operações de São José dos Campos e tão logo soube do desafio do mestrado, incentivou a iniciativa.

Aos meus pais Luis e Maria, aos meus irmãos Marcelo e Elaine, que sempre com muito entusiasmo me incentivaram muito para ir em frente nos meus sonhos.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo aplicar uma nova sistemática de abastecimento de peças ao longo de uma linha de montagem de uma empresa automobilística. Esta empresa está localizada no Vale do Paraíba, na cidade de São José dos Campos. Partindo-se do princípio da manufatura enxuta, onde se busca eliminar os desperdícios dentro do ciclo de trabalho do operador, identificou-se a oportunidade de aplicar o conceito de Set Part System como uma ferramenta importante no processo para tornar o ciclo de produção do operador mais enxuto. A avaliação realizada no processo demonstrou que houve ganhos significativos em produtividade e qualidade nos produtos montados. O objetivo principal foi demonstrar como a aplicação desta ferramenta pode favorecer o processo de melhoria contínua, fazendo com que o nível de decisão do operador fosse realizado em uma etapa anterior, desta forma o operador no ato da montagem somente realiza a tarefa de montagem. Dentro de um cenário cada vez mais competitivo globalmente, é necessário buscar a redução de custos de produção, melhorar a qualidade e tornar cada vez mais enxuto o processo de montagem de uma linha de produção. A indústria automobilística sempre vista como exemplo incansável na busca pela manufatura enxuta, mais uma vez serve como exemplo em um sistema de abastecimento simples que traz um grande retorno.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta, Set Part System, Abastecimento por kits.

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF SYSTEM OF SUPPLY KITS IN A LINE OF AUTOMOBILE PRODUCTION

This study aimed to implement a new system of supply of parts along an assembly line of a car company. This company is located in the Paraíba Valley, in the city of Sao Jose dos Campos. Starting from the principle of lean manufacturing, which seeks to eliminate waste in the production process of the operator. We identified the opportunity to apply the concept of Set Part System as an important tool in the process to make the cycle operator leaner. The evaluation process showed that there were significant gains in productivity and quality in products assembled. The main objective was to demonstrate the application of this tool can help the process of continuous improvement, making the decision level of operator was carried out in a previous step, so the operator at the time of installation only accomplishes the task. Within an increasingly more competitive globally, it is necessary to seek a reduction of production costs, improving quality and becoming leaner assembly process of a production line. The automotive industry always seen as an example in the relentless pursuit of lean manufacturing, once again serves as an example in a simple supply system that brings a great return.

Keywords: Lean Manufacturing, Set Part System, a supply kits.

LISTA DE SIGLAS

BPD – Business Plan Deployment
CE- Change Environment
CP- Change in Practice
CMMI – Capability Maturity Model International
CKD – Completely Knocked Down
DP- Design Parameters
FR – Functional Requirements
GM – General Motors
GMS – Global Manufacturing System
IMVP – Programa internacional de veículos automotores
JAM – Job classification, adversary relations, minimal training
JIT – Just in time
LC – Leadership Commitment
LEM- Lean Enterprise Model
LAI – Lean Aircraft Initiative
LESAT – Lean Enterprise Self-Assessment Tool
MIT – Massachusetts Institute Technology
MSDD – Manufacturing System Design Decompositions
OPT – Optimized Production Technology
PDCA – Plan, Do, Check and Action
SAE – Society of Automotive Engineers
STP – Sistema Toyota de Produção
SPS – Set Part System
TTL- Transition to Lean
TRF – Troca rápida de ferramentas
VSM – Value Stream Map

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Modelo de transformação	42
Figura 2	- Fluxo de informação de PCP	46
Figura 3	- Hierarquia do processo	49
Figura 4	- Processos que não agregam valor a produção	51
Figura 5	- Modelo de cartão Kanban	68
Figura 6	- Distribuição das fábricas GM no Brasil	76
Figura 7	- Planta do complexo automotivo da GM em São José dos Campos	78
Figura 8	- Divisão por região do carro	81
Figura 9	- Peças distribuídas conforme quadrante do veículo	83
Figura 10	- Detalhe distribuição de peças em caixa de processo	83
Figura 11	- Detalhe de caixa construída internamente (poliondra)	84
Figura 12	- Detalhe da área de montagem de kits	85
Figura 13	- Caixa de kit acompanhando unidade na linha de montagem	85
Figura 14	- Folha de ordem de produção	87
Figura 15	- Detalhe das caixas na área montagem de portas	88
Figura 16	- Detalhe das caixas na área montagem dos painéis	89
Figura 17	- Detalhe da área de montagem de kits	89

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo do trabalho	11
1.2 Contribuição para a indústria automobilística	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Sistema de produção enxuta	12
2.1.1 Histórico	12
2.1.2 A evolução da Produção Enxuta	14
2.1.3 Os princípios e práticas tradicionais da Produção Enxuta	16
2.1.4 Fundamentos da Produção Enxuta	20
2.1.5 Abordagens e ferramentas estruturadas para a Produção Enxuta	23
2.2 Relevância dos recursos humanos para o sucesso da implementação de um sistema de produção enxuta	30
2.3 Competências necessárias para a formação de pessoas enxutas	36
2.4 Elementos críticos da produção enxuta	37
2.5 A importância da redução de custos e tempo na produção	41
2.5.1 Administração da Produção e Operações	43
2.5.2 Planejamento e Controle da Produção	43
2.5.3 Planejamento e Controle de Processos (PCP)	46
2.5.4 Processos	47
2.5.5 Ciclo de Vida dos Processos	48
2.5.6 Hierarquia dos Processos	48
2.5.7 Melhoria de Processos	49
2.6 Melhoria das operações	58
2.7 Melhoria de setup	59
2.7.1 Melhoria das operações principais	61
2.7.2 Melhoria das folgas marginais	61
2.8 Just in time	62
2.9 O uso do JIT: fim aos desperdícios e melhoria contínua	63
2.10 Kanban	66
3 PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	69
4 ESTRATÉGIAS DE PESQUISA	72
4.1 Fundamentos do método de pesquisa	72
4.2 Casos selecionados	73
4.3 Métodos para coleta e análise de dados	73
4.3.1 Coleta de dados	73
4.3.2 Análise de dados	75
5 ESTUDO DE CASO	76
5.1 A empresa	76
5.2 Organização da área industrial da empresa	79
5.3 Implementação do sistema abastecimento por kits	80
5.4 Conceitos e análises	86
5.5 Vantagens e desvantagens	91

6 A MELHORIA CONTÍNUA NA EMPRESA	93
6.1 Caracterização do processo de capacitação para o desenvolvimento e implementação do sistema de abastecimento por kits	94
7 CONCLUSÃO	96
7.1 A diversidade do processo de montagem	96
7.2 A eliminação dos desperdícios no processo produtivo	97
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS	99

1 INTRODUÇÃO

A globalização tem aumentado a exportação e importação de bens duráveis e não duráveis. Faz-se então diante desta realidade a necessidade de ser mais competitivo para sobreviver. No caso das indústrias automotivas no Brasil, na década de 80, existiam 4 montadoras (Fiat, Ford, Volkswagen e GM).

Nos tempos atuais pelo menos mais nove montadoras estão instaladas no país. Este nível de concorrência faz com que o cliente tenha muito mais opção de compra, e o mesmo irá decidir pelo produto que tiver design atraente, qualidade garantida e preços competitivos.

As necessidades, as exigências dos clientes e principalmente a competitividade trazem algumas conseqüências diretas nos processos de montagem. Os fabricantes buscam oferecer uma maior gama de opções aos clientes, incluir opcionais em veículos para atrair o consumidor, reduzir custos de montagem para ter competitividade frente à concorrência.

Tornar o processo de montagem mais enxuto, melhorando a segurança, qualidade e redução de custos são tarefas que se fazem necessárias na indústria automobilística.

1.1 Objetivo do trabalho

O objetivo deste trabalho é demonstrar como a aplicação de um sistema de abastecimento por kits dentro de uma linha de montagem automobilística pode contribuir no processo de manufatura melhorando qualidade e reduzindo custos.

1.2 Contribuição para a indústria automobilística

Mostrar que é possível por meio da redução do ciclo de trabalho do operador obter ganhos significativos em qualidade e custos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste estudo faz-se necessário uma base teórica montada por meio de um referencial teórico obtido da revisão de literatura para a exposição do tema e análise do estudo de caso.

O desenvolvimento de tópicos como a produção enxuta, *Just-in-time*, produção automobilística, redução de tempo e custos de montagem contribue para um melhor esclarecimento da aplicação da estrutura enxuta em um complexo automotivo. Estes tópicos são necessários para que se alcance o objetivo desta dissertação, mostrando a implementação de um sistema de abastecimento por kits em uma linha de produção automobilística.

2.1 Sistema de produção enxuta

Neste tópico serão apresentados os fundamentos do Sistema de Produção Enxuta (histórico, evolução, princípios e práticas tradicionais), bem como algumas abordagens e ferramentas estruturadas, que buscam reunir e relacionar diferentes elementos desse sistema.

2.1.1 Histórico

A Produção Enxuta (*Lean Production*) é um termo criado por John Krafcik do Programa Internacional de Veículos Automotores (IMVP) na década de 90, para nomear as idéias e ao conjunto de métodos que descrevem o sistema de Produção da Toyota Motor Company, o Sistema Toyota de Produção (STP) (WOMACK, JONES & ROOS, 1992).

Após a Segunda Guerra Mundial, a Toyota deparou-se com muitas dificuldades em ingressar na fabricação em larga escala de carros e caminhões comerciais. Nesta época, um jovem engenheiro japonês, Eiji Toyoda, foi aos Estados Unidos a fim de visitar a fábrica Rouge (Michigan), da empresa americana Ford e observar o então considerado maior e mais eficiente complexo fabril do mundo (WOMACK, JONES & ROOS, 1992).

Por meio de um estudo minucioso da fábrica, Eiji constatou que a Toyota podia, de fato, melhorar seu sistema de produção, porém simplesmente copiar ou aperfeiçoar o modelo da Ford seria uma tarefa bastante difícil.

A escassez de recursos para se investir em tecnologias, a limitação do mercado doméstico, a força de trabalho nativo do Japão reivindicando condições mais favoráveis de emprego, e a expansão da indústria automobilística no mundo forçaram a mesma a desviar o seu enfoque predominante naquele momento, a Produção em Massa. Em meio a essa crise, o problema a ser solucionado consistia em como produzir uma variedade de tipos de produtos com custos menores.

A Toyota precisava achar uma alternativa que pudesse atender melhor o mercado, produzir com quantidade relativamente alta, mas, ao mesmo tempo, com uma certa flexibilidade. Assim, a alternativa que restava era utilizar os recursos disponíveis da melhor maneira possível.

Sob a liderança de Taiichi Ohno, a Toyota iniciou, então, a criação de um novo sistema de produção, o Sistema Toyota de Produção (STP). No momento que o Japão se encontrava, foi desenvolvido uma nova filosofia de administração da produção que buscava obter altos volumes de produção com a flexibilidade necessária para atender as demandas e alterações do mercado de maneira eficaz.

De acordo com Ohno (1997), a base do Sistema Toyota de Produção (STP), é a absoluta eliminação de desperdício e o seu sucesso relaciona-se, portanto, ao pleno entendimento das perdas de produção e ao comprometimento em detectar e eliminar as fontes de desperdício. Segundo esse autor, entende-se por desperdício qualquer atividade que consuma recursos, mas que não agrega valor ao produto e/ou serviço, como transporte, estoque e espera.

Essa nova abordagem, no entanto, só obteve notoriedade no mundo ocidental após a crise do petróleo de 1973, com o embargo do óleo árabe e o conseqüente aumento vertiginoso do preço do combustível. Em meio às adversidades decorrentes desta crise, que reduziu drasticamente as atividades econômicas no mundo, a Toyota Motor Company apresentava resultados surpreendentes, sendo que, embora os seus lucros tenham diminuído, a empresa manteve ganhos maiores do que os de

outras indústrias em 1975, 1976 e 1977 (OHNO, 1997).

A diferença entre o desempenho da Toyota e outras indústrias automobilísticas aliada à crescente perda de competitividade das indústrias americanas frente às japonesas despertou o interesse geral e, em especial, do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que em meados dos anos 80 decidiu pesquisar a razão do maior desempenho e produtividade da indústria automobilística japonesa, em especial, a Toyota Motor Company.

Os resultados da pesquisa foram publicados em 1990 no livro “*The machine that changed the world*” de James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, que ilustrava claramente a diferença de desempenho obtida na indústria automobilística japonesa em comparação com a indústria ocidental. A partir de então o termo Produção Enxuta ficou conhecido mundialmente e passou a ser visto como uma abordagem muito mais eficiente para aquele dado momento do que o convencional sistema americano de produção (Produção em Massa).

2.1.2 A evolução da Produção Enxuta

Segundo Hines, Holweg e Rich (2004), o conceito de Produção Enxuta evoluiu com o passar do tempo e, provavelmente, continuará evoluindo. Por causa disso, começou a surgir certa confusão acerca do que é e o que não é a Produção Enxuta. Os autores acreditam que essa evolução se deve em grande parte à superação de limitações e deficiências do paradigma, que se dava conforme as organizações progrediam na sua curva de aprendizagem, bem como pela adoção e extensão da Produção Enxuta por outros setores senão a indústria automobilística.

Hines, Holweg e Rich (2004) explicam que, a Produção Enxuta envolvia basicamente a aplicação prescritiva de um conjunto de ferramentas e métodos como *kanban*, 5S, entre outros e foi implementada apenas em empresas da indústria automobilística ou outros setores com processos “discretos” e ambientes organizacionais semelhantes em termos de volume e variedade de produtos, bem como na natureza da montagem realizada. Assim, a falta de contingência teórica nesse momento talvez não fosse de grande importância, ainda que essas organizações possuíssem diferentes tamanhos, estratégias e tecnologias.

Num segundo momento, a Produção Enxuta apresentava ainda uma abordagem prescritiva, voltada para as chamadas “melhores práticas” e bastante centrada na área de manufatura.

Na etapa seguinte, a Produção Enxuta, agora com enfoque não somente na qualidade, mas também nos custos e entrega, começou a ser reposicionada como um paradigma baseado em cinco princípios que poderiam ser aplicados em diferentes setores industriais. Assim, teve início uma conscientização de que as cadeias de valor específicas deveriam ser individualmente mapeadas para que soluções fossem encontradas para a sua melhoria. No entanto, sua implementação era ainda predominante em companhias com processos repetitivos, sendo a maioria no setor automotivo e a abordagem era predominantemente prescritiva, uma vez que se acreditava existir “uma melhor maneira” (*one best way*) de implementar o sistema, representada pelas etapas de transformação de Womack e Jones (1998).

Por fim, a quarta etapa já apresenta um maior grau de contingência, uma vez que busca incluir abordagens que busquem efetivamente capturar as necessidades do consumidor e que realmente levem em consideração fatores “inerentes” a uma organização como seu tamanho, setor, tecnologia etc. No entanto, claramente ainda existem alguns desafios e limitações a serem superados, como a aplicação em setores com baixos volumes, por exemplo.

Vale observar que, apesar de algumas críticas e limitações, a Produção Enxuta vai atualmente muito além de sua origem, baseada no setor automotivo e no chão de fábrica. Karlsson e Alström (1996), por exemplo, vêem a Produção Enxuta aplicada desde o desenvolvimento de produtos até a logística de distribuição.

Womack e Jones (1994, p.93) já reconheciam a necessidade da Produção Enxuta incorporar mais profundamente a noção de cadeia de valor e acabaram criando o termo empresa enxuta para designar “o grupo de indivíduos, funções e empresas legalmente separadas, mas operacionalmente sincronizadas”.

Além disso, quanto às limitações da Produção Enxuta como, por exemplo, em setores com volumes menores e não tão repetitivos, Hines, Holweg e Rich (2004)

argumentam que, sob uma perspectiva estratégica, podem-se integrar outras abordagens (em particular as ferramentas que elas oferecem) sem contradizer os princípios centrais do sistema. Essa distinção entre a mentalidade enxuta no nível estratégico e no nível operacional é crucial para entender a Produção Enxuta como um todo e aplicar as ferramentas e estratégias corretas a fim de criar valor para o cliente (HINES, HOLWEG & RICH, 2004).

2.1.3 Os princípios e práticas tradicionais da Produção Enxuta

A fim de entender e analisar as diferentes abordagens que tratam da Produção Enxuta é necessário, inicialmente, que os conceitos de princípios e práticas sejam esclarecidos. Para isso, é importante que se tenha em mente que todos os paradigmas de gestão são constituídos por elementos-chave, que são estratificados, aqui, em quatro dimensões, baseadas no trabalho de Godinho Filho (2004):

- Direcionadores: condições de mercado que possibilitam ou requerem ou facilitam a implementação de um modelo;
 - Objetivos de desempenho: objetivos estratégicos da produção.
- Princípios: são as idéias ou regras, fundamentos e ensinamentos, que norteiam a empresa na adoção de um modelo;
- Práticas: são as técnicas, ferramentas e métodos que devem ser implementadas.

Embora essas definições esclareçam um pouco mais a respeito da diferença entre os princípios e as práticas de um paradigma, é importante ressaltar que, na prática, é bastante difícil realizar esta separação. No presente trabalho considera-se que os princípios estão mais relacionados a “qual objetivo que se deseja atingir” (fim), enquanto que as práticas se referem a “como se pode atingir tal objetivo” (meio).

A aplicação de um sistema de abastecimento por kits dentro de uma linha de montagem automobilística pode contribuir no processo de manufatura, melhorando

qualidade por meio de diminuir os erros de montagem realizados pelos montadores e reduzindo custo com a diminuição dos retrabalhos, percebeu-se a necessidade de desdobrar as práticas em dois níveis para a aplicação do sistema, sendo:

- Práticas essenciais: ações gerais que permitem a implementação e operacionalização dos princípios;
- Práticas capacitadoras: técnicas, ferramentas e métodos mais específicos com objetivos bem definidos que auxiliam na implementação e no desenvolvimento das competências para as práticas essenciais.

A fim de identificar quais são os princípios da Produção Enxuta, optou-se por analisar alguns trabalhos “clássicos” sobre Produção Enxuta e sobre o Sistema Toyota de Produção (STP) (WOMACK & JONES, 1998).

Pode-se dizer que o princípio geral mais comumente aceito é a eliminação/minimização de desperdícios. Ohno (1997), por exemplo, destaca que a base do Sistema Toyota de Produção (STP) é a absoluta eliminação de desperdício e o seu sucesso relaciona-se, portanto, ao pleno entendimento das perdas de produção e ao comprometimento em detectar e eliminar as fontes de desperdício. Shingo (1996) ainda reforça essa idéia quando afirma que o STP baseia-se na eliminação contínua e sistemática das perdas (desperdícios) nos sistemas de produção, visando assim à eliminação dos custos desnecessários. Além disso, vale a pena destacar que o termo “enxuta” (*lean*) foi utilizado exatamente para lembrar o que seria a filosofia fundamental da Produção Enxuta.

De fato, o pesquisador John Krafick do IMVP - Programa Internacional de Veículos Automotores - definiu a expressão “enxuta” por:

[...] utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade dos esforços dos operários na fábrica, metade dos investimentos em ferramentas, metade de horas de planejamento para desenvolver novos produtos. Requer também bem menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK, JONES & ROOS, 1992, p.3).

Shingo (1996, p.110) lembra que nem sempre os desperdícios existentes na produção são óbvios e fáceis de identificar, sendo que muitas vezes o desperdício

não é notado “porque se tornou aceito como uma parte natural do trabalho diário”.

Os desperdícios têm sido classificados como: superprodução, esperas, transporte, processamento, movimentação, estoque e defeitos (HINES & TAYLOR, 2000).

Liker (2005, p.48) ainda acrescenta como 8º desperdício o desperdício da criatividade do funcionário, além dos 7 desperdícios que são: superprodução, superprocessamento, movimentação de materiais, movimentação do operador, retrabalho, espera e inventário. O 8º desperdício seria a “perda de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem” por a empresa “não envolver ou ouvir seus funcionários”.

Womack e Jones (1998) adicionam como um desperdício o projeto de produtos e serviços que não atendem às necessidades dos clientes, pois acreditam que, embora Ohno (1997) tenha formulado sua lista de desperdícios para a produção física, sua tipologia também se aplica ao desenvolvimento de produtos e processamento de pedidos. Isso pode ser visto como um efeito da própria evolução da Produção Enxuta, cujo escopo foi aumentando ao longo do tempo.

Desperdício deve ser visto como qualquer atividade que consome recursos, mas não agrega valor ao produto e/ou serviço (OHNO, 1997). Womack e Jones (1998) definiram três atividades: I) atividades que criam valor; II) atividades que não criam valor, porém são necessárias frente às tecnologias e ativos de produção que a empresa possui), III) atividades que, definitivamente, não criam valor e que devem ser evitadas imediatamente.

Além disso, a respeito das origens da Produção Enxuta, percebe-se que outra característica marcante desse sistema de produção é o fato de ele buscar obter altos volumes de produção com a flexibilidade necessária para atender as demandas e alterações do mercado de maneira eficaz. Outro princípio maior desse sistema poderia ser considerado, então, fornecer aos clientes ampla diferenciação de produtos e pouca diversidade (GODINHO FILHO, 2004). Esse princípio enfatiza que, embora a Produção Enxuta busque uma maior flexibilidade, ela não está preparada para trabalhar com alta diversificação e, portanto, deve procurar diferenciar seus

produtos.

Womack e Jones (1998) enfatizaram cinco princípios que devem guiar o processo de transformação enxuta:

1) Definir precisamente **valor** de acordo com as perspectivas dos clientes finais. As necessidades dos clientes finais fazem com que a empresa se preocupe em atendê-los e, por suprir tais necessidades, possa cobrar pelo valor “criado”.

2) Identificar a **cadeia de valor** para cada produto, que é o conjunto de atividades necessárias para trazer um produto por todos os seus fluxos essenciais. Os fluxos essenciais dos produtos relacionam-se a três tarefas gerenciais críticas de negócio: (I) tarefa de solução de problemas (desenvolvimento de produtos); (II) tarefa de gerenciamento da informação e; (III) tarefa de transformação física

3) Fazer com que as atividades que criam valor **fluam**, isto é, criar um **fluxo contínuo** para que o produto seja fabricado com mais rapidez, gerando menos estoques e processando rapidamente os pedidos dos clientes.

(4) Deixar o cliente **puxar** o produto ou serviço ao longo do processo, ou seja, produzir o que os clientes (internos ou externos) querem, na hora que eles querem.

5) Melhorar o processo buscando a **perfeição**, que consiste na busca pelo aperfeiçoamento contínuo em relação ao ideal. Deve-se “fazer os quatro princípios anteriores interagirem em um processo contínuo na eliminação dos desperdícios” (NAZARENO, 2003, p.13).

Godinho Filho (2004) ainda enfatiza como princípio da Produção Enxuta o que ele chamou de **foco na qualidade**, aspecto este bastante enfatizado por autores como Corrêa e Giansi (1996) e que não aparece muito explícito nos princípios de Womack e Jones (1998). O foco na qualidade consiste basicamente na preocupação em não permitir que defeitos se propaguem e nem que uma peça com defeitos faça parte de um produto final, ou seja, seria a busca pela prevenção e eliminação de qualquer tipo de defeito.

Corrêa e Giansi (1996) ressaltam que a qualidade não só é um benefício

gerado pela Produção Enxuta, mas um pressuposto para sua implementação. Assim sendo, constitui-se num dos elementos mais importantes da filosofia, ao lado da busca por flexibilidade (MONDEN, 1984). Outros princípios destacados por Godinho Filho (2004) parecem mais relacionados ao que o presente estudo considerou como práticas da Produção Enxuta.

Ainda é importante destacar que a Produção Enxuta também tem como princípio fundamental o respeito pelas pessoas (LIKER, 2005). Isso por que as pessoas (*stakeholders*; como associados, funcionários, clientes, fornecedores etc.) são consideradas recursos valiosos responsáveis pela própria existência do negócio. Como Monden (1984) afirmou, o respeito à condição humana deve ser cultivado enquanto o sistema utiliza o recurso humano para atingir seus objetivos de custo. Além disso, desconsiderar as pessoas acaba gerando desperdícios (EMILIANI & STEC, 2005). Por exemplo, muitos gerentes insistem em ver a Produção Enxuta como um meio de reduzir os custos com a mão-de-obra por meio de demissões, o que acaba fazendo com que muitos trabalhadores vejam o sistema de uma forma negativa (EMILIANI & STEC, 2005). Assim, o respeito pelas pessoas pode ser considerado outro princípio da Produção Enxuta, que serve como uma contramedida para a tomada de decisões e ações em relação a todos.

2.1.4 Fundamentos da Produção Enxuta

A Produção Enxuta está fundamentada sobre dois pilares, o *Just-in-time* (JIT) e *Jidoka*. O primeiro pilar representa o conceito de *Just-in-Time* (JIT) que traduz a idéia chave do sistema, que é produzir peças e produtos necessários, quando necessários e na quantidade e qualidade necessárias. Para isso é preciso que se organize um sistema puxado de produção e a quantidade produzida esteja de acordo com o tempo de ciclo da operação (*takt time*) da empresa.

Já o *Jidoka* (autonomação) pode ser entendido como o controle autônomo de defeitos. Monden (1984) ressalta que, apesar da autonomação envolver algum tipo de automação, ela não é limitada ao processo da máquina, sendo utilizada em conjunto com a operação manual.

Ela é predominantemente uma técnica para detectar e corrigir defeitos de

produção por meio de um dispositivo para detectar anormalidades ou defeitos (*Poka-yoke*), aliada a uma maior autonomia dada aos trabalhadores de chão de fábrica, que têm liberdade para buscar soluções para problemas de produção e até mesmo a possibilidade de parar a linha ou a máquina quando anormalidades ou defeitos ocorrem.

A automação apóia o JIT, pois impede a fabricação de produtos defeituosos, elimina a superprodução e pára automaticamente no caso de anormalidades na linha, permitindo que a situação seja investigada. Outra vantagem da automação é a possibilidade de se valer do saber operário não só para se evitar a produção defeituosa, e portanto, o desperdício, mas também para evitar que os problemas se repitam.

Esses dois pilares da Produção Enxuta têm, por sua vez, como fundamentação o *Heijunka* (nivelamento da produção), o trabalho padronizado, o *Kaizen* (melhoria contínua) e, por fim, a estabilidade, que pode ser considerada uma pré-condição para implementação do sistema, uma vez que ele não é apropriado para tratar de mercados turbulentos com grande instabilidade (GODINHO FILHO, 2004).

De fato, a filosofia de não se manter estoques exige um nível mínimo de previsibilidade da demanda. Mercados turbulentos não permitem essa previsão e, portanto, acabam implicando no uso de estoques maiores.

Em relação aos princípios e práticas da Produção Enxuta, vale ainda destacar o trabalho de Spear e Bowen (1999) e de Liker (2005), que, ao observar que a maioria das tentativas de imitar o Sistema de Produção da Toyota (STP) não foi bem sucedida ou apresentou apenas resultados parciais, buscaram reunir aspectos fundamentais desse paradigma.

Spear e Bowen (1999) sistematizaram quatro regras básicas que sustentariam as operações do sistema, três delas relacionadas com o projeto do sistema de produção e uma que diz respeito à melhoria. São elas:

1. Todo trabalho deve ser muito bem especificado quanto ao seu conteúdo, seqüência, tempo de execução e resultado desejado;
2. Toda relação cliente-fornecedor deve ser direta, devendo existir meios não ambíguos (sim ou não) de se enviar solicitações e de se receber respostas;
3. O caminho de todo o produto e serviço deve ser simples e direto;
4. Qualquer melhoria deve ser realizada pelos envolvidos na atividade que está sendo melhorada, de acordo com um método “científico” e com orientação de um especialista no método.

Observa-se que a primeira regra, está bastante relacionada à padronização do trabalho. A segunda se refere à maneira como as pessoas devem se relacionar e se comunicar.

A terceira, por sua vez, está mais voltada para aspectos físicos do chão de fábrica, mais especificamente da linha de produção. A última relacionada diretamente à melhoria dos produtos e processos, recomenda que todas as melhorias (ou mesmo soluções de problemas) sejam realizadas de acordo com algum método científico pré-estabelecido, que deve ser disseminado para todos seus membros. Isso representa a idéia da Toyota de que se deve ensinar às pessoas como melhorar e não apenas esperar que elas aprendam por sua experiência, o que mais uma vez ressalta o importante papel da capacitação no Sistema de Produção Enxuta.

Vale notar que, embora essas regras indiquem como o trabalho deve ser realizado e forneçam importantes informações a respeito de aspectos fundamentais que orientam e possibilitam o Sistema Toyota de Produção (STP), elas pouco contribuem para o processo de implementação do sistema e ainda, não orientam de maneira clara como alcançar os objetivos do mesmo (WON *et al.*, 2001). Usando os conceitos de princípios, práticas essenciais e capacitadoras adotadas no presente trabalho, pode-se dizer que essas regras se caracterizam mais como práticas capacitadoras, uma vez que se aproximam mais de ações específicas com objetivos bem definidos que auxiliam na implementação e no desenvolvimento das competências para as práticas essenciais.

Liker (2005), por sua vez, organizou os aspectos essenciais que constituem o que ele chama de “Modelo Toyota” em 14 princípios, organizados em 4 categorias amplas – os quatro P’s: filosofia (*philosophy*), processo (*process*), funcionários e parceiros (*people and partners*) e solução de problemas (*problem solving*).

2.1.5 Abordagens e ferramentas estruturadas para a Produção Enxuta

Existem iniciativas estruturadas que buscam auxiliar na tarefa não somente de implementar como também a avaliar o nível de maturidade dos Sistemas de Produção Enxuta.

De fato, muitas empresas encontram dificuldades em implantar e sustentar um processo de transformação enxuta devido à carência de ferramentas estruturadas de análise, marcos referenciais e instrumentos de avaliação apropriados e universais para sustentar estes processos de reestruturação (DURAN & BATOCCHIO, 2003).

Entre as ferramentas estruturadas, vale destacar o TTL (*Transition to Lean*), o LEM (*Lean Enterprise Model*) e o LESAT (*Lean Enterprise Self-Assessment Tool*), as três desenvolvidas pela *Lean Aircraft Initiative* (LAI); a norma J4000, instrumento elaborado pela Sociedade dos Engenheiros Automotivos (SAE - *Society of Automotive Engineers*) e o MSDD (*Manufacturing System Design Decomposition*), desenvolvido por Cochran *et al.* (2001) do Departamento de Engenharia Mecânica do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*).

Para o presente trabalho, optou-se por explorar os modelos TTL e o LEM, uma vez que as informações presentes neles e a forma como elas foram estruturadas parecia contribuir mais para o objetivo deste trabalho e para a realização da pesquisa de campo.

Assim, esses modelos serão apresentados com maior profundidade e, em seguida, será realizada uma breve explicação sobre os outros modelos citados.

O LEM, o LESAT e o TTL foram elaborados a fim de formar uma tríade de ferramentas. O TTL, Transição para a Produção Enxuta, tem como função servir às empresas como um guia para implementação da Produção Enxuta; o LEM, Modelo da Empresa Enxuta, serviria como uma estrutura (*framework*) de sintetização dos princípios e práticas que deveriam ser adotados e implementados para criar uma empresa enxuta e; o LESAT, Ferramenta de Auto-Avaliação da Empresa Enxuta, completaria a tríade, fornecendo meios de medir o grau de maturidade da empresa enxuta (*leaness*), fornecendo um *feedback* para o processo de transformação.

O ciclo da entrada e reentrada especifica as ações associadas à decisão de adotar a Produção Enxuta e está intimamente ligado ao planejamento estratégico organizacional. O segundo ciclo, chamado de ciclo a longo prazo, está relacionado ao desenvolvimento do ambiente e das condições necessárias para a transformação enxuta.

Assim, a organização se prepara, definindo as ações necessárias para iniciar as atividades de implementação propriamente ditas. O terceiro e último ciclo é o ciclo a curto prazo, no qual a implementação detalhada é planejada, executada e monitorada. Dos três ciclos, é o de menor duração, na verdade, o que “gira” mais rapidamente, sendo onde as atividades de melhoria contínua acontecem. O ciclo de longo prazo é periodicamente “recomeçado” de forma a absorver as lições aprendidas durante a implementação e para acomodar as mudanças provenientes do dinâmico ambiente externo.

Bozgodan *et al.* (2000a) ressaltam que, em determinado momento, a zona de entrada e, portanto, a etapa “Adotar a Produção Enxuta” pode “desaparecer”, não sendo mais necessária. Isso acontece quando os princípios, práticas e comportamentos enxutos foram de fato incorporados pela organização, fazendo da Produção Enxuta uma “maneira de viver”, um modelo mental coletivo na organização. No entanto, os autores lembram que é importante que novos líderes e gerentes entrem individualmente na etapa “Adotar a Produção Enxuta”, de forma que realmente entendam e adotem o paradigma.

Hallam (2003), com o objetivo de validar e melhorar as ferramentas TTL e LESAT, desenvolveu um estudo mostrando que o primeiro ciclo (entrada e

reentrada), que ele chama de “Comprometimento da Liderança” (LC - *Leadership Commitment*), é de fato necessário para a criação de um “Ambiente de Mudança” (CE - *Change Enviroment*), representado pelo ciclo de longo prazo, que por sua vez é essencial para que a “Mudança na Prática” (CP - *Change in Practice*) realmente aconteça na organização. Assim, Hallan (2003) conclui que o guia TTL e, conseqüentemente, a seqüência lógica que ele apresenta, é um meio prático e efetivo de organizar e priorizar o processo de transformação enxuta.

Vale notar que Comprometimento da Liderança envolve basicamente a alta gerência, enquanto a criação de um Ambiente de Mudança já requer um esforço tanto da alta como da média gerência e, por fim, a Mudança na Prática depende mais da média gerência e do pessoal operacional, de supervisão ou do *staff*.

Hallam (2003) também destaca a importância da inclusão de mecanismos formais de *feedback* ao TTL, a fim de acelerar a transformação enxuta, o que ele faz utilizando o LESAT, que será visto adiante. Segundo o autor, esses mecanismos de retroalimentação garantem que haverá atenção e suporte contínuo à implementação da Produção Enxuta e que os ganhos associados à essa transformação serão utilizados para auxiliar na formulação da estratégia competitiva.

Vale destacar que cada empresa tem suas próprias razões para iniciar uma transformação enxuta e apresenta circunstâncias particulares que irão ditar como ela avançará na transição para a Produção Enxuta. Assim, a quantidade de tempo e esforço requeridos para realizar as diversas atividades pode variar consideravelmente de empresa para empresa (BOZDOGAN *et al.*, 2000a). No entanto, independentemente dos motivos que motivaram a adoção da Produção Enxuta, o “líder” da empresa e a alta gerência devem assumir responsabilidade por todo o processo de implementação.

Além disso, o processo deve estar completamente alinhado com o planejamento estratégico da empresa. Daí a explicação para o ciclo de entrada e re-entrada ou o ciclo do “Comprometimento da Liderança” (HALLAM, 2003) iniciar o processo e ser periodicamente revisado.

Bozgodan *et al.* (2000a) também enfatizam que os maiores obstáculos para a transformação enxuta estão mais relacionados aos recursos humanos que a aspectos tecnológicos e é por isso que o líder coloca tanta ênfase em preparar a organização para a mudança, em especial por meio de questões humanas e organizacionais, antes de difundir outras iniciativas. Inclusive, vale esclarecer que optou-se por utilizar o TTL ao invés de outros guias (*roadmaps*) como o de Womack e Jones (1998) ou o de Nazareno (2003) não somente por ele estar em consonância com o LEM, que é o outro modelo utilizado pelo presente trabalho, mas também por ele colocar forte ênfase na importância dos recursos humanos, em especial na capacitação destes para a Produção Enxuta.

Por fim, é importante esclarecer que o TTL (BOZGODAN *et al.* 2000a) contribuiu diretamente para a elaboração do roteiro da pesquisa de campo, uma vez que apresenta diretrizes para investigar todo o processo de transformação ou transição para a Produção Enxuta, incluindo as atividades relacionadas ao envolvimento, capacitação ou aprendizagem da força de trabalho.

Já o Modelo da Empresa Enxuta conhecido como LEM, também desenvolvido pelo LAI, foi elaborado como resultado de pesquisas realizadas a fim de se investigar as práticas de diversas empresas por meio de estudos de caso, análise e outras atividades. Seu objetivo é servir como uma referência para ajudar na adoção e implementação dos princípios e práticas enxutas.

O LEM é composto de três partes (LAI, 2005): um diagrama-resumo que fornece a visão do topo da hierarquia do modelo, em que se encontram sumarizadas as práticas da empresa e seus indicadores de desempenho associados; um manual de referência que fornece o conteúdo detalhado e completo da estrutura do modelo, e um software que combina técnicas de hipertexto e filtros avançados para acessar os diversos níveis de informação do modelo.

O nível dos princípios descreve o que seriam a visão e a filosofia enxuta. Num nível imediatamente inferior, encontram-se os indicadores de desempenho agregados, que permitem a quantificação do nível de desenvolvimento da empresa em função do princípio em avaliação. Além de representarem a situação da empresa, apresentam comparações com o padrão tido como *benchmark*, fazendo

com que as melhorias possam ser implantadas nos pontos de maior necessidade.

Aos indicadores de desempenho sugeridos, está associado um conjunto de sugestões chamadas de práticas primárias (*overarching practices*) que sintetizam ou recomendam quais as ações que devem ser implementadas de maneira a permitir melhorias no desempenho para cada categoria de prática primária.

Cada uma das práticas primárias, por sua vez, apresenta uma definição e um conjunto de indicadores de desempenho que permitem a quantificação do nível de desenvolvimento da empresa, ou sistema em análise, em função do princípio em avaliação.

Por fim, no nível inferior elas são sustentadas por práticas capacitadoras (*enabling practices*) ou melhores práticas (*best practices*).

O LEM reúne três dimensões fundamentais para o Sistema de Produção Enxuta (na verdade quatro, se considerarmos os indicadores de desempenho, não abordados pelo presente trabalho) que são tratados nas fontes bibliográficas de forma isolada, muitas vezes até superficial, como é o caso das práticas essenciais, sem buscar o relacionamento entre elas.

Outra ferramenta é o LESAT, que realiza auto-avaliação para analisar o nível de maturidade da empresa enxuta, ou seja, ele mede a extensão do uso dos princípios e práticas enxutas em uma organização, a fim de auxiliar o direcionamento dos esforços de melhoria. Esta ferramenta é baseada no modelo de melhoria CMMI (*Capability Maturity Model International*), sendo composta por 54 práticas, que são agrupadas em três seções e categorizadas dentro de cada seção.

Para cada uma das 54 práticas, são definidos cinco níveis de maturidade em que a empresa pode se encontrar, a fim de avaliar de fato o quão enxuta a empresa está e fornecer informações para quais pontos os esforços precisam ser dirigidos. Para auxiliar nesta tarefa, são ainda apresentadas definições, questões de diagnóstico e exemplos de indicadores da prática em questão e da categoria em que se encontra.

Hallam (2003) conclui em seu trabalho que o LESAT pode ser uma importante parte da transformação enxuta e de seu gerenciamento, podendo servir como um mecanismo de *feedback* ao TTL, como foi visto anteriormente.

A norma J4000, por sua vez é um instrumento elaborado pela Sociedade dos Engenheiros Automotivos (SAE) que é constituída por um conjunto de características que um sistema de manufatura deve possuir para atingir a categoria de “empresa enxuta” (SAE J4000). Assim como o LESAT, é basicamente uma ferramenta de auto-avaliação para se analisar o quão enxuta uma empresa é (*leaness*).

Esta norma está composta de dois documentos fundamentais. O primeiro documento consiste em uma lista dos critérios pelos quais a manufatura enxuta poderá ser alcançada e é chamada de J4000. O segundo documento, a J4001, esclarece as formas de medição da conformidade a esses critérios.

Na seção principal, a norma está composta de 52 itens que ajudam na avaliação parcial ou integral de um ou mais requerimentos para uma implementação correta dos princípios da Produção Enxuta (DURAN & BATOCCHIO, 2003). Estes elementos se encontram classificados em seis áreas que ajudam a estruturar as dimensões nas quais a empresa deve encaminhar diagnósticos e iniciativas de melhoria para adequar-se aos princípios da Produção Enxuta. Estas áreas são: Administração / Responsabilidade, Pessoal, Informação, Fornecedor/Organização/Cliente, Produto e Processo / Fluxo.

De forma similar ao LESAT, para cada elemento existem quatro níveis de implementação em que a empresa pode se encontrar, que servem como uma escala de medição a fim de auxiliar o direcionamento dos esforços de melhoria.

Embora tenham o mesmo objetivo, é importante enfatizar que o LESAT e a norma J4000 são bastante diferentes em sua estrutura. De modo geral, pode-se afirmar que o primeiro é mais abrangente, compreendendo aspectos que envolvem toda a empresa, enquanto o segundo se focaliza mais no chão de fábrica. Acrescenta-se que o LESAT indica de maneira mais clara os “próximos passos” a serem tomados.

Vale também frisar que a norma J4000 apresenta uma seção dedicada aos recursos humanos, que, embora não seja detalhada, reforça a importância de elementos importantes de um processo de capacitação.

Os elementos contemplados nessa seção são: (a) disponibilidade de uma estrutura para treinamento e facilidade para os empregados serem treinados; (b) programas de treinamento voltados para os conceitos e ferramentas da Manufatura Enxuta em todos os níveis da organização; (c) treinamentos documentados e certificados são fornecidos para os participantes, sendo que existe uma agenda detalhada dos módulos desses treinamentos amplamente divulgada.

Por fim, o modelo desenvolvido por Cochran *et al.* (2001), chamado MSDD (*Manufacturing System Design Decomposition*) foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- Separar claramente os objetivos, dos meios de atingí-los;
- Relacionar atividades e decisões de um nível inferior a objetivos e requisitos maiores;
- Entender a inter-relação entre os diferentes elementos de um sistema;
- Comunicar efetivamente essas informações por toda a organização.

Para isso, o MSDD foi elaborado de acordo com o projeto axiomático, que cria uma estrutura teórica genérica para as áreas de projeto, e é formado pelo Axioma da Independência e o Axioma da Informação, que tem como base corolários e teoremas. Nesta abordagem, o ato de projetar envolve um contínuo relacionamento entre “qual o objetivo que se deseja atingir” e “como se pode atingir tal objetivo”, verificando que os objetivos de um projeto colocam-se dentro do que se denomina de domínio funcional (FR – *Functional Requirements*), ao passo que as soluções encontradas para atingir os objetivos são sempre geradas no que se denomina de domínio físico (DP – *Design Parameters*).

Baseado no projeto axiomático, esse modelo define o objetivo para qualquer sistema de manufatura como “maximização do retorno sobre investimento a longo

prazo”, que é decomposto em três sub-objetivos: maximizar o retorno sobre vendas, minimizar os custos de produção e minimizar investimentos durante o ciclo de vida do sistema de manufatura.

Cada um destes três sub-objetivos (FRs) são desdobrados em FR's e DP's no nível imediatamente inferior, onde os FR's são organizados em diferentes classificações: qualidade, identificação e resolução de problemas, previsão dos resultados (*outputs*), redução de atrasos, custos operacionais e investimento. O processo de desdobramento continua até as atividades e decisões alcançarem o nível operacional de detalhamento (WON *et al.*, 2001).

2.2 Relevância dos recursos humanos para o sucesso da implementação de um sistema de produção enxuta

Inicialmente, é importante esclarecer que a discussão a respeito da organização do trabalho na Produção Enxuta é relativamente polêmica e ampla. O interesse aqui não é discutir profundamente essa questão, mas apenas mostrar alguns impactos da organização do trabalho desse paradigma nas competências da força de trabalho.

Como foi visto anteriormente, nos anos 80 diversas filosofias, técnicas e ferramentas de gestão ganharam atenção, enquanto que os modelos baseados na produção em massa passaram a ser questionados.

Oliveira Júnior (1996) afirma que um dos principais aspectos do modelo taylorista-fordista que vem sendo questionado nos modelos de gestão emergentes é a separação entre o “fazer e o pensar”, materializada na hierarquia e na divisão do trabalho. O autor acredita que esse questionamento está associado a uma valorização crescente da experiência e do saber dos empregados como um dos pilares para o processo de inovação e mudança.

Brown, Stern e Reich (1993) resumiram as mudanças na organização do trabalho e na gestão dos recursos humanos desses modelos com a sigla SET – segurança (*security*), envolvimento do trabalhador (*employee involvement*) e treinamento (*training*) – o que se difere bastante dos sistemas taylorista-fordista que os mesmos autores abreviaram no acrograma JAM - divisão de trabalho (*job*

classifications); relações adversas (*adversary relations*) e pouco treinamento (*minimal training*).

Biazzo e Panizzolo (2000) acreditam que esses modelos emergentes geralmente apresentam características como a busca por maior flexibilidade da força de trabalho, a necessidade de capacitar os funcionários a tomar decisões no seu local de trabalho (*empowerment*), a ênfase no trabalho em grupo e a criação de estruturas empregatícias voltadas para o comprometimento e motivação dos trabalhadores.

O Sistema de Produção Enxuta foi um dos modelos que se afastou das características da organização do trabalho da produção em massa, sendo em grande parte responsável pela disseminação do trabalho em equipe, da flexibilidade da força de trabalho e da aproximação do trabalhador operacional aos assuntos relacionados à gestão, melhoria e mudanças.

Neste sistema, os trabalhadores assumem a responsabilidade sobre a produção, participando ativamente e coletivamente do processo, buscando o aperfeiçoamento constante. Implanta-se a figura do operário dinâmico, criativo e inteligente que não é apenas mais um elemento do sistema de produção (SCHLÜNZEN JÚNIOR, 1998).

Hirata *et al.* (1991), ao se questionarem se o modelo japonês expressa um novo paradigma de organização ou não passa de um modelo fordista “híbrido” afirmam que:

(...) Poderíamos ser tentados a responder pela segunda alternativa, se o critério de avaliação for o tipo de produção (em massa) e o tipo de objetivo (racionalização da produção, inclusive pela intensificação do trabalho (...)) Entretanto, se erigirmos como critério básico o **tipo de relações sociais** (...) estaríamos longe da configuração taylorista e fordista baseada numa linha hierárquica rígida e numa relação do tipo um posto de trabalho/um trabalhador (HIRATA *et al.*, 1991, p. 168).

Hirata *et al.* (1991, p. 168) ainda enfatizam que o sistema não pode ser visto apenas como uma soma de métodos e técnicas, uma vez que se baseia em um “conjunto de relações sociais de trabalho, onde há a **participação coletiva** na inovação, na resolução de problemas e na gestão da produção e onde o processo

produtivo é baseado no trabalho em grupo”, fatores esses que também tornam inigualáveis a produtividade e a competitividade da indústria japonesa.

Outros autores como Bhasin e Burcher (2006) e Hines, Holweg e Rich (2004) também destacam a importância dos aspectos humanos, argumentando que a Produção Enxuta deve ser reconhecida como mais que um conjunto de ferramentas e técnicas, uma vez que as dimensões humanas como motivação, *empowerment* e respeito pelas pessoas são essenciais para a sustentabilidade de qualquer iniciativa enxuta, independente do setor industrial.

Womack, Jones e Ross (1992) explicam melhor essa mudança na organização do trabalho, relatando que após conseguir reduzir o tempo de troca de moldes nas prensas, Ohno percebeu que seria necessária a existência de um trabalhador mais qualificado, que pudesse supervisionar o equipamento e trocar os moldes de acordo com a demanda, ou seja, um trabalhador que, diferente do modelo fordista, possuísse mais habilidades e exercesse mais de uma função, que fosse multifuncional. Assim, na seção de estamperia começa uma grande mudança na forma de trabalho dos funcionários do chão de fábrica, que começaram a exercer funções que até então não eram do seu “escopo” de trabalho.

Além disso, esses autores contam que Ohno agrupou os trabalhadores em equipes, com um líder de equipe no lugar do supervisor. Assim, o trabalho altamente fragmentado instituído por Ford é substituído na Produção Enxuta pelo trabalho em equipe, permitindo à equipe uma autonomia nas suas decisões. Num momento seguinte, Ohno conferiu à equipe as tarefas de limpeza, pequenos reparos de ferramentas e controle de qualidade e depois que as equipes estavam funcionando satisfatoriamente, reservou um horário para que o grupo sugerisse um conjunto de medidas para aperfeiçoar o processo. Foi então criada uma prática de sugestões coletivas que no ocidente veio a se chamar “círculos de controle de qualidade”. Essa mudança da lógica do Sistema de Produção da Toyota, onde procurou se utilizar do conhecimento também do operário, aproximando o “fazer do pensar”, exige o envolvimento de todos desde a alta gerência até os operários.

Como citado no parágrafo anterior, todas essas variáveis de alguma forma implicaram em mudanças nas competências necessárias dos recursos humanos da

organização, seja devido à maior flexibilidade e participação exigida, ou seja pela capacidade de trabalho em grupo. O fato é que esse sistema demanda que novos conhecimentos, habilidades e atitudes sejam incorporados pela força de trabalho, o que influencia diretamente a maneira como o pessoal é capacitado.

A maneira como os recursos humanos são organizados dentro da esfera de atividades da administração da produção na Produção Enxuta exige competências diferenciadas, principalmente em relação a quatro aspectos: flexibilidade, trabalho em grupo, envolvimento ou participação de todos e capacidade de resolução de problemas.

Womack, Jones e Roos (1992) já enfatizavam que esse sistema exige um número bem maior de qualificações profissionais, aplicando-as criativamente num ambiente de equipe, em lugar da hierarquia rígida.

Em vista disso, é essencial que a organização adote uma postura voltada para o aprendizado, permitindo que as pessoas em uma organização criem, saibam capturar ou transferir conhecimento com rapidez, gerando soluções rápidas aos novos desafios que aparecem.

Bozdogan *et al.* (2000a) acreditam que certamente, o elemento mais importante em qualquer iniciativa de transformação organizacional é a educação e treinamento. Liker (2005, p.193), por sua vez, enfatiza que “esse conceito de administração de baixo para cima e de capacitação dos funcionários é um jeito de se expressar em muitas empresas, mas a Toyota leva-o muito a sério”.

Assim como Brown, Stern e Reich (1993), diversos outros autores estudados por Biazzo e Panizzolo (2000) têm enfatizado a importância do treinamento nos paradigmas de gestão emergentes, em especial na Produção Enxuta, afirmando que este deve ser realizado continuamente e não mais de maneira reativa aos problemas ou necessidades que vão surgindo.

Assim, percebe-se que a implantação da Produção Enxuta em uma empresa requer uma série de transformações que não apenas envolvem modificações estruturais, organizacionais e de relacionamento externo, mas também a forma de pensamento e de comportamento de todos os funcionários.

Forrester (1995), por exemplo, acredita que é necessário que haja uma reflexão sobre o que realmente significa o treinamento e que muitas empresas resolvem esse problema por meio de programas de desenvolvimento contínuo, baseados nas competências desejadas, mas, como sugestão, afirma apenas que as necessidades de treinamento dos grupos exigem que se foque em diferentes processos e técnicas e não apenas na realização de uma operação específica.

Karlsson e Ahlström (1996) já discorrem sobre algumas mudanças na política de treinamento para a Produção Enxuta, principalmente devido ao uso dos times multidisciplinares, que define como sendo “um grupo de funcionários que são capazes de desempenhar diferentes tarefas”. Eles afirmam que essa multifuncionalidade exige grandes esforços em treinamento, o que demanda atenção em dois pontos em especial:

- O número de tarefas em que os funcionários recebem treinamento deve aumentar;
- O número de áreas funcionais em que os funcionários são treinados deve aumentar.

Os autores lembram que é muito comum haver resistência por parte os funcionários em desempenhar diferentes tarefas ou funções, por estarem habituados a realizar a mesma atividade por anos e acreditam que essa relutância pode ser superada em partes pelo uso de treinamento, uma vez que este pode deixá-los mais preparados e predispostos à mudança.

Em relação a este aspecto, Karlsson e Ahlström (1996) afirmam que o treinamento acontece geralmente *on-the-job*, ou seja, no local de trabalho com a adição de alguns treinamentos teóricos. Além disso, os autores enfatizam que um elemento muito importante é o treinamento em liderança, para que seja possível alternar a liderança do time entre os seus membros.

Liker (2005, p.187) ressalta que, ainda que o trabalho em equipe seja fundamental, “ter indivíduos trabalhando juntos em um grupo não compensa a falta de excelência individual ou de entendimento do Sistema da Toyota”. Esse autor acredita que os indivíduos é que são os responsáveis pela agregação de valor e,

portanto, deve-se “desenvolver a excelência do trabalho individual, enquanto se promove um trabalho de equipe eficiente”.

Neste contexto, também se destacam os trabalhos de Lizarelli (2005) e Alliprandini *et al.* (2005) que procuraram entender melhor as práticas de capacitação que são realizadas para atingir a implantação e monitoramento da Produção Enxuta, por meio dos principais cursos oferecidos para a capacitação nesse sistema.

Analisando as categorias encontradas e o referencial teórico já estudado, percebe-se alguns aspectos que, embora não encontrados ou enfatizados pelos cursos oferecidos, devem ser contemplados em um processo de capacitação para a Produção Enxuta:

- Fluxo de informações: como melhorar o fluxo de informação dentro e fora da empresa;
- Desenvolvimento de fornecedores: como lidar, se relacionar e desenvolver os fornecedores de forma a estarem coerentes com a mentalidade enxuta e, portanto, percebendo e compartilhando os benefícios decorrentes da implementação das práticas enxutas.

Além disso, vale destacar que, embora também seja um dos principais elementos da Produção Enxuta, pouca atenção é dada a como impulsionar a melhoria contínua na organização ou como nutrir um ambiente de aprendizado constante, fatores esses essenciais para a sustentabilidade do sistema. A maioria dos cursos parece ainda focalizar apenas no desenvolvimento de atividades como o *Kaizen*, não estabelecendo outros processos estruturados para a geração, avaliação e implementação de melhorias em todos os níveis da organização.

2.3 Competências necessárias para a formação de “pessoas enxutas”

Dentro do contexto da Produção Enxuta, existem trabalhos que tratam diretamente dos conhecimentos e habilidades que devem ser desenvolvidos durante o processo de transformação enxuta.

Emiliani (2003) ressalta que sua intenção não é apresentar uma lista extensa com todas as convicções, comportamentos e habilidades que a gerência (líderes) deve possuir, mas sim criar um quadro com as convicções-chave que estão em jogo e que influenciam importantes tomadas de decisões sobre aspectos gerenciais.

Segundo esse autor, o ponto central é que a Produção Enxuta é gerenciada de maneira a diminuir ou eliminar conflitos, pois o conflito é visto como desperdício. Para que estes conflitos sejam amenizados e para que a empresa siga de acordo com as diretrizes da Produção Enxuta, a gerência e os líderes devem ter convicções alinhadas ao sistema, uma vez que tanto as decisões tomadas quanto os comportamentos apresentados por essas pessoas são baseados em suas crenças.

Howardell (2005), por sua vez, define sete habilidades básicas necessárias para a formação de “pessoas enxutas”, ou seja, pessoas que tenham realmente incorporado a mentalidade enxuta. Estas habilidades são:

- Manter o foco no consumidor, ou seja, estar sempre consciente de quem são e o que querem e esperam os clientes;
- Ter um pensamento voltado para a empresa como um todo, buscando identificar e trabalhar a cadeia de valor;
- Adaptar-se ao ambiente dinâmico e reagir positivamente em relação às mudanças;
- Tomar iniciativas;
- Gerar inovação, no sentido de buscar (criar) melhorias continuamente;
- Trabalhar de maneira colaborativa, por meio do estabelecimento de grupos;

- Liderar, isto é, influenciar a organização a seguir na direção da mentalidade “enxuta”.

Percebe-se que tanto Emiliani (2003), que desenvolveu um estudo mais elaborado quanto às habilidades necessárias para os “líderes enxutos”, quanto Howardell (2005) que apresentou de maneira mais informal sete habilidades importantes para a criação de uma “empresa enxuta” não apresentam um quadro suficientemente abrangente de habilidades para a Produção Enxuta e tampouco relacionaram essas habilidades com alguma prática ou princípio do sistema. A seguir, será desenvolvido um referencial de conhecimentos e habilidades para a Produção Enxuta a fim de suprir essa carência e auxiliar no desenvolvimento da pesquisa de campo.

2.4 Elementos críticos da produção enxuta

Esta seção mostra a estrutura referencial dos elementos críticos da Produção Enxuta, desenvolvida para auxiliar na investigação e análise da pesquisa de campo e para reunir e estruturar conhecimento acerca do tema. Isso foi feito por meio de duas atividades principais: (a) caracterização dos princípios e práticas essenciais do paradigma, por meio do levantamento de conhecimentos e habilidades necessários e; (b) caracterização das etapas do processo de transformação enxuta usando as práticas essenciais e, portanto, os conhecimentos e habilidades demandados pelo sistema.

Vale observar que algumas práticas capacitadoras, especialmente àquelas do LEM, já se caracterizavam como uma habilidade e, portanto, seu “enunciado” não mudou.

Neste cenário pode-se primeiramente sintetizar as práticas essenciais da Produção Enxuta, estar focado continuamente no cliente, buscando disseminar a mentalidade enxuta em todos os níveis da organização, obtendo comprometimento de todos que fazem parte da mesma. Capacitar e motivar a força de trabalho,

desenvolver relacionamentos baseados na confiança e no comprometimento mútuos permitindo a tomada de decisões nos níveis mais baixos da hierarquia.

Quanto as práticas orientadas para os processos é necessário assegurar um fluxo de informações sem interrupções, identificar e otimizar os fluxos dentro da empresa. Estar preparado para a implementação de projetos de produto e processo de maneira integrada, assegurando que os processos se tornem maduros e consistentes. Estas práticas tem que ser disseminadas para outras áreas da empresa senão a manufatura propriamente dita ao pensamento enxuto. A busca pela maximização da estabilidade deve ocorrer mesmo em um ambiente instável.

A solução de problemas (melhoria contínua) deve ter um processo de aculturação através de um ambiente de aprendizado constante.

Para identificar os conhecimentos e habilidades demandadas pela Produção Enxuta, inicialmente foi construído uma listagem relacionando as práticas capacitadoras do paradigma encontradas nas fontes bibliográficas tradicionais e no LEM com as práticas essenciais levantadas.

A partir desta listagem, foram identificados quais conhecimentos e habilidades eram demandadas por cada prática capacitadora, organizados de acordo com a prática essencial relacionada.

No atendimento ao foco contínuo no cliente, é necessário criar mecanismos de feedback que facilitem um fluxo contínuo de informações com os proprietários. Uma maneira eficiente neste processo é otimizar o processo contratual, a fim de que esteja mais flexível a futuras necessidades. O desenvolvimento e a manutenção do relacionamento com clientes no processo de definição de requisitos, projetos e desenvolvimento de produto deve ser constante, pois através da aplicação e participação nestas etapas é possível identificar junto ao cliente o que é valor do ponto de vista do cliente final, e desta forma pode-se oferecer produtos e serviços que agregam valor para o consumidor final.

A prática da manufatura enxuta dentro da empresa, deve ser através da disseminação de uma mentalidade enxuta em todos os níveis da organização, pois desta maneira um ambiente de comprometimento será instalado na empresa. É

necessário incentivar o comprometimento da força de trabalho, garantindo a coerência da estratégia corporativa com os princípios e práticas da produção enxuta.

A capacitação e motivação da força de trabalho é de extrema importância dentro deste processo, é necessário desenvolver pessoas com capacidade de liderança. Atribuir sistemas de rodízios de funções, criando desta forma um ambiente flexível onde vários empregados terão conhecimento a respeito de todas as funções exercidas. O departamento de recursos humanos deve desenvolver programas onde as habilidades e planos de carreira dos funcionários são mantidos em sistemas de manutenção periódicas. As necessidades da força de trabalho deverão ser atendidas através da capacitação dos funcionários através de treinamentos e desenvolvimento de recursos humanos. Incentivar a participação de funcionários em atividades que trabalhem para a melhoria contínua, gerando um ambiente de motivação. (EMILIANI 2003).

Neste processo o relacionamento tem que ser baseado na confiança e no comprometimento mútuo, construindo relacionamentos estáveis e de cooperação (interna e externamente). A criação de maneiras de compartilhar benefícios decorrentes da implementação das práticas enxutas deve ser desenvolvida dentro de uma filosofia do ganha-ganha, onde a negociação deve atingir as metas entre os objetivos comuns. Fornecedores devem ser capacitados dentro da estrutura de manufatura enxuta, desta forma a capacitação e o auxílio as práticas enxutas devem estar contida dentro do escopo de trabalho, onde compartilhar conhecimentos com os fornecedores trará benefícios para ambas as partes.

A tomada de decisões por níveis mais baixos na hierarquia, deve ser implementada através de times multidisciplinares, onde através da formação de equipes de trabalho é possível dividir e delegar responsabilidades ao longo de toda cadeia de valor. A delegação e suporte nos resultados deve ser aplicada somente após a capacitação de todos os funcionários para tomar decisões em seus locais de trabalho (empowerment).

Por meio da aplicação do ciclo PDCA e VSM, identificar e simplificar o fluxo dos produtos. O controle de inventário possibilitará a minimização de estoque, reduzindo os custos de inventário. Outra característica no processo a ser observada,

é a possibilidade de redução dos tempos de troca (set-up), redefinindo os conceitos de set-up interno e externo.

O conhecimento do parque fabril instalado possibilita a instalação de planos de manutenção preventiva, onde por meio de avaliação das condições dos equipamentos pode-se traçar planos estratégicos para a melhoria da performance, agindo proativamente, minimizando o impacto nos fluxos da empresa.

O trabalho em fluxo contínuo aliado a redução do tamanho do lote facilitam a detecção de anormalidades ou defeitos. Sincronizar os tempos de operação, visando equalizar as cargas de trabalho das operações, por meio de aplicação de trabalho padronizado, onde distribuir atividades a cada operação, determinando o que cada operação deve fazer, ajuda na identificação de atividades que não agregam valor. O abastecimento das células por meio de Kanban, utilizando a técnica de puxar, ou seja, produzir de acordo com a necessidade do cliente, contribui para otimizar o fluxo dentro da empresa.

Garantir um fluxo de informações sem interrupções auxilia o processo produtivo, por meio de gráficos, diagramas dentre outros. O desenvolvimento de relações cliente-fornecedor diretas, onde o sistema de comunicação deve ser o mais objetivo possível.

A implementação de um projeto deve ser de maneira integrada, estabelecer claramente as especificações a partir das necessidades dos clientes internos e externos.

Além disso, também percebe-se que algumas habilidades foram adicionadas, baseadas no trabalho de Emiliani (2003), que, como foi visto, foi um dos poucos autores a estudar com maior profundidades este aspecto da Produção Enxuta.

Em relação à última prática essencial (nutrir um ambiente de aprendizado constante), utilizou-se o trabalho de Garvin (1993) a respeito das organizações de aprendizagem, uma vez que esse autor buscou, de fato, identificar as habilidades de uma organização que aprende. Isso vem de encontro com o objetivo da prática da Produção Enxuta.

Vale ressaltar que o objetivo de desenvolver um referencial de conhecimentos e habilidades para a Produção Enxuta, é destacar a importância da capacitação dos indivíduos, grupos e da própria organização, como uma forma de contribuir para a mudança cultural que deve acontecer ao longo da transformação enxuta, para que essa seja de fato significativa. Assim, deve-se ter em mente que, ainda mais importante que aplicar o *justin-time* como prática capacitadora e, portanto, facilitadora do processo de transformação enxuta, é aprender meios de “responder à taxa de demanda do cliente” ou “trabalhar com lotes e estoques pequenos” ou compreender o conceito de puxar a produção. A atividade de capacitação, como foi visto anteriormente, contribui para que os indivíduos, grupos e talvez a própria organização adquiram novos conhecimentos, habilidades ou mesmo atitudes e, com isso, questionem pressupostos tradicionais, facilitando a criação da “cultura enxuta”.

Vale também esclarecer que muitas habilidades só são desenvolvidas ao longo do tempo e, portanto, não podem ser transmitidas por práticas de capacitação. No entanto, deve-se entender que, nesse aspecto, os programas de capacitação contribuem para o aumento da capacidade das pessoas refletirem sobre determinadas situações, por meio de uma mudança ou aprimoramento de suas crenças, convicções etc. Essa reflexão é fundamental para que essas habilidades possam de fato ser desenvolvidas.

2.5 A importância da redução de custos e tempo na produção

A função “produção” nas organizações representa a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Para Martins (2000, p. 1), a função “produção”, entendida como o conjunto de atividades que levam à transformação de um bem tangível em outra com maior utilidade.

Toda produção, executada tanto na fábrica como no escritório, deve ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. De acordo com Shingo (1996, p.37), “produção é uma rede de processos e operações. Como um *processo* – transformação de matéria-prima em produto acabado - é efetivado por meio de uma série de operações”.

Os sistemas de produção podem ser definidos como a forma com que a organização irá produzir seus bens e/ ou serviços. Então produção significa um conjunto de recursos que abrange todas as formas e maneiras pelas quais as

organizações desempenham alguma atividade de bens e/ou serviço que é a razão de sua existência (SLACK, *et al.* 1997).

Segundo Mayer *et al.* (1992, p. 16), “a produção trata da fabricação de um objeto material mediante a utilização de homens, materiais e equipamentos” ou o “desempenho de uma função que tenha alguma utilidade”.

Segundo Martins (2000, p. 369), “a produtividade é considerada como a relação entre o valor do produto e/ou serviço produzidos e o custo dos insumos para produzi-los. Assim a produtividade depende essencialmente, do *output*, ou seja, o numerador da fração, e do *input*, isto é, o denominador”.

O aumento na produtividade pode fornecer os meios para a redução nos preços e aumento dos lucros. Para Campos (1992, p. 2), “aumentar a produtividade é produzir cada vez mais e/ou melhor, com cada vez menos. Pode-se, pois, representar a produtividade como o quociente entre o que a empresa produz (*output*) e o que ela consome (*input*)”; Conforme demonstrado na Figura 1.

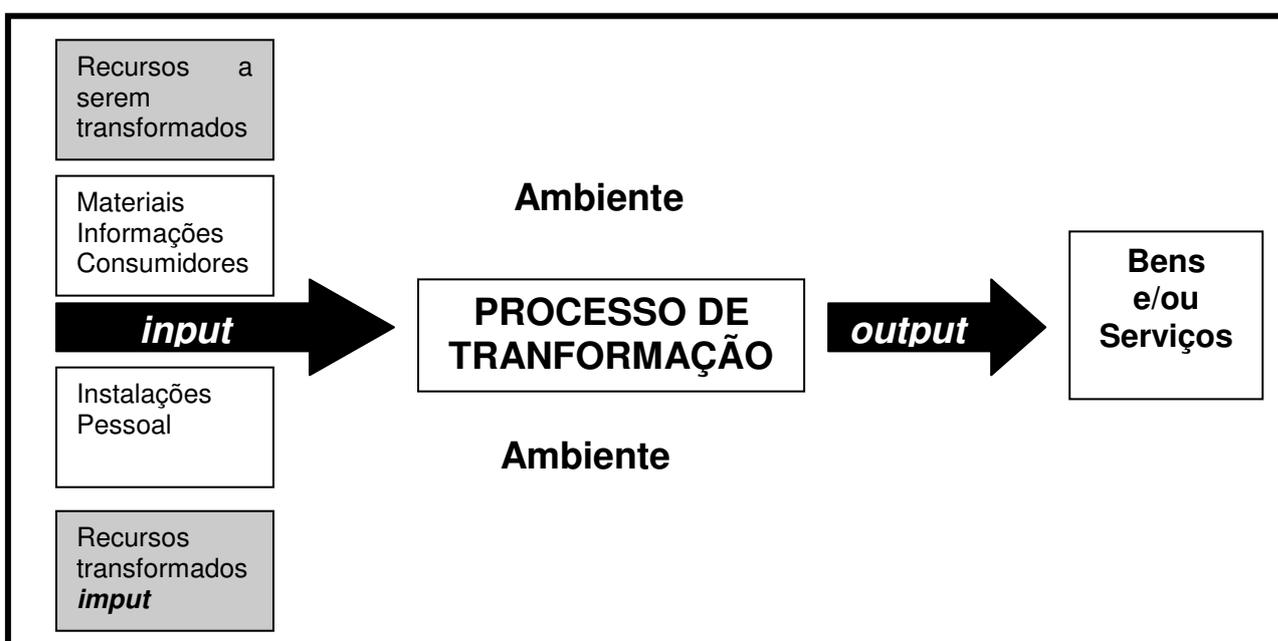


Figura 1 – Modelo de Transformação

Fonte: Slack (1997, p. 36)

2.5.1 Administração da Produção e Operações

A administração da produção trata da forma pela qual são realizados ou transformados os bens e/ou serviços que uma empresa produz. Para Slack *et al.* (1997, p. 30), “a administração da produção trata da maneira pelas quais as organizações produzem bens e serviços” para o autor “Tudo o que você veste, come, usa, lê ou usa na prática de esportes chega até você graças aos gerentes de produção que organizaram sua produção”.

A administração da produção e operações, relaciona-se a todas as atividades desenvolvidas por uma empresa visando atender seu objetivo de custo médio e longo prazo, se inter-relacionam, muitas vezes de forma extremamente complexa. Como tais atividades, na tentativa de transformar insumos, tais como matéria-prima, em produtos acabados e/ou serviços, consomem recursos e nem sempre agregam valor ao produto final, constitui objetivo da administração de produção e operações a gestão eficaz dessas atividades (MARTINS, 2000, p. 87).

Administração de produção e operações diz respeito àquelas atividades orientadas para a produção de um bem físico ou prestação de um serviço. Nesse sentido a palavra produção liga-se diretamente às atividades bem físicas, enquanto que a palavra operação refere-se às atividades desenvolvidas em empresas de serviço (MOREIRA, 1996).

Conforme Shingo (1996, p. 37), “operações podem ser visualizadas como o trabalho realizado para efetivar essa transformação de matéria-prima em componentes semi-acabados, a interação do fluxo de equipamentos e operadores no tempo e no espaço”.

2.5.2 Planejamento e Controle da Produção

O planejamento e controle de uma empresa servem para gerenciar as atividades da operação produtiva de modo a satisfazer a demanda dos consumidores.

Em um sistema produtivo, ao serem definidas suas metas e estratégias, faz-se necessário formular planos para atingi-las, administrar os recursos humanos e físicos com base nesses planos, direcionar a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhar esta ação, permitindo a correção de prováveis desvios. No conjunto de funções dos sistemas de produção aqui descritos, essas atividades são desenvolvidas pelo Planejamento e Controle Produção (TUBINO, 2000, p. 93).

O propósito do planejamento e controle da produção é garantir que a produção ocorra eficientemente e produza com eficácia os produtos e serviços como deve na quantidade adequada, no tempo exato e com a qualidade desejada pelo cliente (SLACK, 1997). Para garantir a demanda e a satisfação do cliente toda operação requer planos e controle. O planejamento é uma expectativa ou intenção de um objetivo que possa alcançar em um determinado momento no futuro, o plano não garante que esse evento vá realmente acontecer, pois existem variáveis que interferem como: máquinas, funcionários, matéria prima e transportes (SLACK, 1997).

O planejamento procura emparelhar a produção com a demanda, ao menor custo possível, e assegurar que as ordens de produção sejam cumpridas da forma certa e na data certa. Segundo Moreira (1998, p.391), “para reduzir custos operacionais requer que sejam reduzidos os estoques de produtos acabados, de matérias-primas e de material em processo; por sua vez, atingir a produtividade desejada de pessoas e máquinas e aumentar o nível de atendimento ao cliente”.

Ainda para Moreira (1998, p. 392), o Planejamento da Produção deve ter as seguintes características:

- Planejar as necessidades futuras de capacidade de forma que se possa atender à demanda de mercado;
- Planejar a compra dos materiais para que eles cheguem no momento certo e nas quantidades certas, mantendo o processo produtivo sem rupturas que possam prejudicar os níveis de utilização pretendidos para os recursos;
- Planejar os níveis apropriados de estoque, garantindo o funcionamento suave da fábrica com o mínimo de investimento possível;
- Programar atividades de produção de forma a não desperdiçar esforços, ocupando os recursos com as atividades prioritárias, visando atender plenamente aos pedidos dos clientes;

- Indicar a situação corrente das pessoas, equipamentos, materiais, ordens e demais recursos produtivos;
- Indicar a necessidade de reprogramação de atividades quando alguma anormalidade afete o que foi planejado;
- Prover informações a respeito das atividades físicas e financeiras da manufatura, de forma que todas as funções da organização atuem de modo coerente e integrado;
- Informar prazos com precisão aos clientes e depois cumpri-los, mesmo em situações ambientais dinâmicas e difíceis de prever;
- Os Sistemas de Planejamento da Produção são elaborados, geralmente, com fundamento em um dos três métodos de administração da produção mais conhecidos: *Manufacturing Resources Planning - MRP II*; *Just-in-Time - JIT* e *Optimized Production Technology - OPT*.

Portanto, o fluxo de informação do Planejamento da Produção envolve toda a logística do processo de produção. Inicia com o Plano Mestre de Produção e conclui com entrega aos clientes dos produtos produzidos ou serviços executados aos clientes como mostra a Figura 2.

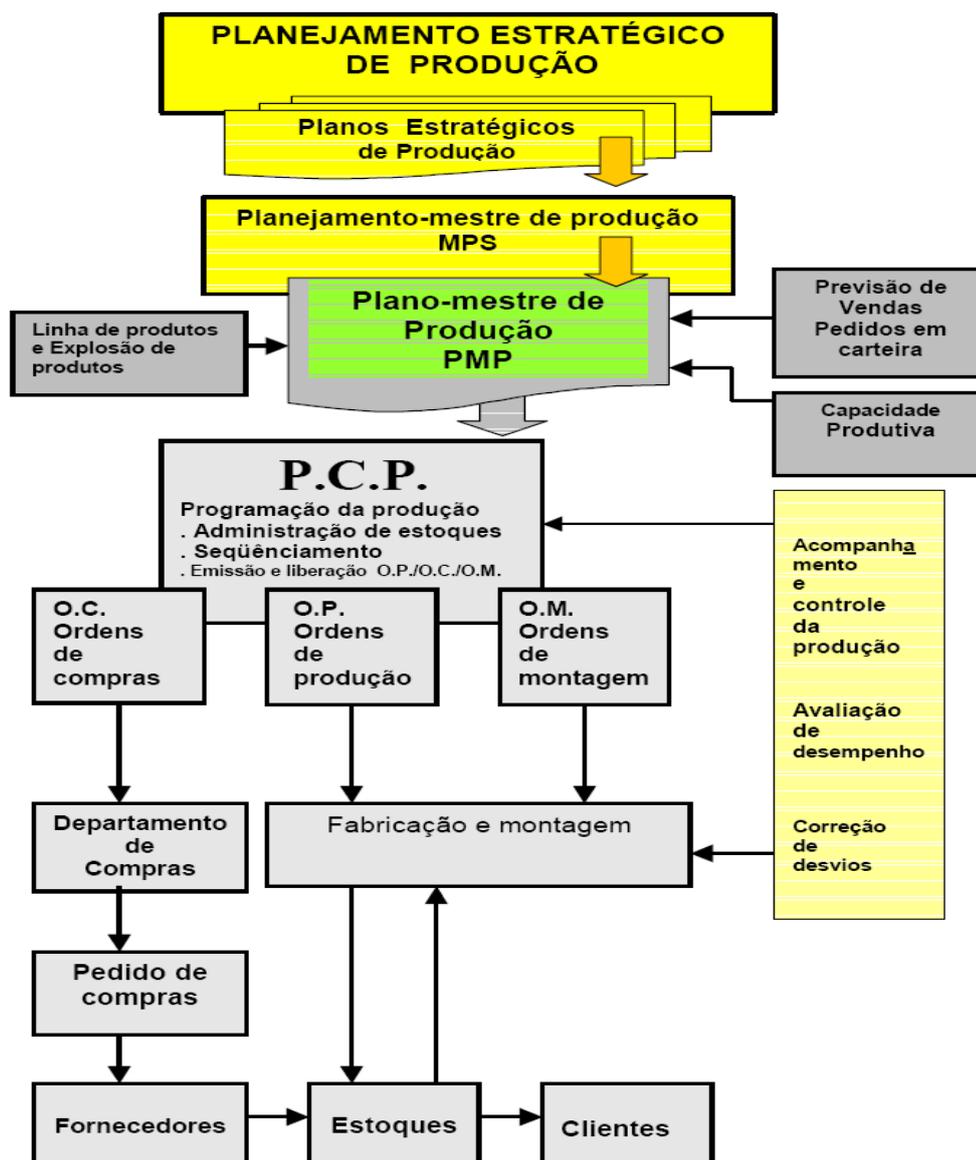


Figura 2 - Fluxo de Informação do P.C.P.
 Fonte: Adaptada de Tubino (1997, p.185)

2.5.3 Planejamento e Controle de Processos (PCP)

O planejamento e o controle de processos consistem em monitorar como as atividades estão progredindo e avaliar o seu desempenho. Para Lacombe e Heilborn (2003, p.162), “planejamento pode ser visto como a determinação da *direção* a ser seguida para se alcançar um resultado desejado ou como a determinação consiste de *curso de ação*, isto é, dos rumos”.

O controle consiste em medir e corrigir o desempenho de processos para

assegurar que os objetivos e metas da organização sejam atingidos e os planos formulados para alcançá-los sejam realizados com sucesso (LACOMBE E HEILBORN, 2003).

Segundo Slack *et al.* (1997, p. 58), “controle é um conjunto de ações como o monitoramento do que aconteceu na realidade, a comparação com o que foi planejado e as ações para providenciar as mudanças necessárias visando o direcionamento do plano”. “Planejamento e controle é a conciliação do potencial da operação em fornecer produtos e serviços com a demanda de seus consumidores. É o conjunto de atividades diárias que garante que a operação ocorra de uma forma contínua”.

2.5.4 Processos

O gerenciamento de processos terá sucesso quando as atividades estiverem claramente definidas. Segundo Slack *et al.* (1997, p. 509), “processo é um conjunto de atividades que tem um ponto inicial e um estado final definido, persegue uma meta definida e usa um conjunto definido de recursos”.

Conforme Martins (2000, p. 13), “o processo de um produto passa a ser um elemento básico de vantagem competitiva, podendo ser diferenciado quanto a seu custo, com menores números de peças, mais padronização, modularidade, a sua robustez e a inexistência de falhas”.

Processo também é entendido como o fluxo de matérias em um determinado tempo e espaço; a transformação da matéria-prima em produtos semi-acabados e daí a produtos prontos para serem utilizados (SHINGO, 1996).

Para Cury (1994, p. 303), “processo é uma série de tarefas ou etapas que recebem insumos (materiais, informações, pessoas, máquinas, métodos) geram produtos (produto físico, informações, serviços) com valor agregado, usado para fins específicos por seu receptor”.

Processo é a forma pela qual um conjunto de atividades cria, trabalha ou transforma insumos com a finalidade de produzir bens ou serviços. Segundo Harrington (1993, p. 41), “define processo como sendo um grupo de tarefas interligadas logicamente, que utilizam os recursos da organização para gerar resultados definidos, de forma a apoiar os seus objetivos”.

Para Vilella (2000, p. 12), “um processo dispõe de *inputs*, *outputs*, tempo, espaço, ordenação, objetivos e valores que, interligados logicamente, irão resultar em uma estrutura para fornecer produtos ou serviços ao cliente”.

Os processos podem ser classificados, segundo Cerqueira Neto (1994, p. 69), da seguinte forma:

- Processos primários: são aqueles que tocam o cliente. Qualquer falha será imediatamente percebida;
- Processos de apoio: colaboram com os processos primários;
- Processos gerenciais: coordenam as atividades de apoio e os processos primários.

2.5.5 Ciclo de Vida dos Processos

Os processos evoluem ao longo de sua existência. Ao serem criados visam um resultado específico e são claros e simples. Com o tempo, porém, apresentam modificações.

Os processos ao longo do tempo sofrem refinamentos, adaptações, variações individuais (induzidas pelas pessoas envolvidas no processo), mudanças de planos da organização. Esses fatores levam o processo a um grau de institucionalização e maturidade que ocasionam perda de eficácia, levando ao excesso de controle e ao colapso. Se a evolução for reconhecida a tempo, é possível redesenhar o processo devolvendo-lhe assim, a eficácia (VILLELA, 2000, p.43).

2.5.6 Hierarquia dos Processos

Os processos compõem a estrutura organizacional de uma hierarquia, onde é representado o nível de detalhamento com que o trabalho está sendo abordado.

Segundo Harrington (1997, p. 44), a hierarquia pode ser assim representada:

- Macro-processo: geralmente envolve mais de uma função da estrutura organizacional e sua operação tem impacto significativo no modo como a empresa funciona;
- Processo: conjunto de atividades seqüenciais (conectadas), relacionadas e lógicas, que tomam um *input* com um fornecedor, acrescentam valor a este e produzem um *output* para o consumidor;
- Subprocesso: é a parte que, inter-relacionada de forma lógica com outro processo, realiza um objetivo específico em apoio ao macro-processo e contribui para a missão desses;
- Atividades: é o que ocorre dentro dos processos e sub-processo. São geralmente desempenhadas por uma unidade (pessoa ou departamento) para produzir um resultado particular;
- Tarefas: é uma parte específica do trabalho, o menor enfoque do processo, podendo ser um único elemento e/ou um subconjunto de uma atividade; conforme Figura 3.

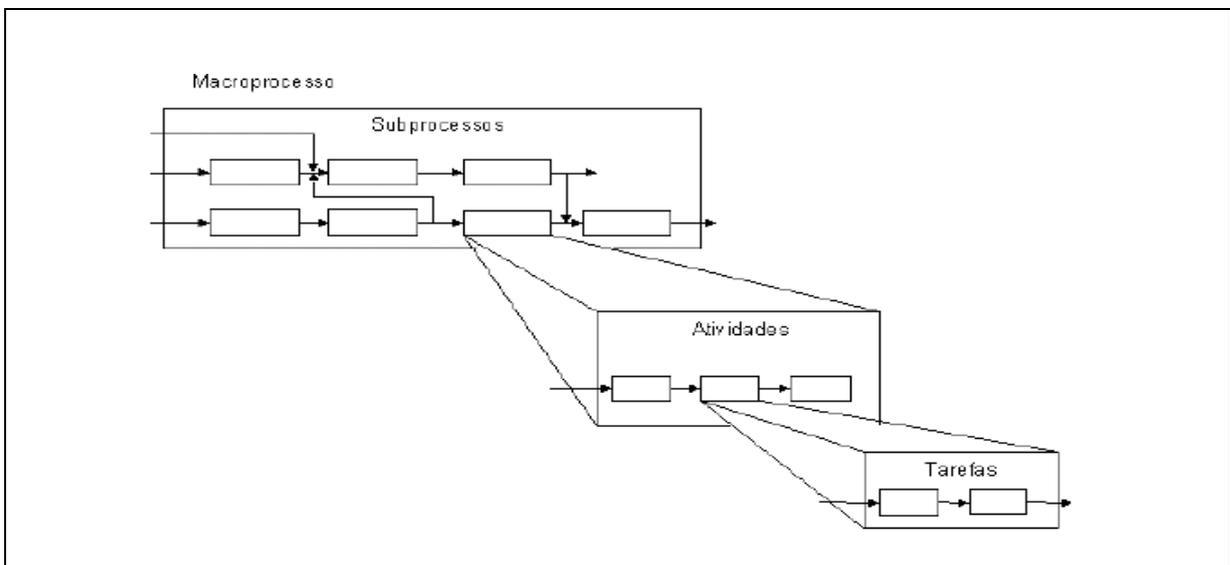


Figura 3 - Hierarquia dos Processos
Fonte: Harrington (1996, p. 34)

2.5.7 Melhoria de Processos

Para obter uma maximização e eficiência da produção é necessário analisar profundamente os processos antes de tentar melhorar as operações.

Os processos podem ser melhorados de duas maneiras, a primeira por meio da Engenharia de Processos e a segunda consiste em melhorar os métodos de

fabricação do ponto de vista da Engenharia de Produção (SHINGO, 1996).

A melhoria ou otimização dos processos está dependente não apenas da forma como um processo é desenhado, mas, sobretudo da forma como é gerido. Conseqüentemente, atualmente, a maioria das empresas percebe que para se manterem competitivas, assegurarem a sua sobrevivência e desenvolverem-se na economia global, teriam que, de forma contínua, mapearem e gerirem os seus processos de produção, viabilizando, desta forma, uma melhoria continuada.

Para Slack *et al.* (1997, p. 599), “o melhoramento contínuo adota uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoramento incremental, como, por exemplo, modificar a forma de como um produto é feito em uma máquina, para reduzir o tempo de mudanças”.

De acordo com Shingo (1996, p. 39), “Cinco elementos distintos de processo podem ser identificados no fluxo da transformação de matérias-primas em produtos”:

- *Processamento* - uma mudança física no material ou na sua qualidade (montagem ou desmontagem);
- *Inspeção* - Comparação com um padrão estabelecido;
- *Transporte* - movimento de materiais ou produtos, mudanças nas suas posições;
- *Espera* – Período de tempo durante o qual não ocorre nenhum processamento, inspeção ou transporte.

Há dois tipos de espera:

- *Espera do processo* - um lote inteiro permanece esperando enquanto o lote é processado, inspecionado ou transportado;
- *Espera do lote* - durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando. As peças esperam para serem processadas ou pelo restante do lote ser fabricado. Esse fenômeno também ocorre na inspeção e no transporte.

Neste sentido o diagrama de processo documenta o fluxo e as várias atividades usando diversos símbolos para identificar os diferentes tipos de

atividades.

Segundo Slack (1997, p. 159), “o diagrama mais comumente usado para documentar processos em gestão de produção é o diagrama de fluxo de processo”.

Os diagramas de fluxo de processos permitem detalhar mais o projeto e sua avaliação como mostra a Figura 4.

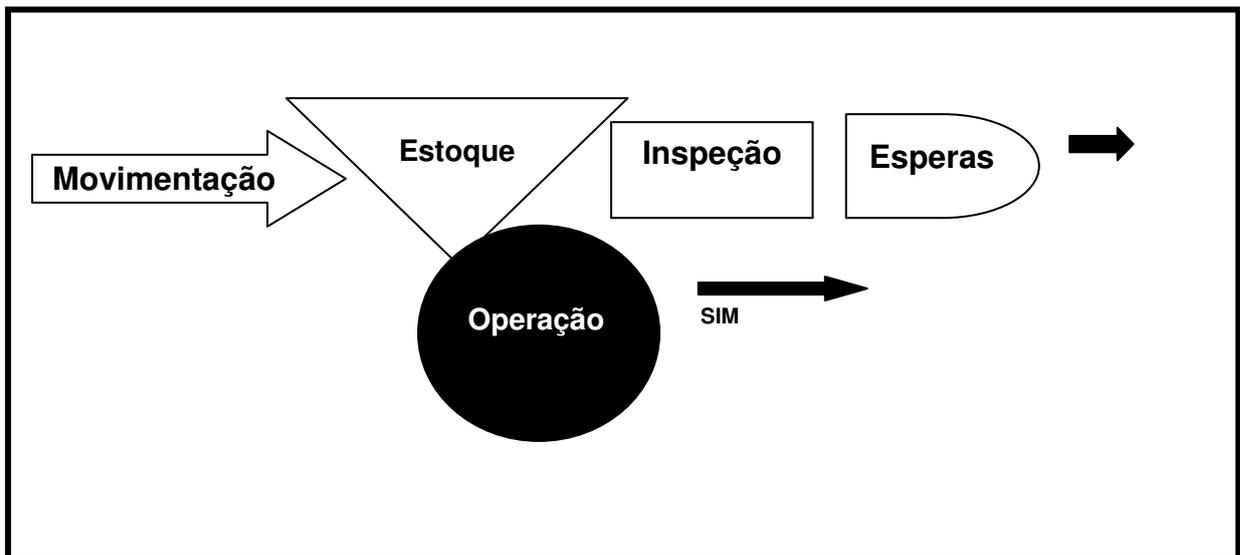


Figura 4 - Processos que não agregam valor na produção
Fonte: Adaptado de Slack et al. (1997)

Em se tratando de melhoria da inspeção, pode-se citar que a inspeção deve ter o objetivo de prevenção, pois caso este não o for, não importa quão bons são os equipamentos, é pouco provável que os resultados venham a ser satisfatórios (SHINGO, 1996).

Para reduzir efetivamente a taxa de defeitos, o processamento deve ser informado sempre que um defeito for encontrado, de forma que medidas sejam tomadas para corrigir o método ou a condição de processamento, impedindo, assim, a repetição do defeito. Esta forma de inspeção é definida como inspeção informativa (SHINGO, 1996).

Com o uso da inspeção informativa, quanto mais rápido uma não conformidade for identificada, mais rápido e efetivamente o problema poderá ser tratado e, como conseqüência, ocorrerá redução no número de defeitos.

Shingo (1996) cita três tipos de inspeção informativa: auto-inspeção, inspeção sucessiva e inspeção na fonte:

- Auto-inspeção e inspeção sucessiva realizadas após a produção do item.
- Inspeção na fonte é realizada durante a produção do item.

Na auto-inspeção o próprio operador verifica se o item produzido por ele, naquele momento, está conforme ou não o padrão exigido (TUBINO, 2000).

A auto-inspeção proporciona o *feedback* mais imediato, porém existem nessa operação, certos inconvenientes: o operador pode ser concedente na sua avaliação e aceitar itens que deveriam ser rejeitados, e o operador pode cometer erros de inspeção involuntários (SHINGO, 1996).

Na inspeção sucessiva, os operadores inspecionam os produtos que passaram pela operação anterior antes de eles próprios processarem esses produtos. Com essa inspeção o *feedback* é imediato e possui objetividade, enquanto na auto-inspeção há falta de objetividade .

Já a inspeção na fonte previne a ocorrência de defeitos atuando sobre a causa do defeito, controlando o processo antes que os itens fiquem prontos (TUBINO, 2000).

Inspeção na fonte previne a ocorrência de defeitos, controlando as condições que influenciam a qualidade na sua origem. *Inspeção vertical na fonte* rastreia o problema ao longo do fluxo do processo para identificar e controlar condições externas que afetam a qualidade. *Inspeção horizontal na fonte* identifica e controla condições dentro de uma operação que afeta a qualidade”.

Outra forma de inspeção é a inspeção por julgamento que consiste, simplesmente, em separar produtos defeituosos dos não defeituosos.

Assim, se a inspeção por julgamento for melhorada (aumentando o número de inspeções, por exemplo), pode-se elevar a confiabilidade do processo de inspeção, mas não se terá qualquer efeito na redução dos defeitos. Essa inspeção irá reduzir erros de inspeção, mas não impedirá ocorrência de defeitos durante o processo (SHINGO, 1996).

O *Poka-yoke* é definido como dispositivos de controle físico ou mecânico que possibilitam a inspeção 100%. Os dispositivos *Poka-yoke* também são conhecidos como dispositivos “a prova de erros” (SHINGO, 1996).

Há duas formas no qual o *Poka-yoke* pode ser usado para evitar erros segundo (SHINGO, 1996):

- Método de Controle - quando o *Poka-yoke* é ativado, a máquina ou a linha de processamento pára, de forma que o problema pode ser corrigido.
- Método de Advertência – quando o *Poka-yoke* é ativado, um alarme soa, ou uma luz sinaliza, visando alertar o trabalhador.

O *Poka-yoke* de advertência permite que o processo que gera não conformidades continue caso os trabalhadores não atendam ao aviso por ele gerado. É aconselhável para processos com uma baixa frequência de não conformidades, e estas podem ser corrigidas (SHINGO,1996).

Poka-yoke de controle é o dispositivo mais poderoso, porque paralisa o processo até que a condição causadora de defeito tenha sido corrigida”.

O dispositivo *Poka-yoke* em si não é um sistema de inspeção, mas um método de detectar defeitos ou erros que pode ser usado para satisfazer uma determinada função de inspeção. A inspeção é o objetivo, o *Poka-yoke* é simplesmente o método”.

Existe ainda neste contexto no tocante a melhoria nos tempos de espera, destaca-se que a espera é como um estado no qual o tempo passa sem que haja ocorrência de processos, inspeção ou transporte do item (SHINGO, 1996). Os tempos gastos com espera não agregam valores aos produtos e devem, por princípio, ser eliminados.

“Há dois tipos de esperas relacionadas com a estocagem: estocagem entre processos (espera de processo) e estocagem relacionada com o tamanho do lote (espera dos lotes)”.

De acordo com Shingo (1996, p. 60), “espera de processo refere-se tanto a lotes não-processados aguardando pelo processo como à acumulação de estoque excessivo a ser processado ou entregue”. O estoque excessivo é criado de duas maneiras:

- Esperas de processo quantitativas resultam de taxas de defeitos superestimadas, provocando excesso de produção. O excedente tem que esperar entre processos.

- Esperas de processo relacionadas ao seqüenciamento da produção ocorrem quando a produção se antecipa à programação, ou seja, quando muito é produzido muito cedo, provocando esperas adicionais entre os processos.

Há três tipos de geração de estoques intermediários:

- Estocagem E: De uma perspectiva de Engenharia de Produção, certos estoques são resultados do fluxo desbalanceado entre processos.
- Estocagem C: De uma perspectiva de controle de produção, estoques de amortecimento ou *buffer* são permitidos entre processos para evitar que quebras de máquinas ou refugos atrasem os processos subseqüentes.
- Estocagem S: “Estoque de segurança” – superprodução além da necessária pelas razões usuais de controle – para permitir que os gerentes se sintam “seguros”.

Estoque é definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação e podem ser utilizados para evitar descontinuidades do processo produtivo, diante dos problemas de produção (SLACK *et al.* 1997).

Balanceamento da quantidade significa que quantidades iguais são produzidas em cada processo; isso envolve equilibrar as quantidades de produção e as capacidades de processamento.

A quantidade a ser produzida é determinada unicamente pelo número de pedidos. Se os processos de mais baixa capacidade podem produzir a quantidade requerida, a operação de processos de maior capacidade é mantida no mesmo nível do processo de baixa capacidade, através da diminuição da velocidade de processamento ou via operações intermitentes. Se a capacidade de processamento mais baixa (gargalo) é insuficiente para produzir a quantidade necessária, ela deve ser melhorada (SHINGO, p. 61. 1996).

O primeiro passo para evitar a formação de estoques entre processos é a identificação dos gargalos. O segundo, consiste em não se programar, ou carregar, os demais recursos acima da capacidade do recurso gargalo, assim mesmo que a quantidade de produção esteja balanceada podem surgir estoques (TUBINO, 2000).

Já a estocagem C, são estoques mantidos para compensarem problemas crônicos, tais como: quebra de máquinas, defeitos, máquinas paradas, espera pela troca de ferramentas ou matrizes, mudanças repentinas na programação da produção.

Assim, enquanto esses problemas não forem visualizados como prováveis causas de superprodução, os estoques gerados serão considerados um mal necessário e mantidos de forma consciente pelo controle de produção.

Para a eliminação de estoques, Shingo (1996, p. 62), identifica os seguintes pontos:

- **Quebra de Máquinas:** quando uma máquina quebra, o próximo processo é alimentado por estoques amortecedores, de forma que o fluxo de produção não seja interrompido. Essa medida temporária, entretanto, aumenta os custos de produção sem reduzir o número de quebras. Para reduzir com êxito esse tipo de estocagem, a causa da quebra deve ser minuciosamente investigada, mesmo que haja necessidade de paralisar a linha. Com as informações das causas identificadas, medidas preventivas devem ser implementadas para que defeitos similares não se repitam.
- **Produtos defeituosos:** quando são encontrados produtos em desconformidade, o fluxo de produção é interrompido. Por este motivo, produtos semi-processados são freqüentemente estocados entre processos para substituírem as unidades não conformes. No entanto, os defeitos podem ser reduzidos a zero, por meio da inspeção preventiva e de técnicas simples de inspeção 100% que tornam a estocagem C desnecessária.

- **Estocagem de grandes lotes de produção em função de *setups* elevados:** quando a troca de ferramentas e matrizes provoca grandes demoras, aumentar o tamanho do lote para reduzir o tempo aparente do processamento por unidade é uma solução razoável. Isso aumenta, contudo, os custos de estocagem e manuseio. O sistema de lote econômico de fabricação (LEF) foi desenvolvido para ajudar a determinar o tamanho de lote que equilibraria esses fatores, mas esse método é útil apenas quando as tentativas de reduzir os tempos de troca não têm êxito.
- **Mudanças no plano de produção:** estoques *buffer* são úteis nos casos de aumentos inesperados na demanda de produção ou entregas antecipadas. Entretanto, estes estoques de proteção não são necessários quando: o objetivo é o baixo tempo de *setup*, ciclos curtos de produção e uma flexível capacidade de produção.
- **Geração de estoques entre máquinas de diferentes capacidades:** quando uma máquina de alta capacidade alimenta várias máquinas de capacidade menor (ou é eliminada por elas), a acumulação entre os processos é inevitável. Duas medidas podem ser tomadas:
 - ✓ Várias máquinas de baixo valor de aquisição e de baixa capacidade podem ser conectadas diretamente às máquinas subseqüentes para evitar acumulação.
 - ✓ Troca rápida de matrizes e a produção em lotes pequenos podem ser implantadas para garantir um estoque mínimo entre processos.

Para Shingo (1996, p. 66), “a conclusão a que se chega, a partir da análise feita, é que a melhor solução nem sempre consiste em investir em máquinas caras e de alta *performance* para satisfazer as necessidades de produção de uma fábrica”.

A estocagem do tipo S, segundo Shingo (1996, p. 66), “não é criada para resolver algum desequilíbrio previsível, pelo contrário, apenas pretende aumentar a segurança, sendo conhecida por estoque de segurança ou válvulas de segurança”.

Além desse motivo, esse tipo de estoque possui quatro causas:

- Eliminação de possíveis atrasos na entrega;
- Erros na programação da produção;
- Super-estimativas da necessidade de *buffers* contra quebras e defeitos;
- Programação da produção indefinida.

Esperas de processo ocorrem como resultado de desequilíbrios e instabilidades entre processamento, inspeção e transportes. Na tentativa de proteger a produção “estoques de segurança” são necessários (SHINGO, 1996).

Pouca atenção tem sido dada a tais esperas por serem, normalmente, parte dos tempos de processamento. Não são percebidas, igualmente, quando as eficiências da produção são feitas em grandes lotes e analisadas. O motivo para aumentar o tamanho do lote é a hipótese de que isso irá compensar as esperas causadas por *setups* altos.

Para Shingo (1996, p. 68), “sempre que peças são processadas em lotes, o lote inteiro, com exceção da parte sendo processada, encontra-se em estoque, tanto num estado processado como num estado não-processado, até que todas as peças do lote tenham sido processadas”.

2.6 Melhoria das Operações

Shingo (1996, p.75) “classifica as operações em: operações de *setup*, operações principais e folgas marginais. As operações de *setup* consistem na preparação antes e depois das operações, tais como, remoção, ajuste de matrizes, ferramentas, dentre outras.

Já as operações principais são definidas como a execução do trabalho necessário, incluindo as operações essenciais, que são as ações que realmente executam a operação principal e as operações auxiliares, ações colaboradoras na conclusão da operação essencial (SHINGO, 1996).

Executar o trabalho necessário inclui operações essenciais àquelas que executam realmente a operação principal, ou seja:

- Processamento – usinagem de um produto
- Inspeção – medição da qualidade
- Transporte – movimentação de material
- Estocagem – manter ou estocar peças

Isso também inclui as operações auxiliares que ajudam a conclusão da operação essencial, como por exemplo:

- Processamento – ação de colocar materiais ou peças na máquina e remoção dos mesmos, quando a operação estiver concluída;
- Inspeção – encaixe do produto no aparelho de medição e, posteriormente, sua remoção;
- Transporte – carregamento e descarregamento de material;
- Espera – colocação e remoção das peças na área de estocagem.

As folgas marginais estão relacionadas indiretamente à operação, como por exemplo:

- Folga na operação – atividade indiretamente ligada à tarefa como, por exemplo: lubrificação, aplicação de pinturas anti-

aderentes, remoção de rebarbas, tratamento de produtos com defeito, quebras de máquina;

- Folga entre operações – trabalho indireto comum a diversas operações, como por exemplo: fornecimento de materiais, substituição de produtos nos paletes (suportes para transporte de matéria-prima, semi-acabados e produtos acabados).

2.7 Melhoria de *Setup*

De acordo com Slack (1997, p. 483), “*setup* é definido como o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote”. É a quantidade de itens que deixa de ser produzida porque a máquina estava sendo preparada ou ajustada para outro tipo de produto.

Para Shingo (1996, p. 77), “a adoção da troca rápida de ferramentas (TRF) ou a troca de ferramentas em um único toque, é a maneira mais eficaz de melhorar o *setup*”.

A melhor maneira para reduzir o *setup* consiste na adoção do sistema de TRF, que está dividido em quatro estágios seqüenciais, sendo que cada estágio contém um conjunto de técnicas específicas (TUBINO, 1999). Os quatro estágios são:

- Identificar e separar o *setup* interno do externo;
- Converter o *setup* interno em externo;
- Simplificar e melhorar os pontos relevantes;
- Eliminar o *setup*.

Shingo (1996, p. 80) define as operações de *setup* em dois tipos: *setup* interno, que são as operações de *setup* que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada, e em *setup* externo, nas operações de *setup* que podem ser executadas quando a máquina estiver funcionando.

O segundo estágio, de converter o *setup* interno em externo é o princípio mais poderoso no sistema TRF. Faz parte desse estágio verificar se as operações de *setup* interno e externo foram identificadas corretamente e posteriormente, buscar

maneiras para transformar os *setups* internos em externos (SHINGO, 1996).

O terceiro estágio do TRF consiste em analisar, detalhadamente, as operações tanto de *setup* interno como externo, buscando simplificar e melhorar ainda mais alguns pontos relevantes de *setup*. Nesse sentido, Shingo (1996, p. 83), descreve algumas soluções:

- **Utilizar grampos funcionais ou eliminar grampos:** um parafuso e um fixador possuem a função de, simplesmente, apertar e soltar. A diferença básica é que o fixador funcional fixa com um movimento, enquanto o parafuso necessita de vários movimentos para ser fixado. Assim, o parafuso consome muito mais tempo que o grampo funcional para ser fixado.
- **Adotar operações paralelas:** muitas máquinas necessitam de trabalho de *setup* nas duas laterais ou na parte frontal e posterior. Dessa forma, se um operador executar esses trabalhos de *setup*, muito tempo e movimento serão desperdiçados com os deslocamentos. Então, se duas pessoas realizarem as operações paralelas simultaneamente, o tempo de *setup* seria reduzido devido à economia de movimentos.
- **Usar dispositivos intermediários:** dispositivos padronizados podem eliminar esperas ocasionadas por ajustes durante o *setup* interno.
- **Eliminar ajustes:** a eliminação dos ajustes e teste piloto traz enormes economias de tempo. Os ajustes podem ser eliminados através do emprego de padrões para determinar com precisão a posição correta do interruptor de fim de curso. Assim, à medida que a preparação se torna mais precisa, o ajuste vai se tornando menos importante.

O quarto estágio visa à eliminação de operação de *setup*, sendo este o objetivo final da TRF, o melhor *setup* é aquele que não existe (SHINGO, 1996).

2.7.1 Melhoria das operações principais

As operações principais são constituídas de operações essenciais e auxiliares. Para melhorar as operações essenciais deve-se mudar as técnicas de produção ou automatizar a operação. Já para melhorar as operações auxiliares, deve-se simplificar ou automatizar o carregamento e descarregamento de peças ou matérias-primas na máquina (SHINGO, 1996).

Ainda Shingo (1996, p. 92), “cita que o sistema JIT melhora as operações principais por meio da separação dos operários das máquinas, utilizando as técnicas de operações multi-máquinas e da pré-automação”.

2.7.2 Melhoria das folgas marginais

Para melhorar as folgas entre operações, deve-se linearizá-las por meio da eliminação automática das matérias-primas e da estocagem automática do produto. Não é muito vantajoso automatizar as operações principais se as atividades marginais ainda forem executadas manualmente (SHINGO, 1996).

Ainda Shingo (1996, p. 94), “para melhorar as folgas com pessoal, afirma que não importa o grau de automação, as pessoas sempre serão parte vital e essencial da produção. Assim, para haver melhorias nas folgas com pessoal, devem-se aperfeiçoar os métodos de trabalho”.

2.8 *Just-in-Time*

A base do sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do desperdício. Segundo Ohno (1997), os dois pilares necessários a sustentação do sistema Toyota são:

- ✓ *Just-in-time*;
- ✓ Autonomia ou Automação.

De acordo com Ohno (1997, p. 26), “*just in time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na qualidade necessária”.

Ainda Ohno (1997, p. 27), “autonomia significa a transferência de inteligência humana para uma máquina”.

O sistema *JIT* (*Just-in-time*) tem como objetivo fundamental a melhoria contínua do processo produtivo. A perseguição destes objetivos dá-se por meio de um mecanismo de redução dos estoques, os quais tendem a camuflar problemas de produção.

Segundo Shingo (1996, p. 103), “esses problemas podem ser classificados principalmente em três grandes grupos”:

- **Problemas de Qualidade:** quando alguns estágios do processo de produção apresentam problemas de qualidade, gerando refugo de forma incerta, o estoque, colocado entre esses estágios e os posteriores, permite que estes últimos possam trabalhar continuamente, sem sofrer com as interrupções que ocorrem em estágios anteriores.
- **Problema de quebra de máquina:** quando uma máquina pára por problema de manutenção, os estágios posteriores do processo que são alimentados por essa máquina teriam que parar, caso não houvesse estoque suficiente para que o fluxo de produção continuasse até que a máquina fosse

reparada e entrasse em produção normal novamente. Nesse caso, o estoque gera independência entre os estágios do processo produtivo.

- **Problemas de preparação de máquina:** quando uma máquina processa operações em mais de um componente ou item, é necessário preparar a máquina a cada mudança de componente a ser processado. Essa preparação representa custos referentes ao período inoperante do equipamento, à mão-de-obra requerida na operação.

O *JIT* possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos (SLACK, 1997).

A filosofia *JIT* se resume na implementação de algumas práticas de trabalho e métodos que tornam a manufatura mais flexível. Podem ser citadas as taxas de produção suavizadas e em fluxos contínuos, sinalizadas de acordo com a demanda de mercado, pequenos lotes de produção que reduzem o *lead time* de fabricação, redução do tempo de *setup* garantindo alcançar taxas de produção mais suaves, evitando atrasos nas datas de entrega do lote de fabricação (SHINGO, p. 132).

2.9 O Uso do *Just in Time*: Fim aos Desperdícios e Melhoria Contínua

Eliminar desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar aquelas que não agregam valor à produção. O planejamento e controle *Just-in-time* visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios. Para Slack (1997, p. 474), “o *Just-in-time* é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios”.

O objetivo mais importante do Sistema *JIT* é aumentar a eficiência da produção pela eliminação constante de desperdícios eliminando os estoques, onde cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário (SHINGO, 1996).

Shingo identifica sete categorias de desperdícios:

- **Desperdício de superprodução:** o *JIT* considera um desperdício o hábito de produzir antecipadamente à demanda, para o caso de os produtos serem requisitados no futuro. A produção antecipada, isto é, maior do que o necessário no momento provém, em geral, de problemas e restrições do processo produtivo, tais como altos tempos de preparação de equipamento, induzindo a produção de grandes lotes; incerteza da ocorrência de problemas de qualidade e confiabilidade de equipamentos, levando a produzir mais do que o necessário; falta de coordenação entre as necessidades (demanda) e a produção.
- **Desperdício de espera:** este desperdício refere-se ao material que está esperando para ser processado, formando filas que visam garantir altas taxas de utilização de equipamentos. A filosofia *JIT* dá ênfase no fluxo de materiais e não nas taxas de utilização dos equipamentos, os quais somente devem trabalhar se houver necessidade. As sincronizações do fluxo de trabalho e balanceamento das linhas de produção contribuem para a eliminação desse tipo de desperdício.
- **Desperdício de transporte:** a atividade de transporte e movimentação de materiais não agrega valor ao produto produzido e é necessária devido a restrições do processo e das instalações, que impõem grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento. Observadas como desperdícios de tempo e recursos, as atividades de transporte e movimentação devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, por meio da elaboração de um arranjo físico adequado, que minimize as distâncias a serem percorridas.
- **Desperdício de processamentos:** no próprio processo produtivo pode estar havendo desperdícios que podem ser eliminados. Deve-se questionar, por exemplo, “por que determinado item ou componente deve ser feito?”, “qual sua função no produto?”, “por que esta etapa do processo é necessária?”. É comum que os gerentes se preocupem em como fazer algo mais rápido, sem antes questionar se aquilo deve realmente ser feito. Nesse sentido, torna-se importante a aplicação das metodologias de

engenharia e análise de valor, que consistem na simplificação ou redução do número de componentes ou operações necessárias para produzir determinado produto.

- **Desperdício de movimento:** os desperdícios de movimento estão presentes nas mais variadas operações que se executam na fábrica. A filosofia *JIT* adota as metodologias de estudo de métodos e estudo de trabalho, visando alcançar economia e consistência nos movimentos. A economia dos movimentos aumenta a produtividade e reduz os tempos associados ao processo produtivo: a consistência contribui para o aumento da qualidade. A importância das técnicas de estudo de tempos e métodos é justificada, pois o *JIT* é um enfoque essencialmente de baixa tecnologia, apoiando-se em soluções simples e de baixo custo ao invés de grandes investimentos em automação.
- **Desperdício de produzir produtos defeituosos:** problemas de qualidade geram os maiores desperdícios do processo. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros. O processo produtivo deve ser desenvolvido de maneira tal que previna a ocorrência de defeitos, para que se possam eliminar as inspeções. Os defeitos não devem ser aceitos e não devem ser gerados.
- **Desperdício de estoques:** os estoques, como comentado anteriormente, além de ocultarem outros tipos de desperdício, significam desperdícios de investimento e espaço. A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita por meio da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Eliminando-se todos os outros desperdícios, reduz-se por consequência, os desperdícios de estoque, Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e os *lead times* de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade nos processos.

2.10 Kanban

O sistema *Kanban*, além de ser um método de controle, projetado para maximizar o potencial do sistema *JIT*, também é um sistema com suas próprias funções independentes (SHINGO, 1996).

Para Slack *et al.* (1997, p. 486), “*kanban* é um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado. *Kanban* é a palavra japonesa para cartão ou sinal, algumas vezes chamado de correia invisível, que controla a transferência de material de um estágio a outro da operação”.

O sistema *kanban* diferencia-se dos sistemas convencionais por ser um sistema de puxar os lotes dentro do processo produtivo, enquanto os sistemas convencionais empurram a produção.

Kanban em sua forma mais simples é um cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar e identificar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado (SLACK, 1997).

Ainda para Slack (1997, p. 486), existem três tipos de *Kanban*:

- **O *kanban* de transporte:** usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação especificada. Este tipo de *kanban* normalmente terá detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e a destinação para a qual ele deve ser enviado.
- **O *kanban* de produção:** é um sinal para um processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste *kanban* normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para qual o componente ou componentes devem ser enviados depois de produzidos.

- **O *kanban* do fornecedor:** são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componente para um estágio da produção. Nesse sentido, ele é similar ao *kanban* de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Slack (1997, p. 487), existem basicamente dois tipos de sistemas de *kanban*: *kanban* de um cartão e *kanban* de dois cartões:

- O *kanban* de um cartão é utilizado quando os postos de trabalho estão próximos uns dos outros. Neste caso um mesmo quadro de *kanban* pode ser utilizado por dois centros produtivos. O tipo de cartão *kanban* utilizado é o *kanban* de produção.
- O sistema de dois cartões é utilizado quando existe uma distância física expressiva entre os centros de trabalho. O *kanban* de transporte e o de produção são utilizados em conjunto neste tipo de sistema. O *kanban* de transporte serve para fazer a movimentação das peças do centro produtor ao centro consumidor.

De acordo com Slack (1997, p.488) as regras de funcionamento do sistema *kanban* são:

- **Regra 1:** A célula ou processo subsequente deve retirar os produtos necessários da célula ou processo precedente de acordo com as informações fornecidas no cartão de movimentação (a quantidade necessária no momento necessário).
- **Regra 2:** O processo precedente deve produzir produtos nas quantidades retiradas pelo processo ou célula subsequente, de acordo com a informação fornecida pelo cartão de produção.

- **Regra 3:** Produtos defeituosos não devem nunca seguir para o processo subsequente. Se ocorrer um defeito, a linha ou célula deve parar e determinar imediatamente que ação corretiva seja tomada.
- **Regra 4:** O número de *kanbans* pode ser reduzido gradualmente para melhorar o processo e reduzir perdas.
- **Regra 5:** Se não há um cartão kanban, então não haverá produção ou movimentação de peças.
- **Regra 6:** *Kanbans* devem ser utilizados para ajustar apenas pequenas flutuações de demanda (ajuste fino da produção pelo cartão kanban).

O sistema força a melhoria da qualidade do processo produtivo, porque o kanban trabalha com estoque mínimo e procura continuamente reduzi-lo. Não é possível conviver com peças defeituosas, isso implicaria paradas constantes no processo produtivo, uma vez que o JIT não passa por cima dos problemas, mas os tornam visíveis para serem atacados em suas causas.

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 2px;">N^o da Prateleira de estoque</td> <td style="width: 30%; padding: 2px;">5E215</td> <td style="width: 20%; padding: 2px;">Abreviação do item</td> <td style="width: 20%; padding: 2px;">A2-15</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">N^o do item</td> <td colspan="3" style="padding: 2px;">35670507</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Nome do item</td> <td colspan="3" style="padding: 2px;">Pinhão da Direção</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Tipo de carro</td> <td colspan="3" style="padding: 2px;">SX50BC</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Capacidade da caixa</td> <td style="padding: 2px;">Tipo de caixa</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">N^o de emissão</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">20</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">B</td> <td colspan="2" style="text-align: center; padding: 2px;">4/8</td> </tr> </table>	N ^o da Prateleira de estoque	5E215	Abreviação do item	A2-15	N ^o do item	35670507			Nome do item	Pinhão da Direção			Tipo de carro	SX50BC			Capacidade da caixa	Tipo de caixa	N ^o de emissão		20	B	4/8		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><u>Processo precedente</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Forjaria B-2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;"><u>Processo Subseqüente</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Usinagem M-6</td> </tr> </table>	<u>Processo precedente</u>	Forjaria B-2	<u>Processo Subseqüente</u>	Usinagem M-6
N ^o da Prateleira de estoque	5E215	Abreviação do item	A2-15																										
N ^o do item	35670507																												
Nome do item	Pinhão da Direção																												
Tipo de carro	SX50BC																												
Capacidade da caixa	Tipo de caixa	N ^o de emissão																											
20	B	4/8																											
<u>Processo precedente</u>																													
Forjaria B-2																													
<u>Processo Subseqüente</u>																													
Usinagem M-6																													

Figura 5 – Modelo de cartão *Kanban*
Fonte: Moreira (1998)

3. PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Desde a década de 80, têm sido observadas mudanças nas relações entre montadoras de automóveis e seus fornecedores, em grande parte devido à difusão no ocidente de práticas oriundas da indústria japonesa (ALVES FILHO *et al.*, 2001).

Estas práticas consistem em variantes do modelo de organização da produção e do trabalho denominado “*lean production*” (produção enxuta) por Womack, Jones e Roos (1997), “*systemofacture*” por Hoffman e Kaplinsky (1998), ou ainda “*postindustrial*” por Doll e Vonderembse (1991).

Na indústria automobilística global, pôde-se verificar desde então diversas mudanças sendo implementadas ao longo das cadeias produtivas com impactos nas relações interfirmas. Algumas dessas mudanças são: (a) desverticalização da estrutura da empresa, (b) focalização, (c) terceirização (*outsourcing*) e subcontratação, (d) realocação de unidades produtivas para estado ou regiões mais atrativas e (e) políticas de internacionalização (PREVITALLI, 2000).

As montadoras passaram a contar, segundo Alves Filho *et al.* (2001), com um número menor de fornecedores diretos de componentes, os chamados fornecedores de primeiro nível, que, por sua vez, subcontratam uma série de outras empresas menores, os fornecedores secundários e terciários, alguns muito pequenos. Segundo MCMillan (1990), quanto mais baixa a posição do fornecedor na hierarquia, menos sofisticados tecnologicamente são os produtos por ele fornecidos.

Novas formas de coordenação organizacional e de informação foram implantadas, visando estimular a cooperação de fornecedores desde estágios iniciais das atividades de Desenvolvimento de Produtos (DP) (*co-design*), melhorando a velocidade e eficiência do processo, reduzindo estoques e realizando entregas *Just-in-time* nas atividades de montagem (VOLPATO, 2003).

Segundo Lung (2003), o setor automobilístico vem sendo re-configurado, devido a necessidade de criar formas pró-ativas da organização da produção num contexto de inovação permanente, em que novos conhecimentos derivam da combinação e mobilização de competências diversificadas. O autor indica os

segmentos de componentes microeletrônicos e de Tecnologia de Informação como os desenvolvimentos tecnológicos relevantes nesse ambiente.

Outra tendência são as estratégias de modularização, isto é, os fornecedores de primeiro nível passam a entregar módulos (complexos de partes já montadas e testadas) às montadoras e também passam a coordenar os fornecedores de segundo e terceiro níveis (VOLPATO, 2003). Ainda de acordo com Volpato, essa mudança aponta para a redução de custos e simplificação organizacional, proporcionando menores linhas de montagem, menores investimentos em maquinaria, menos trabalhadores na linha e menores inventários devido às entregas sincronizadas.

Novos investimentos em mercados emergentes se tornaram estratégicos não somente para as montadoras, mas também para os fornecedores e para as filiais de empresas transnacionais. Como consequência, o setor automotivo desses países tem sofrido alterações estruturais, no que tange ao número e tamanho das empresas dentro do setor e ao padrão de relacionamento que ocorre entre elas.

A indústria automobilística nacional, seguindo a tendência mundial, vive também, desde o início da década de 90, um processo reconhecido como “Reestruturação Produtiva”, resumido basicamente como um novo padrão de relacionamento entre empresas montadoras de autoveículos e autopeças (ROTTA e BUENO, 2000).

No Brasil, com a abertura da economia, a partir de 1990, a indústria automobilística passou por uma reestruturação importante, quando diversas montadoras instalaram unidades produtivas em regiões sem tradição no setor automobilístico. Nesse período, as montadoras de automóveis experimentaram um processo de crescimento e investimento, enquanto que o setor de autopeças atravessava um período de consolidação e desnacionalização (POSTHUMA, 1997).

Para Rachid (2000), as montadoras ganharam poder tanto em relação aos fornecedores multinacionais como principalmente em relação aos nacionais, pois a presença de capital nacional no setor ficou cada vez mais restrita a pequenas e, no máximo, médias empresas, com produtos menos sofisticados e de menor valor

agregado, no segundo ou terceiro nível da cadeia de fornecimento. Portanto, nas áreas de maior conteúdo tecnológico praticamente só permaneceram empresas multinacionais no primeiro nível de fornecimento das montadoras de automóveis.

Com esse poder acumulado e comandando os investimentos feitos, as montadoras puderam definir, em grande parte, as configurações das cadeias industriais no setor. Segundo Alves Filho *et al.* (2000), as configurações das cadeias produtivas foram sendo definidas nas negociações das montadoras com seus fornecedores principais, especialmente nas ocasiões em que novas plantas estavam sendo instaladas, e as características principais destas cadeias derivavam dos níveis escolhidos de duas variáveis principais: da terceirização (*outsourcing*) dos componentes principais ou subsistema do produto (automóvel ou motor) e das parcerias com fornecedores. Desse modo, também os papéis atribuídos às novas plantas e àquelas que foram modernizadas, a tecnologia empregada e os acordos estabelecidos para re-localização de alguns fornecedores influenciaram a configuração resultante das cadeias de suprimentos e o grau de controle das montadoras sobre fornecedores.

O aumento da concorrência no mercado brasileiro, a partir da década de 90, atraiu investimentos também no segmento de motores para automóveis, foco deste estudo, especialmente no segmento de baixa cilindrada (para os carros ditos populares).

4. ESTRATÉGIAS DE PESQUISA

Este item define o método utilizado na pesquisa, a seleção do caso e os métodos para coleta e análise de dados.

4.1. Fundamentos do Método de Pesquisa

Com o objetivo de desenvolver o estudo de caso, referente ao problema de pesquisa definido, foram adotados, como referência, Selltiz *et al.* (1974). Esses autores propõem as abordagens seguintes para a pesquisa científica:

- **Estudos exploratórios:** referem-se à descoberta de idéias e intuições, familiarizando-se com o fenômeno ou conseguindo nova compreensão dele.
- **Estudos descritivos:** apresentam precisamente as características de uma situação de organizações ou indivíduos, com ou sem hipóteses iniciais.
- **Estudos causais:** verificam hipóteses de relação causa-efeito entre variáveis.

Na prática, qualquer pesquisa científica pode contar com mais de um tipo de abordagem, mas, de um modo geral, é possível fazer tais distinções.

Quanto ao enfoque da pesquisa, segundo Creswell (2002), pode ser quantitativo, qualitativo ou misto. No caso do primeiro, a estratégia de pesquisa são os delineamentos experimentais e não experimentais, o *survey*; no enfoque qualitativo algumas das estratégias são o *grounded theory* e estudos de caso.

Tendo em vista os tipos de abordagens, o enfoque e as circunstâncias do estudo, esta pesquisa caracteriza-se como um estudo descritivo, não deixando de ter um caráter exploratório, conforme definido no parágrafo anterior. A abordagem descritiva possibilitou a apresentação das características da organização ou indivíduos e as observações dos possíveis fatores emergentes, na conclusão da pesquisa; a função exploratória propiciou a familiarização com o fenômeno e a compreensão a partir das características levantadas. Finalmente, o enfoque da pesquisa é qualitativo. Tendo em vista os tipos de abordagens, o enfoque e as circunstâncias do estudo, esta pesquisa é: a) descritiva, pois apresenta as características da organização ou indivíduos e as observações dos possíveis fatores emergentes, na conclusão da pesquisa, e b) exploratória, dada a familiarização com o fenômeno e a sua compreensão a partir das características levantadas.

Finalmente, quanto ao enfoque, é qualitativo.

De acordo com Yin (2001), “os estudos de caso representam a estratégia preferida, quando se colocam questões do tipo “como” e “porque”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real”.

Quadro 1 – Fundamentos do método e características da pesquisa

FUNDAMENTOS DO MÉTODO	CARACTERÍSTICAS	AUTORES
Abordagem	Descritivo / Exploratório.	Selltiz et al. (1974)
Enfoque	Qualitativo.	Creswell (2002)
Estratégia	Estudo de Caso.	Yin (2001)

4.2. Casos Selecionados

Segundo Eisenhardt (1989), os estudos de caso podem ser do tipo único ou de múltiplos casos. A decisão de se optar por estudo de caso único possibilita o aprofundamento da investigação (Yin, 2001). Assim, nesta pesquisa optou-se por estudo de caso único. A organização a ser pesquisada será uma transnacional do setor automotivo, especificamente a montadora norte-americana General Motors (GM).

4.3. Métodos para Coleta e Análise de Dados

4.3.1. Coleta de Dados

Yin (2001) afirma que a coleta de dados deve ser realizada com base em várias fontes de evidência, para aumentar a qualidade da pesquisa. O autor ratifica que a vantagem mais importante dessa abordagem é desenvolver linhas de convergência da investigação, também chamado de triangulação de dados. Seguem algumas fontes de evidência para a coleta de dados:

- **Documentos:** podem ser cartas, memorandos, relatórios, recortes de jornais, propostas, entre outros. O uso mais importante de documentos é corroborar as evidências oriundas de outras fontes. Eisenhardt (1989) também ratificada

essa fonte de evidência, ao afirmar que a coleta de dados pode ser realizada pela consulta da documentação da empresa.

- **Registros em arquivos:** são feitos, geralmente, em forma computadorizada, e podem ser de serviço, como o número de clientes atendidos; organizacionais, como tabelas e orçamentos em determinado período; mapas e tabelas das características geográficas de um lugar; dados de levantamentos, como o censo demográfico; e os pessoais, como diários e anotações.
- As **entrevistas** são consideradas uma das mais importantes fontes de informações. Segundo Selltiz *et al.* (1974), classificam-se em:
 - **Entrevistas padronizadas com perguntas abertas**, que têm a característica de apresentarem apenas uma questão, sem qualquer sugestão para a resposta; o entrevistado tem oportunidade de responder com suas palavras e com o seu quadro de referência.
 - **Entrevistas padronizadas com perguntas de alternativas fixas**, ou fechadas: são aquelas em que as respostas estão limitadas às alternativas apresentadas, que podem ser apenas sim ou não, ou a indicação de vários graus de aprovação ou desaprovação.
 - **Entrevistas menos sistemáticas** são comumente usadas para um estudo mais intensivo de percepções, atitudes e motivações do que o permitido por uma entrevista padronizada, com perguntas abertas ou fechadas. Nesse tipo se inclui a focalizada, cujo principal objetivo é focalizar a atenção em determinada experiência e seus efeitos. O entrevistador sabe, antecipadamente, quais as questões que deseja abranger, pois derivam da formulação do problema de pesquisa, da sua análise, da experiência que o entrevistado participou, ou da revisão da literatura.
 - **Observação direta:** uma visita de campo ao local escolhido para o estudo de caso, com a realização de entrevistas, pode criar condições de obtenção de informações, como, por exemplo, em relação às condições prediais e espaço físico. Conforme Yin (2001), “as provas observacionais são, em geral, úteis para fornecer informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado”.
 - Na **observação participante** o pesquisador não é um observador passivo e pode participar dos eventos que estão sendo estudados.

- **Artefatos físicos ou culturais:** um aparelho de alta tecnologia, uma ferramenta ou instrumento, uma obra de arte, entre outros, podem ser observados durante uma visita de campo e serem utilizados na pesquisa antropológica.

Neste estudo foi utilizada a observação direta com a participação do autor, funcionário da organização pesquisada, e dados coletados por meio de documentos e registros em arquivos, conforme sugerem Yin (2001) e Selltiz *et al.* (1974), respectivamente.

4.3.2. Análise de Dados

Yin (2001) coloca que a análise de dados consiste em examinar, categorizar, classificar em tabelas ou, ao contrário, recombinar as evidências tendo em vista as proposições iniciais do estudo. O autor cita, ainda, que existem duas estratégias gerais para a análise de dados. A primeira, mais utilizada, segue as proposições teóricas que levaram ao estudo de caso, e o desenvolvimento de uma descrição de caso é o segundo tipo. Nesta pesquisa utilizou-se a segunda estratégia geral, baseada na descrição do caso estudado.

5. ESTUDO DE CASO

5.1 A EMPRESA: A Fábrica da GM em São José dos Campos: Antecedentes Históricos

A Unidade Industrial de São José dos Campos, Município do Estado de São Paulo, representa uma das seis unidades que a GM mantém no Brasil. A Figura 6 apresenta a distribuição das Fábricas da GM no País.

A Fábrica da GM em São José dos Campos foi a segunda unidade da Companhia a ser instalada no Brasil em 10 de Março de 1959, com a Fundição de Ferro e a Fábrica de Montagem de Motores. Naquela época, produzia peças e motores para caminhões Chevrolet Brasil, Pick-Up's e camionetes Chevrolet Amazonas.

Em 1970 a GM inaugurou uma nova linha de montagem em São José dos Campos, visando o lançamento do Chevette. Este foi então trazido ao mercado em 1973, na versão 02 portas, o qual permaneceu por exatos 20 anos no mercado, passando por 04 versões de atualização – sendo esse o primeiro carro pequeno da GM.



Figura 6 - Distribuição das Fábricas GM no Brasil

Fonte: Manual do GMS

Em 1974 foi inaugurado o processo CKD – *Completely Knocked Down*, o que projetou a GM Brasil no comércio internacional com o ingresso no mercado de exportações. Em 1976 foi inaugurada a nova Fábrica de Motores Detroit Diesel, permanecendo em operação por cinco anos.

Em 1978 foi inaugurada a Estação de Tratamento de Efluentes em São José dos Campos. Um investimento de vinte milhões de dólares demonstrando à época a preocupação da empresa com o meio ambiente.

Em 1981 a GM inaugura a Fundição de Alumínio, iniciando a produção de uma nova família de motores. Neste mesmo ano inaugurou a linha de montagem de veículos comerciais, iniciando a produção das séries D10, Veraneio, Caminhões e posteriormente a linha A, C e D20 que segmentaram o mercado da GM no setor de utilitários.

Em 1984 foram comemorados os 25 anos da Fábrica de São José dos Campos. Dez anos depois, em 1994, a GM comemora 35 anos do Complexo de São José dos Campos e lança a Linha Corsa, iniciando em 1996 a produção das transmissões para esse modelo dentro do mesmo Complexo Industrial.

Já em 1995 com a transferência da Linha D20 para a Argentina, a GM lança o modelo S-10 no segmento de pick up's atingindo em 1996 e 1997 a marca histórica de 75% do mercado neste segmento.

Ainda em 1997 a GM inaugura a Fábrica de Caminhões, cobrindo segmentos de quatro a vinte toneladas com ampla diversificação de motores e modelos, porém a grande competitividade desse segmento, no que tange a preços, não permitiu que a GM ultrapassasse a marca de 8% do mercado.

Em 2000 a GM inicia uma *Joint Venture* com a Fiat para as Fábricas de motores e transmissões, passando essas Fábricas a serem propriedade da Empresa Powertrain.

Em 2001 a GM entra no segmento de utilitários de grande porte com o modelo Zafira, com ótima aceitação pelo mercado.

Em 2002 a GM fecha a Fábrica de Caminhões, lança o novo Corsa e o novo modelo Meriva. Hoje o Complexo Industrial de São José dos Campos é considerado um dos mais completos e complexos da GM no mundo, servindo de referência para instalação de novos projetos.

A Figura 7 mostra o *layout* completo do Complexo Automotivo da GM em São José dos Campos.

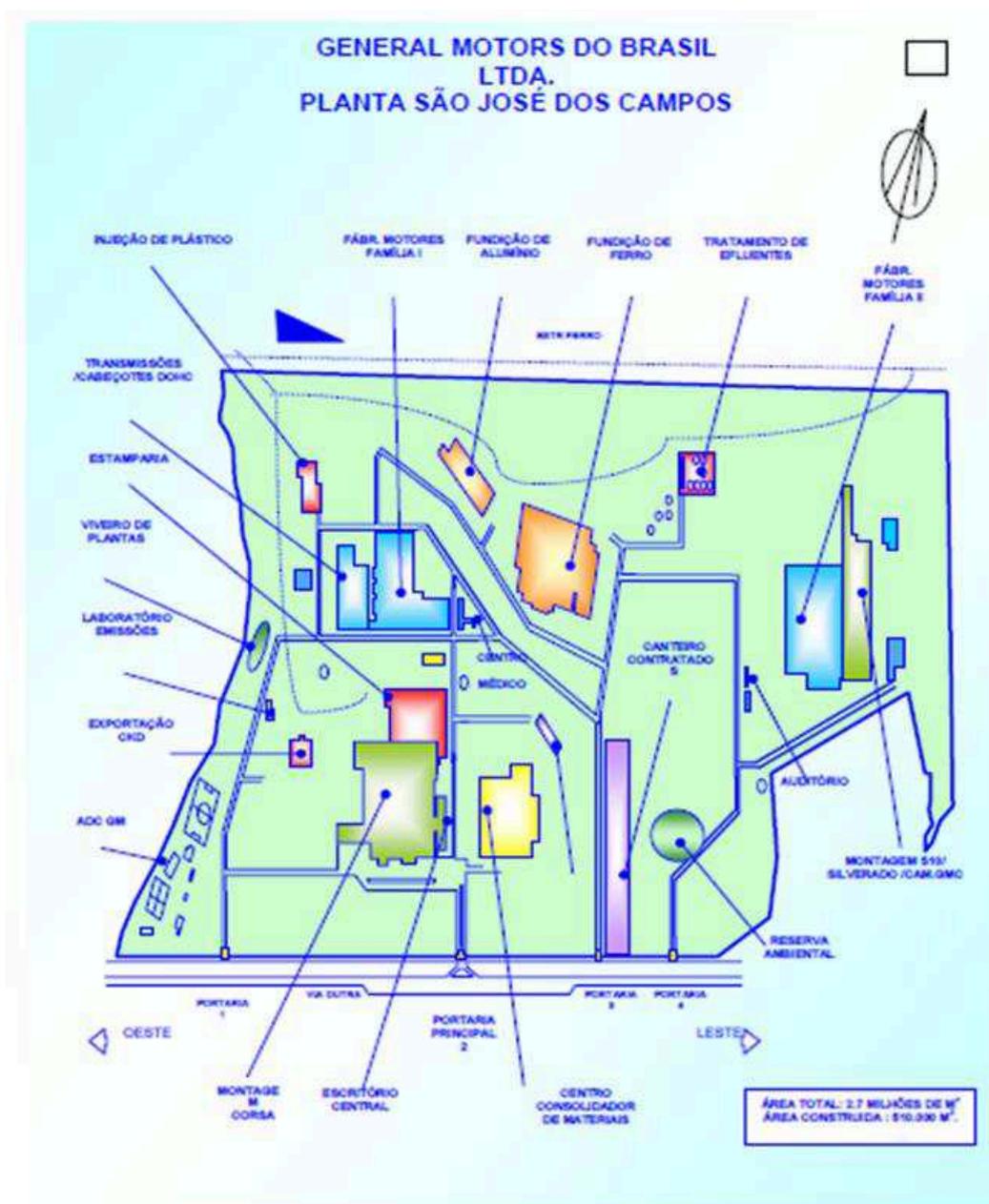


Figura 7 - Planta do Complexo Automotivo da GM de São José dos Campos

5.2 Organização da área industrial da empresa

A empresa em questão é composta por duas fábricas montadoras, sendo uma de pick-up média S10 e outra montadora de veículos corsa, Montana, Meriva e Zafira. Estas duas montadoras fabricam cerca de 800 veículos por dia, atendendo basicamente o mercado interno e uma pequena parcela para exportação. Nestes complexos ainda são produzidas peças que alimentam o processo produtivo de São Caetano do Sul.

Ainda no complexo industrial de São José dos Campos contempla uma unidade de estamperia composta com 8 linhas de estampagem com 8 estágios cada, todas são intercaladas com robôs que fazem o abastecimento das linhas. As peças produzidas nesta área são enviadas para Gravataí e São Caetano do Sul, além de abastecer os modelos produzidos na indústria de São José dos Campos.

No complexo ainda existem 2 fábricas de usinagem e montagem de motores, sendo que na fábrica de São José dos Campos são produzidos todos os motores que equipam os veículos Chevrolet e ainda os motores 1.8 que equipam unidades produzidas pela Fiat Automóveis. Nestas duas unidades são produzidas em média 2000 motores por dia. Anexo a estas fábricas se encontra a fábrica de transmissões, que produz cerca de 2400 unidades de transmissões que equipam todos os modelos da Chevrolet no Brasil.

O complexo conta também com uma fábrica injetora de plástico, onde são fabricados todos os para-choques dos veículos e algumas peças plásticas internas dos veículos produzidos em São José dos Campos e São Caetano do Sul.

Para tratamento dos efluentes do complexo, existe um sistema completo de tratamento de todos os efluentes da fábrica. A água é devolvida para o meio ambiente na condição potável.

Para atender todo este processo produtivo o complexo de São José dos Campos, tem como maquinário cerca de 600 robôs (Fanuc e ABB), duas linhas automáticas de prensas transfer, 5 linhas de injetoras de grande porte, diversas máquinas de usinagem de motores, 2 linhas completas de montagem de unidades

compreendendo entre funilaria, pintura, tapeçaria, linha mecânica, linha final e pátio. O complexo conta com 8800 funcionários.

5.3 Implementação do sistema de abastecimento por kits

Na indústria automotiva, particularmente, as empresas necessitam constantemente aperfeiçoar suas operações (IGEA, 2004; CARVALHO, 2005). Diante de um mercado tão competitivo como o automotivo, as empresas cada vez mais vêm adotando as filosofias da produção enxuta, um sistema mais competitivo e flexível as mudanças. A produção enxuta tem se mostrado eficiente em termos de produtividade e qualidade, pois exige menor utilização dos recursos, maior aproveitamento da capacidade intelectual humana e maior flexibilidade para adaptar-se as mudanças (WOMACK; JONES E ROOS, 1992). Neste ambiente competitivo faz-se necessário implementar melhorias no sistema de forma a ganhar em produtividade. A implementação do sistema de abastecimento por kits traz ganhos e melhor aproveitamento da mão-de-obra e também melhor organização do material ao longo da linha de montagem.

Como visto e especificado no referencial teórico deste estudo este modelo de produção (abastecimento por kits) pode gerar melhorias que a indústria em questão necessita.

Como demonstrado anteriormente, em uma linha de montagem são montados vários modelos ao mesmo tempo, neste caso Corsa hatch, Corsa sedan, Meriva e Zafira. Com esta quantidade de modelos sendo fabricada em uma única linha de montagem, faz-se necessário uma grande quantidade de itens abastecidos na linha de montagem.

A grande quantidade de modelos e também a grande grade de opcionais que podem ser atendidas faz com que o montador da linha tenha que tomar decisões a cada montagem, ou seja, ele tem que identificar no veículo qual a peça a ser montada e depois proceder a montagem, como o mix de produção é totalmente variável, o montador tem que verificar carro a carro para atender os requisitos das peças.

O desafio então se torna melhorar a condição de abastecimento ao longo da linha de montagem e diminuir o tempo que o operador tem para pensar nos itens a serem abastecidos. Segundo Canen e Williamon (1998), os recursos de produção são de vital importância para a organização, porque usualmente representam o maior e mais caro patrimônio da organização. O principal motivo para o planejamento do *layout* do setor produtivo é o interesse em se reduzir os custos de movimentação. Na visão de Canen e Williamon (1998 apud Sims, 1990) “a melhor movimentação de material é não movimentar”

Com o desafio definido iniciou-se um processo de estudo para a implementação do sistema de abastecimento por kits. Foram estudadas várias áreas onde o sistema seria aplicável, pois existem alguns trechos da linha que a aplicação não traz retornos que justifiquem a implementação da ferramenta.

Depois da definição das áreas a serem implementadas, começa-se a fazer o estudo das peças a serem abastecidas por kits, no processo de identificação das peças deve-se procurar identificar as peças que apresentam maior número de montagem nos veículos, de forma a maximizar os ganhos na implementação. Na Figura 8 abaixo, demonstra-se uma divisão do veículo por 8 partes de oportunidades de abastecimento de kits.

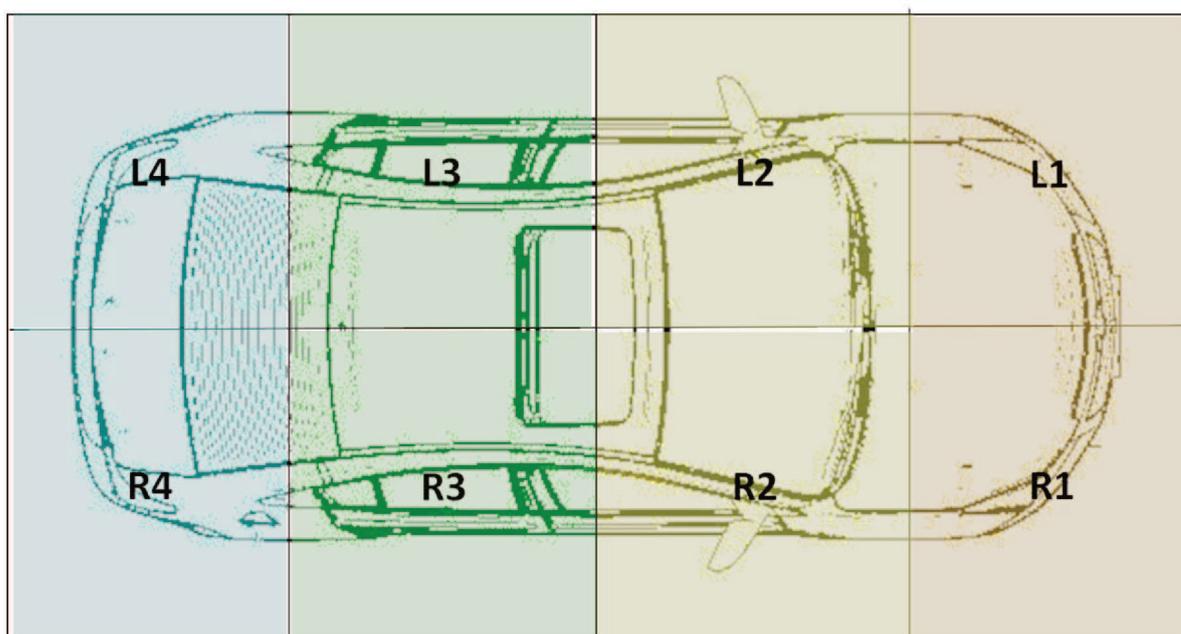


Figura 8 – Divisão por região do carro

Esta divisão por região do carro, pode ser considerada uma divisão por células a serem montadas. Segundo Barbosa (1999), entre algumas das vantagens do arranjo celular, os quais podemos também correlacionar com as mini-fábricas de produção, encontram-se:

- a. A facilidade para o retrabalho, quando eventualmente forem encontrados itens defeituosos no final da linha;
- b. A ausência de corredores, implicando na eliminação de veículos e pessoas que não estão sendo aproveitadas nas atividades produtivas.
- c. A facilidade de movimentação de materiais e ferramental, que está ligada ao “encurtamento” da distância entre os equipamentos e postos de trabalho.

Barbosa (1999) afirma que as células de manufatura, em comparação aos layouts tradicionais, provocam o aumento de 10 a 20% na produtividade da mão-de-obra direta. Também trazem como benefício a diminuição entre 70 e 90% dos equipamentos de movimentação e manuseio dos materiais, a redução de 95% dos estoques em processo e a diminuição de 50% na área de fabricação.

Com as regiões do carro mapeada, começa-se a distribuir por quadrante as peças que são utilizadas em cada trecho do veículo, desta forma pode-se ter uma idéia das oportunidades de montagem de kits. São priorizadas as peças que são comuns para todos os veículos produzidos, pois desta forma o ganho da implementação é maior. Na Figura 9 é demonstrada uma disposição das peças após a divisão dos quadrantes do veículo.

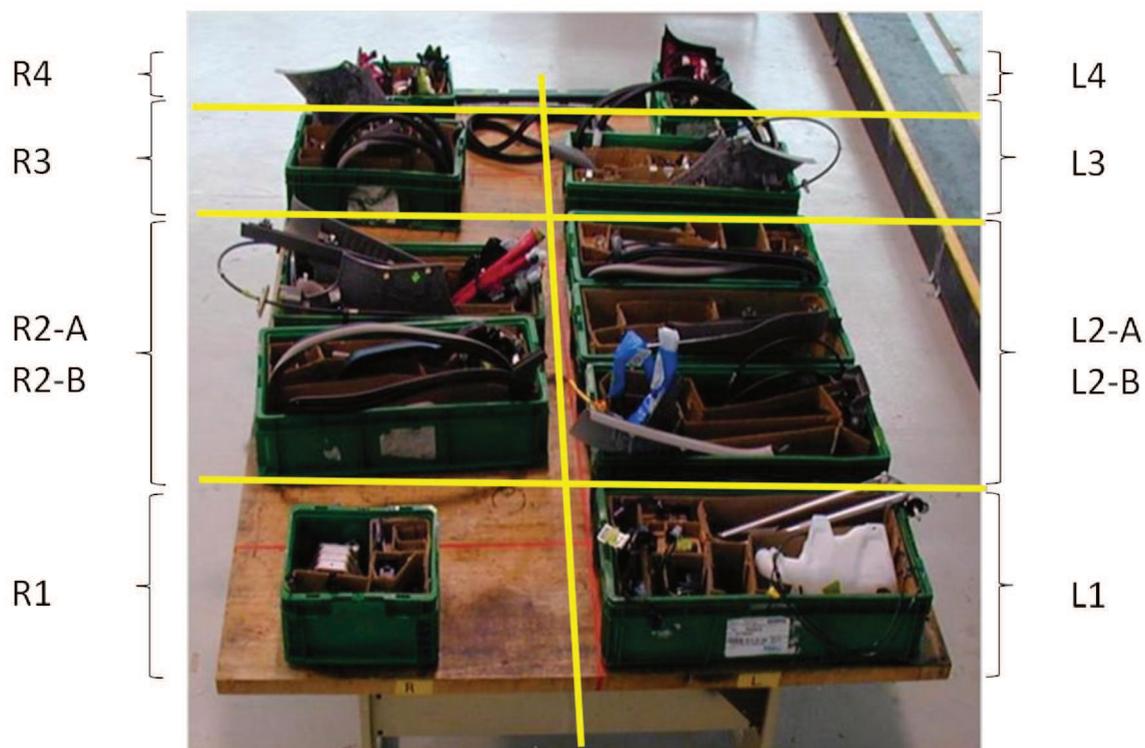


Figura 9 – Peças distribuídas conforme o quadrante do veículo.

Depois de definido os itens a serem montados, parte-se para a montagem das caixas onde as peças serão abastecidas, normalmente utiliza-se caixas plásticas já usadas no processo normal de abastecimento de linha, outras vezes é necessário a fabricação de caixas com material plástico “poliondra”, que é um material de fácil manuseio e que pode ser cortado facilmente e montado em diversas formas.



Figura 10 – Detalhe de distribuição de peças em caixa do processo .



Figura 11 – Detalhe de caixa construída internamente (poliandra).

Uma vez definida as peças e ter completado a montagem das caixas, inicia-se o processo de abastecimento das caixas através de sinais fornecidos pelo controle de produção.

Segundo Standard e Davis (1999), algumas recomendações importantes sobre as células de produção e que também podem ser consideradas como mini-fábricas de produção são:

- Superprodução não é permitida;
- Considerar aspectos ergonômicos no momento do projeto;
- Trabalhadores se movimentam entre as estações de trabalho;
- Usar sistemas de fixar e prender ao invés de sistemas de ajustamento;
- Fazer trabalho manual em paralelo com o trabalho das máquinas;
- Nunca passar um defeito.

Toda a montagem dos kits normalmente é feita ao lado da linha, mas em sua maioria é feita na área de seqüenciados junto ao recebimento de materiais, ou seja, a área de montagem dos kits fica próximo do ponto de chegada das peças dos fornecedores.



Figura 12 – Detalhe área de montagem de kits

Cada kit é direcionado para um determinado carro. Quando abastecido na linha de montagem este kit deve ser posicionado junto ao carro a ser montado e segue ao longo de um trecho pré-determinado. Quando acabar todos os itens que deveriam ser montados a caixa vazia retorna para a área de kits e o sistema se auto-controla quanto à quantidade de itens a serem enviados para a linha. Se algum kit for abastecido faltando algum item, o montador aciona um sistema de emergência chamando Andon que toca uma música no local do kit e imediatamente o encarregado atende a linha de montagem, mas esta possibilidade se torna rara, pois quando se monta a caixa de kits, os espaços destinados a receber as peças devem ser preenchidos e caso estejam vazios normalmente é percebido pelo próprio montador do kit.



Fig. 13- Caixa de kit acompanhando a unidade na linha montagem.

5.4 Conceitos e análises

O sistema de abastecimento por *kits* (SPS – Set Part System) é um termo técnico utilizado na montadora, onde busca-se atender a necessidade na área de abastecimento, logística e engenharia de produção e manufatura. Trata-se de uma ferramenta que busca a redução do *lead time* dos sistemas produtivos, reduzindo o espaço físico na área, diminuindo o nível de decisão do operador no ato da montagem, pois alguém já decidiu antes por ele no momento da montagem dos kits.

Flexibilidade, qualidade, custos entre outros, tornaram-se fatores decisivos na sobrevivência e sucesso das organizações empresariais. Segundo Tompkins *et al.* (1996) as novas tendências do mercado requerem os seguintes tipos de respostas, pelas empresas, em termos de sistemas de manufatura:

- O sistema deve ser capaz de produzir produtos com qualidade superior, com custo (unitário) reduzido e, entrega no prazo em resposta às demandas dos clientes;
- O sistema deve ser projetado para ser flexível e compreensível (mais simples e mais focado), e também ser confiável;
- Melhorias contínuas de produtos significam reestruturação e melhorias contínuas nos sistemas de manufatura

Neste alternativo método de abastecimento de itens componentes, os itens são entregues no ponto de uso por meio de kits previamente preparados no estoque.

As áreas de implementação foram estudadas previamente, e a decisão para que as áreas de montagem do painel de instrumento e a área de montagem das portas fossem escolhidas foi pelos seguintes fatores: alto número de opcionais envolvidos no processo, ou seja, a quantidade de opcionais que podem ser necessárias para serem produzidas faz com que o número de peças abastecidas na linha seja alto, ocupando espaço físico considerável e fazendo com que o operador tenha um grande tempo de montagem, bem como várias decisões durante o processo para montar os veículos.

Segundo Tompkins *et al.* (1996), mudanças significativas estão acontecendo no projeto de sistemas de manufatura, motivadas pelas seguintes tendências:

- Aumento do número e variedade de produtos, resultando numa queda de quantidade (tamanho do lote) conforme a diversidade aumenta;
- Custos dos materiais, incluindo movimentação de materiais e energia, parte principal do custo total dos produtos;
- Necessidade de reduzir o tempo de projeto e fabricação do produto devido as mudanças constantes no mercado; um produto pode tornar-se obsoleto mesmo antes de ser produzido;
- Aumento de solicitações para menores tolerâncias (mais exatidão e precisão produzindo melhor qualidade).

Para cada montagem o operador necessita observar a folha de ordem de produção, conhecida como manifesto de produção e verificar a peça que se requer para montar. O montador verifica a necessidade, se dirige até a prateleira, pega as peças e faz o processo de montagem dos veículos. No sistema de abastecimento por kits, toda a decisão é tomada anteriormente, os kits são preparados em área a parte da linha de montagem e abastecidos sequencialmente para o processo de montagem.

DATE: 11/03/02 TIME: 09:19:30	SOLD ORDER-OTD		COCKPIT	POWER: XE95402 FORMAT: XRODCKP1
PONTIAC TURBO		DOCUMENT 1AZ104 1288		
1AZ1041288		1G2MG35X67Y 119949		
#-WHEEL-ALIAS 8768	DNSTAT-REQD .	CLUSTER-M33 5203	BDORCHSILCH-REQD EBO	
ENGINE-ECM1 LNF	TRNSM-TYC-WCA AUTO	FOG-WD1 FOG	WISS-M3A 9588	
WAL-MSAA 6911	GRGE-MSR K34	SPDCVSTAL-ECM JF5	MSASER-WHD XM	
TRACDM-CONTROL-SUB 9939	COL-MB-215A 9664	DNVABAL-REQD .	OPERATIONS	WC
	AC-HEAT-REQD A/C		CO2 - BRAKE PEDAL P/W	
			CO3 - WRW MODULE	
			CO4 - RODSTER TO FWD	
			CO5 - STRG COL SUP / COLUMN TO IP	
			CO7 - RCN WOLTS	
			CO7 - PSIR RES BRKT	
VALUENBR 071048297	SERIAL NUMBER [Barcode]		SHORTAGES	

Figura 14 – Folha de ordem de produção.

Cada kit é direcionado para um carro, e é composto por um conjunto de peças. Os kits seguem o processo juntamente com o conjunto a ser montado, e em seguida quando a caixa fica vazia a mesma volta ao processo de montagem de kit, chamado de área de sequenciado.

Segundo Mello e Salgado (2005), para se gerenciar um processo é necessário, primeiramente visualizá-lo. Assim, o mapeamento é realizado para representar as diversas tarefas necessárias e a sequência que elas ocorrem para a realização e entrega de um produto ou serviço.

Normalmente busca-se colocar nestes kits as peças que mais apresentam variações, isto faz com que a implementação do processo de abastecimento de kits elimine o principal desperdício de uma linha de montagem, que é o deslocamento do operador no processo.

Conforme demonstrado nas Figuras 15 e 16, os kits com as peças requeridas ao processo seguem junto ao transportador, desta forma o operador não necessita mais decidir qual peça pegar e para qual carro, esta decisão já foi tomada previamente pelo pessoal que trabalha nas áreas de montagem de kits, conforme a Figura 17



Figura 15 – Detalhe das caixas (kits) na área de montagem de portas.



Figura 16 – Detalhe das caixas (kits) na área de montagem dos painéis.



Figura 17 – Detalhe da área de montagem dos kits.

O pessoal da área de montagem de kits recebe os manifestos referentes aos carros que serão montados na linha, então os kits são preparados e seguem em comboio para a linha de montagem. Quando o kit chega à linha de montagem o operador pega a caixa e a posiciona encaixando-a no transportador, Assim o kit (caixa) seguirá durante um estágio do processo. Esse estágio depende de quantos itens se consegue consolidar nos kits de montagem. Quando todas as montagens forem finalizadas, as caixas ficam vazias e retornam a área de montagem dos kits.

O abastecimento por kits é usado em situações em que existe pouco espaço para a disposição de diferentes componentes no mesmo ponto.

Para BOWERSOX E CLOSS (1997), o nível de serviço logístico apresenta três dimensões fundamentais: disponibilidade, desempenho e confiabilidade.

A disponibilidade significa possuir estoques para atender de forma consistente a demanda do consumidor pelos produtos da empresa. Embora as práticas mais comuns para atingir alta disponibilidade impliquem a manutenção de estoques (e seus custos associados), os desenvolvimentos em gestão e tecnologia vêm permitindo redução nos níveis de estoque e simultâneo aumento de disponibilidade.

O desempenho operacional lida com o tempo transcorrido entre o recebimento do pedido e sua entrega, especificando o desempenho desejado em termos de velocidade, consistência, flexibilidade e falhas/recuperação.

O terceiro aspecto do serviço logístico abordado por BOWERSOX E CLOSS (1997) é a confiabilidade. Este aspecto engloba os atributos de qualidade de logística, sendo o cumprimento dos níveis planejados de disponibilidade e desempenho operacional um aspecto chave.

O uso deste método requer, contudo, que os padrões de consumo dos componentes sejam iguais ou múltiplos de um. A separação em *kits* pode ser harmonizada com outros métodos de abastecimento, como o sistema de abastecimento *kanban*. Neste caso destaca-se que a associação do *Set Part System* com outro método, como o sistema de abastecimento *kanban*, gera um gerenciamento visual adequado para esta atividade e minimiza ao mesmo tempo os custos da separação e consolidação dos *kits*.

Segundo Harmon e Peterson (2005), caso esse método não esteja ligado a um gerenciamento visual, torna-se útil a realização de uma programação de entregas por períodos de tempo, programada conforme o tempo de consumo dos kits.

5.5 Vantagens e desvantagens

Algumas das desvantagens do método de abastecimento por kits são identificadas por autores como Harmon e Peterson (2005) citando:

- Os itens componentes envolvidos na operação deverão ter padrões de consumo iguais (modulares);
- Existe uma grande necessidade de: área para a prévia preparação dos kits, mão-de-obra extra; exclusivo contentor para o acondicionamento dos kits;
- Carece de um duplo manuseio para a sua preparação;
- A perda de um item tende a prejudicar o kit;
- Afeta de forma drástica a qualidade dos itens, isso devido ao manuseio duplo e um inadequado acondicionamento.

Na Tabela 1 destacam-se tanto vantagens quanto desvantagens do abastecimento por kits, comparativamente com os sistemas tradicionais (JIT e Kanban).

Moura (2005) destaca que o método de abastecimento por kits deve ser adotado de preferência quando a produção horária for baixa. Sendo que para o seu sucesso, é necessário um adequado número de itens componentes com consumo modular racionalizando as entregas e sua implementação devendo ser coordenada com a organização do local de trabalho.

Tabela 1 – Comparação entre os sistemas Henry Ford, utilização kanban e o sistema de abastecimento por kits

Descrição	Produção em massa Henry Ford	Produção enxuta com utilização de Kanban	Produção enxuta com utilização de abastecimento por kits
Quantidade de pessoas trabalhando na linha	Precisa de mais pessoal na linha, menos otimização e produção empurrada	Número menor de pessoal na linha, sistema otimizado e produção puxada	Reduz mão de obra, o material fica mais próximo do operador em relação ao kanban
Ciclo ou tempo de produção total	Tempo ciclo elevado, postos não são balanceados	Tempo menor ciclo, postos são balanceados	Tempo menor de produção, postos são balanceados
Defeitos na montagem	Pequenas falhas, complexidade montagem é menor	São médios, operador tem que decidir e fazer a escolha das peças para montagem	São menores, a peça já vem selecionada para a linha, elimina a decisão dos operadores
Qualidade final do produto	Qualidade desfocada, quantidade privilegiada	Qualidade focada, implementação controle qualidade	Qualidade focada, implementação controle qualidade
Flexibilidade no processo de montagem	Mínima, devido layout menos otimizados	Média, devido limitação no espaço da linha de produção	Maior, permite que o material não fique no posto de trabalho e que já venha seqüenciado na área de montagem
Organização no local de trabalho	Mínima, trata-se de um sistema empurrado	Média, necessita de número grande de peças abastecidas no posto de trabalho	Maior, não existem peças ao longo da linha, recebe-se somente o necessário para montagem
Movimentação de materiais	Não existe complexidade de peças.	Utiliza-se um sistema puxado, interferência média.	Maior número de pessoas manuseando as mesmas peças.
Mão-de-obra	Devido não balanceamento, maior número de mão de obra	Necessidade do operador buscar peças em vários pontos da linha, número médio de mão de obra.	Como o operador recebe o material em mãos, o número de mão de obra é menor.
Scrap / Refugo	Grande, não tinha preocupação com qualidade	Menor, existe preocupação com a qualidade	Menor, existe grande preocupação com a qualidade do produto final

6. A MELHORIA CONTÍNUA NA EMPRESA

O processo de melhoria contínua na empresa é extremamente atuante e patente. Todas as áreas do complexo industrial da montadora contam com uma engenharia de melhoria contínua, onde este grupo analisa e aplica os conceitos de manufatura enxuta de forma a possibilitar um processo contínuo da prática de melhoria.

Para Ohno (1997), “a necessidade é a mãe da invenção”, o mesmo se refere aos motivos da necessidade de desenvolvimento de um novo sistema de produção e, ainda nos dias atuais, as melhorias ocorridas nas fábricas da Toyota são motivadas pela necessidade de melhoria contínua. Ele ressalta que a chave para o progresso das melhorias esta em permitir que o pessoal da fábrica sinta essa necessidade.

Por meio de um sistema de BPD (Desdobramento do Plano de Negócios), que é um quadro destinado aos líderes da empresa, onde são traçados os objetivos por trimestre e estes objetivos devem ser seguidos por todos, pois são realizadas reuniões mensais onde os objetivos são cobrados e as dificuldades devem ser superadas. Neste quadro é aplicado o conceito de PDCA onde o planejamento, execução, verificação e as ações quando os resultados não são alcançados são extremamente acompanhados por todos. Esse sistema gera um ambiente de busca por melhorias.

Neste grupo de engenharia de melhoria contínua, existem reuniões semanais onde são determinadas estratégias para cada setor da linha de montagem. Cada setor tem que buscar melhorias em segurança, qualidade e produtividade. O sistema de abastecimento por kits tem sido uma estratégia muito utilizada e tem trazido grandes retornos para a empresa.

6.1 Caracterização do processo de capacitação para o desenvolvimento e implementação do sistema de abastecimento por kits

Não são todos os processos de montagem que se identificam com a implementação de abastecimento por kits. Nos estudos preliminares para a capacitação do processo, são estudados por meio do trabalho padronizado os tempos da operação. Para justificar a implementação do sistema deve-se obter ganhos de mão de obra ou significativamente em qualidade.

Normalmente se consegue ganhos imediatos em mão-de-obra e conseqüentemente em qualidade. Para fazer a montagem dos kits é necessário a utilização de um montador. Transferir um montador para a área de abastecimento e ganhar somente um operador na linha de montagem mostraria um empate na implementação. O ideal desejado é que o ganho seja maior na linha de montagem do que a quantidade requerida para a montagem dos kits.

A capacitação da equipe para a implementação do processo, consiste em uma reunião estratégica onde são demonstrados todos os tipos de desperdícios inerentes ao processo estudado. Inicia-se um processo de filmagem de todas as etapas do processo, onde em sala são minuciosamente verificados para possível verificação no chão de fábrica.

O processo de aprendizado contínuo possibilita a pessoa tornar-se reflexiva, crítica e agente de mudança (SENGE, 2002). A valorização do operador se dá, também por meio da implantação de um processo de formação continuada que o leve a desenvolver-se pessoal e profissionalmente o que, por meio de seu trabalho, pode criar as condições necessárias para o desenvolvimento de uma vida digna de ser vivida, além da conseqüência do seu trabalho se tornar um trabalho ético, técnico e politicamente competente (CAPELLA E LEOPARDI, 1999 p.142).

Com todos os dados relacionados em sala, a equipe se dirige para o ambiente de trabalho, onde juntamente com o líder da área são verificadas todas as possibilidades de melhoria no processo. Parte-se então para as experiências

primeiramente de uma forma empírica e depois com tomadas de tempos com estudo de tempos e movimentos.

Verificando-se ganho nos estudos de tempos e movimentos, as peças em questão tornam-se candidatas ao processo de abastecimento dos kits. Após de todas as peças serem avaliadas são definidos os kits finais.

Barnes (1997) define o estudo de tempos e movimentos como um estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos, (1) desenvolver o sistema e o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto para uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal para executar a tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.

Contador (1998) define a estrutura do estudo de tempos e movimentos, iniciando-se de uma análise geral para uma análise mais detalhada. Desta forma procura-se analisar a área de montagem como um todo e depois detalhadamente.

Com os kits finais definidos, faz-se um processo de produção piloto, onde alguns kits são montados e direcionados para a linha de montagem. Toda a equipe juntamente com o líder da área acompanham a montagem dos veículos, inclusive com tomadas de tempo do processo geral para verificar os ganhos obtidos no processo.

Se os ganhos realmente justificarem a implementação, o grupo decide pelo sinal verde e assim o sistema é abastecido de uma vez por todas a partir de uma data definida. Caso o processo não demonstre ganho significativo, tende-se a fazer estudos que verifiquem ganhos de grande importância no quesito segurança e qualidade. O projeto desta forma fica em estado de quarentena, onde um engenheiro volta a realizar os estudos juntamente com o líder da área buscando oportunidades para aproveitar todos os estudos já realizados e praticar um processo de melhoria contínua de forma a viabilizar o projeto e prover ganhos de produtividade para a área em questão.

7 CONCLUSÃO

A partir da análise da situação descrita em todo o trabalho, aliada a bases teóricas e implementação prática dos conceitos de vários autores, podemos concluir que o proposto da execução deste foi atendido. Durante o processo de implementação dos trabalhos dentro do ambiente fabril, pode-se verificar que a colaboração dos conceitos dos autores se fizeram valer diante das etapas das tarefas no processo produtivo.

7.1 A diversidade do processo de montagem

Na prática para a montagem de vários modelos de veículos dentro de uma única linha de montagem, faz com que tenha a necessidade de se abastecer uma grande diversidade de componentes, peças, equipamentos, máquinas, utilidades e equipamentos para controles dos processo.

Diante deste fato buscou-se minimizar o problema de abastecimento neste ambiente congestionado. Foram selecionados 138 itens da área de montagem de portas e 46 itens da área de montagem dos painéis de instrumentos. Todos este itens foram removidos da linha de montagem e foram para a área de montagem de kits. Para a área de montagem de portas, todos os itens foram para uma área dentro do setor de administração de materiais, já os itens dos painéis de instrumentos ficaram em uma área ao lado da linha de montagem. Somente nestes dois segmentos de montagem foram liberados 248 metros quadrados de área junto a montagem, o que representa aproximadamente 5% de toda a área de estocagem da linha de montagem. A ferramenta comprova que tem grande potencial quando distribuída dentro do processo produtivo. Muitas vezes não é possível buscar soluções de terceirizações através de sistemistas e esta ferramenta é bem aplicada nestes casos. Os espaços na linha de montagem são caros, pois são áreas específicas e dedicadas a montagem de veículos, e quanto mais aumentamos área disponível dentro do processo produtivo, mais condições de flexibilidade temos no processo. É importante ressaltar que se todo processo produtivo quando for iniciado,

tiver a aplicação deste sistema, o investimento será reduzido pois o tamanho da linha de montagem poderá ser inferior ao do processo normalmente utilizado.

O abastecimento de cada kit está direcionado para um veículo e um sistema a ser montado, este kit segue juntamente com o conjunto no transportador, e após todos os itens serem utilizados para a montagem a caixa volta vazia para a área de kit e é recomposta para o preenchimento do próximo kit e assim sucessivamente.

7.2 A eliminação dos desperdícios no processo produtivo

Os kits contendo todos os itens que tem maior representatividade dentro das variações de opcionais dos veículos, favoreceram e eliminaram um importante aspecto de uma linha de montagem, que é o desperdício, todo o deslocamento do operador no processo de montagem foi eliminado, assim como o tempo de espera que o operador tinha para verificar os itens a serem montados por ele. Este processo na prática demonstrou um ganho em torno de 20% de aproveitamento da mão de obra para um time de trabalho de dez operadores. Quando da aplicação desta ferramenta, não somente o andar e a espera são desperdícios verificados no processo, os outros cinco também são sensivelmente observados durante o processo de implementação (retrabalho, inventario, movimentação matérias, superprodução, super-processamento).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo conclui que a experiência (pesquisa de campo) contribuiu com a teoria, trazendo idéias a respeito de atividades de produção e melhoramento que podem ser utilizadas nas diferentes etapas de uma produção dentro de uma indústria automobilística.

Conclui-se ainda que a implementação do abastecimento por kits nas áreas de painéis de instrumento e portas em veículos automotores, tiveram como objetivo reduzir a quantidade de peças abastecidas na linha de montagem, pois no caso desta montadora foco deste estudo de caso, a mesma fabrica cinco tipos de veículos

em uma mesma linha de montagem, fazendo com que a diversidade de peças abastecidas no processo seja muito grande.

Logo este estudo detectou que para minimizar o problema de abastecimento foram selecionados itens na área de montagem de portas e itens na área de montagem dos painéis de instrumento, sendo todos os itens levados para as áreas de montagem de kits, obtendo-se uma redução da área utilizada na linha de montagem e possibilitando o ganho de três operadores por turno de trabalho, pois através da eliminação do tempo de montagem dos operadores, pôde-se agrupar todos os NAV(não agrega valor) em um só local, garantindo assim uma melhor disponibilidade da mão de obra no local de trabalho, isto possibilitou um balanceamento melhor das operações , fazendo-se que possa agregar mais trabalho ao operador.

Conclui-se enfim que a necessidade rápida de se adaptar as mudanças, faz com que as empresas busquem a cada dia melhorar seus processos. Tal necessidade é emergencial, os concorrentes não medem esforços para saírem na frente, e quem sai na frente tem vantagem no negócio. Os profissionais da produção devem ficar atentos a todas as oportunidades para atenderem as necessidades das empresas em se tornarem mais competitivas.

Logo, a implementação do sistema de abastecimento por kits deve ser avaliada como uma importante ferramenta na eliminação dos desperdícios. Não devendo ser a única opção para o processo, mas sendo uma das alternativas reais para disciplinar o processo e promover a melhoria contínua.

Através da apresentação deste caso, pode-se concluir que a ferramenta é promissora e traz grandes resultados para as empresas que a implementam. Basicamente pode ser implementada em uma indústria automobilística, mas também pode ser implementada em qualquer linha de produção. Esta técnica tem uma grande vantagem, quando bem estudada os investimentos são pequenos para sua implementação e o retorno financeiro na maioria das vezes é vantajoso.

REFERÊNCIAS

AMATO NETO, J.; D'ANGELO, F. Supply chain and new industrial organization forms: the case of Brazilian automobile complex. In 1st World Conference on Production and Operations Management, Sevilla, Spain, 2000.

ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. Consórcio Modular da VW: um novo modelo de produção? In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. (org). De JK a FHC: a reinvenção dos carros. São Paulo, Scritta, 1997.

ALVES FILHO, A.G.; O consórcio modular e seus impactos na cadeia de suprimentos da fábrica de motores VW-São Carlos, Relatório científico. Processo FAPESP 97/13071-9.2001

ALLIPRANDINI, D.H.; et al. Gestão do Desenvolvimento de produtos : uma referência para a melhoria de processo. São Paulo: Saraiva. 2005.

BARBOSA, F. A. (1999), "Um estudo da implementação da filosofia Just in Time em uma empresa de grande porte e sua integração ao MRPII", Dissertação de Mestrado São Carlos.

BARNES, R. M. Estudo de movimentos e de tempo: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.

BHASIN, S.; BURCHER, P. Lean viewed as a philosophy. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 17, n. 1, p. 56-72, 2006.

BIAZZO, S.; PANIZZOLO, R. The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker perspective. Integrated Manufacturing System, v.11, n. 1, p. 6-15, 2000

BOZDOGAN, K.; MILAUSKAS, R.; MIZE, J.; NIGHTINGALE, D.; TANEJA, A.; TONASZUCK, D. Transitioning to a lean enterprise: a guide for leaders. Volume I - Executive Overview. Massachusetts Institute of Technology, 2000a.

BROWN, C.; STERN, D. & REICH, M. Becoming a high performance work organization: the role of security, employee involvement and training. International Journal of Human Resource Management, v. 4, n. 2, p. 247-277, 1993.

BOWERSOX, D.; CLOSS, D. Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process. New York, McGraw-Hill Inc., 1996.

CARVALHO, E.G. Globalização e estratégias competitivas na indústria automobilística: uma abordagem a partir das principais montadoras instaladas no Brasil. Gestão & Produção, v. 12, n. 1 , p.121-133,2005

CANEN, A. G. e WILLIAMSON G. H. (1998), "Facility layout overview: towards competitive advantage", Facilities Volume 16 Number 7/8, p. 198-203.

CAPELLA, B.B.; LEOPARDI, M.T. Teoria Sócio-humanista. In: LEOPARDI, M.T. Teorias em enfermagem: Instrumentos para a prática. Florianópolis: NBR/UFSC, Papa Livros, 1999 p. 142

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. Just in time, MRP e OPT: um enfoque estratégico. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CONTADOR, JOSE C. et al. Gestão de operações, a Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

CROSSAN, Mary; LANE, Harry; WHITE, Roderick. An organizational learning framework; from intuition do institution. *Academy of Management Review*, v. 24, n. 3, p. 522-537, 1999.

D'ANGELO, F. Padrões Normativos para Sistemas da Qualidade. In Amato Neto, J. (org). *Manufatura Classe Mundial* . - São Paulo - Editora Atlas, 2001.

DIAS, A. V. C. Consórcio Modular e Condomínio Industrial: elementos para análise de novas configurações produtivas na indústria automobilística. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1998.

DIAS, A. V. C.; GALINA, S.V.R.; D'ANGELO, F. Análise contemporânea da cadeia produtiva do setor automobilístico: aspectos relativos à capacitação tecnológica. In

DOLL, W. J.; VONDEREMBSE, M. A. The evolution of manufacturing systems: towards the post-industrial enterprise. *OMEGA, International Journal of Management Science*, 1991, v.19, n.5.

DURAN, O.; BATOCCHIO, A. Na direção da manufatura enxuta através da J4000 e o LEM. *Revista Produção Online*, v.3, n.2, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.producaoonline.inf.br/v03n02/artigos.php>>. Acesso em nov 2009.

EMILIANI, M. L. Lean behaviors. *Management Decision*, v. 36, n. 9, p.615-631, 1998.

EMILIANI, M. L. Linking leader's beliefs to their behaviors and competencies. *Management Decision*, v. 41, n. 9, p. 893-910, 2003.

EMILIANI, M. L.; STEC, D. J. Leaders lost in transformation. *Leadership & Organization Development Journal*, n. 26, n. 5, p. 370-387, 2005.

FORRESTER, R. Implications of lean manufacturing for human resource strategy. *Work Study*, v. 44, n. 3, may/june 1995, p.20-24.

FUJIMOTO, T. Capacity building and over-adaptation: a case of 'fat design' in the Japanese auto industry. In: LUNG, Y. et al. *Coping with variety, flexible production system for product variety in the automobile industry*. Ashgate: Aldershol, 1999.

FUJIMOTO, T. *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota*. New York: Oxford University Press, 1999.

GODINHO FILHO, M. Paradigmas estratégicos de gestão da manufatura: configuração, relações com o planejamento e controle da produção e estudo exploratório na indústria de calçados. 2004. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2004.

HARMON, R.L., PETERSON, L.D. Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

HALLAM, C. R. A. Lean Enterprise Self-Assessment as a Leading Indicator for Accelerating Transformation in the Aerospace Industry. 2003. Tese (Doutorado) - Technology, Management, and Policy Program, Massachusetts Institute of Technology, 2003.

HINES, P.; TAYLOR, D. Going Lean: a guide to implementation. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK, 2000.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. International Journal of Operations & Production Management, v.24, (2004)

HIRATA, H.; FERREIRA, C.; MARX, R.; SALERNO, M. Alternativas sueca, italiana e japonesa ao paradigma fordista: elementos para uma discussão sobre o caso brasileiro, In: Modelos de Organização Industrial, Política Industrial e Trabalho (Anais do Seminário), S.Paulo, ABET, abril 1991, p.194-228.

HOFFMAN, K.; KAPLINSKY, R. The point of transition – from manufacture to systemofacture. In: Hoffman, K.; Kaplinsky, R. Driving force: The global restructuring of technology, labour, and investment in the automobile and components industries. London: Westview, 1998.

HOWARDELL, D. Seven skills people need to create a Lean Enterprise. Disponível em <<http://www.lean.org/Community/Registered/Articles.cfm?>>. Acesso em nov 2009.

IGEA. Análise Competitiva da Cadeia Produtiva Automotiva do Rio Grande do Sul, 2004. Instituto Gaúcho estudos automotivos. Disponível em <http://www.igea.gov.br>

JAMES-MOORE, S. M.; GIBBONS, A. Is lean manufacture universally relevant? An investigate methodology. International Journal of Operations & Production Management, v. 17, n. 9, p. 899-911, 1997.

KARLSSON, C.; AHLSTRÖM, P. Assessing changes towards lean production. International Journal of Operations and Production Management, v. 16, n. 2, p. 24-41, 1996.

LACOMBE, F. J. M.; HEILBORN, G. L. J. Administração: princípios e tendências. São Paulo: Saraiva, 2003.

LIKER, J. K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Tradução de LeneBelon Ribeiro. Porto alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J.K. O Modelo Toyota: A Empresa que Criou a Produção Enxuta. Editora Bookman. 530p. 2005.

LIZARELLI, F. L. Anais de eventos da UFSCar. v. 1, p. 389,2005

MELLO, C.H.P. & SALGADO, E.G. Mapeamento dos processos em serviços: estudo de caso em suas pequenas empresas da área da saúde. In: XXV Enegep, Porto Alegre, 2005.

MARTINS, P. G. Administração da Produção. São Paulo: Saraiva, 2000.

MOREIRA, D. A. Introdução à administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira, 1998.

MONDEN, Y. Sistema Toyota de Produção. São Paulo: IMAM, 1984.

MOURA , R.A. Armazenagem do recebimento a expedição. São Paulo: IMAM, 1997

NAZARENO, R.R. Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta. São Carlos, 2003, 154 p - Dissertação (Mestrado).

OHNO, T. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. M. Aprendizagem organizacional: vantagem competitiva em ambientes turbulentos. Economia e Empresa, v. 3, n. 4, p. 4-19, out/dez. 1996.

POSTHUMA, A. C. Autopeças na encruzilhada: modernização desarticulada e desnacionalização. São Paulo: Scritta, 1997.

PREVITALLI, F. S. Reestruturação Produtiva e novas relações interfirmas na cadeia automobilística nos anos 90. Produto & Produção, v.4, n.3,p.62-76, out., 2000.

RACHID, A. Relações entre grandes e pequenas empresas de autopeças – um estudo sobre a difusão de práticas de organização da produção. 2000.

ROTTA, I. S.; BUENO, F. Análise setorial da indústria automobilística: principais tendências. In: ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), 20. 2000. São Paulo (SP). Anais do XX ENEGEP. 1 CD.

SCHLÜNZEN JÚNIOR, K. Aprendizagem, cultura e tecnologia: desenvolvendo potencialidades corporativas. São Paulo, 1998

SHINGO, S. O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Tradução de Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman, 1996.

STANDARD C.; DAVIS, D. (1999), "Running Today's Factory", Hanser Gardner

Publication, Copyright .

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. Implementation and lean operation user manual. SAE J 4001. Warrendale, 1999.

SENGE, P.M. A Quinta disciplina: Arte e Prática da Organização que Aprende. 10ª. Ed. São Paulo: Best Seller, 2002. 443 p.

SLACK, N. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1999.

SPEAR, S.; BOWEN, H.K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. Harvard Business Review, p.95-106, set.-out, 1999.

TOMPKINS, J.A.; WHITE, J. A.; BOZER, Y.A. (1996). "Facilities Planning". John Wiley e Sons, Inc. Copyright

TUBINO, D. F. Manual de planejamento e controle da produção. 9 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2000.

TUBINO, D. F. Sistemas de Produção: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

VILELLA, C. S. S. Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional. Dissertação de mestrado, Florianópolis, 2000.

VOLPATO, G. The OEM-FTS Relationship. ACTES DU GERPISA – Réseau International, n. 35, p. 19-44, Paris, decembre 2003.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. 8.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 337 p.

YIN, R. K. Estudo de caso: Planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.